

**Тренировочный вариант единого
государственного экзамена по ФИЗИКЕ
120**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 30 заданий.

В заданиях 3–5, 9–11, 14–16 и 20 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см.

7	,	5																								
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Бланк

Ответом к заданиям 1, 2, 6–8, 12, 13, 17–19, 21, 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

А	Б
4	1

4	1																									
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Бланк

Ответ к заданиям 24–30 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, или капиллярной, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

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		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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

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

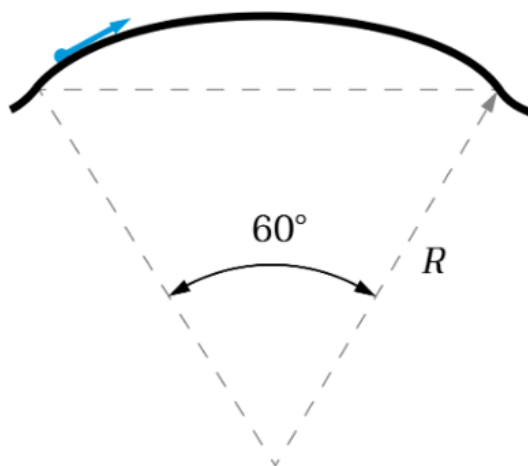
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Часть 1

Ответами к заданиям 1-23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 Поверхность центрального пролета арочного моста - цилиндрическая поверхность с радиусом 200 м и угловым размером 60° (ось цилиндра горизонтальна). При какой минимальной величине коэффициента трения между шинами небольшого автомобиля и поверхностью моста этот автомобиль может проехать весь пролет с постоянной по величине скоростью 20 м/с, нигде не отрываясь от поверхности? Ответ округлите до сотых.



Ответ: _____

- 2 Шар массы $m = 0,25$ кг и объёма $V = 1,0$ дм³ падает в воду с высоты $H = 2$ м и погружается на глубину $h = 0,5$ м, а затем выскакивает из воды (плотность шара меньше плотности воды). Найдите высоту h_1 , на которую поднимется шар, выскочив из воды, считая силу сопротивления воды постоянной. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м

- 3 Имеются три математических маятника с периодами 8, 12 и 9 с. Нити этих маятников соединили, получив из трех один маятник. Каков период его колебаний?

Ответ: _____ с

- 4 Однородный брусок тянут с горизонтальной силой F так, что он движется с постоянной скоростью. Поверхность, по которой он движется, гладкая, за исключением небольшого шершавого участка, ширина a которого меньше длины бруска L . Коэффициент трения бруска по этому участку равен $\mu = 0,3$ (рис. 1). На рис. 2 показан график зависимости силы F от расстояния x , пройденного бруском.

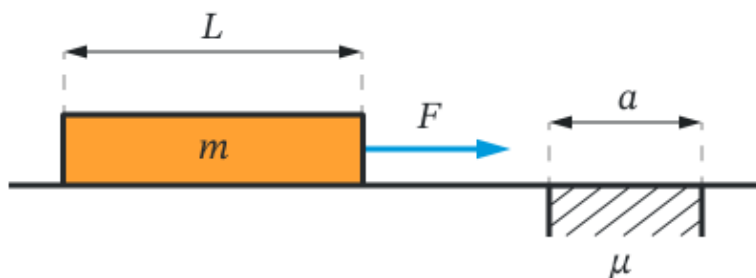


рис. 1

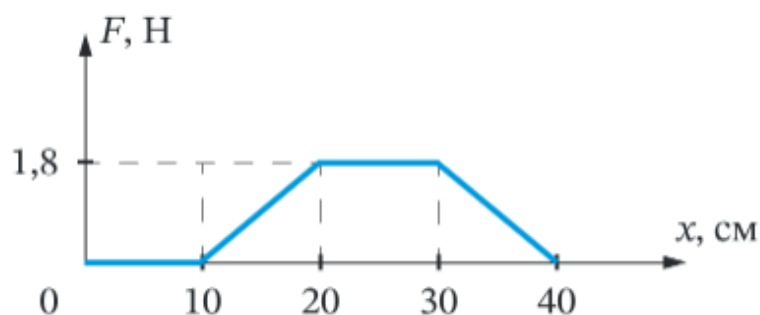


рис. 2

На основании анализа условия, выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.

