



**Плотность** подсолнечного масла  $900 \text{ кг/м}^3$   
 воды  $1000 \text{ кг/м}^3$  алюминия  $2700 \text{ кг/м}^3$   
 древесины (сосна)  $400 \text{ кг/м}^3$  железа  $7800 \text{ кг/м}^3$   
 керосина  $800 \text{ кг/м}^3$  ртути  $13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоёмкость**  
 воды  $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$  алюминия  $900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$   
 льда  $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$  меди  $380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$   
 железа  $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$  чугуна  $800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$   
 свинца  $130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$

**Удельная теплота**  
 парообразования воды  $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/К}$   
 плавления свинца  $2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/К}$   
 плавления льда  $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/К}$

**Нормальные условия:** давление  $-10^5 \text{ Па}$ , температура  $-0 \text{ }^\circ\text{C}$

**Молярная масса**

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

**Часть 1**

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. 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** Тело массой 100 г падает с высоты 45 метров, через какое время оно упадет на землю. Сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

**2** Тело массой 500 г под действием силы в 5 Н к моменту времени  $t_0$  развилось скорость 5 м/с. Какой станет скорость через 5с, если в момент времени  $t_0$  прекратится действие всех сил на тело.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

**3** Координата тела, совершающего гармонические колебания, меняется с течением времени в соответствии с уравнением  $x = 3 \cdot 10^{-2} \sin(200t)$ , где все величины выражены в СИ. Амплитуда колебаний скорости равна

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

**4** Дубовый брусок объемом  $0,2 \text{ см}^3$  плавает в керосине, на какую величину изменится сила Архимеда, если его переложить в воду?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н



**5** При гармонических колебаниях вдоль оси  $OX$  координата тела изменяется по закону  $x = 0,08 \sin 5t$ . (Все единицы выражены в СИ).

Выберете **два** верных утверждения.

- 1) Координата тела в начальный момент времени равна 0,08 м.
- 2) Скорость тела в начальный момент времени равна 0,4 м/с.
- 3) Период колебаний тела примерно равен 5 с.
- 4) Ускорение тела в начальный момент времени равно 0.
- 5) Частота колебаний тела равна 0,2 Гц.

Ответ: 

--	--

**6** Камень брошен под углом  $45^\circ$  к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как в процессе полета меняются модуль ускорения камня и горизонтальная составляющая его скорости.

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.

Модуль ускорения камня	Горизонтальная составляющая скорости камня

Ответ: 

--	--

**7** Шайба массой  $m$  съезжает без трения из состояния покоя с вершины горки. Ускорение свободного падения равно  $g$ . У подножия горки потенциальная энергия шайбы равна нулю, а модуль ее импульса равен  $p$ . Чему равны высота горки и потенциальная энергия шайбы на ее вершине?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Высота горки	1) $\frac{p^2}{2m^2g}$
Б) Потенциальная энергия шайбы на вершине горки	2) $\frac{p^2}{2mg}$
	3) $\frac{p^2}{2m}$
	4) $\frac{mp^2}{2g}$

Ответ: 

А	Б

**8** Из контейнера с твердым литием изъяли 4 моль этого вещества. На сколько уменьшилось число атомов лития в контейнере? (Ответ дать в  $10^{23}$  атомов)

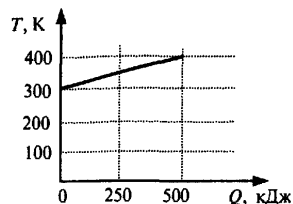
Ответ: \_\_\_\_\_  $10^{23}$  атомов.

**9** В процессе эксперимента газ получил от нагревателя количество теплоты равное 3 кДж, при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 5 кДж. Чему равна работа газа в данном эксперименте? (Ответ дать в кДж).

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж

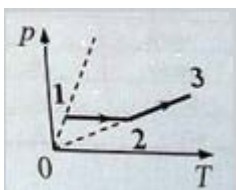


**10** На рисунке приведена зависимость температуры твердого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела равна 2 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг·К)

**11** Идеальный газ перевели из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления  $p$  газа от температуры  $T$ . Количество вещества газа при этом не менялось.



