



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

ЕГЭ

2013

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

ФИЗИКА

ТЕМАТИЧЕСКИЕ И ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

Под редакцией М. Ю. ДЕМИДОВОЙ

22 ТЕМАТИЧЕСКИХ ВАРИАНТА
10 ТИПОВЫХ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВАРИАНТОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАЦИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

32
ВАРИАНТА



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

ЕГЭ

2013

ЕДИНЬЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

ФИЗИКА

ТЕМАТИЧЕСКИЕ И ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

Под редакцией М. Ю. ДЕМИДОВОЙ

32 ВАРИАНТА

22 ТЕМАТИЧЕСКИХ ВАРИАНТА

10 ТИПОВЫХ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВАРИАНТОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАЦИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

МОСКВА
2012

Федеральный институт педагогических измерений

Сведения об авторах:

Марина Юрьевна Демидова — канд. пед. наук, начальник отдела МИОО,
председатель Федеральной комиссии разработчиков (ФКР) ЕГЭ по физике ФИПИ;

Игорь Игоревич Нурминский — доктор пед. наук,
главный науч. сотр. ИСМО РАО, член ФКР ЕГЭ по физике ФИПИ;

Виталий Аркадьевич Грибов — канд. физ.-мат. наук,
доцент физического факультета МГУ, член ФКР ЕГЭ по физике ФИПИ

Авторы-составители:

В. А. Грибов, М. Ю. Демидова, И. И. Нурминский

В сборнике использованы задания следующих авторов:

А. В. Берков, В. А. Грибов, М. Ю. Демидова, О. Ф. Кабардин, В. В. Лоскутов,
Г. Г. Никифоров, В. И. Николаев, А. И. Нурминский, И. И. Нурминский, В. А. Орлов,
Н. С. Пурышева, А. А. Фадеева, Г. А. Чижов, А. М. Шипилин

Е 31 **ЕГЭ-2013. Физика : тематические и типовые экзаменационные варианты : 32 варианта / под ред. М. Ю. Демидовой. — М. : Издательство «Национальное образование», 2012. — 272 с. — (ЕГЭ-2013. ФИПИ — школе).**

Серия «ЕГЭ-2013. ФИПИ — школе» подготовлена разработчиками контрольных измерительных материалов. В сборнике представлены:

- 22 тематических варианта по всем разделам кодификатора ЕГЭ;
- 10 обновлённых типовых экзаменационных вариантов для подготовки к экзамену 2013 года;
- инструкция по выполнению экзаменационной работы и типовые бланки ответов ЕГЭ;
- ответы ко всем заданиям;
- критерии оценивания.

Тематические варианты представлены тренировочными и итоговыми вариантами работ, что предоставляет возможность систематической подготовки к ЕГЭ.

Выполнение заданий типовых экзаменационных вариантов позволяет учащимся объективно оценить уровень своей подготовки.

Учителя могут использовать представленные варианты для организации контроля результатов обучения школьников.

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я721

Издание для дополнительного образования

ЕГЭ-2013. ФИПИ — ШКОЛЕ

ЕГЭ-2013. ФИЗИКА

ТЕМАТИЧЕСКИЕ И ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ.

32 ВАРИАНТА

Под ред. Марины Юрьевны Демидовой

Главный редактор *И. Федосова*

Ответственный редактор *Е. Мишняева*. Ведущий редактор *О. Чеснокова*

Художественный редактор *М. Левыкин*. Технический редактор *В. Фотиева*

Компьютерная вёрстка *С. Терентьева*. Корректор *Т. Шамонова*

ООО «Издательство «Национальное образование»

119021, Москва, ул. Россолимо, д. 17, стр. 1, тел. 788-0075(76)

Свои пожелания и предложения по качеству и содержанию книг

Вы можете сообщить по эл. адресу: editorial@n-obr.ru.

Подписано в печать 05.07.2012. Формат 60×90¹/₈.

Усл. печ. л. 34,0. Печать офсетная. Тираж 10 000 экз. Заказ 1626

Отпечатано в ОАО «Первая Образцовая типография»

Филиал «Чеховский Печатный Двор»

142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1

Сайт: www.chpk.ru. E-mail: marketing@chpk.ru

факс: 8(496) 726-54-10, телефон: 8(495) 988-63-87

Содержание

Введение	4
Спецификация тематических тренировочных вариантов	6
Справочные данные	7

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ВАРИАНТЫ

РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА	9
Вариант 1.1. «Кинематика», «Динамика»	9
Вариант 1.2. «Кинематика», «Динамика»	15
Вариант 1.3. «Законы сохранения в механике»	18
Вариант 1.4. «Законы сохранения в механике»	24
Вариант 1.5. «Статика»	27
Вариант 1.6. «Колебания и волны»	33
Итоговый вариант 1. «Механика»	39
Итоговый вариант 2. «Механика»	47
РАЗДЕЛ 2. МКТ И ТЕРМОДИНАМИКА	55
Вариант 2.1. «Молекулярная физика»	55
Вариант 2.2. «Термодинамика»	61
Вариант 2.3. «МКТ и термодинамика»	68
Вариант 2.4. «МКТ и термодинамика»	71
Итоговый вариант 3. «Механика», «МКТ и термодинамика»	74
Итоговый вариант 4. «Механика», «МКТ и термодинамика»	83
РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	92
Вариант 3.1. «Электростатика», «Постоянный ток», «Магнитное поле»	92
Вариант 3.2. «Электростатика», «Постоянный ток», «Магнитное поле»	98
Вариант 3.3. «Электромагнитная индукция», «Электромагнитные колебания», «Оптика»	101
Вариант 3.4. «Электромагнитная индукция», «Электромагнитные колебания», «Оптика»	108
Итоговый вариант 5. «Механика», «МКТ и термодинамика», «Электродинамика»	111
Итоговый вариант 6. «Механика», «МКТ и термодинамика», «Электродинамика»	121
РАЗДЕЛ 4. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА	130
Вариант 4.1. «Квантовая физика»	130
Вариант 4.2. «Квантовая физика»	137

ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

Инструкция по выполнению работы	140
Вариант 1	143
Вариант 2	151
Вариант 3	158
Вариант 4	165
Вариант 5	172
Вариант 6	180
Вариант 7	187
Вариант 8	194
Вариант 9	201
Вариант 10	209
ОТВЕТЫ К ТЕМАТИЧЕСКИМ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ВАРИАНТАМ	217
ОТВЕТЫ К ТИПОВЫМ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫМ ВАРИАНТАМ	246

Введение

Предлагаемый сборник содержит 22 тематических варианта (из них 16 тренировочных и 6 итоговых) и 10 типовых экзаменационных вариантов для систематического повторения учащимися учебного материала по физике и подготовки к ЕГЭ.

Справочные данные, которые необходимы для решения всех вариантов, даются в начале сборника.

После выполнения вариантов правильность своих ответов учащийся может проверить, воспользовавшись таблицей ответов в конце книги. Для заданий части 3, требующих развёрнутого ответа, приводятся подробные решения.

Выполняя задания представленных вариантов *учащийся получает возможность эффективно повторить учебный материал всех тем курса и самостоятельно подготовиться к экзамену.*

Учителям книга будет полезна для организации различных форм подготовки к ЕГЭ, а также для контроля знаний на уроках физики.

Назначение и структура тематических тренировочных вариантов

Тематические тренировочные варианты могут быть использованы: во-первых, в процессе обобщающего повторения в конце изучения школьного курса физики; во-вторых, в качестве тематического контроля при изучении физики в 9–11 классах. Спецификация этих вариантов дана в соответствующем разделе сборника. В ней указаны основное содержание тематических тренировочных вариантов, количество заданий, распределение заданий по форме и уровню сложности, максимальный балл и примерное время выполнения.

Тематические варианты предлагаются по всем разделам школьного курса физики: механике, молекулярной физике и термодинамике, электродинамике, квантовой физике. Количество вариантов по каждому разделу пропорционально объёму его содержания в школьном курсе физики и в ЕГЭ. Так, по механике предлагается восемь вариантов по разным темам, а по квантовой физике — всего два.

По каждому разделу в сборник включены *три различных типа вариантов.*

Первый тип вариантов (они расположены в начале раздела) предназначен для диагностики усвоения основного понятийного аппарата. Эти варианты состоят из заданий с выбором ответа и заданий с кратким ответом, включают преимущественно вопросы базового уровня сложности.

Второй тип тематических вариантов предназначен для проверки умения решать задачи по физике по соответствующим темам. Такие варианты содержат: задачи повышенного уровня сложности, представленные в виде заданий с выбором ответа; одну качественную задачу с развёрнутым ответом; достаточно сложные расчётные задачи с развёрнутым ответом.

Третий тип — это итоговые варианты. Они замыкают каждый из разделов, соответствуют по структуре контрольным измерительным материалам (КИМ) ЕГЭ по физике. При этом итоговые варианты, завершающие раздел «Механика», состоят только из заданий по механике. Итоговые же варианты следующего раздела «МКТ и термодинамика» включают как задания по МКТ и термодинамике, так и задания по механике и т.д. Такой подход позволяет в конце изучения каждого раздела не только осуществить контроль пройденного материала, но и повторить основные вопросы предыдущих разделов физики.

Назначение и структура типовых экзаменационных вариантов

Типовые экзаменационные варианты и по форме, и по содержанию заданий полностью соответствуют Единому государственному экзамену по физике. Каждый такой вариант состоит из трёх частей и включает 35 заданий: 25 заданий с выбором одного верного ответа (часть 1, задания А1–А21 и часть 3, задания А22–А25), 4 задания с кратким ответом (часть 2, задания В1–В4) и 6 заданий с развёрнутым ответом (часть 3, С1–С6). Самые простые задания находятся в первой части работы, это задания с выбором ответа, а самые сложные — в конце варианта, на них необходимо дать подробные ответы.

В первой части работы задания расположены по тематическому признаку: 6 заданий по механике, 4 задания по молекулярной физике и термодинамике, 6 заданий по электродинамике и 3 задания по квантовой физике.

Последние задания первой части (A20 и A21) проверяют методологические умения, а именно: конструировать экспериментальную установку, исходя из формулировки гипотезы опыта; строить графики и рассчитывать по ним значения физических величин; анализировать результаты экспериментальных исследований; делать выводы по результатам эксперимента.

Задания с выбором ответа очень разнообразны по содержанию, но однотипны по форме представления. Все они состоят из текста задания и четырёх ответов, которые могут быть представлены в виде словесных утверждений, формул, численных значений физических величин, графиков или схематичных рисунков.

Экзаменационные варианты по физике включают большое количество иллюстративного материала. Это могут быть задания с использованием графиков, где требуется, например, определить коэффициент пропорциональности для линейных функций, «переводить» график функции из одних координат в другие или соотносить символическую запись закона (формулы) с соответствующим графиком. Различные задания с «картинками» включают, например, схемы электрических цепей, оптические схемы, иллюстрации для применения правила левой руки, правила буравчика, правила Ленца и т.п.

Кроме того, в любой из частей работы могут встретиться задания с фотографиями различных экспериментов. Как правило, в этих случаях необходимо уметь узнавать изображённые на фотографии измерительные приборы и оборудование и правильно снимать показания.

Во вторую часть работы включены 4 задания с кратким ответом. В заданиях B1 и B2 необходимо установить характер изменения (увеличится, уменьшится или не изменится) физических величин в различных процессах. На местах B3 и B4 стоят задания на установление взаимно однозначного соответствия.

Третья часть работы содержит 10 задач: 4 задачи повышенного уровня сложности (A22–A25), качественную задачу повышенного уровня сложности (C1) и 5 расчётных задач высокого уровня сложности (C2–C6) по всем разделам школьного курса физики.

Система оценивания заданий

Для всех вариантов (и тематических тренировочных, и типовых экзаменационных) использована единая система оценивания заданий, аналогичная КИМ ЕГЭ по физике.

Все задания с выбором ответа оцениваются в 1 балл (такие баллы называются первичными).

Задания второй части работы оцениваются в 2 балла. При этом 1 балл ставится, если в ответе (последовательности из трёх или двух цифр) допущена одна ошибка, и 0 баллов, если допущено более одной ошибки.

За выполнение заданий с развёрнутым ответом можно получить от 0 до 3 баллов — за каждое задание. В каждом варианте перед заданиями третьей части приведена инструкция, в которой формулируются общие требования к оформлению ответов.

Желаем успехов при подготовке к ЕГЭ и сдаче экзамена!

Спецификация тематических тренировочных вариантов

№ варианта	Основное содержание	Количество заданий	Распределение заданий по форме ¹			Распределение заданий по уровню сложности ²			Максимальный балл	Примерное время выполнения (мин)
			А	В	С	Б	П	В		
1.1	«Кинематика», «Динамика»	30	28	2	—	26	4	—	32	90
1.2	«Кинематика», «Динамика»	9	5	—	4	—	5	4	17	120
1.3	«Законы сохранения в механике»	30	28	2	—	26	4	—	32	90
1.4	«Законы сохранения в механике»	9	5	—	4	—	5	4	17	120
1.5	«Статика»	26	23	2	1	21	4	1	30	90
1.6	«Колебания и волны»	26	23	2	1	21	4	1	30	90
	Итоговый вариант 1. «Механика»	35	25	4	6	22	8	5	51	240
	Итоговый вариант 2. «Механика»	35	25	4	6	22	8	5	51	240
2.1	«Молекулярная физика»	30	28	2	—	26	4	—	32	90
2.2	«Термодинамика»	30	28	2	—	26	4	—	32	90
2.3	«МКТ и термодинамика»	9	5	—	4	—	5	4	17	120
2.4	«МКТ и термодинамика»	9	5	—	4	—	5	4	17	120
	Итоговый вариант 3. «Механика», «МКТ и термодинамика»	35	25	4	6	22	8	5	51	240
	Итоговый вариант 4. «Механика», «МКТ и термодинамика»	35	25	4	6	22	8	5	51	240
3.1	«Электростатика», «Постоянный ток», «Магнитное поле»	30	28	2	—	26	4	—	32	90
3.2	«Электростатика», «Постоянный ток», «Магнитное поле»	9	5	—	4	—	5	4	17	120
3.3	«Электромагнитная индукция», «Электромагнитные колебания и волны», «Оптика»	30	28	2	—	26	4	—	32	90
3.4	«Электромагнитная индукция», «Электромагнитные колебания и волны», «Оптика»	9	5	—	4	—	5	4	17	120
	Итоговый вариант 5. «Механика», «МКТ и термодинамика», «Электродинамика»	35	25	4	6	22	8	5	51	240
	Итоговый вариант 6. «Механика», «МКТ и термодинамика», «Электродинамика»	35	25	4	6	22	8	5	51	240
4.1	«Квантовая физика»	30	28	2	—	26	4	—	32	90
4.2	«Квантовая физика»	9	5	—	4	—	5	4	17	120

¹ А — задания с выбором ответа, В — с кратким ответом, С — с развернутым ответом.

² Б — задания базового уровня сложности, П — повышенного уровня сложности, В — высокого уровня сложности.

Справочные данные

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление 10^5 Па, температура 0°C

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ВАРИАНТЫ

РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА

Вариант 1.1 **Темы «Кинематика», «Динамика»**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 1,5 часа (90 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 30 заданий.

Часть 1 содержит 28 заданий (A1–A28). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 2 задания (B1 и B2), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

A1

Вертолёт равномерно поднимается вертикально вверх. Какова траектория крайней точки лопасти вертолётa в системе отсчёта, связанной с корпусом вертолётa?

- 1) прямая линия 3) окружность
2) винтовая линия 4) эллипс

A2

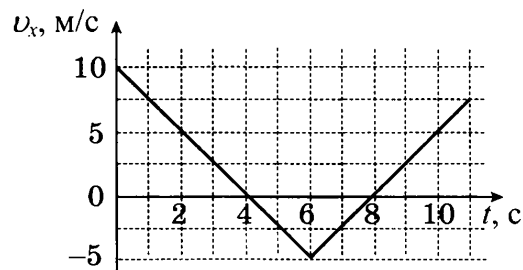
Два автомобиля движутся по прямому шоссе: первый — со скоростью \vec{v} , второй — со скоростью $(-3\vec{v})$. Какова скорость второго автомобиля относительно первого?

- 1) \vec{v} 2) $-4\vec{v}$ 3) $-2\vec{v}$ 4) $4\vec{v}$

A3

Тело движется по оси x . По графику зависимости проекции скорости тела v_x от времени t установите, какой путь прошло тело за время от $t_1 = 0$ до $t_2 = 4$ с.

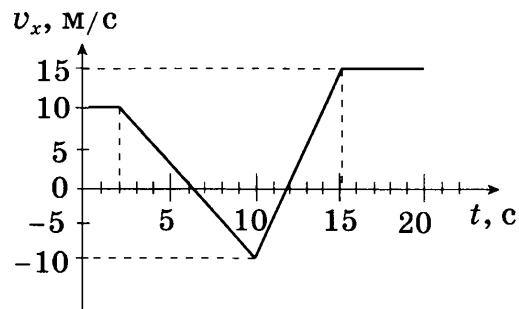
- 1) 10 м 3) 45 м
2) 15 м 4) 20 м



A4

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t .

График зависимости от времени проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 до 15 с совпадает с графиком



- 1) $a_x, \text{ м/с}^2$ 2) $a_x, \text{ м/с}^2$ 3) $a_x, \text{ м/с}^2$ 4) $a_x, \text{ м/с}^2$
-

A5

Зависимость координаты тела от времени описывается уравнением $x = 8t - t^2$, где все величины выражены в СИ. В какой момент времени скорость тела равна нулю?

- 1) 8 с 2) 4 с 3) 3 с 4) 0 с

A6

Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают движение из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в 3 раза больше, чем велосипедиста. Во сколько раз скорость мотоциклиста больше скорости велосипедиста в один и тот же момент времени?

- 1) в 1,5 раза 2) в $\sqrt{3}$ раза 3) в 3 раза 4) в 9 раз

A7 Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Каков модуль скорости тела через 0,5 с после начала движения? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 5 м/с 2) 10 м/с 3) 15 м/с 4) 20 м/с

A8 Диск радиусом 20 см равномерно вращается вокруг своей оси. Скорость точки, находящейся на расстоянии 15 см от центра диска, равна 1,5 м/с. Скорость крайних точек диска равна

- 1) 1,5 м/с 2) 2 м/с 3) 0,2 м/с 4) 4 м/с

A9 Материальная точка равномерно движется со скоростью v по окружности радиусом r . Если скорость точки будет вдвое больше, то модуль её центростремительного ускорения

- 1) не изменится 3) увеличится в 2 раза
2) уменьшится в 2 раза 4) увеличится в 4 раза

A10 Систему отсчёта, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Система отсчёта, связанная с автомобилем, тоже будет инерциальной, если автомобиль

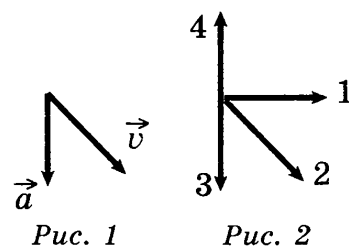
- 1) движется равномерно по прямолинейному участку шоссе
2) разгоняется по прямолинейному участку шоссе
3) движется по извилистой дороге с постоянной по модулю скоростью
4) вкатывается на гору с выключенным двигателем

A11 В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Как надо изменить величину силы, чтобы при уменьшении массы тела вдвое его ускорение стало в 4 раза больше?

- 1) увеличить в 2 раза 3) уменьшить в 2 раза
2) увеличить в 4 раза 4) оставить неизменной

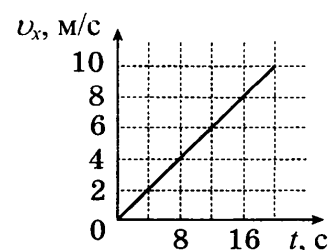
A12 На рисунке 1 представлены направления векторов скорости \vec{v} и ускорения \vec{a} мяча в инерциальной системе отсчёта. Какое из представленных на рисунке 2 направлений имеет в этой системе отсчёта вектор \vec{F} равнодействующей всех сил, приложенных к мячу?

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4



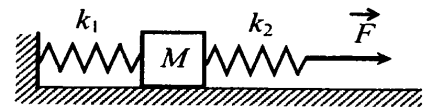
A13 Скорость автомобиля массой 1000 кг, движущегося вдоль оси Ox , изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Систему отсчёта считать инерциальной. Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, равна

- 1) 500 Н 3) 10 000 Н
2) 1000 Н 4) 20 000 Н



A21

К системе из кубика массой $M = 1$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жёсткость первой пружины $k_1 = 300$ Н/м. Жёсткость второй пружины — $k_2 = 600$ Н/м. Удлинение первой пружины равно 2 см. Модуль силы F равен



- 1) 6 Н 2) 9 Н 3) 12 Н 4) 18 Н

A22

В процессе экспериментального исследования жёсткости трёх пружин получены данные, которые приведены в таблице.

Сила (F , Н)	0	10	20	30
Деформация пружины 1 (Δl , см)	0	1	2	3
Деформация пружины 2 (Δl , см)	0	2	4	6
Деформация пружины 3 (Δl , см)	0	1,5	3	4,5

Жёсткость пружин возрастает в такой последовательности:

- 1) 1, 2, 3 2) 1, 3, 2 3) 2, 3, 1 4) 3, 1, 2

A23

На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 16 Н. Какова сила трения между ящиком и полом?

- 1) 0 2) 2,5 Н 3) 4 Н 4) 16 Н

A24

Деревянный брусок массой m , площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_1 , под действием горизонтальной силы. Какова величина этой силы, если коэффициент трения бруска об опору равен μ ?

- 1) $3\mu mg$ 2) μmg 3) $\frac{\mu mg}{3}$ 4) $\frac{\mu mg}{6}$

A25

Конькобежец массой 70 кг скользит по льду. Какова сила трения, действующая на конькобежца, если коэффициент трения скольжения коньков по льду равен 0,02?

- 1) 0,35 Н 2) 1,4 Н 3) 3,5 Н 4) 14 Н

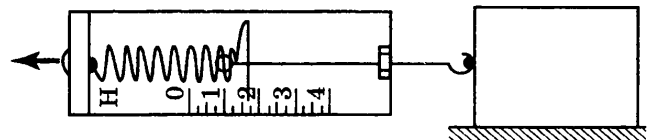
A26

Книга лежит на столе. Масса книги 0,6 кг. Площадь её соприкосновения со столом — 0,08 м². Давление книги на стол равно

- 1) 75 Па 2) 7,5 Па 3) 0,13 Па 4) 0,048 Па

A27

Под действием пружины динамометра брусок движется равномерно по поверхности стола. Погрешность измерения силы при помощи данного динамометра $F = \pm 0,3$ Н. По показаниям динамометра разные ученики записали следующие значения действующей силы. Какая запись наиболее правильная?



- 1) $1,3 \pm 0,15$ Н 3) $1,7 \pm 0,3$ Н
2) $1,58 \pm 0,3$ Н 4) $2,3 \pm 0,3$ Н

A28

Ученик устанавливал зависимость между модулем силы трения скольжения тела, движущегося равномерно по горизонтальной поверхности, и модулем силы его нормального давления. Для этой цели он использовал динамометр и шесть одинаковых брусков массой 100 г каждый, которые поочерёдно ставил друг на друга, меняя тем самым силу нормального давления. Полученные учеником результаты представлены в таблице.

$F_{тр}, \text{ Н}$	2,5	5	7,5	9	11	13
$m, \text{ г}$	100	200	300	400	500	600

Проанализировав полученные значения, он высказал следующие предположения.

А. Прямая пропорциональная зависимость между силой трения скольжения и силой нормального давления наблюдается для первых трёх измерений.

Б. Прямая пропорциональная зависимость между силой трения скольжения и силой нормального давления наблюдается для последних трёх измерений.

Какая(-ие) из высказанных учеником гипотез верна(-ы)?

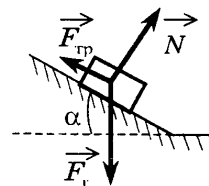
- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В2) является последовательность цифр.

В1

Деревянный брусок покоится на наклонной плоскости. Угол наклона плоскости увеличили, но брусок ещё остаётся в покое. Как изменились при этом модули следующих сил, действующих на брусок: силы тяжести \vec{F}_T , силы трения покоя $\vec{F}_{тр}$ и нормальной составляющей силы реакции опоры \vec{N} ?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы тяжести F_T	Модуль силы трения покоя $F_{тр}$	Модуль нормальной составляющей силы реакции опоры N

В2

В момент времени $t = 0$ камень начинает свободно падать с некоторой высоты h_0 из состояния покоя. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Модуль скорости камня в момент времени $t > 0$
 Б) Путь, пройденный камнем за время от начала движения до момента t

ФОРМУЛЫ

- 1) $-gt$
 2) $h_0 - gt^2/2$
 3) gt
 4) $gt^2/2$

А	Б

Вариант 1.2

Темы «Кинематика», «Динамика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 2 часа (120 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 9 заданий.

Часть 1 содержит 5 заданий (A1–A5), представляющих собой расчётные задачи. К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 состоит из 4 задач (C1–C4), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

A1

Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю в 20 м от места броска. Сколько времени прошло от броска до того момента, когда его скорость была направлена горизонтально и равна 10 м/с?

- 1) 0,25 с 2) 0,5 с 3) 1 с 4) 2 с

A2

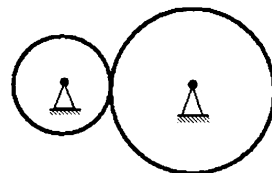
Материальная точка, двигаясь равноускоренно по прямой в одном направлении, за время t увеличила скорость в 3 раза, пройдя путь 20 м. Найдите t , если ускорение точки равно 5 м/с².

- 1) 3,5 с 2) 2 с 3) 1,75 с 4) 4 с

A3

Две шестерни, сцепленные друг с другом, вращаются вокруг неподвижных осей (см. рисунок). Отношение периодов вращения шестерён равно 3. Радиус меньшей шестерни равен 6 см. Каков радиус большей шестерни?

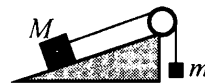
- 1) 2 см 2) 3 см 3) 12 см 4) 18 см



A4

Брусек массой $M = 300$ г соединён с грузом массой $m = 200$ г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рисунок). Брусек скользит без трения по неподвижной наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом. Чему равно ускорение груза m ?

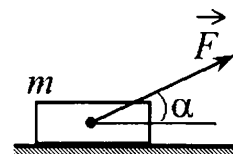
- 1) 1 м/с² 2) 2,5 м/с² 3) 5 м/с² 4) 7 м/с²



A5

Массивный брусок движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Модуль этой силы $F = 12$ Н. Коэффициент трения между бруском и плоскостью $\mu = 0,2$. Модуль силы трения, действующей на брусок, $F_{\text{тр}} = 2,8$ Н. Чему равна масса бруска?

- 1) 1,4 кг 2) 2,0 кг 3) 2,4 кг 4) 2,6 кг



Часть 2

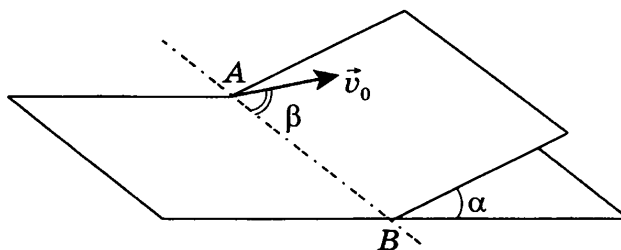
Полное правильное решение каждой из задач С1–С4 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

С1

Тело, свободно падающее с некоторой высоты без начальной скорости, за время $\tau = 1$ с после начала движения проходит путь в $n = 5$ раз меньший, чем за такой же промежуток времени в конце движения. Найдите полное время движения.

С2

Наклонная плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью по прямой AB . Угол между плоскостями $\alpha = 30^\circ$. Маленькая шайба начинает движение вверх по наклонной плоскости из точки A с начальной скоростью $v_0 = 2$ м/с под углом $\beta = 60^\circ$ к прямой AB . В ходе движения шайба съезжает на прямую AB в точке B . Пренебрегая трением между шайбой и наклонной плоскостью, найдите расстояние AB .

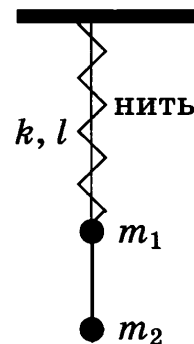


С3

Грузовой автомобиль со всеми ведущими осями массой $M = 4$ т тянет за нерастяжимый трос вверх по уклону легковой автомобиль массой $m = 1$ т, у которого выключён двигатель. С каким максимальным ускорением могут двигаться автомобили, если угол уклона составляет $\alpha = \arcsin 0,1$, а коэффициент трения между шинами грузового автомобиля и дорогой $\mu = 0,2$? Силой трения качения, действующей на легковой автомобиль, пренебречь. Массой колёс пренебречь.

С4

Материальные точки массами $m_1 = 100$ г и $m_2 = 200$ г прикреплены к невесомому стержню, как показано на рисунке. К телу m_1 прикреплена невесомая пружина жёсткостью $k = 30$ Н/м, верхний конец которой закреплён. Длина пружины в недеформированном состоянии $l_0 = 20$ см. В начальный момент концы пружины связаны нитью длиной $l = 10$ см. Определите силу реакции стержня, действующую на тело m_2 сразу после пережигания нити.



Вариант 1.3

Тема «Законы сохранения в механике»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 1,5 часа (90 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 30 заданий.

Часть 1 содержит 28 заданий (A1–A28). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 2 задания (B1 и B2), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

A1 Отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 3$. Каково отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 3?

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 5

A2 Тело движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 8 Н. Импульс тела изменился на 40 кг·м/с. Сколько времени потребовалось для этого?

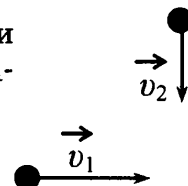
- 1) 0,5 с 2) 5 с 3) 48 с 4) 320 с

A3 Тело свободно падает на Землю. Движение тел рассматривается в гелиоцентрической системе отсчёта. Изменяются ли при падении тела импульс тела, импульс Земли и суммарный импульс системы «тело + Земля», если считать эту систему тел замкнутой?

- 1) импульс тела, импульс Земли и импульс системы «тело + Земля» не изменяются
2) импульс тела изменяется, а импульс Земли и импульс системы «тело + Земля» не изменяются
3) импульс тела и импульс Земли изменяются, а импульс системы «тело + Земля» не изменяется
4) импульс тела, импульс Земли и импульс системы «тело + Земля» изменяются

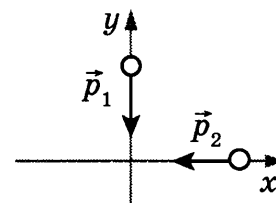
A4 Шары одинаковой массы движутся так, как показано на рисунке, и абсолютно неупруго соударяются. Как будет направлен импульс шаров после соударения?

- 1)  2)  3)  4) 



A5 Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 4$ кг·м/с, а второго тела $p_2 = 3$ кг·м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?

- 1) 1 кг·м/с 2) 4 кг·м/с 3) 5 кг·м/с 4) 7 кг·м/с



A6 Две тележки движутся навстречу друг другу. Модули скоростей тележек одинаковы и равны v . Массы тележек m и $2m$. Каким будет модуль скорости движения тележек после их абсолютно неупругого столкновения?

- 1) $\frac{3}{2}v$ 2) $\frac{2}{3}v$ 3) $3v$ 4) $\frac{1}{3}v$

A7

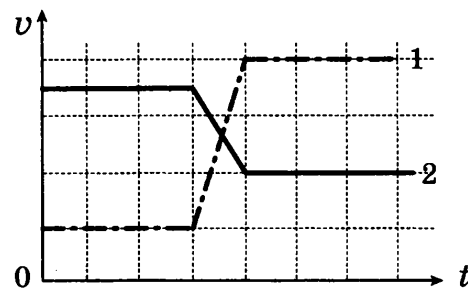
Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинки при выстреле 300 м/с. Какова скорость охотника после выстрела?

- 1) 0,1 м/с 2) 0,15 м/с 3) 0,3 м/с 4) 3 м/с

A8

На рисунке изображены графики изменения скорости двух взаимодействующих тележек разной массы (одна тележка догоняет и толкает другую). Какую информацию о тележках содержат эти графики?

- 1) тележка 1 едет сзади и имеет большую массу
2) тележка 1 едет сзади и имеет меньшую массу
3) тележка 2 едет сзади и имеет большую массу
4) тележка 2 едет сзади и имеет меньшую массу



A9

Две тележки движутся навстречу друг другу со скоростями, равными по модулю v_1 и v_2 . Массы тележек равны соответственно m_1 и m_2 . По какой из формул вычисляется модуль скорости совместного движения тележек после их абсолютно неупругого столкновения, если импульс первой тележки больше импульса второй?

- 1) $v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$ 3) $v = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2}$
2) $v = \frac{m_2 v_2 - m_1 v_1}{m_1 + m_2}$ 4) $v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 - m_2}$

A10

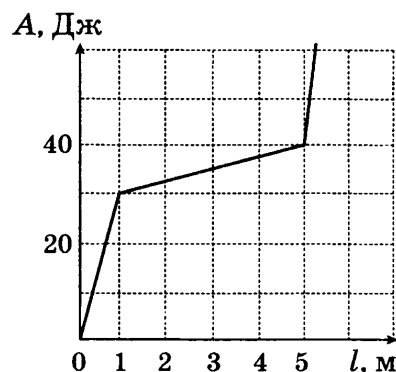
Ящик тянут по земле за верёвку по горизонтальной окружности диаметром $D = 20$ м с постоянной по модулю скоростью. Работа силы тяги за один оборот по окружности $A = 3,0$ кДж. Чему равен модуль силы трения, действующей на ящик со стороны земли?

- 1) 150 Н 2) 48 Н 3) 24 Н 4) 0

A11

Ящик скользит по горизонтальной поверхности. На рисунке приведён график зависимости модуля работы силы трения от пройденного пути. Какой участок был наиболее скользким?

- 1) только от 0 до 1 м
2) только от 1 до 5 м
3) только от 5 до 5,5 м
4) от 0 до 1 м и от 5 до 5,5 м



A12

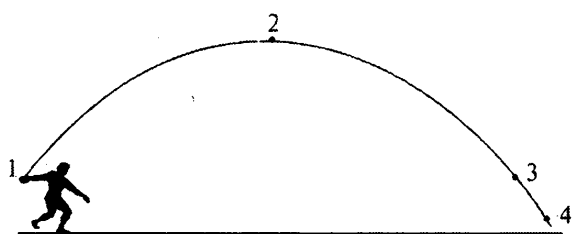
Отец везёт сына на санках с постоянной скоростью по горизонтальной заснеженной дороге. Сила трения санок о снег равна 30 Н. Отец совершил механическую работу, равную 3000 Дж. Определите пройденный путь.

- 1) 100 м 2) 300 м 3) 0,01 м 4) 30 м

A13

Лебёдка равномерно поднимает груз массой 200 кг на высоту 3 м за 5 с. Какова полезная мощность двигателя лебёдки?

- 1) 120 Вт 2) 3000 Вт 3) 333 Вт 4) 1200 Вт

- A14** Для того чтобы уменьшить кинетическую энергию тела в 2 раза, надо скорость тела уменьшить в
- 1) 2 раза
 - 2) $\sqrt{2}$ раза
 - 3) 4 раза
 - 4) $\sqrt{3}$ раза
- A15** Скорость автомобиля массой $m = 10^3$ кг увеличилась от $v_1 = 10$ м/с до $v_2 = 20$ м/с. Работа равнодействующей приложенных к телу сил равна
- 1) $1,5 \cdot 10^5$ Дж
 - 2) $2,0 \cdot 10^5$ Дж
 - 3) $2,5 \cdot 10^5$ Дж
 - 4) $3 \cdot 10^5$ Дж
- A16** Потенциальная энергия взаимодействия с Землёй гири массой 5 кг увеличилась на 75 Дж. Это произошло в результате того, что гирю
- 1) подняли на 7 м
 - 2) опустили на 7 м
 - 3) подняли на 1,5 м
 - 4) опустили на 1,5 м
- A17** На рисунке представлена траектория движения тела, брошенного под углом к горизонту. В какой из четырёх точек, отмеченных на траектории, потенциальная энергия тела имеет минимальное значение?
- 
- 1) 1
 - 2) 2
 - 3) 3
 - 4) 4
- A18** При деформации 2 см стальная пружина имеет потенциальную энергию упругой деформации 4 Дж. Как изменится потенциальная энергия этой пружины при уменьшении деформации на 1 см?
- 1) уменьшится на 1 Дж
 - 2) уменьшится на 2 Дж
 - 3) уменьшится на 3 Дж
 - 4) увеличится на 4 Дж
- A19** Закон сохранения импульса применим для
- 1) любой системы тел в любой системе отсчёта
 - 2) любой системы тел при взаимодействиях любыми силами в инерциальных системах отсчёта
 - 3) замкнутой системы тел, взаимодействующих только силами упругости и силами всемирного тяготения, в инерциальных системах отсчёта
 - 4) замкнутой системы тел, взаимодействующих любыми силами, в инерциальных системах отсчёта
- A20** Товарный вагон, движущийся по горизонтальному пути с небольшой скоростью, сталкивается с другим вагоном и останавливается. При этом пружина буфера сжимается. Какое из перечисленных ниже преобразований энергии происходит в этом процессе?
- 1) Кинетическая энергия вагона преобразуется в потенциальную энергию пружины.
 - 2) Кинетическая энергия вагона преобразуется в его потенциальную энергию.
 - 3) Потенциальная энергия пружины преобразуется в её кинетическую энергию.
 - 4) Внутренняя энергия пружины преобразуется в кинетическую энергию вагона.

A21

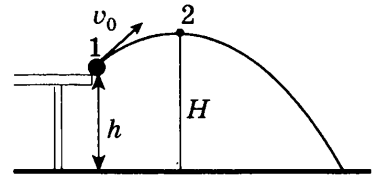
Закреплённый пружинный пистолет стреляет вертикально вверх. Какова масса пули m , если высота её подъёма в результате выстрела равна h , жёсткость пружины равна k , а деформация пружины перед выстрелом равна Δl ? Трением и массой пружины пренебречь; считать $\Delta l \ll h$.

- 1) $\frac{k(\Delta l)^2}{4gh}$ 2) $\frac{k(\Delta l)^2}{gh}$ 3) $\frac{2k(\Delta l)^2}{gh}$ 4) $\frac{k(\Delta l)^2}{2gh}$

A22

По какой из формул можно определить кинетическую энергию E_k , которую имеет тело в верхней точке траектории (см. рисунок)?

- 1) $E_k = mgH$
 2) $E_k = mv_0^2/2 + mgH$
 3) $E_k = mgH - mgh$
 4) $E_k = mv_0^2/2 + mgh - mgH$



A23

Камень массой 1 кг брошен вертикально вверх. В начальный момент его кинетическая энергия равна 200 Дж. На какую максимальную высоту поднимется камень? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 10 м 2) 200 м 3) 20 м 4) 2 м

A24

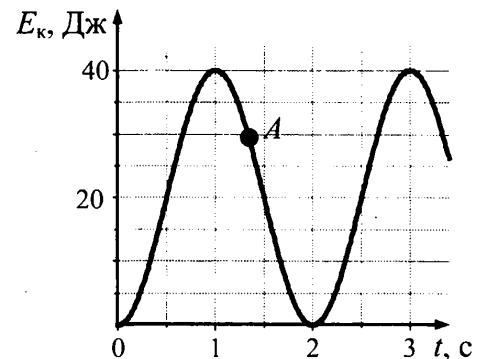
Автомобиль движется с выключенным двигателем по горизонтальному участку дороги со скоростью 20 м/с. Какое расстояние он проедет до полной остановки вверх по склону горы под углом 30° к горизонту? Трением пренебречь.

- 1) 10 м 2) 20 м 3) 80 м 4) 40 м

A25

На рисунке представлен график изменения со временем кинетической энергии ребёнка на качелях. В момент, соответствующий точке А на графике, его потенциальная энергия, отсчитанная от положения равновесия, равна

- 1) 10 Дж
 2) 20 Дж
 3) 25 Дж
 4) 30 Дж



A26

Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Найдите кинетическую энергию мяча перед ударом, если при ударе выделилось количество теплоты, равное 15 Дж.

- 1) 15 Дж 2) 20 Дж 3) 30 Дж 4) 45 Дж

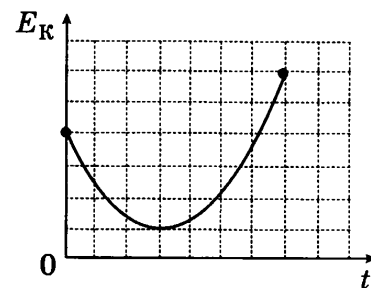
A27

В каком из приведённых ниже случаев можно сравнивать результаты измерений двух физических величин?

- 1) 1 Вт и 1 Н · м/с 3) 2 Дж и 3 Н · с
 2) 3 Вт и 1 Дж · с 4) 3 Дж и 2 Н/м

A28

На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Какой из представленных вариантов описания движения соответствует данному графику?



- 1) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на землю.
- 2) Тело брошено под углом к горизонту с балкона и упало на землю.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало обратно на землю.
- 4) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало на балкон.

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B2) является последовательность цифр.

B1

Пластилиновый шарик массой m налетает со скоростью v на такой же покоящийся шарик. После абсолютно неупругого столкновения шарики слипаются и движутся вместе. Как изменяются в результате столкновения следующие физические величины: импульс системы шаров, скорость первого шара и его кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Импульс системы шаров	Скорость первого шара	Кинетическая энергия первого шара

B2

Из колодца глубиной h за промежуток времени t поднимают на цепи ведро с водой общей массой m . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Работа силы упругости цепи при подъёме ведра
- Б) Мощность, развиваемая силой упругости цепи при подъёме ведра

ФОРМУЛЫ

- 1) mgh/t
- 2) mg
- 3) mh/gt
- 4) mgh

А	Б

Вариант 1.4

Тема «Законы сохранения в механике»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 2 часа (120 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 9 заданий.

Часть 1 содержит 5 заданий (A1–A5), представляющих собой расчётные задачи. К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 состоит из 4 задач (C1–C4), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

A1 Мальчик массой 50 кг, стоя на очень гладком льду, бросает груз массой 8 кг под углом 60° к горизонту со скоростью 5 м/с. Какую скорость приобретёт мальчик?

- 1) 5,8 м/с 2) 1,36 м/с 3) 0,8 м/с 4) 0,4 м/с

A2 Человек, равномерно поднимая верёвку, достал ведро с водой из колодца глубиной 10 м. Масса ведра — 1,5 кг, масса воды в ведре — 10 кг. Какова работа силы упругости верёвки?

- 1) 1150 Дж 2) 1300 Дж 3) 1000 Дж 4) 850 Дж

A3 Человек тянет брусок массой 1 кг по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью, действуя на него в горизонтальном направлении. Коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,1$. Скорость движения бруска 10 м/с. Какую мощность развивает человек, перемещая груз?

- 1) 0,1 Вт 2) 100 Вт 3) 0 4) 10 Вт

A4 С балкона высотой 20 м упал на землю мяч массой 0,2 кг. Из-за сопротивления воздуха скорость мяча у земли оказалась на 20% меньше скорости тела, свободно падающего с высоты 20 м. Импульс мяча в момент падения равен

- 1) 4,0 кг · м/с 3) 3,2 кг · м/с
2) 4,2 кг · м/с 4) 6,4 кг · м/с

A5 При выстреле из пружинного пистолета вертикально вверх шарик массой 100 г поднимается на высоту 2 м. Какова жёсткость пружины, если до выстрела она была сжата на 5 см? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 2000 Н/м 3) 800 Н/м
2) 1600 Н/м 4) 250 Н/м

Часть 2

Полное правильное решение каждой из задач C1–C4 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C1 Нить маятника длиной $l = 1$ м, к которой подвешен груз массой $m = 0,1$ кг, отклонена на угол α от вертикального положения и отпущена. Начальная скорость груза равна нулю. Модуль силы натяжения нити в момент прохождения маятником положения равновесия $T = 2$ Н. Чему равен угол α ?

C2

Брусок массой $m_1 = 600$ г, движущийся со скоростью $v_1 = 2$ м/с, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 200$ г. Какой будет скорость первого бруска после столкновения? Удар считать центральным и абсолютно упругим.

C3

Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 150$ м/с, пробивает стоящий на горизонтальной поверхности льда брусок и продолжает движение в прежнем направлении со скоростью $\frac{v_0}{3}$. Масса бруска в 10 раз больше массы пули. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,1$. На какое расстояние S сместится брусок к моменту, когда его скорость уменьшится на 10%?

C4

Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 500 м/с. В точке максимального подъёма снаряд разорвался на два осколка. Первый упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда, а второй в этом же месте — через 100 с после разрыва. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Вариант 1.5

Тема «Статика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 1,5 часа (90 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 26 заданий.

Часть 1 содержит 23 задания (A1–A23). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 2 задания с кратким ответом (B1 и B2), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр, и одно задание с развёрнутым ответом (C1).

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

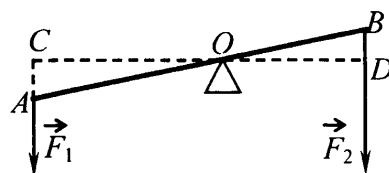
Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

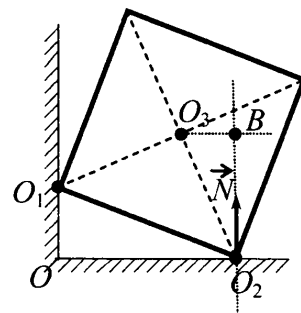
A1 На рисунке изображён рычаг. Длина какого отрезка является плечом силы \vec{F}_2 ?

- 1) OB 3) OD
2) BD 4) AB



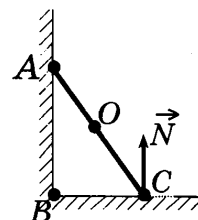
A2 Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы реакции опоры \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O_3 перпендикулярно плоскости рисунка, равно

- 1) 0
2) O_2O_3
3) O_2B
4) O_3B



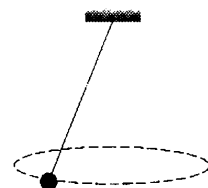
A3 На рисунке схематически изображена лестница AC , прислонённая к стене. Каков момент силы реакции опоры \vec{N} , действующей на лестницу, относительно точки C ?

- 1) $N \cdot OC$ 3) $N \cdot AC$
2) 0 4) $N \cdot BC$



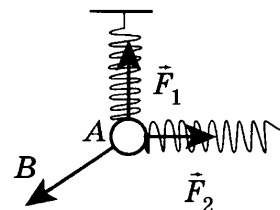
A4 Грузик массой 0,1 кг привязан к нити длиной 1 м и вращается в горизонтальной плоскости по окружности радиусом 0,2 м. Момент силы тяжести грузика относительно точки подвеса равен

- 1) 0,2 Н · м 3) 0,8 Н · м
2) 0,4 Н · м 4) 1,0 Н · м



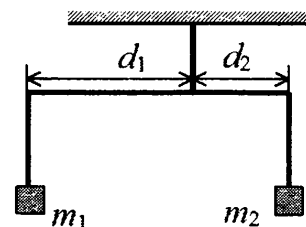
A5 Тело A (см. рисунок) под действием трёх сил находится в равновесии. Чему равен модуль силы, действующей на тело со стороны нити AB , если силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 ($F_1 = 3$ Н, $F_2 = 4$ Н) со стороны пружин перпендикулярны друг другу?

- 1) 3 Н 3) 5 Н
2) 4 Н 4) 7 Н

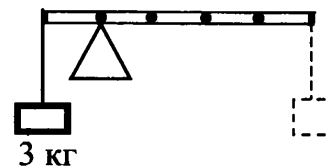


A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу первого тела, чтобы после увеличения плеча d_1 в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

- 1) увеличить в 3 раза 3) уменьшить в 3 раза
2) увеличить в 6 раз 4) уменьшить в 6 раз

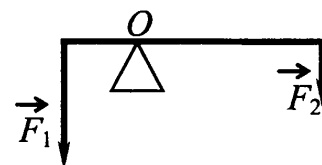


- A7** К левому концу невесомого стержня прикреплен груз массой 3 кг (см. рисунок). Стержень расположили на опоре, отстоящей на 0,2 его длины от точки подвеса груза. Груз какой массы надо подвесить к правому концу стержня, чтобы стержень находился в равновесии?



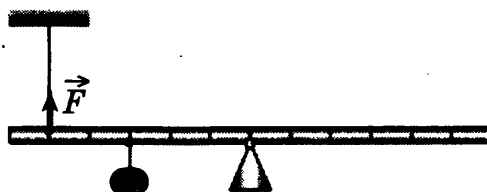
- 1) 0,6 кг 2) 0,75 кг 3) 6 кг 4) 7,5 кг

- A8** На рычаг, находящийся в равновесии, действуют силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 (см. рисунок). Модули сил: $F_1 = 10$ Н, $F_2 = 4$ Н. С какой силой рычаг давит на опору? Массой рычага пренебречь.



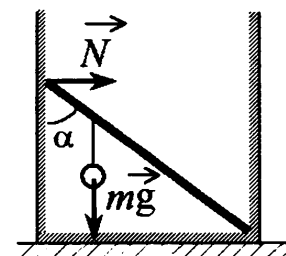
- 1) 14 Н 2) 10 Н 3) 6 Н 4) 4 Н

- A9** С помощью нити ученик зафиксировал невесомый рычаг (см. рисунок). Масса подвешенного к рычагу груза равна 0,1 кг. Модуль силы натяжения нити F равен



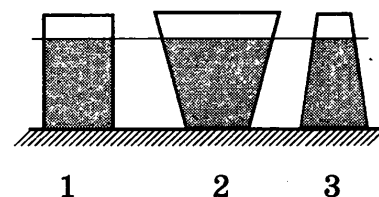
- 1) $\frac{1}{5}$ Н 2) $\frac{2}{5}$ Н 3) $\frac{3}{5}$ Н 4) $\frac{4}{5}$ Н

- A10** Невесомый стержень длиной 1 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 25 см от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг (см. рисунок). Каков модуль силы \vec{N} , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?



- 1) $20\sqrt{2}$ Н 2) 20 Н
3) 5 Н 4) 15 Н

- A11** На рисунке изображены три сосуда с жидкостями. В первом сосуде находится вода, во втором — керосин, в третьем — спирт ($\rho = 0,8$ г/см³). Сравните давления p_1 , p_2 и p_3 жидкостей на дно сосудов.



- 1) $p_1 = p_2 = p_3$ 3) $p_2 = p_3 > p_1$
2) $p_2 > p_1 > p_3$ 4) $p_1 > p_2 = p_3$

- A12** Чему примерно равно давление воды на глубине 2 м?

- 1) 200 Па 2) 2000 Па 3) 5000 Па 4) 20 000 Па

A13

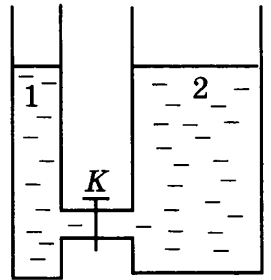
На какую максимальную высоту может поднимать воду насос, если создаваемый им перепад давления равен 200 кПа?

- 1) 0,02 м 2) 20 м 3) $2 \cdot 10^5$ м 4) 200 м

A14

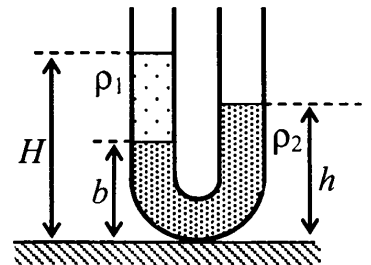
В открытых сосудах 1 и 2 находятся, соответственно, вода и подсолнечное масло. Если открыть кран К, то

- 1) вода начнёт перетекать из сосуда 1 в сосуд 2
2) масло начнёт перетекать из сосуда 2 в сосуд 1
3) жидкости останутся в равновесии
4) направление движения жидкостей будет зависеть от атмосферного давления

**A15**

В широкую U-образную трубку, расположенную вертикально, налиты жидкости плотностью ρ_1 и ρ_2 (см. рисунок). На рисунке $b = 5$ см, $h = 19$ см, $H = 25$ см. Отношение плотностей $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ равно

- 1) 0,70 3) 0,95
2) 0,76 4) 1,43

**A16**

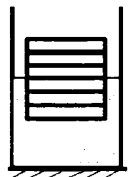
Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Определите среднюю силу, с которой действует масло на пробку площадью 6 см², если расстояние от уровня масла в сосуде до пробки равно 20 см.

- 1) 1,1 Н 3) 10 800 Н
2) 1800 Н 4) $3 \cdot 10^6$ Н

A17

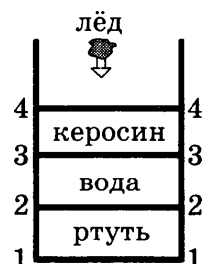
Шесть одинаковых брусков толщиной h каждый, связанные в стопку, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между двумя средними брусками. Если из стопки убрать два бруска, то глубина её погружения уменьшится на

- 1) h 2) $\frac{1}{2}h$ 3) $\frac{1}{3}h$ 4) $\frac{1}{4}h$

**A18**

В сосуде находятся три жидкости, не смешивающиеся между собой, — керосин, вода и ртуть. Маленький кусочек льда, брошенный в сосуд, будет плавать на уровне

- 1) 1 – 1
2) 2 – 2
3) 3 – 3
4) 4 – 4



A19 Во время опыта по исследованию выталкивающей силы, действующей на полностью погружённое в воду тело, ученик в 3 раза уменьшил глубину его погружения в воду. При этом выталкивающая сила

- 1) не изменилась
- 2) увеличилась в 3 раза
- 3) уменьшилась в 3 раза
- 4) увеличилась в 9 раз

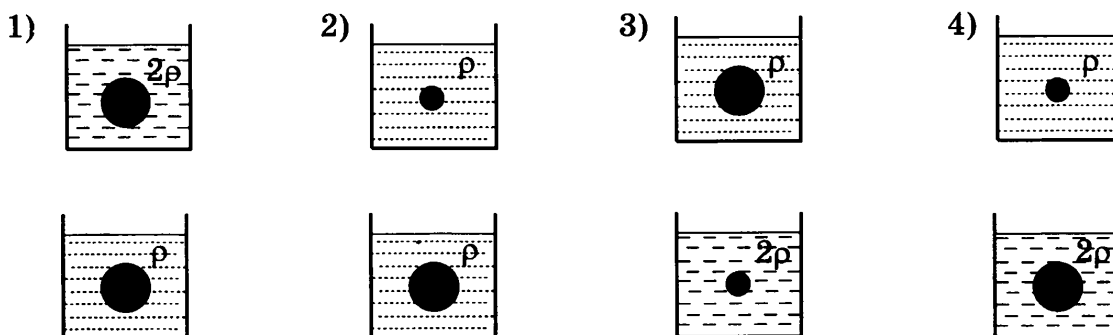
A20 Пластиковый пакет с водой объёмом 1 л полностью погрузили в воду. На него действует выталкивающая сила, равная

- 1) 0
- 2) 1 Н
- 3) 9 Н
- 4) 10 Н

A21 Аэростат объёмом 1000 м^3 заполнен гелием. Плотность гелия — $0,18 \text{ кг/м}^3$. Плотность воздуха $1,29 \text{ кг/м}^3$. На аэростат действует выталкивающая сила

- 1) 1,29 кН
- 2) 12,9 кН
- 3) 11,1 кН
- 4) 1,8 кН

A22 Ученик изучает закон Архимеда, изменяя в опытах объём погружённого в жидкость тела и плотность жидкости. Какую пару опытов он должен выбрать, чтобы обнаружить зависимость архимедовой силы от объёма погружённого тела? (На рисунках указана плотность жидкости.)



A23 С некоторой высоты в глубокий сосуд с водой упал пластмассовый шарик. Результаты измерений глубины h погружения шарика в воду в последовательные моменты времени приведены в таблице.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$h, \text{ см}$	0	8	14	18	15	11

На основании этих данных можно утверждать, что

- 1) шарик плавно опускается ко дну в течение всего времени наблюдения
- 2) скорость шарика первые три секунды возрастает, а затем уменьшается
- 3) скорость шарика в течение всего времени наблюдения постоянно уменьшается
- 4) шарик погружается не менее чем на 18 см, а затем всплывает

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В2) является последовательность цифр.

В1

Корабль вышел из устья реки в море. Как при этом изменились следующие величины: объём погружённой в воду части корабля, сила тяжести и архимедова сила, действующие на корабль?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём погружённой в воду части корабля	Сила тяжести	Архимедова сила

В2

Установите соответствие между физическими величинами и приборами, при помощи которых их можно измерить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) Атмосферное давление у подножия горы
- Б) Давление воздуха в шине автомобиля

ПРИБОР

- 1) психрометр
- 2) барометр
- 3) гигрометр
- 4) манометр

А	Б

Полное правильное решение задачи С1 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

С1

Определите массу груза, который нужно сбросить с аэростата массой 1100 кг, движущегося равномерно вниз, чтобы аэростат стал двигаться с такой же по модулю скоростью вверх. Архимедова сила, действующая на аэростат, равна 10^4 Н. Силу сопротивления воздуха при подъёме и спуске считайте одинаковой.

Вариант 1.6

Тема «Колебания и волны»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 1,5 часа (90 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 26 заданий.

Часть 1 содержит 23 задания (A1–A23). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 2 задания с кратким ответом (B1 и B2), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр, и одно задание с развёрнутым ответом (C1).

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

A1 Скорость тела, совершающего гармонические колебания, меняется с течением времени по закону $v(t) = 3 \cdot 10^{-2} \sin 2\pi t$, где все величины выражены в СИ. Амплитуда колебаний скорости равна

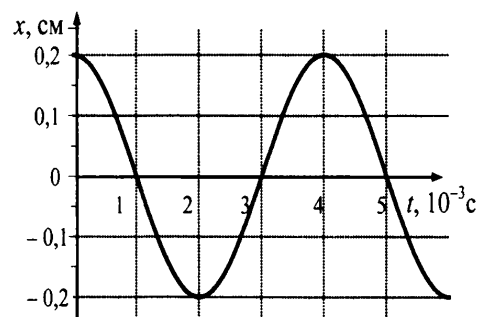
- 1) $3 \cdot 10^{-2}$ м/с 2) $6 \cdot 10^{-2}$ м/с 3) 2 м/с 4) 2π м/с

A2 Какая из величин (x_1 , x_2 , x_3 или x_4) совершает гармонические колебания?

- 1) $x_1(t) = 0,01 \sin(3\sqrt{t})$ 3) $x_3(t) = 10^{-2} \sin\left(2t + \frac{\pi}{3}\right)$
 2) $x_2(t) = 0,1 \sin(2t^2)$ 4) $x_4(t) = 0,05t \sin\left(2t + \frac{\pi}{3}\right)$

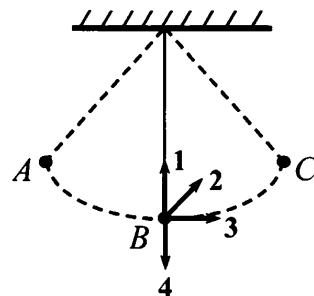
A3 На рисунке показан график колебаний одной из точек струны. Согласно графику период этих колебаний равен

- 1) $1 \cdot 10^{-3}$ с
 2) $2 \cdot 10^{-3}$ с
 3) $3 \cdot 10^{-3}$ с
 4) $4 \cdot 10^{-3}$ с



A4 Грузик, подвешенный на нити, совершает свободные колебания между точками A и C (см. рисунок). По какой из стрелок (1, 2, 3 или 4) направлен вектор ускорения грузика в точке B?

- 1) 1 3) 3
 2) 2 4) 4



A5 Как изменится период малых колебаний математического маятника, если его длину увеличить в 4 раза?

- 1) увеличится в 4 раза 3) уменьшится в 4 раза
 2) увеличится в 2 раза 4) уменьшится в 2 раза

A6 При свободных колебаниях за одно и то же время первый математический маятник совершает одно колебание, а второй — три. Нить первого маятника в

- 1) 9 раз длиннее 3) $\sqrt{3}$ раза длиннее
 2) 3 раза длиннее 4) $\sqrt{3}$ раза короче

A7 Маятниковые часы отстают. Чтобы часы шли точно, необходимо изменить период колебаний маятника. Для этого надо

- 1) увеличить массу маятника 3) увеличить длину маятника
 2) уменьшить массу маятника 4) уменьшить длину маятника

A8 Массивный шарик, подвешенный на лёгкой пружине, совершает гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Чтобы увеличить период колебаний в 2 раза, достаточно жёсткость пружины

- 1) увеличить в 2 раза 3) увеличить в 4 раза
2) уменьшить в 2 раза 4) уменьшить в 4 раза

A9 Груз массой 0,16 кг, подвешенный на лёгкой пружине, совершает свободные гармонические колебания. Какой массы груз надо подвесить к той же пружине, чтобы частота колебаний увеличилась в 2 раза?

- 1) 0,04 кг 2) 0,08 кг 3) 0,32 кг 4) 0,64 кг

A10 Математический маятник совершает незатухающие колебания с периодом 4 с. В момент времени $t = 0$ отклонение груза маятника от положения равновесия максимально. Сколько раз кинетическая энергия маятника достигнет своего максимального значения к моменту времени 2 с?

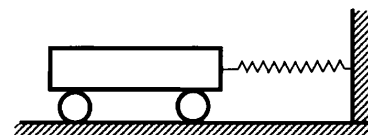
- 1) 1 2) 2 3) 8 4) 4

A11 Полная механическая энергия пружинного маятника увеличилась в 2 раза. Во сколько раз изменилась амплитуда колебаний?

- 1) уменьшилась в $\sqrt{2}$ раза 3) увеличилась в 2 раза
2) увеличилась в $\sqrt{2}$ раза 4) уменьшилась в 2 раза

A12 Скорость колеблющейся тележки массой 1 кг изменяется со временем в соответствии с формулой $v_x(t) = 4\cos 10t$ (все величины выражены в СИ). Какая формула описывает зависимость кинетической энергии тележки от времени?

- 1) $4\sin 10t$ 3) $20\cos^2 10t$
2) $8\cos^2 10t$ 4) $80\sin^2 10t$



A13 Если на некоторой планете период свободных колебаний секундного земного математического маятника окажется равным 2 с, то ускорение свободного падения на этой планете равно

- 1) 2,5 м/с² 2) 5 м/с² 3) 20 м/с² 4) 40 м/с²

A14 Подвешенный на нити грузик совершает гармонические колебания. В таблице представлены координаты грузика через одинаковые промежутки времени. Какова примерно максимальная скорость грузика?

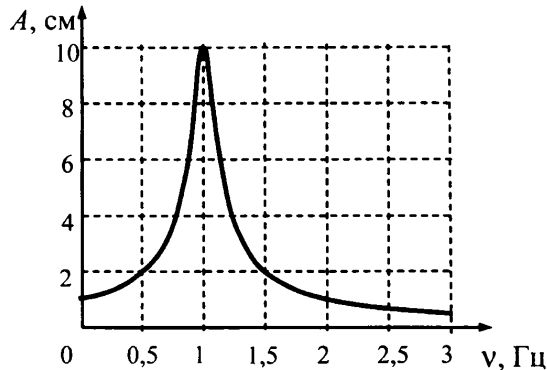
$t, \text{ с}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$x, \text{ см}$	6	3	0	3	6	3	0	3

- 1) 1,24 м/с 2) 0,47 м/с 3) 0,62 м/с 4) 0,16 м/с

- A15** Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = A \sin \frac{2\pi}{T} t$, где период $T = 1$ с. Через какое минимальное время начиная с момента $t = 0$ потенциальная энергия маятника достигнет половины своего максимума?
- 1) 1 с 2) 0,5 с 3) 0,25 с 4) 0,125 с

- A16** На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Отношение амплитуды установившихся колебаний маятника на резонансной частоте к амплитуде колебаний на частоте 0,5 Гц равно

- 1) 10
2) 2
3) 5
4) 4



- A17** Обязательными условиями возбуждения звуковой волны являются:

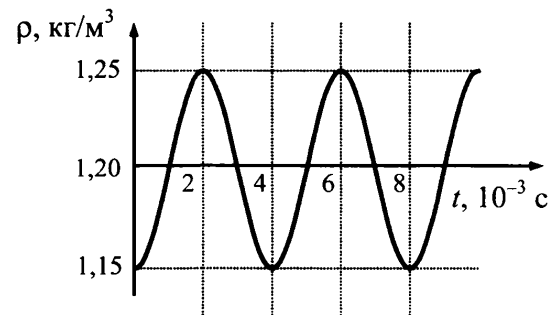
- А) наличие источника колебаний
Б) наличие упругой среды
В) наличие газовой среды

Правильным является выбор условий

- 1) А и Б 2) Б и В 3) А и В 4) А, Б, В

- A18** На рисунке показан график зависимости плотности воздуха в звуковой волне от времени. Согласно графику амплитуда колебаний плотности воздуха равна

- 1) 1,25 кг/м³
2) 1,2 кг/м³
3) 0,1 кг/м³
4) 0,05 кг/м³



- A19** Мужской голос баритон занимает частотный интервал от $\nu_1 = 100$ Гц до $\nu_2 = 400$ Гц. Отношение длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$, соответствующих границам этого интервала, равно

- 1) 0,5 2) $\sqrt{2}$ 3) 0,25 4) 4

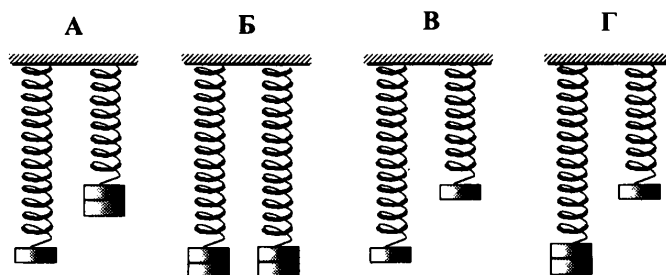
- A20** Какова частота колебаний звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде $v = 500$ м/с, а длина волны $\lambda = 2$ м?

- 1) 1000 Гц 2) 100 Гц 3) 250 Гц 4) 25 Гц

A21 Для экспериментального определения скорости звука ученик встал на расстоянии 30 м от стены и хлопнул в ладоши. В момент хлопка включился электронный секундомер, который выключился отражённым звуком. Время, отмеченное секундомером, равно 0,18 с. Какова скорость звука, определённая учеником?

- 1) 167 м/с 2) 333 м/с 3) 380 м/с 4) 540 м/с

A22 Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины. Жёсткость пружины обратно пропорциональна её длине. Какую пару маятников можно использовать для этой цели?



- 1) А, В или Г 2) только Б 3) только В 4) только Г

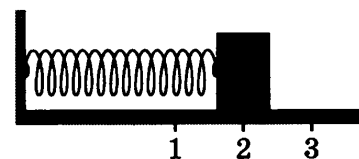
A23 Ученик изучал в школьной лаборатории колебания пружинного маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать период колебаний маятника?

- 1) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g
 2) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
 3) коэффициента упругости пружины k и массы маятника m
 4) амплитуды колебаний маятника A и коэффициента упругости пружины k

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B2) является последовательность цифр.

