

Вариант 3

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 1–3, 7–9, 12–14 и 18 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: -2,5 м/с².

- 2 , 5

Бланк

Ответом к заданиям 4–6, 10, 11, 15–17, 20, 21 и 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

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

1 , 4 0 , 2

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 ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов 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	сантиметры	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	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
(элементарный электрический заряд)	
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения 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
древеси́ны (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 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 °С

Молярная масса

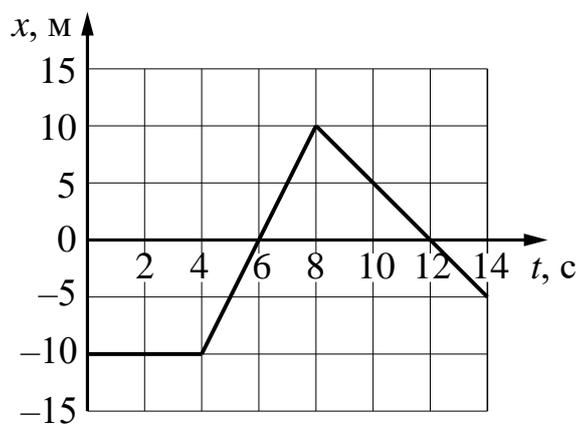
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль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

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите 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 приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

На рисунке приведён график зависимости координаты тела x от времени t при его прямолинейном движении вдоль оси Ox . Определите проекцию скорости этого тела на ось Ox в промежутке времени от 10 до 14 с.



Ответ: _____ м/с.

2

Два одинаковых маленьких шарика притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю $0,08$ пН. Каким станет модуль сил их гравитационного взаимодействия, если расстояние между шариками уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ пН.

3

Отношение импульса автобуса к импульсу грузового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 2,8$.

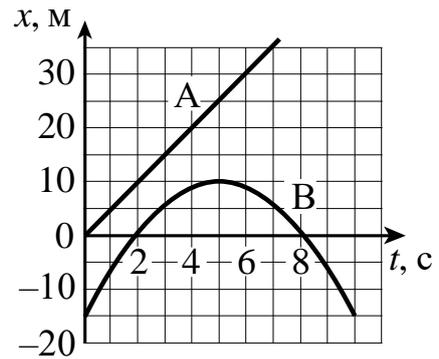
Каково отношение их масс $\frac{m_1}{m_2}$, если отношение скорости автобуса к скорости

грузового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Ответ: _____.

4

На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось Ox . Выберите **все** верные утверждения о характере движения тел.



- 1) Тело А движется равноускоренно, а тело В – равномерно.
- 2) В момент времени $t = 5$ с скорость тела В равна нулю.
- 3) Скорость тела А в момент времени $t = 4$ с равна 20 м/с.
- 4) Проекция ускорения тела В на ось Ox положительна.
- 5) В момент времени $t = 5$ с расстояние между телами А и В составляет 15 м.

Ответ: _____.

5

На поверхности воды плавает прямоугольный брусок из древесины плотностью 800 кг/м^3 . Брусок заменили на другой брусок той же массы, но из древесины плотностью 500 кг/м^3 . Как при этом изменились масса вытесненной жидкости и действующая на брусок сила Архимеда?

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.

Масса вытесненной жидкости	Сила Архимеда

6

Автобус массой m , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью v , совершает торможение до полной остановки. При торможении колёса автобуса не вращаются. Коэффициент трения между колёсами и дорогой равен μ . 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 работы силы трения, действующей на автобус
 Б) время, необходимое для полной остановки автобуса

ФОРМУЛЫ

- 1) $\mu g v$
 2) $\frac{mv^2}{2\mu g}$
 3) $\frac{v}{\mu g}$
 4) $\frac{mv^2}{2}$

Ответ:

А	Б

7

2 моль идеального газа при температуре $3T_0$ и давлении $3p_0$ занимают объём V_0 . Сколько моль идеального газа будут занимать объём $1,5V_0$ при температуре $2T_0$ и давлении p_0 ?

Ответ: _____ моль.

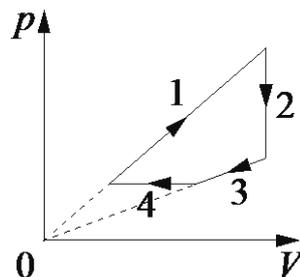
8

В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре 100°C под давлением 40 кПа . Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объём пара в 4 раза?