На основании анализа этого графика выберите **два** верных утверждения:

- 1) В процессе 2-3 газ отдавал положительное количество теплоты.
- 2) В процессе 1-2 объем газа уменьшался.
- 3) В процессе 2-3 внутренняя энергия газа уменьшилась.
- 4) Работа газа в процессе 1-2 больше работы газа в процессе 2-3.
- 5) Концентрация газа в процессе 2-3 не менялась.

Ответ:

**12** Объем сосуда с идеальным газом уменьшили втрое, выпустив половину газа и уменьшив температуру в два раза. Как изменились в результате этого давление газа и его концентрация.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

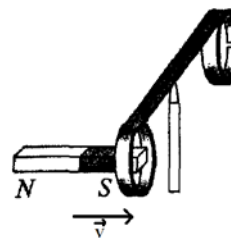
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Концентрация

Ответ:

**13** На рисунке изображен момент демонстрационного эксперимента по проверке правила Ленца. Куда будет направлено магнитное поле, созданное индукционным током в кольце, при внесении в кольцо магнита южным полюсом?

Ответ запишите словом (словами): **вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.**



Ответ: \_\_\_\_\_



**14** Какова разность потенциалов между точками поля, если при перемещении заряда  $12 \text{ мкКл}$  из одной точки в другую поле совершает работу  $0,36 \text{ мДж}$ ?

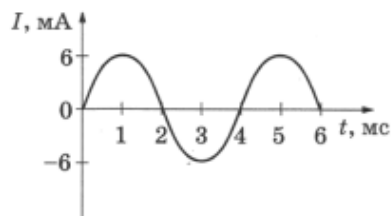
Ответ: \_\_\_\_\_ В.

**15** Определите индуктивность катушки, которую при силе тока  $8 \text{ А}$  пронизывает магнитный поток  $0,12 \text{ Вб}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Гн

**16** На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна  $0,3 \text{ Гн}$ .

На основании анализа этого графика выберите два верных утверждения.



- 1) Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора примерно равно  $10,8 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ .
- 2) Емкость конденсатора примерно равна  $1,7 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$ .
- 3) В момент времени  $2 \text{ с}$  энергия электрического поля конденсатора достигает своего максимума.
- 4) Период колебаний на катушке равен  $2 \text{ мс}$ .
- 5) Емкость конденсатора примерно равна  $1,35 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$ .

Ответ:

**17** Кконцам длинного однородного проводника приложено напряжение  $U$ . Провод укоротили вдвое и приложили к нему прежнее напряжение  $U$ . Как изменятся при этом сила тока и выделяющаяся в проводнике тепловая мощность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока в проводнике	Мощность выделяющегося в проводнике тепла

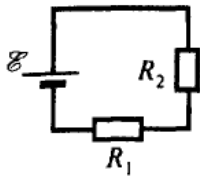
Ответ:



**18** Два резистора с сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$  подключены к источнику тока с внутренним  $r$  (см. рисунок). Напряжение на первом резисторе равно  $U_1$ . Чему равно напряжение на втором резисторе и ЭДС источника?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) Напряжение на резисторе  $R_2$

Б) ЭДС источника  $\varepsilon$

ФОРМУЛЫ

1)  $U_1 \frac{R_1}{R_2}$

2)  $U_1 \frac{R_2}{R_1}$

3)  $\frac{U_1}{R_1}(R_1 + R_2 + r)$

4)  $\frac{U_1}{R_2}(R_1 + R_2 + r)$

Ответ:

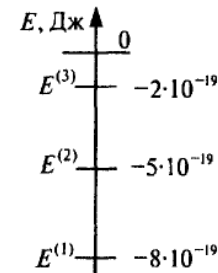
А	Б

**19** Ядро изотопа тория  ${}_{90}^{224}\text{Th}$  претерпевает последовательно три позитронных  $\beta^+$ -распада. В ответ запишите, на какую величину массовое число больше зарядового числа у получившегося ядра.

Ответ: \_\_\_\_\_.

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

**20** На рисунке изображена схема возможных значений атомов разреженного газа. Фотоны с какой энергией должен поглотить данный газ, чтобы атомы перешли из состояния  $E^{(1)}$  в состояние  $E^{(2)}$ ? Ответ дать в эВ, ответ округлить до десятых.



Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

**21** Находящаяся в закрытом сосуде платина  ${}_{78}^{200}\text{Pt}$  в результате одного  $\beta^-$ -распада переходит в радиоактивный изотоп золота  ${}_{79}^{200}\text{Au}$ , который затем превращается в стабильный изотоп ртути  ${}_{80}^{200}\text{Hg}$ . На рисунке приведены графики изменения в сосуде числа атомов с течением времени.

Установите соответствие между изотопами химических веществ и графиками изменения числа их атомов с течением времени.

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







## Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.*

- 25 С высоты 10 м над землей без начальной скорости начинает падать камень. С какой начальной скоростью был брошен с земли второй камень, если известно, что камни столкнулись на высоте 1 м над землей, а двигаться они начали одновременно. Ответ округлить до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

- 26 В колебательном контуре из конденсатора и катушки индуктивностью 0,5 Гн происходят свободные электромагнитные колебания с циклической частотой  $\omega = 1000 \text{ с}^{-1}$ . Амплитуда колебаний силы тока в контуре 0,01 А. Определите амплитуду колебаний напряжения на катушке.

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

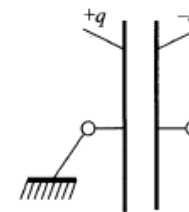
- 27 К потолку комнаты высотой 4 м прикреплена люстра накаливания. На высоте 2 м от пола параллельно ему расположен круглый непрозрачный диск диаметром 2 м. Центр лампы и центр диска лежат на одной вертикали. Каков диаметр тени диска на полу?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, что каждый ответ записан в строке с номером соответствующего задания*

*Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНКОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

- 28 В зазор между прямоугольными обкладками плоского конденсатора с зарядами  $+q$  и  $-q$  (см рисунок) внесли тонкую металлическую пластинку таких же размеров с зарядом  $+3q$  параллельно обкладкам, после чего соединили проволочкой пластинку с правой обкладкой. Каким после этого станет заряд на левой обкладке? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



*Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.*

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





**30** Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполняют гелием при атмосферном давлении  $10^5$  Па. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнет поднимать сам себя. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна  $0^\circ\text{C}$ . (Площадь сферы  $S = 4\pi R^2$ , объем шара  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ ).

**31** Полый шарик массой  $m = 0,4$  г с зарядом  $q = 8$  нКл движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол  $\alpha = 45^\circ$ . Чему равен модуль напряженности электрического поля  $E$ ?

**32** Небольшой груз, подвешенный на нити длиной 2,5 м, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает 0,2 м/с. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м, изображение проецируется на экран, расположенный на расстоянии 0,5 м от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости экрана. Определить максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия.

**О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»**

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100 баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

**Нашли ошибку в варианте?**

**Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!**

Для замечаний и пожеланий: [https://vk.com/topic-10175642\\_39008096](https://vk.com/topic-10175642_39008096)

(также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- варианты ЕГЭ прошлых лет (2010, 2011);
- Типовые тестовые задания ЕГЭ 2016: М.Ю.Демидова, В.А.Грибов/ Национальное образование;
- Физика. ЕГЭ-2013. Тематический тренинг. Все задания: учебно-методическое пособие под ред. Л.М.Монастырского, 2013/АСТ, Астрель;
- открытый банк заданий ЕГЭ (фипи) <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege> ;
- Самое полное издание типовых вариантов реальных заданий ЕГЭ 2010: А.В.Берков, В.А.Грибов / АСТ, Астрель;
- ЕГЭ 2012. Физика. Типовые тестовые задания: О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардин, В.А. Орлов/ М.: Издательство «Экзамен», 2012
- Физика. 10 класс. 60 диагностических вариантов/ С.А.Соколова. – М.: Издательство «Национальное образование», 2012
- ЕГЭ. Физика. Тематические тестовые задания ФИПИ/ В.И.Николаев, А.М.Шипилин, - М.: Изд. «Экзамен», 2011