B1 Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняется кинетическая энергия груза маятника, скорость груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 3 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза маятника	Скорость груза	Жёсткость пружины

В2

Математический маятник совершает вынужденные гармонические колебания под действием силы, меняющейся с частотой ν . Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и частотой их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ

- А) кинетическая энергия грузика
Б) скорость грузика

ЧАСТОТА ИЗМЕНЕНИЯ

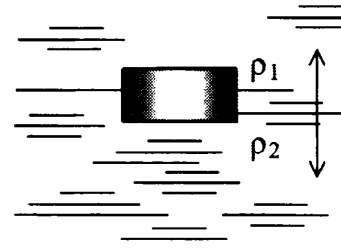
- 1) $\frac{1}{2}\nu$
2) ν
3) 2ν
4) 4ν

А	Б

Полное правильное решение задачи С1 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

С1

Однородный цилиндр с площадью поперечного сечения 10^{-2} м^2 плавает на границе несмешивающихся жидкостей с плотностью 800 кг/м^3 и 1000 кг/м^3 (см. рисунок). Пренебрегая сопротивлением жидкостей, определите массу цилиндра, если период его малых вертикальных колебаний $\frac{\pi}{5} \text{ с}$.



Итоговый вариант 1

Раздел «Механика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: четырёх задач с выбором одного верного ответа (A22–A25) и шести задач (C1–C6), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

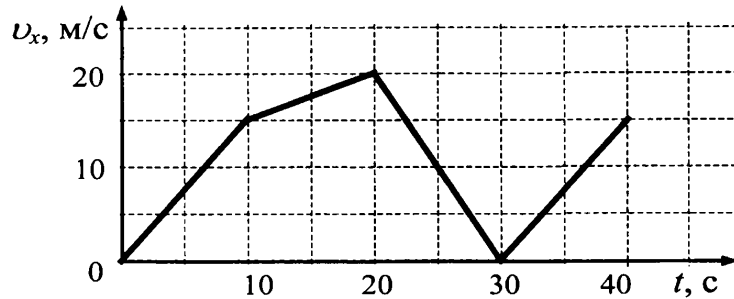
Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

- A1** Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени.



Модуль ускорения автомобиля равен $0,5 \text{ м/с}^2$ на интервале времени

- | | |
|------------------|------------------|
| 1) от 0 до 10 с | 3) от 20 до 30 с |
| 2) от 10 до 20 с | 4) от 30 до 40 с |

- A2** Автомобиль, трогаясь с места, движется с ускорением 3 м/с^2 . Через 4 с скорость автомобиля будет равна

- | | | | |
|-----------|-------------|-----------|----------|
| 1) 12 м/с | 2) 0,75 м/с | 3) 48 м/с | 4) 6 м/с |
|-----------|-------------|-----------|----------|

- A3** Тело свободно падает с некоторой высоты с начальной скоростью, равной нулю. Время, за которое тело пройдёт путь L , прямо пропорционально

- | | | | |
|----------|------------------|--------|---------------|
| 1) L^2 | 2) $\frac{1}{L}$ | 3) L | 4) \sqrt{L} |
|----------|------------------|--------|---------------|

- A4** Две материальные точки движутся по окружностям радиусами R_1 и R_2 , причём $R_2 = 2R_1$. При условии равенства линейных скоростей точек их центростремительные ускорения связаны соотношением

- | | | | |
|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------|
| 1) $a_1 = 2a_2$ | 2) $a_1 = a_2$ | 3) $a_1 = \frac{1}{2}a_2$ | 4) $a_1 = 4a_2$ |
|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------|

- A5** В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Как изменится ускорение тела, если массу тела и действующую на него силу уменьшить в 2 раза?

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1) увеличится в 4 раза | 3) уменьшится в 8 раз |
| 2) не изменится | 4) уменьшится в 4 раза |

- A6** Какая из приведённых ниже пар величин всегда совпадает по направлению в инерциальной системе отсчёта?

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| 1) сила и перемещение | 3) сила и ускорение |
| 2) сила и скорость | 4) ускорение и перемещение |

A7 Земля притягивает к себе подброшенный камень с силой 9 Н. С какой силой этот камень притягивает к себе Землю?

- 1) 90 Н 2) 9 Н 3) 0,9 Н 4) 0

A8 При свободном падении ускорение всех тел одинаково. Этот факт объясняется тем, что

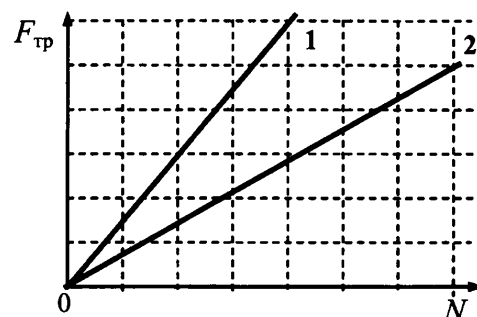
- 1) Земля имеет очень большую массу
2) все земные предметы очень малы по сравнению с Землей
3) сила тяжести пропорциональна массе Земли
4) сила тяжести пропорциональна массе тела

A9 Под действием силы, равной по модулю 3 Н, пружина удлинилась на 4 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 6 см?

- 1) 3,5 Н 2) 4 Н 3) 4,5 Н 4) 5 Н

A10 На рисунке представлены графики зависимости модуля силы трения $F_{\text{тр}}$ от модуля силы нормального давления N для двух тел. Отношение $\frac{\mu_1}{\mu_2}$ коэффициентов трения скольжения равно

- 1) 1 3) $\frac{1}{2}$
2) 2 4) $\sqrt{2}$



A11 Брусок массой $M = 300$ г соединён с бруском массой $m = 200$ г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рисунок). Чему равен модуль ускорения бруска массой 200 г?

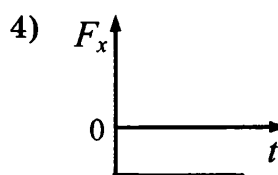
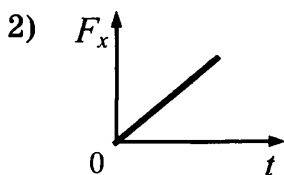
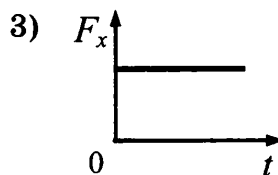
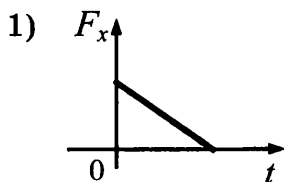
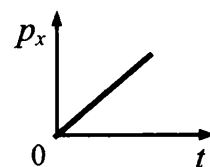
- 1) 2 м/с² 2) 3 м/с² 3) 4 м/с² 4) 6 м/с²



A12 Тело массой 3 кг движется прямолинейно в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 5 Н. Определите модуль изменения импульса тела за 6 с.

- 1) 30 кг · м/с 2) 20 кг · м/с 3) 15 кг · м/с 4) 10 кг · м/с

A13 На графике показана зависимость проекции импульса p_x тележки от времени t . Какой вид имеет график зависимости от времени проекции F_x равнодействующей всех сил, действующих на тележку?



- A14** Ученик исследовал зависимость модуля силы упругости F пружины от её растяжения x и получил следующие результаты:

F , Н	0	0,5	1	1,5	2	2,5
x , м	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10

Определите потенциальную энергию пружины при её растяжении на 0,08 м.

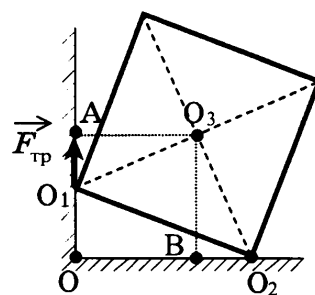
- 1) 0,04 Дж 2) 0,16 Дж 3) 25 Дж 4) 0,08 Дж

- A15** Кусок парафина плотностью 900 кг/м^3 плавает на поверхности жидкости, погрузившись в неё более чем наполовину. В какой из перечисленных жидкостей кусок парафина может плавать таким образом?

- 1) ртуть 3) вода
2) подсолнечное масло 4) керосин

- A16** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ относительно точки O равно

- 1) O_1A
2) O_1O
3) OA
4) 0



- A17** Если массу груза математического маятника увеличить в 4 раза, то период его свободных малых колебаний

- 1) увеличится в 4 раза 3) уменьшится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза 4) не изменится

- A18** Волна частотой 3 Гц распространяется в среде со скоростью 6 м/с. Определите длину волны.

- 1) 1 м 2) 2 м 3) 0,5 м 4) 18 м

- A19** Скорость тела массой $m = 0,1 \text{ кг}$ изменяется в соответствии с уравнением $v_x = 0,05 \sin 10\pi t$, где все величины выражены в СИ. Импульс тела в момент времени 0,2 с приблизительно равен

- 1) 0 2) $0,005 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 3) $0,16 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 4) $1,6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

- A20** В таблице приведены результаты измерений пути, пройденного телом за некоторые промежутки времени.

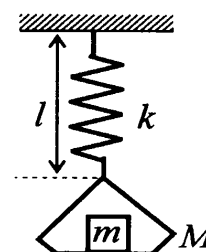
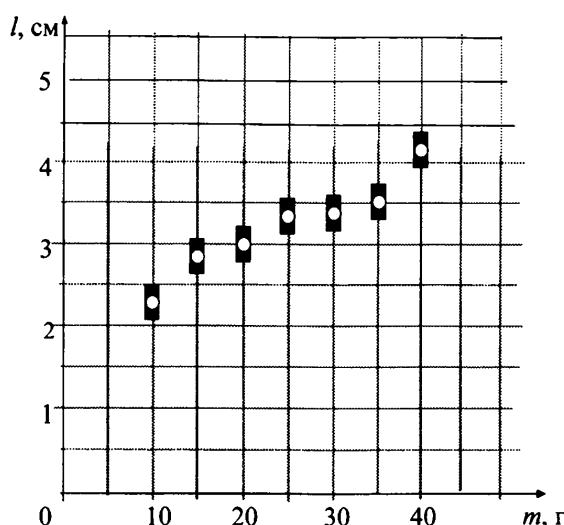
t , с	2	2,4	3	3,6	4,4	5	5,6
S , м	0,5	0,6	0,75	0,9	1,1	1,1	1,5

Этим данным не противоречит утверждение, что движение тела было равномерным в промежутки времени

- 1) от 2 до 5,6 с 3) только от 2 до 3 с
2) только от 2 до 4,4 с 4) только от 3,6 до 5,6 с

A21

На графике представлены результаты измерения длины пружины при различных значениях массы грузов, лежащих в чашке пружинных весов (рисунок справа).



С учётом погрешностей измерений ($m = \pm 1$ г, $l = \pm 0,2$ см) жёсткость пружины k приблизительно равна

- 1) 7 Н/м 2) 10 Н/м 3) 20 Н/м 4) 30 Н/м

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр.

B1

Звуковая волна переходит из воздуха в стекло. Как изменяются при этом длина волны, частота колебаний скорость звуковой волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

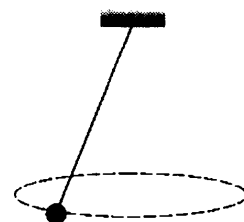
- 1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина звуковой волны	Частота колебаний	Скорость звуковой волны

B2

Грузик привязан к длинной нити и вращается по окружности с постоянной по модулю скоростью (см. рисунок). Угол отклонения нити от вертикали уменьшился с 45° до 30° . Как изменились при этом следующие величины: сила натяжения нити, центростремительное ускорение грузика и модуль скорости его движения по окружности?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила натяжения нити	Центростремительное ускорение груза	Модуль скорости его движения по окружности

В3

Кубик объёмом V полностью погружён в жидкость плотностью ρ так, что его нижняя грань находится на глубине h под поверхностью воды, но не касается дна сосуда. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) гидростатическое давление жидкости на нижнюю грань кубика
Б) выталкивающая сила, действующая на кубик со стороны жидкости

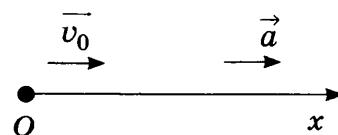
ФОРМУЛЫ

- 1) $\rho g V$
2) $\rho g h V^{2/3}$
3) $\rho g h$
4) $\rho g V / h^2$

А	Б

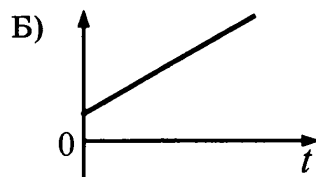
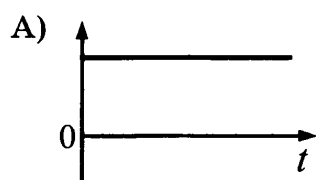
В4

Тело равноускоренно движется вдоль оси Ox . Ускорение тела равно \vec{a} , начальная скорость тела равна \vec{v}_0 , время движения — t . Направления начальной скорости и ускорения тела указаны на рисунке.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости тела на ось Ox
2) изменение кинетической энергии тела
3) проекция перемещения тела на ось Ox
4) проекция ускорения тела на ось Ox

А	Б

Часть 3

A22 Два автомобиля одинаковой массы m движутся относительно Земли по одной прямой в противоположных направлениях. Модуль скорости первого автомобиля равен v , а второго $2v$. Чему равен модуль импульса второго автомобиля в системе отсчёта, связанной с первым автомобилем?

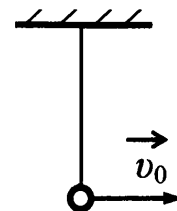
- 1) mv 2) $2mv$ 3) $3mv$ 4) 0

A23 На сани, стоящие на гладком льду, с некоторой высоты прыгает человек массой 50 кг. Проекция скорости человека на горизонтальную плоскость в момент соприкосновения с санями 4 м/с. Скорость саней с человеком после прыжка составила 0,8 м/с. Какова масса саней?

- 1) 150 кг 2) 200 кг 3) 250 кг 4) 400 кг

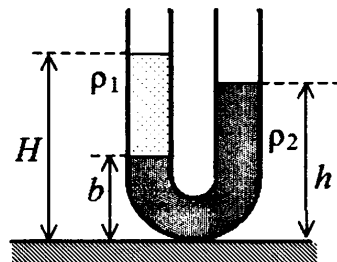
A24 Маятнику (шарик на нити), находящемуся в положении равновесия, сообщили небольшую горизонтальную скорость \vec{v}_0 (см. рисунок). На какую высоту поднимется шарик?

- 1) $\frac{2g}{v_0^2}$ 2) $\frac{2v_0^2}{g}$ 3) $\frac{v_0^2}{4g}$ 4) $\frac{v_0^2}{2g}$



A25 В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами, схематично изображённую на рисунке, налиты керосин плотностью $\rho_1 = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ и вода плотностью $\rho_2 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. На рисунке $b = 8 \text{ см}$, $h = 24 \text{ см}$. Расстояние H равно

- 1) 28 см 2) 30 см 3) 32 см 4) 38 см



C1 Деревянный брусок плавает на поверхности воды в миске. Миска покоится на поверхности земли. Что произойдёт с глубиной погружения бруска в воду, если миска будет стоять на полу лифта, который движется с ускорением, направленным вертикально вверх? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы при этом использовали.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2 Тело, свободно падающее с некоторой высоты, первый участок пути проходит за время $\tau = 1 \text{ с}$, а такой же последний — за время $\frac{1}{2}\tau$. Найдите полное время падения τ , если начальная скорость тела равна нулю.

С3

Шарик массой $m = 0,1$ кг на нити длиной $L = 0,4$ м раскачивают так, что каждый раз, когда шарик проходит положение равновесия, на него в течение короткого промежутка времени $t = 0,01$ с действует сила $F = 0,1$ Н, направленная по его скорости. Через сколько полных колебаний шарик на нити отклонится на 60° ?

С4

На космическом аппарате, находящемся вдали от Земли, начал работать реактивный двигатель. Из сопла ракеты каждую секунду выбрасывается 2 кг газа ($\frac{\Delta m}{\Delta t} = 2$ кг/с) со скоростью $v = 500$ м/с. Исходная масса аппарата $M = 500$ кг. Какую скорость приобретёт аппарат, пройдя расстояние $S = 36$ м? Начальную скорость аппарата принять равной нулю. Изменением массы аппарата за время движения пренебречь.

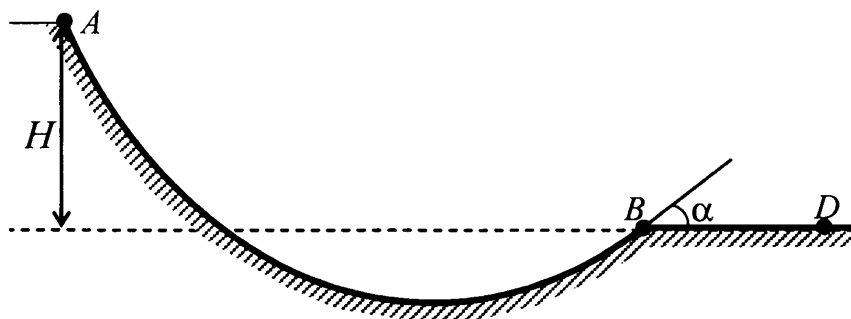
С5

На гладкой горизонтальной плоскости покоится длинная доска массой $M = 2$ кг. На доске лежит шайба массой $m = 0,5$ кг. В начальный момент времени шайбе щелчком сообщили скорость $v_0 = 2$ м/с. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. Сколько времени потребуется для того, чтобы шайба перестала скользить по доске?



С6

Шайба массой m начинает движение по жёлобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по жёлобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2$ Дж. В точке B шайба вылетает из жёлоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D , находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рисунок). $BD = 4$ м. Найдите массу шайбы m . Сопротивлением воздуха пренебречь.



Итоговый вариант 2

Раздел «Механика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: четырёх задач с выбором одного верного ответа (A22–A25) и шести задач (C1–C6), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

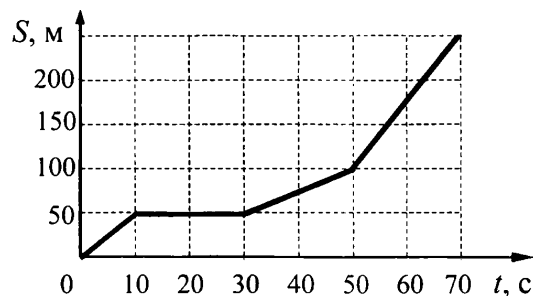
Желаем успеха!

Часть 1

A1

На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Определите интервал времени после начала движения, когда велосипедист двигался со скоростью 5 м/с.

- 1) от 50 до 70 с
- 2) от 30 до 50 с
- 3) от 10 до 30 с
- 4) от 0 до 10 с



A2

Одной из характеристик автомобиля является время t его разгона с места до скорости 100 км/ч. Два автомобиля имеют такие времена разгона, что $t_1 = 2t_2$. Если считать, что автомобили движутся при этом равноускоренно, то ускорение первого автомобиля по отношению к ускорению второго автомобиля

- 1) меньше в 2 раза
- 2) больше в $\sqrt{2}$ раза
- 3) больше в 2 раза
- 4) больше в 4 раза

A3

Зависимость пути от времени для прямолинейно движущегося тела имеет вид $s(t) = 2t + 3t^2$, где все величины выражены в СИ. Ускорение тела равно

- 1) 1 м/с²
- 2) 2 м/с²
- 3) 3 м/с²
- 4) 6 м/с²

A4

Шарик движется по окружности радиусом r со скоростью v . Как изменится его центростремительное ускорение, если радиус окружности увеличить в 3 раза, оставив скорость шарика прежней?

- 1) увеличится в 3 раза
- 2) уменьшится в 3 раза
- 3) увеличится в 9 раз
- 4) уменьшится в 9 раз

A5

Самолёт летит по прямой с постоянной скоростью на высоте 9000 м. Систему отсчёта, связанную с Землёй, считать инерциальной. В этом случае

- 1) на самолёт не действует сила тяжести
- 2) сумма всех сил, действующих на самолёт, равна нулю
- 3) на самолёт не действуют никакие силы
- 4) сила тяжести равна силе Архимеда, действующей на самолёт

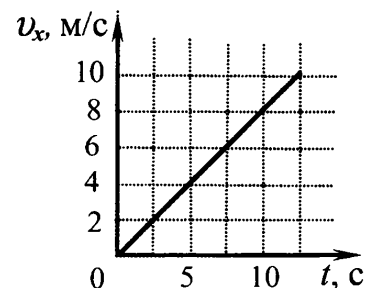
A6

В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Как надо изменить величину силы, чтобы при уменьшении массы тела вдвое его ускорение стало в 4 раза больше?

- 1) увеличить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) оставить неизменной

A7 Скорость мотоцикла массой 200 кг, движущегося вдоль оси Ox , изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Систему отсчёта считать инерциальной. Равнодействующая всех сил, действующих на мотоцикл, равна

- 1) 12,5 Н 3) 160 Н
2) 400 Н 4) 200 Н

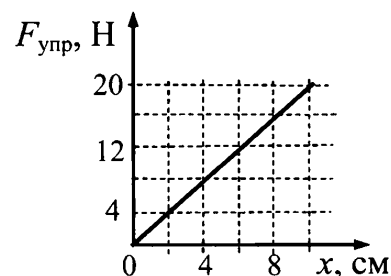


A8 Космическая ракета удаляется от Земли. На каком расстоянии от земной поверхности сила гравитационного притяжения ракеты Землёй уменьшится в 4 раза по сравнению с силой притяжения на земной поверхности? (Расстояние выражается в радиусах Земли R .)

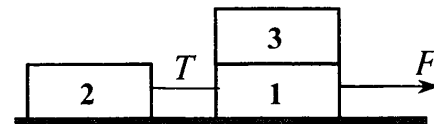
- 1) R 2) $\sqrt{2} R$ 3) $2R$ 4) $3R$

A9 По результатам исследования построен график зависимости модуля силы упругости пружины от её деформации (см. рисунок). Каким будет удлинение пружины при подвешивании к ней груза массой 2 кг?

- 1) 8 см 3) 12 см
2) 10 см 4) 16 см



A10 Одинаковые бруски, связанные нитью, движутся под действием внешней силы F по гладкой горизонтальной поверхности (см. рисунок). Как изменится сила натяжения нити T , если третий брусок переложить с первого на второй?



- 1) уменьшится в 1,5 раза 3) увеличится в 2 раза
2) увеличится в 3 раза 4) уменьшится в 2 раза

A11 Санки после толчка движутся по горизонтальной дорожке. Как изменится модуль импульса санок, если на них в течение 5 с действует сила трения о снег, равная 20 Н?

- 1) ответить невозможно, так как неизвестна масса санок
2) увеличится на 4 Н/с
3) увеличится на 100 кг · м/с
4) уменьшится на 100 кг · м/с

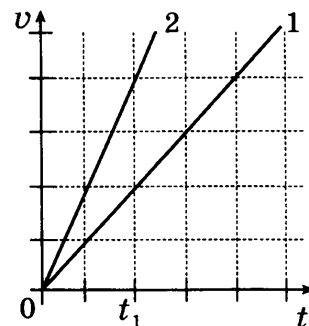
A12 Два шара массами, соответственно, m и $2m$ движутся со скоростями, равными, соответственно, $2\vec{v}$ и \vec{v} . Первый шар движется за вторым и, догнав, прилипает к нему. Каков модуль суммарного импульса шаров после удара?

- 1) mv 2) $2mv$ 3) $3mv$ 4) $4mv$

A13

Первый автомобиль имеет массу 1000 кг, второй — 500 кг. Скорости их движения изменяются с течением времени в соответствии с графиками, представленными на рисунке. Отношение $\frac{E_{k2}}{E_{k1}}$ кинетических энергий автомобилей в момент времени t_1 равно

- 1) $1/4$ 2) 2 3) $1/2$ 4) 4



A14

Под действием силы тяги двигателя, равной 1000 Н, автомобиль движется с постоянной скоростью 72 км/ч. Мощность двигателя равна

- 1) $1 \cdot 10^4$ Вт 2) $2 \cdot 10^4$ Вт 3) $3 \cdot 10^4$ Вт 4) $4 \cdot 10^4$ Вт

A15

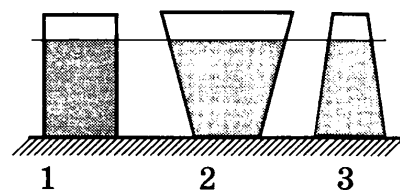
Две тележки движутся вдоль одной прямой в одном направлении. Массы тележек, соответственно, m и $2m$, скорости, соответственно, $2v$ и v . Какой будет их скорость после абсолютно неупругого столкновения?

- 1) $\frac{4}{3}v$ 2) $\frac{2}{3}v$ 3) $3v$ 4) $\frac{1}{3}v$

A16

На рисунке изображены три сосуда с водой. Площади дна сосудов равны. Сравните модули сил давления F_1 , F_2 и F_3 жидкости на дно сосуда.

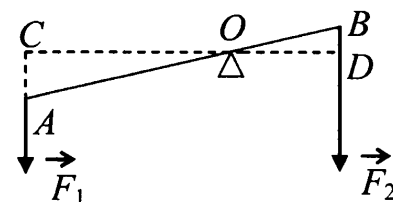
- 1) $F_1 = F_2 = F_3$
 2) $F_3 < F_1 < F_2$
 3) $F_1 = F_2 < F_3$
 4) $F_1 = F_2 > F_3$



A17

На рисунке изображён рычаг. Каков момент силы \vec{F}_1 относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости чертежа?

- 1) $F_1 \cdot AO$ 2) $\frac{F_1}{OC}$ 3) $F_1 \cdot OC$ 4) $\frac{F_1}{AO}$



A18

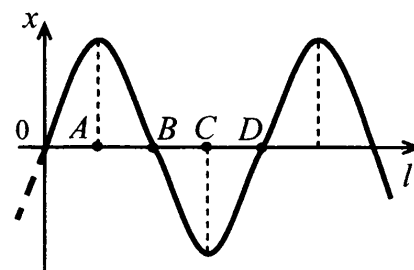
Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 400 Н/м, совершает свободные гармонические колебания. Какой должна быть жёсткость пружины, чтобы частота колебаний этого же груза увеличилась в 2 раза?

- 1) 1600 Н/м 2) 800 Н/м 3) 200 Н/м 4) 100 Н/м

A19

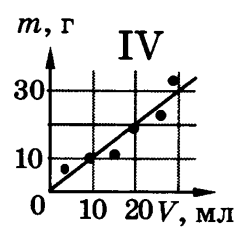
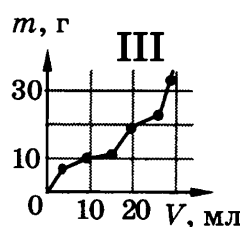
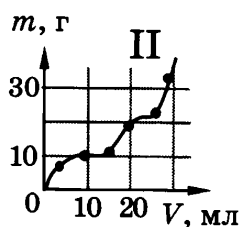
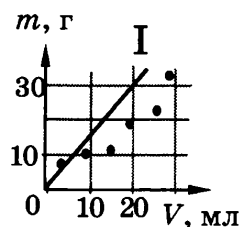
На рисунке изображена поперечная волна, распространяющаяся по шнуру, в некоторый момент времени. Расстояние между какими точками равно длине волны?

- 1) OB 2) AB 3) OD 4) AD



A20

На четырёх графиках точками отмечены результаты измерений массы жидкости в зависимости от её объёма. Погрешность измерений массы — 2,5 г, объёма — 5 мл. Какой из графиков проведён правильно с учётом всех результатов измерений и их погрешностей?

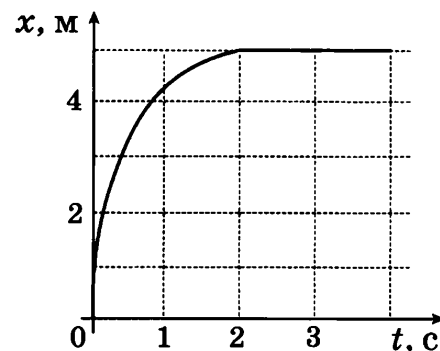


- 1) график I 2) график II 3) график III 4) график IV

A21

Шарик катится по желобу. Изменение координаты x шарика с течением времени t в инерциальной системе отсчёта показано на графике. На основании этого графика можно уверенно утверждать, что

- 1) скорость шарика постоянно увеличивалась
- 2) первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной
- 3) первые 2 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился
- 4) на шарик в интервале от 0 до 4 с действовала всё увеличивающаяся сила



Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр.

B1

Камень брошен с балкона дома горизонтально с некоторой начальной скоростью. Как по мере падения изменяются модуль ускорения камня, модуль горизонтальной составляющей его импульса и потенциальная энергия камня в поле тяжести? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль ускорения камня	Модуль горизонтальной составляющей импульса камня	Потенциальная энергия камня

В2

В первой серии опытов исследовались малые колебания груза на нити. Затем тот же груз подвесили на нити меньшей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковы. Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменились период колебаний, частота и амплитуда колебаний?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Частота колебаний	Амплитуда колебаний

В3

Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

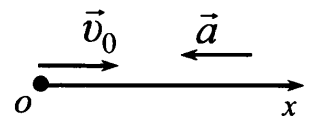
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ПРИБОРЫ ДЛЯ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ**

- | | |
|-------------------------|---------------|
| А) сила тяжести | 1) манометр |
| Б) атмосферное давление | 2) гигрометр |
| | 3) барометр |
| | 4) динамометр |

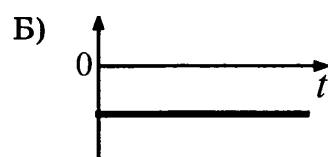
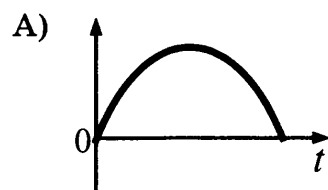
А	Б

В4

Тело равноускоренно движется вдоль оси Ox в инерциальной системе отсчёта. Ускорение тела равно \vec{a} , начальная скорость тела равна \vec{v}_0 , время движения — t . Направления начальной скорости и ускорения тела указаны на рисунке.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) проекция скорости тела на ось Ox
 2) проекция на ось Ox равнодействующей приложенных к телу сил
 3) проекция перемещения тела на ось Ox
 4) изменение кинетической энергии тела

А	Б

Часть 3

A22

После удара клюшкой шайба массой $0,15$ кг скользит по ледяной площадке. Её скорость при этом меняется с течением времени по закону $v(t) = 20 - 3t$, где все величины выражены в СИ. Коэффициент трения шайбы о лёд равен

- 1) $0,15$ 2) $0,2$ 3) 3 4) $0,3$

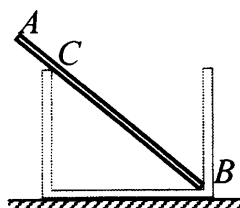
A23

Лыжник массой 60 кг спустился с горы высотой 20 м. Какой была сила сопротивления его движению по горизонтальной лыжне после спуска, если он остановился, проехав 200 м? Считать, что по склону горы он скользил без трения.

- 1) 120 Н 2) 60 Н 3) 240 Н 4) $6,7$ Н

A24

Однородный стержень AB массой $m = 100$ г покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом B и опираясь на край банки в точке C (см. рисунок). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке C , равен $0,5$ Н. Чему равен модуль вертикальной составляющей силы, с которой стержень давит на сосуд в точке B , если модуль горизонтальной составляющей этой силы равен $0,3$ Н? Трением пренебречь.



- 1) $0,15$ Н 2) $0,6$ Н 3) $0,8$ Н 4) $2,8$ Н

A25

Амплитуда малых свободных колебаний пружинного маятника равна 4 см, масса груза — 400 г, жёсткость пружины — 40 Н/м. Максимальная скорость колеблющегося груза равна

- 1) $0,4$ м/с 2) $0,8$ м/с 3) 4 м/с 4) 16 м/с

C1

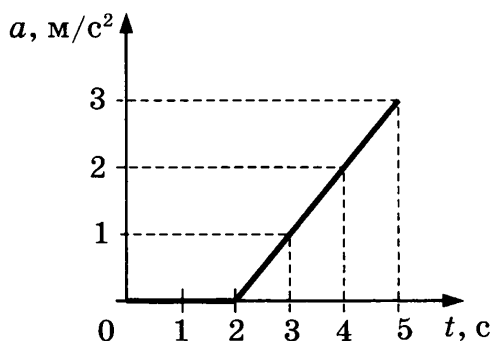
Два одинаковых бруска, связанные лёгкой пружиной, покоятся на гладкой горизонтальной поверхности стола. В момент $t = 0$ правый брусок начинают двигать так, что за время τ он набирает конечную скорость и движется затем равномерно по прямой, совпадающей с осью пружины. За время τ левый брусок успевает сместиться значительно меньше, чем правый. Каков характер движения левого бруска относительно стола при $t > \tau$? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы при этом использовали.



Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

С2

К покоящемуся на шероховатой горизонтальной поверхности телу приложена нарастающая с течением времени горизонтальная сила тяги $F = bt$, где b — постоянная величина. На рисунке представлен график зависимости ускорения тела от времени действия силы. Определите коэффициент трения скольжения.

**С3**

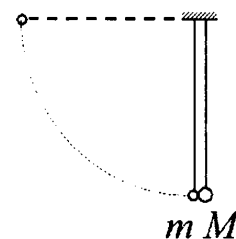
От удара копра массой 450 кг, падающего свободно с высоты 5 м, свая массой 150 кг погружается в грунт на 10 см. Определите силу сопротивления грунта, считая её постоянной, а удар — абсолютно неупругим. Изменением потенциальной энергии сваи и копра при перемещении сваи в грунте пренебречь.

С4

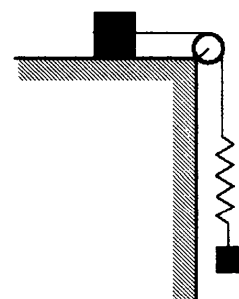
Средняя плотность планеты Плюк равна средней плотности Земли, а первая космическая скорость для Плюка в 2 раза больше, чем для Земли. Чему равно отношение периода обращения спутника, движущегося вокруг Плюка по низкой круговой орбите, к периоду обращения аналогичного спутника Земли? Объём шара пропорционален кубу радиуса ($V \sim R^3$).

С5

Два шарика, массы которых отличаются друг от друга в 3 раза, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях (см. рисунок). Лёгкий шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Каким будет отношение кинетических энергий тяжёлого и лёгкого шариков тотчас после их абсолютно упругого центрального удара?

**С6**

Брусok, покоящийся на горизонтальном столе, и пружинный маятник, состоящий из грузика и лёгкой пружины, связаны лёгкой нерастяжимой нитью через идеальный блок (см. рисунок). Коэффициент трения между основанием бруска и поверхностью стола равен 0,3. Отношение массы бруска к массе грузика равно 8. Грузик маятника совершает колебания с частотой 2 Гц вдоль вертикали, совпадающей с вертикальным отрезком нити. Какова максимально возможная амплитуда этих колебаний, при которой они остаются гармоническими?



РАЗДЕЛ 2. МКТ И ТЕРМОДИНАМИКА

Вариант 2.1 Тема «Молекулярная физика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 1,5 часа (90 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 30 заданий.

Часть 1 содержит 28 заданий (A1–A28). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 2 задания (B1 и B2), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

A1

Расстояние между соседними частицами вещества в среднем во много раз превышает размеры самих частиц. Это утверждение соответствует

- 1) только модели строения газов
- 2) только модели строения аморфных тел
- 3) модели строения газов и жидкостей
- 4) модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел

A2

Какие частицы находятся в узлах решётки металла?

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1) нейтральные атомы | 3) положительные ионы |
| 2) электроны | 4) отрицательные ионы |

A3

При переходе вещества из жидкого состояния в твёрдое

- 1) существенно увеличивается расстояние между его молекулами
- 2) молекулы начинают притягиваться друг к другу
- 3) существенно увеличивается упорядоченность в расположении его молекул
- 4) происходят все указанные изменения в структуре вещества

A4

Какое из утверждений справедливо для кристаллических тел?

- 1) Во время плавления температура кристалла изменяется.
- 2) В расположении атомов кристалла отсутствует порядок.
- 3) Атомы кристалла расположены упорядоченно.
- 4) Атомы свободно перемещаются в пределах кристалла.

A5

Отвечая на вопрос учителя, Серёжа указал следующие признаки непрерывности теплового движения молекул вещества:

- А) в веществе каждая молекула движется с присущей ей скоростью, которая не меняется с течением времени;
- Б) не бывает резкого изменения по модулю или направлению скорости какой-либо молекулы вещества;
- В) число молекул, у которых значение модуля скорости больше 300 м/с, но меньше 350 м/с, не меняется с течением времени;
- Г) среднее значение модуля скоростей всех молекул вещества не меняется с течением времени.

Какие из этих признаков Серёжа указал правильно (считая, что температура вещества постоянна)?

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 1) А и Б | 2) В и Г | 3) А и В | 4) Б и Г |
|----------|----------|----------|----------|

A6

Из двух названных ниже явлений:

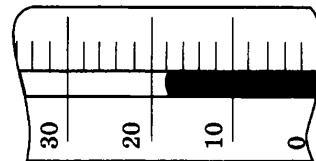
- А) гидростатическое давление жидкости на дно сосуда,
Б) давление газа на стенку сосуда —
тепловым движением частиц вещества можно объяснить
- | | | | |
|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 1) только А | 2) только Б | 3) и А, и Б | 4) ни А, ни Б |
|-------------|-------------|-------------|---------------|

A7 Броуновским движением называется

- 1) упорядоченное движение слоёв жидкости (или газа)
- 2) упорядоченное движение твёрдых частиц вещества, взвешенных в жидкости (или газе)
- 3) конвекционное движение слоёв жидкости при её нагревании
- 4) хаотическое движение видимых твёрдых частиц вещества, взвешенных в жидкости (или газе)

A8 На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Определите абсолютную температуру воздуха в комнате.

- 1) 21 °C
- 2) 22 °C
- 3) 291 K
- 4) 292 K



A9 Согласно расчётам температура жидкости должна быть равна 143 K. Между тем термометр в сосуде показывает температуру –130 °C. Это означает, что

- 1) термометр не рассчитан на низкие температуры и требует замены
- 2) термометр показывает более высокую температуру
- 3) термометр показывает более низкую температуру
- 4) термометр показывает расчётную температуру

A10 Из контейнера с твёрдым литием изъяли 4 моля этого вещества. При этом число атомов лития в контейнере уменьшилось на

- 1) $4 \cdot 10^{23}$
- 2) $12 \cdot 10^{23}$
- 3) $24 \cdot 10^{23}$
- 4) $36 \cdot 10^{23}$

A11 При температуре 0 °C лёд катка подтаивает. На льду образуются лужи, а воздух над ним пропитан водяным паром. В какой из сред (во льду, в лужах или в водяном паре) средняя энергия движения молекул воды самая большая?

- 1) во льду
- 2) в лужах
- 3) в водяном паре
- 4) всюду одинаковая

A12 Металлические баллоны с газом нельзя хранить при температуре выше определённой, т.к. иначе они могут взорваться. Это связано с тем, что

- 1) внутренняя энергия газа зависит от температуры
- 2) давление газа зависит от температуры
- 3) объём газа зависит от температуры
- 4) молекулы распадаются на атомы и при этом выделяется энергия

A13 При охлаждении идеального газа в запаянном сосуде постоянного объёма давление газа уменьшилось в 2 раза. Это означает, что

- 1) кинетическая энергия каждой из его молекул уменьшилась в 2 раза
- 2) среднее значение кинетической энергии его молекул уменьшилось в 2 раза
- 3) средняя квадратичная скорость его молекул уменьшилась в 2 раза
- 4) скорость каждой из его молекул уменьшилась в $\sqrt{2}$ раза

A14 В сосуде находится смесь газов — кислорода и азота — с равной концентрацией молекул. Сравните давление, производимое кислородом (p_k) и азотом (p_a) на стенки сосуда.

- 1) соотношение p_k и p_a будет разным при разных температурах смеси газов
- 2) $p_k = p_a$
- 3) $p_k > p_a$
- 4) $p_k < p_a$

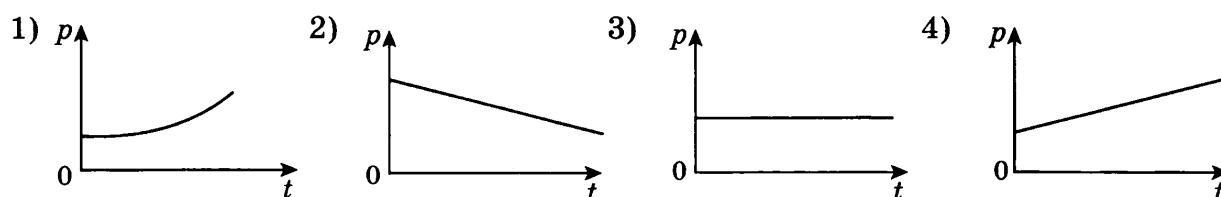
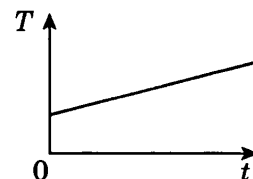
A15 В сосуде находится кислород. Концентрацию молекул газа уменьшили в 3 раза, а абсолютную температуру повысили в 2 раза. В результате давление кислорода

- 1) повысилось в 2 раза 3) повысилось в $\frac{3}{2}$ раза
2) уменьшилось в 3 раза 4) уменьшилось в $\frac{3}{2}$ раза

A16 3 моля водорода находятся в сосуде при комнатной температуре и давлении p . Каким будет давление 3 молей кислорода в том же сосуде и при той же температуре? (Газы считать идеальными.)

- 1) p 2) $8p$ 3) $16p$ 4) $\frac{1}{16}p$

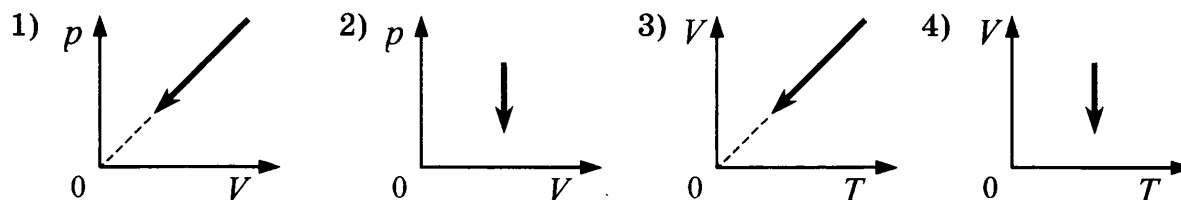
A17 Газ находится в запаянном сосуде постоянного объёма. Абсолютная температура газа T меняется с течением времени t так, как показано на рисунке. Какой из приведённых ниже графиков показывает изменение давления этого газа?



A18 В воздушном насосе перекрыли выходное отверстие и быстро сжали воздух в цилиндре насоса. Какой процесс происходит с воздухом в цилиндре насоса?

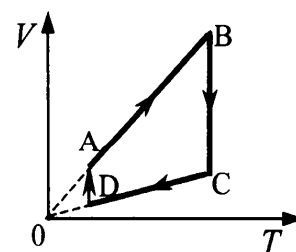
- 1) изобарный 3) изотермический
2) изохорный 4) адиабатный

A19 Пробирку держат вертикально и открытым концом медленно погружают в стакан с водой. Высота столбика воздуха в пробирке уменьшается. Какой из графиков правильно описывает процесс, происходящий с воздухом в пробирке?

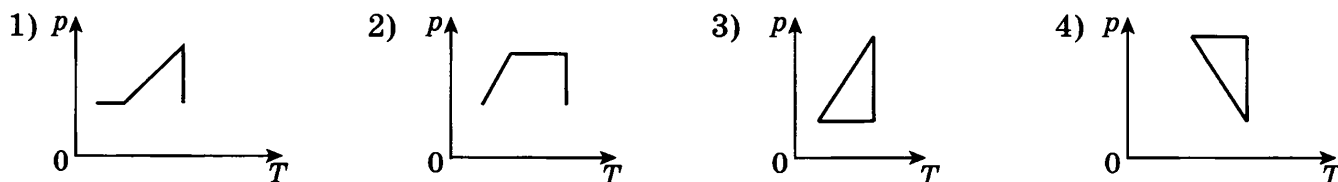


A20 На рисунке показан цикл, осуществляемый с идеальным газом. Количество вещества газа не меняется. Изобарному нагреванию соответствует участок

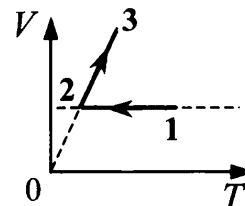
- 1) AB 3) CD
2) BC 4) DA



- A21** Идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объёме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях p – T соответствует этим изменениям состояния газа?

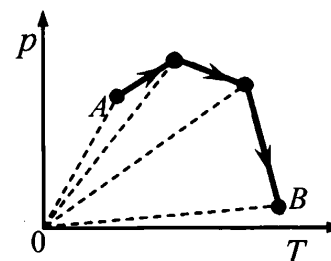


- A22** На VT –диаграмме представлена зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры. Как изменяется давление в процессе 1–2–3?



- 1) на участках 1–2 и 2–3 увеличивается
- 2) на участках 1–2 и 2–3 уменьшается
- 3) на участке 1–2 уменьшается, на участке 2–3 остаётся неизменным
- 4) на участке 1–2 не изменяется, на участке 2–3 увеличивается

- A23** В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. Процесс изменения состояния газа показан на диаграмме (см. рисунок). Как менялся объём газа при его переходе из состояния A в состояние B ?



- 1) всё время увеличивался
- 2) всё время уменьшался
- 3) сначала увеличивался, затем уменьшался
- 4) сначала уменьшался, затем увеличивался

- A24** При температуре T_0 и давлении p_0 1 моль идеального газа занимает объём V_0 . Каков объём 2 молей газа при том же давлении p_0 и температуре $2T_0$?

- 1) $4V_0$
- 2) $2V_0$
- 3) V_0
- 4) $8V_0$

- A25** Давление неизменного количества идеального газа уменьшилось в 2 раза, абсолютная температура газа уменьшилась в 4 раза. Как изменился при этом объём газа?

- 1) увеличился в 2 раза
- 2) уменьшился в 2 раза
- 3) увеличился в 8 раз
- 4) уменьшился в 8 раз

- A26** Газ в цилиндре переводится из состояния A в состояние B так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния идеального газа, приведены в таблице:

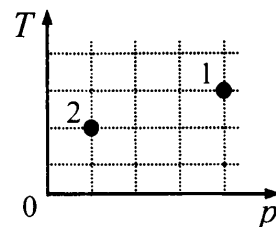
	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
Состояние A	1,0	4	
Состояние B	1,5	8	900

Выберите число, которое следует внести в свободную клетку таблицы.

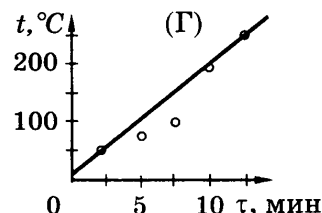
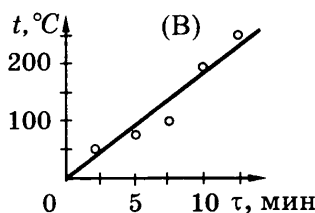
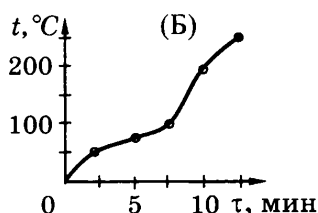
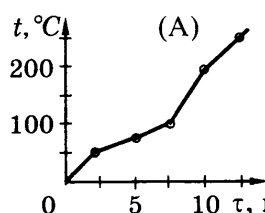
- 1) 300
- 2) 450
- 3) 600
- 4) 900

A27 В сосуде находится некоторое постоянное количество идеального газа. Как изменится объём газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

- 1) $V_2 = 2V_1$ 2) $V_2 = \frac{4}{3}V_1$ 3) $V_2 = \frac{8}{3}V_1$ 4) $V_2 = \frac{3}{8}V_1$



A28 Изучалась зависимость температуры тела от времени его нагревания при постоянной мощности нагревателя. На рисунке точками указаны результаты измерений. Погрешность измерения температуры равна 10°C , времени — 30 с. Какой из графиков проведён правильно по этим точкам?



1) А

2) Б

3) В

4) Г

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В2) является последовательность цифр.

В1 В закрытом сосуде постоянного объёма находится идеальный газ. Как изменятся при охлаждении газа следующие величины: давление газа, его плотность и внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Плотность газа	Внутренняя энергия газа

В2 Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (N — число частиц, p — давление, V — объём, T — абсолютная температура, Q — количество теплоты). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

А адиабатный процесс при $N = \text{const}$

Б) изохорный процесс при $N = \text{const}$

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{p}{T} = \text{const}$

2) $\frac{V}{T} = \text{const}$

3) $pV = \text{const}$

4) $Q = 0$

Вариант 2.2

Тема «Термодинамика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 1,5 часа (90 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 30 заданий.

Часть 1 содержит 28 заданий (A1–A28). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 2 задания (B1 и B2), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

A1

Как изменяется внутренняя энергия тела при его охлаждении без совершения работы?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) у газообразных тел увеличивается, у жидких и твёрдых тел не изменяется
- 4) у газообразных тел не изменяется, у жидких и твёрдых тел уменьшается

A2

В каком случае внутренняя энергия воды не изменяется?

- 1) при её переходе из жидкого состояния в твёрдое
- 2) при увеличении скорости сосуда с водой
- 3) при увеличении количества воды в сосуде
- 4) при сжатии воды в сосуде

A3

Ниже перечислены некоторые из параметров газа:

- А) температура
Б) количество вещества
В) объём

Каким набором из этих параметров определяется внутренняя энергия газа, если газ считать идеальным?

- 1) А и Б 2) А и В 3) Б и В 4) А, Б и В

A4

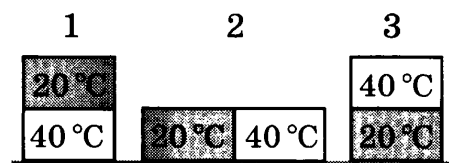
Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяных паров, углекислого газа и др. При тепловом равновесии у этих газов обязательно одинаковы

- 1) температуры 3) концентрации молекул
2) парциальные давления 4) плотности

A5

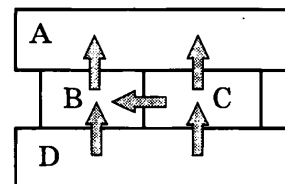
На рисунке показаны три случая расположения двух медных брусков. Теплопередача от одного бруска к другому будет осуществляться

- 1) только в ситуации 3
- 2) только в ситуациях 1 и 3
- 3) только в ситуациях 2 и 3
- 4) во всех трёх ситуациях

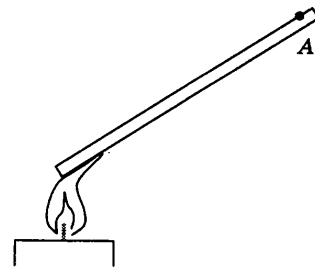
**A6**

Четыре металлических бруска положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к бруску. Температуры брусков в данный момент: $+100^\circ\text{C}$, $+80^\circ\text{C}$, $+60^\circ\text{C}$, $+40^\circ\text{C}$. Температуру $+100^\circ\text{C}$ имеет брусок

- 1) А 2) В 3) С 4) D



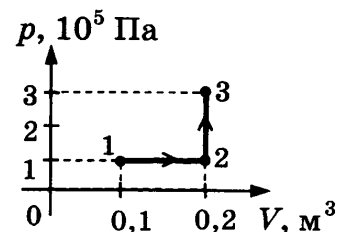
A7 Металлический стержень нагревают, поместив один его конец в пламя (см. рисунок). Через некоторое время температура металла в точке *A* повышается. Это можно объяснить передачей энергии от места нагревания в точку *A*



- 1) в основном путём теплопроводности
- 2) путём конвекции и теплопроводности
- 3) в основном путём излучения и конвекции
- 4) путём теплопроводности, конвекции и лучистого теплообмена примерно в равной мере

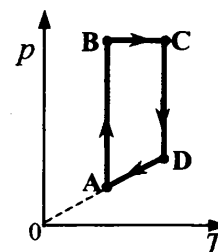
A8 Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 3?

- 1) 10 кДж
- 2) 20 кДж
- 3) 30 кДж
- 4) 40 кДж



A9 На графике изображён цикл с идеальным газом неизменной массы. На каком участке графика работа равна нулю?

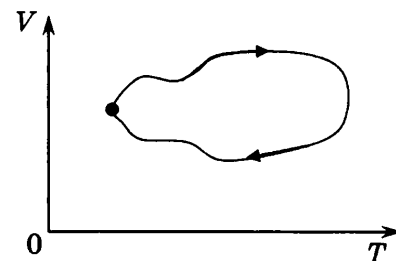
- 1) AB
- 2) DA
- 3) CD
- 4) BC



A10 Газ совершил работу 10 Дж и получил количество теплоты 6 Дж. Внутренняя энергия газа

- 1) увеличилась на 16 Дж
- 2) уменьшилась на 16 Дж
- 3) увеличилась на 4 Дж
- 4) уменьшилась на 4 Дж

A11 Масса газа в сосуде не менялась, а его состояние менялось в соответствии с графиком, отображённым на рисунке. В процессе опыта газ совершил работу, равную 2 кДж, и в конечном счёте вернулся в исходное состояние. Следовательно, газ

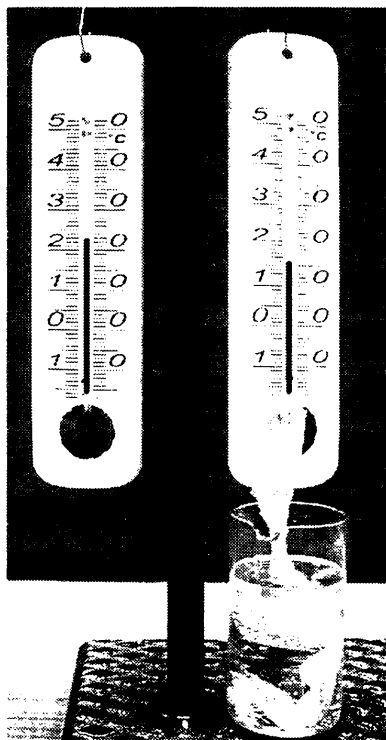


- 1) получил извне количество теплоты, которое на 2 кДж больше, чем отданное газом окружающей среде
- 2) получил извне количество теплоты, равное 4 кДж
- 3) отдал окружающей среде количество теплоты, равное 2 кДж
- 4) не получил извне и не отдал теплоту окружающей среде

A12 Тепловая машина за цикл получает от нагревателя количество теплоты 50 Дж и совершает полезную работу 100 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

- 1) 200%
- 2) 20%
- 3) 50%
- 4) такая машина невозможна

- A13** В топке теплового двигателя при сжигании топлива за один цикл выделилось количество теплоты, равное 50 кДж. Коэффициент полезного действия двигателя 20%. Какую работу совершил двигатель за цикл?
- 1) 2,5 кДж 2) 10 кДж 3) 250 кДж 4) 1000 кДж
- A14** В камере сгорания ракетного двигателя температура равна 3000 К. Коэффициент полезного действия двигателя при этом теоретически может достигнуть значения 70%. Определите температуру газовой струи, вылетающей из сопла двигателя.
- 1) 10 000 К 2) 2100 К 3) 900 К 4) 700 К
- A15** В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно перевести в насыщенный,
- 1) повышая температуру 3) увеличивая объём пара
2) добавляя в сосуд другой газ 4) уменьшая объём пара
- A16** Относительная влажность воздуха в комнате равна 40%. Каково соотношение концентрации n молекул воды в воздухе комнаты и концентрации n_n молекул воды в насыщенном водяном паре при той же температуре?
- 1) n меньше n_n в 2,5 раза 3) n меньше n_n на 40%
2) n больше n_n в 2,5 раза 4) n больше n_n на 40%
- A17** Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 50%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в 3 раза. Относительная влажность воздуха стала
- 1) 150% 2) 100% 3) 50% 4) 25%
- A18** На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.



Психрометрическая таблица

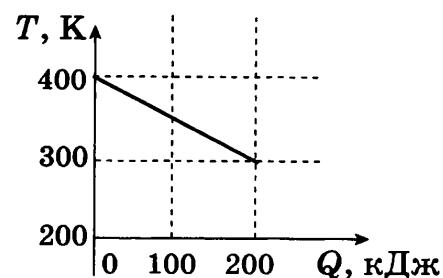
$t_{\text{сух. терм}}$	Разность показаний сухого и влажного термометров								
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

Относительная влажность воздуха в помещении, в котором проводилась съёмка, равна

- 1) 37% 2) 45% 3) 48% 4) 59%

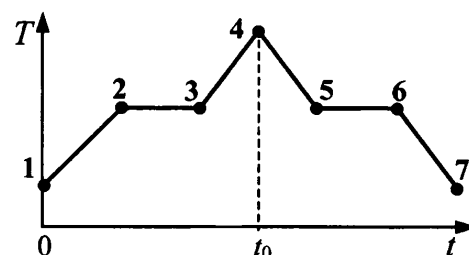
A19 На рисунке приведён график зависимости температуры твёрдого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела — 4 кг. Какова удельная теплоёмкость вещества этого тела?

- 1) 0,002 Дж/(кг · К)
2) 0,5 Дж/(кг · К)
3) 500 Дж/(кг · К)
4) 40000 Дж/(кг · К)



A20 Кристаллическое вещество с помощью нагревателя равномерно нагревали от 0 до момента t_0 . Потом нагреватель выключили. На графике представлена зависимость температуры T вещества от времени t . Какой участок соответствует процессу нагревания вещества в жидком состоянии?

- 1) 5–6 2) 2–3 3) 3–4 4) 4–5



A21 Температура кипения воды определяется главным образом

- 1) мощностью нагревателя
2) температурой нагревателя
3) давлением окружающего воздуха
4) температурой окружающего воздуха

A22 В электрочайнике неисправный нагреватель заменили на нагреватель вдвое большей мощности. Температура кипения воды при этом

- 1) увеличилась в 2 раза 3) увеличилась менее чем в 2 раза
2) увеличилась более чем в 2 раза 4) практически не изменилась

A23 На газовой плите стоит высокая кастрюля с водой, закрытая крышкой. Если воду из неё перелить в широкую кастрюлю, у которой площадь дна вдвое больше, и тоже закрыть крышкой, то вода закипит заметно быстрее, чем если бы она осталась в узкой. Этот факт объясняется тем, что

- 1) увеличивается площадь нагревания и, следовательно, увеличивается скорость нагревания воды
2) в 2 раза уменьшается необходимое давление насыщенного пара в пузырьках и, следовательно, воде у дна надо нагреваться до менее высокой температуры
3) увеличивается площадь поверхности воды и, следовательно, испарение идёт более активно
4) в 2 раза уменьшается глубина слоя воды и, следовательно, пузырьки пара быстрее добираются до поверхности

A24

При конденсации (сжижении) водяного пара выделяется некоторое количество теплоты. Это происходит потому, что при конденсации воды

- 1) понижается энергия движения её молекул
- 2) понижается энергия взаимодействия её молекул
- 3) повышается энергия взаимодействия её молекул
- 4) повышается энергия движения её молекул

A25

Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений её температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °C	95	88	81	80	80	80	77	72

В стакане через 7 мин после начала измерений находилось вещество

- 1) только в жидком состоянии
- 2) только в твёрдом состоянии
- 3) и в жидком, и в твёрдом состоянии
- 4) и в твёрдом, и в газообразном состоянии

A26

Удельная теплота плавления льда равна $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг. Это означает, что для плавления

- 1) любой массы льда при температуре плавления необходимо количество теплоты $3,3 \cdot 10^5$ Дж
- 2) 1 кг льда при любой температуре необходимо количество теплоты $3,3 \cdot 10^5$ Дж
- 3) 3,3 кг льда при температуре плавления необходимо количество теплоты 10^5 Дж
- 4) 1 кг льда при температуре плавления необходимо количество теплоты $3,3 \cdot 10^5$ Дж

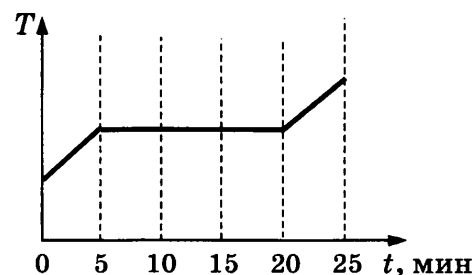
A27

Лёд при температуре 0°C внесли в тёплое помещение. Температура льда до того, как он растает,

- 1) повысится, так как лёд получает тепло от окружающей среды, значит, его внутренняя энергия растёт, и температура льда повышается
- 2) не изменится, так как при плавлении лёд получает тепло от окружающей среды, а затем отдаёт его обратно
- 3) не изменится, так как вся энергия, получаемая льдом в это время, расходуется на разрушение кристаллической решётки
- 4) понизится, так как при плавлении лёд отдаёт окружающей среде некоторое количество теплоты

A28

В печь поместили некоторое количество алюминия. Диаграмма изменения температуры алюминия с течением времени показана на рисунке. Печь при постоянном нагреве передаёт алюминию 1 кДж энергии в минуту. Какое количество теплоты потребовалось для плавления алюминия, уже нагретого до температуры его плавления?



- 1) 5 кДж
- 2) 15 кДж
- 3) 20 кДж
- 4) 30 кДж

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В2) является последовательность цифр.

В1

В сосуде под поршнем находится насыщенный пар. Поршень медленно опускают, уменьшая отведённый пару объём без изменения его температуры. Как меняются в ходе этого процесса давление пара, его удельная внутренняя энергия и концентрация его молекул?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

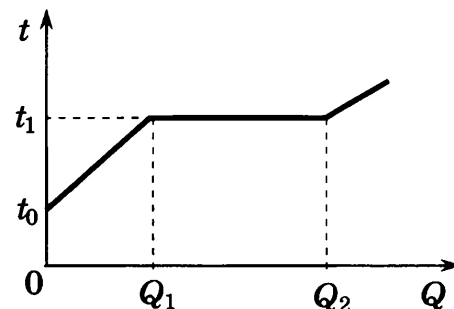
- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Удельная внутренняя энергия	Концентрация молекул

В2

Твёрдое вещество массой m стали нагревать. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им всё большего количества теплоты Q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) удельная теплоемкость вещества в твёрдом состоянии
Б) удельная теплота плавления

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{Q_2}{m}$
2) $\frac{Q_2 - Q_1}{m}$
3) $\frac{Q_1}{(t_1 - t_0)m}$
4) $\frac{Q_1}{mt_1}$

А	Б

Вариант 2.3

Тема «МКТ и термодинамика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 2 часа (120 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 9 заданий.

Часть 1 содержит 5 заданий (А1–А5), представляющих собой расчётные задачи. К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 состоит из 4 задач (С1–С4), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

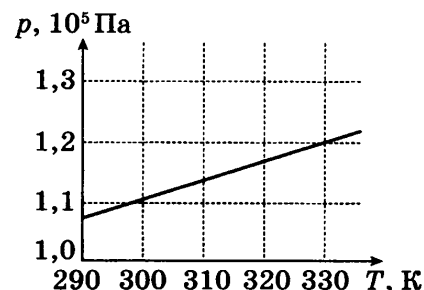
Часть 1

A1 Температура воды увеличилась с 300 до 350 К за 5 минут. Масса воды — 2 кг. Средняя энергия поступательного теплового движения молекул воды увеличилась (в расчёте на одну молекулу) на

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1) 420 кДж | 3) $4,6 \cdot 10^{-22}$ Дж |
| 2) $1 \cdot 10^{-21}$ Дж | 4) 623,25 Дж |

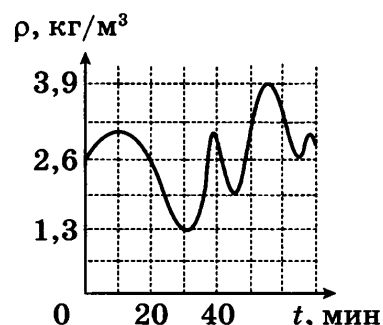
A2 На рисунке показан график зависимости давления газа в запаянном сосуде от его температуры. Объём сосуда равен $0,4 \text{ м}^3$. Чему равна концентрация молекул газа в сосуде?

- | | |
|--|--|
| 1) $2,63 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ | 3) $1,16 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ |
| 2) $7,25 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ | 4) $1,44 \cdot 10^7 \text{ м}^{-3}$ |



A3 Для одного из опытов зависимость плотности газа от времени представлена на рисунке. Во сколько раз давление газа при максимальной плотности выше, чем при минимальной, если температура газа при этом одинакова?

- | | |
|--------|--------|
| 1) 1,5 | 3) 3,0 |
| 2) 2,5 | 4) 3,7 |



A4 Два моля идеального газа находились в баллоне, где имеется клапан, выпускающий газ при давлении внутри баллона более $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$. При температуре 300 К давление в баллоне было равно $1 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Затем газ нагрели до температуры 600 К. Сколько газа при этом вышло из баллона?

- 1) 0,25 моля
- 2) 0,5 моля
- 3) 1 моль
- 4) 1,5 моля

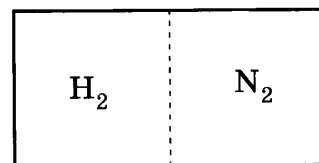
A5 Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно $+227^\circ\text{С}$, а температура холодильника $+27^\circ\text{С}$. Рабочее тело двигателя совершает за цикл работу, равную 10 кДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за один цикл?

- | | | | |
|-----------|-------------|--------------|-----------|
| 1) 2,5 Дж | 2) 11,35 Дж | 3) 11,35 кДж | 4) 25 кДж |
|-----------|-------------|--------------|-----------|

Часть 2

С1

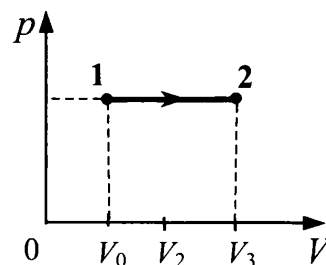
Герметично закрытый сосуд с жёсткими стенками разделён на две равные части пористой перегородкой. Сквозь перегородку могут проходить молекулы водорода, а молекулы азота проходить не могут. В начале опыта в левой части сосуда находился водород, а в правой — азот (см. рисунок); температура и давление этих газов были одинаковы. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как с течением времени будет изменяться давление в левой и правой частях сосуда. Считайте, что газы идеальные, температура не меняется.



Полное правильное решение каждой из задач С2–С4 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

С2

На рисунке изображено изменение состояния 1 моля идеального одноатомного газа. Начальная температура газа $+27^\circ\text{C}$. Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



С3

Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

С4

Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполняют гелием при атмосферном давлении 10^5 Па. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнёт подниматься. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0°C . (Площадь сферы — $S = 4\pi r^2$, объём шара — $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

Вариант 2.4

Тема «МКТ и термодинамика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 2 часа (120 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 9 заданий.

Часть 1 содержит 5 заданий (A1–A5), представляющих собой расчётные задачи. К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 состоит из 4 задач (C1–C4), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

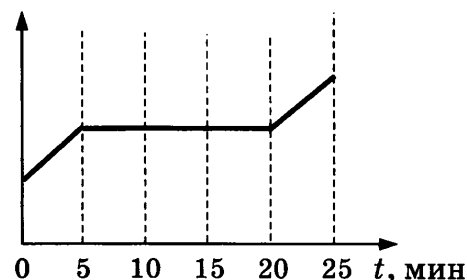
A1 В баллоне находится 0,01 моля газа. Сколько примерно молекул газа находится в баллоне?

