



<b>Удельная теплоёмкость</b>			
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 800 Дж/(кг·К)	
свинца 130 Дж/(кг·К)			
<b>Удельная теплота</b>			
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			
<b>Нормальные условия:</b> давление – $10^5$ Па, температура – $0^\circ\text{C}$			
<b>Молярная масса</b>			
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**

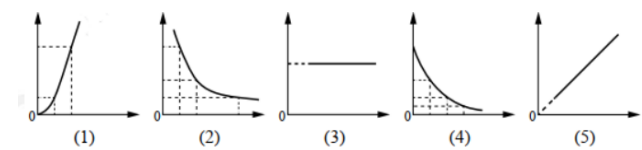
*Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке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

- 1** Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.
- 1) При неупругом столкновении двух тел механическая энергия не сохраняется.
  - 2) Равномерное движение – это такое движение, при котором тело за равные промежутки времени проходит равные расстояния.
  - 3) Электрический ток – направленное движение электронов.
  - 4) При преломлении электромагнитных волн на границе воздух-вода скорость волны уменьшается.
  - 5) Удельная теплота плавления показывает какое количество теплоты надо подвести к телу массой 1 кг, чтобы расплавить его.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 2** Даны следующие зависимости величин:
- А) зависимость температуры идеального газа от объема при изотермическом процессе;
  - Б) зависимость количества нераспавшихся частиц при радиоактивном распаде;
  - В) зависимость координаты  $x$  при движении тела, брошенного под углом к горизонту.

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.

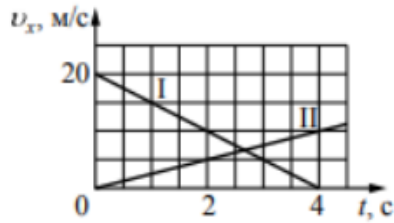


А	Б	В

Ответ:

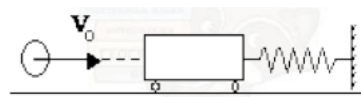
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 21 1 108

3 На рисунке приведены графики зависимости проекции скорости от времени для легкового автомобиля (I) и микроавтобуса (II), движущихся по прямой дороге, вдоль которой и направлена ось  $Ox$ . Определите отношение модулей ускорений  $\frac{a_I}{a_{II}}$ .



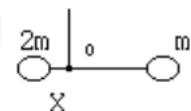
Ответ: \_\_\_\_\_.

4 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 (см. рисунок). Чему равна полная механическая энергия системы при ее дальнейших колебаниях? Трением пренебречь.



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

5 Два груза массами  $2m$  и  $m$  закреплены на невесомом стержне длиной 60 см. Чтобы стержень оставался в равновесии, его следует подвесить в точке  $O$ , находящейся на расстоянии  $X$  от левого груза. Определите, чему равно  $X$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ см.

6 При подвешивании груза массой  $m$  к стальному тросу длина троса возрастает на  $\Delta L$ . Из приведенного ниже списка выберите **все** верные утверждения, соответствующих данным графикам.

- 1) Величина  $\Delta L$  не изменится, если  $L$  будет вдвое больше, а  $m$  – вдвое меньше.
- 2) Величина  $\Delta L$  не изменится, если  $L$  и  $m$  будут вдвое меньше.
- 3) Величина  $\Delta L$  увеличится в четыре раза, если  $L$  и  $m$  будут вдвое больше.
- 4) Величина  $\Delta L$  уменьшится в четыре раза, если  $L$  и  $m$  – вдвое больше.
- 5) Величина  $\Delta L$  уменьшится в два раза, если  $L$  будет вчетверо меньше, а  $m$  – вдвое меньше.

Ответ: \_\_\_\_\_.