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:	
<b>ФИО:</b>	Вахнина Светлана Васильевна НОУ СОШ «Развитие» (Волгоград) <a href="http://www.развитие-школа.рф">www.развитие-школа.рф</a> <a href="http://www.xn----7sbbgpkiauk6ap4a1g.xn--p1ai/">http://www.xn----7sbbgpkiauk6ap4a1g.xn--p1ai/</a>
<b>Предмет:</b>	Физика
<b>Стаж:</b>	10 лет
<b>Регалии:</b>	Курсы подготовки школьников к ЕГЭ и ОГЭ



**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–27**

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25-27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово. Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

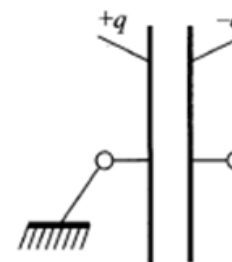
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	15	0,015
2	5	16	35 53
3	6	17	11
4	0	18	23
5	24 42	19	137
6	33	20	1,9
7	13	21	13
8	24	22	70,02,5
9	-2	23	14 41
10	2500	24	45 54
11	45 54	25	7,5
12	21	26	5
13	вправо	27	4
14	30		

**Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом**

Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

**28**

В зазор между прямоугольными обкладками плоского конденсатора с зарядами  $+q$  и  $-q$  (см рисунок) внесли тонкую металлическую пластинку таких же размеров с зарядом  $+3q$  параллельно обкладкам, после чего соединили проволоочкой пластинку с правой обкладкой. Каким после этого станет заряд на левой обкладке? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



**Возможное решение**

1. Суммарный заряд металлической пластинки и, соединенной с ней, правой обкладки конденсатора равен  $+3q - q = +2q$ .
2. Заряд на правой пластине меняться не будет.
3. Поле, созданное зарядом правой пластины, будет стремиться изменить заряд левой пластины.
4. Благодаря электростатической индукции, заряд на левой пластине будет меняться, так как она заземлена. Отрицательный заряд будет поступать из земли, до тех пор, пока заряд на пластине не станет равным по величине и противоположным по знаку заряду правой пластины.
5. Таким образом, на левой пластине заряд будет равен  $-2q$ .



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильные объяснения (в данном случае п. 1, п. 3) и ответ (п. 2), а также исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: закон сохранения электрического заряда, поле конденсатора, электростатическая индукция).</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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</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 одному 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, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p>	1

ИЛИ	
Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	
	3

29

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

Возможное решение

Согласно закону сохранения энергии, высоту подъема снаряда можно рассчитать по формуле:

$$mgh = \frac{mv^2}{2}, \text{ откуда } h = \frac{v_0^2}{2g}$$

Из закона сохранения энергии определяем начальную скорость первого осколка:

$$\frac{m_1(2v_0)^2}{2} = m_1gh + \frac{m_1v_1^2}{2}$$

$$v_1 = \sqrt{4v_0^2 - 2gh} = \sqrt{4v_0^2 - v_0^2} = \sqrt{3}v_0$$

Начальная скорость второго осколка снаряда после взрыва определяется из кинематического уравнения для равноускоренного движения:

$$y(t) = h + v_2t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - v_2t - \frac{gt^2}{2}, \text{ где } t - \text{ время полета второго осколка.}$$

Отсюда  $v_2 = \frac{g^2t^2 - v_0^2}{2gt}$

Согласно закону сохранения импульса:  $0 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$ , начальный импульс снаряда равен нулю, так как разрыв произошел в наивысшей точке подъема. Тогда  $m_1v_1 = m_2v_2$ , следовательно,

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{g^2t^2 - v_0^2}{2\sqrt{3}gtv_0} \approx 0.43$$

Ответ:  $\frac{m_1}{m_2} \approx 0.43$



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: закон сохранения энергии, закон сохранения импульса; кинематическое тождество);</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) 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 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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</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</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>	1