- 1) 10^{21} 2) $6 \cdot 10^{21}$ 3) 10^{24} 4) $6 \cdot 10^{24}$

A2 Парциальное давление водяного пара в комнате равно $2 \cdot 10^3$ Па при относительной влажности воздуха 60%. Следовательно, давление насыщенного водяного пара при данной температуре приблизительно равно

- 1) $1,2 \cdot 10^3$ Па 3) $3,3 \cdot 10^3$ Па
2) $1,2 \cdot 10^5$ Па 4) $6 \cdot 10^3$ Па

A3 В печь поместили некоторое количество алюминия. Диаграмма изменения температуры алюминия с течением времени показана на рисунке. Печь при постоянном нагреве передаёт алюминию 2 кДж энергии в минуту. Какое количество теплоты потребовалось для плавления алюминия, уже нагретого до температуры его плавления?



- 1) 10 кДж 3) 40 кДж
2) 30 кДж 4) 60 кДж

A4 Чтобы нагреть 96 г молибдена на 1 К, нужно передать ему количество теплоты, равное 24 Дж. Чему равна удельная теплоёмкость этого вещества?

- 1) 0,92 кДж/(кг · К) 3) $4 \cdot 10^{-3}$ Дж/(кг · К)
2) 24 Дж/(кг · К) 4) 250 Дж/(кг · К)

A5 В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0 °С. В него добавляют кусок льда, масса которого 20 г и температура –5 °С. Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нём теплового равновесия?

- 1) 0 °С 2) +1,5 °С 3) –2,5 °С 4) –5 °С

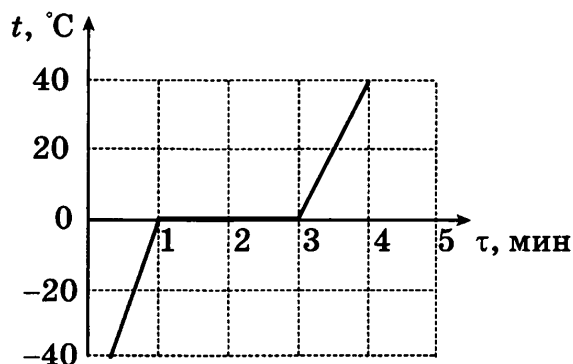
Часть 2

C1 В сосуде под поршнем находится воздух при относительной влажности 100% и немного воды. Поршень медленно поднимают, увеличивая занимаемый воздухом объём и поддерживая его температуру постоянной. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как с течением времени будет изменяться относительная влажность воздуха в сосуде.

Полное правильное решение каждой из задач С2–С4 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

С2

На рисунке представлен график изменения температуры вещества в калориметре с течением времени. Теплоёмкостью калориметра и тепловыми потерями можно пренебречь и считать, что подводимая к сосуду тепловая мощность постоянна. Рассчитайте удельную теплоёмкость вещества в жидком состоянии. Удельная теплота плавления вещества равна 100 кДж/кг . В начальный момент времени вещество находилось в твёрдом состоянии.

**С3**

В теплоизолированном сосуде длительное время находилась вода с плавающим в ней куском льда. В воду через трубку медленно впустили порцию водяного пара, имеющего температуру $+100^\circ\text{C}$ (так, чтобы пузырьки пара не достигали поверхности воды). В результате масса куска льда уменьшилась на 100 г . Определите массу впущенного пара.

С4

В горизонтальной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещён столбик ртути длиной 15 см , который отделяет воздух в трубке от атмосферного воздуха. Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз и нагрели на 60 К . При этом объём, занимаемый воздухом, не изменился. Давление атмосферного воздуха в лаборатории — 750 мм рт. ст. Какова температура воздуха в лаборатории?

Итоговый вариант 3

Разделы «Механика», «МКТ и термодинамика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: четырёх задач с выбором одного верного ответа (A22–A25) и шести задач (C1–C6), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

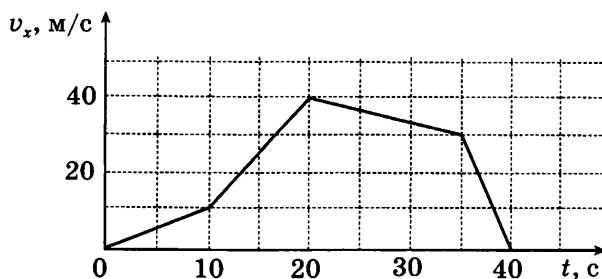
Желаем успеха!

Часть 1

A1 Моторная лодка развивает скорость 4 м/с. За какое минимальное время лодка может пересечь реку шириной 200 м при скорости течения 3 м/с?

- 1) 50 с 2) 29 с 3) 40 с 4) 63 с

A2 Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. Модуль ускорения автомобиля максимален на интервале времени



- 1) от 0 до 10 с 3) от 20 до 35 с
2) от 10 до 20 с 4) от 35 до 40 с

A3 На рисунках А и Б приведены фотографии установки для изучения свободного падения тел. При нажатии кнопки на секундомере шарик отрывается от электромагнита (рисунок А), секундомер включается; при ударе шарика о датчик, совмещённый с началом линейки с сантиметровыми делениями, секундомер выключается (рисунок Б).

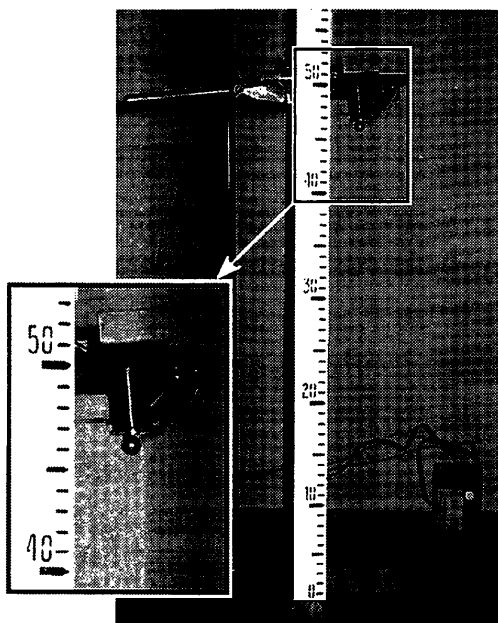


Рис. А

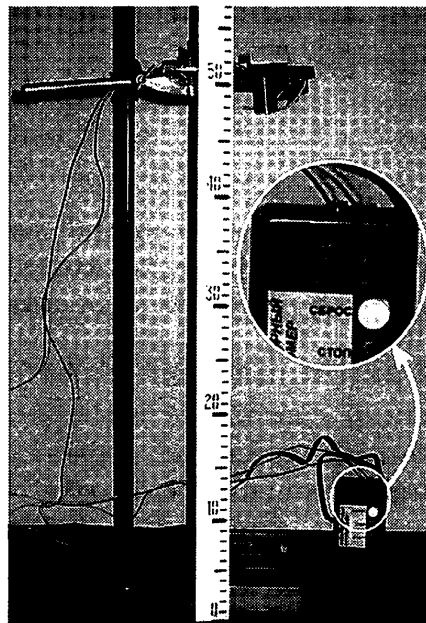


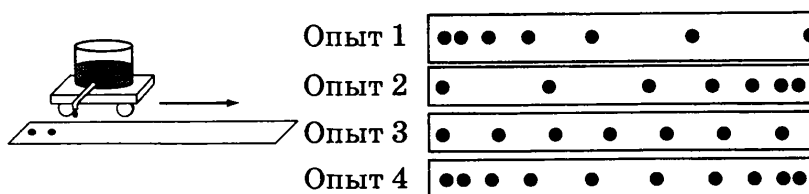
Рис. Б

Ускорение свободного падения, по результатам эксперимента, равно

- 1) 9,57 м/с² 2) 9,81 м/с² 3) 10 м/с² 4) 11 м/с²

A4

На рисунке изображены результаты опытов с капельницей, установленной на движущейся тележке. Капли падают через одинаковые промежутки времени.



В каком из опытов сумма всех сил, действующих на тележку, равнялась нулю?

- 1) в опыте 1
- 2) в опыте 2
- 3) в опыте 3
- 4) в опыте 4

A5

На весах стоит чаша с водой. В чашу опустили подвешенную на нити гирию так, что она не касается дна. Изменятся ли показания весов и почему?

- 1) Не изменятся, так как гирия не касается дна и не давит на него.
- 2) Увеличатся, так как гирия давит на воду частью своего веса.
- 3) Увеличатся, так как масса гири добавилась к массе воды.
- 4) Уменьшатся, так как вода выталкивает гирию.

A6

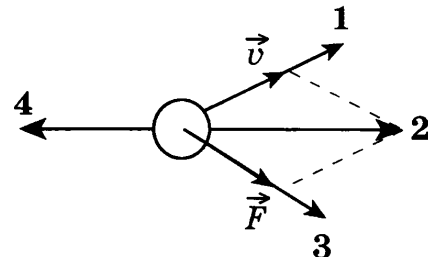
В системе отсчёта, связанной с Землёй, смена дня и ночи на Земле объясняется

- 1) движением Земли вокруг Солнца
- 2) движением Солнца вокруг Земли
- 3) изменением наклона земной оси
- 4) вращением Земли вокруг своей оси

A7

Мяч движется со скоростью \vec{v} . На мяч действует сила \vec{F} так, как показано на рисунке. Какая из стрелок указывает направление импульса мяча?

- 1) стрелка 1
- 2) стрелка 2
- 3) стрелка 3
- 4) стрелка 4

**A8**

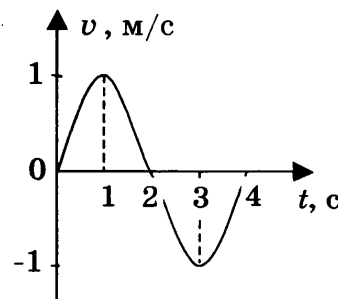
Мальчик толкнул санки с вершины горки. После толчка санки имели скорость 5 м/с. Высота горки — 10 м. Если трение санок о снег пренебрежимо мало, то у подножия горки их скорость равна

- 1) 7,5 м/с
- 2) 10 м/с
- 3) 12,5 м/с
- 4) 15 м/с

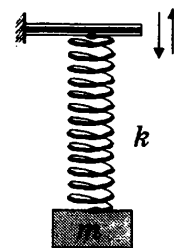
A9

Ребёнок качается на качелях. На рисунке изображён график изменения скорости их движения с течением времени. Энергия взаимодействия ребёнка с Землёй достигает наибольшего значения

- 1) только при $t = 1$ с
- 2) только при $t = 3$ с
- 3) при $t = 0$, $t = 2$ с и $t = 4$ с
- 4) при $t = 1$ с и $t = 3$ с



- A10** Груз на пружине подвешен к стержню, который колеблется с постоянной амплитудой в вертикальной плоскости, как показано на рисунке. Масса груза — m , жёсткость пружины — k . Период колебаний стержня монотонно возрастает от значения $0,01\sqrt{\frac{m}{k}}$ до значения $50\sqrt{\frac{m}{k}}$. Амплитуда колебаний груза



- 1) остаётся неизменной
- 2) монотонно увеличивается
- 3) сначала увеличивается, затем уменьшается
- 4) сначала уменьшается, затем увеличивается

- A11** При повышении температуры газа в запаянном сосуде его давление увеличивается. Это объясняется тем, что с ростом температуры

- 1) увеличиваются размеры молекул газа
- 2) увеличивается энергия движения молекул газа
- 3) увеличивается потенциальная энергия молекул газа
- 4) расширяется сосуд (увеличивается его объём)

- A12** На столе под лучами Солнца стоят три одинаковых по размеру кувшина, наполненные водой. Кувшин 1 закрыт пробкой; кувшин 2 открыт, а стенки кувшина 3 пронизаны множеством пор, по которым вода медленно просачивается наружу. Сравните температуру воды в этих кувшинах.

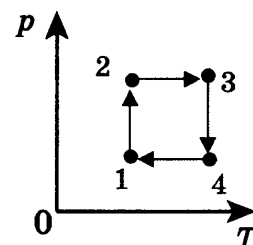
- 1) самая холодная вода будет в кувшине 1
- 2) самая холодная вода будет в кувшине 3
- 3) самая тёплая вода будет в кувшине 2
- 4) самая тёплая вода будет в кувшине 3

- A13** Концентрация молекул газа в сосуде снизилась в 3 раза, а давление газа возросло в 2 раза. Следовательно, средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа

- 1) увеличилась в 2 раза
- 2) увеличилась в 6 раз
- 3) уменьшилась в 1,5 раза
- 4) уменьшилась в 3 раза

- A14** На рисунке цифрами отображена последовательность состояний идеального газа. Количество вещества газа постоянно. На основании данных графика можно утверждать, что объём газа минимален

- 1) в точке 1
- 2) в точке 2
- 3) в точке 3
- 4) в точке 4



- A15** При одной и той же температуре насыщенный пар в закрытом сосуде отличается от ненасыщенного пара

- 1) давлением
- 2) строением молекул
- 3) средней энергией хаотичного движения молекул
- 4) отсутствием примеси посторонних газов

A16

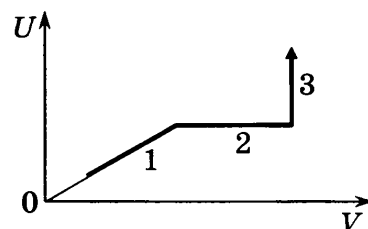
Если колбу с парами воды внести в холодное помещение, пар будет конденсироваться, отдавая энергию (тепло). Причём температура жидкости и пара одинакова и не меняется, пока идёт конденсация. Следовательно, отдаваемая паром энергия берётся за счёт уменьшения

- 1) энергии теплового движения молекул при их переходе из пара в жидкость
- 2) энергии взаимодействия молекул воды при их переходе из пара в жидкость
- 3) суммарной кинетической энергии пара и жидкости
- 4) потенциальной энергии взаимодействия пара с Землёй

A17

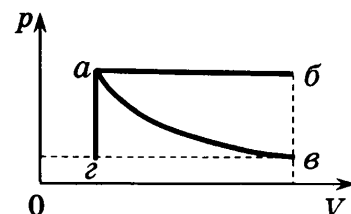
На рисунке показан график изменения внутренней энергии идеального одноатомного газа при изменении его объёма. Масса газа не менялась. Температура газа повышалась

- 1) только на участке 1
- 2) только на участке 3
- 3) на участках 1 и 2
- 4) на участках 1 и 3

**A18**

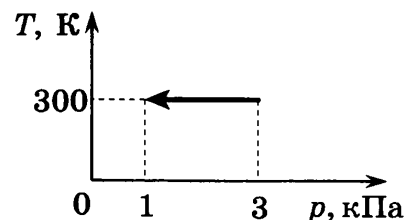
На рисунке показаны различные процессы изменения состояния в идеальном газе. В каком из процессов совершается самая большая работа?

- 1) $a \rightarrow b$
- 2) $a \rightarrow e$
- 3) $a \rightarrow z$
- 4) $z \rightarrow a \rightarrow e$

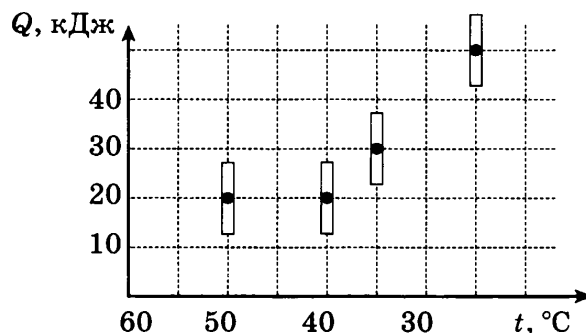
**A19**

В процессе, отображённом на рисунке, идеальный газ совершил работу 2 кДж. Количество теплоты, полученное газом в этом процессе, равно

- 1) 1,4 кДж
- 2) 2 кДж
- 3) 3,7 кДж
- 4) 4,1 кДж

**A20**

Измеряли, какое количество теплоты отдаёт 1 кг изучаемого вещества при остывании до той или иной температуры. Погрешности измерения количества теплоты и температуры составляли, соответственно, 8 кДж и $+0,5^\circ\text{C}$. Результаты измерений с учётом их погрешности представлены на рисунке. Чему примерно равна удельная теплоёмкость данного вещества?



- 1) 2,7 кДж/(кг · К)
- 2) 2,0 кДж/(кг · К)
- 3) 0,4 кДж/(кг · К)
- 4) 1,4 кДж/(кг · К)

A21

При исследовании зависимости периода колебаний пружинного маятника от массы груза определяли число колебаний маятника за 60 с. Полученные при этом данные приведены ниже в таблице.

Число колебаний за 60 с	30	15	10
Масса груза, кг	0,1	0,4	0,9

На основании этих данных можно сделать вывод, что

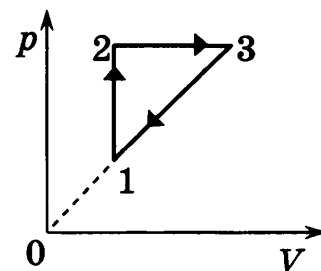
- 1) период колебаний пропорционален массе груза
- 2) период колебаний обратно пропорционален массе груза
- 3) период колебаний пропорционален корню квадратному из массы груза
- 4) период колебаний уменьшается с увеличением массы груза

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр.

B1

На диаграмме (см. рисунок) отображён процесс изменения состояния неизменного количества идеального одноатомного газа. Как меняется на этапах $1 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 3$ и $3 \rightarrow 1$ этого процесса внутренняя энергия газа?



Для каждого этапа определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого этапа. Цифры в ответе могут повторяться.

$1 \rightarrow 2$	$2 \rightarrow 3$	$3 \rightarrow 1$

B2

Шарик скатывается по наклонной плоскости. Как меняются с течением времени в процессе этого движения скорость шарика, его кинетическая энергия и потенциальная энергия системы «шарик + Земля»?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Кинетическая энергия	Потенциальная энергия

В3

Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения этих величин в системе СИ.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ**

А) плотность

1) 1 кг/м^3

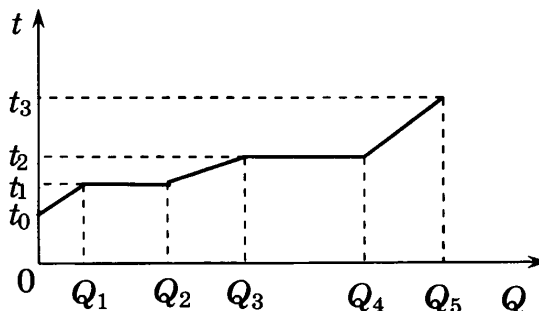
Б) давление

2) 1 Н 3) $1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ 4) 1 Н/м^2

А	Б

В4

Небольшое количество твёрдого вещества массой m стали нагревать в запаянной капсуле. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им всё большего количества теплоты Q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ****ФОРМУЛЫ**

А) удельная теплоёмкость вещества в газообразном состоянии

1) $\frac{Q_5 - Q_4}{(t_3 - t_2)m}$

Б) удельная теплота плавления

2) $\frac{Q_2 - Q_1}{m}$

3) $\frac{Q_1}{(t_1 - t_0)m}$

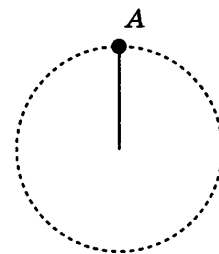
4) $\frac{Q_4 - Q_3}{m}$

А	Б

Часть 3

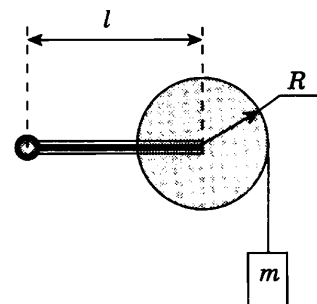
- A22** Камень, привязанный к верёвке длиной $l = 2,5$ м, равномерно вращается в вертикальной плоскости против часовой стрелки (см. рисунок). Масса камня — 2 кг. При каком значении периода обращения камня его вес в точке A станет равным нулю?

1) 2 с 2) 3,14 с 3) 8 с 4) 31,4 с



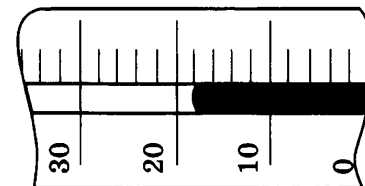
- A23** С какой силой надо удерживать ручку лебёдки (см. рисунок), чтобы груз массой $m = 15$ кг в поле тяжести Земли оставался неподвижным? Радиус лебёдки $R = 0,5$ м, длина ручки $l = 1$ м. (Массами лебёдки и ручки и силой трения пренебречь.)

1) 5 Н 2) 7,5 Н 3) 75 Н 4) 300 Н



- A24** На рисунке показана часть шкалы комнатного спиртового термометра. Определите среднее значение энергии поступательного теплового движения молекул спирта в колбочке термометра.

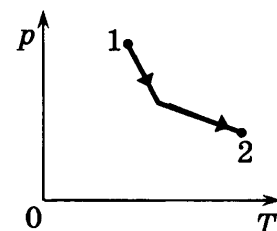
1) $6 \cdot 10^{-21}$ Дж 3) $3,1 \cdot 10^{-23}$ Дж
2) $9,36 \cdot 10^{-21}$ Дж 4) $4,7 \cdot 10^{-23}$ Дж



- A25** В кастрюлю с 2 л воды температурой $+25$ °С долили 3 л кипятка температурой $+100$ °С. Какова будет температура воды после установления теплового равновесия? Теплообмен с окружающей средой и теплоёмкость кастрюли не учитывайте.

1) $+50$ °С 2) $+63$ °С 3) $+70$ °С 4) $+75$ °С

- C1** На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния фиксированного количества вещества идеального одноатомного газа. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как меняется объём газа по мере его перехода из состояния 1 в состояние 2.



Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

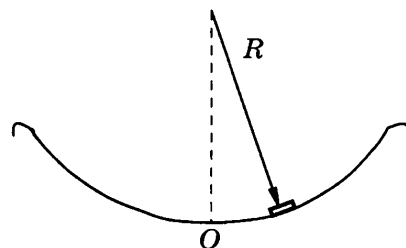
- C2** Два шарика, массы которых, соответственно, 200 г и 600 г, висят, соприкасаясь, на одинаковых вертикальных нитях длиной 80 см. Первый шар отклонили на угол 90° и отпустили. На какую высоту поднимутся шары после удара, если этот удар абсолютно неупругий?

С3

Масса Марса составляет 0,1 массы Земли, диаметр у Марса вдвое меньше, чем у Земли. Каково отношение периодов обращения искусственных спутников Марса и Земли $\frac{T_M}{T_3}$, движущихся по круговым орбитам на небольшой высоте?

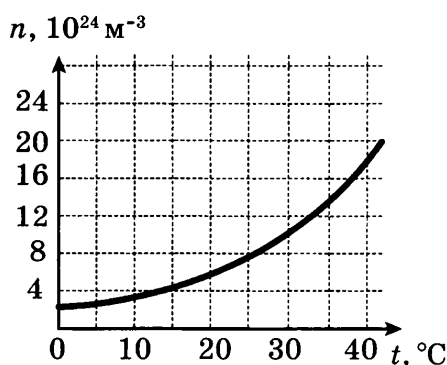
С4

На планете Плюк местный школьник решил определить ускорение свободного падения g . Он взял чашу со сферическим очень скользким дном радиуса кривизны R и положил неподалёку от нижней точки O дна маленькую монету (см. рисунок). Монета стала совершать колебания около точки O с циклической частотой 4 с^{-1} . Согласно расчётам школьника, на планете Плюк $g = 8 \text{ м/с}^2$. Определите значение R .



С5

На рисунке приведён график зависимости концентрации молекул в насыщенном водяном паре от температуры. Во сколько раз изменится внутренняя энергия 2 м^3 насыщенного пара при изменении его температуры от 0 до $+40 \text{ }^\circ\text{C}$?



С6

Воздушный шар объёмом 2500 м^3 и массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры нужно нагреть воздух в шаре, чтобы он взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплателем) массой 200 кг ? Температура окружающего воздуха $+7 \text{ }^\circ\text{C}$, его плотность — $1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.

Итоговый вариант 4

Разделы «Механика», «МКТ и термодинамика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: четырёх задач с выбором одного верного ответа (A22–A25) и шести задач (C1–C6), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

A1

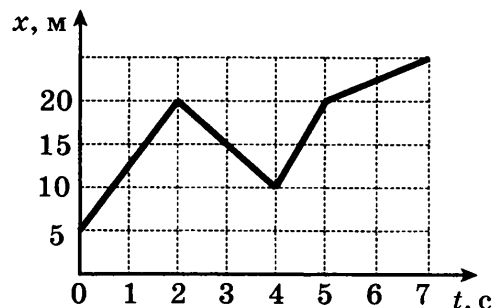
Эскалатор метро поднимается со скоростью 1 м/с. Может ли человек, находящийся на нём, быть в покое в системе отсчёта, связанной с Землёй?

- 1) может, если движется в противоположную сторону со скоростью 1 м/с
- 2) может, если движется в ту же сторону со скоростью 1 м/с
- 3) может, если неподвижно стоит на эскалаторе
- 4) не может ни при каких условиях

A2

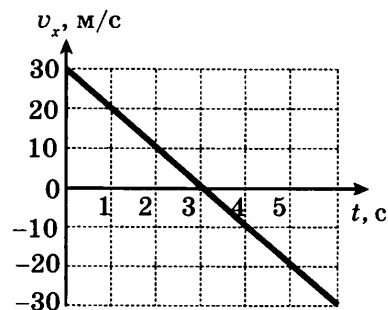
На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . Определите интервал времени после начала движения, когда велосипедист двигался со скоростью 5 м/с.

- 1) от 0 до 2 с
- 2) от 2 до 4 с
- 3) от 4 до 5 с
- 4) от 5 до 7 с

**A3**

Стрела пущена вертикально вверх. Проекция её скорости на вертикальное направление меняется со временем согласно графику на рисунке. В какой момент времени стрела достигла максимальной высоты?

- 1) 1,5 с
- 2) 3 с
- 3) 4,5 с
- 4) 6 с

**A4**

После спуска с сортировочной горки железнодорожная платформа массой 9000 кг имела скорость 2 м/с и двигалась до полной остановки 10 с. Какова величина равнодействующей всех сил, действовавших на платформу?

- | | |
|-------------|-----------|
| 1) 1800 Н | 3) 4500 Н |
| 2) 18 000 Н | 4) 9000 Н |

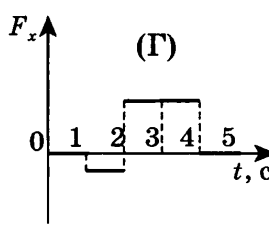
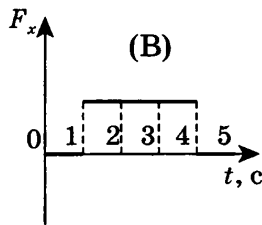
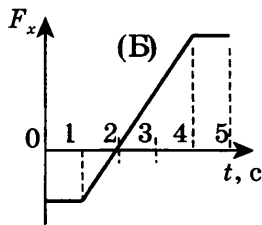
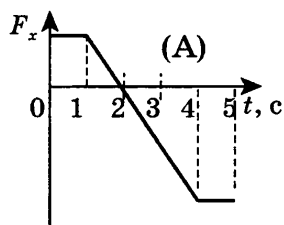
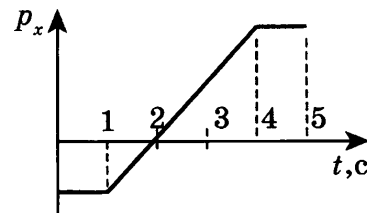
A5

Какая из характеристик движения тела не меняется при переходе от одной инерциальной системы отсчёта к другой?

- 1) ускорение
- 2) траектория
- 3) перемещение
- 4) кинетическая энергия

A6

На рисунке показан график изменения импульса тележки с течением времени в инерциальной системе отсчёта. Какой из приведённых ниже графиков показывает изменение с течением времени суммарной силы, действующей на эту тележку?



- 1) график А
- 2) график Б
- 3) график В
- 4) график Г

A7

Период колебаний нитяного маятника равен 1,5 с. Для того чтобы увеличить период колебаний до 3 с, необходимо

- 1) увеличить длину маятника в 4 раза
- 2) увеличить амплитуду колебаний в 2 раза
- 3) увеличить массу маятника в $\sqrt{2}$ раза
- 4) уменьшить амплитуду колебаний в 2 раза

A8

Расстояние между гребнями волн на поверхности воды — 3 м, скорость волны 12 м/с. Чему равна длина волны?

- 1) 4 м
- 2) 12 м
- 3) 0,25 м
- 4) 3 м

A9

Стальной шарик на нити длиной l подвешен к стержню, который колеблется с постоянной амплитудой в горизонтальной плоскости, как показано на рисунке. Частота колебаний стержня монотонно возрастает от 0 до значения, в десятки раз превышающего значение $\sqrt{\frac{g}{l}}$. Амплитуда колебаний маятника

- 1) остаётся неизменной
- 2) монотонно увеличивается
- 3) сначала увеличивается, затем уменьшается
- 4) сначала уменьшается, затем увеличивается



A10

Хаотичность теплового движения молекул газа приводит к тому, что

- 1) плотность газа одинакова во всех точках занимаемого им сосуда
- 2) плотность вещества в газообразном состоянии меньше плотности этого вещества в жидком состоянии
- 3) газ легко сжимается
- 4) при охлаждении и сжатии газ превращается в жидкость

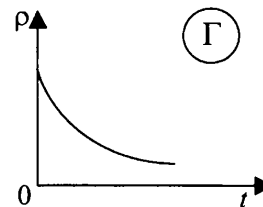
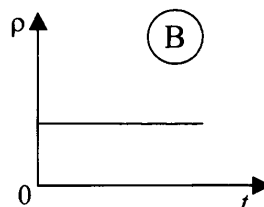
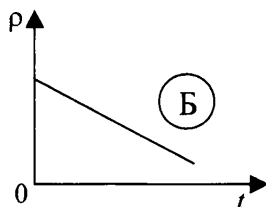
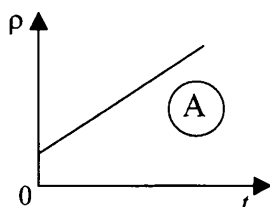
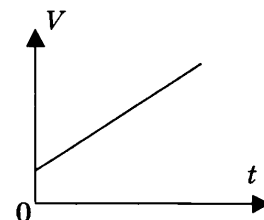
A11 На стол поставили две одинаковые бутылки, наполненные равным количеством воды комнатной температуры. Одна из них завернута в мокрое полотенце, другая — в сухое. Измерив через некоторое время температуру воды в обеих бутылках, обнаружили, что температура воды в

- 1) обеих бутылках осталась прежней
- 2) бутылке, обернутой мокрым полотенцем, оказалась выше комнатной
- 3) бутылке, обернутой сухим полотенцем, оказалась ниже, чем в другой
- 4) бутылке, обернутой мокрым полотенцем, оказалась ниже комнатной

A12 При закачивании газа в сосуд постоянного объёма масса газа в сосуде возросла в 2 раза, а давление повысилось в 3 раза. Среднее значение удельной энергии теплового движения молекул газа

- 1) увеличилось в 2,25 раза
- 2) увеличилось в 1,5 раза
- 3) уменьшилось в 1,5 раза
- 4) уменьшилось в 2,25 раза

A13 Газ нагревается в цилиндре, закрытом подвижным поршнем, так что давление газа и его масса остаются неизменными. Объём газа при этом меняется с изменением его температуры (по шкале Цельсия) так, как показано на рисунке. Какой из графиков, приведённых на рисунке ниже, показывает изменение плотности газа с ростом температуры?



- 1) график А
- 2) график Б
- 3) график В
- 4) график Г

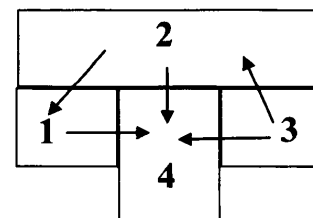
A14 В герметичном сосуде находятся жидкость и её насыщенный пар. Как изменится давление насыщенного пара, если абсолютную температуру в сосуде повысить в 2 раза?

- 1) увеличится более чем в 2 раза
- 2) увеличится менее чем в 2 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) не изменится

A15 При переходе вещества из жидкого состояния в твёрдое

- 1) появляются силы притяжения между частицами
- 2) возрастает энергия взаимодействия частиц
- 3) частицы начинают двигаться медленнее
- 4) возрастает упорядоченность расположения частиц

A16 На рисунке изображено четыре бруска. Стрелки показывают направление теплопередачи от одного бруска к другому. Самую высокую температуру имеет брусок



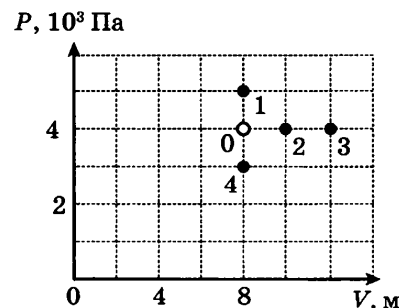
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A17 В каком из изопроцессов внутренняя энергия постоянной массы идеального газа не изменяется?

- 1) изобарное охлаждение
- 2) изохорное нагревание
- 3) изобарное расширение
- 4) изотермическое сжатие

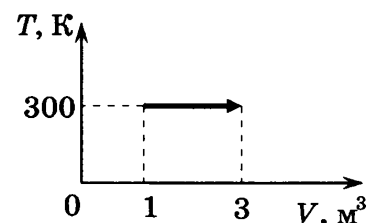
A18 В результате некоторого процесса, изображённого на pV -диаграмме отрезком прямой, газ совершил работу 8 кДж. Исходное состояние газа обозначено на рисунке цифрой 0. В какое состояние перешёл газ?

- 1) в состояние 1
- 2) в состояние 2
- 3) в состояние 3
- 4) в состояние 4



A19 В процессе, отображённом на рисунке, идеальный газ совершил работу 2 кДж. Количество теплоты, полученное газом в этом процессе, равно

- 1) 1,4 кДж
- 2) 2 кДж
- 3) 3,7 кДж
- 4) 4 кДж



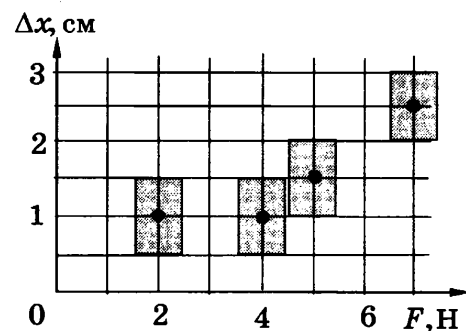
A20 Банку с горячей водой поставили в миску с холодной водой и каждую минуту измеряли значения температуры в этих сосудах. Результаты измерений представлены на графике. На основе этих данных можно уверенно утверждать, что

- 1) между $\tau = 1$ мин и $\tau = 2$ мин температура горячей воды не менялась
- 2) при $\tau = 4$ мин и $\tau = 6$ мин температура воды в банке была выше температуры воды в миске
- 3) температура воды в сосудах постепенно становилась одинаковой
- 4) температура воды в сосудах менялась скачками (не плавно)



A21 Исследовалась зависимость растяжения жгута от приложенной силы. Погрешности измерения силы и величины растяжения жгута составляли, соответственно, 0,5 Н и 0,5 см. Результаты измерений с учётом их погрешности представлены на рисунке. Согласно этим измерениям жёсткость жгута приблизительно равна

- 1) 110 Н/м
- 2) 150 Н/м
- 3) 300 Н/м
- 4) 400 Н/м



Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 является последовательность цифр.

- В1** Одноатомный идеальный газ в изотермическом процессе совершает работу $A > 0$. Масса газа постоянна. Как меняются в этом процессе объём, давление и внутренняя энергия газа?

Для каждого этапа определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого этапа. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Давление газа	Внутренняя энергия газа

- В2** Мяч бросают вертикально вверх с некоторой начальной скоростью. Как меняются в процессе подъёма мяча его скорость, импульс и потенциальная энергия мяча относительно поверхности Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Импульс	Потенциальная энергия

- В3** Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения этих величин в системе СИ.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) длина волны
Б) частота колебаний

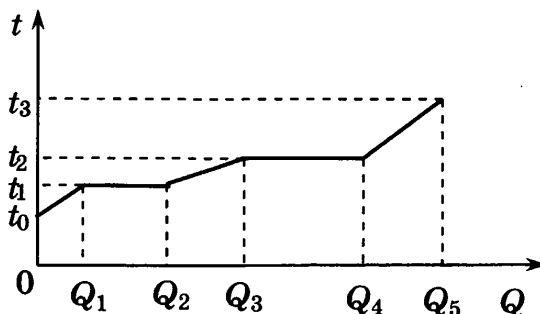
ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ

- 1) 1 Н/м
- 2) 1 Гц
- 3) 1 с
- 4) 1 м

А	Б

В4

Небольшое количество твёрдого вещества массой m стали нагревать в запаянной капсуле. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им всё большего количества теплоты Q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) удельная теплоёмкость вещества в твёрдом состоянии
Б) удельная теплота парообразования

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{Q_2}{m}$
2) $\frac{Q_2 - Q_1}{m}$
3) $\frac{Q_1}{(t_1 - t_0)m}$
4) $\frac{Q_4 - Q_3}{m}$

А	Б

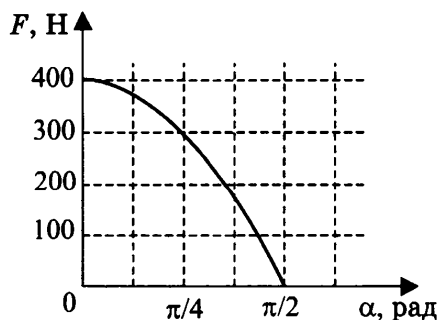
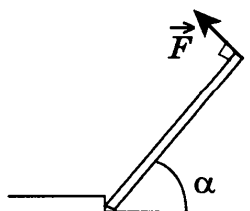
Часть 3**А22**

Плотность бамбука равна 400 кг/м^3 . Какой наибольший груз может перевозить по озеру бамбуковый плот площадью 10 м^2 и толщиной $0,5 \text{ м}$?

- 1) 5000 кг 2) 3000 кг 3) 2000 кг 4) 80 кг

А23

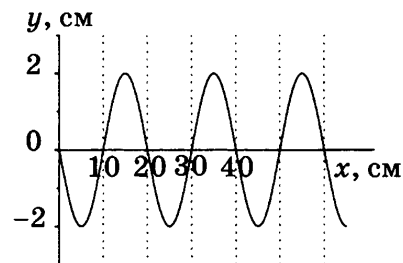
Однородную балку поднимают за один конец, прикладывая силу \vec{F} перпендикулярно балке. На рисунке показан график изменения модуля силы по мере подъёма конца балки. Чему равна масса балки?



- 1) 15 кг 2) 20 кг 3) 40 кг 4) 80 кг

С4

Маятник с чернильницей укреплен на игрушечном автомобиле и колеблется в плоскости, перпендикулярной равномерному движению автомобиля. Длина маятника равна 0,1 м. Чернильница оставила на столе след, показанный на рисунке. Чему равна скорость автомобиля?



С5

В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится газ, который может просачиваться сквозь зазор вокруг поршня. В опыте по изотермическому сжатию газа его объем уменьшился вдвое, а давление газа упало в 3 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в цилиндре? (Газ считать идеальным.)

С6

Теплоизолированный сосуд объемом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен теплоизолирующей перегородкой на две равные части. В одной части сосуда находится 2 моля He, а в другой — такое же количество молей Ar. Температура гелия $T_1 = +300 \text{ К}$, а температура аргона $T_2 = +600 \text{ К}$. Определите парциальное давление аргона в сосуде после удаления перегородки.

РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Вариант 3.1

Темы «Электростатика», «Постоянный ток», «Магнитное поле»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 1,5 часа (90 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 30 заданий.

Часть 1 содержит 28 заданий (A1–A28). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 2 задания (B1 и B2), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

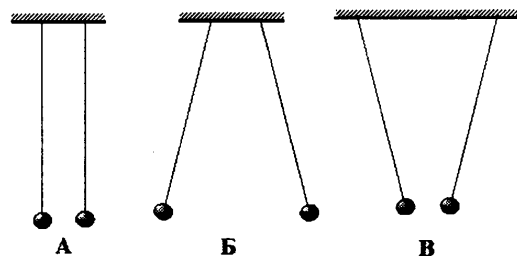
Желаем успеха!

Часть 1

A1

Два одинаковых лёгких шарика подвешены на шёлковых нитях. Шарики зарядили разноименными зарядами. На каком из рисунков изображены эти шарики?

- 1) А 3) В
2) Б 4) Б и В



A2

К стержню положительно заряженного электроскопа поднесли, не касаясь его, стеклянную палочку. Листочки электроскопа опали, образуя гораздо меньший угол. Такой эффект может наблюдаться, если палочка

- 1) заряжена положительно 3) имеет заряд любого знака
2) заряжена отрицательно 4) не заряжена

A3

Цинковая пластина, имеющая отрицательный заряд $-10e$, при освещении потеряла четыре электрона. Каким стал заряд пластины?

- 1) $+6e$ 2) $-6e$ 3) $+14e$ 4) $-14e$

A4

Два точечных электрических заряда действуют друг на друга с силами, равными по модулю 9 мкН. Какими станут силы взаимодействия между ними, если, не меняя расстояния между зарядами, увеличить модуль каждого из них в 3 раза?

- 1) 1 мкН 2) 3 мкН 3) 27 мкН 4) 81 мкН

A5

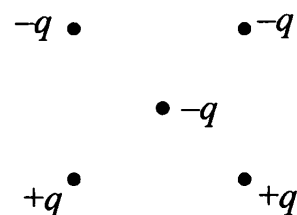
Как изменится модуль сил электростатического взаимодействия двух электрических зарядов при перенесении их из вакуума в среду с диэлектрической проницаемостью 81, если расстояние между ними останется прежним?

- 1) увеличится в 81 раз 3) увеличится в 9 раз
2) уменьшится в 81 раз 4) уменьшится в 9 раз

A6

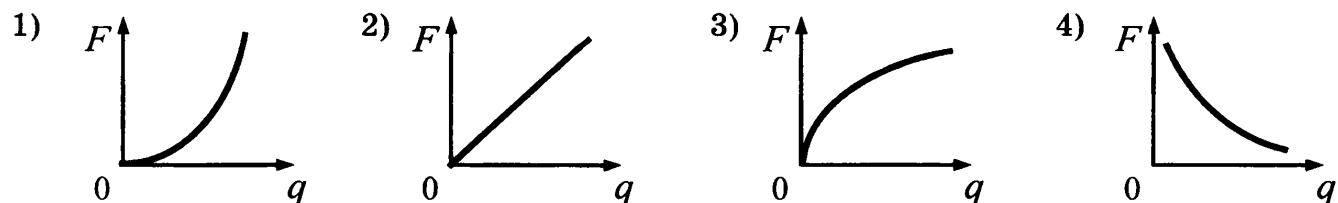
Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на отрицательный точечный заряд ($-q < 0$), помещённый в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q$, $+q$, $-q$, $-q$ (см. рисунок)?

- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow



A7

Какой график соответствует зависимости модуля сил взаимодействия F двух точечных зарядов от модуля одного из зарядов q при неизменном расстоянии между ними?



A8

Как изменится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +6$ нКл и $q_2 = -2$ нКл, если шары привести в соприкосновение и раздвинуть на прежнее расстояние?

- 1) увеличится в 9 раз
- 2) увеличится в 8 раз
- 3) увеличится в 3 раза
- 4) уменьшится в 3 раза

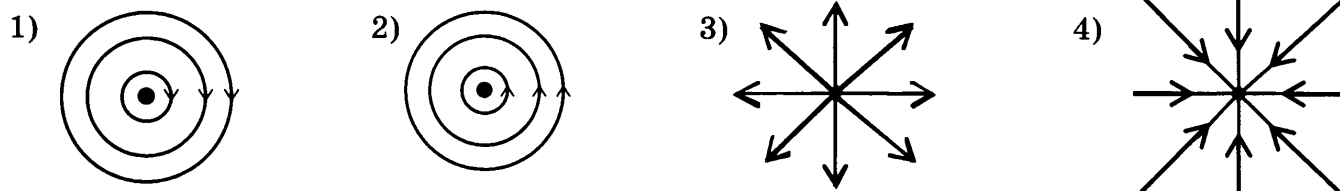
A9

Напряжённость электрического поля измеряют с помощью пробного заряда q_n . Если величину пробного заряда уменьшить в n раз, то модуль напряжённости измеряемого поля

- 1) не изменится
- 2) увеличится в n раз
- 3) уменьшится в n раз
- 4) увеличится в n^2 раз

A10

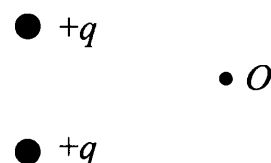
На каком рисунке правильно изображена картина линий напряжённости электростатического поля точечного положительного заряда?



A11

Какое направление имеет вектор напряжённости электрического поля \vec{E} , созданного двумя равными положительными зарядами в точке O ?

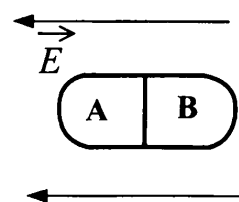
- 1) \rightarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \downarrow



A12

Незаряженное металлическое тело внесли в однородное электростатическое поле, а затем разделили на части А и В (см. рисунок). Какими электрическими зарядами обладают эти части после разделения?

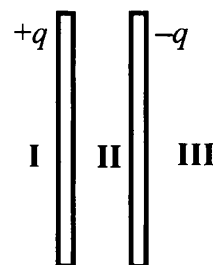
- 1) А — положительным, В — останется нейтральным
- 2) А — останется нейтральным, В — отрицательным
- 3) А — отрицательным, В — положительным
- 4) А — положительным, В — отрицательным



A13

Две очень большие квадратные металлические пластины несут заряды $+q$ и $-q$ (см. рисунок). В каких областях пространства вне пластин напряжённость электрического поля, созданного пластинами, равна нулю?

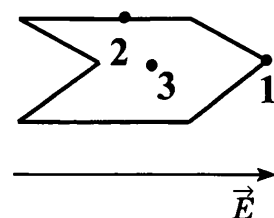
- 1) только в I
- 2) только в II
- 3) только в III
- 4) в I и III



A14

Металлическому полому телу, сечение которого представлено на рисунке, сообщён отрицательный заряд. Каково соотношение между потенциалами точек 1, 2 и 3, если тело помещено в однородное электростатическое поле?

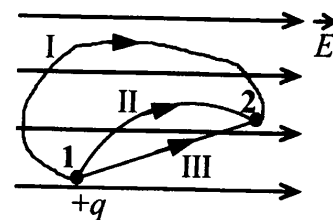
- 1) $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3$
- 2) $\varphi_3 < \varphi_2 < \varphi_1$
- 3) $\varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3$
- 4) $\varphi_2 > \varphi_1, \varphi_2 > \varphi_3$



A15 Положительный заряд перемещается в однородном электростатическом поле из точки 1 в точку 2 по разным траекториям. При перемещении по какой траектории электрическое поле совершает наименьшую работу?

- 1) I
- 2) II
- 3) III

4) работа одинакова при движении по всем траекториям



A16 Как изменится энергия электрического поля конденсатора, если заряд на его обкладках уменьшить в 2 раза?

1) не изменится

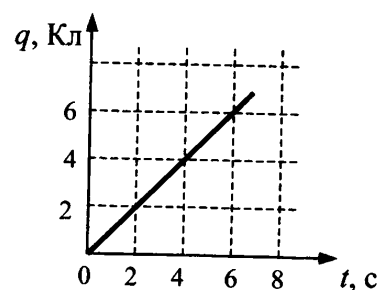
2) уменьшится в 2 раза

3) уменьшится в 4 раза

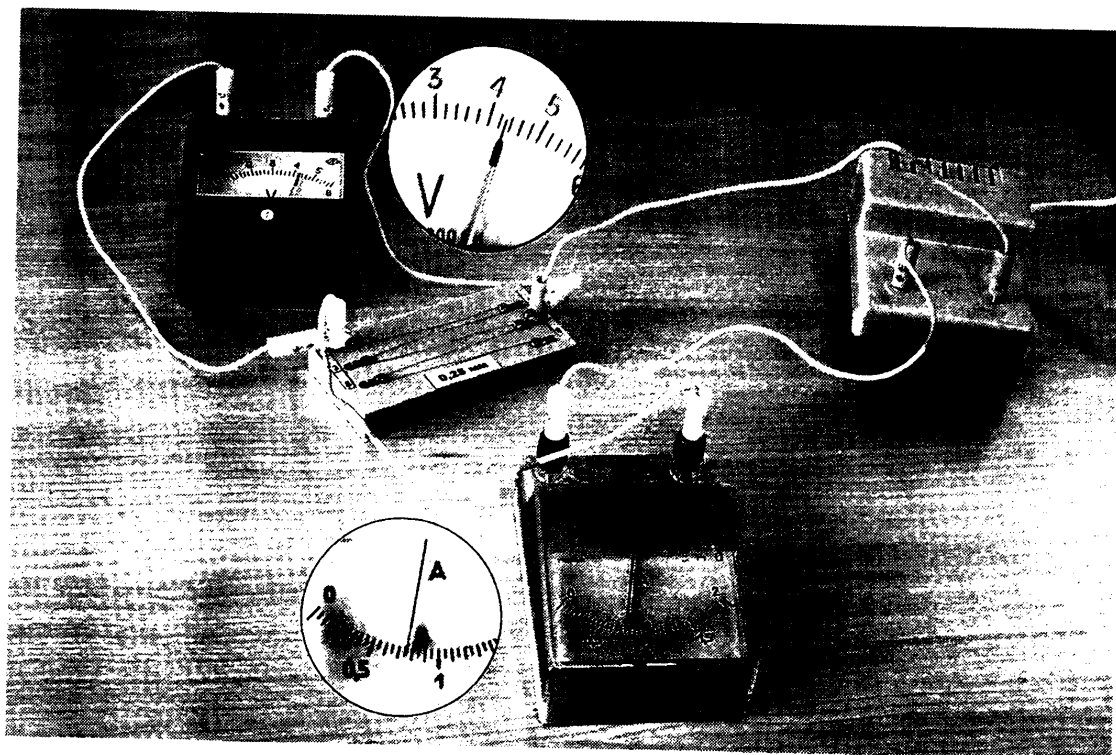
4) увеличится в 2 раза

A17 По проводнику течёт постоянный электрический ток. Значение заряда, прошедшего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику, представленному на рисунке. Сила тока в проводнике равна

- 1) 1 А
- 2) 6 А
- 3) 18 А
- 4) 36 А



A18 На рисунке приведена фотография электрической цепи, собранной учеником для исследования зависимости силы тока, проходящего через резистор, от напряжения на нём. Для того чтобы через резистор протекал ток силой 1 А, напряжение на нём должно быть равно



1) 0,2 В

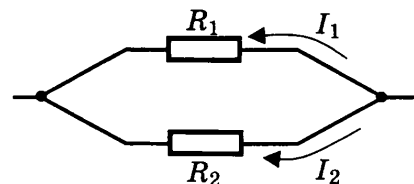
2) 3,4 В

3) 5,7 В

4) 7,6 В

A19

Два резистора включены в электрическую цепь параллельно, как показано на рисунке. Значения силы тока в резисторах: $I_1 = 0,8$ А, $I_2 = 0,2$ А. Для сопротивлений резисторов справедливо соотношение



- 1) $R_1 = \frac{1}{4} R_2$ 2) $R_1 = 4R_2$ 3) $R_1 = \frac{1}{2} R_2$ 4) $R_1 = 2R_2$

A20

В электронагревателе, через который течёт постоянный ток, за время t выделяется количество теплоты Q . Если сопротивление нагревателя и время t увеличить вдвое, не изменяя силы тока, то количество выделившейся теплоты будет равно

- 1) $8Q$ 2) $4Q$ 3) $2Q$ 4) Q

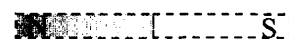
A21

Перенос вещества происходит в случае прохождения электрического тока через

- 1) металлы и полупроводники 3) газы и полупроводники
2) полупроводники и электролиты 4) электролиты и газы

A22

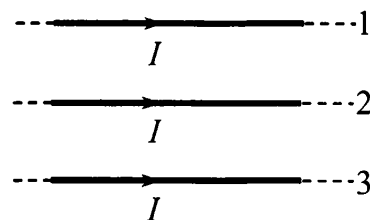
Магнитная стрелка компаса зафиксирована (северный полюс затемнён, см. рисунок). К компасу поднесли сильный постоянный полосовой магнит, затем освободили стрелку. При этом стрелка



- 1) повернётся на 180°
2) повернётся на 90° против часовой стрелки
3) повернётся на 90° по часовой стрелке
4) останется в прежнем положении

A23

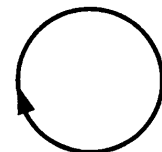
Три тонких параллельных проводника с сонаправленными токами I лежат в одной плоскости, расстояния между соседними проводниками одинаковы (см. рисунок). На проводник 3 со стороны двух других проводников действуют силы Ампера. Равнодействующая этих сил



- 1) направлена вверх ↑ 3) направлена к нам ⊙
2) направлена вниз ↓ 4) равна нулю

A24

На рисунке изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен



- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа ⊗ 3) влево ←
2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа ⊙ 4) вправо →

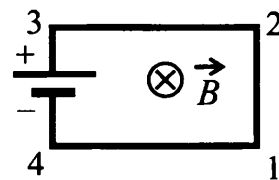
A25

Прямолинейный проводник длиной L с током I помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции \vec{B} . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину уменьшить в 2 раза, а силу тока в проводнике увеличить в 4 раза?

- 1) уменьшится в 2 раза 3) увеличится в 2 раза
2) уменьшится в 4 раза 4) увеличится в 4 раза

A26

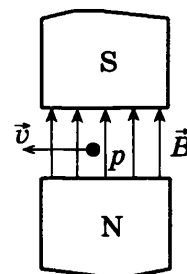
Электрическая цепь, состоящая из четырёх прямолинейных горизонтальных проводников (1 – 2, 2 – 3, 3 – 4, 4 – 1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена сила Ампера, действующая на проводник 1–2?



- 1) вертикально вверх ↑
- 2) вертикально вниз ↓
- 3) горизонтально вправо →
- 4) горизонтально влево ←

A27

Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?



- 1) от наблюдателя ⊗
- 2) к наблюдателю ⊙
- 3) горизонтально вправо →
- 4) вертикально вниз ↓

A28

Электрон и протон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями v и $2v$ соответственно. Отношение модуля силы, действующей со стороны магнитного поля на электрон, к модулю силы, действующей на протон, равно

- 1) 4 : 1
- 2) 2 : 1
- 3) 1 : 1
- 4) 1 : 2

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B2) является последовательность цифр.

B1

В электрической цепи, состоящей из источника тока и реостата, источник тока заменяют на другой, с той же ЭДС, но большим внутренним сопротивлением. Как изменяются при этом следующие физические величины: общее сопротивление цепи, сила тока в ней и напряжение на реостате?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Общее сопротивление цепи	Сила тока в цепи	Напряжение на реостате

B2

Установите соответствие между модулями сил и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

МОДУЛИ СИЛ

- A) модуль сил взаимодействия между двумя точечными неподвижными заряженными телами
- B) модуль силы, действующей на заряженную частицу, движущуюся в постоянном магнитном поле

ФОРМУЛЫ

- 1) mv/qB
- 2) $qvB \sin \alpha$
- 3) kq_1q_2/r^2
- 4) $IlB \sin \alpha$

А	Б

Вариант 3.2

Темы «Электростатика», «Постоянный ток», «Магнитное поле»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 2 часа (120 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 9 заданий.

Часть 1 содержит 5 заданий (A1–A5), представляющих собой расчётные задачи. К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 состоит из 4 задач (C1–C4), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

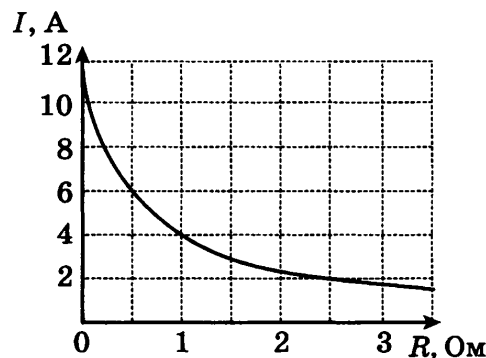
Часть 1

A1 На какое расстояние по горизонтали переместится частица, имеющая массу 1 мг и заряд 0,02 нКл, за время 3 с в однородном горизонтальном электрическом поле напряжённостью 5000 В/м, если начальная скорость частицы равна нулю?

- 1) 0,09 м 2) 0,45 м 3) 0,75 м 4) 1,5 м

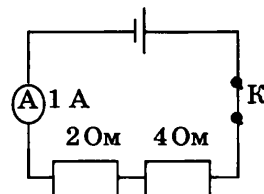
A2 К источнику тока с ЭДС = 6 В подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

- 1) 0
2) 1 Ом
3) 0,5 Ом
4) 2 Ом



A3 Ученик собрал электрическую цепь, изображённую на рисунке. Какая энергия выделится во внешней части цепи при протекании тока в течение 10 мин? Необходимые данные указаны на схеме. Амперметр считать идеальным.

- 1) 600 Дж 3) 36 кДж
2) 21 600 Дж 4) 3600 Дж



A4 Участок проводника длиной 10 см находится в магнитном поле индукцией 50 мТл. Сила электрического тока, протекающего по проводнику, 10 А. Какую работу совершает сила Ампера при перемещении проводника на 8 см в направлении своего действия? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

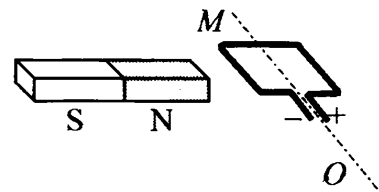
- 1) 0,004 Дж 2) 0,4 Дж 3) 0,5 Дж 4) 0,625 Дж

A5 Две частицы, имеющие отношения зарядов $\frac{q_2}{q_1} = 2$ и масс $\frac{m_2}{m_1} = 4$, движутся в однородном электрическом поле. Начальная скорость у обеих частиц равна нулю. Определите отношение кинетических энергий этих частиц $\frac{W_2}{W_1}$ в один и тот же момент времени после начала движения.

- 1) 1 2) 2 3) 8 4) 4

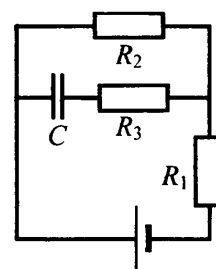
Часть 2

- С1** Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси MO , если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.



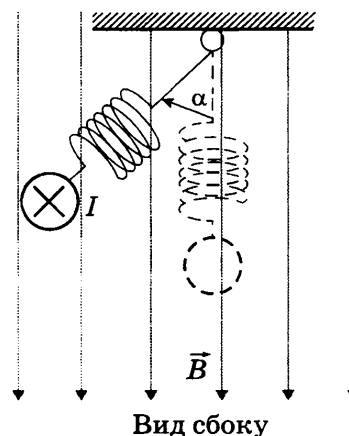
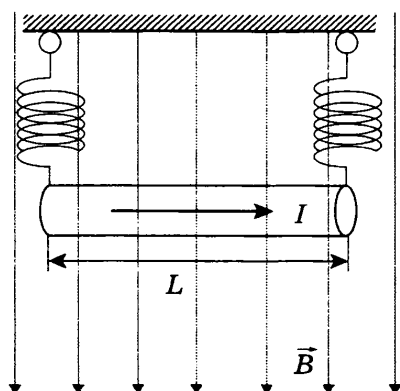
Полное правильное решение каждой из задач С2–С4 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- С2** Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединён к источнику постоянного тока с ЭДС $3,6 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением 1 Ом . Сопротивления резисторов $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 7 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$. Каков заряд на левой обкладке конденсатора?



- С3** Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$, его внутреннее сопротивление $r = 2 \text{ Ом}$. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 до 5 Ом . Чему равна максимальная мощность тока, выделяемая на реостате?

- С4** По прямому горизонтальному проводнику длиной 1 м с площадью поперечного сечения $1,25 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$, подвешенному с помощью двух одинаковых невесомых пружинок, течёт ток $I = 10 \text{ А}$ (см. рисунок). Какой угол α составляют оси пружинок с вертикалью при включении вертикального магнитного поля с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$? (Плотность материала проводника — $8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.)



Вариант 3.3

Темы «Электромагнитная индукция», «Электромагнитные колебания», «Оптика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 1,5 часа (90 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 30 заданий.

Часть 1 содержит 28 заданий (A1–A28). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 2 задания (B1 и B2), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

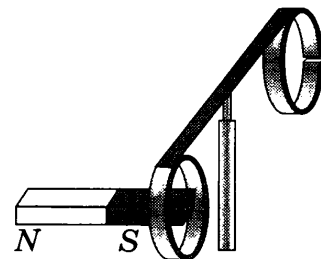
Желаем успеха!

Часть 1

A1 Какой из упомянутых ниже процессов объясняется явлением электромагнитной индукции?

- 1) отклонение магнитной стрелки вблизи проводника с током
- 2) взаимодействие двух проводов с током
- 3) появление тока в замкнутой катушке при опускании в неё постоянного магнита
- 4) возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле

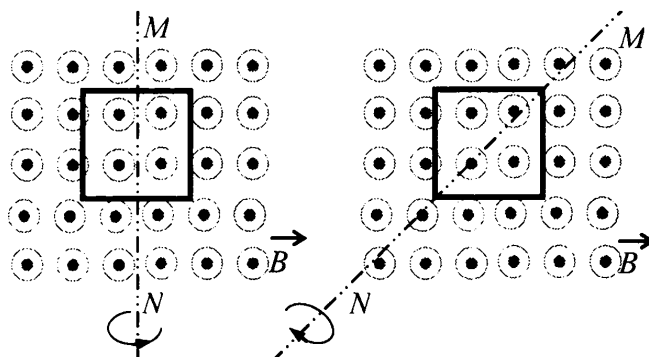
A2 На рисунке изображён момент демонстрационного эксперимента по проверке правила Ленца, когда все предметы неподвижны. Южный полюс магнита находится внутри сплошного металлического кольца, но не касается его. Коромысло с металлическими кольцами может свободно вращаться вокруг вертикальной опоры. При выдвижении магнита из кольца оно будет



- 1) оставаться неподвижным
- 2) двигаться против часовой стрелки (если смотреть сверху)
- 3) совершать колебания
- 4) перемещаться вслед за магнитом

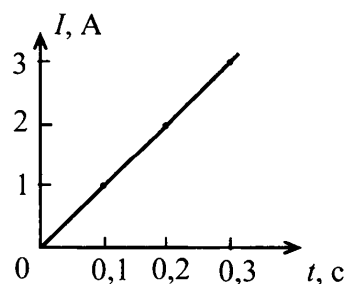
A3 На рисунке показаны два способа вращения проводочной рамки в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости чертежа. Вращение происходит вокруг оси MN . Ток в рамке

- 1) существует в обоих случаях
- 2) не существует ни в одном из случаев
- 3) существует только в первом случае
- 4) существует только во втором случае



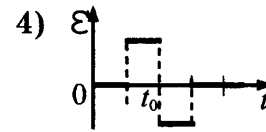
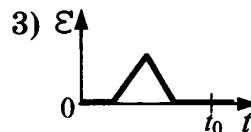
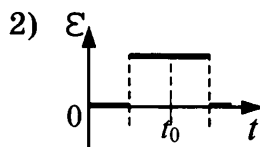
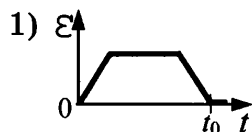
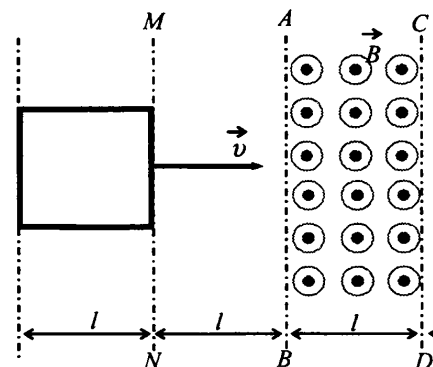
A4 Если сила тока в катушке индуктивностью 0,1 Гн изменяется с течением времени, как показано на графике, то в катушке возникает ЭДС самоиндукции, равная по величине

- | | |
|--------|----------|
| 1) 1 В | 3) 10 В |
| 2) 2 В | 4) 0,5 В |



A5

В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD , создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени t ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать плоскость MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 касается передней стороны линии CD ?



A6

В опыте по наблюдению ЭДС электромагнитной индукции квадратная рамка из тонкого провода со стороной квадрата b находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Модуль индукции поля растёт за время t по линейному закону от 0 до максимального значения $B_{\text{макс}}$. Как изменится ЭДС индукции, возникающая в рамке, если b увеличить в 2 раза?

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) увеличится в 4 раза

A7

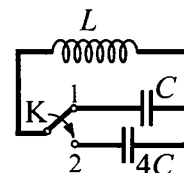
Индуктивность катушки увеличили в 2 раза, а силу тока в ней уменьшили в 2 раза. Энергия магнитного поля катушки при этом

- 1) увеличилась в 8 раз
- 2) уменьшилась в 2 раза
- 3) уменьшилась в 8 раз
- 4) уменьшилась в 4 раза

A8

Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2?

- 1) уменьшится в 4 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) увеличится в 2 раза



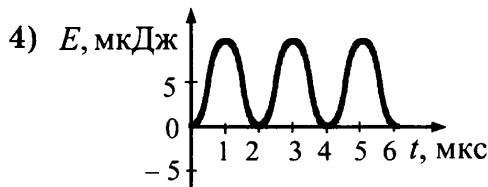
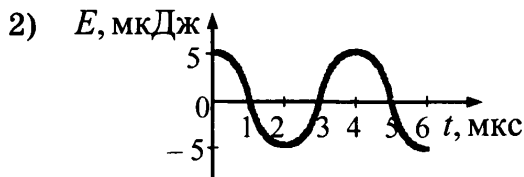
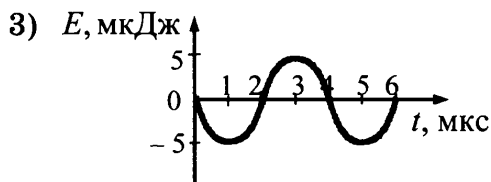
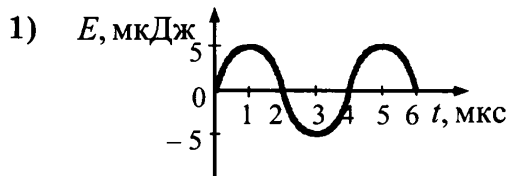
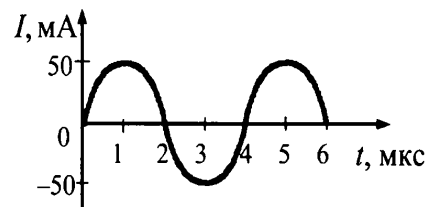
A9

Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом $T = 5$ мкс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен $4 \cdot 10^{-6}$ Кл. Каков будет заряд конденсатора через $t = 2,5$ мкс?

- 1) 0
- 2) $2 \cdot 10^{-6}$ Кл
- 3) $4 \cdot 10^{-6}$ Кл
- 4) $8 \cdot 10^{-6}$ Кл

A10

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. На каком из графиков правильно показан процесс изменения энергии магнитного поля катушки?

**A11**

Последовательно соединены конденсатор, катушка индуктивности и резистор. Если при неизменной частоте и амплитуде вынужденных колебаний напряжения на концах цепи уменьшать индуктивность катушки от ∞ до 0, то амплитуда колебаний силы тока в цепи будет

- 1) монотонно убывать
- 2) монотонно возрастать
- 3) сначала возрастать, затем убывать
- 4) сначала убывать, затем возрастать

A12

Амплитуда напряжения на концах первичной обмотки трансформатора равна 180 В, амплитуда силы тока в ней 2 А. Амплитуда напряжения на концах вторичной обмотки 36 В. Какой была бы амплитуда силы тока во вторичной обмотке при коэффициенте полезного действия трансформатора 100%?