Ответ: _____ кПа.

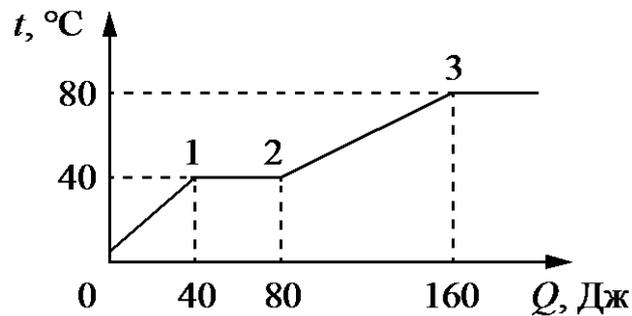
9

На рисунке показаны различные процессы изменения состояния идеального газа. Масса газа постоянна. В каком из процессов (1, 2, 3 или 4) газ совершает наибольшую по модулю работу?



Ответ: _____.

- 10 Твёрдый образец вещества нагревают в печи. По мере поглощения количества теплоты Q температура образца t растёт в соответствии с графиком.

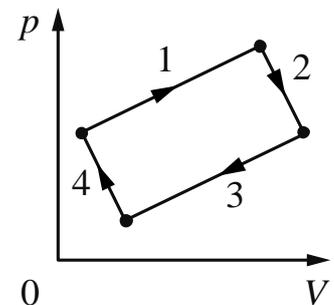


Выберите из предложенного перечня все верные утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений.

- 1) В процессе 1–2 внутренняя энергия вещества увеличивается.
- 2) В состоянии 2 часть вещества находится в жидком состоянии.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия вещества не изменяется.
- 4) Температура кипения вещества равна $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 5) Удельная теплоёмкость вещества в жидком состоянии больше, чем в твёрдом.

Ответ: _____.

- 11 На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. В каком процессе работа газа положительна и минимальна по величине, а в каком – работа внешних сил положительна и максимальна по величине?



Установите соответствие между характеристиками процессов и номерами процессов на диаграмме.

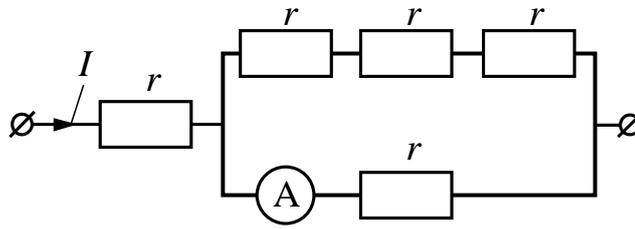
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ	НОМЕРА ПРОЦЕССОВ
А) работа газа положительна и минимальна	1) 1
Б) работа внешних сил положительна и максимальна	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

- 12** Пять одинаковых резисторов соединены в электрическую цепь (см. рисунок). По участку цепи течёт постоянный ток $I = 8$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

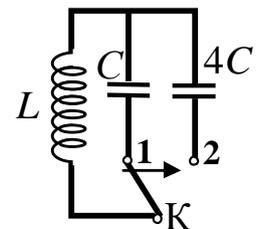


Ответ: _____ А.

- 13** Две частицы с одинаковыми массами и зарядами $q_1 = 2q$ и $q_2 = 4q$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $v_1 = 6v$ и $v_2 = 3v$ соответственно. Определите отношение модулей сил $\frac{F_1}{F_2}$, действующих на них со стороны магнитного поля.

Ответ: _____.

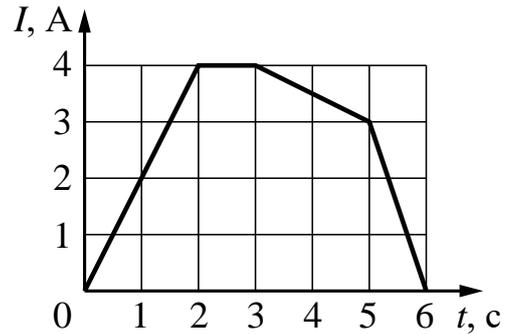
- 14** Если ключ К находится в положении 1, то период собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок) равен 3 мс. Каким станет период собственных электромагнитных колебаний в контуре, если ключ перевести из положения 1 в положение 2?



Ответ: _____ мс.

15

В катушке индуктивностью 10 мГн сила тока I зависит от времени t , как показано на графике, приведённом на рисунке. Выберите **все** верные утверждения о процессах, происходящих в катушке.