7 На поверхности воды плавает сплошной деревянный брусок. Как изменятся глубина погружения бруска и сила Архимеда, действующая на брусок, если его заменить сплошным бруском той же плотности и высоты, но большей массы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда



**13** В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его объём?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура гелия	Объём гелия

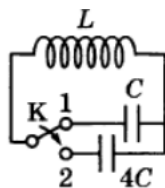
**14** По участку цепи, состоящему из резистора  $R = 4 \text{ кОм}$ , течёт постоянный ток  $I = 100 \text{ мА}$ . За какое время на этом участке выделится количество теплоты  $Q = 2,4 \text{ кДж}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

**15** Два прямолинейных проводника помещены в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Первый проводник длиной  $L$  помещен в поле с модулем индукции  $B$ , а второй, длиной  $2L$ , – в поле с модулем индукции  $\frac{1}{4}B$ . По проводникам протекают одинаковые токи. Чему равно отношение  $\frac{F_2}{F_1}$  модулей сил Ампера, действующих на проводники?

Ответ: \_\_\_\_\_.

**16** Если ключ находится в положении 1, то период собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок) равен 6 мс. На сколько увеличится период собственных электромагнитных колебаний в контуре, если ключ перевести из положения 1 в положение 2?



Ответ: на \_\_\_\_\_ мс.

**17** Ученик, изучая законы геометрической оптики, провел опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину. Пользуясь приведенной таблицей, выберите из приведенного ниже списка два правильных утверждения, описывающих наблюдаемое явление.



угол $\alpha$	$20^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$70^\circ$
$\sin \alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94

Выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Показатель преломления стекла примерно равен 1,47.
- 2) Наблюдается полное внутреннее отражение.
- 3) Угол преломления равен  $50^\circ$ .
- 4) Угол падения равен  $70^\circ$ .
- 5) Угол отражения равен  $20^\circ$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

**18** Электрический колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны  $\lambda$ . Как изменятся частота колебаний в контуре и соответствующая им длина волны, если площадь пластин конденсатора уменьшить?

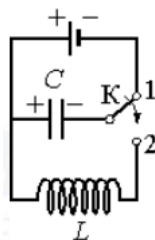
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота волны	Длина волны

19 Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент времени  $t = 0$  переключатель  $K$  переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого.



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
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) Энергия магнитного поля катушки                  2) Сила тока в катушке                  3) Заряд левой обкладки конденсатора                  4) Энергия электрического поля конденсатора</p>

Ответ:

А	Б

20 Какая доля радиоактивных атомов распадется через интервал времени, равный двум периодам полураспада? Ответ выразите в процентах.

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

21 В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода 3,5 эВ и стали освещать ее светом частоты  $3 \cdot 10^{15}$  Гц. Затем частоту падающей на пластину световой волны уменьшили в 4 раза, увеличив в 2 раза интенсивность светового пучка. Как изменится в результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с и их скорость.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:  
 1) увеличивается  
 2) уменьшается  
 3) не изменится

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

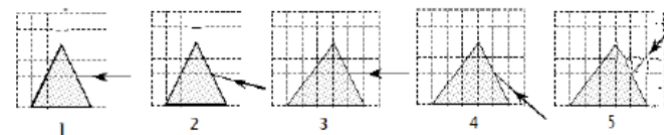
Количество фотоэлектронов	Скорость фотоэлектронов

22 С помощью линейки с миллиметровыми делениями измерили толщину стопки из 25 шайб. Толщина стопки оказалась равной примерно 45 мм. Определите толщину одной шайбы, если погрешность измерений равна половине цены деления линейки. Запишите ответ с учетом погрешности.

Ответ: (\_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_) мм.

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

23 Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла при вершине призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

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.**

**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.**

**Часть 2**

**24** Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображённого на рис. 1. Пролетая сквозь закреплённое проволочное кольцо, стержень создаёт в нём электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рис. 2.

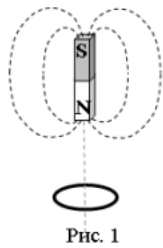


Рис. 1

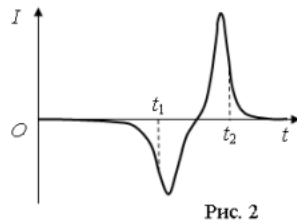


Рис. 2

Почему в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$  ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.