- 1) 0,1 А
- 2) 1 А
- 3) 10 А
- 4) 100 А

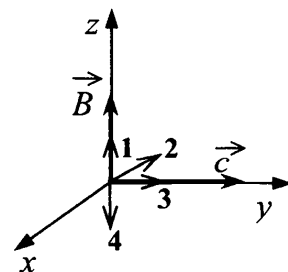
A13

Согласно теории Максвелла заряженная частица излучает электромагнитные волны в вакууме

- 1) только при равномерном движении по прямой в инерциальной системе отсчёта (ИСО)
- 2) только при гармонических колебаниях в ИСО
- 3) только при равномерном движении по окружности в ИСО
- 4) при любом ускоренном движении в ИСО

A14

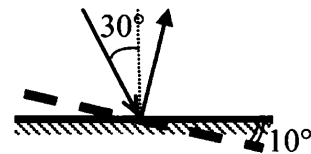
На рисунке в декартовой системе координат представлены вектор индукции \vec{B} магнитного поля в электромагнитной волне и вектор \vec{c} скорости её распространения. Направление вектора напряжённости электрического поля \vec{E} в волне совпадает со стрелкой



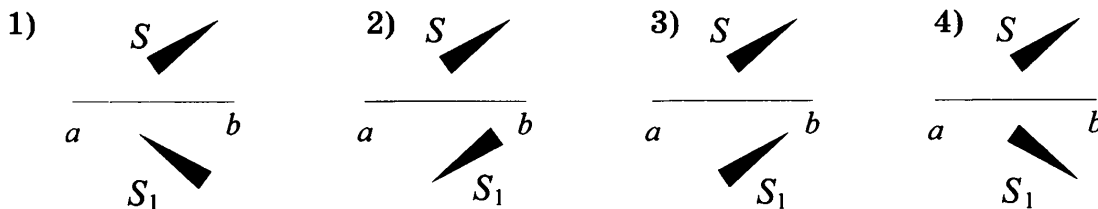
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A15 Угол падения света на горизонтальное плоское зеркало равен 30° . Каким будет угол отражения света, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?

- 1) 40° 2) 30° 3) 20° 4) 10°

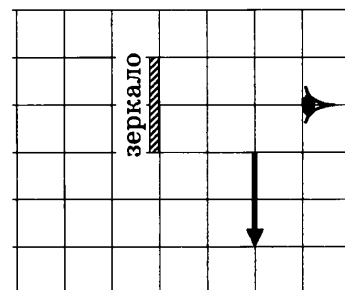


A16 Источник света S отражается в плоском зеркале ab . На каком рисунке верно показано изображение S_1 этого источника в зеркале?



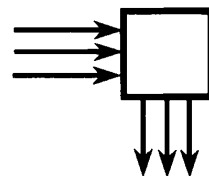
A17 После какого из перечисленных ниже перемещений зеркала наблюдатель увидит стрелку в зеркале целиком?

- 1) на 1 клетку вниз
2) на 1 клетку влево
3) на 1 клетку вверх
4) стрелка уже видна полностью



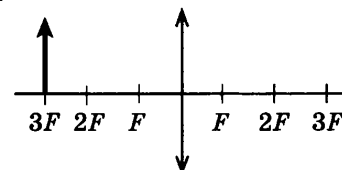
A18 Пройдя некоторую оптическую систему, параллельный пучок света поворачивается на 90° (см. рисунок). Оптическая система представляет собой

- 1) собирающую линзу 3) плоское зеркало
2) рассеивающую линзу 4) матовую пластинку

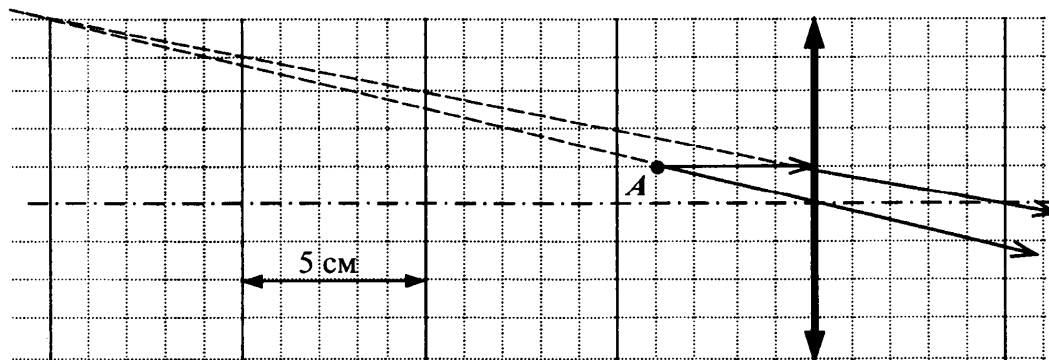


A19 Предмет расположен на тройном фокусном расстоянии от тонкой линзы. Его изображение будет

- 1) перевернутым и увеличенным
2) перевернутым и уменьшенным
3) прямым и уменьшенным
4) прямым и увеличенным



A20 На рисунке изображён ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу. Какова оптическая сила линзы?



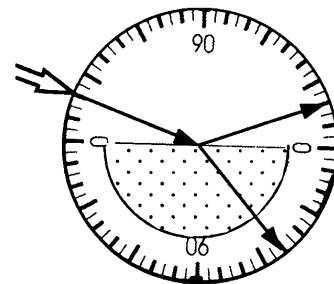
- 1) 20,0 дптр
2) 5,0 дптр
3) 0,2 дптр
4) -20,0 дптр

A21

На рисунке — опыт по преломлению света в стеклянной пластине, находящейся в воздухе.

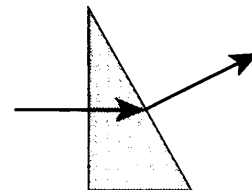
Показатель преломления стекла равен отношению

- 1) $\frac{\sin 20^\circ}{\sin 40^\circ}$ 2) $\frac{\sin 40^\circ}{\sin 20^\circ}$ 3) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ}$ 4) $\frac{\sin 50^\circ}{\sin 20^\circ}$

**A22**

Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он

- 1) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
2) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух
3) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
4) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред

**A23**

Разложение пучка солнечного света в спектр при прохождении его через призму объясняется тем, что свет состоит из набора электромагнитных волн разной длины, которые, попадая в призму,

- 1) движутся с разной скоростью 3) поглощаются в разной степени
2) имеют одинаковую частоту 4) имеют одинаковую длину волны

A24

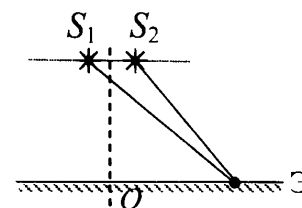
Сложение в пространстве когерентных волн, при котором образуется постоянное во времени пространственное распределение амплитуд результирующих колебаний, называется

- 1) интерференцией 3) дисперсией
2) поляризацией 4) преломлением

A25

Два точечных источника света S_1 и S_2 находятся близко друг от друга и создают на удаленном экране Э устойчивую интерференционную картину (см. рисунок). Это возможно, если S_1 и S_2 — малые отверстия в непрозрачном экране, освещенные

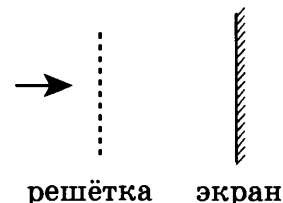
- 1) каждое своим солнечным зайчиком от зеркал в руках человека
2) одно лампочкой накаливания, а второе горячей свечой
3) одно синим светом, а другое красным светом
4) светом от одного и того же точечного источника

**A26**

Два когерентных источника излучают волны с одинаковыми начальными фазами. Периоды колебаний 0,2 с, скорость распространения волн 300 м/с. В точке, для которой разность хода волн от источников равна 60 м, будет наблюдаться

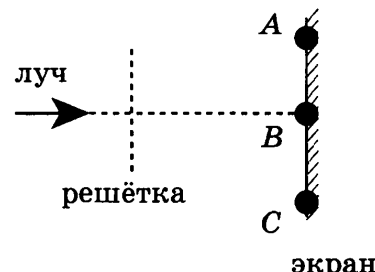
- 1) максимум интерференции, так как разность хода равна нечётному числу полувольт
2) минимум интерференции, так как разность хода равна чётному числу полувольт
3) максимум интерференции, так как разность хода равна чётному числу полувольт
4) минимум интерференции, так как разность хода равна нечётному числу полувольт

A27 Луч от лазера направляется перпендикулярно плоскости дифракционной решётки (см. рисунок) в первом случае с периодом d , а во втором — с периодом $2d$. Расстояние между нулевым и первым дифракционными максимумами на удалённом экране



- 1) в обоих случаях одинаково
- 2) во втором случае в 2 раза меньше
- 3) во втором случае в 2 раза больше
- 4) во втором случае в 4 раза больше

A28 Лазерный луч зелёного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решётку. На линии ABC экрана (см. рисунок) наблюдается серия ярких зелёных пятен. Какие изменения произойдут в расположении пятен на экране при замене лазерного луча зелёного цвета на лазерный луч красного цвета?



- 1) расположение пятен не изменится
- 2) пятно в точке B не сместится, остальные раздвинутся от него
- 3) пятно в точке B не сместится, остальные сдвинутся к нему
- 4) пятно в точке B исчезнет, остальные раздвинутся от точки B

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B2) является последовательность цифр.

B1 Электромагнитная волна преломляется на границе раздела воздуха и воды. Как изменяются при переходе из воздуха в воду следующие характеристики электромагнитной волны: частота волны, длина волны и скорость её распространения? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны	Длина волны	Скорость волны

B2 В цепь переменного тока последовательно включены идеальные конденсатор и катушка индуктивности. Сила тока в цепи изменяется по следующему закону: $I(t) = I_m \sin \omega t$. Установите соответствие между колебаниями напряжений на конденсаторе и катушке индуктивности в этой цепи и формулами, при помощи которых их можно описать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) колебания напряжения на конденсаторе $U_C(t)$
- Б) колебания напряжения на катушке индуктивности $U_L(t)$

ФОРМУЛЫ

- 1) $U_m \sin \omega t$
- 2) $-U_m \cos \omega t$
- 3) $U_m \sin(\omega t + \pi)$
- 4) $U_m \cos \omega t$

А	Б

Вариант 3.4

Темы «Электромагнитная индукция», «Электромагнитные колебания», «Оптика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 2 часа (120 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 9 заданий.

Часть 1 содержит 5 заданий (A1–A5), представляющих собой расчётные задачи. К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 состоит из 4 задач (C1–C4), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

A1 В проводнике индуктивностью 5 мГн сила тока в течение 0,2 с равномерно возрастает с 2 А до некоторого конечного значения. При этом в проводнике возникает ЭДС самоиндукции 0,2 В. Определите конечное значение силы тока в проводнике.

- 1) 10 А 2) 6 А 3) 4 А 4) 20 А

A2 В таблице показано, как изменялся с течением времени заряд на одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре, подключённом к источнику переменного тока.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

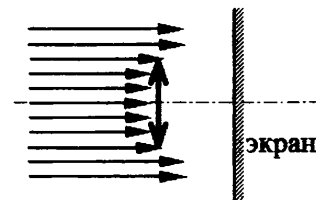
При какой индуктивности катушки в контуре наступит резонанс на этой частоте, если ёмкость конденсатора равна 50 пФ?

- 1) $47,6 \cdot 10^3 \text{ Гн}$ 2) 31 Гн 3) $3,2 \cdot 10^{-2} \text{ Гн}$ 4) $8 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$

A3 Амплитуда напряжения на концах первичной обмотки трансформатора равна 310 В, амплитуда силы тока в ней 1 А. Амплитуда напряжения на концах вторичной обмотки — 31 В. Какой была бы амплитуда силы тока во вторичной обмотке при коэффициенте полезного действия трансформатора 100%?

- 1) 0,1 А 2) 1 А 3) 10 А 4) 100 А

A4 Пучок параллельных световых лучей падает перпендикулярно на тонкую собирающую линзу оптической силой 5 дптр. Диаметр линзы — 6 см (см. рисунок). Каков внешний диаметр светлого кольца на экране, стоящем на расстоянии 60 см от линзы?



- 1) 36 см 2) 5 см 3) 6 см 4) 12 см

A5 Дифракционная решётка с периодом 10^{-5} м расположена параллельно экрану на расстоянии 1,8 м от него. Между решёткой и экраном вплотную к решётке расположена линза, которая фокусирует свет, проходящий через решётку, на экране. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии 21 см от центра дифракционной картины при освещении решётки нормально падающим пучком света длиной волны 580 нм? Угол отклонения лучей решёткой α считать малым, так что $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$.

- 1) 1 2) 2 3) 7 4) 4

Часть 2

- С1** Маленькая замкнутая рамка из медного провода падает из состояния покоя (см. рисунок 1), попадая по пути в зазор между полюсами постоянного магнита. Когда рамка входит в зазор и выходит из него, в ней возникает электрический ток. В каком из случаев (изображённых на рисунках 2 и 3) модуль силы тока в рамке имеет большее значение? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

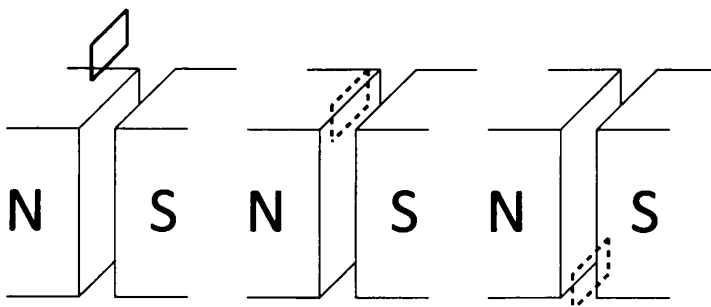


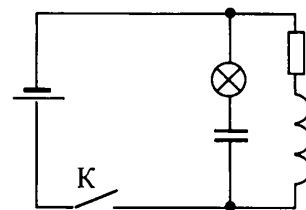
Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Полное правильное решение каждой из задач С2–С4 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- С2** В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 12 В, ёмкость конденсатора 2 мФ, индуктивность катушки 5 мГн, сопротивление лампы 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



- С3** Медное кольцо, диаметр которого 20 см, а диаметр провода кольца 2 мм, расположено в однородном магнитном поле. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Определите модуль скорости изменения магнитной индукции поля со временем, если при этом в кольце возникает индукционный ток 1 А. Удельное сопротивление меди $\rho_{\text{Cu}} = 1,72 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

- С4** На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. Определите глубину тени под плотом. Глубиной погружения плота и рассеиванием света водой пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным $\frac{4}{3}$.

Итоговый вариант 5

Разделы «Механика», «МКТ и термодинамика», «Электродинамика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: четырёх задач с выбором одного верного ответа (A22–A25) и шести задач (C1–C6), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

- A1** На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t .

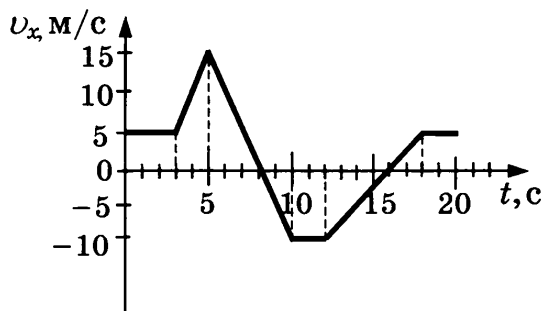


График зависимости проекции ускорения тела a_x от времени t в интервале времени от 12 до 16 с совпадает с графиком

- 1) $a_x, \text{м/с}^2$ 2) $a_x, \text{м/с}^2$ 3) $a_x, \text{м/с}^2$ 4) $a_x, \text{м/с}^2$

- A2** Система отсчёта связана с лифтом. Эту систему можно считать инерциальной в случае, когда лифт движется

- 1) замедленно вниз 2) ускоренно вверх 3) равномерно вверх 4) ускоренно вниз

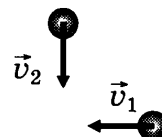
- A3** На каком расстоянии от центра Земли силы притяжения космического корабля к Земле и Луне уравниваются друг друга? Масса Луны в 81 раз меньше массы Земли, а расстояние между их центрами в 60 раз больше радиуса Земли R_3 .

- 1) $25R_3$ 2) $32R_3$ 3) $50R_3$ 4) $54R_3$

- A4** Груз массой 0,1 кг подвешен к нити и опущен в воду. На груз действует выталкивающая архимедова сила 0,3 Н. Сила натяжения нити равна

- 1) 0,3 Н 2) 0,7 Н 3) 1 Н 4) 1,3 Н

- A5** Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Как будет направлен импульс шаров после столкновения?



- 1) 2) 3) 4)

A6 Принято считать, что певческий голос сопрано занимает частотный интервал от $\nu_1 = 250$ Гц до $\nu_2 = 1000$ Гц. Отношение длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$, соответствующих границам этого интервала, равно

- 1) 1 2) 2 3) $\frac{1}{4}$ 4) 4

A7 Какое из утверждений правильно?

- А. Диффузия наблюдается в газах, жидкостях и твёрдых телах.
 Б. Скорость диффузии не зависит от температуры.
 В. Скорость диффузии в газах выше, чем в жидкостях при прочих равных условиях.

- 1) только А 2) только В 3) А и В 4) Б и В

A8 В результате нагревания неона его абсолютная температура увеличилась в 4 раза. Средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул при этом

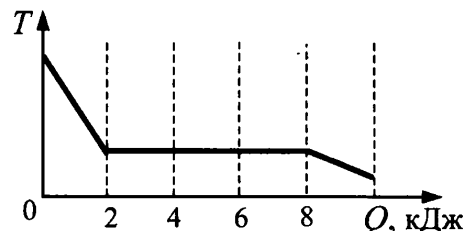
- 1) увеличилась в 4 раза 3) уменьшилась в 4 раза
 2) увеличилась в 2 раза 4) не изменилась

A9 В цилиндрическом сосуде, объём которого можно изменять при помощи поршня, находится идеальный газ, давление которого $6 \cdot 10^5$ Па и температура $+300$ К. Как надо изменить объём газа, не меняя его температуры и количества вещества, чтобы давление уменьшилось до $2 \cdot 10^5$ Па?

- 1) уменьшить в 9 раз 3) увеличить в 9 раз
 2) уменьшить в 3 раза 4) увеличить в 3 раза

A10 Зависимость температуры $0,2$ кг первоначально газообразного вещества от количества выделенной им теплоты представлена на рисунке. Какова удельная теплота парообразования этого вещества?

- 1) 40 кДж/кг 3) $1,6$ кДж/кг
 2) 30 кДж/кг 4) $1,2$ кДж/кг



A11 В процессе эксперимента внутренняя энергия газа уменьшилась на 40 кДж, и он совершил работу 35 кДж. Следовательно, в результате теплообмена газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное

- 1) 75 кДж 2) 40 кДж 3) 35 кДж 4) 5 кДж

A12 К водяной капле, имеющей электрический заряд $+3e$, присоединилась капля с зарядом $-4e$. Каким стал электрический заряд объединённой капли?

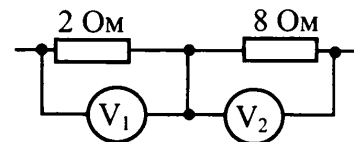
- 1) $+e$ 2) $+7e$ 3) $-e$ 4) $-7e$

A13 Модуль сил взаимодействия между двумя неподвижными точечными заряженными телами равен F . Чему станет равен модуль этих сил, если увеличить заряд одного тела в 3 раза, а второго — в 2 раза?

- 1) $5F$ 2) $\frac{1}{5}F$ 3) $6F$ 4) $\frac{1}{6}F$

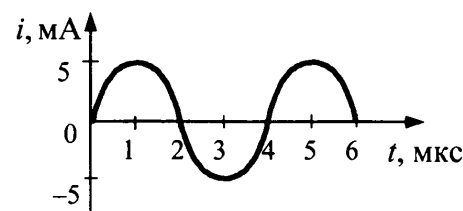
A14 Два резистора включены в электрическую цепь последовательно. Как соотносятся показания идеальных вольтметров, изображённых на схеме?

- 1) $U_1 = 2U_2$ 3) $U_1 = \frac{1}{4}U_2$
2) $U_1 = 4U_2$ 4) $U_1 = \frac{1}{2}U_2$



A15 На рисунке приведён график гармонических колебаний тока в колебательном контуре. Если катушку в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 4 раза меньше, то период колебаний будет равен

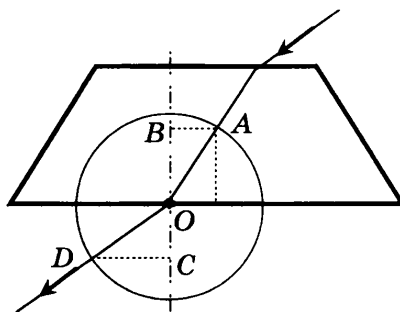
- 1) 1 мкс 2) 2 мкс 3) 4 мкс 4) 8 мкс



A16 Прямолинейный проводник длиной L с током I помещен в однородное магнитное поле, направление линий индукции \vec{B} которого перпендикулярно проводнику. Если силу тока уменьшить в 2 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 4 раза, то действующая на проводник сила Ампера

- 1) не изменится
2) увеличится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) уменьшится в 2 раза

A17 На рисунке показан ход светового луча через стеклянную призму, находящуюся в воздухе.

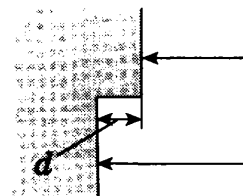


Показатель преломления стекла n равен отношению длин отрезков

- 1) $\frac{CD}{AB}$ 2) $\frac{AB}{CD}$ 3) $\frac{OB}{OD}$ 4) $\frac{OD}{OB}$

A18

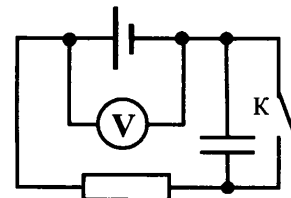
Одна сторона толстой стеклянной пластины имеет ступенчатую поверхность, как показано на рисунке. На пластину, перпендикулярно её поверхности, падает световой пучок, который после отражения от пластины собирается линзой. Длина падающей световой волны — λ . При каком из указанных значений высоты ступеньки d интенсивность света в фокусе линзы будет минимальной?



- 1) λ 2) $\frac{1}{8}\lambda$ 3) $\frac{1}{3}\lambda$ 4) $\frac{1}{4}\lambda$

A19

Схема электрической цепи показана на рисунке. Когда ключ K разомкнут, идеальный вольтметр показывает 8 В. При замкнутом ключе вольтметр показывает 7 В. Сопротивление внешней цепи равно 3,5 Ом. Чему равна ЭДС источника тока?

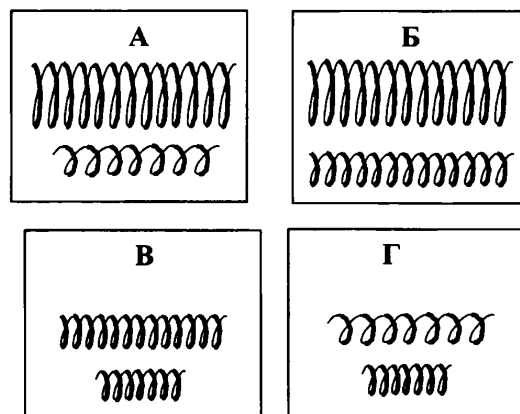


- 1) 7 В 2) 8 В 3) 15 В 4) 24,5 В

A20

Проволочная катушка с током создаёт магнитное поле. Была выдвинута гипотеза, что магнитный поток через поперечное сечение катушки зависит от её длины и диаметра. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два набора катушек нужно взять для такого исследования?

- 1) А и Б
2) Б и В
3) Б и Г
4) В и Г

**A21**

В результате теоретических расчётов ученик пришёл к следующему выводу: при смешивании двух одинаковых по массе порций воды, температура которых соответственно равна $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура смеси составит $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Далее ученик провёл эксперимент: налил в две пробирки по 5 г холодной и подогретой воды, убедился, что температура обеих порций воды имеет нужные значения, и слил обе порции в третью пробирку. Пробирку с водой он несколько раз встряхнул, чтобы вода перемешалась, и измерил температуру воды жидкостным термометром с ценой деления $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Она оказалась равной $+34\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какой вывод можно сделать из эксперимента?

- 1) Для измерения температуры был взят термометр со слишком большой ценой деления, что не позволило проверить гипотезу.
2) Условия проведения опыта не соответствуют проверяемому предположению.
3) Не надо было встряхивать пробирку.
4) С учётом погрешности измерения эксперимент подтвердил теоретические расчёты.

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 является последовательность цифр.

В1

Камень бросили с балкона вертикально вверх. Что происходит со скоростью камня, его ускорением и полной механической энергией в процессе движения камня вверх? Сопротивление воздуха не учитывать. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость камня	Ускорение камня	Полная механическая энергия камня

В2

Электрический колебательный контур радиоприёмника настроен на длину волны λ . Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если площадь пластин конденсатора уменьшить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Частота колебаний	Длина волны

В3

Электрон со скоростью \vec{v} влетает в первом случае в область однородного электрического поля перпендикулярно линиям напряжённости поля \vec{E} (см. рисунок 1), а во втором случае в область однородного магнитного поля перпендикулярно линиям магнитной индукции \vec{B} (см. рисунок 2). Установите, по какой траектории будет двигаться электрон в каждом из этих случаев.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОНА

А) в электрическом поле

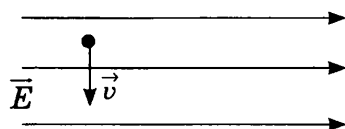


Рис. 1

Б) в магнитном поле

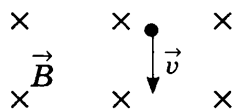


Рис. 2

ВИД ТРАЕКТОРИИ

- 1) прямая
- 2) парабола
- 3) окружность
- 4) винтовая линия

А	Б

В4

Спутник движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом R . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. (M — масса Земли, R — радиус орбиты, G — гравитационная постоянная.)

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) скорость спутника

Б) период обращения спутника вокруг Земли

ФОРМУЛЫ

1) $2\pi\sqrt{\frac{GM}{R}}$

2) $2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$

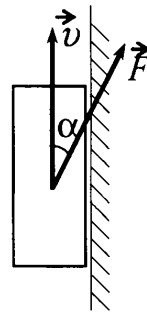
3) $4\pi^2\sqrt{\frac{R}{GM}}$

4) $\sqrt{\frac{GM}{R}}$

А	Б

Часть 3

A22 Брусок массой m прижат к вертикальной стене силой \vec{F} , направленной под углом α к вертикали (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и стеной равен μ . При какой величине силы \vec{F} брусок будет двигаться по стене вертикально вверх с постоянной скоростью?



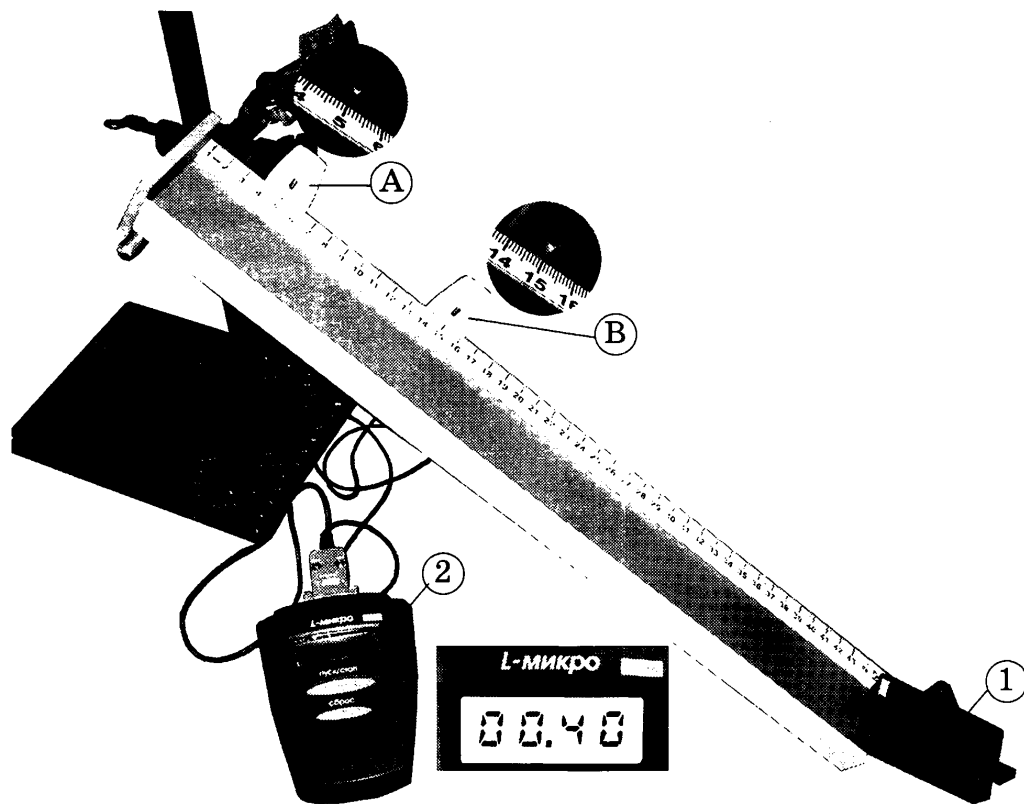
1) $\frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$

3) $\frac{\mu mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$

2) $\frac{mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$

4) $\frac{mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$

A23 Ниже представлена фотография установки для исследования равноускоренного скольжения каретки (1) массой 0,1 кг по наклонной плоскости, установленной под углом 30° к горизонту.



В момент начала движения верхний датчик (А) включает секундомер (2), а при прохождении каретки мимо нижнего датчика (В) секундомер выключается. Числа на линейке обозначают длину в сантиметрах. Какое выражение описывает зависимость скорости каретки от времени?

1) $v = 1,25t$

3) $v = 2,5t$

2) $v = 0,5t$

4) $v = 1,9t$

A24 В баллоне объёмом $1,66 \text{ м}^3$ находится 2 кг газа при давлении 10^5 Па и температуре $+47 \text{ }^\circ\text{C}$. Какова молярная масса газа?

- 1) 44 г/моль 2) 32 г/моль 3) $8,31 \text{ г/моль}$ 4) $16,6 \text{ г/моль}$

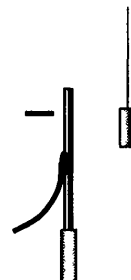
A25 В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд на одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Вычислите по этим данным примерное значение максимальной силы тока в катушке.

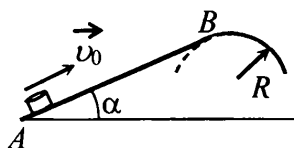
- 1) $1,6 \text{ мА}$ 2) 2 мА 3) $3,2 \text{ мА}$ 4) $6,2 \text{ мА}$

C1 Около небольшой металлической пластины, укреплённой на изолирующей подставке, подвесили на шёлковой нити лёгкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на неё отрицательный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



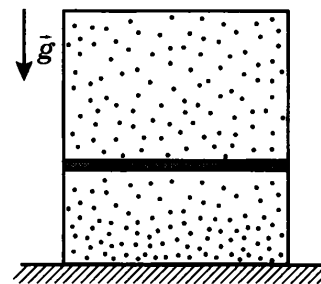
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2 Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки A (см. рисунок). В точке B наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом R . Если в точке A скорость шайбы превосходит $v_0 = 4 \text{ м/с}$, то в точке B шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости $AB = L = 1 \text{ м}$, угол $\alpha = 30^\circ$. Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой $\mu = 0,2$. Найдите внешний радиус трубы R .

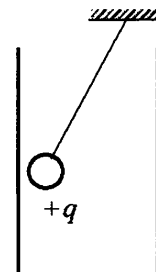


C3 В калориметре находился 1 кг льда. Какой была температура льда, если после добавления в калориметр 15 г воды, имеющей температуру $+20 \text{ }^\circ\text{C}$, в калориметре установилось тепловое равновесие при $-2 \text{ }^\circ\text{C}$? Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь.

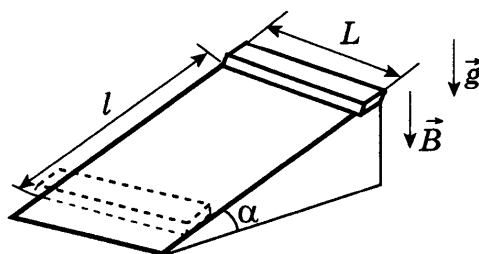
C4 Вертикальный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделён подвижным поршнем весом 110 Н на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество идеального газа при температуре +361 К. Сколько молей газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.



C5 Маленький шарик с зарядом $q = 4 \cdot 10^{-9}$ Кл и массой 0,3 г, подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости 10 Н/м, находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора 10 см. Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити 0,5 мм?



C6 Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину $L = 0,5$ м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле индукцией $B = 0,1$ Тл (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$. Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдёт по наклонной плоскости расстояние $l = 1,6$ м.



Итоговый вариант 6

Разделы «Механика», «МКТ и термодинамика», «Электродинамика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: четырёх задач с выбором одного верного ответа (A22–A25) и шести задач (C1–C6), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

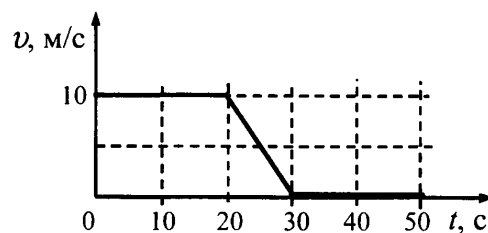
Желаем успеха!

Часть 1

А1

На рисунке представлен график зависимости скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 0 до 40 с.

- 1) 100 м 3) 200 м
2) 150 м 4) 250 м



А2

Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона поезда, движущегося относительно Земли, покатился вперед по ходу поезда. Это произошло в результате того, что скорость поезда относительно Земли

- 1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась
4) изменилась по направлению

А3

При исследовании упругих свойств пружины ученик получил следующую таблицу результатов измерений силы упругости пружины и её удлинения:

F , Н	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Δx , см	0	1	2	3	4	5

Жёсткость пружины равна

- 1) 0,5 Н/м 2) 5 Н/м 3) 50 Н/м 4) 500 Н/м

А4

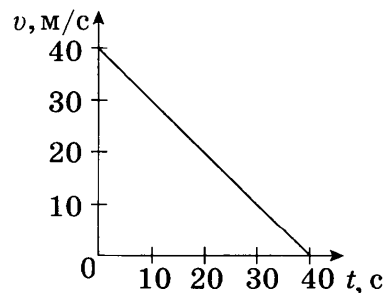
Два маленьких шарика находятся на расстоянии l друг от друга. На каком расстоянии друг от друга находятся шарики с вдвое большими массами, если силы их гравитационного притяжения друг к другу по модулю такие же?

- 1) $9l$ 2) $\frac{1}{9}l$ 3) $3l$ 4) $\frac{1}{3}l$

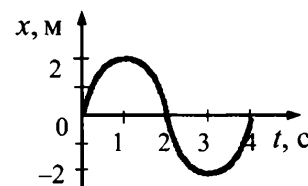
А5

Скорость автомобиля при торможении изменяется с течением времени в соответствии с графиком, представленным на рисунке. Как изменилась кинетическая энергия автомобиля за первые 20 секунд торможения?

- 1) уменьшилась в 2 раза
2) увеличилась в 4 раза
3) уменьшилась в 4 раза
4) не изменилась

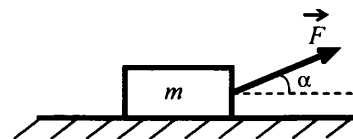


A6 График зависимости смещения материальной точки от времени при гармонических колебаниях представлен на рисунке. Закон движения точки имеет вид (в СИ)



- 1) $x = 2 \cos\left(\frac{\pi}{2}t\right)$ 3) $x = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2}t\right)$
 2) $x = 2 \sin(\pi t)$ 4) $x = 2 \cos(\pi t)$

A7 Брусок массой m движется равноускоренно по горизонтальной поверхности под действием силы \vec{F} , как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения равен μ . Модуль силы трения равен

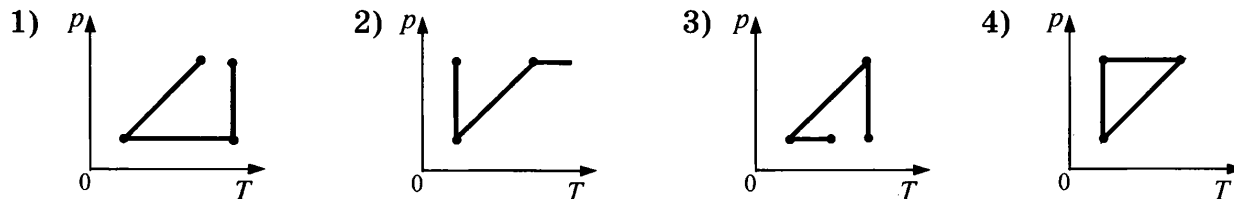


- 1) $mg \cos \alpha$ 3) $\mu(mg - F \sin \alpha)$
 2) $F \cos \alpha$ 4) $\mu(mg + F \sin \alpha)$

A8 Хаотичность теплового движения молекул газа приводит к тому, что

- 1) плотность газа одинакова в любой точке занимаемого им сосуда
 2) плотность вещества в газообразном состоянии меньше плотности этого вещества в жидком состоянии
 3) газ гораздо легче сжать, чем жидкость
 4) при одновременном охлаждении и сжатии газ превращается в жидкость

A9 Один моль идеального газа сначала сжимается при постоянной температуре, затем нагревается при постоянном давлении и, наконец, охлаждается при постоянном объеме до первоначальной температуры. Какой из графиков в координатах p - T соответствует этим изменениям?



A10 Температура тела А равна $+300$ К, температура тела В равна $+100$ °С. Выберите верное утверждение о температуре каждого из тел при их тепловом контакте.

- 1) Температура тела А будет увеличиваться, а тела В — уменьшаться.
 2) Температура тела А будет уменьшаться, а тела В — увеличиваться.
 3) Температуры тел А и В не изменятся.
 4) Температуры тел А и В могут только понижаться.

A11 В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно сделать насыщенным,

- 1) повышая температуру
 2) уменьшая объём сосуда
 3) увеличивая внутреннюю энергию
 4) добавляя в сосуд другой газ

A12 Газ в тепловом двигателе получил количество теплоты 200 Дж и совершил работу 60 Дж. Как изменилась внутренняя энергия газа?

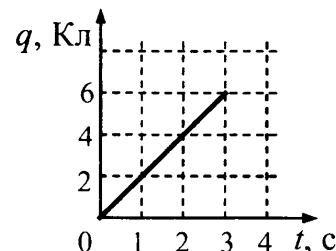
- 1) увеличилась на 260 Дж
- 2) уменьшилась на 260 Дж
- 3) уменьшилась на 140 Дж
- 4) увеличилась на 140 Дж

A13 Два точечных заряда будут отталкиваться друг от друга только в том случае, если заряды

- 1) одинаковы по знаку и любые по модулю
- 2) одинаковы по знаку и обязательно одинаковы по модулю
- 3) различны по знаку и по модулю
- 4) различны по знаку, но обязательно одинаковы по модулю

A14 По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику. Сила тока в проводнике равна

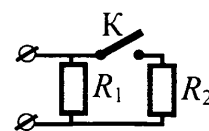
- 1) 1 А
- 2) 2 А
- 3) 4 А
- 4) 6 А



A15 На рисунке изображена схема электрической цепи. Что произойдёт с общим сопротивлением цепи при замыкании ключа К?

Сопротивление цепи

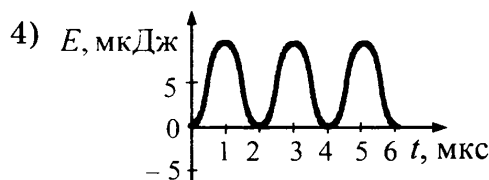
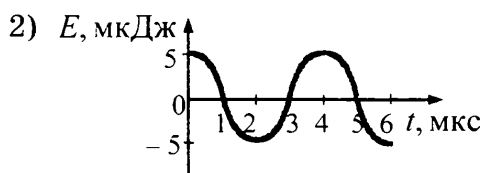
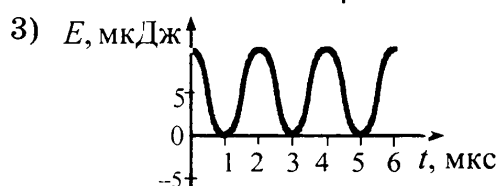
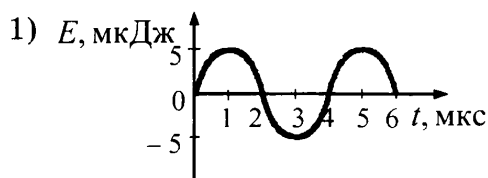
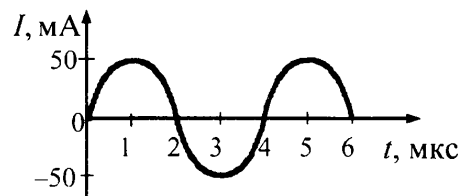
- 1) увеличится при любых значениях R_1 и R_2
- 2) уменьшится при любых значениях R_1 и R_2
- 3) уменьшится, только если $R_1 > R_2$
- 4) увеличится, только если $R_1 < R_2$



A16 При движении проводника в однородном магнитном поле между его концами возникает ЭДС индукции \mathcal{E}_1 . Чему станет равной ЭДС индукции \mathcal{E}_2 , если уменьшить индукцию магнитного поля в 3 раза?

- 1) $\mathcal{E}_2 = 9\mathcal{E}_1$
- 2) $\mathcal{E}_2 = 3\mathcal{E}_1$
- 3) $\mathcal{E}_2 = \frac{1}{9}\mathcal{E}_1$
- 4) $\mathcal{E}_2 = \frac{1}{3}\mathcal{E}_1$

A17 На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. На каком из графиков правильно показан процесс изменения энергии электрического поля конденсатора?



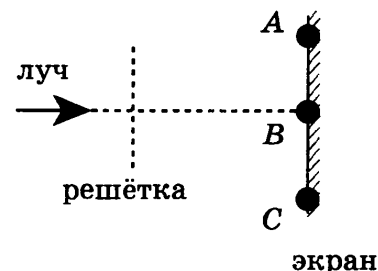
A18

Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 50° . Чему равен угол между отражённым лучом и зеркалом?

- 1) 40° 2) 50° 3) 90° 4) 100°

A19

Лазерный луч красного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решётку. На линии ABC экрана (см. рисунок) наблюдается серия ярких красных пятен. Какие изменения произойдут в расположении пятен на экране при замене лазерного луча красного цвета на лазерный луч зелёного цвета?



- 1) расположение пятен не изменится
 2) пятно в точке B не сместится, остальные раздвинутся от него
 3) пятно в точке B не сместится, остальные сдвинутся к нему
 4) пятно в точке B исчезнет, остальные раздвинутся от точки B

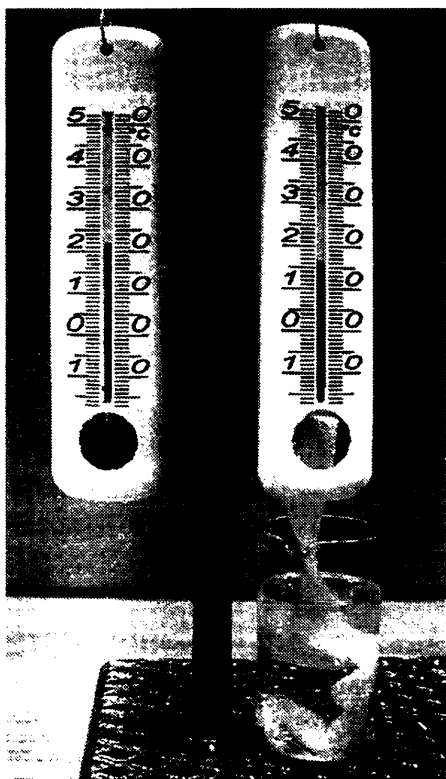
A20

Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать период колебаний маятника?

- 1) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g
 2) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
 3) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
 4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A21

На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.



Психрометрическая таблица

$t_{\text{сух. терм.}}$	Разность показаний сухого и влажного термометров						
$^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6
15	100	90	80	71	61	61	52
16	100	90	81	71	62	62	54
17	100	90	81	72	64	64	55
18	100	91	82	73	64	64	56
19	100	91	82	74	65	65	58
20	100	91	83	74	66	66	59
21	100	91	83	75	67	67	60
22	100	92	83	76	68	68	61
23	100	92	84	76	69	69	61
24	100	92	84	77	69	69	62
25	100	92	84	77	70	70	63

Каковы будут показания правого термометра при той же температуре воздуха и относительной влажности 83% ?

- 1) $+16^\circ\text{C}$ 2) $+18^\circ\text{C}$ 3) $+20^\circ\text{C}$ 4) $+24^\circ\text{C}$

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 является последовательность цифр.

В1

Брусок скользит без трения вниз по наклонной плоскости. Что происходит при этом с его скоростью, потенциальной энергией, силой реакции наклонной плоскости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость бруска	Потенциальная энергия бруска	Сила реакции наклонной плоскости

В2

В сосуде под поршнем длительное время находятся вода и пар. Объём сосуда под поршнем медленно увеличивают при постоянной температуре. Как изменяются масса пара, его давление и относительная влажность воздуха в сосуде? Считать, что в конце процесса на дне остаётся некоторое количество воды. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Масса пара	Давление пара	Относительная влажность воздуха

В3

Неподвижный положительный точечный заряд Q создает в вакууме электростатическое поле. На расстоянии r от него помещают пробный точечный заряд q .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила, действующая на пробный заряд
Б) напряжённость электростатического поля в точке, где расположен пробный заряд

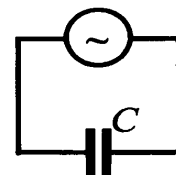
ФОРМУЛЫ

- 1) kq/r^2
2) kQ/r^2
3) kqQ/r
4) kqQ/r^2

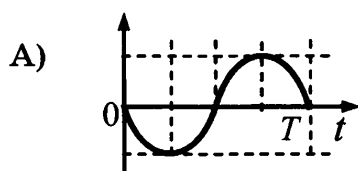
А	Б

В4

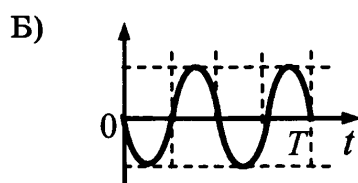
Конденсатор включён в цепь переменного тока (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ заряд левой обкладки конденсатора максимален. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в цепи переменного тока.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) ёмкостное сопротивление X_C
- 2) напряжение на конденсаторе U_C
- 3) сила тока в цепи I
- 4) мощность тока на конденсаторе IU_C

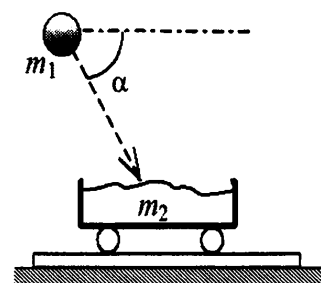


А	Б

Часть 3**A22**

Камень массой $m_1 = 2$ кг падает под углом 60° к горизонту со скоростью 10 м/с в тележку с песком общей массой $m_2 = 8$ кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах (см. рисунок). Импульс тележки с песком и камнем после падения камня равен

- 1) 34,6 кг · м/с
- 2) 20,0 кг · м/с
- 3) 17,3 кг · м/с
- 4) 10,0 кг · м/с

**A23**

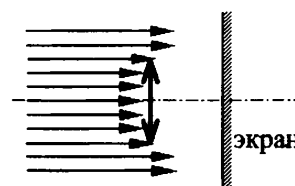
В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. К концу процесса масса воды увеличилась на 84 г. Какова начальная масса воды, если её первоначальная температура $+20^\circ\text{C}$?

- 1) 660 г
- 2) 420 г
- 3) 216 г
- 4) 330 г

A24

Пучок параллельных световых лучей падает перпендикулярно на тонкую собирающую линзу оптической силой 5 дптр. Диаметр линзы — 6 см (см. рисунок). Каков внешний диаметр светлого кольца на экране, стоящем на расстоянии 80 см от линзы?

- 1) 24 см
- 2) 18 см
- 3) 12 см
- 4) 6 см



A25

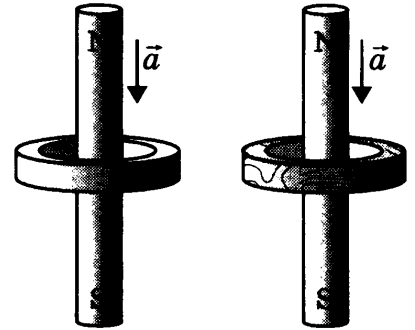
Частица, имеющая заряд $0,02 \text{ нКл}$, переместилась в однородном горизонтальном электрическом поле на расстояние $0,45 \text{ м}$ по горизонтали за время 3 с . Какова масса частицы, если начальная скорость частицы равна нулю, а напряжённость электрического поля 5000 В/м ?

- 1) 1 мг 2) 2 мг 3) $0,5 \text{ мг}$ 4) $4,5 \text{ мг}$

C1

Сквозь металлическое и деревянное кольца, не касаясь их, падают одинаковые намагниченные стержни, как показано на рисунке. По-разному ли влияют кольца на ускорение \vec{a} стержней, и если да, то в чём состоит это различие?

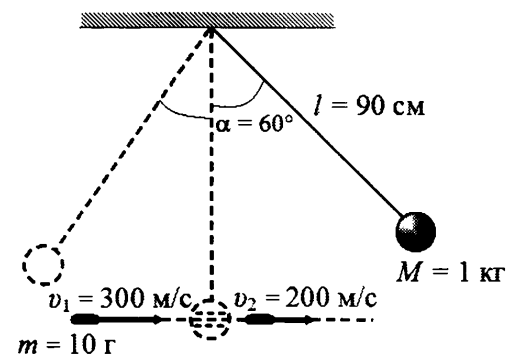
Рассмотрите две стадии падения стержня: стержень сближается с кольцом; стержень удаляется от кольца. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



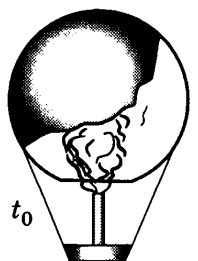
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2

Шар массой 1 кг , подвешенный на нити длиной 90 см , отводят от положения равновесия на угол 60° и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г , летящая навстречу шару со скоростью 300 м/с . Она пробивает его и вылетает горизонтально со скоростью 200 м/с , после чего шар продолжает движение в прежнем направлении. На какой максимальный угол отклонится шар после попадания в него пули? (Массу шара считать неизменной, диаметр шара — пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити.)

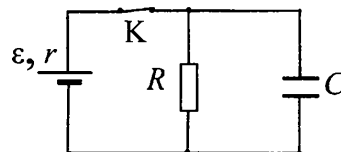
**C3**

Воздушный шар, оболочка которого имеет массу $M = 145 \text{ кг}$ и объём $V = 230 \text{ м}^3$, наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха $t_0 = 0^\circ \text{C}$. Какую минимальную температуру t должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.



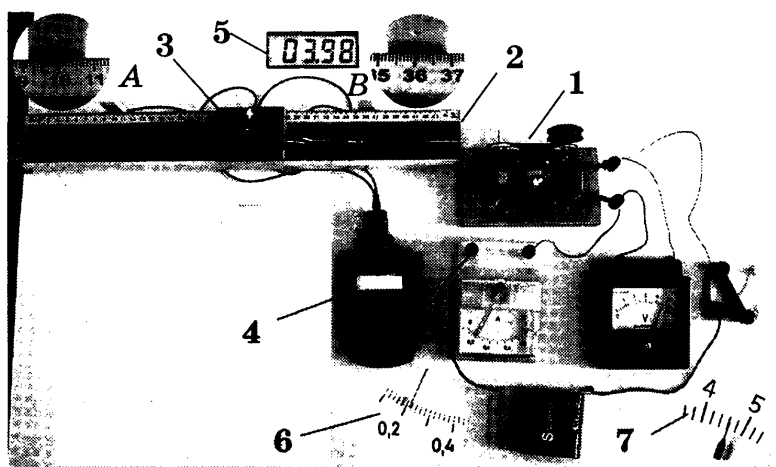
С4

В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K замкнут. Заряд конденсатора $q = 2 \text{ мкКл}$, ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24 \text{ В}$, её внутреннее сопротивление $r = 5 \text{ Ом}$, сопротивление резистора $R = 25 \text{ Ом}$. Найдите количество теплоты, которое выделяется на резисторе после размыкания ключа K в результате разряда конденсатора. Потери на излучение пренебречь.



С5

На фотографии представлена установка, в которой электродвигатель (1) с помощью нити (2) равномерно перемещает каретку (3) вдоль направляющей горизонтальной линейки. При прохождении каретки мимо датчика А секундомер (4) включается, а при прохождении каретки мимо датчика В секундомер выключается.



После измерения силы тока (6), напряжения (7) и времени (дисплей 5) ученик с помощью динамометра измерил силу трения скольжения каретки по направляющей. Она оказалась равной $0,4 \text{ Н}$. Рассчитайте отношение α работы силы упругости нити к работе электрического тока во внешней цепи.

С6

В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 10 \text{ мА}$, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 4,0 \text{ В}$. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно $3,2 \text{ В}$. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

РАЗДЕЛ 4. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Вариант 4.1

Тема «Квантовая физика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 1,5 часа (90 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 30 заданий.

Часть 1 содержит 28 заданий (A1–A28). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 2 задания (B1 и B2), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

A1 От чего зависит максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, выбиваемых из металла при фотоэффекте?

- А) от частоты падающего света
 Б) от интенсивности падающего света
 В) от работы выхода электронов из металла

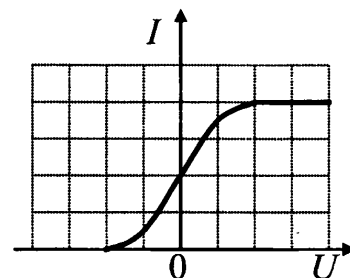
Правильными являются ответы:

- 1) только Б 2) А и Б 3) А и В 4) А, Б и В

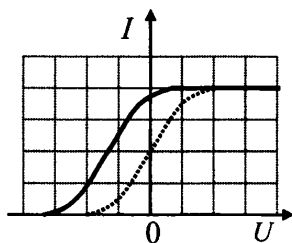
A2 Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны λ , соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества. При увеличении интенсивности света

- 1) фотоэффект не будет происходить при любой интенсивности света
 2) будет увеличиваться количество фотоэлектронов
 3) будет увеличиваться энергия фотоэлектронов
 4) будет увеличиваться как энергия, так и количество фотоэлектронов

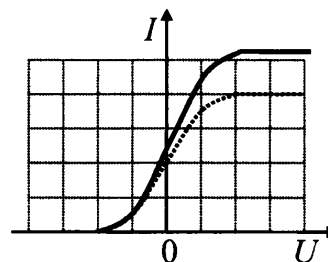
A3 Фотоэлемент освещают светом с определённой частотой. На рисунке справа представлен график зависимости силы фототока в этом фотоэлементе от приложенного к нему напряжения. В случае увеличения частоты без изменения количества фотонов, падающих на фотоэлемент в единицу времени, график изменится. На каком из приведённых рисунков правильно отмечено изменение графика? Будем считать, что отношение числа фотоэлектронов к числу падающих фотонов не зависит от частоты.



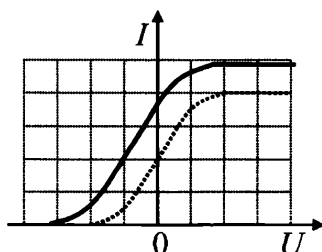
1)



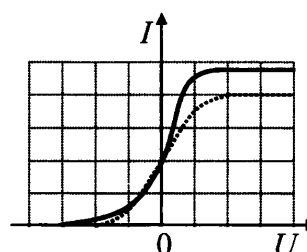
2)



3)

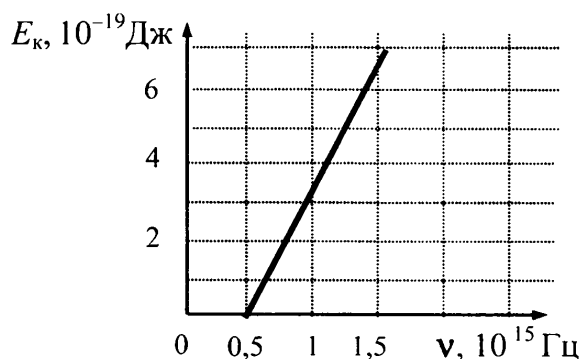


4)



A4

Слой оксида кальция облучается светом и испускает электроны. На рисунке показан график изменения максимальной энергии фотоэлектронов в зависимости от частоты падающего света. Какова работа выхода фотоэлектронов из оксида кальция?



- 1) 0,7 эВ
- 2) 1,4 эВ
- 3) 2,1 эВ
- 4) 2,8 эВ

A5

В опытах по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода 3,5 эВ освещали электромагнитным излучением с энергией фотонов 12 эВ. Затем частоту падающего на пластину излучения увеличили в 2 раза, оставив неизменной его интенсивность. В результате этого максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

- 1) не изменилась, так как фотоэлектронов не будет
- 2) увеличилась более чем в 2 раза
- 3) увеличилась в 2 раза
- 4) увеличилась менее чем в 2 раза

A6

Частота красного света примерно в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Энергия фотона красного света по отношению к энергии фотона фиолетового света

- 1) больше в 4 раза
- 2) больше в 2 раза
- 3) меньше в 2 раза
- 4) меньше в 4 раза

A7

Импульс фотона имеет наименьшее значение в диапазоне частот

- 1) рентгеновского излучения
- 2) видимого излучения
- 3) ультрафиолетового излучения
- 4) инфракрасного излучения

A8

Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 400$ нм, другой — с длиной волны $\lambda_2 = 600$ нм. Отношение импульсов $\frac{p_1}{p_2}$ фотонов, излучаемых лазерами, равно

- 1) $\frac{3}{2}$
- 2) $\frac{2}{3}$
- 3) $\sqrt{\frac{3}{2}}$
- 4) $\sqrt{\frac{2}{3}}$

A9

Электрон и α -частица имеют одинаковые длины волн де Бройля. Импульс какой частицы больше?

- 1) электрона, так как его электрический заряд меньше
- 2) α -частицы, так как её масса больше
- 3) α -частица не обладает волновыми свойствами
- 4) импульсы одинаковы

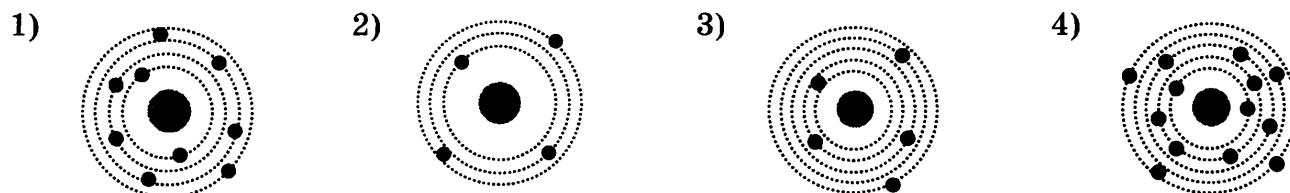
A10 В опыте Резерфорда α -частицы рассеиваются

- 1) электростатическим полем ядра атома
- 2) электронной оболочкой атомов мишени
- 3) гравитационным полем ядра атома
- 4) поверхностью мишени

A11 В планетарной модели атома принимается, что число

- 1) электронов на орбитах равно числу протонов в ядре
- 2) протонов равно числу нейтронов в ядре
- 3) электронов на орбитах равно сумме чисел протонов и нейтронов в ядре
- 4) нейтронов в ядре равно сумме чисел электронов на орбитах и протонов в ядре

A12 На рисунке изображены схемы четырёх атомов в модели Резерфорда. Чёрными точками обозначены электроны. Атому ${}^9_4\text{Be}$ соответствует схема



A13 Атом натрия ${}^{23}_{11}\text{Na}$ содержит

- 1) 11 протонов, 23 нейтрона и 34 электрона
- 2) 23 протона, 11 нейтронов и 11 электронов
- 3) 12 протонов, 11 нейтронов и 12 электронов
- 4) 11 протонов, 12 нейтронов и 11 электронов

A14 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li ЛИТИЙ ${}^7_{03}$ ${}^6_{7,4}$	3	Be БЕРИЛЛИЙ ${}^9_{100}$	4	5	B БОР ${}^{11}_{80}$ ${}^{10}_{20}$
3	III	Na НАТРИЙ ${}^{23}_{100}$	11	Mg МАГНИЙ ${}^{24}_{79}$ ${}^{26}_{11}$ ${}^{25}_{10}$	12	13	Al АЛЮМИНИЙ ${}^{27}_{100}$
4	IV	K КАЛИЙ ${}^{39}_{93}$ ${}^{41}_{6,7}$	19	Ca КАЛЬЦИЙ ${}^{40}_{97}$ ${}^{44}_{2,1}$	20	Sc СКАНДИЙ ${}^{45}_{100}$	21
	V	Cu МЕДЬ ${}^{63}_{69}$ ${}^{65}_{31}$	29	Zn ЦИНК ${}^{64}_{49}$ ${}^{66}_{28}$ ${}^{68}_{18}$	30	Ga ГАЛЛИЙ ${}^{69}_{60}$ ${}^{71}_{40}$	31

Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа цинка соответственно равно

- 1) 49 протонов, 30 нейтронов
- 2) 64 протона, 49 нейтронов
- 3) 30 протонов, 34 нейтрона
- 4) 34 протона, 30 нейтронов

A15

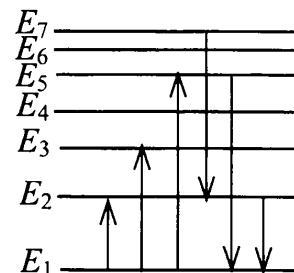
Согласно постулатам Бора, частота электромагнитного излучения, возникающего при переходе атома из возбуждённого состояния с энергией E_1 в основное состояние с энергией E_0 , вычисляется по формуле (c — скорость света, h — постоянная Планка)

- 1) $\frac{E_1 + E_0}{h}$ 2) $\frac{E_1 - E_0}{h}$ 3) $\frac{hc}{E_1 - E_0}$ 4) $\frac{hc}{E_1 + E_0}$

A16

На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта минимальной частоты?

- 1) с уровня 1 на уровень 5 3) с уровня 5 на уровень 1
2) с уровня 1 на уровень 2 4) с уровня 2 на уровень 1



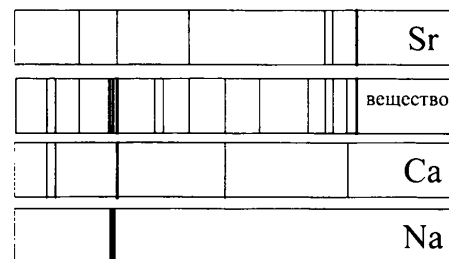
A17

Электрон внешней оболочки атома сначала переходит из стационарного состояния с энергией E_1 в стационарное состояние с энергией E_2 , поглощая фотон частотой ν_1 . Затем он переходит из состояния E_2 в стационарное состояние с энергией E_3 , поглощая фотон частотой $\nu_2 > \nu_1$. Что происходит при переходе электрона из состояния E_3 в состояние E_1 ?

- 1) излучение фотона частотой $\nu_2 + \nu_1$ 3) поглощение фотона частотой $\nu_2 - \nu_1$
2) излучение фотона частотой $\nu_2 - \nu_1$ 4) поглощение фотона частотой $\nu_2 + \nu_1$

A18

На рисунке приведены спектры поглощения атомарных паров неизвестного вещества и трёх известных элементов. По виду спектров можно утверждать, что неизвестное вещество содержит в заметном количестве атомы



- 1) только стронция (Sr) и кальция (Ca)
2) только натрия (Na) и стронция (Sr)
3) только стронция (Sr), кальция (Ca) и натрия (Na)
4) стронция (Sr), кальция (Ca), натрия (Na) и других элементов

A19

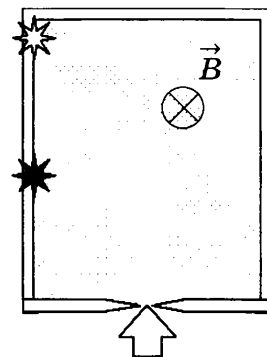
Гамма-излучение — это

- 1) поток ядер гелия 3) поток электронов
2) поток протонов 4) электромагнитные волны

A20

Неизвестная частица, являющаяся продуктом некоторой ядерной реакции, влетает в камеру с магнитным полем, направленным перпендикулярно направлению её движения (перпендикулярно плоскости рисунка). Белой звёздочкой на рисунке показано место, где частица ударилась в экран. Чёрной звёздочкой показано место, в которое на экран попадают протоны ${}^1_1\text{p}$ с той же скоростью. Неизвестная частица, скорее всего, является

- 1) электроном 3) позитроном
2) нейтроном 4) α -частицей



A21

Период полураспада ядер атомов некоторого вещества составляет 17 с. Это означает, что

- 1) за 17 с атомный номер каждого ядра уменьшится вдвое
- 2) одно радиоактивное ядро распадается каждые 17 с
- 3) все изначально имевшиеся ядра радиоактивного вещества распадутся через 34 с
- 4) половина изначально большого числа имевшихся ядер распадётся за 17 с

A22

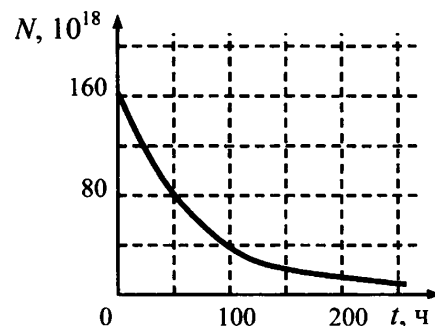
Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Если изначально было 104 мг этого изотопа, то сколько примерно его будет через 5,2 года?

- 1) 13 мг
- 2) 26 мг
- 3) 39 мг
- 4) 52 г

A23

Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия $^{172}_{68}\text{Er}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа эрбия?

- 1) 25 часов
- 2) 50 часов
- 3) 100 часов
- 4) 200 часов



A24

Нагретый газ углерод $^{15}_6\text{C}$ излучает свет. Этот изотоп испытывает β -распад с периодом полураспада 2,5 с. Как изменится спектр излучения всего газа за 5 с?

- 1) спектр углерода $^{15}_6\text{C}$ исчезнет и заменится спектром азота $^{15}_7\text{N}$
- 2) спектр станет ярче из-за выделяющейся энергии
- 3) спектр сдвинется в красную область из-за уменьшения числа атомов углерода
- 4) спектр углерода станет менее ярким, но добавятся линии азота $^{15}_7\text{N}$

A25

Ядро бария $^{143}_{56}\text{Ba}$ в результате испускания нейтрона, а затем электрона превратилось в ядро

- 1) $^{145}_{56}\text{Ba}$
- 2) $^{142}_{57}\text{La}$
- 3) $^{143}_{58}\text{Ba}$
- 4) $^{144}_{55}\text{Cs}$

A26

Радиоактивный свинец $^{212}_{82}\text{Pb}$, испытав два β -распада и один α -распад, превратился в изотоп

- 1) свинца $^{208}_{82}\text{Pb}$
- 2) полония $^{212}_{84}\text{Po}$
- 3) висмута $^{212}_{83}\text{Bi}$
- 4) таллия $^{208}_{81}\text{Tl}$

A27

В результате столкновения ядра урана с частицей произошло деление ядра урана, сопровождающееся излучением нейтронов и γ -квантов в соответствии с уравнением $^Y_Z\text{X} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{94}_{36}\text{Kr} + ^{139}_{56}\text{Ba} + 3^1_0\text{n} + 5\gamma$. Ядро урана столкнулось с

- 1) протоном
- 2) электроном
- 3) нейтроном
- 4) α -частицей

A28

В результате реакции синтеза ядра дейтерия с ядром X_YZ образуется ядро бора и нейтрон в соответствии с реакцией: ${}^2_1\text{H} + {}^X_YZ \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$. Каковы массовое число X и заряд Y (в единицах элементарного заряда) ядра, вступившего в реакцию с дейтерием?