- 1) Ширина участка a равна 20 см;
- 2) Ширина участка a равна 10 см;
- 3) Длина L бруска равна 10 см;
- 4) Длина L бруска равна 20 см;
- 5) Масса бруска равна 1 кг;
- 6) Масса бруска равна 0,8 кг;
- 7) Масса бруска равна 1,2 кг.

Ответ: _____

- 5 Теннисист при подаче ударяет ракеткой по мячу. Как изменяются сила давления ракетки на мяч и дальность полета мяча, если время взаимодействия ракетки с мячом уменьшается, а начальный импульс мяча остается прежним?

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.

Сила давления	Дальность полета

- 6 Две невесомые пружины имеют длины l_1 , l_2 и жёсткости k_1 , k_2 . Одна пружина вставлена в другую. Концы пружин попарно скреплены. Другими точками пружины друг друга не касаются.
- А) Определите длину конструкции.
 - Б) Какова жёсткость k получившейся пружины?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Длина конструкции;
- Б) Жёсткость k получившейся пружины.

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$
- 2) $\frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}$
- 3) $\frac{k_1 l_1 - k_2 l_2}{k_1 + k_2}$
- 4) $\frac{k_1 l_1 + k_2 l_2}{k_1 + k_2}$
- 5) $k_1 + k_2$

А	Б

- 7 Хорошо откачанная лампа накаливания объемом 100 см^3 имеет трещину, в которую каждую секунду проникает миллион частиц газа. Сколько времени понадобится для наполнения лампы до нормального давления, если скорость проникновения газа остается постоянной? Температура газа 0°C . Ответ выразите в годах, представив в виде $A \cdot 10^7$, величину A округлите до десятых.

Ответ: _____ $\cdot 10^7$ лет

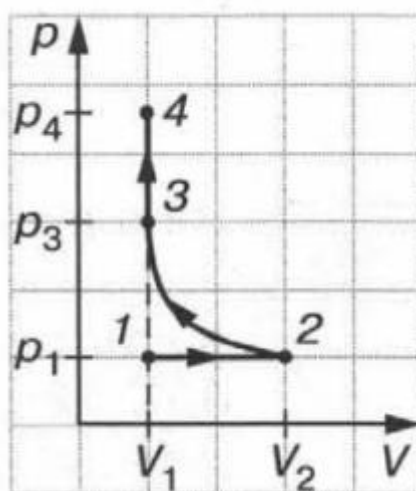
- 8 В кастрюлю-скороварку налили немного воды. закрыли герметично и поставили на огонь. К тому моменту, когда вся вода испарилась, температура кастрюли оказалась 115°C , а давление внутри - 3 атмосферы. Какую часть объема вначале занимала вода? Начальная температура 20°C . Ответ округлить до тысячных.

Ответ: _____

- 9 При температуре 20°C относительная влажность воздуха равна 20%. На сколько должна увеличиться абсолютная влажность, чтобы при небольшом понижении температуры стала выпадать роса? Давление насыщенного пара при 20°C равно 2,33 кПа. Ответ округлить до целых.

Ответ: _____ г/м^3

- 10 На рисунке изображен график изменения состояния идеального газа в координатах pV . Масса газа постоянна.



На основании анализа графика выберите все верные утверждения.

- 1) При переходе газа из состояния 2 в состояние 4 его температура непрерывно повышается.
- 2) В процессе 2-3 нагреватель передает газу теплоту.
- 3) В процессе 3-4 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 4) Работа газа при сжатии больше по модулю, чем при его расширении.
- 5) При переходе газа из начального состояния в конечное его внутренняя энергия не изменяется.

Ответ: _____

- 11** В сосуде находится идеальный газ под подвижным тяжелым поршнем. Как изменяются концентрация молекул и давление газа, если после закачки в сосуд еще одной порции такого же газа поршень поднялся на высоту $\frac{h}{2}$? Температура постоянна.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

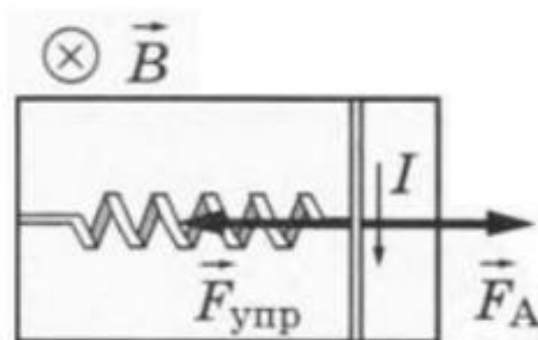
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация молекул	Давление газа

- 12** Оценить среднюю скорость упорядоченного движения электронов в медном проводнике, по которому течет ток плотностью $j = 25 \text{ А/см}^2$. (Медь – элемент первой группы, так что число электронов примерно равно числу атомов). Ответ округлить до десятых.

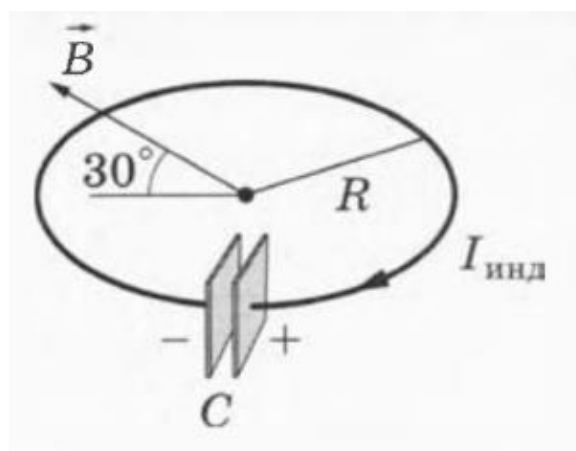
Ответ: _____ см/ч

- 13** Проводник, который может свободно перемещаться по рамке из непроводящего материала, через изолятор прикреплен к пружине жесткостью $k = 5 \text{ Н/м}$. Длина проводника $l = 0,5 \text{ м}$, сила тока в нем $I = 2 \text{ А}$. При включении магнитного поля, вектор магнитной индукции которого перпендикулярен плоскости рамки, пружина растянулась на $\Delta l = 10 \text{ см}$. Определите значение индукции магнитного поля. Трение не учитывать.



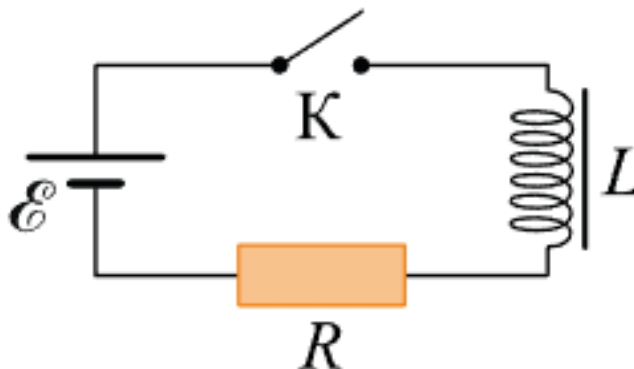
Ответ: _____ Тл

- 14** Радиус проволочного контура, соединяющего пластины конденсатора емкостью $C = 10 \text{ мкФ}$, равен $R = 20 \text{ см}$. Чему равен заряд на пластинах конденсатора, если виток помещен в однородное магнитное поле, индукция которого изменяется по закону $B = B_0 + kt$, где $k = 0,005 \text{ Тл/с}$ и вектор B направлен под углом $\alpha = 30^\circ$ к плоскости витка? Ответ округлить до сотых.



Ответ: _____ нКл

- 15 В цепи индуктивность катушки $L = 0,1$ Гн, ее сопротивление пренебрежимо мало. Сопротивление резистора $R = 2,7$ Ом. ЭДС источника $\mathcal{E} = 12$ В, его внутреннее сопротивление $r = 0,3$ Ом.



Выберите все верные утверждения о процессах в контуре при замыкании ключа.

- 1) Сила тока в установившемся режиме 4 А.
- 2) Сила тока в установившемся режиме 4,4 А.
- 3) Скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа равна нулю.
- 4) Скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа равна 120 А/с.
- 5) При достижении током значения в 1 А скорость возрастания тока – 90 А/с.

Ответ: _____

- 16 В идеальном колебательном контуре конденсатор ёмкостью C заменяют на конденсатор ёмкостью $\frac{C}{2}$, а катушку индуктивностью L - на катушку индуктивностью $2L$. Максимальную силу тока в катушке оставляют неизменной.

Как изменяются при этом период электромагнитных колебаний в контуре и максимальная энергия электрического поля конденсатора?