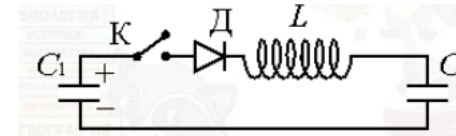
**Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

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

**26** Напряжение на концах первичной обмотки трансформатора 220 В, сила тока в ней 1 А. Напряжение на концах вторичной обмотки 22 В. Какой была бы сила тока во вторичной обмотке при коэффициенте полезного действия трансформатора 95 %?

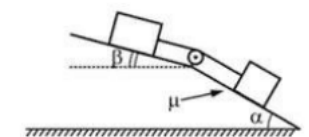
**27** В водонепроницаемый мешок, лежащий на дне моря на глубине 73,1 м закачивается сверху воздух. Вода вытесняется из мешка через нижнее отверстие, и когда объём воздуха в мешке достигает  $28,0 \text{ м}^3$ , мешок всплывает вместе с прикреплённым к нему грузом. Масса оболочки 2710 кг. Определите массу груза. Температура воды равна  $7^\circ\text{C}$ . Атмосферное давление на уровне моря равно  $10^5 \text{ Па}$ . Объёмом груза и стенок мешка пренебречь.

**28** К конденсатору  $C_1$  через диод и катушку индуктивности  $L$  подключён конденсатор ёмкостью  $C_2 = 2 \text{ мкФ}$ . До замыкания ключа  $K$  конденсатор  $C_1$  был заряжен до напряжения  $U = 50 \text{ В}$ , а конденсатор  $C_2$  не заряжен. После замыкания ключа система перешла в новое состояние равновесия, в котором напряжение на конденсаторе  $C_2$  оказалось равным  $U_2 = 20 \text{ В}$ . Какова ёмкость конденсатора  $C_1$ ? (Активное сопротивление цепи пренебрежимо мало.)



**29** На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. На какой максимальной глубине под плотом должна находиться маленькая рыбка, чтобы ее не увидели плавающие вокруг плота хищники? Глубиной погружения плота, рассеиванием света водой и его отражением от дна водоёма пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным  $4/3$ .

**30** В изображенной на рисунке системе нижний брусок может двигаться по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ , а верхний брусок - вдоль наклонной плоскости, составляющей с горизонтом некоторый угол  $\beta$ . Коэффициент трения между нижним бруском и плоскостью равен  $\mu = 0,2$ , трение между верхним бруском и наклонной плоскостью отсутствует. Считая соединяющую бруски нить очень легкой и нерастяжимой, и пренебрегая массой блока и трением в его оси найдите, при каких значениях угла  $\beta$  нить будет натянута.



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



**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–23**

Правильные ответы на задания 3–5, 9–11, 14–16, 20, 22 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число или два числа.

Ответы на задания 7, 8, 13, 18, 19 и 21 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа; 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов.

Ответ на задание 2 оценивается 2 баллами, если верно указаны три элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки или ответ отсутствует. Если указано более трёх элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов.

Ответы на задания 1, 6, 12 и 17 оцениваются 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует. В заданиях 1, 6, 12, 17 и 23 порядок записи цифр в ответе не имеет принципиального значения.

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	14	12	234
2	345	13	12
3	2	14	60
4	0,025	15	0,5
5	20	16	6
6	13	17	14
7	31	18	12
8	12	19	21
9	6	20	75
10	65	21	22
11	3000	22	1,800,02
		23	13

**Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом**

Выполнение заданий 24–30 (с развёрнутым ответом) оценивается предметной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до максимального балла.

24

Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображённого на рис. 1. Пролетая сквозь закреплённое проволочное кольцо, стержень создаёт в нём электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рис. 2.

Почему в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$  ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.

**Возможное решение:**

Индукционный ток в кольце вызван ЭДС индукции, возникающей при пересечении проводником линий магнитного поля.

По закону индукции Фарадея  $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ . ЭДС пропорциональна скорости изменения магнитного потока  $\Phi$ , т.е. количеству линий, пересекаемых кольцом в секунду. Она тем выше, чем больше скорость движения магнита.