<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

30

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

Возможное решение
<p>Архимедова сила, действующая на шар, равна весу тела с грузом.</p> <p>В проекциях на ось OY второй закон Ньютона будет выглядеть <math>F_a = m_{He}g + m_{об}g</math></p> <p><math>\rho_{воз}gV = \rho_{He}gV + \frac{m_{об}}{S}Sg = \rho_{He}gV + bSg</math>, где b – отношение массы оболочки к ее площади.</p> $\rho_{воз}g \frac{4}{3}\pi R^3 = \rho_{He}g \frac{4}{3}\pi R^3 + b4\pi R^2$ <p>Выразим радиус <math>R = \frac{3b}{\rho_{воз} - \rho_{He}}</math></p> <p>Для определения плотности, воспользуемся уравнением Клапейрона-Менделеева</p> <p><math>pV = \frac{m}{M}RT</math>; <math>pM = \rho RT</math>, <math>\rho = \frac{Mp}{RT}</math>, подставив в формулу для определения радиуса выражения для плотностей гелия и воздуха, получим</p>

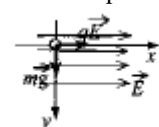


$R = \frac{3bRT}{p(M_{\text{воз}} - M_{\text{He}})} \approx 2,7 \text{ (м)}$ <p>Тогда <math>m = 4\pi R^2 b \approx 92 \text{ (кг)}</math></p> <p>Ответ: <math>m \approx 92 \text{ (кг)}</math></p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, выражение для силы Архимеда, связь массы и плотности, уравнение Клапейрона-Менделеева</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) 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 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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</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>	2

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	
<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>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>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

31. Полый шарик массой  $m = 0,4 \text{ г}$  с зарядом  $q = 8 \text{ нКл}$  движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол  $\alpha = 45^\circ$ . Чему равен модуль напряженности электрического поля  $E$ ?

Возможное решение:



На тело действует сила тяжести  $\vec{F}_1 = m\vec{g}$  и сила со стороны электрического поля  $\vec{F}_2 = q\vec{E}$ .

В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона, вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него:  $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$



<p>При движении из состояния покоя, тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол <math>\alpha = 45^\circ</math> с вертикалью, следовательно,</p> $tg\alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1$ <p>Отсюда, <math>E = \frac{mg}{q} = 0,5 \cdot 10^6 \text{ В/м}</math></p> <p>Ответ: <math>E = 0,5 \cdot 10^6 \frac{\text{В}}{\text{м}} = 500 \text{ кВ/м}</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: <i>второй закон Ньютона, формулы для силы тяжести и силы, действующей на заряд в электростатическом поле</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) 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 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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>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>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 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>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>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

32 Небольшой груз, подвешенный на нити длиной 2,5 м, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает 0,2 м/с. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м, изображение проецируется на экран, расположенный на расстоянии 0,5 м от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости экрана. Определить максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия.

Возможное решение

При колебаниях маятника максимальная скорость груза  $v$  может быть определена из закона сохранения энергии:  $\frac{mv^2}{2} = mgh$ ,

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 181029





где  $h = l(1 - \cos\alpha) = 2l\sin^2\frac{\alpha}{2} = \frac{l\alpha^2}{2}$  – максимальная высота подъема груза.

Максимальный угол отклонения  $\alpha = \frac{A}{l}$ , где  $A$  – амплитуда колебаний (амплитуда смещения). Отсюда,  $A = v\sqrt{\frac{l}{g}}$ .

Амплитуда  $A_1$  колебаний смещения изображения груза на экране, расположенном на расстоянии  $b$  от плоскости тонкой линзы пропорциональна амплитуде  $A$  колебаний груза, движущегося на расстоянии  $a$  от плоскости линзы.  $A_1 = Ab/a$ .

Расстояние  $a$  определяется по формуле тонкой линзы:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ , откуда  $a = b\frac{F}{b-F}$  и  $\frac{b}{a} = \frac{b}{F} - 1$ . Следовательно,  $A_1 = A\frac{b}{a} = v\sqrt{\frac{l}{g}}\frac{b}{a}$

$$A_1 = v\sqrt{\frac{l}{g}}\left(\frac{b}{F} - 1\right)$$

Ответ:  $A_1 = 0,15 \text{ м}$

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: закон сохранения энергии, формула для увеличения тонкой линзы, формула тонкой линзы);</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием хода лучей, их преломление и отражения;</p> <p>III) 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>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, фи-	2

<p>зические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</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>	
<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>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>ИЛИ</p> <p>Представлен только правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе</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