1) $X = 11$
 $Y = 5$

2) $X = 10$
 $Y = 5$

3) $X = 9$
 $Y = 4$

4) $X = 10$
 $Y = 4$

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B2) является последовательность цифр.

B1

Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при захвате ядром электрона: массовое число, заряд и число нейтронов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается

2) уменьшается

3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра	Число нейтронов в ядре

B2

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими фотон длиной волны λ , и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) энергия фотона

Б) импульс фотона

ФОРМУЛЫ

1) hc/λ 2) $h\lambda/c$ 3) λ/c 4) h/λ

А	Б

Вариант 4.2

Тема «Квантовая физика»

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 2 часа (120 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 9 заданий.

Часть 1 содержит 5 заданий (A1–A5), представляющих собой расчётные задачи. К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 состоит из 4 задач (C1–C4), для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Часть 1

A1 Какова энергия фотона, соответствующего длине электромагнитной волны $\lambda = 6 \text{ мкм}$?

- 1) $3,3 \cdot 10^{-40}$ Дж 3) $4,0 \cdot 10^{-19}$ Дж
2) $4,0 \cdot 10^{-39}$ Дж 4) $3,3 \cdot 10^{-20}$ Дж

A2 В опытах по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж освещали светом с частотой $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту света уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате этого максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

- 1) стала равной нулю
- 2) увеличилась в 1,5 раза
- 3) уменьшилась в 2 раза
- 4) уменьшилась менее чем в 2 раза

А3 Работа выхода фотоэлектронов для материала катода вакуумного фотоэлемента равна 1,5 эВ. Катод освещается монохроматическим светом, у которого энергия фотонов равна 3,5 эВ. Каково запирающее напряжение, при котором фототок прекратится?

- 1) 1,5 B 2) 2,0 B 3) 3,5 B 4) 5,0 B

A4 В некоторых опытах по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Напряжение, при котором поле останавливает и возвращает назад все фотоэлектроны, называли задерживающим напряжением.

В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов при освещении одной и той же пластины.

Задерживающее напряжение U , В	0,4	0,6
Частота ν , 10^{14} Гц	5,5	6,1

Постоянная Планка по результатам этого эксперимента равна

- 1) $4,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ 3) $7,0 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
2) $5,3 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ 4) $6,3 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

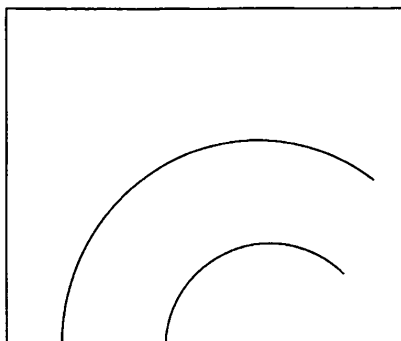
A5 Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 600$ нм. При освещении этого металла светом длиной волны λ максимальная кинетическая энергия выбитых из него фотоэлектронов в 3 раза меньше энергии падающего света. Какова длина волны λ падающего света?

- 1) 133 нм 2) 300 нм 3) 400 нм 4) 1200 нм

Часть 2

С1

На рисунке показаны два трека заряженных частиц в камере Вильсона, помещенной в однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка. Трек I принадлежит протону.



II I

Какой из частиц (протону, электрону или α -частице) принадлежит трек II? Известно, что частицы влетели в камеру Вильсона в плоскости рисунка с одинаковыми скоростями. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач С2–С4 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

С2

Радиоактивный препарат помещён в медный контейнер массой 0,5 кг. За 2 ч температура контейнера повысилась на 5,2 К. Известно, что данный препарат испускает α -частицы с энергией 5,3 МэВ, причём энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Найдите активность препарата A , то есть количество α -частиц, рождающихся в нём за 1 с. Теплоёмкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

С3

Образец, содержащий радий, за 1 с испускает $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц. За 1 ч выделяется энергия 100 Дж. Каков средний импульс α -частицы? Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

С4

В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключён конденсатор ёмкостью $C = 8000$ пФ. При длительном освещении катода светом фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $q = 11 \cdot 10^{-9}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите длину волны λ света, освещающего катод.

ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: четырёх задач с выбором ответа (A22–A25) и шести задач, для которых требуется дать развёрнутые решения (C1–C6).

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

ВАРИАНТ 1

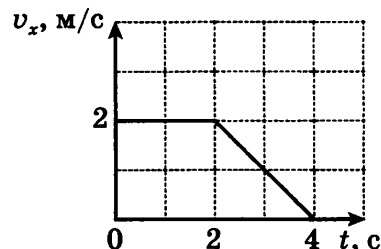
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?

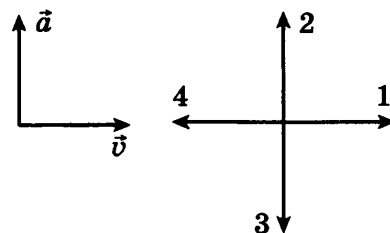
- 1) 6 м 3) 4 м
2) 8 м 4) 5 м



A2

На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на это тело?

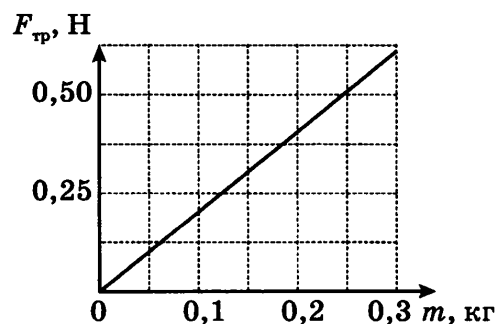
- 1) 1 3) 3
2) 2 4) 4



A3

При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Согласно графику, в этом исследовании коэффициент трения приблизительно равен

- 1) 0,10 3) 1,00
2) 0,02 4) 0,20



A4

Навстречу друг другу летят шарики из пластилина. Модули их импульсов соответственно равны $6 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с и $2 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с. Чему равен модуль импульса шариков после их абсолютно неупругого столкновения?

- 1) $8 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с 3) $2 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с
2) $4 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с 4) $1 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с

A5

Паращютист спускается с неизменной скоростью, а энергия его взаимодействия с Землей постепенно уменьшается. При спуске парашютиста

- 1) его потенциальная энергия полностью преобразуется в кинетическую энергию
- 2) его полная механическая энергия не меняется
- 3) его потенциальная энергия полностью преобразуется во внутреннюю энергию парашютиста и воздуха
- 4) его кинетическая энергия преобразуется в потенциальную энергию

A6

Период колебаний пружинного маятника 1 с. Каким станет период колебаний, если массу груза маятника увеличить в 4 раза?

- 1) 1 с
- 2) 2 с
- 3) 4 с
- 4) 0,5 с

A7

Газ в цилиндре переводится из состояния А в состояние В так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния идеального газа, приведены в таблице:

	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
состояние А	1,0	4	
состояние В	1,5	8	900

Выберите число, которое следует внести в свободную клетку таблицы.

- 1) 300
- 2) 450
- 3) 600
- 4) 900

A8

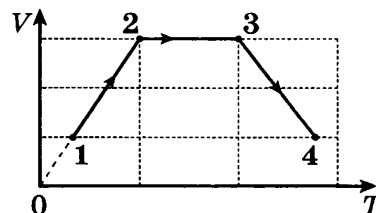
В каком случае внутренняя энергия воды не изменяется?

- 1) при ее переходе из жидкого состояния в твёрдое
- 2) при нагревании воды в сосуде
- 3) при увеличении количества воды в сосуде
- 4) при увеличении скорости сосуда с водой

A9

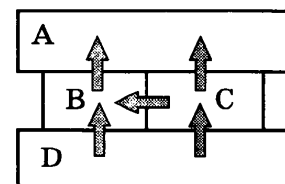
Газ последовательно перешел из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояния 3 и 4. Работа газа равна нулю

- 1) на участке 1–2
- 2) на участке 2–3
- 3) на участке 3–4
- 4) на участках 1–2 и 3–4



A10

Четыре металлических бруска положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к брусу. Температуры брусков в данный момент 100°C , 80°C , 60°C , 40°C . Какой из брусков имеет температуру 40°C ?

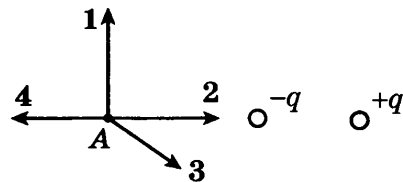


- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

A11

На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $-q$ и $+q$ ($q > 0$). Направлению вектора напряжённости электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4



A12

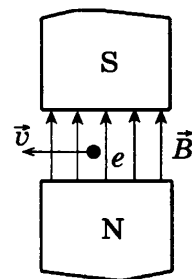
Сколько времени протекал по проводнику ток силой 10 А, если при напряжении на концах проводника 220 В в нем выделилось количество теплоты, равное 132 кДж?

- 1) 0,6 с 2) 132 с 3) 60 с 4) 2200 с

A13

Электрон e , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ?

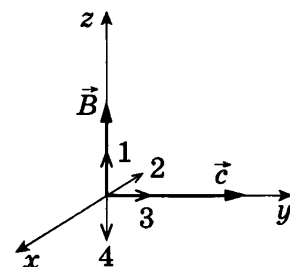
- 1) вертикально вниз ↓ 3) от наблюдателя ⊗
2) горизонтально вправо → 4) к наблюдателю ⊙



A14

На рисунке в декартовой системе координат представлены вектор индукции \vec{B} магнитного поля в электромагнитной волне и вектор \vec{c} скорости ее распространения. Направление вектора напряжённости электрического поля \vec{E} в волне совпадает со стрелкой

- 1) 1 3) 3
2) 2 4) 4



A15

Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 20° . Чему равен угол между падающим и отраженным лучами?

- 1) 40° 2) 50° 3) 70° 4) 110°

A16

Параллельный пучок монохроматического красного света падает на препятствие с узкой щелью. На экране за препятствием, кроме центральной светлой полосы, наблюдается чередование красных и темных полос. Данное явление связано с

- 1) поляризацией света 3) дифракцией света
2) дисперсией света 4) преломлением света

A17

В каком из указанных ниже диапазонов электромагнитного излучения энергия фотонов имеет наименьшее значение?

- 1) в рентгеновском излучении 3) в видимом свете
2) в ультрафиолетовом излучении 4) в инфракрасном излучении

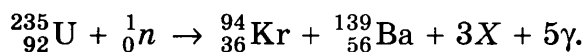
A18

Какая доля радиоактивных ядер распадается за интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 25% 2) 50% 3) 75% 4) 100%

A19

В результате столкновения ядра урана с нейтроном произошло деление ядра урана, сопровождающееся излучением γ -квантов и трех одинаковых частиц в соответствии с уравнением

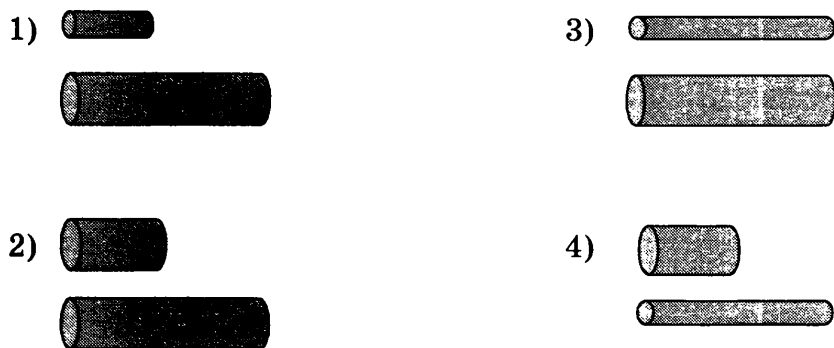


Какие три частицы возникли в результате ядерной реакции?

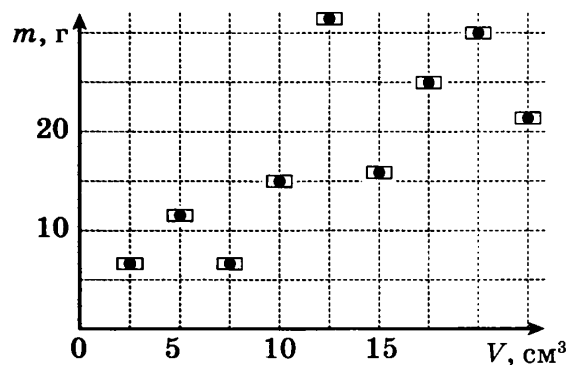
- 1) протоны 2) электроны 3) нейтроны 4) α -частицы

A20

Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от ее диаметра?

**A21**

Ученик предположил, что масса сплошных тел из одного и того же вещества прямо пропорциональна их объему. Для проверки этой гипотезы он взял бруски разных размеров из разных веществ. Результаты измерения объема брусков и их массы ученик отметил точками на координатной плоскости $\{V, m\}$, как показано на рисунке. Погрешности измерения объема и массы равны соответственно 1 см^3 и 1 г . Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?



- 1) с учетом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы
 2) эксперимент не подтвердил гипотезу
 3) погрешности измерений столь велики, что не позволили проверить гипотезу
 4) условия проведения эксперимента не соответствуют выдвинутой гипотезе

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1

Радиоактивное ядро испытало β^- -распад. Как изменились в результате этого массовое число и заряд радиоактивного ядра, а также число нейтронов в ядре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число	Заряд ядра	Число нейтронов в ядре

В2

В результате перехода с одной круговой орбиты на другую центростремительное ускорение спутника Земли увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

В3

Пучок света переходит из стекла в воздух. Частота световой волны равна ν , скорость света в стекле равна v , показатель преломления стекла относительно воздуха равен n .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны света в стекле
Б) длина волны света в воздухе

ФОРМУЛЫ

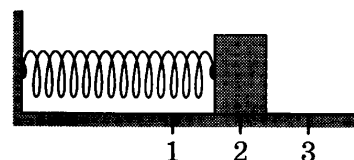
- 1) $\frac{v}{n \cdot v}$
2) $\frac{n \cdot v}{v}$
3) $\frac{n \cdot v}{v}$
4) $\frac{v}{v}$

Ответ:

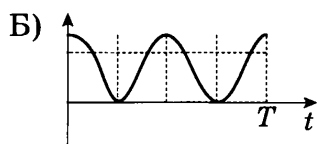
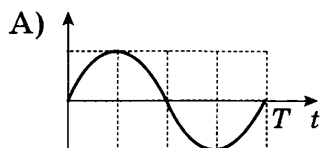
А	Б

В4

Груз изображенного на рисунке пружинного маятника может совершать гармонические колебания между точками 1 и 3. Период колебаний груза T . Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания груза после начала колебаний из положения в точке 1. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) потенциальная энергия пружинного маятника
2) кинетическая энергия груза на пружине
3) проекция скорости груза на ось Ox
4) проекция ускорения груза на ось Ox

Ответ:

А	Б

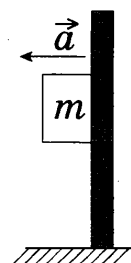
Часть 3

При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22

К подвижной вертикальной стенке приложили груз массой 10 кг. Коэффициент трения между грузом и стенкой равен 0,4. С каким минимальным ускорением надо передвигать стенку влево, чтобы груз не соскользнул вниз?

- 1) $4 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$
2) 4 м/с^2
3) 25 м/с^2
4) 250 м/с^2



A23

Папа, обучая девочку кататься на коньках, скользит с ней по льду со скоростью 4 м/с. В некоторый момент он аккуратно толкает девочку в направлении движения. Скорость девочки при этом возрастает до 6 м/с. Масса девочки 20 кг, а папы 80 кг. Какова скорость папы после толчка? Трение коньков о лед не учитывайте.

- 1) 3,5 м/с 2) 4 м/с 3) 4,5 м/с 4) 6,5 м/с

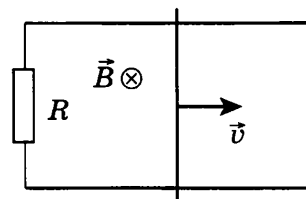
A24

В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ заливают $m = 1$ кг воды с температурой $t_2 = 44^\circ\text{C}$. Какая масса льда Δm расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде?

- 1) 56 г 3) 560 г
2) 280 г 4) 4200 г

A25

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,2$ Тл, расстояние между рельсами $l = 10$ см, скорость движения перемычки $v = 2$ м/с. Каково сопротивление контура R , если сила индукционного тока в контуре 0,01 А?



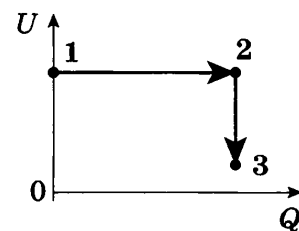
- 1) 0,001 Ом 2) 2 Ом 3) 0,4 Ом 4) 4 Ом

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

C1

В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q . Опишите изменение объема газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



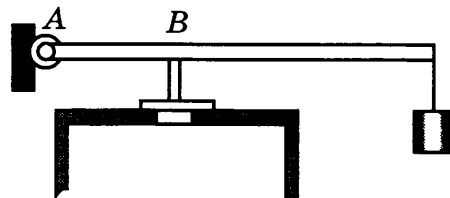
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

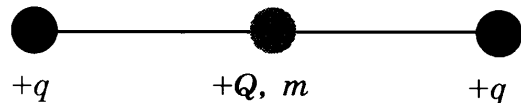
В безветренную погоду самолёт затрачивает на перелет между городами 6 часов. Если во время полёта дует постоянный боковой ветер перпендикулярно линии полета, то самолет затрачивает на перелет на 9 минут больше. Найдите скорость ветра, если скорость самолёта относительно воздуха постоянна и равна 328 км/ч.

С3

В цилиндр объёмом $0,5 \text{ м}^3$ насосом закачивается воздух со скоростью $0,002 \text{ кг/с}$. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рисунок). К свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг. Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, расстояние АВ равно 0,1 м. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К. Определите длину стержня, если его можно считать невесомым.

**С4**

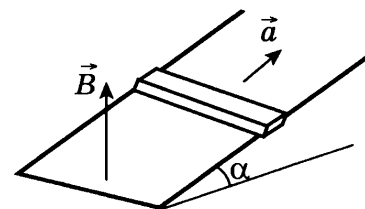
По гладкой горизонтальной направляющей длиной $2l$ скользит бусинка с положительным зарядом $Q > 0$ и массой m . На концах направляющей закреплены положительные заряды $q > 0$ (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен T .



Чему будет равен период колебаний бусинки, если ее заряд увеличить в 2 раза?

С5

Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле (см. рисунок). По стержню протекает ток I . Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Отношение массы стержня к его длине $\frac{m}{L} = 0,1 \text{ кг/м}$. Модуль индукции магнитного поля $B = 0,2 \text{ Тл}$. Ускорение стержня $a = 1,9 \text{ м/с}^2$. Чему равна сила тока в стержне?

**С6**

Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода), помещенной в сосуд, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью E . Пролетев путь $S = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$, он приобретает скорость $v = 3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. Какова напряженность электрического поля? Релятивистские эффекты не учитывать.

ВАРИАНТ 2

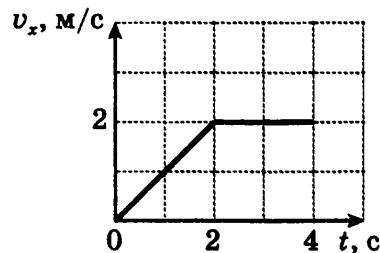
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?

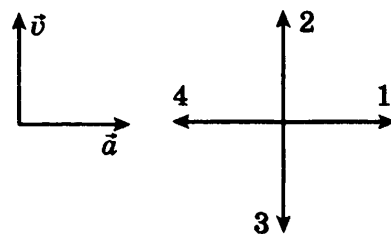
- 1) 6 м 3) 4 м
2) 8 м 4) 5 м



A2

На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на это тело?

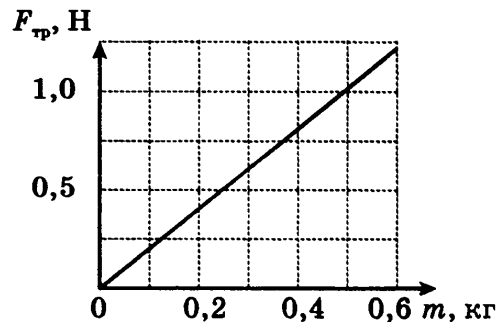
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4



A3

При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения $F_{тр}$ бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Согласно графику, в этом исследовании коэффициент трения приблизительно равен

- 1) 0,10 3) 1,00
2) 0,02 4) 0,20



A4

Навстречу друг другу летят шарики из пластилина. Модули их импульсов соответственно равны $5 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с и $3 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с. Столкнувшись, шарики слипаются. Чему равен импульс слипшихся шариков?

- 1) $8 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с 3) $2 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с
2) $4 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с 4) $1 \cdot 10^{-2}$ кг·м/с

A5

Маленький стальной шарик опускается в высоком сосуде с водой с неизменной скоростью. При этом энергия его взаимодействия с Землей постепенно уменьшается. При движении шарика

- 1) его потенциальная энергия полностью преобразуется в кинетическую энергию
2) его полная механическая энергия не меняется
3) его потенциальная энергия полностью преобразуется во внутреннюю энергию шарика и воды
4) его кинетическая энергия полностью преобразуется в потенциальную энергию

A6 Период колебаний пружинного маятника 1 с. Каким станет период колебаний, если жёсткость пружины увеличить в 4 раза?

- 1) 1 с 2) 2 с 3) 4 с 4) 0,5 с

A7 Газ в цилиндре переводится из состояния А в состояние В так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния идеального газа, приведены в таблице:

	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
состояние А	1,0	4	300
состояние В	1,5	8	

Выберите число, которое следует внести в свободную клетку таблицы.

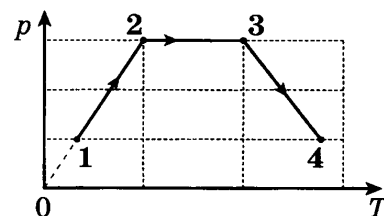
- 1) 300 2) 450 3) 600 4) 900

A8 В каком случае внутренняя энергия кусочка льда не изменяется?

- 1) при его переходе из твёрдого состояния в жидкое
2) при увеличении скорости кусочка льда
3) при увеличении массы кусочка льда
4) при охлаждении льда в морозильной камере

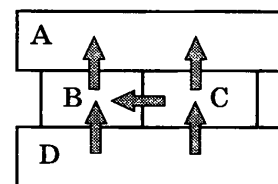
A9 Разреженный газ последовательно перешел из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояния 3 и 4. Работа газа равна нулю

- 1) на участке 1–2
2) на участке 2–3
3) на участке 3–4
4) на участках 1–2 и 3–4



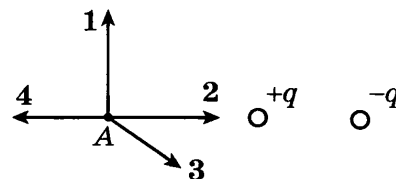
A10 Четыре металлических бруска положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к брусу. Температуры брусков в данный момент 100°C , 80°C , 60°C , 40°C . Какой из брусков имеет температуру 80°C ?

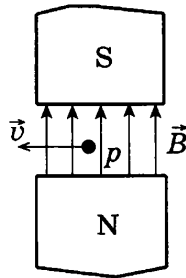
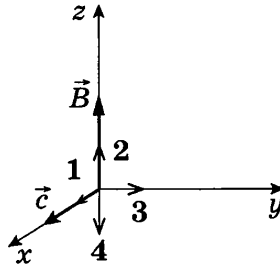
- 1) А 2) В 3) С 4) D



A11 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $-q$ и $+q$ ($q > 0$). Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

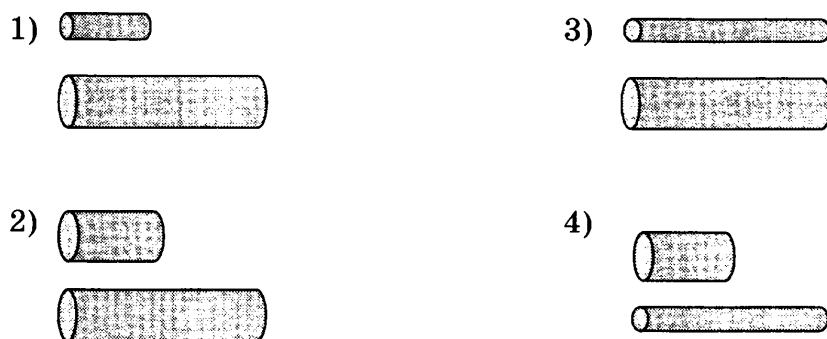
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4



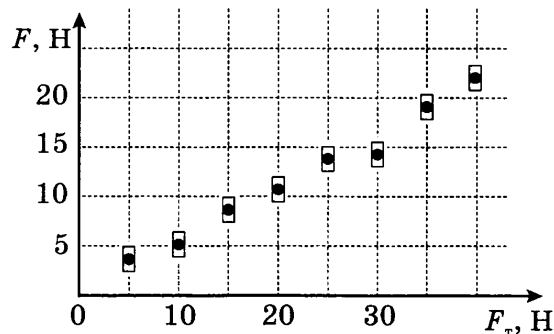
- A12** Чему равно напряжение на концах проводника, если при силе тока 5 А в течение 15 мин в проводнике выделяется количество теплоты, равное 540 кДж?
- 1) 120 В 2) 220 В 3) 900 В 4) 22,3 В
- A13** Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?
- 1) вертикально вниз \downarrow 3) от наблюдателя \otimes
 2) горизонтально вправо \rightarrow 4) к наблюдателю \odot
- 
- A14** На рисунке в декартовой системе координат представлены вектор индукции \vec{B} магнитного поля в электромагнитной волне и вектор \vec{c} скорости её распространения. Направление вектора напряжённости электрического поля \vec{E} в волне совпадает со стрелкой
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4
- 
- A15** Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 15° . Чему равен угол между отраженным лучом и зеркалом?
- 1) 15° 2) 30° 3) 75° 4) 105°
- A16** Сложение в пространстве когерентных волн, при котором образуется постоянное во времени пространственное распределение амплитуд результирующих колебаний, называется
- 1) дисперсией 3) интерференцией
 2) поляризацией 4) преломлением
- A17** В каком из указанных ниже диапазонов электромагнитного излучения энергия фотонов имеет наибольшее значение?
- 1) в инфракрасном излучении 3) в ультрафиолетовом излучении
 2) в видимом свете 4) в рентгеновском излучении
- A18** Какая доля радиоактивных ядер распадается через интервал времени, равный половине периода полураспада?
- 1) 100% 2) 75% 3) 50% 4) 29%
- A19** В результате столкновения ядра урана с частицей произошло деление ядра урана, сопровождающееся излучением γ -квантов в соответствии с уравнением ${}_X^Y Z + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{36}^{94}\text{Kr} + {}_{56}^{139}\text{Ba} + 3{}_0^1\text{n} + 5\gamma$. Ядро урана столкнулось с
- 1) α -частицей 3) нейтроном
 2) электроном 4) протоном

A20

Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от её длины?

**A21**

Приступив к изучению механики, ученик предположил, что модуль силы трения скольжения F бруска о горизонтальную поверхность стола прямо пропорционален модулю силы тяжести F_T бруска. Эту гипотезу он решил проверить экспериментально. Положив на горизонтальную поверхность стола деревянный брусок с разными грузами, ученик равномерно тянул его, измеряя силу F динамометром. Результаты измерений значений F при разных значениях силы тяжести бруска с грузами отмечены на координатной плоскости $\{F_T, F\}$ с учетом погрешности измерений. Какой вывод следует из результатов эксперимента?



- 1) условия проведения эксперимента не соответствуют проверяемой гипотезе
- 2) с учетом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы
- 3) погрешности измерений настолько велики, что не позволили проверить гипотезу
- 4) коэффициент трения скольжения менялся при изменении массы бруска с грузами

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

B1

Радиоактивное ядро испытало β^- -распад. Как изменились в результате этого число нуклонов в ядре, заряд ядра и число протонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число нуклонов в ядре	Заряд ядра	Число протонов в ядре

В2

Спутник Земли перешел с одной круговой орбиты на другую с меньшим радиусом орбиты. Как изменились в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

В3

Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны равна ν , скорость света в воздухе равна c , показатель преломления воды относительно воздуха равен n .

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны света в воздухе
Б) длина волны света в воде

ФОРМУЛЫ

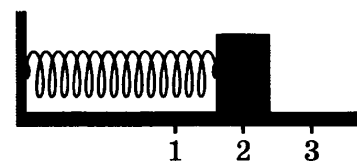
- 1) $\frac{c}{n \cdot \nu}$
2) $\frac{n \cdot \nu}{c}$
3) $\frac{n \cdot c}{\nu}$
4) $\frac{c}{\nu}$

Ответ:

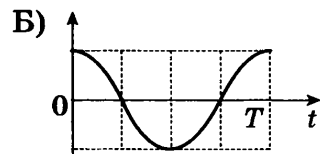
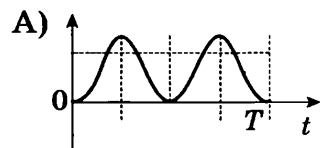
А	Б

В4

Груз изображенного на рисунке пружинного маятника может совершать гармонические колебания между точками 1 и 3. Период колебаний груза T . Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания груза после начала колебаний из положения в точке 1. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) потенциальная энергия пружинного маятника
2) кинетическая энергия груза на пружине
3) проекция скорости груза на ось Ох
4) проекция ускорения груза на ось Ох

Ответ:

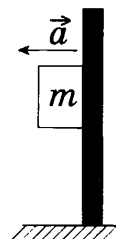
А	Б

Часть 3

При выполнении заданий A22–A25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A22** К подвижной вертикальной стенке приложили груз массой 10 кг (см. рисунок). Известно, что если стенку передвигать влево с ускорением не менее 25 м/с^2 , то груз не соскальзывает вниз. Определите коэффициент трения между грузом и стенкой.

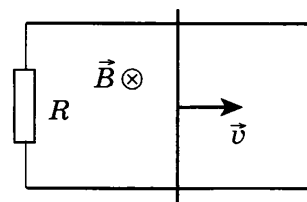
1) 0,1 2) 0,2 3) 0,3 4) 0,4



- A23** Папа, обучая девочку кататься на коньках, скользит с ней по льду со скоростью 4 м/с. В некоторый момент он аккуратно толкает девочку в направлении движения. При этом скорость папы уменьшается до 3,5 м/с. Масса девочки 20 кг, а папы 80 кг. Какова скорость девочки после толчка? Трение коньков о лёд не учитывайте.
- 1) 3,5 м/с 2) 6 м/с 3) 14 м/с 4) 34 м/с

- A24** В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ заливают $m = 1 \text{ кг}$ теплой воды. Какова была начальная температура воды, если при установлении теплового равновесия в сосуде расплавилось $\Delta m = 560 \text{ г}$ льда?
- 1) 14°C 2) 22°C 3) 33°C 4) 44°C

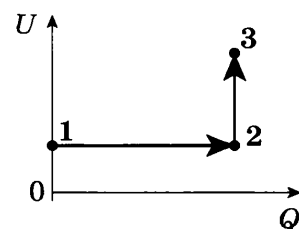
- A25** Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, скорость движения перемычки $v = 2 \text{ м/с}$, сопротивление контура $R = 2 \text{ Ом}$. Какова сила индукционного тока в контуре?
- 1) 0,01 А 2) 0,1 А 3) 0,02 А 4) 0,4 А



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

- C1** В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q . Опишите изменение объема газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



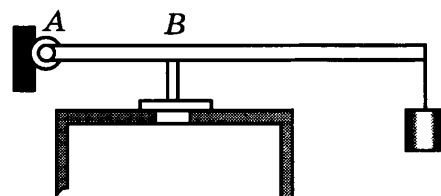
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

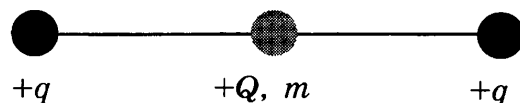
В безветренную погоду самолёт затрачивает на перелет между городами 6 часов. Если во время полёта дует боковой ветер со скоростью 20 м/с перпендикулярно линии полёта, то самолет затрачивает на перелёт на несколько минут больше. Определите, на какое время увеличивается время полёта, если скорость самолёта относительно воздуха постоянна и равна 328 км/ч.

С3

В цилиндр объемом $0,5 \text{ м}^3$ насосом закачивается воздух со скоростью $0,002 \text{ кг/с}$. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рисунок). К свободному концу стержня длиной $0,5 \text{ м}$ подвешен груз массой 2 кг . Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К . Определите расстояние АВ, если стержень можно считать невесомым.

**С4**

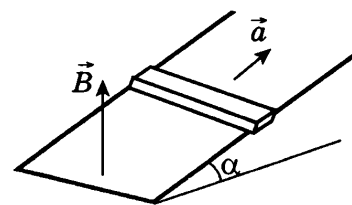
По гладкой горизонтальной направляющей длиной $2l$ скользит бусинка с положительным зарядом $Q > 0$ и массой m . На концах направляющей закреплены положительные заряды $q > 0$ (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен T .



Чему будет равен период колебаний бусинки, если её заряд уменьшить в 2 раза?

С5

Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле (см. рисунок). По стержню протекает ток $I = 4 \text{ А}$. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Отношение массы стержня к его длине $\frac{m}{L} = 0,1 \text{ кг/м}$. Модуль индукции магнитного поля $B = 0,2 \text{ Тл}$. Определите ускорение, с которым движется стержень.

**С6**

Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода), помещенной в сосуд, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью $E = 5 \cdot 10^4 \text{ В/м}$. Какой путь пролетел в этом электрическом поле электрон, если он приобрел скорость $v = 3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$? Релятивистские эффекты не учитывать.

ВАРИАНТ 3

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

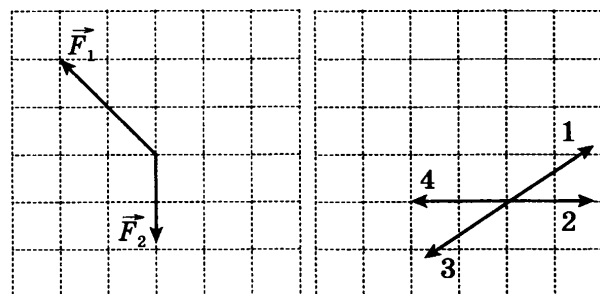
Тело свободно падает с высоты 40 м. Начальная скорость тела равна нулю. На какой высоте оно окажется через 2 с после начала падения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 0 м 2) 10 м 3) 20 м 4) 50 м

A2

На тело в инерциальной системе отсчета действуют две силы. Какой из векторов, изображенных на правом рисунке, правильно указывает направление ускорения тела в этой системе отсчета?

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4



A3

Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю F . Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $2m$, масса другого $\frac{m}{2}$, а расстояние между их центрами $\frac{r}{2}$?

- 1) $4F$ 2) $2F$ 3) $\frac{F}{2}$ 4) $\frac{F}{4}$

A4

Тело движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 6 Н. Импульс тела изменился на $42 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Сколько времени потребовалось для этого?

- 1) 0,7 с 2) 7 с 3) 42 с 4) 252 с

A5

При деформации 1 см стальная пружина имеет потенциальную энергию упругой деформации 1 Дж. Как изменится потенциальная энергия этой пружины при увеличении деформации еще на 1 см?

- 1) уменьшится на 1 Дж 3) увеличится на 3 Дж
2) уменьшится на 2 Дж 4) увеличится на 4 Дж

A6

Частота колебаний струны равна 500 Гц. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Длина звуковой волны равна

- 1) 68 м 2) 340 м 3) 170 м 4) 0,68 м

A7

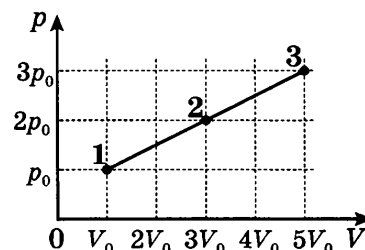
В комнате в одном сосуде находится водород, а в другом — азот. Средние значения кинетической энергии поступательного теплового движения молекулы водорода и молекулы азота одинаковы в том случае, если у этих газов одинаковы значения

- 1) температуры
- 2) объема
- 3) массы
- 4) концентрации частиц

A8

На рисунке показан график процесса, проведенного над 1 молем идеального газа. Найдите отношение температур $\frac{T_2}{T_1}$.

- 1) 6
- 2) 5
- 3) 3
- 4) 15



A9

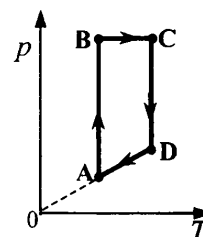
Температура чугунной детали массой 3 кг увеличилась от 100 °С до 300 °С. Деталь получила количество теплоты, равное

- 1) 100 кДж
- 2) 200 кДж
- 3) 300 кДж
- 4) 400 кДж

A10

На графике изображен цикл с идеальным газом неизменной массы. На каком участке графика работа газа равна нулю?

- 1) AB
- 2) DA
- 3) CD
- 4) BC



A11

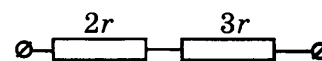
Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, а один из зарядов уменьшили в 3 раза. Силы электрического взаимодействия между ними

- 1) не изменились
- 2) уменьшились в 3 раза
- 3) увеличились в 3 раза
- 4) уменьшились в 27 раз

A12

На рисунке показан участок цепи, по которому течет постоянный ток. Отношение тепловой мощности, выделяющейся на левом резисторе, к мощности, выделяющейся на правом, равно

- 1) $\frac{3}{2}$
- 2) $\frac{2}{3}$
- 3) $\frac{9}{4}$
- 4) $\frac{4}{9}$



A13

Прямолинейный проводник длиной L с током I помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции \vec{B} . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 2 раза, а силу тока в проводнике уменьшить в 4 раза?

- 1) не изменится
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) увеличится в 2 раза

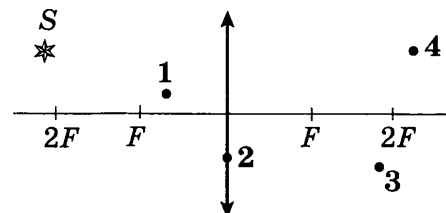
A14

Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нем наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом $T = 5$ мкс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен $4 \cdot 10^{-6}$ Кл. Каким будет заряд конденсатора через $t = 2,5$ мкс?

- 1) 0
- 2) $2 \cdot 10^{-6}$ Кл
- 3) $4 \cdot 10^{-6}$ Кл
- 4) $8 \cdot 10^{-6}$ Кл

A15

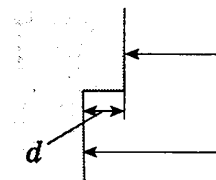
Изображением точки S , которое дает тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием F (см. рисунок), является точка



- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A16

Одна сторона толстой стеклянной пластины имеет ступенчатую поверхность, как показано на рисунке. На пластину, перпендикулярно ее поверхности, падает световой пучок, который после отражения от пластины собирается линзой. При какой наименьшей, но отличной от нуля высоте d ступеньки интенсивность света в фокусе линзы будет максимальной?



- 1) λ 2) 2λ 3) $\frac{1}{2}\lambda$ 4) $\frac{1}{4}\lambda$

A17

Как нужно изменить длину световой волны, чтобы энергия фотона в световом пучке увеличилась в 4 раза?

- 1) увеличить в 4 раза 3) уменьшить в 2 раза
2) увеличить в 2 раза 4) уменьшить в 4 раза

A18

Ядро атома содержит 16 нейтронов и 15 протонов, вокруг него обращаются 15 электронов. Эта система частиц —

- 1) ион фосфора $^{31}_{15}\text{P}$ 3) ион серы $^{31}_{16}\text{S}$
2) атом фосфора $^{31}_{15}\text{P}$ 4) атом серы $^{31}_{16}\text{S}$

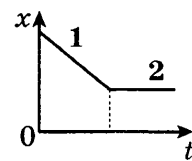
A19

Изотоп ксенона $^{112}_{54}\text{Xe}$ после спонтанного α -распада превратился в изотоп

- 1) $^{108}_{52}\text{Te}$ 2) $^{110}_{50}\text{Sn}$ 3) $^{112}_{55}\text{Cs}$ 4) $^{113}_{54}\text{Xe}$

A20

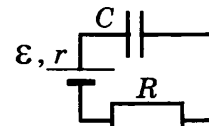
На рисунке изображен график зависимости координаты бусинки, свободно скользящей по горизонтальной спице, от времени. На основании графика можно утверждать, что



- 1) на участке 1 бусинка движется равномерно, а на участке 2 бусинка покоится
2) на участке 1 бусинка движется равноускоренно, а на участке 2 — равномерно
3) на участке 1 проекция ускорения бусинки отрицательна
4) проекция ускорения бусинки на участке 2 меньше, чем на участке 1

A21

Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором $R = 10$ кОм (см. рисунок). Результаты измерений напряжения между обкладками конденсатора представлены в таблице. Точность измерения напряжения $\Delta U = \pm 0,1$ В.



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6	7
$U, \text{В}$	0	3,8	5,2	5,7	5,9	6,0	6,0	6,0

Оцените силу тока в цепи в момент $t = 2$ с. Сопротивлением проводов и внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

- 1) 220 мкА 2) 80 мкА 3) 30 мкА 4) 10 мкА

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1

Температуру холодильника тепловой машины уменьшили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины, количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы	Работа газа за цикл

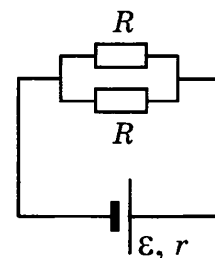
B2

К источнику тока присоединены два одинаковых резистора, соединенных параллельно. Как изменятся общее сопротивление цепи, сила тока через источник и напряжение на клеммах источника тока, если удалить один из резисторов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

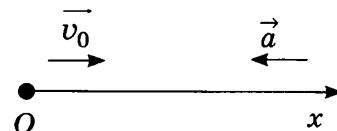
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.



Общее сопротивление цепи	Сила тока через источник	Напряжение на источнике тока

В3

Тело движется вдоль оси Ox из начала координат с постоянным ускорением. Направления начальной скорости \vec{v}_0 и ускорения \vec{a} тела указаны на рисунке.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) координата x тела в момент времени t
 Б) скорость v_x тела в момент времени t

ФОРМУЛЫ

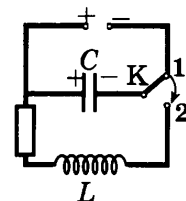
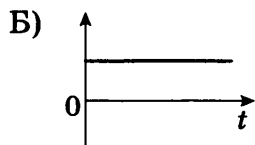
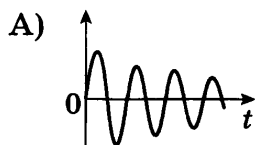
- 1) $v_0 t + \frac{at^2}{2}$
 2) $v_0 t - \frac{at^2}{2}$
 3) $v_0 + at$
 4) $v_0 - at$

Ответ:

А	Б

В4

Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Графики А и Б представляют зависимость от времени t физических величин, характеризующих колебания в контуре после переключения переключателя К в положение 2 в момент $t = 0$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ****ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
 2) сила тока в катушке
 3) энергия электрического поля конденсатора
 4) индуктивность катушки

Ответ:

А	Б

Часть 3

При выполнении заданий A22–A25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A22** На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите скорость в начале торможения, если общий тормозной путь поезда составил 4 км, а торможение было равнозамедленным.

1) 20 м/с 2) 25 м/с 3) 40 м/с 4) 42 м/с

- A23** Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а давление — в 1,6 раза. Масса газа постоянна. Какова начальная температура газа по шкале Кельвина?

1) 384 К 2) 857 К 3) 300 К 4) 400 К

- A24** На дифракционную решётку с периодом 0,004 мм падает по нормали плоская монохроматическая волна. Количество дифракционных максимумов, наблюдаемых с помощью этой решетки, равно 19. Какова длина волны света?

1) 640 нм 2) 560 нм 3) 440 нм 4) 580 нм

- A25** В таблице представлены результаты измерений запирающего напряжения для фотоэлектронов при двух разных значениях частоты ν падающего монохроматического света ($\nu_{кр}$ — частота, соответствующая красной границе фотоэффекта).

Частота падающего света ν	$2\nu_{кр}$	$3\nu_{кр}$
Запирающее напряжение $U_{зап}$	U_0	

Какое значение запирающего напряжения пропущено в таблице?

1) $\frac{1}{2}U_0$ 2) U_0 3) $\frac{3}{2}U_0$ 4) $2U_0$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

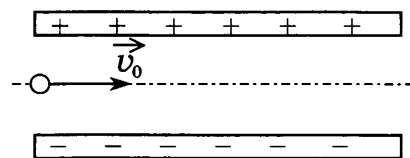
- C1** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают медленно выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

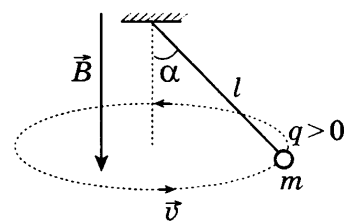
- С2** Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разбивается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась на величину ΔE . Скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда, равна 900 м/с. Найдите ΔE .

- С3** С разреженным азотом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на некоторую величину ΔT . Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на ΔT . Каким было изменение температуры ΔT в опытах? Масса азота $m = 1$ кг.

- С4** Электрон влетает в плоский конденсатор со скоростью \vec{v}_0 ($v_0 \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок), расстояние между которыми d . На какой угол отклонится при вылете из конденсатора вектор скорости электрона от первоначального направления, если конденсатор заряжен до разности потенциалов $\Delta\varphi$? Длина пластин L ($L \gg d$).



- С5** В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается в горизонтальной плоскости против часовой стрелки положительно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость движения шарика равна v . Найдите заряд шарика q .



- С6** При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов $\Delta U = 5$ В. Какова работа выхода $A_{\text{вых}}$, если максимальная энергия ускоренных электронов E_e равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла?

ВАРИАНТ 4

Часть 1

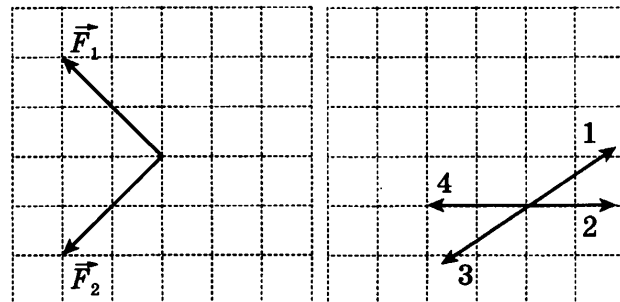
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1–А21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А1 Тело свободно падает с высоты 20 м. Начальная скорость тела равна нулю. На какой высоте оно окажется через 2 с после начала падения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 0 м 2) 10 м 3) 20 м 4) 50 м

А2 На тело в инерциальной системе отсчета действуют две силы. Какой из векторов, изображенных на правом рисунке, правильно указывает направление ускорения тела в этой системе отсчета?

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4



А3 Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю F . Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $3m$, масса другого $m/3$, а расстояние между их центрами $3r$?

- 1) $\frac{F}{3}$ 2) $\frac{F}{9}$ 3) $3F$ 4) $9F$

А4 Тело движется в течение 7 с по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 6 Н. На сколько при этом изменился импульс тела?

- 1) 1,2 кг·м/с 2) 7 кг·м/с 3) 42 кг·м/с 4) 147 кг·м/с

А5 При деформации 2 см стальная пружина имеет потенциальную энергию упругой деформации 4 Дж. Как изменится потенциальная энергия этой пружины при уменьшении деформации на 1 см?

- 1) уменьшится на 2 Дж 3) увеличится на 3 Дж
2) уменьшится на 3 Дж 4) увеличится на 9 Дж

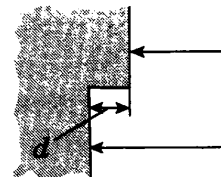
А6 Струна создает звуковую волну, которая распространяется в воздухе со скоростью 340 м/с. Длина звуковой волны равна 0,68 м. Какова частота колебаний струны?

- 1) 5 Гц 2) 231 Гц 3) 500 Гц 4) 0,02 Гц

А7 Броуновским движением называется

- 1) упорядоченное движение слоев жидкости (или газа)
2) упорядоченное движение твёрдых частиц вещества, взвешенных в жидкости (или газе)
3) конвекционное движение слоев жидкости при ее нагревании
4) хаотическое движение твёрдых частиц вещества, взвешенных в жидкости (или газе)

- A16** Одна сторона толстой стеклянной пластины имеет ступенчатую поверхность, как показано на рисунке. На пластину, перпендикулярно ее поверхности, падает световой пучок, который после отражения от пластины собирается линзой. При какой наименьшей высоте d ступеньки интенсивность света в фокусе линзы будет минимальной?



- 1) $\frac{1}{4}\lambda$ 2) 2λ 3) $\frac{1}{2}\lambda$ 4) λ

- A17** Как нужно изменить длину световой волны, чтобы энергия фотона в световом пучке уменьшилась в 4 раза?

- 1) увеличить в 4 раза 3) уменьшить в 2 раза
2) увеличить в 2 раза 4) уменьшить в 4 раза

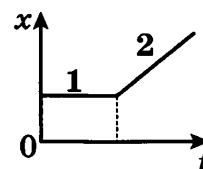
- A18** Ядро атома содержит 10 нейтронов и 9 протонов, вокруг него обращаются 8 электронов. Эта система частиц —

- 1) ион фтора ${}^{19}_9\text{F}$ 3) атом фтора ${}^{19}_9\text{F}$
2) ион неона ${}^{19}_{10}\text{Ne}$ 4) атом неона ${}^{19}_{10}\text{Ne}$

- A19** Ядро изотопа ${}^{216}_{84}\text{Po}$ образовалось после α -распада из ядра

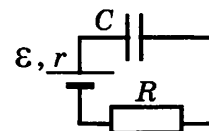
- 1) ${}^{214}_{80}\text{Hg}$ 2) ${}^{212}_{82}\text{Pb}$ 3) ${}^{220}_{86}\text{Rn}$ 4) ${}^{218}_{86}\text{Rn}$

- A20** На рисунке изображён график зависимости координаты бусинки, свободно скользящей по горизонтальной спице, от времени. На основании графика можно утверждать, что



- 1) на участке 1 движение является равномерным, а на участке 2 — равноускоренным
2) на участке 1 бусинка покоится, а на участке 2 — движется равномерно и прямолинейно
3) на участке 2 проекция a_x ускорения бусинки положительна
4) проекция ускорения бусинки на участке 2 больше, чем на участке 1

- A21** Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором $R = 10$ кОм (см. рисунок). Результаты измерений напряжения между обкладками конденсатора представлены в таблице. Точность измерения напряжения $\Delta U = \pm 0,1$ В.



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6	7
$U, \text{В}$	0	3,8	5,2	5,7	5,9	6,0	6,0	6,0

Оцените силу тока в цепи в момент $t = 3$ с. Сопротивлением проводов и внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

- 1) 220 мкА 2) 80 мкА 3) 30 мкА 4) 10 мкА

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1

Температуру холодильника тепловой машины увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины, количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

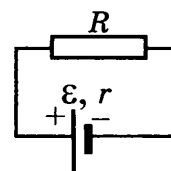
- 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы	Работа газа за цикл

В2

К источнику тока присоединен резистор. Как изменятся общее сопротивление цепи, сила тока в цепи и напряжение на клеммах источника тока, если параллельно к имеющемуся резистору подсоединить еще один такой же?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

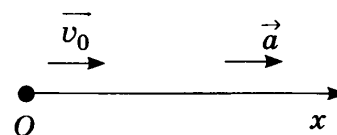
- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Общее сопротивление цепи	Сила тока в цепи	Напряжение на источнике тока

В3

Тело движется вдоль оси Ox из начала координат с постоянным ускорением. Направления начальной скорости \vec{v}_0 и ускорения \vec{a} тела указаны на рисунке.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) скорость v_x тела в момент времени t
 Б) координата x тела в момент времени t

ФОРМУЛЫ

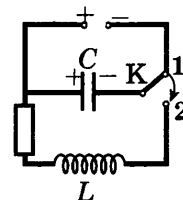
- 1) $v_0 t + \frac{at^2}{2}$
 2) $v_0 t - \frac{at^2}{2}$
 3) $v_0 - at$
 4) $v_0 + at$

Ответ:

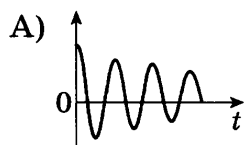
А	Б

В4

Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Графики А и Б представляют зависимость от времени t физических величин, характеризующих колебания в контуре после переключения переключателя К в положение 2 в момент $t = 0$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

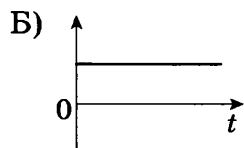


ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
 2) сила тока в катушке
 3) энергия магнитного поля катушки
 4) ёмкость конденсатора



Ответ:

А	Б

Часть 3

При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22

На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите общий тормозной путь поезда, если скорость в начале торможения составляла 20 м/с, а торможение было равнозамедленным.

- 1) 1 км 2) 5 км 3) 3 км 4) 4 км

A23

Идеальный газ изобарно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а объем — в 1,4 раза. Масса газа постоянна. Какова начальная температура газа по шкале Кельвина?

- 1) 384 К 2) 857 К 3) 300 К 4) 600 К

A24

На дифракционную решетку с периодом 0,004 мм падает по нормали плоская монохроматическая волна. Количество дифракционных максимумов, наблюдаемых с помощью этой решётки, равно 17. Какова длина волны света?

- 1) 500 нм 2) 680 нм 3) 440 нм 4) 790 нм

A25

В таблице представлены результаты измерений запирающего напряжения для фотоэлектронов при двух разных значениях частоты ν падающего монохроматического света ($\nu_{\text{кр}}$ — частота, соответствующая красной границе фотоэффекта).

Частота падающего света ν	$2\nu_{\text{кр}}$	
Запирающее напряжение $U_{\text{зап}}$	U_0	$2U_0$

Какое значение частоты падающего света пропущено в таблице?

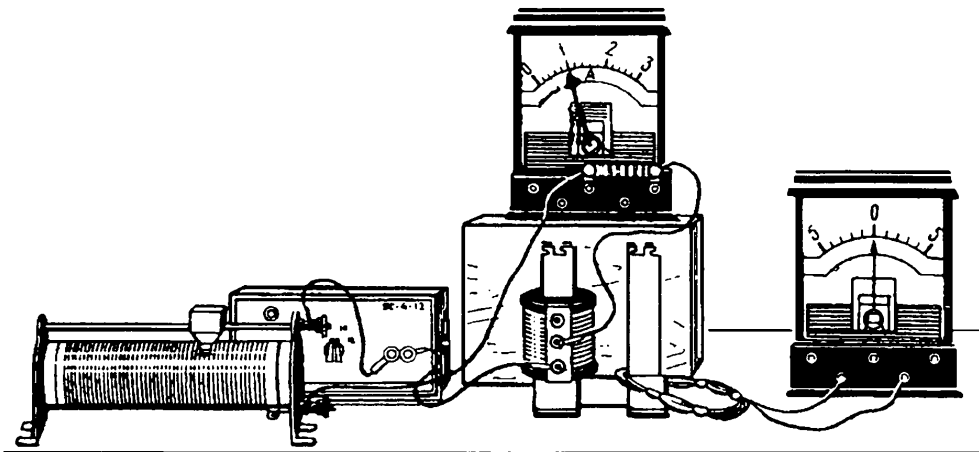
- 1) $\frac{1}{2}\nu_{\text{кр}}$ 2) $\nu_{\text{кр}}$ 3) $2\nu_{\text{кр}}$ 4) $3\nu_{\text{кр}}$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

C1

На рисунке изображены две изолированные друг от друга электрические цепи. Первая содержит последовательно соединенные источник тока, реостат, катушку индуктивности и амперметр, а вторая — проволочный моток, к концам которого присоединен гальванометр, изображенный на рисунке справа. Катушка и моток надеты на железный сердечник.



Как будут изменяться показания приборов, если катушку, присоединенную к источнику тока, плавно перемещая вверх, снять с сердечника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

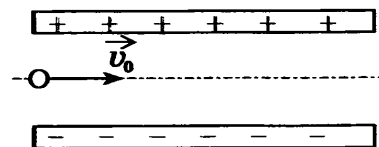
Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась на величину $\Delta E = 0,5$ МДж. Определите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда.

С3

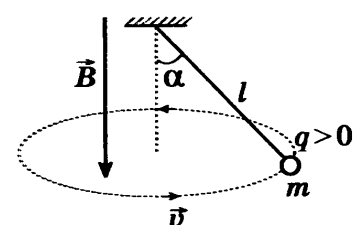
С разреженным азотом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на 1 К. Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на 1 К. Определите массу азота в опытах.

С4

Электрон влетает в плоский конденсатор со скоростью \vec{v}_0 ($v_0 \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок), расстояние между которыми d . Какова разность потенциалов между пластинами конденсатора, если при вылете из конденсатора вектор скорости электрона отклоняется от первоначального направления на угол α ? Длина пластин L ($L \gg d$).

**С5**

В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается в горизонтальной плоскости против часовой стрелки шарик, имеющий положительный заряд q . Шарик подвешен на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость движения шарика равна v . Найдите массу шарика m .

**С6**

При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов U . Работа выхода электронов из металла $A_{\text{вых}} = 2$ эВ. Определите ускоряющую разность потенциалов U , если максимальная энергия ускоренных электронов E_e равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла.

ВАРИАНТ 5

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Четыре тела двигались по оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ м}$	6	4	2	0	–2	–4
$x_2, \text{ м}$	3	3	3	3	3	3
$x_3, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25
$x_4, \text{ м}$	0	2	0	–2	0	2

У какого из тел скорость могла быть постоянна и отлична от нуля?

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A2 Постоянный магнит массой m поднесли к массивной стальной плите массой M . Сравните силу действия магнита на плиту \vec{F}_1 с силой действия плиты на магнит \vec{F}_2 .

- 1) $F_1 > F_2$ 2) $F_1 < F_2$ 3) $F_1 = F_2$ 4) $\frac{F_1}{F_2} = \frac{m}{M}$

A3 У поверхности Луны на космонавта действует сила тяготения 160 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Луны на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Луны на расстоянии двух лунных радиусов от ее центра?

- 1) 80 Н 2) 40 Н 3) 20 Н 4) 0

A4 Два автомобиля одинаковой массы m движутся со скоростями v и $2v$ относительно Земли в противоположных направлениях. Чему равен модуль импульса второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем?

- 1) $3mv$ 2) $2mv$ 3) mv 4) 0

A5 Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 2 м/с, а у подножия горки она равнялась 8 м/с. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова высота горки?

- 1) 10 м 2) 8 м 3) 6 м 4) 3 м

A6

Массивный шарик, подвешенный на легкой пружине, совершает гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Чтобы увеличить частоту колебаний в 2 раза, достаточно жёсткость пружины

- 1) уменьшить в 2 раза
- 2) увеличить в 2 раза
- 3) уменьшить в 4 раза
- 4) увеличить в 4 раза

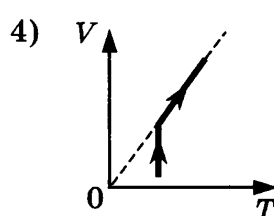
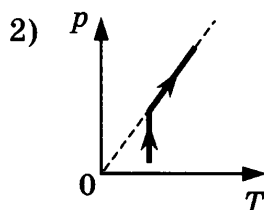
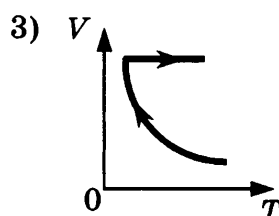
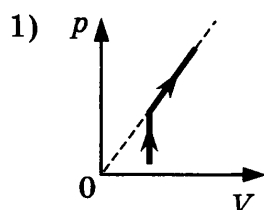
A7

В результате охлаждения идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. Абсолютная температура газа при этом

- 1) уменьшилась в 2 раза
- 2) уменьшилась в $\sqrt{2}$ раз
- 3) увеличилась в $\sqrt{2}$ раз
- 4) уменьшилась в 4 раза

A8

Один моль разреженного газа сначала изотермически сжимали, а затем изохорно нагревали. На каком из рисунков изображён график этих процессов?

**A9**

Вода может испаряться

- 1) только при кипении
- 2) только при нагревании
- 3) при любой температуре, если пар в воздухе над поверхностью воды является ненасыщенным
- 4) при любой температуре, если пар в воздухе над поверхностью воды является насыщенным

A10

Газ совершил работу 15 Дж и получил количество теплоты 5 Дж. Внутренняя энергия газа

- 1) увеличилась на 20 Дж
- 2) уменьшилась на 20 Дж
- 3) увеличилась на 10 Дж
- 4) уменьшилась на 10 Дж

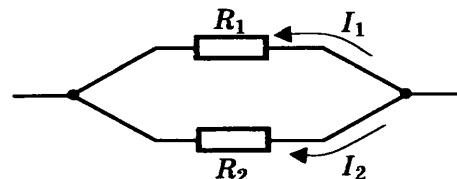
A11

Модуль сил взаимодействия двух одинаковых точечных электрических зарядов равен 8 мкН. Чему равен модуль сил взаимодействия двух других точечных зарядов на том же расстоянии друг от друга, если величина каждого заряда в 2 раза больше, чем в первом случае?

- 1) 2 мкН
- 2) 4 мкН
- 3) 16 мкН
- 4) 32 мкН

A12

Два резистора включены в электрическую цепь параллельно, как показано на рисунке. Значения силы тока в резисторах $I_1 = 0,8$ А, $I_2 = 0,4$ А. Для сопротивлений резисторов справедливо соотношение



1) $R_1 = \frac{1}{2} R_2$

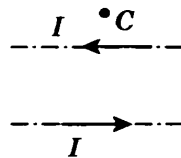
3) $R_1 = \frac{1}{4} R_2$

2) $R_1 = 2R_2$

4) $R_1 = 4R_2$

A13

По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлено создаваемое ими магнитное поле в точке С?

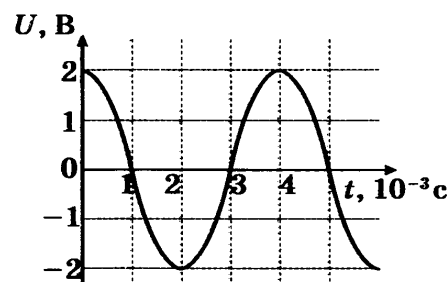
1) к нам \odot 2) от нас \otimes

3) вверх

4) вниз

A14

Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какое преобразование энергии происходит в контуре в промежутке от $3 \cdot 10^{-3}$ с до $4 \cdot 10^{-3}$ с?



1) энергия магнитного поля катушки увеличивается до максимального значения

2) энергия магнитного поля катушки преобразуется в энергию электрического поля конденсатора

3) энергия электрического поля конденсатора уменьшается от максимального значения до 0

4) энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки

A15

На рисунке показан ход светового луча сквозь стеклянную призму, находящуюся в воздухе.

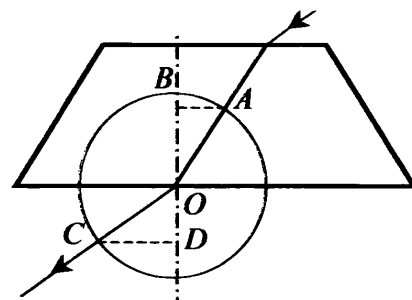
Если точка O — центр окружности, то показатель преломления стекла n равен отношению длин отрезков

1) $\frac{CD}{AB}$

2) $\frac{AB}{CD}$

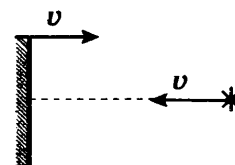
3) $\frac{OB}{OD}$

4) $\frac{OD}{OB}$



A16

В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется в вакууме со скоростью c . Если источник света и зеркало движутся в вакууме навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями v (см. рисунок), то скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с источником, равна



1) $c - 2v$

2) $c + 2v$

3) c

4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

A17 Атом титана ${}^{48}_{22}\text{Ti}$ содержит

- 1) 48 протонов, 22 нейтрона и 26 электронов
- 2) 26 протонов, 22 нейтрона и 48 электронов
- 3) 22 протона, 26 нейтронов и 22 электрона
- 4) 22 протона, 48 нейтронов и 48 электронов

A18 Период полураспада радиоактивного изотопа кальция ${}^{45}_{20}\text{Ca}$ составляет 164 суток. Если изначально было $4 \cdot 10^{20}$ атомов ${}^{45}_{20}\text{Ca}$, то примерно сколько их будет через 328 суток?

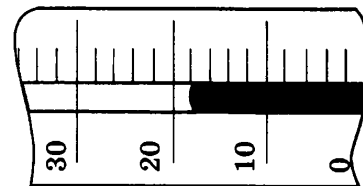
- 1) $2 \cdot 10^{20}$
- 2) $1 \cdot 10^{20}$
- 3) $1 \cdot 10^6$
- 4) 0

A19 Ядро радиоактивного полония ${}^{216}_{84}\text{Po}$, испытав один α -распад и два электронных β -распада, превратилось в ядро

- 1) свинца ${}^{212}_{82}\text{Pb}$
- 2) полония ${}^{212}_{84}\text{Po}$
- 3) висмута ${}^{212}_{83}\text{Bi}$
- 4) таллия ${}^{208}_{81}\text{Tl}$

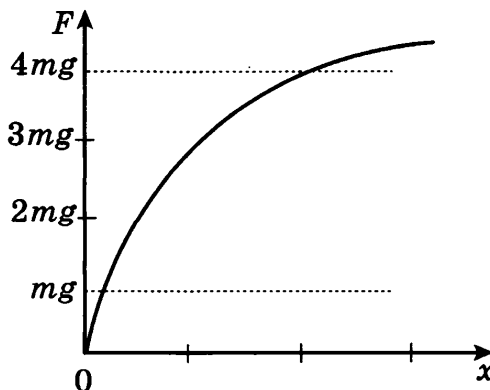
A20 На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Определите абсолютную температуру воздуха в комнате.

- 1) $22\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 2) $18\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 3) 291 K
- 4) 295 K



A21 Период малых вертикальных колебаний груза массой m , подвешенного на резиновом жгуте, равен T_0 . Зависимость модуля силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению

- 1) $T = T_0$
- 2) $T = 2T_0$
- 3) $T > 2T_0$
- 4) $T < 0,5T_0$



Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1

Груз массой m , подвешенный к пружине, совершает колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с периодом колебаний, максимальной потенциальной энергией пружины и частотой колебаний, если при неизменной амплитуде уменьшить массу груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

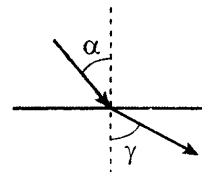
Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины	Частота колебаний

В2

Световой пучок выходит из стекла в воздух (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне, скоростью их распространения, длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.