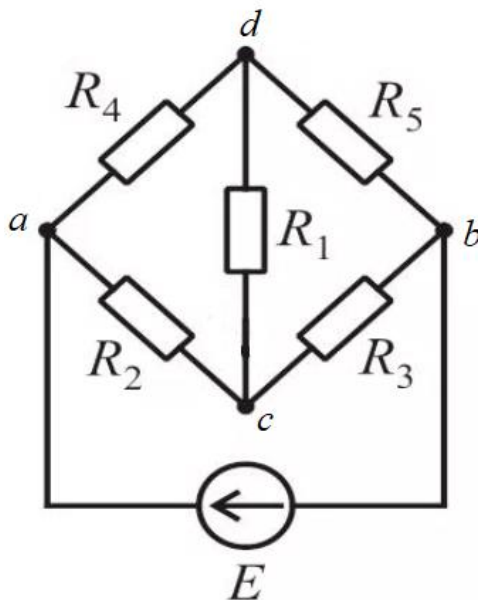
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период электромагнитных колебаний в контуре	Максимальная энергия электрического поля конденсатора

- 17 Сопротивления в схеме, показанной на рисунке, имеют значения $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 15$ Ом, $R_3 = 2$ Ом, $R_4 = 30$ Ом, $R_5 = 2$ Ом; ЭДС источника тока $\varepsilon = 6$ В, его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало. Какой ток идет через сопротивление R_1 , если резистор R_4 замкнуть накоротко (так, что его сопротивление станет равным нулю)? Каким станет полное сопротивление в этом случае?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

А) Ток через сопротивление R_1 , если резистор R_4 замкнуть накоротко

Б) Полное сопротивление, если резистор R_4 замкнуть накоротко

- 1) 3
- 2) 0,3
- 3) 0,45
- 4) 1,6
- 5) 2
- 6) 1,5

А	Б

- 18 Фотоэффект наблюдают, освещая поверхность металла светом фиксированной частоты. При этом задерживающая разность потенциалов равна U_3 . После изменения частоты света задерживающая разность потенциалов увеличилась на $\Delta U_3 = 1,2$ В. На какую величину изменилась частота падающего света? Ответ дать в 10^{14} Гц, округлив до десятых.

Ответ: _____ 10^{14} Гц

- 19** При объяснении явлений излучения и поглощения света мы считаем, что свет – это поток частиц-фотонов, энергия которых E зависит от частоты ν . Установите соответствие между физическими величинами, определяющими свойства фотона, и формулами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Импульс фотона
Б) Масса фотона

ФОРМУЛЫ

- 1) $E = mc^2$
2) $p = mv$
3) $p = \frac{h\nu}{c}$
4) $m = \frac{h\nu}{c^2}$

А	Б

- 20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

- 1) Сила трения скольжения — сила гравитационной природы.
- 2) Хаотическое тепловое движение частиц тела не прекращается при достижении термодинамического равновесия.
- 3) Ускорение, сообщаемое силой Лоренца α -частице, зависит от её скорости и угла, который составляет вектор скорости с линиями индукции данного однородного магнитного поля.
- 4) Собирающая линза может давать как мнимые, так и действительные изображения.
- 5) Ионизация воздуха возникает только под воздействием потоков бета-частиц радиоактивного излучения, но не происходит под действием альфа- и гамма-излучения.

Ответ: _____

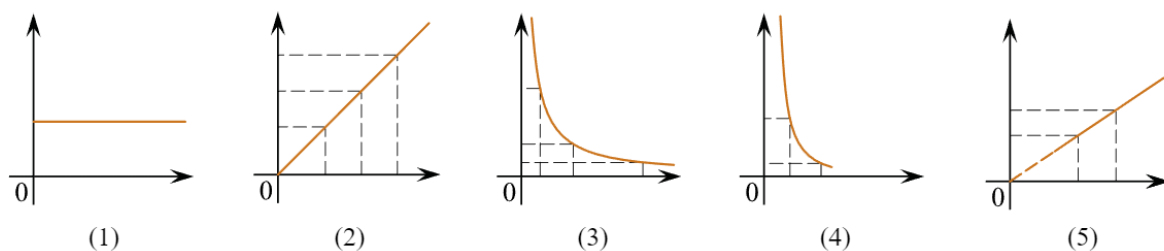
21 Даны следующие зависимости величин:

А) Зависимость модуля импульса тела от времени при прямолинейном равномерном движении;

Б) Зависимость давления одноатомного идеального газа от объема при адиабатном процессе;

В) Зависимость длины излучаемой электромагнитной волны от частоты колебаний заряда в металлическом проводнике.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



А	Б	В

22 Для того чтобы измерить толщину тонкой нитки, школьник плотно, виток к витку, намотал 100 витков этой нитки на цилиндрический стержень. После этого он при помощи линейки с миллиметровыми делениями измерил длину участка стержня, обмотанного ниткой, и получил значение 1,5 см. Считая, что погрешность прямого измерения длины линейкой равна половине цены её деления, вычислите толщину нитки и найдите погрешность определения этой толщины. Ответ приведите в миллиметрах. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

Ответ: (_____ ± _____) мм

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

- 23** Ученик проводит опыты по наблюдению дифракции света. В его распоряжении имеется набор светофильтров, различные дифракционные решётки и тонкие собирающие линзы. Ученик направляет перпендикулярно решётке параллельный пучок света, прошедшего через светофильтр. За решеткой параллельно ей располагается линза. В результате на экране, установленном в фокальной плоскости линзы, наблюдаются дифракционные максимумы. Какие два набора оборудования необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте проверить, как зависят углы наблюдения главных максимумов от периода дифракционной решётки при нормальном падении на неё монохроматического света?

Номер набора	Период решетки, штрихов на мм	Длина волны света, нм	Фокусное расстояние линзы, см
1	300	650	15
2	300	550	17
3	200	650	19
4	200	600	21
5	400	500	25

Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

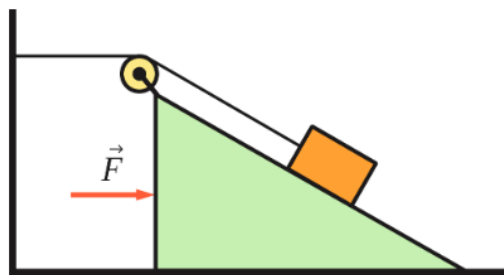
Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 24** Как бы мы стали видеть, если бы скорость света возросла в 10^5 раз? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать 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.

- 25** Два цилиндрических сосуда установлены вертикально и соединены горизонтальной трубкой. Площадь поперечного сечения одного из сосудов в 7 раз меньше, чем у другого. В них налили воду так, что она заполнила сосуды на 20 см выше уровня трубки. После этого в более узкий сосуд долили керосин так, что он образовал столб высотой 20 см. Сосуды при этом не переполнились. На сколько повысился уровень воды в широком сосуде из-за доливания керосина? Ответ выразите в см.
- 26** Металлический шарик облучают светом с длиной волны 2000 ангстрем. Вследствие фотоэффекта шарик заряжается до максимального потенциала 3 В. Определите работу выхода электрона из металла в эВ.
- 27** В цилиндре на пружине подвешен поршень массой $m_1 = 20$ кг и площадью поперечного сечения $S = 200$ см². В положении равновесия поршень находится у дна цилиндра, но на дно не давит. Под поршень закачивают воздух массой $m_2 = 29$ г, при этом поршень поднимается на высоту $h = 15$ см. Определите жесткость пружины. Температура воздуха 17°C.
- 28** Два одинаковых шарика, имеющие одинаковые одноименные заряды, соединены пружиной, жесткость которой $k = 20$ Н/м, а длина $l_0 = 4$ см. Шарика колеблются так, что расстояние между ними меняется от $l_1 = 3$ см до $l_2 = 6$ см. Чему равны заряды шариков?
- 29** Две тонкие плосковыпуклые линзы, будучи сложены плоскими сторонами, образуют линзу с фокусным расстоянием F_1 . Найдите фокусное расстояние линзы, которая получится, если сложить эти линзы выпуклыми сторонами, а пространство между ними заполнить водой. Показатель преломления стекла 1,66, воды 1,33.

- 30** Клин с углом при основании 30° движется поступательно по гладкой горизонтальной поверхности под действием постоянной силы F , направленной перпендикулярно вертикальной стенке (см. рис.).



На гладкой наклонной поверхности клина находится брусок, привязанный нерастяжимым тросом к стенке; его масса в 3 раза меньше массы клина. Трос перекинут через блок, закреплённый на вершине клина. Участок троса от блока до стенки перпендикулярен стенке, участок троса от блока до бруска параллелен плоскости клина. Величина силы F равна величине силы тяжести, действующей на брусок. Найдите ускорение клина. Ответ выразите в м/с^2 , округлив до десятых. Брусок при движении не отрывается от поверхности клина.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.