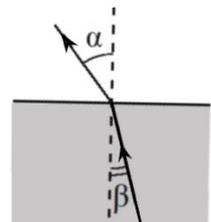
- 1) Энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 2 до 3 с равна 80 мДж .
- 2) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке минимален в интервале времени от 5 до 6 с.
- 3) Модуль скорости изменения тока в катушке максимален в интервале времени от 4 до 5 с.
- 4) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке максимален в интервале времени от 0 до 1 с.
- 5) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке в интервале времени от 3 до 5 с равен 5 мВ .

Ответ: _____.

16

Плоская световая волна переходит из глицерина в воздух (см. рисунок). Что происходит при этом переходе со скоростью распространения световой волны и с 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.

Скорость распространения волны	Длина волны

17

Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин в цепях постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: R – сопротивление резистора; I – сила тока; U – напряжение на резисторе.

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

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{U^2}{R}$

Б) IR

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) напряжение на резисторе

2) сила тока через резистор

3) мощность тока в резисторе

4) работа электрического тока

Ответ:

А	Б

18

Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}, \text{ где } \lambda = 0,05 \text{ с}^{-1}. \text{ Определите период полураспада этих ядер.}$$

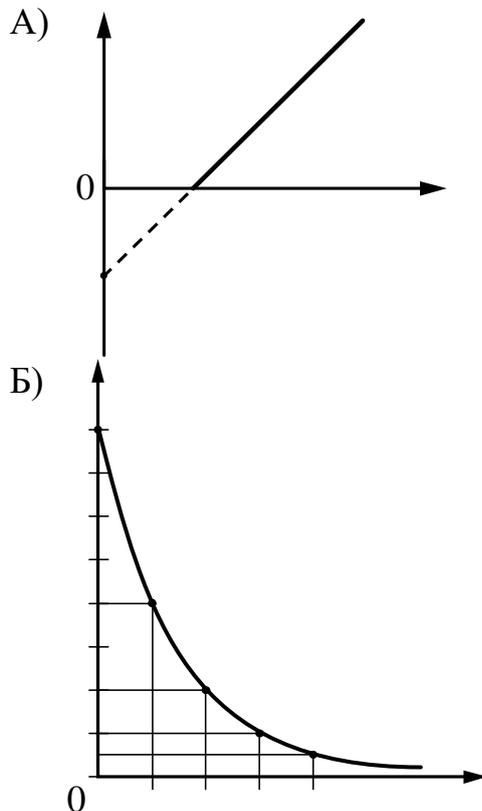
Ответ: _____ с.

19

Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках, и законами (зависимостями), которые они могут выражать.

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

ГРАФИК



ЗАКОН

- 1) закон радиоактивного распада
- 2) закон Эйнштейна пропорциональности массы и энергии
- 3) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света
- 4) зависимость энергии фотона от частоты света

Ответ:

А	Б

20

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

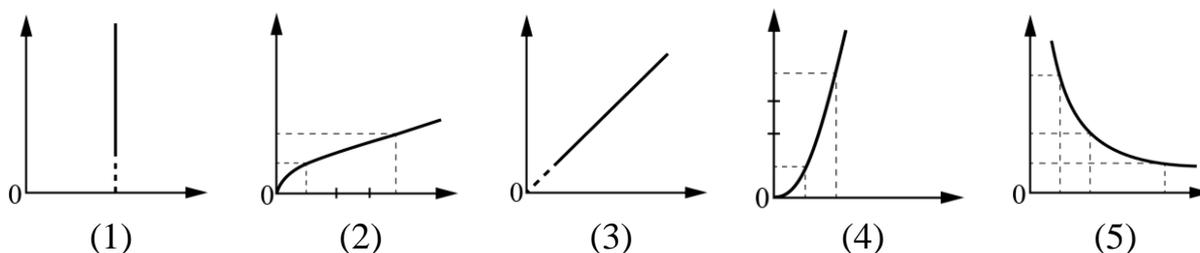
- 1) При равноускоренном движении скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково.
- 2) В процессе кипения жидкости при постоянном внешнем давлении её температура возрастает.
- 3) Сила тока короткого замыкания определяется только внутренним сопротивлением источника и его ЭДС.
- 4) В продольной механической волне колебания частиц происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны.
- 5) В результате α -распада элемент смещается в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева на две клетки ближе к началу.

Ответ: _____.