<p>Сила тока <math>I</math> в соответствии с законом Ома для замкнутой цепи, пропорциональна ЭДС индукции: <math>I = \frac{\mathcal{E}}{R}</math>.</p> <p>2. В момент времени <math>t_1</math> к кольцу приближается магнит, и магнитный поток увеличивается. В момент <math>t_2</math> магнит удаляется, и магнитный поток уменьшается. Следовательно, ток имеет различные направления.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 1) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>свободное падение магнита, явление электромагнитной индукции, закон индукции Фарадея, закон Ома для полной цепи</i>).</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>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.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</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 решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p>	1

<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>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

25

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

**Возможное решение:**

В верхней точке траектории полета скорость камня направлена горизонтально. При движении тела, брошенного под углом к горизонту, горизонтальная составляющая вектора скорости не меняется в течение всего полета:  $v_1 = v_0 \cdot \cos \alpha = const$ .

Дальность полета:  $L = v_1 t$ , время полета  $t = \frac{L}{v_1} = \frac{20}{10} = 2c$ . Без учета сопротивления воздуха время подъема камня до максимальной высоты равно времени падения камня  $t_1 = \frac{t}{2} = \frac{2}{2} = 1c$ .

Ответ: 1 с

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: постоянство горизонтальной проекции скорости при движении тела, брошенного под углом к горизонту, формула для определения дальности полета, равенство времен подъема и падения тела);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены 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>	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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p>	1

<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>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	2

**26** Напряжение на концах первичной обмотки трансформатора 220 В, сила тока в ней 1 А. Напряжение на концах вторичной обмотки 22 В. Какой была бы сила тока во вторичной обмотке при коэффициенте полезного действия трансформатора 95%?

<b>Возможное решение:</b>	
<p>Коэффициент полезного действия трансформатора: <math>\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%</math>.</p> <p>Мощность тока в первичной обмотке <math>P_1 = I_1 U_1</math>, во вторичной - <math>P_2 = I_2 U_2</math>. Подставим в выражение для определения КПД</p> $\eta = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1} \cdot 100\%.$ <p>Получим формулу для определения силы тока <math>I_2 = \frac{I_1 U_1 \eta}{U_2 \cdot 100\%}</math>.</p> <p>Подставим численные значения <math>I_2 = \frac{1 \cdot 220 \cdot 95}{22 \cdot 100\%} = 9,5 A</math>.</p> <p><b>Ответ:</b> 9,5 А</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае:</p>	2

<p>формула определения КПД трансформатора, формула мощности тока в обмотках трансформатора);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены 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>	
<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 (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>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	2

27	<p>В водонепроницаемый мешок, лежащий на дне моря на глубине 73,1 м закачивается сверху воздух. Вода вытесняется из мешка через нижнее отверстие, и когда объём воздуха в мешке достигает 28,0 м<sup>3</sup>, мешок всплывает вместе с прикреплённым к нему грузом. Масса оболочки 2710 кг. Определите массу груза. Температура воды равна 7°C. Атмосферное давление на уровне моря равно 10<sup>5</sup> Па. Объёмом груза и стенок мешка пренебречь. При расчётах плотность воды принять 1000 кг/м<sup>3</sup>.</p>
----	--

Возможное решение:	
<p>Мешок начнет всплывать, когда выполнится условие</p> $F_A > (m_{cp} + m_o + m_{возд})g, \quad \rho_e g V_m = (m_{cp} + m_o + m_{возд})g,$ $\rho_e V_m = m_{cp} + m_o + m_{возд}.$ <p>Давление внутри и снаружи мешка будет одинаковое <math>p = p_a + \rho_e gh</math>. Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона <math>pV = \frac{m_{возд}}{M}RT</math>. Получим <math>m_{возд} = \frac{pVM}{RT} = \frac{(p_a + \rho_e gh)VM}{RT}</math>.</p> <p>Тогда массу груза, которую можно поднять со дна, определим по формуле <math>m_{cp} = \rho_e V_m - m_o - m_{возд} = \rho_e V_m - m_o - \frac{(p_a + \rho_e gh)VM}{RT}</math>.</p> <p>Подставим численные значения</p> $m_{cp} = 28000 - 2710 - \frac{(10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 73,1) \cdot 28 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 280}.$ $m_{cp} = 25000 \text{ кг} = 25 \text{ т}.$ <p><b>Ответ:</b> <math>m_{cp} = 25 \text{ т}.</math></p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: условие всплытия тела, Архимедова сила, формула для расчета давления в жидкости, уравнение Менделеева-Клапейрона);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений,</p>	3