Частота	Скорость	Длина волны

В3

Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (N — число частиц, p — давление, V — объем, T — абсолютная температура, Q — количество теплоты.) К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

А) изобарный процесс при $N = \text{const}$

Б) изотермический процесс при $N = \text{const}$

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{p}{T} = \text{const}$

2) $\frac{V}{T} = \text{const}$

3) $pV = \text{const}$

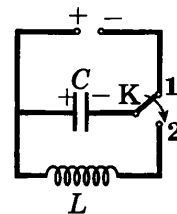
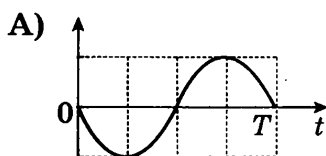
4) $Q = 0$

Ответ:

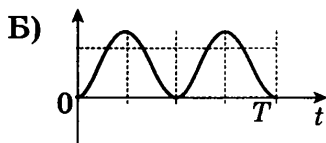
А	Б

В4

Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Графики А и Б представляют зависимость от времени t физических величин, характеризующих колебания в контуре после переключения переключателя К в положение 2 в момент $t = 0$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблице выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ****ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) энергия электрического поля конденсатора
- 3) сила тока в катушке
- 4) энергия магнитного поля катушки



Ответ:

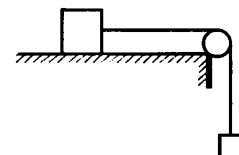
А	Б

Часть 3

При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22

По гладкому горизонтальному столу из состояния покоя движется массивный брусок, соединенный с грузом массой 0,4 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Ускорение груза равно 2 м/с^2 . Чему равна масса бруска?



- 1) 0,8 кг 2) 1,0 кг 3) 1,6 кг 4) 2,0 кг

А23

В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 18°C находится $1,12 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$ водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) 100% 2) 73% 3) 65% 4) 42%

A24

В сосуд с водой опущена трубка. По трубке через воду пропускают пар при температуре 100 °С. Вначале масса воды увеличивается, но в некоторый момент масса воды перестает увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 230 г, а в конце масса 272 г. Какова первоначальная температура воды по шкале Цельсия? Потерями теплоты пренебречь.

- 1) 42 °С 2) 20 °С 3) 34 °С 4) 0 °С

A25

Две частицы с отношением зарядов $\frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{2}$ и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{4}$ движутся в однородном электрическом поле. Начальная скорость у обеих частиц равна нулю. Определите отношение кинетических энергий этих частиц $\frac{W_2}{W_1}$ спустя одно и то же время после начала движения.

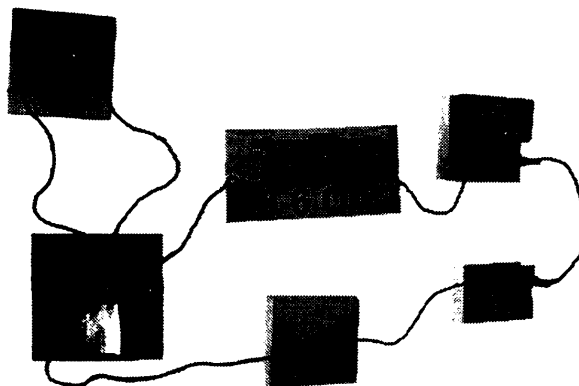
- 1) 1 2) 2 3) 8 4) 4

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

C1

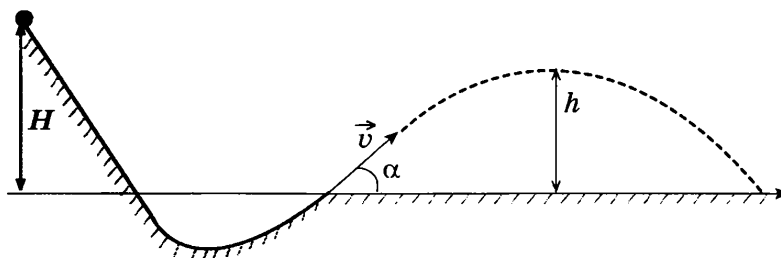
На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.



Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова высота полета h на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.

**С3**

Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 2 кг. Шар наполняют гелием при атмосферном давлении 10^5 Па. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнет поднимать сам себя. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0°C . (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объем шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

С4

Полый шарик массой $m = 0,3$ г с зарядом $q = 6$ нКл движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен модуль напряженности электрического поля E ?

С5

Небольшой груз, подвешенный на нити длиной 2,5 м, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает 0,1 м/с. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии 0,6 м от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Определите максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия.

С6

Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1,5$ В. Определите длину волны λ .

ВАРИАНТ 6

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Четыре тела двигались по оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{м}$	6	4	2	0	–2	–4
$x_2, \text{м}$	3	3	3	3	3	3
$x_3, \text{м}$	0	1	4	9	16	25
$x_4, \text{м}$	0	2	0	–2	0	2

У какого из тел ускорение могло быть постоянно и отлично от нуля?

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A2 Заряженный шарик массой m притягивается к стальной плите массой M с силой \vec{F}_1 . Сравните ее с силой \vec{F}_2 , с которой плита притягивается к шарiku.

- 1) $F_1 > F_2$ 2) $F_1 < F_2$ 3) $F_1 = F_2$ 4) $\frac{F_1}{F_2} = \frac{m}{M}$

A3 У поверхности Луны на космонавта действует сила тяготения 180 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Луны на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Луны на расстоянии полутора лунных радиусов от её центра?

- 1) 120 Н 2) 80 Н 3) 60 Н 4) 40 Н

A4 Два автомобиля одинаковой массы m движутся со скоростями $2v$ и v относительно Земли в противоположных направлениях. Чему равен модуль импульса первого автомобиля в системе отсчета, связанной со вторым автомобилем?

- 1) $3mv$ 2) $2mv$ 3) mv 4) 0

A5 Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 4 м/с, а у подножия горки она равнялась 14 м/с. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова высота горки?

- 1) 18 м 2) 15 м 3) 12 м 4) 9 м

A6 Массивный шарик, подвешенный на лёгкой пружине, совершает гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Чтобы уменьшить частоту колебаний в 2 раза, достаточно жёсткость пружины

- 1) уменьшить в 2 раза 3) уменьшить в 4 раза
2) увеличить в 2 раза 4) увеличить в 4 раза

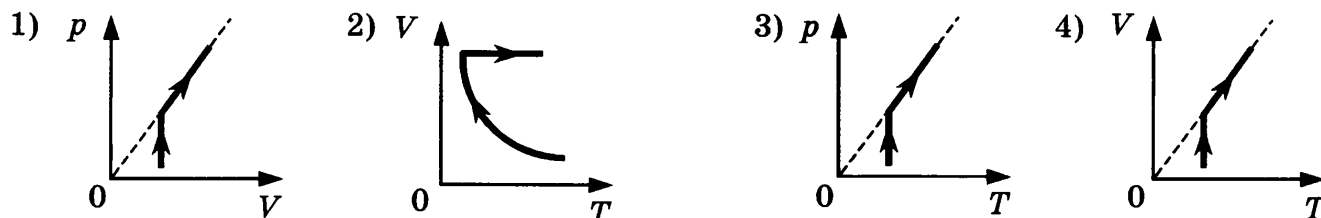
А7

В результате нагревания идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Абсолютная температура газа при этом

- 1) уменьшилась в 2 раза
- 2) увеличилась в 2 раза
- 3) уменьшилась в 4 раза
- 4) увеличилась в 4 раза

А8

Один моль разреженного газа сначала изотермически расширяли, а затем изобарно нагревали. На каком из рисунков изображен график этих процессов?



А9

Концентрация молекул насыщенного водяного пара

- 1) зависит только от температуры
- 2) увеличивается при изотермическом расширении
- 3) увеличивается при изотермическом сжатии
- 4) при любой температуре оказывается ниже, чем концентрация молекул ненасыщенного водяного пара

А10

Газ совершил работу 18 Дж и получил количество теплоты 4 Дж. Внутренняя энергия газа

- 1) увеличилась на 14 Дж
- 2) уменьшилась на 14 Дж
- 3) увеличилась на 22 Дж
- 4) уменьшилась на 22 Дж

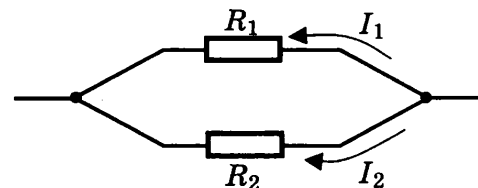
А11

Модуль сил взаимодействия двух одинаковых точечных электрических зарядов равен 9 мкН. Чему равен модуль сил взаимодействия двух других точечных зарядов на том же расстоянии друг от друга, если величина каждого заряда в 3 раза больше, чем в первом случае?

- 1) 1 мкН
- 2) 3 мкН
- 3) 27 мкН
- 4) 81 мкН

А12

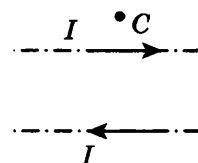
Два резистора включены в электрическую цепь параллельно, как показано на рисунке. Значения силы тока в резисторах $I_1 = 1,2$ А, $I_2 = 0,3$ А. Для сопротивлений резисторов справедливо соотношение



- 1) $R_1 = \frac{1}{2} R_2$
- 2) $R_1 = 2R_2$
- 3) $R_1 = \frac{1}{4} R_2$
- 4) $R_1 = 4R_2$

А13

По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлено создаваемое ими магнитное поле в точке С?

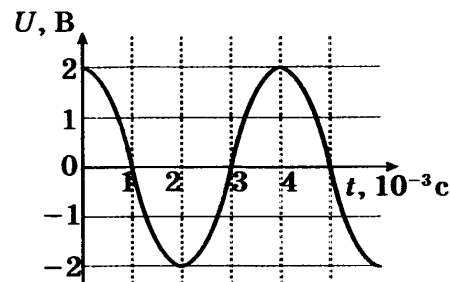


- 1) к нам \odot
- 2) от нас \otimes
- 3) вверх
- 4) вниз

A14

Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какое преобразование энергии происходит в контуре в промежутке от $4 \cdot 10^{-3}$ с до $5 \cdot 10^{-3}$ с?

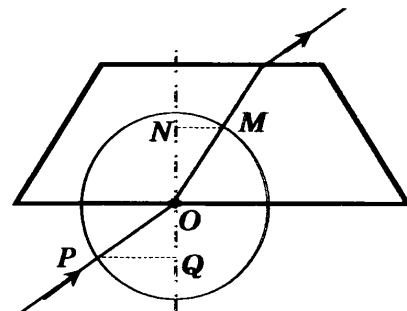
- 1) энергия магнитного поля катушки уменьшается от максимального значения до 0
- 2) энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки
- 3) энергия электрического поля конденсатора увеличивается от нуля до максимального значения
- 4) энергия магнитного поля катушки преобразуется в энергию электрического поля конденсатора

**A15**

На рисунке показан ход светового луча сквозь стеклянную призму, находящуюся в воздухе.

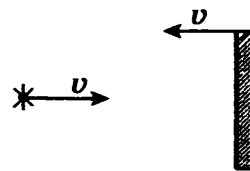
Если точка O — центр окружности, то показатель преломления стекла n равен отношению длин отрезков

- 1) $\frac{PQ}{MN}$
- 2) $\frac{MN}{PQ}$
- 3) $\frac{ON}{OQ}$
- 4) $\frac{OQ}{ON}$

**A16**

В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется в вакууме со скоростью c . Если источник света и зеркало движутся в вакууме навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями v (см. рисунок), то скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с источником, равна

- 1) $c - 2v$
- 2) $c + 2v$
- 3) c
- 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

**A17**

Атом меди $^{63}_{29}\text{Cu}$ содержит

- 1) 29 протонов, 34 нейтрона и 29 электронов
- 2) 34 протона, 29 нейтронов и 34 электрона
- 3) 29 протонов, 34 нейтрона и 34 электрона
- 4) 34 протона, 29 нейтронов и 29 электронов

A18

Период полураспада радиоактивного изотопа цезия $^{137}_{55}\text{Cs}$ составляет 30 лет. Если изначально было $4 \cdot 10^{16}$ атомов $^{137}_{55}\text{Cs}$, то примерно сколько их будет через 60 лет?

- 1) $2 \cdot 10^{16}$
- 2) $1 \cdot 10^{16}$
- 3) $1 \cdot 10^4$
- 4) 0

A19

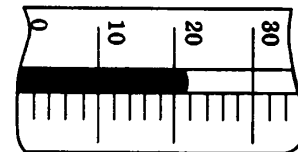
Ядро радиоактивного франция $^{222}_{87}\text{Fr}$, испытав один электронный β -распад и два α -распада, превратилось в ядро

- 1) франция $^{218}_{87}\text{Fr}$
- 2) полония $^{214}_{84}\text{Po}$
- 3) висмута $^{212}_{83}\text{Bi}$
- 4) таллия $^{210}_{81}\text{Tl}$

A20

На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Определите абсолютную температуру воздуха в комнате.

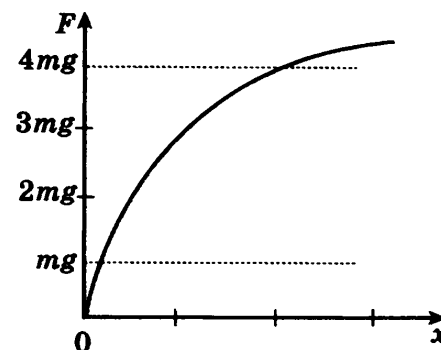
- 1) 21°C 2) 22°C 3) 294 K 4) 295 K



A21

Частота малых вертикальных колебаний груза массой m , подвешенного на резиновом жгуте, равна ν_0 . Зависимость модуля силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Частота малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению

- 1) $\nu < 0,5\nu_0$ 3) $\nu = 2\nu_0$
2) $\nu > 2\nu_0$ 4) $\nu = 0,5\nu_0$



Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

B1

Груз массой m , подвешенный к пружине, совершает колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с периодом колебаний, максимальной потенциальной энергией пружины и частотой колебаний, если при неизменной амплитуде увеличить массу груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

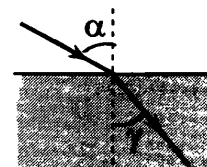
Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины	Частота колебаний

B2

Световой пучок переходит из воздуха в стекло (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне, скоростью их распространения, длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.



Частота	Скорость	Длина волны

В3

Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (N — число частиц, p — давление, V — объем, T — абсолютная температура, Q — количество теплоты.) К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) изохорный процесс при $N = \text{const}$
 Б) адиабатный процесс при $N = \text{const}$

ФОРМУЛЫ

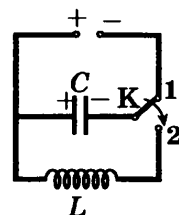
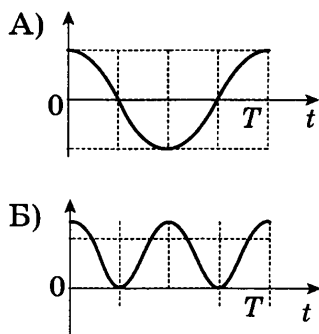
- 1) $\frac{p}{T} = \text{const}$
 2) $\frac{V}{T} = \text{const}$
 3) $pV = \text{const}$
 4) $Q = 0$

Ответ:

А	Б

В4

Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Графики А и Б представляют зависимость от времени t физических величин, характеризующих колебания в контуре после переключения переключателя К в положение 2 в момент $t = 0$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ****ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
 2) энергия электрического поля конденсатора
 3) сила тока в катушке
 4) энергия магнитного поля катушки

Ответ:

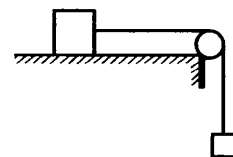
А	Б

Часть 3

При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22

По гладкому горизонтальному столу из состояния покоя движется брусок массой 1,6 кг, соединенный с грузом массой 0,4 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Каково ускорение груза?



- 1) 0,2 м/с² 2) 2 м/с² 3) 1,4 м/с² 4) 3,3 м/с²

A23

В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 22 °С находится $1,12 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) 100% 2) 82% 3) 58% 4) 42%

A24

В сосуд с водой при температуре 0 °С опущена трубка. По трубке через воду пропускают пар при температуре 100 °С. Вначале масса воды увеличивается, но в некоторый момент масса воды перестает увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. В конце процесса масса воды в сосуде стала равной 272 г. Какова была первоначальная масса воды в сосуде? Потерями теплоты пренебречь.

- 1) 42 г 2) 0,023 г 3) 254 г 4) 230 г

A25

Два иона с отношением зарядов $\frac{q_2}{q_1} = 3$ и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2}$ движутся в однородном электрическом поле. Начальная скорость у обоих ионов равна нулю. Определите отношение кинетических энергий этих ионов $\frac{W_2}{W_1}$ спустя одно и то же время после начала движения.

- 1) $\frac{3}{2}$ 2) 6 3) 12 4) 18

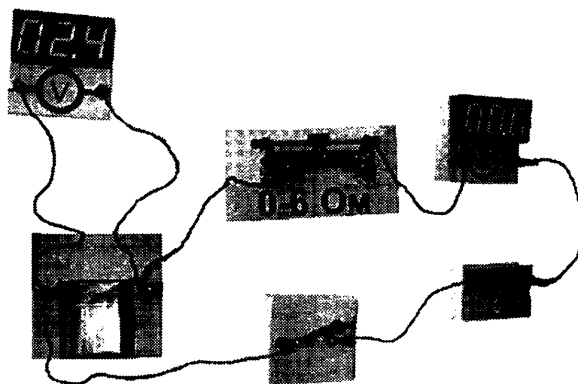
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

C1

На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

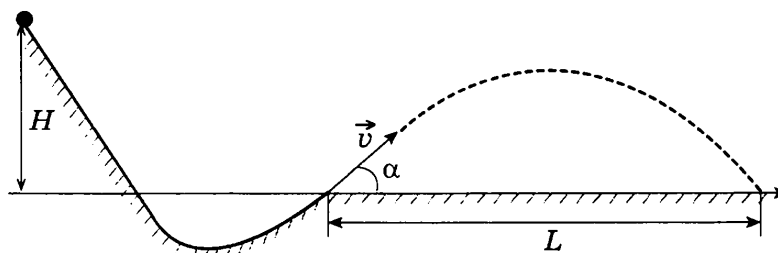
Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее левое положение.



Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова дальность полета L на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.

**С3**

Сферическую оболочку воздушного шара наполняют гелием при атмосферном давлении 10^5 Па. Минимальная масса оболочки, при которой шар начинает поднимать сам себя, равна $m = 500$ кг. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0°C . Чему равна масса одного квадратного метра материала оболочки шара? (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объем шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

С4

Полый заряженный шарик массой $m = 0,4$ г движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Модуль напряженности электрического поля $E = 500$ кВ/м. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен заряд q шарика?

С5

Небольшой груз, подвешенный на длинной нити, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает $0,1$ м/с. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием $0,2$ м изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии $0,5$ м от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия равно $A_1 = 0,1$ м. Чему равна длина нити l ?

С6

Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 220$ нм. При каком напряжении между анодом и катодом фототок прекращается?

ВАРИАНТ 7

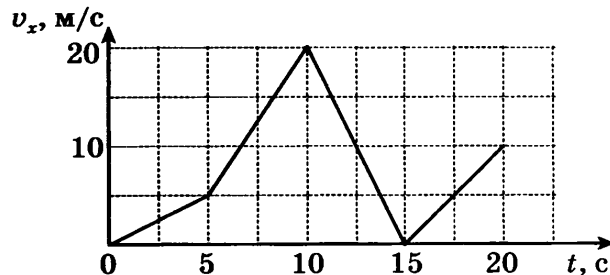
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. В течение какого интервала времени модуль ускорения автомобиля максимален?

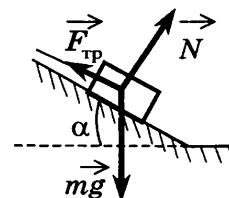
- 1) от 0 до 5 с 3) от 10 до 15 с
2) от 5 до 10 с 4) от 15 до 20 с



A2

Брусok лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют 3 силы: сила тяжести $m\vec{g}$, нормальная составляющая силы реакции опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Если брусok покоится, то модуль равнодействующей сил $\vec{F}_{\text{тр}}$ и \vec{N} равен

- 1) mg 2) $F_{\text{тр}} + N$ 3) $N \cos \alpha$ 4) $F_{\text{тр}} \sin \alpha$



A3

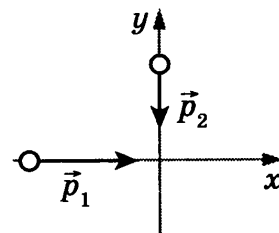
Расстояние между центрами двух шаров равно 1 м, масса каждого шара 1 кг. Силы тяготения между ними примерно равны по модулю

- 1) 1 Н 2) 0,001 Н 3) $7 \cdot 10^{-5}$ Н 4) $7 \cdot 10^{-11}$ Н

A4

Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 8$ кг·м/с, а второго тела $p_2 = 6$ кг·м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?

- 1) 2 кг·м/с 3) 10 кг·м/с
2) 5 кг·м/с 4) 14 кг·м/с



A5

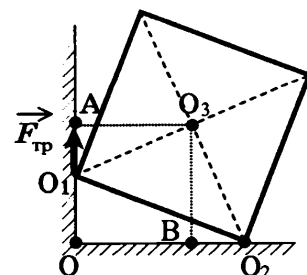
Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту, причем масса легкового автомобиля $m_1 = 2000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение потенциальной энергии грузовика к потенциальной энергии легкового автомобиля относительно уровня воды равно 2?

- 1) 1000 кг 2) 4000 кг 3) 5500 кг 4) 8000 кг

A6

Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим — на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ относительно точки O равно

- 1) 0 3) OA
2) O_1O 4) O_1A



A7

При понижении температуры газа в запаянном сосуде давление газа уменьшается. Это уменьшение давления объясняется тем, что

- 1) уменьшается объем сосуда за счет остывания его стенок
- 2) уменьшается энергия теплового движения молекул газа
- 3) уменьшаются размеры молекул газа при его охлаждении
- 4) уменьшается энергия взаимодействия молекул газа друг с другом

A8

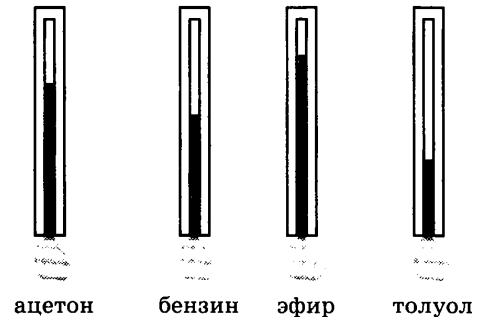
Давление 1 моль водорода в сосуде при 300 К равно p_1 . Каково давление 3 моль водорода в этом сосуде при вдвое большей температуре?

- 1) $(2/3)p_1$
- 2) $(3/2)p_1$
- 3) $(1/6)p_1$
- 4) $6p_1$

A9

На рисунке показаны расположенные рядом четыре одинаковых термометра. Колбочки термометров обернуты тряпочками, смоченными разными жидкостями. Какая из указанных на рисунке жидкостей испаряется с самой малой скоростью, если считать, что удельные теплоты парообразования у них примерно одинаковы?

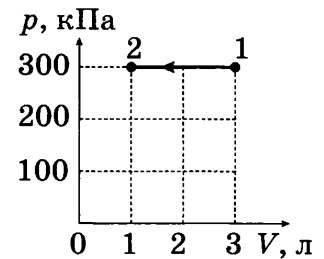
- 1) ацетон
- 2) бензин
- 3) эфир
- 4) толуол



A10

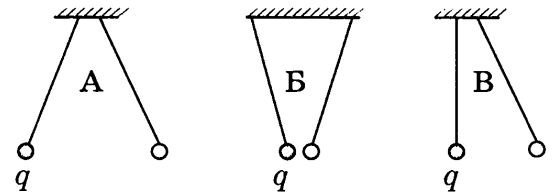
Идеальный газ перешел из состояния 1 в состояние 2 в процессе, представленном на диаграмме p – V . Какая работа совершена в этом процессе?

- 1) внешние силы совершили работу над газом 600 Дж
- 2) газ совершил работу 600 Дж
- 3) внешние силы совершили работу над газом 400 Дж
- 4) газ совершил работу 400 Дж



A11

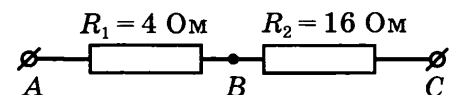
Пара легких одинаковых шариков, заряды которых равны по модулю, подвешена на шелковых нитях. Заряд одного из шариков ($q < 0$) указан на рисунках. Какой из рисунков соответствует ситуации, когда заряд другого шарика положителен?



- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) А и В

A12

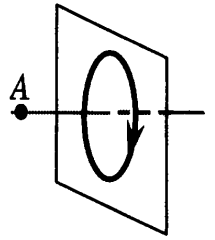
Чему равно напряжение, которое покажет идеальный вольтметр, подсоединенный к точкам В и С, если известно, что между точками А и В напряжение составляет 8 В?



- 1) 1,6 В
- 2) 2 В
- 3) 8 В
- 4) 32 В

A13

На рисунке изображён проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. Точка A находится на горизонтальной прямой, проходящей через центр витка перпендикулярно его плоскости. Как направлен вектор индукции магнитного поля тока в точке A ?



- 1) вертикально вверх ↑
- 2) вертикально вниз ↓
- 3) горизонтально вправо →
- 4) горизонтально влево ←

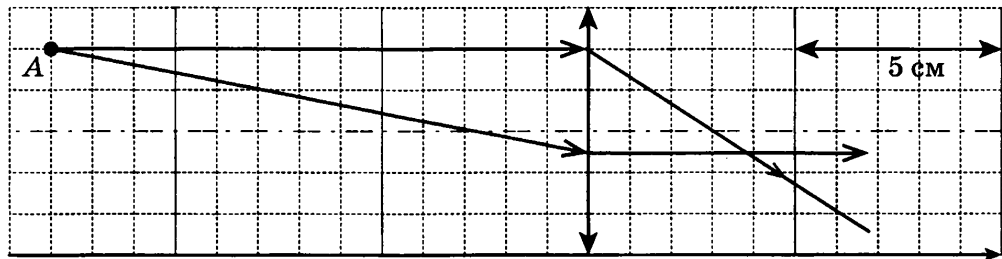
A14

При движении проводника в однородном магнитном поле в проводнике возникает ЭДС индукции \mathcal{E}_1 . При уменьшении скорости движения проводника в 2 раза ЭДС индукции \mathcal{E}_2 будет равна

- 1) $2\mathcal{E}_1$
- 2) \mathcal{E}_1
- 3) $0,5\mathcal{E}_1$
- 4) $0,25\mathcal{E}_1$

A15

На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.

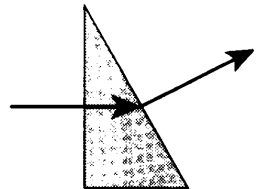


Какова приблизительно оптическая сила линзы?

- 1) 7,7 дптр
- 2) -33,3 дптр
- 3) 33,3 дптр
- 4) 25,0 дптр

A16

Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
- 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

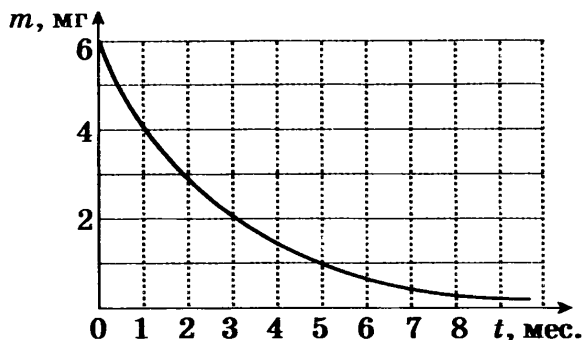
A17

Частота красного света примерно в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Энергия фотона красного света по отношению к энергии фотона фиолетового света

- 1) больше в 4 раза
- 2) больше в 2 раза
- 3) меньше в 4 раза
- 4) меньше в 2 раза

- A18** На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного вещества с течением времени. Период полураспада этого вещества равен

1) 1 мес.
2) 2 мес.
3) 4 мес.
4) 8 мес.

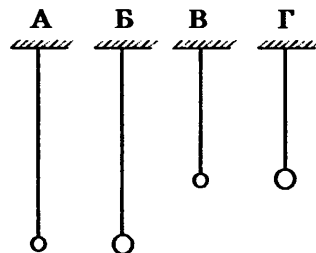


- A19** В результате реакции ядра ${}^{27}_{13}\text{Al}$ и α -частицы ${}^4_2\text{He}$ появился протон ${}^1_1\text{H}$ и ядро

1) ${}^{30}_{14}\text{Si}$ 2) ${}^{32}_{16}\text{S}$ 3) ${}^{28}_{14}\text{Si}$ 4) ${}^{35}_{17}\text{Cl}$

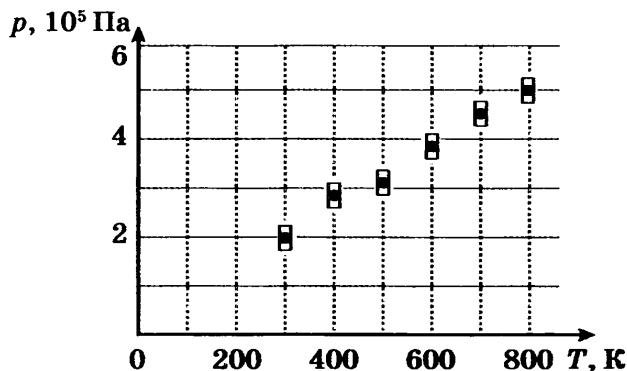
- A20** Предположим, вы не знаете формулу для расчета периода колебаний математического маятника. Необходимо экспериментально проверить, зависит ли эта величина от массы груза. Какие маятники нужно использовать для такой проверки?

1) А и Б 2) А и Г 3) Б и В 4) Б и Г



- A21** На рисунке показаны результаты измерения давления постоянной массы разреженного газа при повышении его температуры. Погрешность измерения температуры $T = \pm 10$ К, давления $\Delta p = \pm 2 \cdot 10^4$ Па. Газ занимает сосуд объемом 5 л. Чему равно число молей газа?

1) 0,2 2) 0,4 3) 1,0 4) 2,0



Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

- В1** В закрытом сосуде находится идеальный газ. Как при охлаждении сосуда с газом изменятся величины: давление газа, его плотность и внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Плотность газа	Внутренняя энергия газа

В2

Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Как изменятся радиус траектории, период обращения и кинетическая энергия частицы при увеличении скорости её движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус траектории	Период обращения	Кинетическая энергия

В3

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (λ — длина волны фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) импульс фотона
Б) энергия фотона

ФОРМУЛЫ

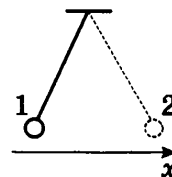
- 1) λhc
2) $\frac{\lambda}{hc}$
3) $\frac{hc}{\lambda}$
4) $\frac{h}{\lambda}$

Ответ:

А	Б

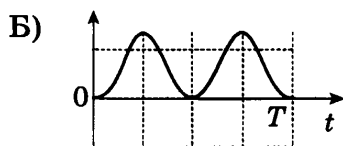
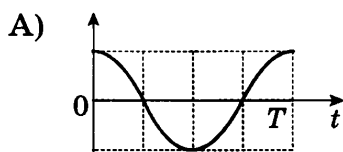
В4

Математический маятник совершает гармонические колебания между точками 1 и 2. Графики А и Б представляют зависимость от времени t физических величин, характеризующих колебания. В начальный момент времени маятник находился в положении 1 (см. рисунок).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости на ось Ox
2) проекция ускорения на ось Ox
3) кинетическая энергия маятника
4) потенциальная энергия маятника относительно поверхности земли

Ответ:

А	Б

Часть 3

При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22

Автомобиль, двигаясь по горизонтальной дороге, совершает поворот по дуге окружности. Каков минимальный радиус этой окружности при коэффициенте трения автомобильных шин о дорогу 0,4 и скорости автомобиля 10 м/с?

- 1) 25 м 2) 50 м 3) 100 м 4) 250 м

А23

Тело, нагретое до температуры 100 °С, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 23 °С. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 30 °С. Определите массу тела, если удельная теплоёмкость вещества, из которого сделано тело, равна 187 Дж/(кг·К). Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

- 1) 225 г 2) 450 г 3) 900 г 4) 4,5 кг

А24

Ёмкость конденсатора в колебательном контуре равна 50 мкФ. Зависимость силы тока в катушке индуктивности от времени имеет вид: $I = a \sin(bt)$, где $a = 1,5$ А и $b = 500$ с⁻¹. Найдите амплитуду колебаний напряжения на конденсаторе.

- 1) $6,0 \cdot 10^{-6}$ В 2) 10 В 3) 60 В 4) 750 В

А25

Первоначально покоящийся атом испустил фотон, энергия которого $9 \cdot 10^{-19}$ Дж. Масса атома $4 \cdot 10^{-26}$ кг. В результате испускания фотона импульс атома стал равен

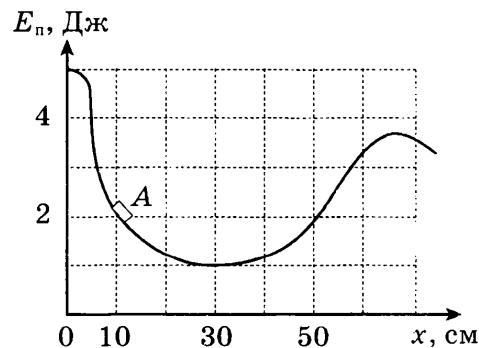
- 1) 0 3) $3 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с
2) $3,6 \cdot 10^{-44}$ кг·м/с 4) $4,4 \cdot 10^{-8}$ кг·м/с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

С1

После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведён график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от её координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке А с координатой $x = 10$ см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

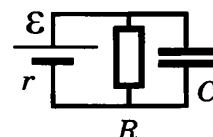
Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены взаимно противоположно и равны $v_{пл} = 15$ м/с и $v_{бр} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,17$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится в 2 раза?

С3

В сосуде с небольшой трещиной находится воздух. Воздух может медленно просачиваться сквозь трещину. Во время опыта объем сосуда уменьшили в 8 раз, давление воздуха в сосуде увеличилось в 2 раза, а его абсолютная температура увеличилась в 1,5 раза. Каково изменение внутренней энергии воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом.)

С4

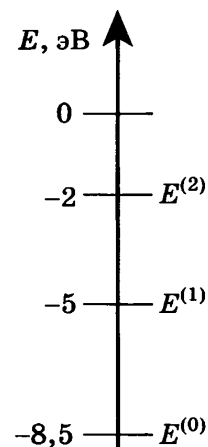
К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002$ м. Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?

**С5**

Плоская рамка из провода сопротивлением 5 Ом находится в однородном магнитном поле. Проекция магнитной индукции поля на ось Ox , перпендикулярную плоскости рамки, медленно меняется от $B_{1x} = 3$ Тл до $B_{2x} = -1$ Тл. За время изменения поля по рамке протекает заряд 1,6 Кл. Определите площадь рамки.

С6

Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, столкнувшись с одним из таких покоящихся атомов, в результате столкновения получил некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с атомом оказался равным $1,2 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с. Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



ВАРИАНТ 8

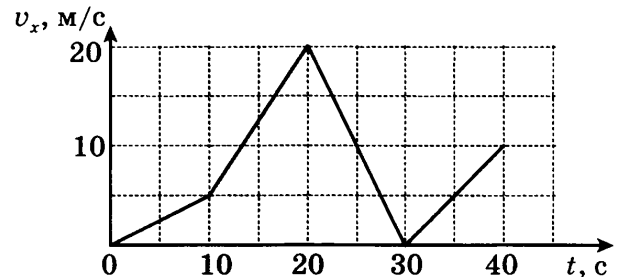
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «X» в клетке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. В течение какого интервала времени модуль ускорения автомобиля минимален?

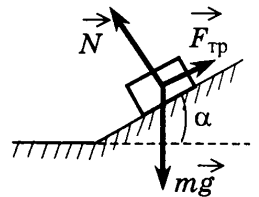
- 1) от 0 до 10 с 3) от 20 до 30 с
2) от 10 до 20 с 4) от 30 до 40 с



A2

Брусек лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют 3 силы: сила тяжести $m\vec{g}$, нормальная составляющая силы реакции опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Если брусек покоится, то модуль равнодействующей сил $\vec{F}_{\text{тр}}$ и $m\vec{g}$ равен

- 1) N 2) $N \cos \alpha$ 3) $N \sin \alpha$ 4) $mg + F_{\text{тр}}$



A3

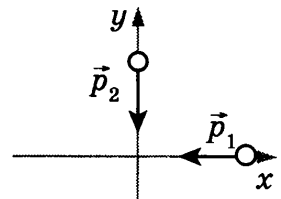
Космонавт на Земле притягивается к ней с силой 700 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности, если радиус Марса в 2 раза, а масса — в 10 раз меньше, чем у Земли?

- 1) 70 Н 2) 140 Н 3) 210 Н 4) 280 Н

A4

Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, а второго тела $p_2 = 8 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?

- 1) $2 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 2) $3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 3) $10 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 4) $14 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$



A5

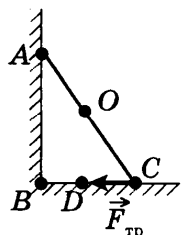
На полке в движущемся вагоне поезда лежат чемодан и дорожная сумка. Масса чемодана 15 кг. Какова масса сумки, если отношение потенциальной энергии чемодана к потенциальной энергии сумки относительно уровня пола вагона равно 2?

- 1) 2 кг 2) 7,5 кг 3) 1,5 кг 4) 30 кг

A6

На рисунке схематически изображена лестница AC, прислоненная к стене. Каков момент силы $\vec{F}_{\text{тр}}$ трения лестницы о пол относительно точки C?

- 1) 0 2) $F_{\text{тр}} \cdot BC$ 3) $F_{\text{тр}} \cdot AB$ 4) $F_{\text{тр}} \cdot CD$



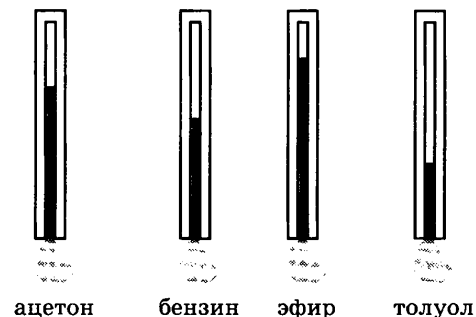
A7 При повышении температуры газа в запаянном сосуде давление газа увеличивается. Это изменение давления объясняется тем, что

- 1) увеличивается объем сосуда за счет нагревания его стенок
- 2) увеличивается энергия теплового движения молекул газа
- 3) увеличиваются размеры молекул газа при его нагревании
- 4) увеличивается энергия взаимодействия молекул газа друг с другом

A8 Объём 3 моль водорода в сосуде при 300 К и давлении 10^5 Па равен V_1 . Каков объём 1 моль водорода при таком же давлении и вдвое большей температуре?

- 1) $(2/3)V_1$
- 2) $(3/2)V_1$
- 3) $(1/6)V_1$
- 4) $6V_1$

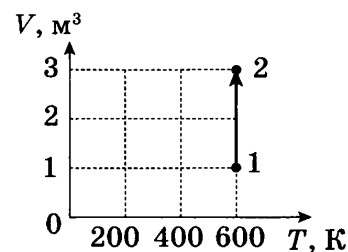
A9 На рисунке показаны расположенные рядом четыре одинаковых термометра. Колбочки термометров обернуты тряпочками, смоченными разными жидкостями. Какая из указанных на рисунке жидкостей испаряется с самой большой скоростью, если считать, что удельные теплоты парообразования у них примерно одинаковы?



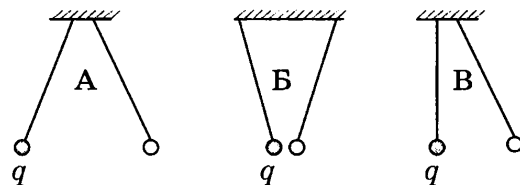
- 1) ацетон
- 2) бензин
- 3) эфир
- 4) толуол

A10 Идеальный газ перешел из состояния 1 в состояние 2 в процессе, представленном на диаграмме VT . Масса газа постоянна. Каково изменение внутренней энергии газа?

- 1) 900 Дж
- 2) 600 Дж
- 3) 100 Дж
- 4) 0

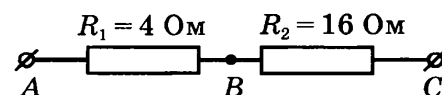


A11 Пара лёгких одинаковых шариков, заряды которых равны по модулю, подвешена на шелковых нитях. Заряд одного из шариков ($q < 0$) указан на рисунках. Какой из рисунков соответствует ситуации, когда заряд другого шарика отрицателен?



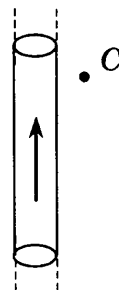
- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) А и В

A12 Чему равно напряжение, которое покажет идеальный вольтметр, подсоединенный к точкам А и В, если известно, что между точками В и С напряжение составляет 32 В?



- 1) 1,6 В
- 2) 2 В
- 3) 8 В
- 4) 32 В

- A13** На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке C ?



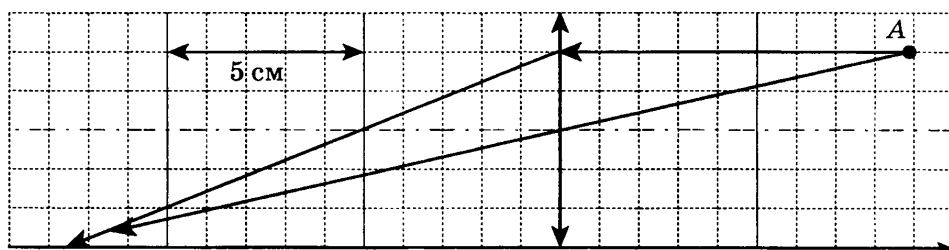
- 1) в плоскости чертежа вверх \uparrow
- 2) в плоскости чертежа вниз \downarrow
- 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot

- A14** В опыте по наблюдению ЭДС электромагнитной индукции квадратная рамка из тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция поля за время t линейно растёт от 0 до максимального значения $B_{\text{макс}}$. Как изменится ЭДС индукции, возникающая в рамке, если площадь рамки увеличить в 2 раза?

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) увеличится в 4 раза

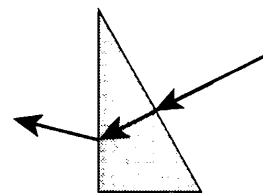
- A15** На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу. Какова оптическая сила линзы?

- 1) $-8,7$ дптр
- 2) $-20,0$ дптр
- 3) $20,0$ дптр
- 4) $11,1$ дптр



- A16** Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он

- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
- 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

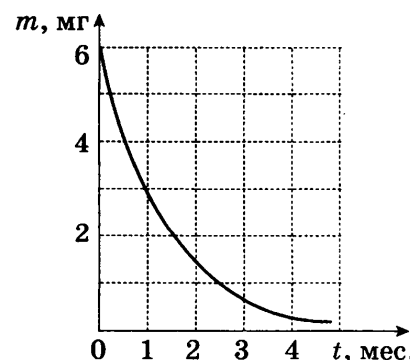


- A17** Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Отношение частоты света первого пучка к частоте второго равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) $\sqrt{2}$
- 4) $\frac{1}{2}$

- A18** На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного вещества с течением времени. Период полураспада этого вещества равен

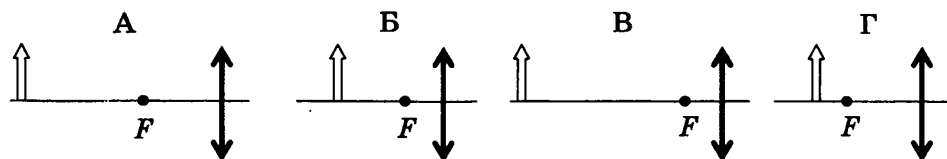
- 1) 1 мес.
- 2) 2 мес.
- 3) 3 мес.
- 4) 4 мес.



A19 При распаде ядра изотопа лития ${}^8_3\text{Li}$ образовались два одинаковых ядра и электрон. Два одинаковых ядра — это ядра

- 1) водорода 2) дейтерия 3) бора 4) гелия

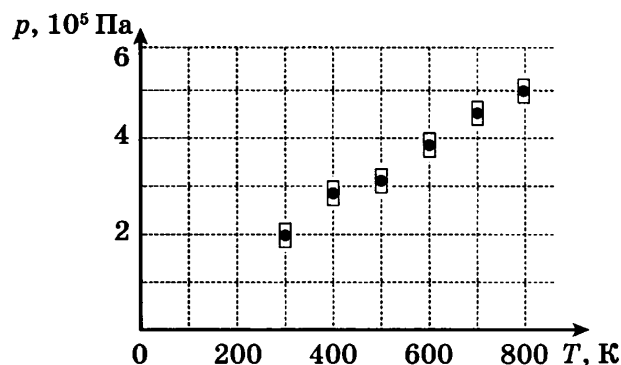
A20 Предположим, что формула тонкой линзы ещё не известна. Была выдвинута гипотеза, что размер изображения предмета, создаваемого линзой, зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



- 1) А и Б 2) А и В 3) Б и В 4) В и Г

A21 На рисунке показаны результаты измерения давления постоянной массы разреженного газа при повышении его температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, давления $\Delta p = \pm 2 \cdot 10^4$ Па. Число молей газа равно 0,4 моль. Какой объем занимает газ?

- 1) 12 л 2) 8,3 м³ 3) 5 м³ 4) 5 л



Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

B1 В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Если при нагревании газа его давление остается постоянным, то как изменятся величины: объем газа, его плотность и внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объем газа	Плотность газа	Внутренняя энергия газа

В2

Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v .

Как изменится радиус траектории, период обращения и кинетическая энергия частицы при уменьшении скорости ее движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус траектории	Период обращения	Кинетическая энергия

В3

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (v — частота фотона, E — энергия фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) импульс фотона
Б) длина волны фотона

ФОРМУЛЫ

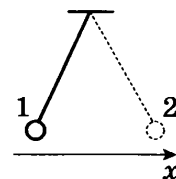
- 1) $\frac{h \cdot v}{c}$
2) $\frac{h \cdot c}{v}$
3) $\frac{h \cdot c}{E}$
4) $\frac{h}{v}$

Ответ:

А	Б

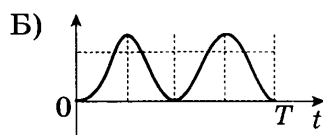
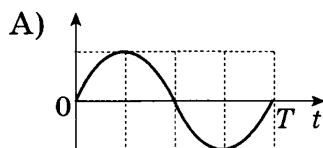
В4

Математический маятник совершает гармонические колебания между точками 1 и 2. Графики А и Б представляют зависимость от времени t физических величин, характеризующих колебания. В начальный момент времени маятник находился в положении 1 (см. рисунок).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) потенциальная энергия маятника относительно поверхности земли
2) кинетическая энергия маятника
3) проекция ускорения на ось Ox
4) проекция скорости на ось Ox

Ответ:

А	Б

Часть 3

При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

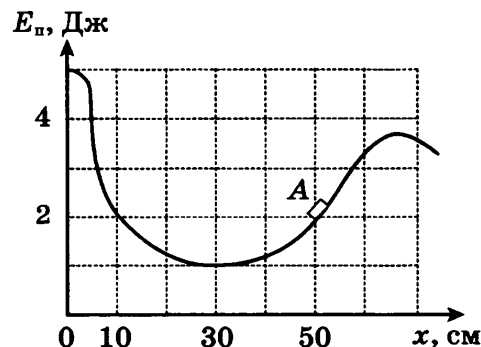
- A22** Автомобиль, двигаясь по горизонтальной дороге, совершает поворот по дуге окружности радиусом 25 м. Коэффициент трения автомобильных шин о дорогу равен 0,4. Какова максимально допустимая скорость автомобиля на повороте?
 1) 50 м/с 2) 25 м/с 3) 10 м/с 4) 5 м/с
- A23** Для определения удельной теплоёмкости вещества тело массой 450 г, нагретое до температуры 100 °С, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 23 °С. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 30 °С. Определите удельную теплоёмкость вещества исследуемого тела. Теплоёмкостью калориметра пренебречь.
 1) 4200 Дж/(кг·К) 3) 374 Дж/(кг·К)
 2) 560 Дж/(кг·К) 4) 187 Дж/(кг·К)
- A24** Ёмкость конденсатора в колебательном контуре равна 50 мкФ. Зависимость напряжения на конденсаторе от времени имеет вид: $U = a \sin(bt)$, где $a = 60$ В и $b = 500$ с⁻¹. Найдите амплитуду колебаний силы тока в контуре.
 1) $6 \cdot 10^{-6}$ А 2) $4,2 \cdot 10^{-4}$ А 3) 1,5 А 4) $6,0 \cdot 10^8$ А
- A25** Электрон и позитрон при столкновении могут исчезнуть, породив несколько фотонов. Энергия покоя электрона 0,51 МэВ. Какова минимальная суммарная энергия этих фотонов?
 1) 1,02 МэВ 2) 0,51 МэВ 3) 2,04 МэВ 4) 0,255 МэВ

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1

После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землёй от её координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке А с координатой $x = 50$ см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

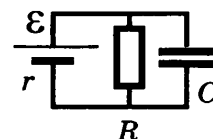
Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены взаимно противоположно и равны $v_{\text{пл}} = 15$ м/с и $v_{\text{бр}} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. К моменту, когда скорость слипшихся бруска и пластилина уменьшилась в 2 раза, они переместились на 0,22 м. Определите коэффициент трения μ бруска о поверхность стола.

С3

В сосуде с небольшой трещиной находится воздух. Воздух может медленно просачиваться сквозь трещину. Во время опыта объем сосуда уменьшили в 4 раза, давление воздуха в сосуде увеличилось тоже в 4 раза, а его абсолютная температура увеличилась в 1,5 раза. Каково изменение внутренней энергии воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом.)

С4

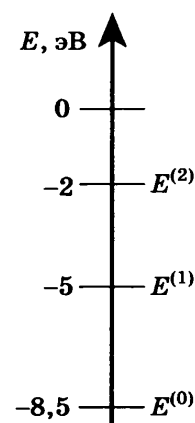
К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор. Напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора $E = 4$ кВ/м. Определите расстояние между его пластинами.

**С5**

Плоская рамка из провода сопротивлением 5 Ом находится в однородном магнитном поле. Проекция магнитной индукции поля на ось Ox , перпендикулярную плоскости рамки, медленно меняется от $B_{1x} = 3$ Тл до $B_{2x} = -1$ Тл. Площадь рамки 2 м². Какой заряд пройдет по рамке за время изменения поля?

С6

Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, в результате столкновения получил некоторую дополнительную энергию. Кинетическая энергия электрона до столкновения равнялась $2,3 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите импульс электрона после столкновения с атомом. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь, до столкновения атом считать неподвижным.



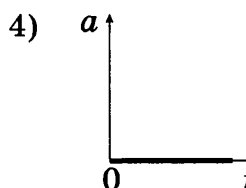
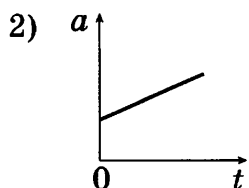
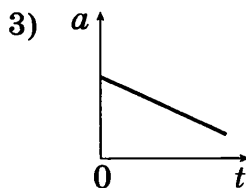
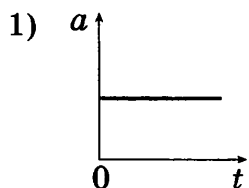
ВАРИАНТ 9

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

На рисунках изображены графики зависимости модуля ускорения от времени для разных видов движения по прямой. Какой график соответствует равномерному движению?



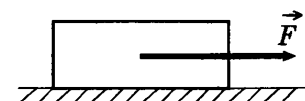
A2

Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 20 м с постоянной по модулю скоростью 10 м/с. Центробежное ускорение автомобиля равно

- 1) 12,5 м/с² 2) 10 м/с² 3) 5 м/с² 4) 4 м/с²

A3

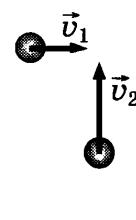
Тело массой 1 кг равномерно и прямолинейно движется по горизонтальной плоскости. На тело действует сила $F = 2$ Н (см. рисунок). Каков коэффициент трения между телом и плоскостью?



- 1) 2 2) 1 3) 0,5 4) 0,2

A4

Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?



- 1)  2)  3)  4) 

A5

Автомобиль массой $2 \cdot 10^3$ кг движется со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

- 1) $4 \cdot 10^5$ Дж 2) $4 \cdot 10^4$ Дж 3) $8 \cdot 10^5$ Дж 4) $2,5 \cdot 10^3$ Дж

A6 Как изменится период колебаний нитяного маятника (подвешенного на нити груза), если длину нити уменьшить в 4 раза, а массу груза в 2 раза увеличить? Маятник считать математическим.

- 1) увеличится в 4 раза 3) уменьшится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза 4) уменьшится в 2 раза

A7 В сосуде находится смесь двух газов: $4 \cdot 10^{23}$ молекул кислорода и $4 \cdot 10^{23}$ молекул водорода. Каково отношение $\nu_{O_2} : \nu_{H_2}$ количеств вещества этих газов?

- 1) 1 2) 8 3) $\frac{1}{8}$ 4) 4

A8 Из баллона выпустили половину молекул идеального газа и увеличили абсолютную температуру оставшегося газа в три раза. В результате этого средняя энергия теплового движения молекул газа в сосуде (в расчёте на одну частицу)

- 1) увеличилась в $3/2$ раза 3) увеличилась в 6 раз
2) увеличилась в 3 раза 4) уменьшилась в $3/2$ раза

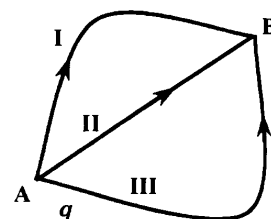
A9 Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 40%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в три раза. Относительная влажность воздуха стала равна

- 1) 120% 2) 100% 3) 40% 4) 13%

A10 Газ в цилиндре расширился, совершив работу 25 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 30 Дж. Следовательно, газ

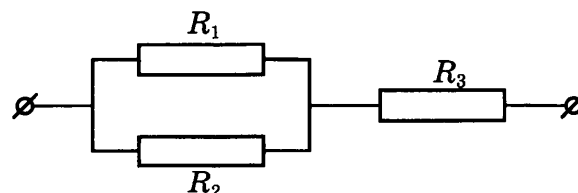
- 1) получил извне количество теплоты, равное 5 Дж
2) получил извне количество теплоты, равное 55 Дж
3) отдал окружающей среде количество теплоты, равное 5 Дж
4) отдал окружающей среде количество теплоты, равное 55 Дж

A11 Отрицательный заряд q перемещается в однородном электростатическом поле из точки А в точку В по траекториям I, II, III (см. рисунок). Выберите верное утверждение о работе сил электростатического поля.



- 1) при движении заряда по траектории II работа сил электростатического поля наименьшая
2) при движении заряда по траектории I работа сил электростатического поля наибольшая
3) работа сил при движении заряда по траектории III больше, чем по траектории I
4) работа сил электростатического поля на траекториях I, II, III одинакова

A12 Участок цепи состоит из двух одинаковых параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 и резистора R_3 . Общее сопротивление участка 4 Ом. Чему равно сопротивление R_1 , если сопротивление $R_3 = 3$ Ом.



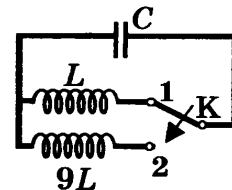
- 1) 1 Ом 3) 2 Ом
2) 1,5 Ом 4) 2,4 Ом

A13 Индуктивность витка проволоки равна $2 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 12 мВб?

- 1) $24 \cdot 10^{-6}$ А 2) 0,17 А 3) 6 А 4) 24 А

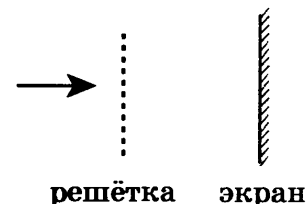
A14 Как изменится период собственных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?

- 1) увеличится в 3 раза 3) увеличится в 9 раз
2) уменьшится в 3 раза 4) уменьшится в 9 раз



A15 Лучи от двух лазеров, свет которых соответствует длинам волн 2λ и λ , поочередно направляются перпендикулярно плоскости дифракционной решетки (см. рисунок). Расстояние между первыми дифракционными максимумами на удалённом экране

- 1) в обоих случаях одинаково
2) во втором случае в 2 раза больше
3) во втором случае в 2 раза меньше
4) во втором случае в 4 раза меньше

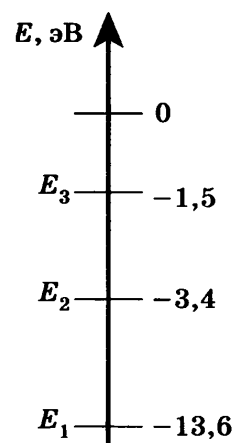


A16 Один учёный проверяет закономерности колебаний пружинного маятника в лаборатории на Земле, а другой ученый — в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звёзд и планет с выключенным двигателем. Если маятники одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут

- 1) одинаковыми при любой скорости корабля
2) разными, так как на корабле время течёт медленнее
3) одинаковыми, если скорость корабля мала
4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля

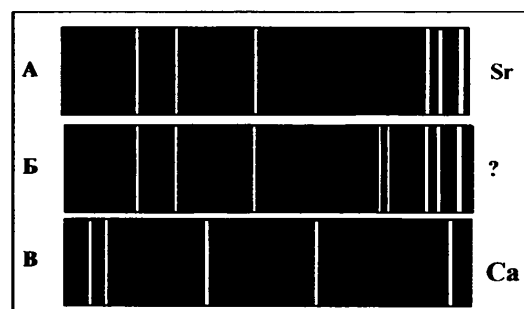
A17 На рисунке представлены несколько самых нижних уровней энергии атома водорода. Может ли атом, находящийся в состоянии E_1 , поглотить фотон с энергией 1,5 эВ?

- 1) да, при этом атом переходит в состояние E_2
2) да, при этом атом переходит в состояние E_3
3) да, при этом атом ионизуется, распадаясь на протон и электрон
4) нет, энергии фотона недостаточно для перехода атома в возбужденное состояние



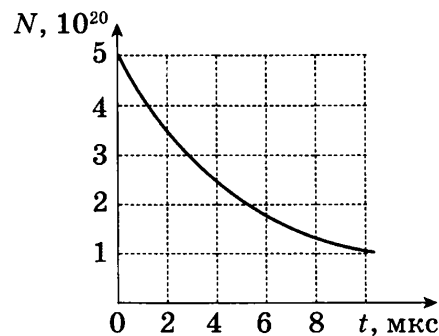
A18 На рисунках А, Б, В приведены спектры излучения паров стронция, неизвестного образца и кальция. Можно утверждать, что в образце

- 1) не содержится ни стронция, ни кальция
2) содержится кальций, но нет стронция
3) содержится стронций, но нет кальция
4) содержатся и стронций, и кальций

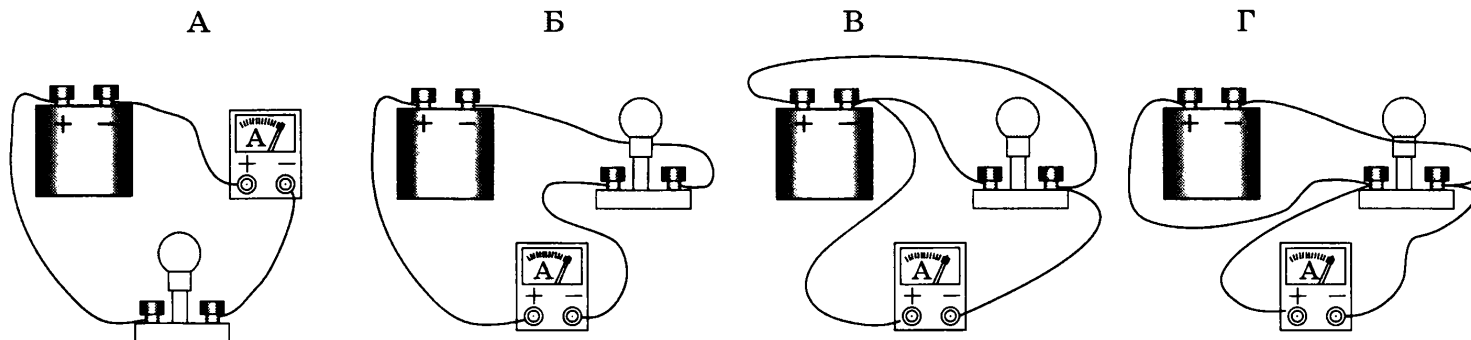


- A19** Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер полония $^{213}_{84}\text{Po}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?

- 1) 8 мкс
- 2) 2 мкс
- 3) 6 мкс
- 4) 4 мкс

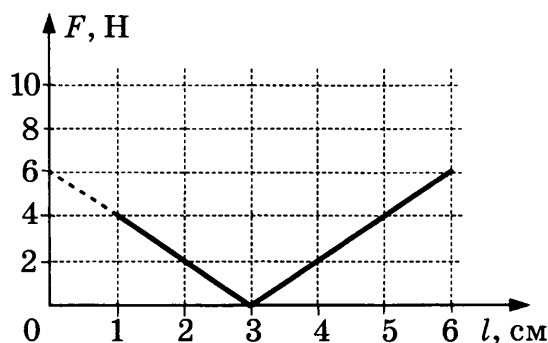


- A20** На каком из рисунков амперметр правильно включен в цепь для измерения силы тока в лампочке?



- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

- A21** При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.



Какое(-ие) из утверждений соответствует(-ют) результатам опыта?

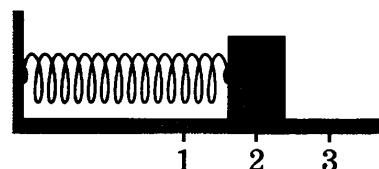
- А. Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
 - Б. При действии силы 4 Н пружина сжимается или растягивается на 2 см.
- 1) только А
 - 2) только Б
 - 3) и А, и Б
 - 4) ни А, ни Б

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1

Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника, скорость груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 1 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

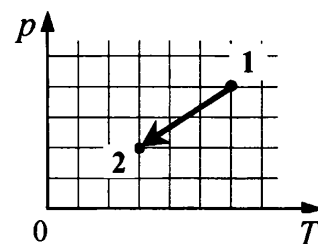
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза маятника	Скорость груза	Жёсткость пружины

В2

Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса давление газа, его объём и внутренняя энергия?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Объём	Внутренняя энергия

В3

Два резистора с сопротивлениями R_1 и R_2 параллельно подсоединили к клеммам батарейки для карманного фонаря. Напряжение на клеммах батарейки равно U . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока через батарейку
 Б) напряжение на резисторе с сопротивлением R_1

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U(R_1 + R_2)}{R_1 R_2}$
 2) $U(R_1 + R_2)$
 3) $\frac{U}{R_1 + R_2}$
 4) U

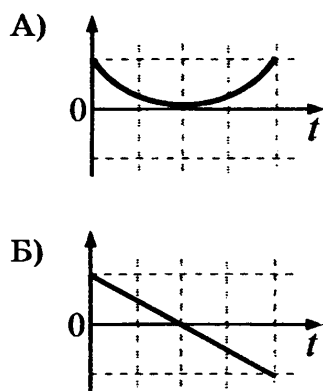
Ответ:

А	Б

В4

Камень бросили вертикально вверх с поверхности земли. Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

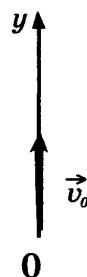


ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня v_y
 2) кинетическая энергия камня
 3) проекция ускорения камня a_y
 4) энергия взаимодействия камня с Землей

Ответ:

А	Б



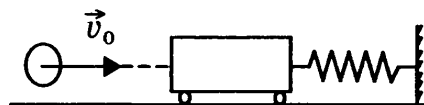
Часть 3

При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22

Пластилинный шар массой 0,1 кг имеет скорость 1 м/с. Он налетает на неподвижную тележку массой 0,1 кг, прикрепленную к пружине, и прилипает к тележке. Чему равна механическая энергия системы при её дальнейших колебаниях? Трением в процессе колебаний пренебречь.

- 1) 0,025 Дж 2) 0,05 Дж 3) 0,5 Дж 4) 0,1 Дж

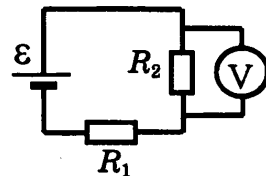


A23 Молярная масса газа $44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Какова плотность этого газа при температуре 300 К и давлении 10^5 Па?

- 1) 0,5 кг/м³ 2) 1,77 кг/м³ 3) 3,53 кг/м³ 4) 8,31 кг/м³

A24 В схеме, изображенной на рисунке, идеальный вольтметр показывает напряжение 3 В. Внутреннее сопротивление источника тока пренебрежимо мало, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 2$ Ом. Какова ЭДС источника тока?

- 1) 6 В 2) 4 В 3) 3 В 4) 1 В



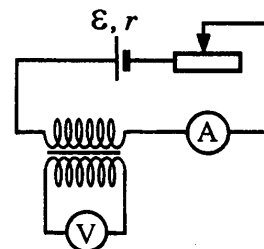
A25 Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{кр} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода?

- 1) 300 нм 2) 400 нм 3) 900 нм 4) 1200 нм

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

C1 На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен посередине и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата вправо. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с \mathcal{E} .



Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

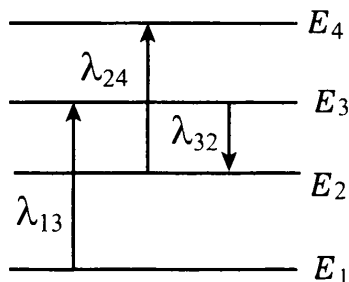
C2 Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты h и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. В результате абсолютно неупругого соударения общая кинетическая энергия брусков становится равной 2,5 Дж. Определите высоту наклонной плоскости h . Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

С3 Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и наполнен гелием. Какова масса гелия в шаре, если на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па, шар может удерживать в воздухе груз массой 225 кг? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

С4 К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили разность потенциалов 10 В. Каким будет изменение температуры проводника ΔT за 15 с? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом \cdot м.)

С5 В горизонтальное дно водоёма глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном 30° , свая отбрасывает на дно водоёма тень длиной 0,8 м. Определите высоту сваи. Коэффициент преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

С6 На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Какова длина волны фотонов, излучаемых при переходе с уровня E_4 на уровень E_1 , если $\lambda_{13} = 400$ нм, $\lambda_{24} = 500$ нм, $\lambda_{32} = 600$ нм?



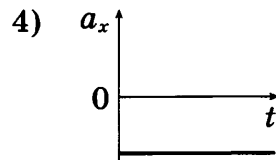
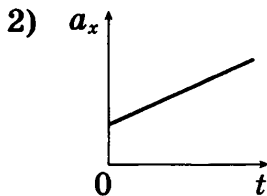
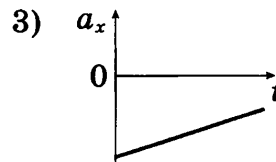
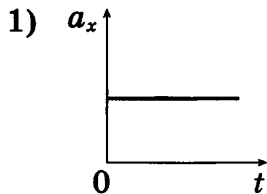
ВАРИАНТ 10

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Тело, двигаясь в положительном направлении оси Ox прямолинейно с постоянным ускорением, за некоторое время уменьшило свою скорость в 2 раза. Какой из графиков зависимости проекции ускорения от времени соответствует такому движению?

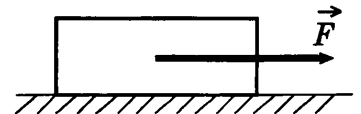

A2

Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 20 м с центростремительным ускорением 5 м/с². Скорость автомобиля равна

- 1) 12,5 м/с 2) 10 м/с 3) 5 м/с 4) 4 м/с

A3

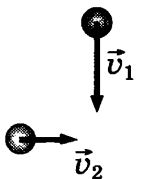
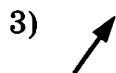
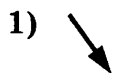
Тело массой 2 кг равномерно и прямолинейно движется по горизонтальной плоскости. На тело действует сила $F = 4$ Н (см. рисунок). Каков коэффициент трения между телом и плоскостью?



- 1) 2 2) 1 3) 0,5 4) 0,2

A4

Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно неупругий?


A5

Мяч массой 0,6 кг летит со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия мяча?

- 1) 120 Дж 2) 240 Дж 3) 60 Дж 4) 12 Дж

A6 Как изменится период колебаний нитяного маятника (подвешенного на нити груза), если длину нити увеличить в 4 раза, а массу груза в 2 раза уменьшить? Маятник считать математическим.

- 1) увеличится в 4 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

A7 Из контейнера с твёрдым литием изъяли 4 моль этого вещества. При этом число атомов лития в контейнере уменьшилось на

- 1) $4 \cdot 10^{23}$
- 2) $12 \cdot 10^{23}$
- 3) $24 \cdot 10^{23}$
- 4) $36 \cdot 10^{23}$

A8 В баллоне с идеальным газом открыли кран, увеличив в 2 раза число молекул газа. Затем кран закрыли, а баллон нагрели, повысив температуру газа в 3 раза. В результате этого средняя энергия теплового движения молекул газа в сосуде (в расчете на одну частицу)

- 1) увеличилась в $3/2$ раза
- 2) увеличилась в 3 раза
- 3) увеличилась в 6 раз
- 4) уменьшилась в $3/2$ раза

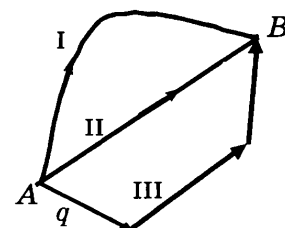
A9 Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 70%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в два раза. Относительная влажность воздуха стала равна

- 1) 140%
- 2) 100%
- 3) 70%
- 4) 35%

A10 В процессе эксперимента газ совершил работу 15 Дж и отдал окружающей среде количество теплоты, равное 20 Дж. Следовательно, внутренняя энергия газа

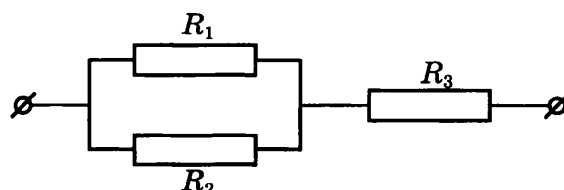
- 1) уменьшилась на 35 Дж
- 2) уменьшилась на 5 Дж
- 3) увеличилась на 5 Дж
- 4) увеличилась на 35 Дж

A11 Положительный заряд q перемещается в однородном электростатическом поле из точки А в точку В по траекториям I, II, III (см. рисунок). Выберите верное утверждение о работе сил электростатического поля.

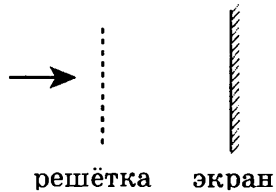
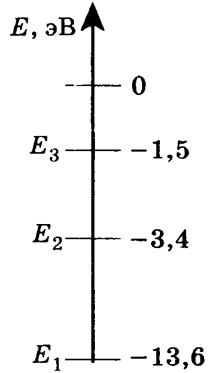
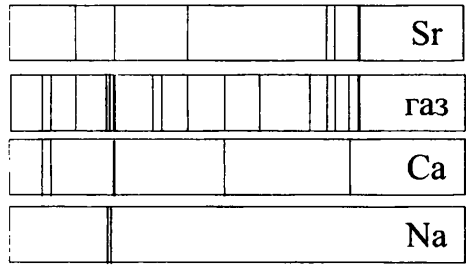


- 1) При движении заряда по траектории II работа сил электростатического поля наименьшая.
- 2) При движении заряда по траектории I работа сил электростатического поля наибольшая.
- 3) Работа сил электростатического поля при движении заряда по траектории III больше, чем по траектории I.
- 4) Работа сил электростатического поля на траекториях I, II, III одинакова.

A12 Участок цепи состоит из двух одинаковых параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 , каждый с сопротивлением 2 Ом, и резистора R_3 с сопротивлением 3 Ом. Общее сопротивление участка цепи равно



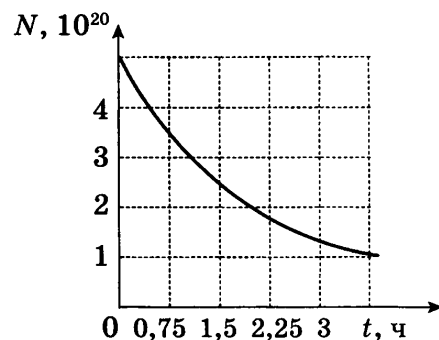
- 1) 1 Ом
- 2) 2 Ом
- 3) 3 Ом
- 4) 4 Ом

- A13** Индуктивность витка проволоки равна $3 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 15 мВб?
 1) $5 \cdot 10^{-6}$ А 2) 3 А 3) 5 А 4) 45 А
- A14** В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура ν будет наибольшей?
 1) L_1 и C_1 2) L_1 и C_2 3) L_2 и C_2 4) L_2 и C_1
- A15** Лучи от двух лазеров, свет которых соответствует длинам волн λ и $1,5\lambda$, поочередно направляются перпендикулярно плоскости дифракционной решетки (см. рисунок). Расстояние между первыми дифракционными максимумами на удаленном экране
 1) во втором случае в 1,5 раза больше
 2) во втором случае в 1,5 раза меньше
 3) во втором случае в 3 раза больше
 4) в обоих случаях одинаково
- 
- A16** Один учёный проверяет закономерности электромагнитных колебаний в LC-контуре в лаборатории на Земле, а другой учёный — в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звёзд и планет с выключенным двигателем. Если контуры одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут
 1) одинаковыми при любой скорости корабля
 2) разными, так как на корабле время течёт медленнее
 3) одинаковыми, если скорость корабля мала
 4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля
- A17** На рисунке представлены несколько самых нижних уровней энергии атома водорода. Может ли атом, находящийся в состоянии E_2 , поглотить фотон с энергией 1,5 эВ?
- 
- 1) да, при этом атом переходит в состояние E_3
 2) да, при этом атом переходит в состояние E_1
 3) да, при этом атом ионизируется, распадаясь на протон и электрон
 4) нет, энергии фотона недостаточно для перехода атома в другое возбужденное состояние
- A18** На рисунке приведён спектр поглощения неизвестного газа и спектры поглощения паров известных металлов. По виду спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит атомы
- 
- 1) только стронция (Sr) и кальция (Ca)
 2) только натрия (Na) и стронция (Sr)
 3) только стронция (Sr), кальция (Ca) и натрия (Na)
 4) стронция (Sr), кальция (Ca), натрия (Na) и другого вещества

A19

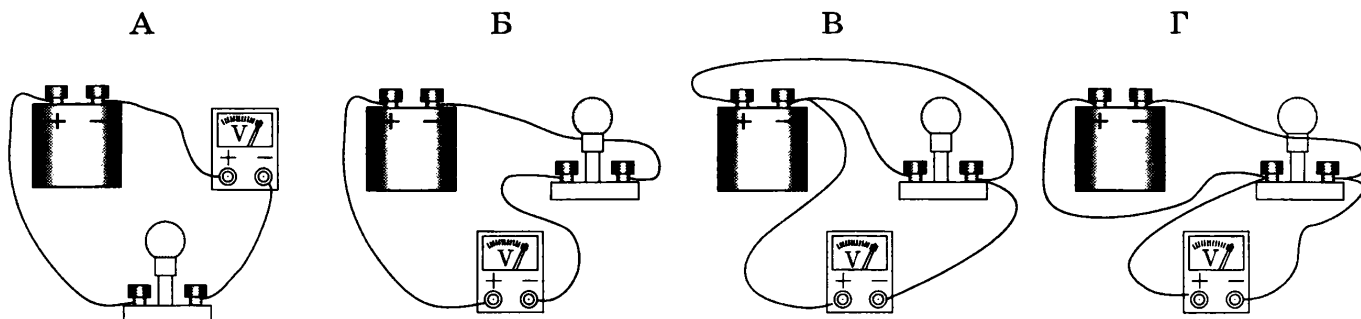
Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер радия $^{230}_{88}\text{Ra}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?

- 1) 3 ч
- 2) 2,5 ч
- 3) 1,5 ч
- 4) 0,75 ч



A20

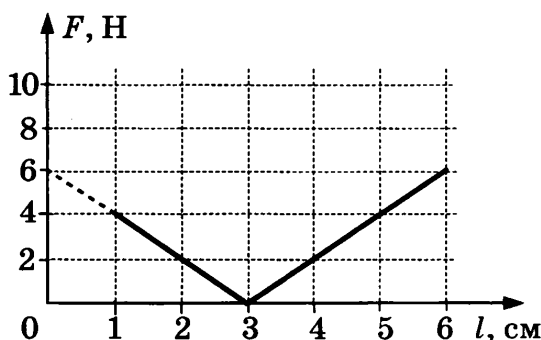
На каком из рисунков вольтметр правильно включен в цепь для измерения напряжения на лампочке?



- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

A21

При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.



Какое(-ие) из утверждений соответствует(-ют) результатам опыта?

- А. Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
- Б. Жесткость пружины равна 100 Н/м.

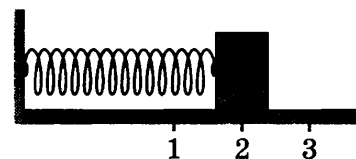
- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1

Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника, скорость груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 3?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

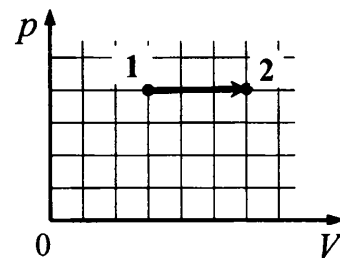
- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза маятника	Скорость груза	Жёсткость пружины

В2

Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса давление газа, его объём и внутренняя энергия?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
2) уменьшается
3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Объём	Внутренняя энергия

В3

Два резистора с сопротивлениями R_1 и R_2 соединили последовательно и подключили к клеммам батарейки для карманного фонаря. Напряжение на клеммах батарейки равно U . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока через батарейку
 Б) напряжение на резисторе с сопротивлением R_1

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U}{R_1 + R_2}$
 2) $U(R_1 + R_2)$
 3) $\frac{UR_1}{R_1 + R_2}$
 4) $\frac{U}{R_1}$

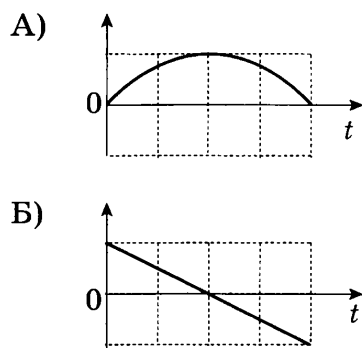
Ответ:

А	Б

В4

Камень бросили вертикально вверх с поверхности земли. Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



Ответ:

А	Б

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня v_y
 2) кинетическая энергия камня
 3) проекция ускорения камня a_y
 4) энергия взаимодействия камня с Землёй

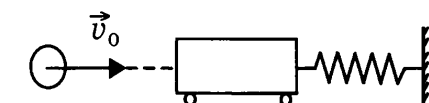


Часть 3

При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22

Пластилинный шар массой 0,1 кг имеет скорость \vec{v}_0 . Он налетает на неподвижную тележку массой 0,1 кг, прикрепленную к пружине, и прилипает к тележке. Механическая энергия системы при её дальнейших колебаниях равна 0,025 Дж. Каково значение v_0 ? Трением в процессе колебаний пренебречь.



- 1) 2 м/с 2) 1 м/с 3) 0,5 м/с 4) 0,1 м/с

A23

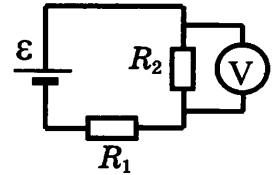
При температуре 300 К и давлении 10^5 Па плотность газа равна $1,77 \text{ кг/м}^3$. Какова молярная масса газа?

- 1) $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ 3) $44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
 2) $29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ 4) $96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

A24

В схеме, изображённой на рисунке, ЭДС источника тока равна 6 В, его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 2 \text{ Ом}$. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

- 1) 1 В 2) 2 В 3) 3 В 4) 4 В



A25

Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 600 \text{ нм}$. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 3 раза меньше энергии падающих фотонов?

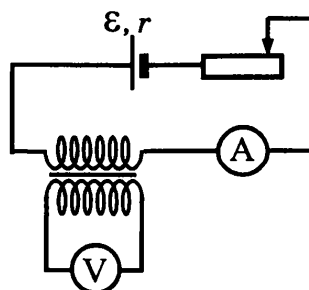
- 1) 133 нм 3) 400 нм
 2) 300 нм 4) 1200 нм

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

C1

На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен в крайнем правом положении и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата влево. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с \mathcal{E} .



Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты $h = 0,8$ м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите общую кинетическую энергию брусков после столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

С3

Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

С4

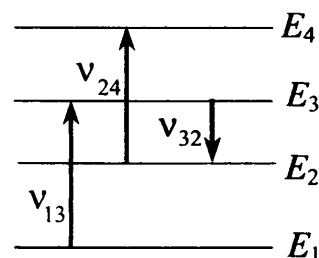
К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили некоторую разность потенциалов. Определите разность потенциалов, если за 15 с проводник нагрелся на 16 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.)

С5

В горизонтальное дно водоёма глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи 2 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30° . Определите длину тени сваи на дне водоёма. Коэффициент преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

С6

На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Какова длина волны фотонов, поглощаемых при переходе с уровня E_1 на уровень E_4 , если $\nu_{13} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{24} = 4 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$ Гц?



ОТВЕТЫ К ТЕМАТИЧЕСКИМ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ВАРИАНТАМ

Вариант 1.1 Темы «Кинематика», «Динамика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	3	A11	1	A21	1
A2	2	A12	3	A22	3
A3	4	A13	1	A23	4
A4	3	A14	2	A24	2
A5	2	A15	3	A25	4
A6	3	A16	4	A26	1
A7	3	A17	2	A27	3
A8	2	A18	1	A28	1
A9	4	A19	4		
A10	1	A20	2		

Ответы к заданиям части 2	
B1	312
B2	34

Вариант 1.2 Темы «Кинематика», «Динамика»

Ответы к заданиям части 1	
A1	3
A2	2
A3	4
A4	1
A5	2

Ответы к заданиям части 2

C1

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Если t — полное время падения с высоты H , то

$$H = \frac{gt^2}{2}; \quad S_1 = \frac{g\tau^2}{2}; \quad H - S_2 = H - nS_1 = \frac{g(t - \tau)^2}{2} \Rightarrow$$

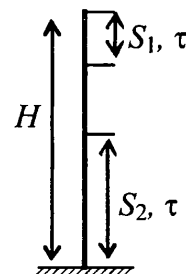
$$\Rightarrow \frac{gt^2}{2} - n \frac{g\tau^2}{2} = \frac{g(t - \tau)^2}{2} \Rightarrow t = \frac{(n + 1)}{2} \tau.$$

Ответ: $t = 3$ с.

C2

Образец возможного решения:

Выбор системы координат: ось x направлена по прямой AB , ось y — вверх по наклонной плоскости перпендикулярно линии AB (см. рисунок).



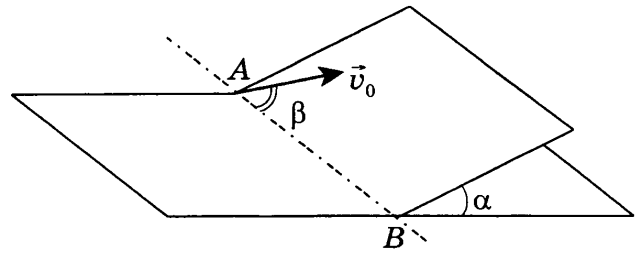
Проекция вектора ускорения свободного падения \vec{g} : $g_x = 0$, $g_y = -g \sin \alpha$.

Кинематика движения по наклонной плоскости эквивалентна кинематике движения тела, брошенного под углом β к горизонту, в поле тяжести с ускорением $g \sin \alpha$ (в известных уравнениях кинематики для тела, брошенного под углом β к горизонту, делается замена $g \rightarrow g \sin \alpha$):

$$x(t) = (v_0 \cos \beta) \cdot t; \quad y(t) = (v_0 \sin \beta) \cdot t - \frac{g \sin \alpha}{2} t^2.$$

Условие $y = 0$ позволяет найти расстояние AB , исключая время t из выписанных уравнений для x и y :

$$AB = \frac{2v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \sin \alpha} = \frac{2\sqrt{3}}{5} \text{ м} \approx 0,69 \text{ м}.$$



С3 Образец возможного решения:

Максимальная сила тяги, действующая на систему из двух автомобилей в направлении их движения, составляет $\mu Mg \cos \alpha$, где $\cos \alpha = \sqrt{0,99} \approx 1$.

Проекция равнодействующей сил, действующих на систему из двух автомобилей, на направление их движения: $F = \mu Mg \cos \alpha - Mg \sin \alpha - mg \sin \alpha$.

Второй закон Ньютона: $a = \frac{F}{M + m} = g \left(\frac{M}{M + m} \cdot \mu \cos \alpha - \sin \alpha \right)$.

Численное значение ускорения: $a = 0,6 \text{ м/с}^2$.

С4 Образец возможного решения:

1. В момент пережигания нити на стержень с грузами вниз действуют силы тяжести $m_1 \vec{g}$, $m_2 \vec{g}$ и пружина с силой \vec{F} , модуль которой $F = k(l_0 - l)$.

2. Движение системы тел «стержень с грузами» в инерциальной системе отсчёта под действием приложенных сил происходит с ускорением a , определяемым вторым законом Ньютона: $(m_1 + m_2)a = (m_1 + m_2)g + F$, откуда $a = g + k \frac{l_0 - l}{m_1 + m_2} > g$.

3. Движение груза m_2 с этим ускорением происходит под действием приложенных к нему сил — силы тяжести $m_2 \vec{g}$ и направленной вниз силы реакции стержня \vec{T} — и подчиняется второму закону Ньютона: $m_2 a = m_2 g + T$.

Из этого уравнения определяется реакция стержня

$$T = m_2(a - g) = \frac{m_2}{m_1 + m_2} k(l_0 - l).$$

4. Подставляя значения масс, жёсткости и удлинения пружины, получим:

$$T = \frac{0,2}{0,1 + 0,2} 30(0,2 - 0,1) = 2 \text{ Н}.$$

Вариант 1.3
Тема «Законы сохранения в механике»

Ответы к заданиям части 1					
A1	1	A11	2	A21	4
A2	2	A12	1	A22	4
A3	3	A13	4	A23	3
A4	1	A14	2	A24	4
A5	3	A15	1	A25	1
A6	4	A16	3	A26	2
A7	2	A17	4	A27	1
A8	3	A18	3	A28	2
A9	3	A19	4		
A10	2	A20	1		

Ответы к заданиям части 2	
B1	322
B2	41

Вариант 1.4
Тема «Законы сохранения в механике»

Ответы к заданиям части 1	
A1	4
A2	1
A3	4
A4	3
A5	2

Ответы к заданиям части 2

C1 Образец возможного решения:

Ускорение, вызванное суммой действующих на груз сил тяжести и натяжения нити (второй закон Ньютона), в момент прохождения маятником положения равновесия равно центростремительному ускорению. В проекциях на вертикаль полу-

чаем: $a = \frac{v^2}{l} = \frac{1}{m}(T - mg)$.

Закон сохранения механической энергии для груза маятника: в состоянии максимального отклонения энергия является потенциальной (U), а в момент прохождения положения равновесия — кинетической (за начало отсчёта U выбрано нижнее

положение груза): $mg l(1 - \cos \alpha) = \frac{mv^2}{2}$.

Ответ в алгебраической и численной форме: $\cos \alpha = \frac{3}{2} - \frac{T}{2mg}$, $\alpha = \arccos \frac{1}{2} = 60^\circ$.

С2 Образец возможного решения:

Закон сохранения импульса системы двух тел: $m_1 \vec{v}_1 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$,

или в проекциях на направление движения бруска (ось Ox): $m_1 v_1 = m_1 v_{1x}' + m_2 v_2'$.

Закон сохранения механической энергии системы двух тел: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_{1x}'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2}$.

Выполнив математические преобразования, получим ответ в общем виде:

$v_{1x}' = \frac{(m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}$ и числовой ответ: $v_{1x}' = 1$ м/с.

С3 Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Пусть m — масса пули, M — масса бруска, u_0 — начальная скорость бруска после взаимодействия с пулей. Согласно закону сохранения импульса $mv_0 = m \frac{v_0}{3} + Mu_0$.

Так как $M = 10m$, то $mv_0 = m \frac{v_0}{3} + 10mu_0 \Rightarrow u_0 = \frac{1}{15} v_0$.

Конечная скорость бруска $u = 0,9u_0$.

Изменение механической энергии бруска равно работе силы трения:

$$\frac{Mu^2}{2} - \frac{Mu_0^2}{2} = -\mu MgS \Rightarrow \frac{u^2}{2} - \frac{0,81u_0^2}{2} = \mu gS \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = \frac{0,19}{2} \cdot \frac{u_0^2}{\mu g} \Rightarrow \frac{0,19}{2} \cdot \left(\frac{v_0}{15}\right)^2 \cdot \frac{1}{\mu g}.$$

Ответ: $S = 9,5$ м.

С4 Образец возможного решения:

Согласно закону сохранения энергии высоту подъёма снаряда можно рассчитать по формуле

$$mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g}.$$

Из закона сохранения энергии определяем начальную скорость первого осколка:

$$\frac{m_1(2v_0)^2}{2} = m_1gh + \frac{m_1 v_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{4v_0^2 - 2gh} = \sqrt{4v_0^2 - v_0^2} = \sqrt{3}v_0.$$

Начальная скорость v_2 второго осколка после разрыва снаряда определяется кинематически:

$$y(t) = h + v_2 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} + v_2 t - \frac{gt^2}{2} = 0, \text{ где } t \text{ — время полёта второго осколка.}$$

$$\text{Отсюда } v_2 = \frac{g^2 t^2 - v_0^2}{2gt}.$$

Согласно закону сохранения импульса в момент разрыва снаряда

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{g^2 t^2 - v_0^2}{2gtv_0 \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{4} \approx 0,43.$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} \approx 0,43$.

Вариант 1.5
Тема «Статика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	3	A9	3	A17	1
A2	4	A10	4	A18	3
A3	2	A11	4	A19	1
A4	1	A12	4	A20	4
A5	3	A13	2	A21	2
A6	3	A14	1	A22	2
A7	2	A15	1	A23	4
A8	1	A16	1		

Ответы к заданиям части 2	
B1	233
B2	24

C1**Образец возможного решения:**Условие равновесия в случае равномерного движения шара массой m :

$$\vec{F}_A + m \vec{g} + \vec{F}_{\text{сопр}} = 0.$$

В проекциях на вертикаль отсюда получаем

при движении вниз: $F_A - mg + F_{\text{сопр}} = 0$,

при движении вверх после сброса груза Δm : $F_A - (m - \Delta m)g - F_{\text{сопр}} = 0$.

Сложив эти два уравнения, получим: $2F_A = (2m - \Delta m)g$.

Отсюда следует значение массы сброшенного груза: $\Delta m = 2 \left(m - \frac{F_A}{g} \right)$.

Ответ: $\Delta m = 200$ кг.

Вариант 1.6
Тема «Колебания и волны»

Ответы к заданиям части 1					
A1	1	A9	1	A17	1
A2	3	A10	1	A18	4
A3	4	A11	2	A19	4
A4	1	A12	2	A20	3
A5	2	A13	1	A21	2
A6	1	A14	2	A22	3
A7	4	A15	4	A23	3
A8	4	A16	3		

Ответы к заданиям части 2	
B1	113
B2	32

C1 Образец возможного решения:

При выведении цилиндра из положения равновесия на величину x по вертикали возникает возвращающая сила, имеющая проекцию на вертикальную ось, равную $F_x = -(\rho_2 - \rho_1)gSx$.

Поскольку эта сила пропорциональна смещению x , период малых собственных колебаний можно найти по формуле: $T = 2\pi\sqrt{m/k}$, где $k = (\rho_2 - \rho_1)gS$.

Тогда
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{(\rho_2 - \rho_1)gS}} \Rightarrow m = \frac{T^2(\rho_2 - \rho_1)gS}{4\pi^2} = 0,2 \text{ кг.}$$

Итоговый вариант 1. Раздел «Механика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	2	A10	2	A18	2
A2	1	A11	1	A19	1
A3	4	A12	1	A20	2
A4	1	A13	3	A21	3
A5	2	A14	4	A22	3
A6	3	A15	3	A23	2
A7	2	A16	4	A24	4
A8	4	A17	4	A25	1
A9	3				

Ответы к заданиям части 2			
B1	131	B3	31
B2	222	B4	41

Ответы к заданиям части 3

C1 Образец возможного решения:

1. Когда брусок, вода и миска покоятся относительно Земли, сила Архимеда уравновешивает силу тяжести плавающего бруска. Та же по величине и направлению сила Архимеда уравновешивает силу тяжести вытесненной бруском воды. Поэтому масса бруска и масса вытесненной им воды одинаковы.

2. Когда брусок, вода и миска покоятся относительно друг друга, но движутся с ускорением относительно Земли, одна и та же сила Архимеда вместе с силой тяжести сообщает одно и то же ускорение как плавающему бруску, так и воде в объёме, вытесненном бруском, что приводит к соотношению:

$$\vec{F}_A = m(\vec{a} - \vec{g}) = m_{\text{вытесн. воды}}(\vec{a} - \vec{g}),$$

откуда следует, что и при движении относительно Земли с ускорением $\vec{a} \neq \vec{g}$ масса бруска и масса вытесненной им воды одинаковы.

3. Поскольку масса бруска одна и та же, масса вытесненной им воды в обоих случаях одинакова. Вода практически не сжимаема, поэтому плотность воды в обоих случаях одинакова. Значит, объём вытесненной воды не изменяется, глубина погружения бруска в лифте остаётся прежней.

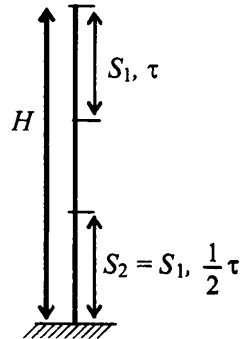
С2

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Если t — полное время падения с высоты H , то

$$\begin{cases} H = \frac{gt^2}{2}; \\ S_1 = \frac{g\tau^2}{2} \end{cases} \Rightarrow H - S_2 = H - S_1 = \frac{g\left(t - \frac{1}{2}\tau\right)^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{gt^2}{2} - \frac{g\tau^2}{2} = \frac{g\left(t - \frac{1}{2}\tau\right)^2}{2} \Rightarrow t^2 - \tau^2 = \left(t - \frac{1}{2}\tau\right)^2 \Rightarrow t = \frac{5\tau}{4}.$$



Ответ: $t = 1,25$ с.

С3

Образец возможного решения:

1) Из выражения, связывающего изменение импульса шарика с импульсом приложенной силы, найдём скорость шарика при прохождении положения равновесия после N полных колебаний (учитывая тот факт, что за одно полное колебание сила

подействует дважды): $v = 2N \frac{Ft}{m}$.

2) Из закона сохранения механической энергии получим формулу, связывающую высоту подъёма шарика h со скоростью, полученной им после действия силы; из геометрического построения установим связь между высотой поднятия шарика и углом отклонения нити:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh = 2mgL \sin^2 \frac{\alpha}{2}.$$

3) Формула для искомой величины: $N = \frac{m \sin \frac{\alpha}{2}}{F \cdot t} \sqrt{g \cdot L}.$

Ответ: $N = 100$ колебаний.

С4

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Закон сохранения импульса для системы «аппарат + газ, выброшенный за интервал времени Δt »: $0 = M \cdot \Delta u - \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v \cdot \Delta t$; формула для ускорения аппарата: $a = \frac{\Delta u}{\Delta t}$;

формула для скорости равноускоренного движения аппарата из состояния покоя: $u = \sqrt{2aS}.$

Выполнив математические преобразования, получим ответ в общем виде:

$$u = \sqrt{\frac{2Sv}{M} \cdot \frac{\Delta m}{\Delta t}}.$$

Ответ: $u = 12$ м/с.

С5

Образец возможного решения:

1. Внешние силы, действующие на систему тел «доска – шайба», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «доска – шайба» относительно Земли сохраняется: $mv_0 = (M + m)v$, где v — скорость шайбы и доски после того, как шайба перестала скользить по доске.

2. Сила трения, действующая на доску со стороны шайбы, постоянна и равна $F_{\text{тр}} = \mu mg$.

3. Под действием этой силы доска движется с ускорением $a = \mu \frac{m}{M} g$ и достигает скорости v за время $t = \frac{v}{a} = \frac{Mv}{\mu mg} = \frac{Mv_0}{\mu g(M + m)} = 0,8 \text{ с.}$

Ответ: $t = 0,8 \text{ с.}$

С6

Образец возможного решения:

1) Скорость шайбы v в точке B определяется из баланса её энергии в точках A и B с учётом потерь на трение: $\frac{mv^2}{2} = mgH - \Delta E$. Отсюда $v^2 = 2gH - \frac{2\Delta E}{m}$.

2) Время полёта шайбы из точки B в точку D определяется из условия:

$y = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0$, где y — вертикальная координата шайбы в системе отсчёта с началом координат в точке B . Отсюда $t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$.

3) Дальность полёта BD определяется из выражения для горизонтальной координаты шайбы в той же системе отсчёта: $BD = v \cos \alpha \cdot t = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$.

4) Подставляя в выражение для BD значение v^2 , получаем $BD = 2 \left(H - \frac{\Delta E}{mg} \right) \sin 2\alpha$.

Отсюда масса шайбы: $m = \frac{\Delta E}{g \left(H - \frac{BD}{2 \sin 2\alpha} \right)}$.

Ответ: $m = 0,1 \text{ кг.}$

Итоговый вариант 2. Раздел «Механика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	4	A10	3	A18	1
A2	1	A11	4	A19	3
A3	4	A12	4	A20	4
A4	2	A13	2	A21	3
A5	2	A14	2	A22	4
A6	1	A15	1	A23	2
A7	3	A16	1	A24	2
A8	1	A17	3	A25	1
A9	2				

Ответы к заданиям части 2	
B1	332
B2	212
B3	43
B4	32

Ответы к заданиям части 3

С1 Образец возможного решения:

1. Будем считать, как это обычно и делается, систему отсчёта, связанную с Землёй, инерциальной. Тогда при $t > \tau$ подвижная система отсчёта, связанная с правым брусом, тоже инерциальна, поскольку движется относительно инерциальной системы отсчёта равномерно и прямолинейно (без вращения).
2. Из условия следует, что при $t = 0$ пружина была не напряжена, а при $t = \tau$ она растянута. Поэтому на левый брусок вдоль прямой, по которой движутся бруски, действует упругая сила пружины, и в инерциальной подвижной системе отсчёта, связанной с правым брусом, левый брусок совершает колебания. (Если упругая сила пружины связана с её деформацией соотношением $F_x = -kx$, то эти колебания гармонические.)
3. Движение левого бруска относительно стола является суперпозицией равномерного прямолинейного движения и колебаний вдоль той же прямой.

С2 Образец возможного решения:

Для момента начала движения ($t_1 = 2$ с) соотношение между приложенной силой и максимальной силой трения покоя: $b \cdot t_1 = \mu mg$.

Для момента времени $t > t_1$, соответствующего движению, запишем 2-й закон Ньютона: $ma = bt - \mu mg$.

При совместном решении этих двух уравнений получаем выражение для коэффициента трения: $\mu = \frac{at_1}{g(t - t_1)}$.

С использованием данных графика (t, a) получаем числовой ответ: $\mu = 0,2$.

С3 Образец возможного решения:

Закон сохранения механической энергии при падении копра до удара: $m_1 gh_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2}$.

Закон сохранения импульса системы тел «копер + свая» при ударе:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2.$$

Связь работы силы сопротивления грунта с изменением кинетической энергии системы тел «копер + свая» после удара: $0 - \frac{(m_1 + m_2) v_2^2}{2} = -F h_2$.

Ответ в общем виде: $F = \frac{m_1^2 gh_1}{(m_1 + m_2) h_2}$ и правильный числовой ответ: $F \approx 170$ кН.

С4 Образец возможного решения:

Период обращения спутника: $T = \frac{2\pi R}{v}$, поэтому $\frac{T_{\Pi}}{T_3} = \frac{\frac{2\pi R_{\Pi}}{v_{\Pi}}}{\frac{2\pi R_3}{v_3}} = \frac{R_{\Pi} \cdot v_3}{R_3 \cdot v_{\Pi}} = \frac{R_{\Pi}}{2R_3}$.

Спутники движутся по окружностям под действием силы тяготения:

$$G \frac{M_{\text{П}} \cdot m}{R_{\text{П}}^2} = m \frac{v_{\text{П}}^2}{R_{\text{П}}} \text{ и } G \frac{M_{\text{З}} \cdot m}{R_{\text{З}}^2} = m \frac{v_{\text{З}}^2}{R_{\text{З}}}, \text{ где } M_{\text{П}}, M_{\text{З}} \text{ и } m \text{ — соответственно, массы}$$

Плюка, Земли и спутника.

$$\text{Отсюда } R_{\text{П}} = \frac{GM_{\text{П}}}{v_{\text{П}}^2} \text{ и } R_{\text{З}} = \frac{GM_{\text{З}}}{v_{\text{З}}^2}. \text{ Массы планет } M_{\text{П}} = \rho_{\text{П}} \cdot V_{\text{П}} \text{ и } M_{\text{З}} = \rho_{\text{З}} \cdot V_{\text{З}}.$$

$$\text{При этом } V \sim R^3. \text{ Следовательно, } \frac{v_{\text{П}}}{v_{\text{З}}} = \sqrt{\frac{\rho_{\text{П}} R_{\text{П}}^2}{\rho_{\text{З}} R_{\text{З}}^2}}.$$

$$\text{Поскольку плотности равны, } \frac{v_{\text{П}}}{v_{\text{З}}} = \frac{R_{\text{П}}}{R_{\text{З}}} = 2 \Rightarrow \frac{T_{\text{П}}}{T_{\text{З}}} = 1.$$

$$\text{Ответ: } \frac{T_{\text{П}}}{T_{\text{З}}} = 1.$$

С5 Образец возможного решения:

Закон сохранения механической энергии при ударе (v и v' – проекции скоростей тел на направление скорости налетающего лёгкого шарика): $\frac{mv^2}{2} = \frac{MV^2}{2} + \frac{m(v')^2}{2}. \quad (1)$

Закон сохранения импульса при ударе: $mv = mv' + MV. \quad (2)$

Решая систему уравнений (1) – (2) с учётом условия $M = 3m$, получаем: $\frac{W_M}{W_m} = 3.$

$$\text{Ответ: } \frac{W_M}{W_m} = 3.$$

С6 Образец возможного решения:

Введём обозначения:

M – масса бруска;

μ – коэффициент трения между бруском и столом;

m – масса грузика пружинного маятника;

k – жёсткость пружины маятника;

A – амплитуда колебаний пружинного маятника;

ν – частота колебаний пружинного маятника.

Удлинение пружины при равновесии маятника: $x_0 = \frac{mg}{k}.$

Частота гармонических колебаний пружинного маятника: $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}.$

Колебания грузика остаются гармоническими, если совместно выполнены два условия:

1) Верхний конец пружины в процессе колебаний неподвижен.

2) Пружина и нить все время натянуты, поэтому грузик нигде не переходит в режим свободного падения.

Из первого условия следует, что в крайнем нижнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 + A$, сила натяжения нити, равная по модулю упругой силе пружины, недостаточна для того, чтобы сдвинуть брусок:

$$F_{\text{упр}} = k(x_0 + A) = mg + kA \leq \mu Mg.$$

Отсюда $A \leq \frac{g}{k}(\mu M - m) = \left(\mu \frac{M}{m} - 1\right) \frac{g}{(2\pi\nu)^2}$. В нашем случае отсюда получаем $A \leq 8,9$ см.

Из второго условия следует, что в крайнем верхнем положении груза, когда удлинение пружины равно $x_0 - A$, пружина растянута или не напряжена, но не сжата, откуда $A \leq x_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{(2\pi\nu)^2}$.

В нашем случае отсюда получаем $A \leq 6,3$ см.

Колебания груза будут гармоническими при совместном выполнении этих условий:

$$A_{\max} = \min \left\{ \left(\mu \frac{M}{m} - 1 \right) \frac{g}{(2\pi\nu)^2}; \frac{g}{(2\pi\nu)^2} \right\} = 6,3 \text{ см.}$$

Вариант 2.1 Тема «Молекулярная физика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	1	A11	4	A21	1
A2	3	A12	2	A22	3
A3	3	A13	2	A23	1
A4	3	A14	2	A24	1
A5	2	A15	4	A25	2
A6	2	A16	1	A26	1
A7	4	A17	4	A27	3
A8	3	A18	4	A28	3
A9	4	A19	4		
A10	3	A20	1		

Ответы к заданиям части 2	
B1	232
B2	41

Вариант 2.2 Тема «Термодинамика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	2	A6	4	A11	1
A2	2	A7	1	A12	4
A3	1	A8	1	A13	2
A4	1	A9	2	A14	3
A5	4	A10	4	A15	4

A16	1	A21	3	A25	3
A17	2	A22	4	A26	4
A18	3	A23	1	A27	3
A19	3	A24	2	A28	2
A20	3				

Ответы к заданиям части 2	
B1	333
B2	32

Вариант 2.3. Тема «МКТ и термодинамика»

Ответы к заданиям части 1			
A1	2	A4	2
A2	1	A5	4
A3	3		

Ответы к заданиям части 2

C1

Образец возможного решения:

1. В левой части сосуда давление будет постепенно снижаться и стабилизируется на уровне половины первоначального давления водорода. В правой части сосуда давление будет повышаться до значения, равного $3/2$ первоначального.

2. Вследствие хаотичности теплового движения молекулы водорода будут залетать в правую часть сосуда, перемешиваясь с молекулами азота. В результате концентрация молекул газов в правой части сосуда будет увеличиваться, а в левой — уменьшаться. Этот процесс будет происходить до тех пор, пока половина молекул водорода не перейдёт в правую часть сосуда. В этот момент времени концентрация молекул водорода в обеих частях сосуда сравняется, и наступит динамическое равновесие: число молекул водорода, проникших в правую часть сосуда, будет в среднем равняться числу молекул водорода, «вернувшихся» за этот же промежуток времени обратно.

3. Давление идеального газа при неизменной температуре пропорционально концентрации молекул: $p = nkT$. В начале опыта и давление p_0 , и температура газов были одинаковы; следовательно, были одинаковы и концентрации n_0 молекул газов. Поскольку с течением времени концентрация молекул в левой части сосуда снижается до половины первоначального значения, то и давление водорода в этой части сосуда снизится до значения $\frac{1}{2}p_0$. В правой же части сосуда концентрация

смеси молекул будет постепенно возрастать до $\frac{3}{2}n_0$; соответственно, и давление увеличится в полтора раза.

C2

Образец возможного решения:

В состоянии 1: $pV_0 = RT_1$, в состоянии 2: $p \cdot 3V_0 = RT_2$. Отсюда $T_2 = 3T_1$.

Количество теплоты, получаемое системой в изобарном процессе:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2}R\Delta T + p\Delta V = \frac{5}{2}R(T_2 - T_1) = 5RT_1 \approx 12,5 \text{ кДж.}$$

Ответ: $Q_{12} \approx 12,5 \text{ кДж.}$

С3

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

При постоянном давлении работа газа $A = p \cdot \Delta V$. Из уравнения Клапейрона—Менделеева $pV = \nu RT$ следует, что при постоянном давлении $p \cdot \Delta V = \nu R \cdot \Delta T$, то есть $A = \nu R \cdot \Delta T$.

Согласно первому началу термодинамики изменение внутренней энергии газа определяется разностью между полученным количеством теплоты и совершённой газом работой: $\Delta U = Q - A$; следовательно, $Q = \Delta U + A$. В то же время для одноатомного идеального газа справедлива формула $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T$, или, с учётом полученного выше выражения для работы газа, $\Delta U = \frac{3}{2} A$. В результате получаем:

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} A + A = \frac{5}{2} A = 1 \text{ кДж.}$$

Ответ: $Q = 1 \text{ кДж.}$

С4

Образец возможного решения:

II закон Ньютона в проекциях на вертикаль: $F_A = m_{\text{He}}g + m_{\text{об}}g$.

Силы выражены через радиус r : $\rho_{\text{в}}gV = m_{\text{об}}g + m_{\text{He}}g = bSg + \rho_{\text{He}}Vg \Rightarrow$

$$\Rightarrow \rho_{\text{в}}g \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{\text{He}}g \cdot \frac{4}{3} \pi r^3.$$

Получен радиус: $r = \frac{3b}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{He}}}$, где b — отношение массы оболочки к её площади.

Плотности гелия и воздуха вычисляются с использованием уравнения Клапейрона—Менделеева: $pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$, $\rho_{\text{He}} = \frac{M_{\text{He}}p}{RT}$, $\rho_{\text{в}} = \frac{M_{\text{в}}p}{RT}$.

Ответ для радиуса: $r = \frac{3bRT}{p(M_{\text{в}} - M_{\text{He}})} \approx 2,7 \text{ м.}$ Масса оболочки $m = 4\pi r^2 \cdot b$.

Ответ: $m \approx 92 \text{ кг.}$

Вариант 2.4

Тема «МКТ и термодинамика»

Ответы к заданиям части 1			
A1	2	A4	4
A2	3	A5	1
A3	2		

Ответы к заданиям части 2

С1

Образец возможного решения:

1. Относительная влажность воздуха будет оставаться равной 100% до того момента, когда вся вода испарится. По мере дальнейшего увеличения объёма воздуха его относительная влажность будет снижаться.

2. Относительная влажность воздуха определяется отношением концентрации молекул воды в воздухе к концентрации молекул насыщенного водяного пара при той же температуре: $\varphi = \frac{n}{n_{\text{нас}}}$.

3. Концентрация молекул воды в паре над жидкостью определяется скоростью испарения жидкости и скоростью конденсации пара. При динамическом равновесии обе эти скорости равны, водяной пар в воздухе является насыщенным, а относительная влажность воздуха равна 100%.

4. Если объём, занимаемый воздухом и паром, повысить, концентрация молекул воды в паре снизится. Поскольку скорость конденсации пара зависит от концентрации его молекул, то эта скорость тоже уменьшится, станет меньше скорости испарения жидкости при данной температуре. Испарение станет преобладать, и концентрация молекул воды в паре станет увеличиваться до тех пор, пока пар не станет насыщенным при новом значении его объёма.

5. Медленное увеличение объёма воздуха (и пара) при проведении опыта приводит к тому, что в этом процессе динамическое равновесие между паром и жидкостью успевает восстанавливаться, то есть пар всё время остаётся практически насыщенным. Соответственно, пока в сосуде есть жидкость, относительная влажность воздуха остаётся равной 100%. Когда же жидкости не останется, вызванное увеличением объёма пара дальнейшее снижение концентрации молекул воды в паре не будет компенсироваться испарением. Поэтому относительная влажность воздуха начнёт уменьшаться по мере увеличения его объёма.

C2

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

На временном интервале от 1 до 3 мин температура вещества остаётся постоянной, хотя к телу подводится теплота, что свидетельствует о плавлении вещества в течение этого времени. За это время ($\tau_1 = 2$ мин) вещество в калориметре получит от нагревателя количество теплоты $Q_1 = P\tau_1$ (P — мощность нагревателя), равное теплоте плавления: $Q_1 = m\lambda$.

В течение минуты после окончания плавления ($\tau_2 = 1$ мин) температура возрастает на $\Delta T = 40$ °С, поскольку вещество получает $Q_2 = P\tau_2$ теплоты от нагревателя. При этом изменение температуры пропорционально полученному количеству теплоты: $Q_2 = mc \cdot \Delta T$.

Уравнения теплового баланса на участке плавления и на участке нагревания об-

разуют систему:
$$\begin{cases} P\tau_1 = m\lambda \\ P\tau_2 = mc \cdot \Delta T \end{cases}$$
, решение которой определяет удельную теплоём-

кость жидкости: $c = \frac{\lambda}{\Delta T} \frac{\tau_2}{\tau_1}$.

Ответ: $c = 1,25$ кДж/(кг · К).

C3

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Длительность нахождения куска льда в воде означает, что и лёд, и вода имеют температуру 0 °С. Тот факт, что к концу опыта лёд растаял не весь, свидетельствует, что равновесная температура воды и льда остаётся равной 0 °С.

Впускаемый в воду пар массой $m_{\text{п}}$ конденсируется, отдавая количество теплоты $Q_1 = \lambda m_{\text{п}}$ (здесь λ — удельная теплота парообразования воды). Далее сконденсировавшаяся вода той же массы остывает от $t_0 = +100$ до 0 °С, отдавая количество теплоты $Q_2 = cm_{\text{п}}t_0$, где c — удельная теплоёмкость воды. Так что в сумме пар и образовавшаяся из него вода отдали количество теплоты $Q = \lambda m_{\text{п}} + cm_{\text{п}}t_0$.

Поскольку сосуд теплоизолированный, а температура воды не изменилась, то это количество теплоты пошло на таяние $m_{\text{л}}$ кг льда при температуре его плавления, так что $Q = Lm_{\text{л}}$, где L — удельная теплота плавления льда.

Следовательно, $\lambda m_{\text{п}} + cm_{\text{п}}t_0 = Lm_{\text{л}}$, и $m_{\text{п}} = \frac{Lm_{\text{л}}}{\lambda + ct_0} = 12 \cdot 10^{-3}$ кг.

Ответ: $m_{\text{п}} = 12$ г

С4

Образец возможного решения:

Условие механического равновесия столбика ртути определяет давление воздуха в вертикальной трубке: $p = p_0 + \rho g d$, где $p_0 = \rho g H$ — давление атмосферы. Здесь $H = 750$ мм.

Поскольку нагревание воздуха в трубке происходит до температуры $T = T_0 + \Delta T$ и первоначального объёма, то по уравнению Клапейрона—Менделеева

$$\frac{T}{T_0} = \frac{p}{p_0} = 1 + \frac{d}{H}. \quad \text{Отсюда } T_0 = \Delta T \frac{H}{d}.$$

Ответ: $T_0 = 300$ К.

Итоговый вариант 3

Разделы «Механика», «МКТ и термодинамика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	1	A10	3	A18	1
A2	4	A11	2	A19	2
A3	1	A12	2	A20	4
A4	3	A13	2	A21	3
A5	2	A14	2	A22	2
A6	2	A15	1	A23	3
A7	1	A16	2	A24	1
A8	4	A17	4	A25	3
A9	3				

Ответы к заданиям части 2	
B1	112
B2	112
B3	14
B4	12

Ответы к заданиям части 3

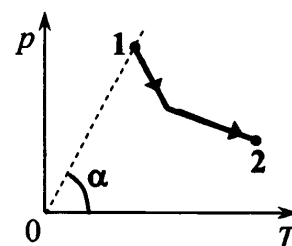
С1

Образец возможного решения:

1. Объём газа будет постоянно увеличиваться.

2. Согласно закону Клапейрона—Менделеева объём идеального газа обратно пропорционален его давлению и прямо пропорционален температуре: $V = \nu R \frac{1}{p} T$, где ν — количество вещества

газа. Поскольку p/T , например в состоянии 1, равно тангенсу



угла наклона проведённой пунктиром изохоры (прямой, соединяющей точку 1 на диаграмме с началом координат), то объём газа в состоянии 1 $V = \nu R \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$.

3. По мере перемещения вправо и вниз вдоль диаграммы точки, показывающей состояние газа, тангенс угла наклона проходящей через эту точку изохоры монотонно уменьшается. Следовательно, в данном процессе объём газа монотонно возрастает.

C2

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Согласно закону сохранения импульса, $m_1 v = (m_1 + m_2) u$; здесь m_1 и m_2 — масса, соответственно, лёгкого и тяжёлого шариков, v — скорость малого шарика в момент соударения, u — скорость слипшихся шариков в следующий момент времени. Следовательно, $u = m_1 v / (m_1 + m_2)$.

Для лёгкого шарика согласно закону сохранения механической энергии имеем:

$$\frac{m_1 v^2}{2} = m_1 g l, \text{ где } l \text{ — длина нити. Отсюда: } v^2 = 2gl.$$

Согласно этому же закону для слипшихся шариков имеем:

$$\frac{(m_1 + m_2) u^2}{2} = (m_1 + m_2) g h; \quad h = \frac{u^2}{2g} = v^2 \frac{m_1^2}{2g(m_1 + m_2)^2} = \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2} \right)^2 l.$$

Подставив численные значения масс шариков и длины нити, получим: $h = 0,05$ м.

C3

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Ускорение спутника, движущегося со скоростью v вокруг планеты массой M по круговой траектории радиусом R , равно $a = \frac{v^2}{R} = \frac{GM}{R^2}$, то есть $v = \sqrt{GM / R}$. Пе-

риод обращения спутника $T = \frac{2\pi R}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}$.

Следовательно, $\frac{T_M}{T_3} = \sqrt{\left(\frac{R_M}{R_3} \right)^3} / \sqrt{\frac{M_M}{M_3}} = \sqrt{1,25} \approx 1,1$.

C4

Образец возможного решения:

С точки зрения механики движение монеты в чаше аналогично движению груза математического маятника при его колебаниях: траектория движения обоих тел — дуга окружности, и оба они движутся под действием силы тяжести и силы, перпендикулярной траектории в каждой её точке. Различие лишь в том, что у математического маятника радиус траектории равен длине L нити и сила, перпендикулярная траектории, является силой упругости нити, а в опыте школьника радиус траектории монеты определяется радиусом R кривизны внутренней поверхности чаши, а вместо силы упругости нити выступает сила упругости чаши. Следовательно, можно воспользоваться формулой частоты гармонических колебаний математического маятника, заменив в ней L на R : $\omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$.

Отсюда: $R = \frac{g}{\omega^2} = \frac{8}{16} = 0,5$ (м).

Ответ: $R = 0,5$ м.

С5

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Внутренняя энергия пара пропорциональна его температуре и числу молекул в заданном объеме: $U \sim V \cdot n \cdot T$. При изменении температуры от 0 до +40 °С значение T увеличивается в $313/273 = 1,15$ раза, объем V не меняется, а n согласно графику возрастает в $18/2 = 9$ раз. Следовательно, U возрастает в $9 \cdot 1,15 = 10,3$ раза.

Ответ: внутренняя энергия пара возрастает в 10,3 раза.

С6

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Шар поднимет груз при условии: $(M + m)g + m_{\text{ш}}g = m_{\text{а}}g$, где M и m — масса оболочки шара и груза, $m_{\text{ш}}$ и $m_{\text{а}}$ — масса воздуха в шаре и такого же по объему воздуха вне шара. Сокращая на g , имеем: $M + m = m_{\text{а}} - m_{\text{ш}}$.

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объем V не меняются. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона—Менделеева,

$$pV = \frac{m_{\text{ш}}}{\mu} RT_{\text{ш}} = \frac{m_{\text{а}}}{\mu} RT_{\text{а}}, \text{ где } \mu \text{ — средняя молярная масса воздуха, } T_{\text{ш}} \text{ и } T_{\text{а}} \text{ —}$$

его температура внутри и вне шара. Отсюда

$$m_{\text{ш}} = m_{\text{а}} \frac{T_{\text{а}}}{T_{\text{ш}}} = \rho V \frac{T_{\text{а}}}{T_{\text{ш}}};$$

$$m_{\text{а}} - m_{\text{ш}} = \rho V \left(1 - \frac{T_{\text{а}}}{T_{\text{ш}}} \right); M + m = \rho V \left(1 - \frac{T_{\text{а}}}{T_{\text{ш}}} \right). \text{ Следовательно,}$$

$$\left(1 - \frac{T_{\text{а}}}{T_{\text{ш}}} \right) = \frac{M + m}{\rho V} = \frac{200 + 400}{1,2 \cdot 2500} = 0,2; \quad \frac{T_{\text{а}}}{T_{\text{ш}}} = 1 - 0,2 = 0,8;$$

$$T_{\text{ш}} = \frac{T_{\text{а}}}{0,8} = \frac{280}{0,8} = 350 \text{ К.}$$

Ответ: $T_{\text{ш}} = +77 \text{ °С}$.

Итоговый вариант 4

Разделы «Механика», «МКТ и термодинамика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	1	A10	1	A18	2
A2	2	A11	4	A19	2
A3	2	A12	2	A20	3
A4	1	A13	4	A21	3
A5	1	A14	1	A22	2
A6	3	A15	4	A23	4
A7	1	A16	3	A24	4
A8	4	A17	4	A25	3
A9	3				

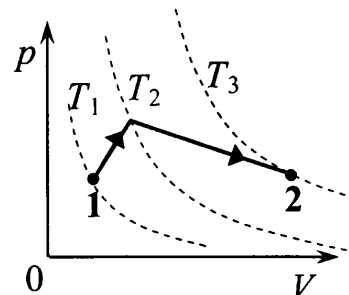
Ответы к заданиям части 2			
B1	123	B3	42
B2	221	B4	34

Ответы к заданиям части 3

C1

Образец возможного решения:

1. Температура газа будет постоянно повышаться.
2. Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева давление идеального газа обратно пропорционально его объёму и прямо пропорционально температуре: $p = \nu R \frac{1}{V} T$, где ν — количество вещества газа. На рисунке пунктирными линиями проведены изотермы идеального газа, проходящие через точки 1, 2 и точку перелома исходной диаграммы. Чем дальше от начала координат p и V проходит изотерма, тем более высокой температуре она соответствует. Так что $T_1 < T_2 < T_3$.
3. По мере перемещения вправо вдоль диаграммы точки, показывающей состояние газа, эта точка перемещается к изотермам со всё более высокой температурой. Следовательно, в данном процессе температура газа монотонно возрастает.



C2

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Согласно второму закону Ньютона в нижней точке петли: $m \vec{g} + \vec{N} = m \vec{a}$, или $N = ma + mg$, где m и N — соответственно, масса шарика и сила его давления на жёлоб, a — центростремительное ускорение шарика. Причём $a = \frac{v^2}{R}$, где R и v — соответственно, радиус петли и скорость шарика в нижней её точке. Согласно закону сохранения механической энергии $mgh = \frac{mv^2}{2}$, где $h = 4R$. Следовательно, $N = mg + \frac{mv^2}{R} = mg + 8mg = 9mg = 9 \text{ Н}$.

Ответ: 9 Н.

C3

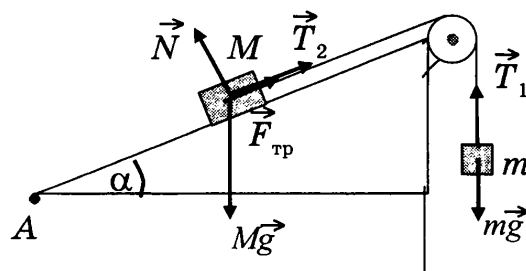
Образец возможного решения:

Брусок может двигаться только вдоль наклонной плоскости. Силы, действующие на брусок, обозначены на рисунке. Поскольку $mg = 0,2 \cdot 10 = 2(\text{Н})$, $Mg \sin \alpha = 2 \cdot 10 \cdot 0,5 = 10(\text{Н})$, а максимальное значение модуля силы трения $F_{\text{тр}} = \mu Mg \cos \alpha \approx 3,98(\text{Н})$, то сила трения направлена вверх по наклонной плоскости, а брусок движется вниз по наклонной плоскости. По второму закону Ньютона ускорение бруска $a = (Mg \sin \alpha - \mu Mg \cos \alpha - mg)/(m + M)$.

Тогда искомое расстояние

$$l = x_0 - at^2/2 = x_0 - (Mg \sin \alpha - \mu Mg \cos \alpha - mg)t^2/2(m + M) \approx 1,35 \text{ м}.$$

Ответ: 1,35 м.



С4**Образец возможного решения (рисунок не обязателен):**

Колебания маятника описываются синусоидой в координатах (Y, t) , где t — время, а Oy — ось координат, вдоль которой происходят колебания: $y = y_M \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$, где T — период колебаний.

На приведённом в задаче графике вместо оси времени изображена ось Ox , перпендикулярная оси Oy . К тому же сказано, что направление движения автомобиля перпендикулярно плоскости колебаний маятника. При равномерном движении вдоль оси Ox координата автомобиля линейно меняется со временем, и если в начальный момент она была равна 0, то $x = vt$, где v — скорость автомобиля. Подставив в общую формулу колебаний значение $t = x/v$, получим формулу колебаний в координатах (y, x) : $y = y_M \sin\left(\frac{2\pi}{vT}x + \varphi_0\right)$. В этой формуле расстояние между соседними максимумами показывает произведение vT .

Согласно графику это расстояние равно 20 см = 0,2 м. Период колебаний маятника, если считать его математическим, $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,1}{10}} \approx 0,63$ (с).

Следовательно, $v \approx 0,2/0,63 \approx 0,32$ (м/с).

Ответ: 0,32 м/с.

С5**Образец возможного решения (рисунок не обязателен):**

Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна его температуре и числу молей газа: $E_{\text{вн}} \sim \nu T$. Запишем уравнение Клапейрона—Менделеева: $pV = \nu RT$ (p — давление газа, V — объём сосуда, R — универсальная газовая постоянная). Из него видно, что произведение νT пропорционально произведению pV . Значит, согласно условиям задачи внутренняя энергия газа (как и произведение pV) уменьшилась в 6 раз.

Ответ: $E_{\text{вн}}$ уменьшилась в 6 раз.

С6**Образец возможного решения:**

До удаления перегородки суммарная внутренняя энергия газов

$$U_1 = \nu \frac{3}{2} R(T_1 + T_2), \text{ где } \nu \text{ — число молей и аргона, и гелия.}$$

После удаления перегородки температура газов станет одинаковой и равной некоторому значению T . Тогда внутренняя энергия смеси газов $U_2 = 2\nu \frac{3}{2} RT$. Поскольку сосуд теплоизолированный, выполняется закон сохранения энергии: $U_1 = U_2$, $\nu \frac{3}{2} R(T_1 + T_2) = 2\nu \frac{3}{2} RT$; отсюда: $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$.

Парциальное давление аргона определяется на основе закона Дальтона из уравнения Клапейрона—Менделеева: $p_{\text{Ар}} V = \nu RT = \nu R \frac{(T_1 + T_2)}{2}$.

$$\text{Отсюда: } p_{\text{Ар}} = \frac{\nu R(T_1 + T_2)}{2V} \approx 3740 \text{ Па.}$$

Ответ: $p_{\text{Ар}} \approx 3740$ Па.

Вариант 3.1

Темы «Электростатика», «Постоянный ток», «Магнитное поле»

Ответы к заданиям части 1					
A1	3	A11	1	A21	4
A2	2	A12	4	A22	2
A3	2	A13	4	A23	1
A4	4	A14	1	A24	1
A5	2	A15	4	A25	3
A6	4	A16	3	A26	3
A7	2	A17	1	A27	1
A8	4	A18	3	A28	4
A9	1	A19	1		
A10	3	A20	2		

Ответы к заданиям части 2	
B1	122
B2	32

Вариант 3.2

Темы «Электростатика», «Постоянный ток», «Магнитное поле»

Ответы к заданиям части 1			
A1	2	A4	1
A2	3	A5	1
A3	4		

Ответы к заданиям части 2

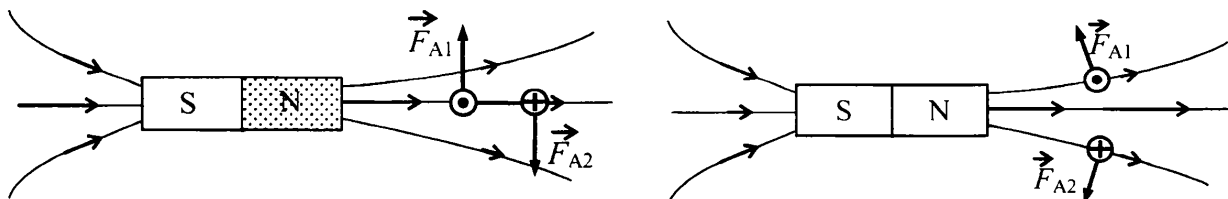
C1

Образец возможного решения:

1. Ответ: Рамка повернётся по часовой стрелке и встанет перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» окажется внизу.

2. Рассмотрим сечение рамки плоскостью рисунка в условии задачи. В исходном положении в левом звене рамки ток направлен к нам, а в правом — от нас.

На левое звено рамки действует сила Ампера \vec{F}_{A1} , направленная вверх, а на правое звено — сила Ампера \vec{F}_{A2} , направленная вниз. Эти силы разворачивают рамку на неподвижной оси MO по часовой стрелке (см. рисунок).



3. Рамка устанавливается перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» оказывается внизу. При этом силы Ампера \vec{F}_{A1} и \vec{F}_{A2} обеспечивают равновесие рамки на оси MO (см. рисунок).

С2 Образец возможного решения:

После зарядки конденсатора сила тока через резистор R_3 равна нулю:

$$I_3 = 0 \Rightarrow U_3 = 0 \Rightarrow U_{R_3C} = U_3 + U_C = U_C.$$

Сила тока через резистор R_2 равна $I = \frac{\varepsilon}{r + R_1 + R_2}$.

При параллельном соединении напряжение на резисторе R_2 равно $U_2 = U_{R_3C} = U_C$.

$$\text{Поэтому } U_C = IR_2 = \frac{\varepsilon R_2}{r + R_1 + R_2}; U_C = \frac{3,6 \cdot 7}{1 + 4 + 7} = \frac{25,2}{12} = 2,1 \text{ (В)}.$$

$$q = CU_C; q = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 2,1 = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл)}.$$

Ответ: $q = 4,2$ мкКл.

С3 Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

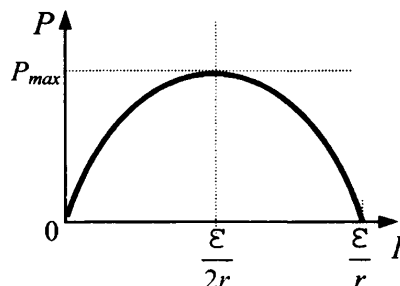
Мощность, выделяемая на реостате: $P = IU = I(\varepsilon - Ir)$.

Корни уравнения $I(\varepsilon - Ir) = 0$: $I_1 = 0$, $I_2 = \frac{\varepsilon}{r}$.

Поэтому максимум функции $P(I)$ достигается при $I = \frac{\varepsilon}{2r}$ и

$$\text{равен } P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = 4,5 \text{ Вт}.$$

Ответ: $P_{\max} = 4,5$ Вт.



С4 Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

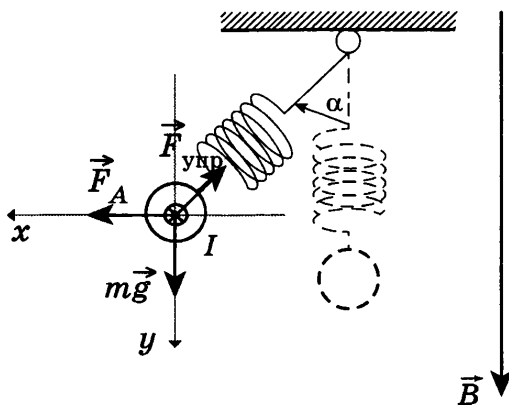
Обозначим: k — жёсткость пружины; Δl — её удлинение.

Условие механического равновесия проводника приводит к системе уравнений:

$$\begin{cases} 2k\Delta l \cdot \cos\alpha = mg, \\ 2k\Delta l \cdot \sin\alpha = IBL. \end{cases}$$

Поделим второе равенство на первое: $\operatorname{tg}\alpha = \frac{IBL}{mg}$. Масса провода $m = \rho LS$.

Таким образом, $\operatorname{tg}\alpha = \frac{IB}{\rho Sg} = 1$. Откуда $\alpha = 45^\circ$.



Вариант 3.3
Темы «Электромагнитная индукция»,
«Электромагнитные колебания», «Оптика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	3	A11	3	A21	3
A2	4	A12	3	A22	2
A3	1	A13	4	A23	1
A4	1	A14	2	A24	1
A5	4	A15	1	A25	4
A6	4	A16	4	A26	3
A7	2	A17	1	A27	2
A8	2	A18	3	A28	2
A9	3	A19	2		
A10	4	A20	1		

Ответы к заданиям части 2	
B1	322
B2	24

Вариант 3.4
Темы «Электромагнитная индукция»,
Электромагнитные колебания», «Оптика»

Ответы к заданиям части 1			
A1	1	A4	4
A2	3	A5	2
A3	3		

Ответы к заданиям части 2

C1 Образец возможного решения:

- 1) Когда рамка входит в зазор между полюсами магнита и выходит из него, в ней возникает индукционный ток, который объясняется возникновением ЭДС индукции при изменении магнитного потока, пронизывающего рамку.
- 2) Величина индукционного тока при выходе рамки из зазора больше, чем при входе, потому что к выходу из зазора рамка приходит с большей скоростью, чем при входе.

C2 Образец возможного решения:

Пока ключ замкнут, через катушку L течёт ток I , определяемый сопротивлением резистора: $I = \frac{\varepsilon}{R}$, конденсатор заряжен до напряжения $U = \varepsilon$.

Энергия электромагнитного поля в катушке $\frac{LI^2}{2}$.

Энергия электромагнитного поля в конденсаторе $\frac{C\varepsilon^2}{2}$.

После размыкания ключа начинаются затухающие электромагнитные колебания, и вся энергия, запасённая в конденсаторе и катушке, выделится в лампе и резисторе:

$$E = \frac{C\varepsilon^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{C\varepsilon^2}{2} + \frac{\varepsilon^2}{2R^2}L = 0,184 \text{ Дж.}$$

Согласно закону Джоуля—Ленца выделяе-

мая в резисторе мощность пропорциональна его сопротивлению. Следовательно, энергия 0,184 Дж распределится в лампе и резисторе пропорционально их сопротивлениям, и на лампу приходится $E_{\text{л}} = \frac{5}{8}E = 0,115 \text{ Дж.}$

Ответ: $E_{\text{л}} = 0,115 \text{ Дж.}$

С3

Образец возможного решения:

ЭДС индукции в кольце $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Изменение магнитного потока за время Δt равно

$$\Delta\Phi = \Delta(BS), \text{ где площадь кольца } S \text{ постоянна и равна } S = \frac{\pi D^2}{4}.$$

Следовательно, $|\varepsilon| = S \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$, откуда $\left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{\varepsilon}{S}$.

С другой стороны, по закону Ома $\varepsilon = IR = I \frac{\rho l}{S_{\text{пр}}}$, где $S_{\text{пр}}$ — площадь поперечного

сечения медного провода $S_{\text{пр}} = \frac{\pi d^2}{4}$, длина кольца $l = \pi D$.

$$\text{Отсюда } \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{16I\rho}{\pi d^2 D} \approx 0,11 \text{ Тл/с.}$$

Ответ: $\left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \approx 0,11 \text{ Тл/с.}$

С4

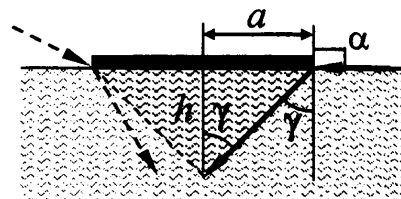
Образец возможного решения (рисунок обязателен):

Область тени — это геометрическое тело, боковые грани которого очерчивают те лучи света, которые до преломления у краёв пласта распространялись вдоль поверхности воды. Согласно рисунку глубину h тени можно определить по формуле $h = \frac{a}{\text{tg}\gamma}$, где a — полуширина пласта (поскольку длина пласта больше его ширины).

Значение $\text{tg}\gamma$ найдём из закона преломления света: $\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = n$, где n — показатель

преломления воды, а $\alpha = 90^\circ$. Имеем:

$$\sin\gamma = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}; \quad \text{tg}\gamma = \frac{\frac{3}{4}}{\sqrt{1 - \frac{9}{16}}} = \frac{3}{\sqrt{7}}; \quad h = \frac{2\sqrt{7}}{3} \approx 1,76 \text{ (м).}$$



Ответ: 1,76 м.

Итоговый вариант 5

Разделы «Механика», «МКТ и термодинамика», «Электродинамика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	4	A10	2	A18	4
A2	3	A11	4	A19	2
A3	4	A12	3	A20	2
A4	2	A13	3	A21	2
A5	1	A14	3	A22	4
A6	4	A15	2	A23	1
A7	3	A16	2	A24	2
A8	1	A17	1	A25	1
A9	4				

Ответы к заданиям части 2			
B1	233	B3	23
B2	212	B4	42

Ответы к заданиям части 3

C1

Образец возможного решения:

1. Гильза притянется к пластине, затем оттолкнётся от неё и зависнет в положении равновесия.
2. Под действием электрического поля пластины изменится распределение электронов в гильзе и произойдёт её электризация: та её сторона, которая ближе к пластине, будет иметь положительный заряд, а противоположная сторона — отрицательный.
3. Поскольку сила взаимодействия заряженных тел уменьшается с ростом расстояния между ними, притяжение к пластине левой стороны гильзы будет больше отталкивания правой стороны гильзы, и гильза будет двигаться к пластине, пока не коснется её.
4. В момент касания часть электронов перейдёт с пластины на гильзу, гильза приобретёт отрицательный заряд и оттолкнётся от одноименно заряженной пластины. Гильза отклонится вправо и зависнет в положении, в котором равнодействующая всех сил равна нулю.

C2

Образец возможного решения:

Изменение механической энергии шайбы за счёт работы силы трения:

$$\frac{mv_B^2}{2} + mgL\sin\alpha - \frac{mv_0^2}{2} = -\mu mgL\cos\alpha. \quad (1)$$

В точке B условием отрыва будет равенство центростремительного ускорения величине нормальной составляющей ускорения свободного падения:

$$\frac{v_B^2}{R} = g\cos\alpha \Rightarrow v_B^2 = gR\cos\alpha. \quad (2)$$

Из (1) и (2) находим внешний радиус трубы R : $R = \frac{v_0^2}{g\cos\alpha} - 2L(\mu + \operatorname{tg}\alpha) \approx 0,3 \text{ м.}$

С3 Образец возможного решения:

Количество теплоты, необходимое для нагревания льда, находящегося в калориметре, до температуры t : $Q = c_1 m_1 (t - t_1)$. (1)

Количество теплоты, отдаваемое водой при охлаждении её до 0°C :

$$Q_1 = c_2 m_2 (t_2 - 0). \quad (2)$$

Количество теплоты, выделяющееся при отвердевании воды при 0°C : $Q_2 = \lambda m_2$. (3)

Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении льда, полученного из воды, до температуры t : $Q_3 = c_1 m_2 (0 - t)$. (4)

Уравнение теплового баланса: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$. (5)

$$\text{Объединяя (1)–(5), получаем: } t_1 = \frac{m_1 c_1 t - m_2 (c_2 (t_2 - 0) + \lambda + c_1 (0 - t))}{m_1 c_1} \approx -5^\circ\text{C}.$$

С4 Образец возможного решения:

Уравнения состояния для газа в верхней и нижней частях сосуда:

$$p_1 V_1 = \nu RT, \quad (1)$$

$$p_2 V_2 = \nu RT,$$

где V_1 и V_2 — объёмы, соответственно, верхней и нижней частей.

Объёмы: $V_1 = S(H - h)$, $V_2 = Sh$, где S — сечение поршня, H — высота сосуда, h — высота, на которой находится поршень.

Условие равновесия поршня: $p_1 S + P - p_2 S = 0$, (2)

так как $mg = P$, где P — вес поршня, m — его масса.

Подставляя выражения (1) в (2), получим для количества молей газа

$$\nu = \frac{P}{RT \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{H-h} \right)} \approx 0,022 \text{ моля.}$$

С5 Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Условия равновесия шарика:

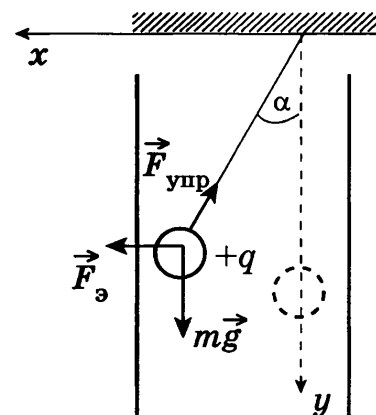
$$\begin{cases} k\Delta l \cdot \sin \alpha = qE, \\ k\Delta l \cdot \cos \alpha = mg. \end{cases}$$

Возведём оба равенства в квадрат и сложим их:

$$(k\Delta l)^2 = (mg)^2 + (qE)^2, \text{ откуда } E = \frac{\sqrt{(k\Delta l)^2 - (mg)^2}}{q}.$$

Напряжённость электрического поля в конденсаторе: $E = \frac{U}{d}$.

$$\text{Таким образом, } U = \frac{d \cdot \sqrt{(k\Delta l)^2 - (mg)^2}}{q} = 100 \text{ кВ.}$$

**С6 Образец возможного решения:**

Пользуемся общей формулой для ЭДС индукции в движущемся проводнике:

$$|\mathcal{E}| = \nu BL \sin(90^\circ - \alpha) = \nu BL \cos \alpha, \quad (1)$$

где α — угол между направлением вектора индукции и нормалью к поверхности наклонной плоскости.

Скорость проводника в конечном положении находится из закона сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh = mgl \sin \alpha, \quad (2)$$

откуда $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gl \sin \alpha}$.

Из (1) и (2) находим $|\varepsilon| = BL \cos \alpha \sqrt{2gl \sin \alpha} \approx 0,17 \text{ В}$.

Итоговый вариант 6
Разделы «Механика», «МКТ и термодинамика»,
«Электродинамика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	4	A10	1	A18	1
A2	2	A11	2	A19	3
A3	3	A12	4	A20	2
A4	3	A13	1	A21	3
A5	3	A14	2	A22	4
A6	3	A15	2	A23	4
A7	3	A16	4	A24	2
A8	1	A17	3	A25	1
A9	4				

Ответы к заданиям части 2			
B1	123	B3	42
B2	133	B4	34

Ответы к заданиям части 3

C1 Образец возможного решения:

1. На обеих стадиях падения стержня сквозь металлическое кольцо его ускорение меньше g . Деревянное же кольцо не влияет на ускорение пролетающего сквозь него стержня.
2. При приближении намагниченного стержня к кольцам магнитный поток сквозь каждое кольцо возрастает, а при удалении от них после пролёта сквозь кольца уменьшается, и согласно закону электромагнитной индукции в них создаётся ЭДС индукции. При этом в металлическом кольце возникает индукционный ток.
3. Согласно правилу Ленца направление этого тока таково, что своим магнитным полем он препятствует изменению магнитного потока сквозь металлическое кольцо, то есть препятствует приближению стержня к кольцу на первом этапе и его удалению от кольца на втором этапе движения. То есть на обоих этапах сила действия индукционного тока направлена против силы тяжести, и в результате ускорение стержня должно быть меньше g .
4. В деревянном же кольце индукционного тока не возникает, не возникает и торможения стержня. В результате стержень будет свободно падать сквозь деревянное кольцо с ускорением g .

С2 Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Из закона сохранения механической энергии находится скорость шара в нижней точке до попадания пули: $u = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}$.

Из закона сохранения импульса определяется скорость шара в нижней точке после попадания и вылета пули:

$$Mu - mv_1 = Mu' - mv_2 \Rightarrow u' = u + \frac{m}{M}(v_2 - v_1).$$

Закон сохранения механической энергии шара после попадания и вылета пули:

$$\frac{Mu'^2}{2} = Mgl(1 - \cos \beta).$$

Следовательно, угол отклонения определяется равенством:

$$\cos \beta = 1 - \frac{u'^2}{2gl} = 1 - \frac{1}{2gl} \left\{ \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} + \frac{m}{M}(v_2 - v_1) \right\}^2 = \frac{7}{9}, \text{ или } \beta = \arccos(7/9) \approx 39^\circ.$$

С3 Образец возможного решения:

Условие подъёма шара: $F_{\text{Архимеда}} \geq Mg + mg$, где M — масса оболочки, m — масса воздуха внутри оболочки, отсюда

$\rho_0 gV \geq Mg + \rho gV \Rightarrow \rho_0 V \geq M + \rho V$, где ρ_0 — плотность окружающего воздуха, ρ — плотность воздуха внутри оболочки, V — объём шара.

Для воздуха внутри шара: $\frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu} R$, или $\frac{m}{V} = \frac{p \cdot \mu}{R \cdot T} = \rho$, где p — атмосферное давление, T — температура воздуха внутри шара. Соответственно, плотность воздуха

снаружи: $\rho_0 = \frac{\mu p}{RT_0}$, где T_0 — температура окружающего воздуха.

$$\frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_0} \geq M + \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T} \Rightarrow \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_{\min}} = \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_0} - M \Rightarrow \frac{1}{T_{\min}} = \frac{1}{T_0} - \frac{M \cdot R}{p \cdot \mu \cdot V},$$

$$T_{\min} = T_0 \frac{p \mu V}{p \mu V - M R T_0} \approx +538 \text{ K} = +265^\circ \text{C}.$$

С4 Образец возможного решения:

Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после размыкания ключа:

$$Q = W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}.$$

Напряжение на конденсаторе равно падению напряжения на резисторе.

С учётом закона Ома для полной цепи $U = IR = \varepsilon R / (r + R)$.

Комбинируя эти формулы, находим: $Q = \frac{q \varepsilon R}{2(R + r)} = 20 \text{ мкДж}.$

С5 Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Формула для расчёта требуемого отношения $\alpha = \frac{A_{\text{упр}}}{A}$, где $A_{\text{упр}} = F_{\text{упр}} S$, а $A = UIt$.

Показания приборов и необходимые для расчёта данные:

$$F_{\text{тяги.дв}} = 0,4 \text{ Н}; \quad t = 3,98 \text{ с}; \quad U = 4,6 \text{ В}; \quad I = 0,22 \text{ А}; \quad S = 26 \text{ см}.$$

Расчёт отношения α : $\alpha = \frac{0,4 \text{ Н} \cdot 0,26 \text{ м}}{4,6 \text{ В} \cdot 0,22 \text{ А} \cdot 3,98 \text{ с}} \approx 0,026 \approx 3\%$.

ПРИМЕЧАНИЕ: возможны изменения в результатах в связи с погрешностью прямых измерений. Поэтому изменяется числовое значение ответа.

С6

Образец возможного решения:

В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad \text{или} \quad \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}. \quad \text{Из равенств следует: } I^2 = I_m^2 - \frac{C}{L}U^2$$

$$\text{и} \quad \frac{C}{L} = \frac{I_m^2}{U_m^2}. \quad \text{В результате получаем: } I = I_m \sqrt{1 - \frac{U^2}{U_m^2}}.$$

Ответ: $I = 6 \text{ мА}$.

Вариант 4.1 Тема «Квантовая физика»

Ответы к заданиям части 1					
A1	3	A11	1	A21	4
A2	2	A12	2	A22	2
A3	1	A13	4	A23	2
A4	3	A14	3	A24	4
A5	2	A15	2	A25	2
A6	3	A16	2	A26	1
A7	4	A17	1	A27	3
A8	1	A18	4	A28	3
A9	4	A19	4		
A10	1	A20	4		

Ответы к заданиям части 2	
B1	321
B2	14

Вариант 4.2 Тема «Квантовая физика»

Ответы к заданиям части 1	
A1	4
A2	1
A3	2
A4	2
A5	3

Ответы к заданиям части 2

С1 Образец возможного решения:

1. Трек II принадлежит α -частице.
2. Попадая в магнитное поле, перпендикулярное их скорости, заряженные частицы начинают двигаться по окружности под действием силы Лоренца. Направление движения частиц показывает, что действующие на них силы Лоренца направлены одинаково, следовательно, обе частицы имеют заряд одного и того же знака.
3. Применяя II закон Ньютона, можно определить радиус движения частиц $R = mv/qB$. Заряд α -частицы в 2 раза больше заряда протона, а масса — в 4 раза больше массы протона. При одинаковой скорости частиц радиус траектории α -частицы будет в 2 раза больше радиуса траектории протона, что соответствует рисунку в задании.

С2 Образец возможного решения:

За время Δt в препарате выделяется количество теплоты $Q = A \cdot \varepsilon \cdot \Delta t$, где A — активность препарата, ε — энергия α -частицы. Изменение температуры контейнера ΔT определяется равенством $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$, где c — удельная теплоёмкость меди, m — масса контейнера. Выделившееся количество теплоты идет на нагревание контейнера.

Отсюда $A = \frac{cm\Delta T}{\varepsilon\Delta t}$.

Ответ: $A \approx 1,6 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1}$.

С3 Образец возможного решения:

За время $\Delta t = 1 \text{ с}$ в образце выделяется энергия: $\Delta E = E \frac{\Delta t}{T}$.

Энергия одной α -частицы: $E_1 = \frac{p^2}{2m} = \frac{\Delta E}{N}$. Импульс α -частицы: $p = \sqrt{2mE_1} = \sqrt{2mE \frac{\Delta t}{NT}}$.

Ответ: $p \approx 1,0 \cdot 10^{-19} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

С4 Образец возможного решения:

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$.

Выражение для запирающего напряжения — это условие равенства максимальной кинетической энергии электрона изменению его потенциальной энергии в электростатическом поле при переходе от катода к аноду: $\frac{mv^2}{2} = eU$.

Уравнение, связывающее разность потенциалов с зарядом на конденсаторе: $q = CU$.

Решая систему уравнений, получим ответ в общем виде: $\lambda = \frac{hc}{A + eq/C}$.

Подставив значения констант и параметров, получим числовой ответ.

Ответ: $\lambda = 300 \text{ нм}$.

ОТВЕТЫ К ТИПОВЫМ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫМ ВАРИАНТАМ

Ответы к заданиям части А

За правильный ответ на каждое задание части 1 ставится 1 балл.

Если указаны два и более ответов (в том числе правильный), неверный ответ или ответ отсутствует — 0 баллов.

№ вар. № зад.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1	1	1	3	1	1	3	3	1	4	4
A2	2	1	4	4	3	3	1	1	3	2
A3	4	4	1	2	2	2	4	4	4	4
A4	2	3	2	3	1	1	3	3	3	1
A5	3	3	3	2	4	4	2	2	1	1
A6	2	4	4	3	4	3	1	1	4	2
A7	1	4	1	4	1	4	2	2	1	3
A8	4	2	1	4	2	4	4	1	2	2
A9	2	1	3	3	3	1	3	4	2	2
A10	1	3	2	2	4	2	1	4	2	1
A11	2	4	4	2	4	4	2	1	4	4
A12	3	1	2	1	1	3	4	3	3	4
A13	4	3	2	3	2	1	3	3	3	3
A14	2	3	3	3	2	2	3	2	1	1
A15	1	3	3	4	1	1	3	3	3	1
A16	3	3	3	1	3	3	4	4	1	1
A17	4	4	4	1	3	1	4	2	4	4
A18	3	4	2	1	2	2	2	1	3	4
A19	3	3	1	3	2	2	1	4	4	3
A20	3	2	1	2	3	4	1	2	2	4
A21	4	2	2	3	3	1	2	4	2	4
A22	3	4	1	4	3	2	1	3	1	2
A23	1	2	4	4	2	3	2	4	2	3
A24	3	4	3	1	4	4	3	3	1	3
A25	4	1	4	4	1	4	3	1	2	3

Ответы к заданиям части В

Задание с кратким ответом считается выполненным верно, если в заданиях В1—В4 правильно указана последовательность цифр.

За полный правильный ответ ставится 2 балла, 1 балл — допущена одна ошибка; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие — 0 баллов.

Вариант 1

№ задания	Ответ
В1	312
В2	212
В3	43
В4	31

Вариант 2

№ задания	Ответ
В1	311
В2	112
В3	41
В4	24

Вариант 3

№ задания	Ответ
В1	121
В2	121
В3	24
В4	24

Вариант 4

№ задания	Ответ
В1	212
В2	212
В3	41
В4	14

Вариант 5

№ задания	Ответ
В1	221
В2	311
В3	23
В4	34

Вариант 6

№ задания	Ответ
В1	112
В2	322
В3	14
В4	12

Вариант 7

№ задания	Ответ
В1	232
В2	131
В3	43
В4	23

Вариант 8

№ задания	Ответ
В1	121
В2	232
В3	13
В4	42

Вариант 9

№ задания	Ответ
В1	113
В2	232
В3	14
В4	21

Вариант 10

№ задания	Ответ
В1	223
В2	311
В3	13
В4	41

КРИТЕРИИ ПРОВЕРКИ И ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ ЧАСТИ С¹

Решения заданий С1–С6 части 3 (с развернутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведенных ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

С1

Образец возможного решения:

- 1) В процессе $1 \rightarrow 2$ газ получает некоторое количество теплоты, но его внутренняя энергия не меняется. Следовательно, согласно первому началу термодинамики, газ отдает получаемую энергию, совершая работу, т.е. в данном процессе его объем увеличивается.
- 2) В процессе $2 \rightarrow 3$ теплообмена газа с внешней средой нет, но его внутренняя энергия уменьшается. Следовательно, и этот процесс связан с расширением газа, поскольку он совершает работу.
- 3) Ответ: переход газа из состояния 1 в состояние 3 все время сопровождается увеличением его объема.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае — <i>изменение объема газа, п. 3</i>), и полное верное объяснение (в данном случае — <i>п. 1–2</i>) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае — <i>получение тепла газом при неизменности его внутренней энергии на этапе $1 \rightarrow 2$, адиабатный процесс на следующем этапе, первое начало термодинамики</i>).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: – в объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы; <div style="text-align: center;">ИЛИ</div> – рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты; <div style="text-align: center;">ИЛИ</div> – указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев: – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ; <div style="text-align: center;">ИЛИ</div> – приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан; <div style="text-align: center;">ИЛИ</div> – представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

¹ Подробные указания по оцениванию выполнения задания приведены только в варианте 1. В следующих вариантах применяются аналогичные указания по оцениванию соответствующих заданий.

С2

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):Путь, пройденный самолетом в первом случае: $s = v_{св} t_1$,где $\vec{v}_{св}$ — скорость самолета относительно воздуха.

Закон сложения скоростей в векторном виде для перелета во время ветра: $\vec{v}_c = \vec{v}_{св} + \vec{v}_в$, где \vec{v}_c — скорость самолета относительно Земли, $\vec{v}_в$ — скорость ветра.

Выражение для модуля скорости самолета относительно Земли во втором случае имеет вид: $v_c = \sqrt{v_{св}^2 - v_в^2}$. Тогда путь, пройденный самолетом во втором случае:

$$s = v_c t_2 = \sqrt{v_{св}^2 - v_в^2} \cdot t_2.$$

Следовательно, $v_{св} t_1 = \sqrt{v_{св}^2 - v_в^2} \cdot t_2$, Отсюда: $v_в = \frac{v_{св} \sqrt{t_2^2 - t_1^2}}{t_2}$.

Ответ: $v_в = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с}$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – закон сложения скоростей, уравнения кинематики для равномерного движения);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <p>– в <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <ul style="list-style-type: none"> – представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа; <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> – в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи; <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> – в ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. 	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С3

Образец возможного решения:

Клапан откроется, когда избыточная сила F давления воздуха на клапан изнутри цилиндра сравняется с силой давления стержня на этот клапан. Если превышение давления воздуха в цилиндре над атмосферным Δp , а площадь отверстия s , то $F = s \cdot \Delta p$. Сила действия стержня на клапан равна $mg \cdot \frac{L}{l}$, где m , L и l соответственно масса груза, длина стержня и длина его участка АВ. Итак, должно выполняться условие $s \cdot \Delta p \geq mg \cdot \frac{L}{l}$.

Дополнительное давление воздуха определяется увеличением массы $\Delta m_{\text{в}}$ воздуха в цилиндре. Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева, $\Delta p = \frac{\Delta m_{\text{в}}}{MV} RT$, где M — молярная масса воздуха. Поэтому условие открытия клапана имеет вид:

$$\frac{s \Delta m_{\text{в}}}{MV} RT \geq mg \cdot \frac{L}{l}, \text{ или } L \leq \frac{lsRT \Delta m_{\text{в}}}{mgMV}.$$

Если насос закачивает каждую секунду w кг воздуха, то массу $\Delta m_{\text{в}}$ он закачает в цилиндр за время $t = \frac{\Delta m_{\text{в}}}{w}$. Следовательно, клапан откроется в момент, когда выполнится равенство $L = \frac{t l s R T w}{mg M V}$.

Ответ: $L \approx 0,5$ м.

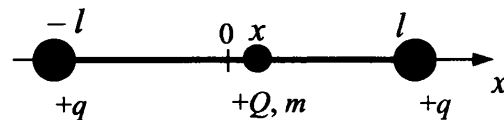
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — <i>условие равновесия рычага и уравнение Клапейрона—Менделеева</i>); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями). 	3

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка; <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> – необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены; <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> – не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде; <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> – решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа. 	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <ul style="list-style-type: none"> – представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа; <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> – в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> – в ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. 	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С4

Образец возможного решения:

При небольшом смещении x ($|x| \ll l$) бусинки от положения равновесия на нее действует возвращающая сила:



$$F_x = k \frac{qQ}{(l+x)^2} - k \frac{qQ}{(l-x)^2} = kqQ \frac{(l-x)^2 - (l+x)^2}{(l+x)^2 (l-x)^2} =$$

$$= -kqQ \frac{4lx}{(l+x)^2 (l-x)^2} \approx -k \frac{4qQ}{l^3} x,$$

пропорциональная смещению x . Ускорение бусинки, в соответствии со вторым законом Ньютона, $ma = -k \frac{4qQ}{l^3} x$, пропорционально смещению x .

При такой зависимости ускорения от смещения бусинка совершает гармонические колебания, период которых $T = \pi \sqrt{\frac{m}{kqQ}} l^3$. При увеличении заряда бусинки в два раза $Q_1 = 2Q$ период колебаний уменьшится: $\frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{Q}{Q_1}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Ответ: $T_1 = \frac{T}{\sqrt{2}}$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – закон Кулона, второй закон Ньютона, взаимосвязь циклической частоты и периода колебаний, связь ускорения со смещением в гармонических колебаниях);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <p>– в <u>необходимых</u> математических преобразованиях допущена ошибка;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный ответ в общем виде;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до ответа.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <p>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– в ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

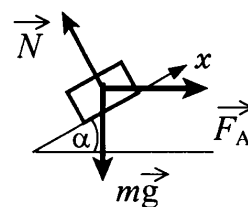
С5

Образец возможного решения:

1) На рисунке показаны силы, действующие на стержень с током:

- сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз;
- сила реакции опоры \vec{N} , направленная перпендикулярно к наклонной плоскости;
- сила Ампера \vec{F}_A , направленная горизонтально вправо, что вытекает из условия задачи.

2) Модуль силы Ампера $F_A = IBL$,
где L — длина стержня.



(1)

3) Систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, считаем инерциальной. Для решения задачи достаточно записать второй закон Ньютона в проекциях на ось x (см. рисунок): $ma_x = -mg\sin\alpha + IBL\cos\alpha$, (2)
где m — масса стержня.

Отсюда находим $I = \frac{m(a_x + g\sin\alpha)}{L B \cos\alpha}$. (3)

Ответ: $I \approx 4 \text{ А}$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>выражение для силы Ампера и второй закон Ньютона</i>); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков: – в <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка; ИЛИ – необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены; ИЛИ – не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде; ИЛИ – решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев: – представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа; ИЛИ – в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи; ИЛИ – в ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С6

Образец возможного решения:

Уравнение Эйнштейна в данном случае будет иметь вид: $\frac{hc}{\lambda_{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{кр}} + \frac{mv^2}{2}$, из чего следует, что начальная скорость вылетевшего электрона $v_0 = 0$. Формула, связы-

вающая изменение кинетической энергии частицы с работой силы со стороны электрического поля: $A = \frac{mv^2}{2}$.

Работа силы связана с напряженностью поля и пройденным путем:

$$A = FS = eES.$$

Отсюда $E = mv^2/2eS$.

Ответ: $E \approx 5 \cdot 10^4$ В/м.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формулы для изменения кинетической энергии частицы и для работы электрического поля</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <p>– в <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <p>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи;</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– в ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

Вариант 2

С1 Образец возможного решения:

- 1) В процессе $1 \rightarrow 2$ газ получает некоторое количество теплоты, но его внутренняя энергия не меняется. Следовательно, согласно первому началу термодинамики, газ отдает получаемую энергию, совершая работу, т.е. в данном процессе его объем увеличивается.
- 2) В процессе $2 \rightarrow 3$ теплообмена газа с внешней средой нет, но его внутренняя энергия увеличивается. Следовательно, этот процесс связан с сжатием газа, поскольку над ним совершают работу.
- 3) Ответ: при переходе газа из состояния 1 в состояние 2 объем газа увеличивается, а при переходе из состояния 2 в состояние 3 объем уменьшается.

С2 Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Путь, пройденный самолетом в первом случае: $s = v_{\text{св}} t_1$, где $\vec{v}_{\text{св}}$ — скорость самолета относительно воздуха.

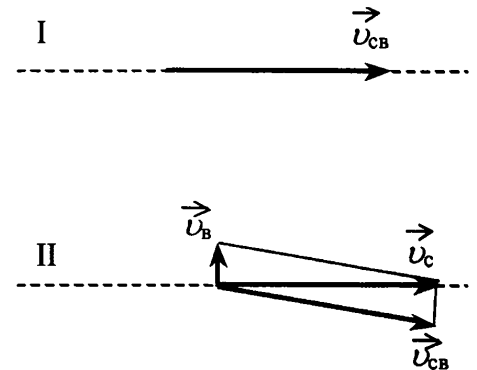
Закон сложения скоростей в векторном виде для перелета во время ветра: $\vec{v}_c = \vec{v}_{\text{св}} + \vec{v}_B$, где \vec{v}_c — скорость самолета относительно Земли, \vec{v}_B — скорость ветра.

Выражение для модуля скорости самолета относительно Земли во втором случае имеет вид:

$$v_c = \sqrt{v_{\text{св}}^2 - v_B^2}.$$

Тогда путь, пройденный самолетом во втором случае: $s = v_c t_2 = \sqrt{v_{\text{св}}^2 - v_B^2} \cdot t_2$. Следовательно, $v_{\text{св}} t_1 = \sqrt{v_{\text{св}}^2 - v_B^2} \cdot t_2$. Отсюда находим $t_2 = \frac{t_1}{\sqrt{1 - (v_B / v_{\text{св}})^2}}$ и $t = t_2 - t_1$

Ответ: $t = 3/20 \text{ ч} = 9 \text{ мин.}$



С3 Образец возможного решения:

Клапан откроется, когда избыточная сила F давления воздуха на клапан изнутри цилиндра сравняется с силой давления стержня на этот клапан. Если превышение давления воздуха в цилиндре над атмосферным Δp , а площадь отверстия s , то $F = s \cdot \Delta p$. Сила действия стержня на клапан равна $mg \cdot \frac{L}{l}$, где m , L и l соответственно масса груза, длина стержня и длина его участка АВ. Итак, должно выполняться условие $s \cdot \Delta p \geq mg \cdot \frac{L}{l}$.

Дополнительное давление воздуха определяется увеличением массы Δm_B воздуха в цилиндре. Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева, $\Delta p = \frac{\Delta m_B}{MV} RT$, где M — молярная масса воздуха. Поэтому условие открытия клапана имеет вид:

$$\frac{s \Delta m_B}{MV} RT \geq mg \cdot \frac{L}{l}, \text{ или } L \leq \frac{lsRT \Delta m_B}{mgMV}.$$

Если насос закачивает каждую секунду w кг воздуха, то массу $\Delta m_{\text{в}}$ он закачает в цилиндр за время $t = \frac{\Delta m_{\text{в}}}{w}$. Следовательно, клапан откроется в момент, когда вы-

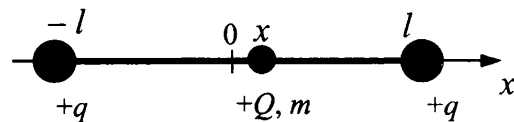
полнится равенство $l = \frac{mgMVL}{tsRTw}$.

Ответ: $l \approx 0,1$ м.

С4

Образец возможного решения:

При небольшом смещении x ($|x| \ll l$) бусинки от положения равновесия на нее действует возвращающая сила:



$$F_x = k \frac{qQ}{(l+x)^2} - k \frac{qQ}{(l-x)^2} = kqQ \frac{(l-x)^2 - (l+x)^2}{(l+x)^2(l-x)^2} =$$

$$= -kqQ \frac{4lx}{(l+x)^2(l-x)^2} \approx -k \frac{4qQ}{l^3} x,$$

пропорциональная смещению x . Ускорение бусинки, в соответствии со вторым законом Ньютона, $ma = -k \frac{4qQ}{l^3} x$, пропорционально смещению x .

При такой зависимости ускорения от смещения бусинка совершает гармонические колебания, период которых $T = \pi \sqrt{\frac{m}{kqQ}} l^3$.

При уменьшении заряда бусинки в два раза: $Q_1 = (1/2)Q$ период колебаний увеличится: $T_1 / T = \sqrt{2}$.

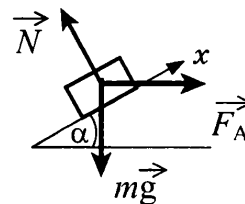
Ответ: $T_1 = T\sqrt{2}$.

С5

Образец возможного решения:

1) На рисунке показаны силы, действующие на стержень с током:

- сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз;
- сила реакции опоры \vec{N} , направленная перпендикулярно к наклонной плоскости;
- сила Ампера \vec{F}_A , направленная горизонтально вправо, что вытекает из условия задачи.



2) Модуль силы Ампера $F_A = IBL$,
где L — длина стержня.

(1)

3) Систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, считаем инерциальной. Для решения задачи достаточно записать второй закон Ньютона в проекциях на ось x (см. рисунок): $ma_x = -mgsin\alpha + IBLcos\alpha$,
где m — масса стержня.

(2)

Отсюда находим $a_x = -gsin\alpha + IBLcos\alpha/m$

(3)

Ответ: $a = 1,9$ м/с².

С6 Образец возможного решения:

Уравнение Эйнштейна в данном случае будет иметь вид:

$\frac{hc}{\lambda_{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{кр}} + \frac{mv^2}{2}$, из чего следует, что начальная скорость вылетевшего электрона $v_0 = 0$. Формула, связывающая изменение кинетической энергии частицы с работой силы со стороны электрического поля: $A = \frac{mv^2}{2}$.

Работа силы связана с напряженностью поля и пройденным путем: $A = FS = eES$. Отсюда $S = mv^2/2eE$.

Ответ: $S \approx 5 \cdot 10^{-4}$ м.

Вариант 3**С1 Образец возможного решения:**

1. Ответ: масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.
2. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.
3. При выдвигании поршня пар изотермически расширяется. Давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, для пополнения количества вещества пара будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

С2 Образец возможного решения:

Введем обозначения:

$2m$ — масса снаряда до взрыва;

v_0 — модуль скорости снаряда до взрыва;

v_1 — модуль скорости осколка, летящего вперед;

v_2 — модуль скорости осколка, летящего назад.

Система уравнений для решения задачи:

$$\begin{cases} 2m \cdot v_0 = mv_1 - mv_2 & \text{— закон сохранения импульса;} \\ 2m \cdot \frac{v_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} & \text{— закон сохранения энергии.} \end{cases}$$

Выразим v_2 из первого уравнения: $v_2 = v_1 - 2v_0$ и подставим во второе уравнение.

Получим: $v_1^2 - 2v_0v_1 + v_0^2 - \frac{\Delta E}{m} = 0$. Отсюда следует: $\Delta E = m(v_1 - v_0)^2$.

Ответ: $\Delta E = 0,5$ МДж.

С3 Образец возможного решения:

Согласно первому началу термодинамики,

$$Q_1 = \Delta U, \quad (1)$$

$$Q_2 = \Delta U + A, \quad (2)$$

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа A совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что $A = p\Delta V$, (3)

(ΔV — изменение объема газа).

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры газа: $p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T$. (4)

Решая систему уравнений (1)–(4), будем иметь: $\Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mR}$.

Ответ: $\Delta T \approx 1$ К.

С4

Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

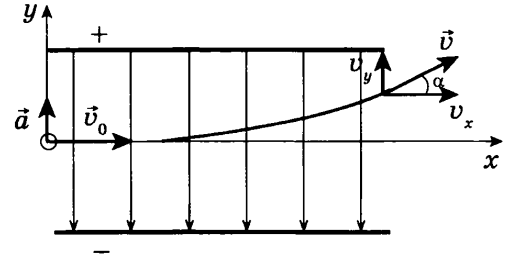
1) Зависимость координат электрона от времени с учетом начальных условий:

$$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{at^2}{2} \end{cases}$$

2) Уравнения для проекций скорости $v_x = v_0$;
 $v_y = at$.

3) В момент вылета из конденсатора $x = L = v_0 t$, поэтому $t = \frac{L}{v_0}$. По второму закону Ньютона $a_y = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{e\Delta\phi}{md}$, так как $F = eE$. Отсюда $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{e\Delta\phi L}{mdv_0^2}$.

Ответ: $\alpha = \arctg\left(\frac{e\Delta\phi L}{mdv_0^2}\right)$.



С5

Образец возможного решения:

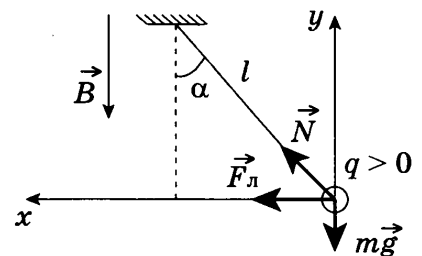
1) На чертеже указаны силы, действующие на шарик.

2) II закон Ньютона в проекциях на оси:
$$\begin{cases} N \sin \alpha + qvB = \frac{mv^2}{R} \\ N \cos \alpha - mg = 0 \end{cases}$$

3) Так как $R = l \sin \alpha$, то выражение для заряда:

$$q = \frac{m}{B} \left(\frac{v}{l \sin \alpha} - \frac{g}{v} \tan \alpha \right).$$

Ответ: $q = \frac{m}{B} \left(\frac{v}{l \sin \alpha} - \frac{g}{v} \tan \alpha \right)$.



С6

Образец возможного решения:

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{вых}}. \quad (1)$$

$$\text{Энергия ускоренных электронов: } E_e = \frac{mv^2}{2} + e\Delta U = h\nu - A_{\text{вых}} + e\Delta U. \quad (2)$$

По условию $E_e = 2h\nu$. Отсюда $A_{\text{вых}} = e\Delta U - h\nu$.

Ответ: $A_{\text{вых}} = 2$ эВ.

Вариант 4

С1

Образец возможного решения:

1. Ответ: Во время перемещения катушки индуктивности вверх и снятия ее с сердечника показания амперметра будут оставаться неизменными, а гальванометр будет регистрировать ток в цепи второй катушки. (Примечание: Когда катушка будет полностью снята с сердечника, изменение магнитного потока в мотке проволоки прекратится, и сила тока, регистрируемого гальванометром, станет равной нулю. При этом амперметр будет регистрировать постоянную силу тока в цепи катушки индуктивности. Это утверждение для полного ответа не требуется).

2. При медленном перемещении катушки вверх ее индуктивность будет уменьшаться, что вызовет уменьшение потока вектора магнитной индукции через железный сердечник и небольшую ЭДС индукции $\mathcal{E}_{\text{инд}}$ в цепи этой катушки $\mathcal{E}_{\text{инд}} \ll \mathcal{E}$, которой можно пренебречь.

3. Сила тока через амперметр не изменится, поскольку в соответствии с законом Ома для замкнутой цепи она определяется выражением $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$, где R — сопротивление подключенной части реостата.

4. Уменьшение потока вектора магнитной индукции через поперечное сечение сердечника вызывает изменение потока вектора индукции магнитного поля в проводочном мотке, соединенном с гальванометром. В соответствии с законом индукции Фарадея $\mathcal{E}_2 = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, что вызывает ток через гальванометр.

С2

Образец возможного решения:

Введем обозначения:

$2m$ — масса снаряда до взрыва;

v_0 — модуль скорости снаряда до взрыва;

v_1 — модуль скорости осколка, летящего вперед;

v_2 — модуль скорости осколка, летящего назад.

Система уравнений для решения задачи:

$$\begin{cases} 2m \cdot v_0 = mv_1 - mv_2 & \text{— закон сохранения импульса;} \\ 2m \cdot \frac{v_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} & \text{— закон сохранения энергии.} \end{cases}$$

Выразим v_2 из первого уравнения: $v_2 = v_1 - 2v_0$ и подставим во второе уравнение.

$$\text{Получим: } v_1^2 - 2v_0v_1 + v_0^2 - \frac{\Delta E}{m} = 0.$$

Отсюда следует: $\Delta E = m(v_1 - v_0)^2$. Скорость осколка $v_1 = v_0 + \sqrt{\Delta E/m}$.

Ответ: $v_1 = 900$ м/с.

С3

Образец возможного решения:

Согласно первому началу термодинамики,

$$Q_1 = \Delta U, \quad (1)$$

$$Q_2 = \Delta U + A, \quad (2)$$

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа A совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что $A = p\Delta V$, (3)

(ΔV — изменение объема газа).

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры газа: $p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T$. (4)

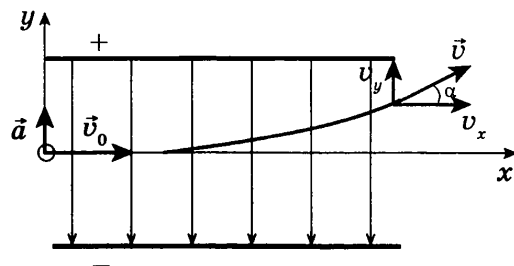
Решая систему уравнений (1)–(4), будем иметь: $m = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{R\Delta T}$.

Ответ: $m \approx 1$ кг.

С4 Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

1) Зависимость координат электрона от времени с учетом начальных условий:

$$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{at^2}{2} \end{cases}$$



2) Уравнения для проекций скорости $v_x = v_0$; $v_y = at$.

3) В момент вылета из конденсатора $x = L = v_0 t$, поэтому $t = \frac{L}{v_0}$. По второму закону Ньютона $a_y = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{e\Delta\phi}{md}$, так как $F = eE$. Отсюда $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{e\Delta\phi L}{mdv_0^2}$.

Ответ: $\Delta\phi = \frac{mdv_0^2 \tan \alpha}{eL}$.

С5 Образец возможного решения:

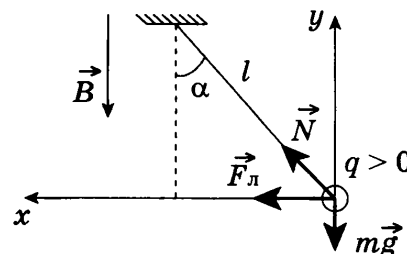
1) На чертеже указаны силы, действующие на шарик.

2) II закон Ньютона в проекциях на оси:

$$\begin{cases} N \sin \alpha + qvB = \frac{mv^2}{R} \\ N \cos \alpha - mg = 0 \end{cases}$$

3) Так как $R = l \sin \alpha$, то выражение для заряда:

$$q = \frac{m}{B} \left(\frac{v}{l \sin \alpha} - \frac{g}{v} \tan \alpha \right).$$



Ответ: $m = \frac{qB}{\frac{v}{l \sin \alpha} - \frac{g \tan \alpha}{v}}$.

С6 Образец возможного решения:

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{вых}}$

Энергия ускоренных электронов: $E_e = \frac{mv^2}{2} + eU = h\nu - A_{\text{вых}} + eU$. (1)

По условию $E_e = 2h\nu$. (2)

Отсюда $U = (A_{\text{вых}} + h\nu)/e$.

Ответ: $U = 5$ В.

Вариант 5

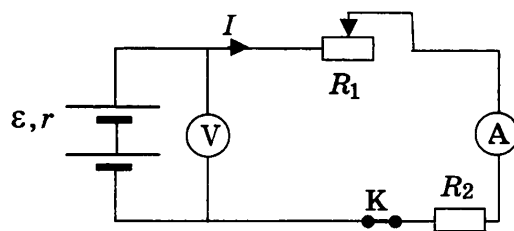
С1 Образец возможного решения:

1. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи. Ток через вольтметр практически не течет, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

2. Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r}$.

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром: $U = I(R_1 + R_2) = \varepsilon - Ir$.

3. При перемещении движка реостата вправо его сопротивление увеличивается, что приводит к увеличению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом уменьшается, а напряжение на батарее растёт.



С2 Образец возможного решения:

Модель гончика — материальная точка. Считаем полет свободным падением с начальной скоростью \vec{v} , направленной под углом α к горизонту. Высота полета определяется из выражения $h = \frac{v^2}{2g} \sin^2 \alpha$. Модуль начальной скорости определяется

из закона сохранения энергии $\frac{mv^2}{2} = mgH$, так что $\frac{v^2}{2g} = H$. При $\alpha = 30^\circ$ полу-

чаем $h = H \sin^2 \alpha = \frac{H}{4}$.

Ответ: высота подъема $h = \frac{H}{4}$.

С3 Образец возможного решения:

II закон Ньютона в проекциях на вертикаль: $F_A = m_{He}g + m_{об}g$.

Силы выражены через радиус r :

$$\rho_g g V = m_{об}g + m_{He}g = bSg + \rho_{He}Vg \Rightarrow \rho_g g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{He}g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3, \text{ откуда}$$

радиус: $r = \frac{3b}{\rho_g - \rho_{He}}$, где $b = 2 \text{ кг/м}^2$ — отношение массы оболочки к ее площади.

$$\text{Плотности гелия и воздуха: } pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT},$$

$$\rho_{He} = \frac{M_{He}p}{RT}, \quad \rho_g = \frac{M_g p}{RT}.$$

$$\text{Радиус оболочки: } r = \frac{3bRT}{p(M_g - M_{He})} \approx 5,44 \text{ м,}$$

$$\text{ее масса: } m = 4\pi r^2 \cdot b \approx 745 \text{ кг.}$$

Ответ: $m \approx 745 \text{ кг}$.

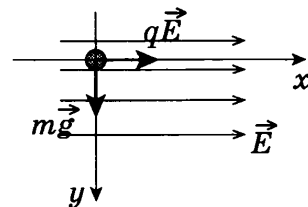
С4

Образец возможного решения:

1) На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.

2) В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона, вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

3) При движении из состояния покоя тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно, $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1$. Отсюда $E = \frac{mg}{q}$.



Ответ: $E = 0,5 \cdot 10^6 \text{ В/м} = 500 \text{ кВ/м}$.

С5

Образец возможного решения:

При колебаниях маятника максимальная скорость груза v может быть определена из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgh$, где $h = l(1 - \cos \alpha) = 2l \sin^2 \frac{\alpha}{2} \approx \frac{l\alpha^2}{2}$ — максимальная высота подъема груза. Максимальный угол отклонения $\alpha \approx \frac{A}{l}$, где A — амплитуда колебаний (амплитуда смещения). Отсюда $A = v \sqrt{\frac{l}{g}}$.

Амплитуда A_1 колебаний смещения изображения груза на экране, расположенном на расстоянии b от плоскости тонкой линзы, пропорциональна амплитуде A колебаний груза, движущегося на расстоянии a от плоскости линзы: $A_1 = A \frac{b}{a}$.

Расстояние a определяется по формуле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$, откуда

$$a = b \frac{F}{b - F}, \text{ и } \frac{b}{a} = \frac{b}{F} - 1. \text{ Следовательно, } A_1 = A \frac{b}{a} = v \sqrt{\frac{l}{g}} \left(\frac{b}{F} - 1 \right).$$

Ответ: $A_1 = 0,1 \text{ м}$.

С6

Образец возможного решения:

$$\text{Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: } \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

$$\text{Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода: } \frac{hc}{\lambda_0} = A. \quad (2)$$

Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле:

$$\frac{mv^2}{2} = eU. \quad (3)$$

$$\text{Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем: } \lambda = \frac{hc\lambda_0}{hc + eU\lambda_0}.$$

Ответ: $\lambda \approx 215 \text{ нм}$.

Вариант 6

С1 Образец возможного решения:

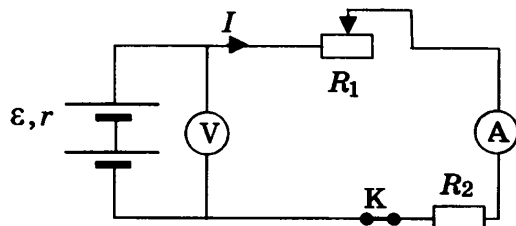
1. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.

Ток через вольтметр практически не течет, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

2. Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r}$.

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром: $U = I(R_1 + R_2) = \varepsilon - Ir$.

3. При перемещении движка реостата влево его сопротивление уменьшается, что приводит к уменьшению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом возрастает, а напряжение на батарее уменьшается.



С2 Образец возможного решения:

Модель гонщика — материальная точка. Считаем полет свободным падением с начальной скоростью \vec{v} , направленной под углом α к горизонту. Дальность полета

определяется из выражения $L = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$. Модуль начальной скорости определяет-

ся из закона сохранения энергии $\frac{mv^2}{2} = mgH$, так что $\frac{v^2}{g} = 2H$. При $\alpha = 30^\circ$ получаем $L = 2H \sin 2\alpha = H\sqrt{3}$.

Ответ: дальность полета $L = H\sqrt{3}$.

С3 Образец возможного решения:

II закон Ньютона в проекциях на вертикаль: $F_A = m_{He}g + m_{об}g$.

Силы выражены через радиус r :

$$\rho_g g V = m_{об}g + m_{He}g = bSg + \rho_{He}Vg \Rightarrow \rho_g g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{He}g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3,$$

откуда радиус: $r = \frac{3b}{\rho_g - \rho_{He}}$, где b — отношение массы оболочки к ее площади.

Плотности гелия и воздуха: $pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$, $\rho_{He} = \frac{M_{He}p}{RT}$, $\rho_g = \frac{M_g p}{RT}$.

Радиус оболочки: $r = \frac{3bRT}{p(M_g - M_{He})}$, ее масса: $m = 4\pi r^2 \cdot b = 4\pi \left[\frac{3RT}{p(M_g - M_{He})} \right]^2 b^3$.

$$\text{Отсюда } b = \left\{ \frac{m}{4\pi} \left[\frac{p(M_g - M_{He})}{3RT} \right]^2 \right\}^{1/3} \approx 1,75 \text{ кг/м}^2.$$

Ответ: масса одного квадратного метра материала оболочки шара $m_0 \approx 1,75$ кг.

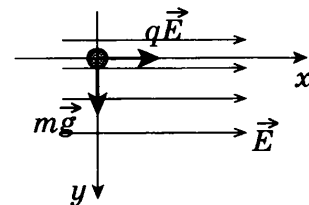
С4

Образец возможного решения:

1) На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.

2) В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона, вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

3) При движении из состояния покоя тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно, $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1$. Отсюда $q = \frac{mg}{E}$.



Ответ: $q = 8 \cdot 10^{-9}$ Кл = 8 нКл.

С5

Образец возможного решения:

При колебаниях маятника максимальная скорость груза v может быть определена из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgh$, где $h = l(1 - \cos \alpha) = 2l \sin^2 \frac{\alpha}{2} \approx \frac{l\alpha^2}{2}$ — максимальная высота подъема груза. Максимальный угол отклонения $\alpha \approx \frac{A}{l}$, где A — амплитуда колебаний (амплитуда смещения). Отсюда $A = v \sqrt{\frac{l}{g}}$.

Амплитуда A_1 колебаний смещения изображения груза на экране, расположенном на расстоянии b от плоскости тонкой линзы, пропорциональна амплитуде A колебаний груза, движущегося на расстоянии a от плоскости линзы: $A_1 = A \frac{b}{a}$.

Расстояние a определяется по формуле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$, откуда $a = b \frac{F}{b - F}$, и $\frac{b}{a} = \frac{b}{F} - 1$.

Следовательно, $A_1 = A \frac{b}{a} = v \sqrt{\frac{l}{g}} \left(\frac{b}{F} - 1 \right)$. Отсюда $l = g \left[\frac{A_1 F}{v(b - F)} \right]^2 \approx 4,4$ м.

Ответ: $l \approx 4,4$ м.

С6

Образец возможного решения:

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$. (1)

Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода: $\frac{hc}{\lambda_0} = A$. (2)

Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле: $\frac{mv^2}{2} = eU$. (3)

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем: $U = \frac{hc}{e} \cdot \frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda \lambda_0} \approx 1,36$ В.

Ответ: $U \approx 1,36$ В.

Вариант 7

С1 Образец возможного решения:

1. Льдинка сможет выскользнуть из ямы через ее правый край.
2. Трения при движении льдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии льдинки в точке А позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия составит 4 Дж.
3. Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края льдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на верху этого края потенциальная энергия льдинки меньше 4 Дж. Поэтому льдинка выскользнет из ямы через правый край.

С2 Образец возможного решения (рисунок не обязателен):

Пусть m — масса куса пластилина, M — масса бруска, v_0 — начальная скорость бруска с пластилином после взаимодействия.

Согласно закону сохранения импульса: $Mv_{бр} - mv_{пл} = (M + m)v_0$.

Так как $M = 4m$ и $v_{бр} = \frac{1}{3}v_{пл}$, то $4m \cdot \frac{1}{3}v_{пл} - mv_{пл} = 5mv_0$ и $v_0 = \frac{1}{15}v_{пл}$.

По условию конечная скорость бруска с пластилином $v = 0,5v_0$.

По закону сохранения и изменения механической энергии:

$$\frac{(M + m)v_0^2}{2} = \frac{(M + m)v^2}{2} + \mu(M + m)gS, \text{ откуда:}$$

$$\frac{5m \left(\frac{1}{15}v_{пл} \right)^2}{2} = \frac{5m \left(0,5 \cdot \frac{1}{15}v_{пл} \right)^2}{2} + 5m\mu gS, \quad \frac{1}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{пл}^2 - \frac{0,25}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{пл}^2 = \mu gS,$$

$$S = \frac{3}{8 \cdot 15^2} \cdot \frac{v_{пл}^2}{\mu g} = \frac{3 \cdot 15^2}{8 \cdot 15^2 \cdot 0,17 \cdot 10} \approx 0,22 \text{ (м)}.$$

Ответ: $S = 0,22 \text{ м}$.

С3 Образец возможного решения:

Внутренняя энергия газа пропорциональна его температуре и количеству вещества (газа) в сосуде: $U \sim \nu \cdot T$.

Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева, $\nu \sim pV/T$.

Следовательно, $U \sim pV \cdot T/T \sim pV$.

Согласно условию задачи, p возросло в 2 раза, а V уменьшилось в 8 раз. Следовательно, U уменьшилась в 4 раза.

Ответ: внутренняя энергия воздуха в сосуде уменьшилась в 4 раза.

С4 Образец возможного решения:

Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{r + R}$. Значения напряжения на конденсаторе

и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы и равны $U = IR$. В однородном электрическом поле конденсатора $U = Ed$, где E — напряженность поля.

$$\text{Следовательно, } E = \frac{U}{d} = \frac{IR}{d} = \frac{\varepsilon R}{d(r + R)} = 4 \text{ кВ/м}.$$

Ответ: $E = 4 \text{ кВ/м}$.

С5 Образец возможного решения:

Согласно закону Ома, сила тока в рамке $I = \varepsilon/r$, где ЭДС индукции

$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -S \frac{\Delta B_x}{\Delta t}$. Здесь r — сопротивление рамки, S — ее площадь, Δt — время изменения поля.

Поскольку $I = \frac{q}{\Delta t}$, то $\frac{q}{\Delta t} = -\frac{S \Delta B_x}{r \Delta t}$, $S = -\frac{qr}{\Delta B_x} = \frac{1,6 \cdot 5}{4} = 2 \text{ (м}^2\text{)}$.

Ответ: $S = 2 \text{ м}^2$.

С6 Образец возможного решения:

Если при столкновении с атомом электрон приобрел энергию, то атом перешел в состояние $E^{(0)}$. Следовательно, после столкновения кинетическая энергия электрона стала равной $E = E_0 + 3,5 \text{ эВ}$, где E_0 — энергия электрона до столкновения; отсюда: $E_0 = E - 3,5 \text{ эВ}$.

Импульс p электрона связан с его кинетической энергией соотношением $p^2 = m^2 v^2 = 2mE$, или $E = \frac{p^2}{2m}$, где m — масса электрона. Следовательно,

$$E_0 = \frac{p^2}{2m} - 3,5 \text{ эВ} = \frac{1,44 \cdot 10^{-48}}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} - 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 2,3 \cdot 10^{-19}$$

Ответ: $E_0 \approx 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

Вариант 8**С1 Образец возможного решения:**

1. Лыдинка сможет выскользнуть из ямы через ее правый край.
2. Трения при движении лыдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии лыдинки в точке А позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия составит 4 Дж.
3. Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края лыдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на верху этого края потенциальная энергия лыдинки меньше 4 Дж. Поэтому лыдинка выскользнет из ямы через правый край.

С2 Образец возможного решения:

Пусть m — масса куска пластилина, M — масса бруска, v_0 — начальная скорость бруска с пластилином после взаимодействия.

Согласно закону сохранения импульса: $Mv_{\text{бр}} - mv_{\text{пл}} = (M + m)v_0$.

Так как $M = 4m$ и $v_{\text{бр}} = \frac{1}{3}v_{\text{пл}}$, то $4m \frac{1}{3}v_{\text{пл}} - mv_{\text{пл}} = 5mv_0$ и $v_0 = \frac{1}{15}v_{\text{пл}}$.

По условию конечная скорость бруска с пластилином $v = 0,5v_0$.

По закону сохранения и изменения механической энергии:

$$\frac{(M + m)v_0^2}{2} = \frac{(M + m)v^2}{2} + \mu(M + m)gS, \text{ откуда:}$$

$$\frac{5m \left(\frac{1}{15} v_{\text{пл}} \right)^2}{2} = \frac{5m \left(0,5 \cdot \frac{1}{15} v_{\text{пл}} \right)^2}{2} + 5m \mu g S,$$

$$\frac{1}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{\text{пл}}^2 - \frac{0,25}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{\text{пл}}^2 = \mu g S \quad \text{и} \quad \mu = \frac{3}{8 \cdot 15^2} \cdot \frac{v_{\text{пл}}^2}{Sg} = \frac{3 \cdot 15^2}{8 \cdot 15^2 \cdot 0,22 \cdot 10} \approx 0,17.$$

Ответ: $\mu = 0,17$.

С3 Образец возможного решения:

Внутренняя энергия газа пропорциональна его температуре и количеству вещества (газа) в сосуде: $U \sim \nu \cdot T$.

Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева, $\nu \sim pV/T$.

Следовательно, $U \sim pV \cdot T/T \sim pV$.

Согласно условию задачи, p возросло в 4 раза, а V уменьшилось в 4 раза. Следовательно, U не изменилось.

Ответ: внутренняя энергия воздуха в сосуде не изменилась.

С4 Образец возможного решения:

Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$. Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы и равны $U = IR$.

В однородном электрическом поле конденсатора $U = Ed$, где d — расстояние между его пластинами. Следовательно, $d = \frac{U}{E} = \frac{IR}{E} = \frac{\mathcal{E}R}{E(r + R)} = 2 \cdot 10^{-3}$ м.

Ответ: $d = 2 \cdot 10^{-3}$ м.

С5 Образец возможного решения:

Согласно закону Ома, сила тока в рамке $I = \mathcal{E}/r$, где ЭДС индукции

$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -S \frac{\Delta B_x}{\Delta t}$. Здесь r — сопротивление рамки, S — ее площадь, Δt — время изменения поля.

Поскольку $I = \frac{q}{\Delta t}$, то $\frac{q}{\Delta t} = -S \frac{\Delta B_x}{r \Delta t}$, $q = -S \frac{\Delta B_x}{r} = \frac{2 \cdot 4}{5} = 1,6$ (Кл).

Ответ: $q = 1,6$ Кл.

С6 Образец возможного решения:

Если при столкновении с атомом электрон приобрел энергию, то атом перешел в состояние $E^{(0)}$. Следовательно, после столкновения кинетическая энергия электрона стала равной $E = E_0 + 3,5$ эВ, где E_0 — энергия электрона до столкновения; отсюда: $E = 2,3 \cdot 10^{-19} + 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 7,9 \cdot 10^{-19}$ (Дж).

Импульс p электрона связан с его кинетической энергией соотношением $p^2 = m^2 v^2 = 2mE$, где m — масса электрона.

Следовательно, $p^2 = 2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 7,9 \cdot 10^{-19} \approx 1,44 \cdot 10^{-48}$, $p \approx 1,2 \cdot 10^{-24}$ (кг·м/с).

Ответ: $p \approx 1,2 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с.

Вариант 9

С1 Образец возможного решения:

1. Во время перемещения движка реостата показания амперметра будут плавно уменьшаться, а вольтметр будет регистрировать напряжение на концах вторичной обмотки. Примечание: Для полного ответа не требуется объяснения показаний приборов в крайнем правом положении. (Когда движок придет в крайнее правое положение и движение его прекратится, амперметр будет показывать постоянную силу тока в цепи, а напряжение, измеряемое вольтметром, окажется равным нулю.)

2. При перемещении ползунка вправо сопротивление цепи увеличивается, а сила тока уменьшается в соответствии с законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$, где R — сопротивление внешней цепи.

Изменение тока, текущего по первичной обмотке трансформатора, вызывает изменение индукции магнитного поля, создаваемого этой обмоткой. Это приводит к изменению магнитного потока через вторичную обмотку трансформатора.

В соответствии с законом индукции Фарадея возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ во вторичной обмотке, а следовательно, напряжение U на ее концах, регистрируемое вольтметром.

С2 Образец возможного решения:

Кинетическая энергия брусков после столкновения $E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$,

где v — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v$. Исключая из системы

уравнений скорость v , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении по наклонной плоскости:

$$\frac{m_1v_1^2}{2} = m_1gh, \text{ что дает выражение } E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1gh.$$

$$\text{Следовательно } h = \frac{E(m_1 + m_2)}{gm_1^2}.$$

Подставляя значения, получим $h = 0,8$ м.

С3 Образец возможного решения:

Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю. В проекциях на вертикальную ось это дает:

$$(M + m)g + m_{\text{г}}g - m_{\text{в}}g = 0,$$

где M и m — массы оболочки шара и груза,

$m_{\text{г}}$ — масса гелия,

а $F = m_{\text{в}}g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует:

$$M + m = m_{\text{в}} - m_{\text{г}}.$$

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона—Менделеева,

$$pV = \frac{m_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}} RT = \frac{m_{\text{в}}}{\mu_{\text{в}}} RT,$$

где μ_{Γ} — молярная масса гелия,

$m_{\text{в}}$ — средняя молярная масса воздуха,

V — объем шара. Отсюда $m_{\text{в}} = m_{\Gamma} \frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\Gamma}}$;

$$m_{\text{в}} - m_{\Gamma} = m_{\Gamma} \left(\frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\Gamma}} - 1 \right) = m_{\Gamma} \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25m_{\Gamma}; \quad M + m = 6,25m_{\Gamma}.$$

Следовательно, $m_{\Gamma} = 100$ кг.

С4

Образец возможного решения:

Количество теплоты согласно закону Джоуля—Ленца: $Q = (U^2/R) \cdot t$. (1)

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника: $Q = cm\Delta T$, (2)

где масса проводника $m = \rho l S$ (3)

(S — площадь поперечного сечения проводника).

Сопротивление проводника: $R = (\rho_{\text{эл}} l)/S$. (4)

Из (1)–(4), получаем: $\Delta T = U^2 t / (c \rho l^2 \rho_{\text{эл}}) \approx 16$ К.

С5

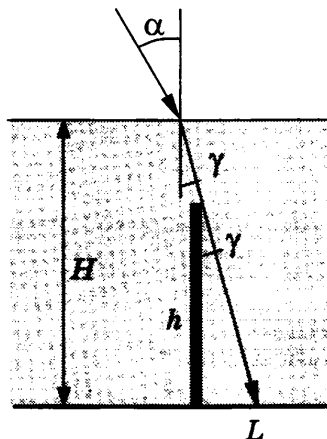
Образец возможного решения:

Согласно рисунку, длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользящим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot \text{tg} \gamma$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления,

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n, \quad \sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \quad \text{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

Следовательно, $L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}$, а высота сваи $h = L \sqrt{4n^2 - 1}$.

Ответ: $h \approx 2$ м.



С6

Образец возможного решения:

Частота фотона, испускаемого или поглощаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней. Поэтому имеем: $\nu_{41} = \nu_{31} + \nu_{43}$, $\nu_{43} = \nu_{42} - \nu_{32}$.

Отсюда: $\nu_{41} = \nu_{31} + \nu_{42} - \nu_{32}$.

$$\text{Имеем: } \nu_{31} = \frac{c}{\lambda_{13}} = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-7}} = 0,75 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)},$$

$$\nu_{42} = \frac{c}{\lambda_{24}} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 0,6 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)},$$

$$\nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}} = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-7}} = 0,5 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}.$$

$$\text{Поэтому } \nu_{41} = 0,85 \cdot 10^{15} \text{ Гц, } \lambda_{41} = \frac{c}{\nu_{41}} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,85 \cdot 10^{15}} \approx 350 \text{ (нм)}.$$

Вариант 10

С1

Образец возможного решения:

1. Во время перемещения движка реостата показания амперметра будут плавно увеличиваться, а вольтметр будет регистрировать напряжение на концах вторичной обмотки. Примечание: Для полного ответа не требуется объяснения показаний приборов в крайнем левом положении. (Когда движок придет в крайнее левое положение и движение его прекратится, амперметр будет показывать постоянную силу тока в цепи, а напряжение, измеряемое вольтметром, окажется равным нулю.)

2. При перемещении ползунка влево сопротивление цепи уменьшается, а сила тока увеличивается в соответствии с законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$, где R — сопротивление внешней цепи.

3. Изменение тока, текущего по первичной обмотке трансформатора, вызывает изменение индукции магнитного поля, создаваемого этой обмоткой. Это приводит к изменению магнитного потока через вторичную обмотку трансформатора.

В соответствии с законом индукции Фарадея возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

во вторичной обмотке, а следовательно, напряжение U на ее концах, регистрируемое вольтметром.

С2

Образец возможного решения:

Кинетическая энергия брусков после столкновения $E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$, где v — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v$.

Исключая из системы уравнений скорость v , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении по наклонной плоскости:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h, \text{ что дает выражение } E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1 g h.$$

Подставляя значения масс и высоты из условия, получим численное значение $E_k = 2,5 \text{ Дж}$.

С3

Образец возможного решения:

Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю. В проекциях на вертикальную ось это дает:

$(M + m)g + m_{\text{г}}g - m_{\text{в}}g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, $m_{\text{г}}$ — масса гелия, а $F = m_{\text{в}}g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_{\text{в}} - m_{\text{г}}$.

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха.

Следовательно, согласно уравнению Клапейрона—Менделеева,

$$pV = \frac{m_{\text{г}}}{\mu_{\text{г}}} RT = \frac{m_{\text{в}}}{\mu_{\text{в}}} RT, \text{ где } \mu_{\text{г}} \text{ — молярная масса гелия, } m_{\text{в}} \text{ — средняя молярная}$$

масса воздуха, V — объем шара.

$$\text{Отсюда } m_{\text{в}} = m_{\text{г}} \frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\text{г}}}; \quad m_{\text{в}} - m_{\text{г}} = m_{\text{г}} \left(\frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\text{г}}} - 1 \right) = m_{\text{г}} \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25 m_{\text{г}};$$

$$M + m = 6,25 m_{\text{г}}.$$

$$\text{Следовательно, } m = 6,25 m_{\text{г}} - M = 6,25 \cdot 100 - 400 = 225 \text{ (кг)}.$$

Масса груза $m = 225 \text{ кг}$.

С4

Образец возможного решения:

$$\text{Количество теплоты согласно закону Джоуля—Ленца: } Q = (U^2/R) \cdot t. \quad (1)$$

$$\text{Это количество теплоты затратится на нагревание проводника: } Q = cm\Delta T, \quad (2)$$

$$\text{где масса проводника } m = \rho l S \quad (3)$$

(S — площадь поперечного сечения проводника).

$$\text{Сопrotивление проводника: } R = (\rho_{\text{эл}} l)/S. \quad (4)$$

$$\text{Из (1)–(4), получаем: } U = \sqrt{\frac{c\rho\rho_{\text{эл}}l^2\Delta T}{t}}.$$

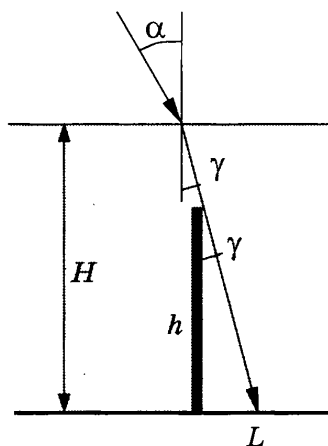
$$U \approx 10 \text{ В}.$$

С5

Образец возможного решения:

Согласно рисунку, длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользящим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot \text{tg} \gamma$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления,

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n, \quad \sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \quad \text{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$



Следовательно,
$$L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}} = \frac{2}{\sqrt{4 \cdot \frac{16}{9} - 1}} = \frac{6}{\sqrt{55}} \approx 0,8 \text{ (м)}.$$

Ответ: $L \approx 0,8 \text{ м}.$

С6

Образец возможного решения:

Частота фотона, испускаемого или поглощаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней:

$$\nu_{21} = \frac{|E_2 - E_1|}{h}.$$

Поэтому запишем: $\nu_{41} = \nu_{31} + \nu_{42} - \nu_{32} = (6 + 4 - 3)10^{14} = 7 \cdot 10^{14} \text{ (Гц)}.$

Отсюда:
$$\lambda_{14} = \frac{c}{\nu_{41}}.$$

Ответ: $\lambda_{14} \approx 4,3 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$