21 Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость частоты свободных колебаний пружинного маятника массой груза m от жёсткостью пружины;
- Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от его объёма в изотермическом процессе;
- В) зависимость сопротивления цилиндрического алюминиевого проводника площадью поперечного сечения $S/$ от его длины.

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. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ:

А	Б	В

22 Абсолютная погрешность прямого измерения силы демонстрационным динамометром, на столике которого стоит груз, равна цене деления (см. рисунок). Определите вес груза.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

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

23

Школьник изучает свободные колебания маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице. Какие два маятника необходимо взять школьник для того, чтобы на опыте выяснить, зависит ли период свободных колебаний маятника от длины нити?

№ маятника	Длина нити маятника, м	Объём шарика, см ³	Материал, из которого сделан шарик
1	2,0	8	алюминий
2	0,5	5	сталь
3	1,0	8	сталь
4	1,5	8	алюминий
5	1,0	5	алюминий

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

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 (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

24

Три параллельных длинных прямых проводника 1, 2 и 3 расположены на одинаковом расстоянии a друг от друга (см. рисунки 1 и 2). В каждом проводнике протекает электрический ток силой I . Токи во всех проводниках текут в одном направлении. Определите направление результирующей силы, действующей на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3. Сделайте рисунок, указав в области проводника 1 вектора магнитной индукции полей, созданных проводниками 2 и 3, вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля и вектор результирующей силы. Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

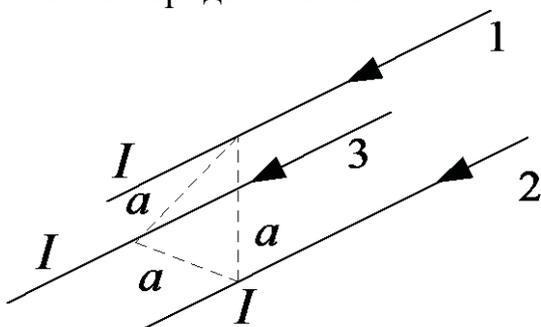


Рис. 1

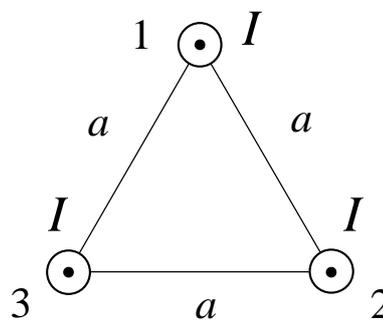


Рис. 2

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

Тележка массой 2 кг, прикрепленная к горизонтальной пружине жесткостью 200 Н/м, совершает свободные гармонические колебания. Амплитуда колебаний тележки равна 0,1 м. Какова максимальная скорость тележки? Массой колёс можно пренебречь.

26

Плоская монохроматическая световая волна падает по нормали на дифракционную решетку с периодом 5 мкм. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между ее главными максимумами 1-го и 2-го порядков равно 18 мм. Найдите длину падающей волны. Считать для малых углов $\sin\varphi \approx \text{tg}\varphi$.

27

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой M и площадью основания S покоится на высоте h , опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте H (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

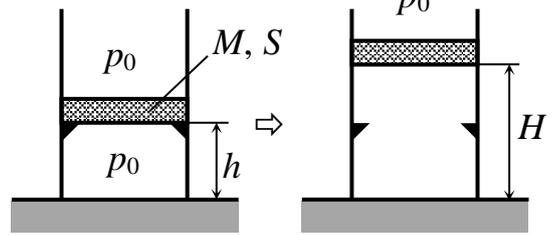
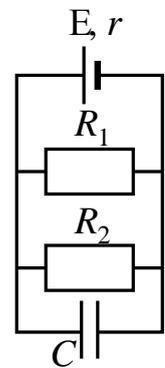


Рис. 1

Рис. 2

28

Источник постоянного тока с ЭДС $E=10$ В и внутренним сопротивлением $r=0,4$ Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам $R_1=4$ Ом, $R_2=6$ Ом и конденсатору. Определите ёмкость конденсатора C , если энергия электрического поля конденсатора равна $W=60$ мкДж.

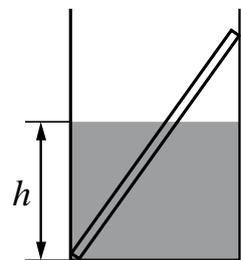


29

Монохроматическое рентгеновское излучение с длиной волны $\lambda = 1,1 \cdot 10^{-10}$ м падает по нормали на пластинку и создаёт давление $P = 1,26 \cdot 10^{-6}$ Па. При этом 70% фотонов отражается, а остальные проходят сквозь пластинку. Определите концентрацию фотонов в пучке падающего излучения. Рассеянием и поглощением излучения пренебречь. Считать, что фотоны в пучке распределены равномерно.

30

В гладкий высокий стакан радиусом 4 см поставили однородную тонкую палочку длиной 10 см и массой 0,9 г, после чего в стакан налили до высоты $h=4$ см жидкость, плотность которой составляет 0,75 плотности материала палочки. Найдите модуль силы \vec{F} , с которой верхний конец палочки давит на стенку стакана. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на палочку.



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

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	- 2,5
2	0,32
3	1,4
4	25
5	33
6	43
7	1,5
8	100
9	1
10	145
11	23
12	6
13	1
14	6
15	15
16	11
17	31
18	20
19	31
20	135
21	253
22	111
23	14

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

24

Три параллельных длинных прямых проводника 1, 2 и 3 расположены на одинаковом расстоянии a друг от друга (см. рисунки 1 и 2). В каждом проводнике протекает электрический ток силой I . Токи во всех проводниках текут в одном направлении. Определите направление результирующей силы, действующей на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3. Сделайте рисунок, указав в области проводника 1 вектора магнитной индукции полей, созданных проводниками 2 и 3, вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля и вектор результирующей силы. Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

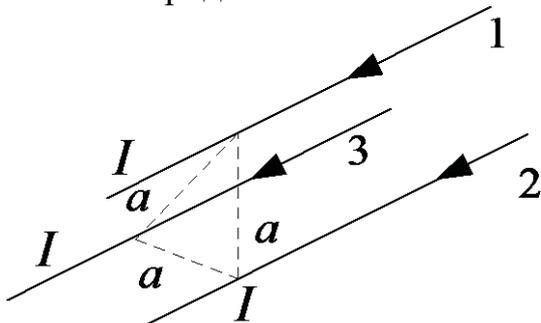


Рис. 1

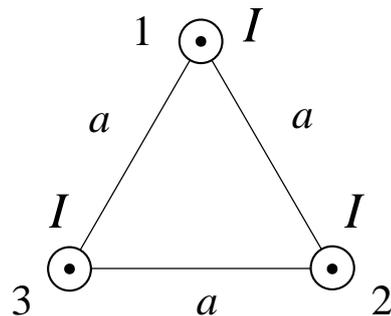
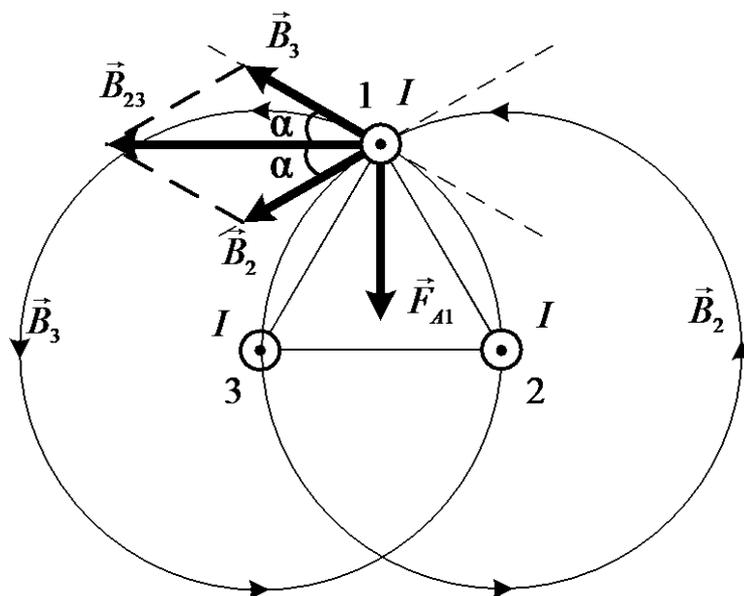


Рис. 2

Возможное решение

1. На проводник 1 со стороны проводников 2 и 3 действует результирующая сила, направленная вертикально вниз (см. рисунок).
2. Вокруг проводников 2 и 3 возникает магнитное поле, линии индукции которого являются окружностями. Направление линий индукции магнитного поля определяется правилом буравчика (см. рисунок). Вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля в области проводника 1 определяется принципом суперпозиции: $\vec{B}_{23} = \vec{B}_2 + \vec{B}_3$, где \vec{B}_2 и \vec{B}_3 – векторы индукции магнитных полей, созданных проводниками 2 и 3. Поскольку проводник 1 находится на одинаковом расстоянии a от каждого из проводников 2 и 3, и по проводникам протекают токи одинаковой силы, то $|\vec{B}_2| = |\vec{B}_3| = B$.



3. Из геометрических построений видно, что угол между векторами \vec{B}_2 и \vec{B}_3 составляет 60° , а значит, $\alpha = 30^\circ$. Следовательно, вектор индукции результирующего магнитного поля \vec{B}_{23} , созданного проводниками 2 и 3, направлен горизонтально влево (см. рисунок).

4. Со стороны результирующего магнитного поля \vec{B}_{23} на проводник 1 с током действует сила Ампера \vec{F}_{A1} , направление которой определяется правилом левой руки. Таким образом, результирующая сила, действующая на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3, направлена вертикально вниз

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: $n \cdot I$) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: картина линий индукции магнитного поля длинного проводника с током, принцип суперпозиции магнитных полей, правило буравчика, правило левой руки)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ)	2

<p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

25

Тележка массой 2 кг, прикрепленная к горизонтальной пружине жесткостью 200 Н/м, совершает свободные гармонические колебания. Амплитуда колебаний тележки равна 0,1 м. Какова максимальная скорость тележки? Массой колёс можно пренебречь.

Возможное решение
<p>В случае гармонических колебаний максимальная потенциальная энергия пружины равна максимальной кинетической энергии тележки:</p> $\frac{kA^2}{2} = \frac{mV^2}{2},$ <p>где k – жесткость пружины, A – амплитуда колебаний тележки, m – масса тележки, V – максимальная скорость тележки.</p>

В итоге получим: $V = A\sqrt{\frac{k}{m}} = 0,1\sqrt{\frac{200}{2}} = 1 \text{ м/с.}$

Ответ: $V = 1 \text{ м/с}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения механической энергии при гармонических колебаниях</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	2

Плоская монохроматическая световая волна падает по нормали на дифракционную решетку с периодом 5 мкм. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между ее главными максимумами 1-го и 2-го порядков равно 18 мм. Найдите длину падающей волны. Считать для малых углов $\sin\varphi \approx \text{tg}\varphi$.

Возможное решение

В соответствии с условием наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d :

$d\sin\varphi = k\lambda$, где k - порядок максимума.

Так как можно считать $\sin\varphi \approx \text{tg}\varphi$, то $\frac{x}{F} = \frac{k\lambda}{d}$, где x – расстояние от нулевого до k -го максимума; F – фокусное расстояние линзы, равное расстоянию от дифракционной решетки до экрана.

Следовательно, расстояние между главными максимумами 1-го и 2-го порядков $x_2 - x_1 = \frac{\lambda F(k_2 - k_1)}{d}$.

Определим длину волны падающего света

$$\lambda = \frac{d(x_2 - x_1)}{F(k_2 - k_1)} = \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{0,2} = 450 \text{ нм.}$$

Ответ: $\lambda = 450 \text{ нм}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для дифракционной решетки, геометрическое соотношение</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования,</p>	1

<p>направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

27

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой M и площадью основания S покоится на высоте h , опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте H (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

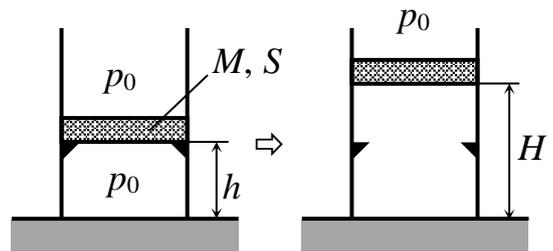


Рис. 1

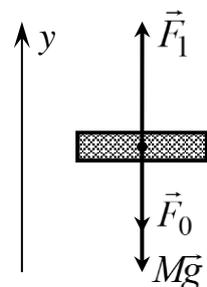
Рис. 2

Возможное решение

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного подъёма поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на вертикальную ось y получаем:

$$F_1 - F_0 - Mg = 0, \text{ или } p_1 S - p_0 S - Mg = 0.$$

Отсюда получаем давление газа p_1 под движущимся поршнем: $p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}$.



2. Используем модель одноатомного идеального газа:
$$\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$$

Отсюда получаем: $U = \frac{3}{2} pV$. Внутренняя энергия газа в исходном состоянии $U_0 = \frac{3}{2} p_0Sh$, а в конечном состоянии

$$U_1 = \frac{3}{2} p_1SH = \frac{3}{2} (p_0S + Mg)H.$$

3. Процесс движения поршня идёт при постоянном давлении газа p_1 . Поэтому из первого начала термодинамики получаем:

$$Q = U_1 - U_0 + p_1\Delta V = U_1 - U_0 + p_1S(H - h).$$

Подставляя сюда выражения для p_1 , U_0 и U_1 , получим:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{3}{2} (p_0S + Mg)H - \frac{3}{2} p_0Sh + (p_0S + Mg)(H - h) = \\ &= \frac{3}{2} Mgh + \frac{5}{2} (Mg + p_0S) \cdot (H - h) \end{aligned}$$

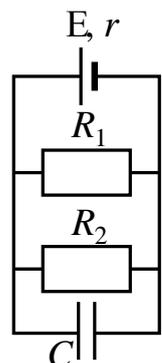
Ответ: $Q = \frac{3}{2} Mgh + \frac{5}{2} (Mg + p_0S) \cdot (H - h)$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, уравнение Менделеева – Клапейрона, выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа, первое начало термодинамики, связь давления и силы</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	2

<p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной 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 данной задачи (или в 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
<i>Максимальный балл</i>	3

28

Источник постоянного тока с ЭДС $E = 10$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,4$ Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом и конденсатору. Определите ёмкость конденсатора C , если энергия электрического поля конденсатора равна $W = 60$ мкДж.



Возможное решение	
<p>1. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течёт. Согласно закону Ома для замкнутой цепи через источник течёт ток силы $I = \frac{E}{r + R_0}$, где</p> $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ <p>– сопротивление внешней цепи (параллельно соединённых резисторов R_1 и R_2).</p> <p>2. Так как конденсатор подключён параллельно с резисторами R_1 и R_2, то напряжение на конденсаторе $U = IR_0 = \frac{ER_0}{r + R_0} = \frac{ER_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}$.</p> <p>3. Определим энергию электрического поля конденсатора:</p> $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{ER_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2$ <p>, откуда найдём ёмкость конденсатора C:</p> $C = 2W \left(\frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{ER_1 R_2} \right)^2 = 120 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{0,4 \cdot 10 + 24}{24 \cdot 10} \right)^2 \approx 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ Ф.}$ <p>Ответ: $C \approx 1,6$ мкФ</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Ома для полной электрической цепи и для участка цепи, формула для расчёта сопротивления параллельно соединённых резисторов, выражение для энергии электрического поля конденсатора);</p> <p>II) описаны все <u>вновь</u> вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	2

<p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо 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 в 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

29

Монохроматическое рентгеновское излучение с длиной волны $\lambda = 1,1 \cdot 10^{-10}$ м падает по нормали на пластинку и создаёт давление $P = 1,26 \cdot 10^{-6}$ Па. При этом 70% фотонов отражается, а остальные проходят сквозь пластинку. Определите концентрацию фотонов в пучке падающего излучения. Рассеянием и поглощением излучения пренебречь. Считать, что фотоны в пучке распределены равномерно.

<p>Возможное решение</p>
<p>1. При взаимодействии излучения с пластинкой фотоны, проходящие через неё, не оказывают давления на пластинку.</p> <p>2. Отражённые фотоны передают пластинке импульс, равный по модулю суммарному изменению импульсов всех отражённых фотонов:</p>

$$|p_{\Sigma}| = |\Delta p| = \left| N \left(\vec{p}' - \vec{p} \right) \right| = 2N \frac{h}{\lambda},$$

где $\vec{p}' = -\vec{p}$, (\vec{p} , \vec{p}' – импульсы падающих и отражённых фотонов соответственно), а модуль импульса фотона равен $p = \frac{h}{\lambda}$.

Пусть N – число отражённых фотонов.

Тогда $N = \eta N_0$,

$\eta = 0,7$ – доля отражённых фотонов.

N_0 – число падающих фотонов.

В соответствии со вторым законом Ньютона сила, с которой излучение действует на пластинку за время t , равна $F = \frac{|p_{\Sigma}|}{t}$, а давление $P = \frac{F}{S}$,

где S – площадь пластины.

Получим:

$$P = \frac{2N_0 \eta h}{St \lambda}. \quad (1)$$

3. Запишем выражение для числа фотонов, падающих на пластинку за время t . Учтём, что за время t фотоны, двигаясь со скоростью света, попадут на площадку S из цилиндра с основанием S и боковой образующей длиной ct . Объём этого цилиндра равен Sct . Поэтому

$$N_0 = nSct, \quad (2)$$

где n – концентрация фотонов в пучке, c – скорость света.

4. Решая уравнения (1) и (2), получим:

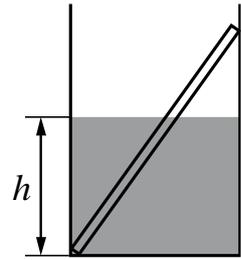
$$n = \frac{P \lambda}{2 \eta c h} = \frac{1,26 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1 \cdot 10^{-10}}{2 \cdot 0,7 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34}} = 5 \cdot 10^8 \text{ м}^{-3}.$$

Ответ: $n = 5 \cdot 10^8 \text{ м}^{-3}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, формулы для импульса фотона, давления излучения, выражение для числа фотонов, падающих на пластинку</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу),</p>	3

<p>приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной 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 данной задачи (или в 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
<i>Максимальный балл</i>	3

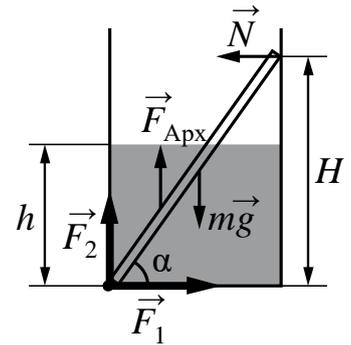
В гладкий высокий стакан радиусом 4 см поставили однородную тонкую палочку длиной 10 см и массой 0,9 г, после чего в стакан налили до высоты $h = 4$ см жидкость, плотность которой составляет 0,75 плотности материала палочки. Найдите модуль силы \vec{F} , с которой верхний конец палочки давит на стенку стакана. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на палочку.



Возможное решение

Обоснование

1. Выберем систему отсчёта, неподвижно связанную с Землёй, и будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. палочку будем считать абсолютно твёрдым телом.
3. Сумма сил, приложенных к палочке, равна нулю, так как она не движется поступательно.
4. Условие равновесия относительно вращательного движения – равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно оси, проходящей через нижний конец палочки.
5. По третьему закону Ньютона сила, с которой верхний конец палочки давит на стенку стакана равна $F = N$.



Решение

1. Высота конца палочки относительно дна стакана $H = \sqrt{l^2 - 4R^2} = \sqrt{0,1^2 - 4 \cdot 0,04^2} = 0,06$ м, где l – длина палочки, R – радиус стакана.

2. Сила Архимеда

$$F_{\text{Арх}} = \rho_{\text{ж}} \left(\frac{h}{H} V \right) g = \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho} \cdot \frac{h}{H} \cdot mg,$$

где V – объём палочки, ρ – её плотность,
 $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости.

3. Поскольку палочка покоится, сумма приложенных к ней сил равна нулю. Поэтому можно записать правило моментов так, чтобы исключить из него упоминание неизвестных сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , т.е. записать это правило относительно оси, проходящей перпендикулярно рисунку через нижний конец палочки:

$$mgR - F_{\text{Арх}} \left(\frac{h}{2} \text{ctg } \alpha \right) - NH = 0, \text{ где } \text{ctg } \alpha = \frac{2R}{H}.$$

4. Отсюда:

$$N = mg \frac{R}{H} - F_{\text{Арх}} \left(\frac{h}{2H} \text{ctg } \alpha \right) = mg \frac{R}{H} \left(1 - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho} \left(\frac{h}{H} \right)^2 \right) =$$

$$= 9 \cdot 10^{-4} \cdot 10 \cdot \frac{0,04}{0,06} \left(1 - 0,75 \cdot \frac{0,04^2}{0,06^2} \right) = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н.}$$

По третьему закону Ньютона $N = F$, поэтому $F = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н.}$

Ответ: $F = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). <i>В данном случае: выбор инерциальной системы отсчёта, модель твёрдого тела, особенности применимости условий равновесия</i>	1
В обосновании отсутствует один или несколько из элементов. ИЛИ В обосновании допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>условия равновесия твёрдого тела относительно вращательного движения, закон Архимеда</i>); II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на тело; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.	2

<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной 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 данной задачи (или в 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
<p><i>Максимальный балл</i></p>	4