<p>используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены 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>	
<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>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>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>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 <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>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>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>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

28

К конденсатору  $C_1$  через диод и катушку индуктивности  $L$  подключён конденсатор ёмкостью  $C_2 = 2$  мкФ. До замыкания ключа  $K$  конденсатор  $C_1$  был заряжен до напряжения  $U = 50$  В, а конденсатор  $C_2$  не заряжен. После замыкания ключа система перешла в новое состояние равновесия, в котором напряжение на конденсаторе  $C_2$  оказалось равным  $U_2 = 20$  В. Какова ёмкость конденсатора  $C_1$ ? (Активное сопротивление цепи пренебрежимо мало.)

**Возможное решение:**

Энергия заряженного конденсатора  $C_1$  до замыкания ключа  $W_1 = \frac{C_1 U^2}{2}$ , заряд  $q = C_1 U$ . Полная энергия заряженных конденсаторов после замыкания ключа  $\frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2} = \frac{C_1 U^2}{2}$ , так как процесс зарядки конденсатора  $C_2$  происходит медленно, то потерь энергии на излучение нет. Закон сохранения заряда:  $q = q_1 + q_2$ , или  $C_1 U = C_1 U_1 + C_2 U_2$ . Получим систему уравнений:

$$\begin{cases} C_1 U^2 = C_1 U_1^2 + C_2 U_2^2 \\ C_1 U = C_1 U_1 + C_2 U_2 \end{cases} \quad \begin{cases} C_1 (U^2 - U_1^2) = C_2 U_2^2 \\ C_1 (U - U_1) = C_2 U_2 \end{cases} \quad \text{Разделим}$$

первое уравнение на второе  $\frac{(U - U_1)(U + U_1)}{U - U_1} = U_2$

$U_1 = U_2 - U$ . Подставим в уравнение закона сохранения заряда  $C_1(U - U_2 + U) = C_2 U_2$ .  $C_1 = \frac{C_2 U_2}{2U - U_2}$ , подставим численные значения  $C_1 = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{2 \cdot 50 - 20} = 0,5 \cdot 10^{-6} \Phi = 0,5 \text{ мк}\Phi$ .

**Ответ:**  $C_1 = 0,5 \text{ мк}\Phi$ .

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для заряда конденсатора, закон сохранения заряда, выражение для энергии конденсатора, закон сохранения энергии</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) представлены 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 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	2

<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>	
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно 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 <b>ОДНА</b> 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 <b>ОДНОЙ</b> 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>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p> <p style="text-align: right;"><i>Максимальный балл</i></p>	0  3

29

На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. На какой максимальной глубине под плотом должна находиться маленькая рыбка, чтобы ее не увидели плавающие вокруг плота хищники? Глубиной погружения плота, рассеиванием света водой и его отражением от дна водоема пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным  $4/3$

**Возможное решение:**

Область тени – это геометрическое тело, боковые грани которого очерчивают те лучи света, которые до преломления у краев плота распространялись вдоль поверхности воды и куда не попадают лучи, преломившиеся от сторон плота. Тогда глубину тени будут задавать лучи, преломившиеся от меньшей стороны. Согласно рисунку глубину тени можно определить по формуле  $h = a \cdot ctg \gamma$ , где  $a = 2$  м. Из закона

преломления света  $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$ , с учетом явления полного внутреннего

отражения, получим  $\sin \gamma = \frac{1}{n}$ .

$$ctg \gamma = \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}}{\sin \gamma} = n \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}} = \sqrt{n^2 - 1}.$$

$$h = a \sqrt{n^2 - 1}. \quad h = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{4}{3}\right)^2 - 1} = 2 \cdot \sqrt{\frac{16 - 9}{9}} = \frac{2}{3} \sqrt{7} \approx 1,76 \text{ м.}$$

Ответ:  $h = 1,76$  м.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае:	3

<p><i>понятие тени, явление полного внутреннего отражения, закон преломления света);</i></p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены 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>	
<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. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>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>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, 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 и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p>	

ИЛИ	
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.	
ИЛИ	
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	
ИЛИ	
Сделаны только правильные рисунки, на которых построены изображения двух источников с указанием хода лучей в линзе	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

30

На изображенной на рисунке системе нижний брусок может двигаться по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ , а верхний брусок - вдоль наклонной плоскости, составляющей с горизонтом некоторый угол  $\beta$ . Коэффициент трения между нижним бруском и плоскостью равен  $\mu = 0,2$ , трение между верхним бруском и наклонной плоскостью отсутствует. Считая соединяющую бруски нить очень легкой и нерастяжимой, и пренебрегая массой блока и трением в его оси найдите, при каких значениях угла  $\beta$  нить будет натянута.

**Возможное решение:**

**Обоснование:**

Будем считать системы отсчета, связанные с плоскостями, инерциальными. Оба тела движутся поступательно, поэтому бруски можно описать моделью материальной точки.

При движении брусков нить натянута в том случае, если равны силы натяжения нитей и ускорения движения брусков.

В инерциальных системах отсчета движения материальных точек описываются вторым законом Ньютона.

С учетом того, что нить легкая и нерастяжимая  $T_1 = T_2 = T$  и  $a_1 = a_2 = a$  второй закон Ньютона для каждого бруска в проекциях на ось  $Ox$  по направлению их движения примет вид:

$$m_1 a = m_1 g \sin \alpha - T - F_{mp},$$

$$m_2 a = m_2 g \sin \beta + T \quad (1),$$

так как тела движутся, то  $F_{mp} = \mu N$ , для первого тела запишем проекции сил на ось  $Oy$ :  $N = m_1 g \cos \alpha$ , тогда

$$m_1 a = m_1 g \sin \alpha - T - \mu m_1 g \cos \alpha,$$

разделим полученное выражение на выражение (1), получим 
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{m_1 g \sin \alpha - T - \mu m_1 g \cos \alpha}{m_2 g \sin \beta + T}$$

$$m_1 (m_2 g \sin \beta + T) = m_2 (m_1 g \sin \alpha - T - \mu m_1 g \cos \alpha)$$

$$g \sin \beta + \frac{T}{m_1} = g \sin \alpha - \frac{T}{m_2} - \mu g \cos \alpha,$$

$$\frac{T}{m_1} + \frac{T}{m_2} = g \sin \alpha - g \sin \beta - \mu g \cos \alpha,$$

$$T = \frac{g m_1 m_2}{m_1 + m_2} (\sin \alpha - \sin \beta - \mu \cos \alpha),$$

натяжение нити будет отлично от нуля при  $\sin \alpha - \sin \beta - \mu \cos \alpha > 0$ , следовательно,



$\sin \beta < \sin \alpha - \mu \cos \alpha, \quad \text{тогда} \quad \sin \beta < 0,5 - 0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,3268,$ $\beta < \arcsin(0,3268) \approx 19^\circ.$ <p><b>Ответ:</b> <math>\beta &lt; \arcsin(0,3268) \approx 19^\circ.</math></p>	
	<b>Баллы</b>
<b>Критерий 1</b>	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
<b>Критерий 2</b>	
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: условие натяжения нити, второй закон Ньютона, формула для силы трения скольжения);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены 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
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.	2

<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>	
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно 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 <b>ОДНА</b> 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 <b>ОДНОЙ</b> 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>	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	4

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособнадзора от 07.11.2018 № 190/1512, зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018 № 52952)

«82. <...> По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развернутым ответом. <...>

В случае существенного расхождения в баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

1. Существенным считается расхождение в 2 или более балла, выставленных экспертами за выполнение любого из заданий 24–30. Третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

2. Расхождение в результатах оценивания двумя экспертами ответа на одно из заданий 24–30 заключается в том, что один эксперт указал на отсутствие ответа на задание, а другой выставил за выполнение этого задания ненулевой балл. В этом случае третий эксперт проверяет только ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением.