

Плотность подсолнечного масла 900 кг/м^3
 воды 1000 кг/м^3 алюминия 2700 кг/м^3
 древесины (сосна) 400 кг/м^3 железа 7800 кг/м^3
 керосина 800 кг/м^3 ртути 13600 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 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Трамвай, двигаясь от остановки равноускорено, прошел путь 30 м за 10 с. Какую скорость он приобрел за это время?

Ответ: _____ м/с.

2

Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии l друг от друга и притягиваются с силой 2 Н. Какова будет сила гравитационного взаимодействия, если массу каждого из них уменьшить в 2 раза, а расстояние между их центрами увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ Н

3

Тело движется прямолинейно. Начальный импульс тела равен $45 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Под действием постоянной силы величиной 12 Н, направленной противоположно вектору скорости тела, через 2 с импульс тела изменился и стал равен

Ответ: _____ $\text{кг}\cdot\text{м/с}$

4

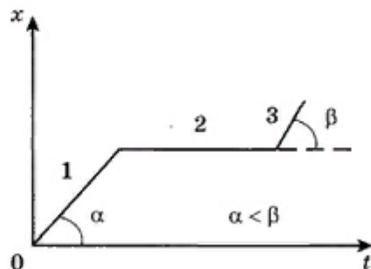
Длина рычага 1 м. На каком расстоянии от правого края должна находиться точка опоры, чтобы груз весом 5 Н, подвешенный на правом конце рычага, уравновешивался грузом весом 20 Н, подвешенным на левом конце рычага? Ответ дать в сантиметрах.

Ответ: _____ см



5

На рисунке изображена зависимость координаты тела от времени t .



Выберите **два** верных утверждения.

- 1) На участке 2 тело находилось в покое.
- 2) На участке 1 тело двигалось быстрее, чем на участке 3.
- 3) На участке 3 тело двигалось равноускоренно.
- 4) На участке 2 тело двигалось равномерно.
- 5) За время движения по участку 1 тело прошло большее расстояние, чем за время движения по участку 3.

Ответ:

--	--

6

На вращающуюся с постоянной скоростью поверхность диска положили предмет на край диска. Как изменятся период обращения по окружности и линейная скорость предмета, если его переложить на середину радиуса диска?

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.

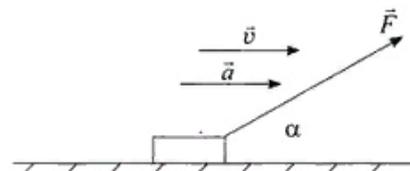
Период обращения по окружности	Линейная скорость предмета

Ответ:

--	--

7

Брусок массой m движется равноускоренно по горизонтальной шероховатой поверхности под действием силы \vec{F} , направленной под углом 30° к горизонту, как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения 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	ФОРМУЛЫ
А) Модуль силы трения	1) $\mu(mg + F \sin(\alpha))$
Б) Вес тела	2) $\mu(mg - F \sin(\alpha))$
	3) mg
	4) $mg - F \sin(\alpha)$

Ответ:

А	Б

8

В сосуде неизменного объема находится идеальный газ в количестве 2 моль. Во сколько раз надо изменить абсолютную температуру сосуда с газом после выпуска из сосуда 1 моль газа, чтобы давление газа на стенки сосуда увеличилось в 2 раза?

Ответ: _____

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 181224



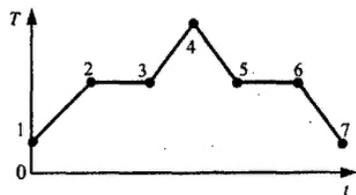
9 Какую работу совершает газ, расширяясь при постоянном давлении 200 кПа от объема 1,6 л до 3,6 л?

Ответ: _____ Дж.

10 В комнате объемом 120 м³ при температуре 15°С относительная влажность воздуха составляет 60%. Определите массу водяных паров в воздухе комнаты. Давление насыщенного водяного пара при 15°С равно 1,7 кПа. Ответ выразите в килограммах, округлив до сотых.

Ответ: _____ кг.

11 На рисунке изображен график зависимости температуры тела Т вещества от времени t. В начальный момент времени вещество находилось в кристаллическом состоянии.



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

- 1) Внутренняя энергия тела в точке 2 равна внутренней энергии в точке 3.
- 2) Наибольшей внутренней энергией тело обладает в точке 4.
- 3) Участок 3-4 соответствует процессу нагревания газа.
- 4) На участке 2-3 нет притока энергии, поэтому температура не меняется.
- 5) Внутренняя энергия тела в процессе 4-5-6-7 все время уменьшалась.

Ответ:

--	--

12 Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изотермическом процессе совершает работу $A > 0$. Как меняются в этом процессе объем и давление.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

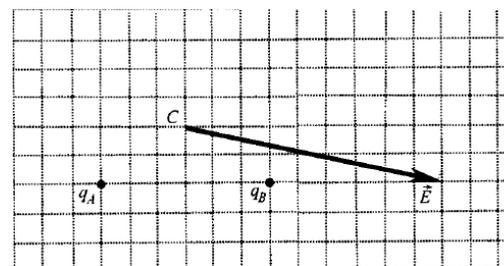
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объем	Давление

Ответ:

--	--

13 На рисунке изображен вектор напряженности \vec{E} электрического поля в точке С, которое создано двумя неподвижными точечными зарядами q_a и q_b . Чему равен заряд q_b , если заряд q_a равен +1 нКл? (Ответ дать в нКл).



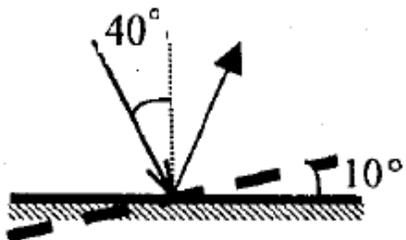
Ответ: _____ нКл.

14 В диэлектрик помещен точечный электрический заряд $4,5 \cdot 10^{-7}$ Кл, на расстоянии 50 мм от него напряженность электрического поля $2 \cdot 10^4$ Н/Кл. Определите диэлектрическую проницаемость среды (ответ округлите до целого числа)

Ответ: _____

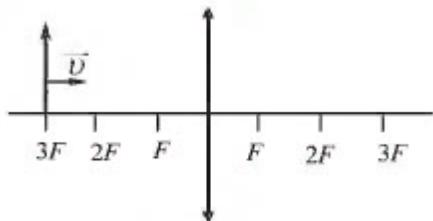


- 15 Угол падения света на горизонтальное зеркало равен 40° . Чему будет равен угол отражения света, если зеркало повернуть на 10° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ $^\circ$.

- 16 Предмет, расположенный на тройном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к двойному фокусу (см. рисунок). Пользуясь приведенным рисунком, выберите из приведенного ниже списка два правильных утверждения, характеризующих изображение предмета



Выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Размер изображения уменьшается.
- 2) Изображение не перемещается.
- 3) Изображение движется от положения на расстоянии $1,5F$ к двойному фокусу.
- 4) Размер изображения увеличивается.
- 5) Изображение движется от положения на расстоянии $1,5F$ от линзы к фокусу.

Ответ:

--	--

- 17 Два точечных заряда $6q$ и $-2q$ находятся на расстоянии L друг от друга. После соприкосновения их развели на прежнее расстояние. Как изменились потенциал и напряженность электрического поля (по модулю) в точке, делящей отрезок, соединяющий эти заряды пополам?

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.

Потенциал	Напряженность

Ответ:

--	--

- 18 В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние от линзы до спирали равно $2F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем – собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения.

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

ВИД ЛИНЗЫ

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

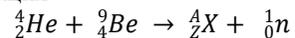
- | | |
|---|--|
| <p>А) Линза рассеивающая</p> <p>Б) Линза собирающая</p> | <p>1) Действительное, перевернутое, равное по размерам</p> <p>2) Мнимое, прямое, уменьшенное</p> <p>3) Действительное, уменьшенное, перевернутое</p> <p>4) Мнимое, увеличенное, перевернутое</p> |
|---|--|

Ответ:

А	Б



19 Ядро берилия может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция



с образованием ядра химического элемента ${}^A_Z\text{X}$.

Каковы заряд образовавшегося ядра (в единицах элементарного заряда) и его массовое число?

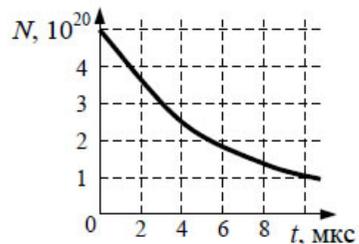
Заряд ядра	Массовое число ядра

Ответ:

--	--

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

20 На рисунке представлен график зависимости числа нераспавшихся ядер полония ${}^{213}_{84}\text{Po}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ мкс.

21 Фотон с энергией E движется в вакууме. Пусть h – постоянная Планка, c – скорость света в вакууме. Чему равны частота и импульс фотона.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) Частота фотона	1) hc/E
	2) E/c^2
Б) Импульс фотона	3) E/c
	4) E/h

Ответ:

А	Б

22 Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра.



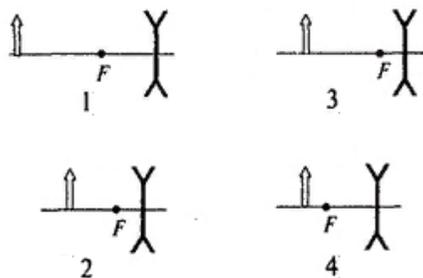
Запишите в ответ показания вольтметра с учетом погрешности?

Ответ: (____ ± ____) В

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



- 23) Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально подтвердить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

- 24) Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы. Из приведенных ниже утверждений выберите **два** верных, соответствующих характеристикам планет и укажите их номера.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а.е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	0,6"	3,01
Венера	0,72	12 104	177°22"	7,33
Земля	1,00	12 756	23°27"	7,91
Марс	1,52	6794	25°11"	3,55
Юпитер	5,20	142 984	3°08"	42,1
Сатурн	9,58	120 536	26°44"	25,1
Уран	19,19	51 118	97°46"	15,1
Нептун	30,02	49 528	28°19"	16,8

- 1) Чем дальше планета от Солнца, тем больше первая космическая скорость для ее спутников.
- 2) Ускорение свободного падения на Сатурне составляет около $10,5 \text{ м/с}^2$.
- 3) Вторая космическая скорость при старте с поверхности Юпитера составляет 25 км/с .
- 4) Среднее расстояние от Венеры до Солнца в три раза меньше, чем от Марса до Солнца.
- 5) На Марсе не может наблюдаться смена времен года.

Ответ:

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) Материальная точка, двигаясь равноускоренно по прямой, за время t увеличила скорость в три раза, пройдя путь 20 м . Найдите t , если ускорение точки равно 5 м/с^2 ?

Ответ: _____ с

- 26) В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0°C . В него добавляют кусок льда, масса которого 20 г и температура -5°C . Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ выразите в градусах Цельсия. Теплоемкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

Ответ: _____ °C



- 27 На какое расстояние по горизонтали переместится частица, имеющая массу 1 мг и заряд 2 нКл, за время 3 с в однородном горизонтальном электрическом поле напряженностью 50 В/м, если начальная скорость частицы равна нулю? Ответ выразите в сантиметрах.

Ответ: _____ см

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

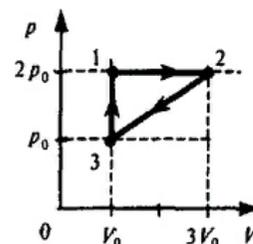
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

Полное правильное решение каждой из задач 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 На космическом аппарате, находящемся вдали от Земли, начал работать реактивный двигатель. Из сопла ракеты каждую секунду выбрасывается 2 кг газа ($\Delta m / \Delta t = 2$ кг/с) со скоростью $v = 500$ м/с. Исходная масса аппарата $M = 500$ кг. Какую скорость приобретет аппарат, пройдя расстояние 36 м? Начальную скорость аппарата считать равной нулю. Изменением массы аппарата во время движения пренебречь.

- 30 Одноатомный идеальный газ неизвестной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_H = 8$ кДж. Чему равна работа газа за цикл?



- 31 Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 6$ В. Его внутреннее сопротивление $r = 2$ Ом. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Чему равна максимальная мощность тока, выделяемая на реостате?

- 32 Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле индукцией \vec{B} , испытывает α -распад. При этом рождается α -частица и тяжелый ион нового элемента. Трек тяжелого иона находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом R . Выделившаяся при α -распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$. Найдите модуль отношения заряда к массе $\left| \frac{q}{M} \right|$ для тяжелого иона.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 181224



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
(также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- варианты ЕГЭ прошлых лет (2012, 2018);
- 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> (досрочный вариант 2018 года);
- Самое полное издание типовых вариантов реальных заданий ЕГЭ 2010: А.В.Берков, В.А.Грибов / АСТ, Астрель;
- Самое полное издание типовых вариантов реальных заданий ЕГЭ 2008: А.В.Берков, В.А.Грибов / АСТ, Астрель;
- Физика. 10 класс. 60 диагностических вариантов/ С.А.Соколова. – М.: Издательство «Национальное образование», 2012

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:

ФИО:	Вахнина Светлана Васильевна НОУ СОШ «Развитие»
Предмет:	Физика
Стаж:	10 лет
Регалии:	Курсы подготовки школьников к ЕГЭ и ОГЭ https://vk.com/examcourses
Аккаунт ВК:	https://vk.com/id249117870
Сайт и доп. информация:	http://www.развитие-школа.рф/



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 правильных) или ответа нет, – 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	6	15	30
2	0,125	16	24 42
3	21	17	32
4	80	18	21
5	15 51	19	612
6	32	20	4
7	24	21	43
8	4	22	2,00,1
9	400	23	24 42
10	0,92	24	25 52
11	25 52	25	2
12	12	26	0
13	-2	27	45
14	4		

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

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

Возможное решение

1. Когда брусок, вода и миска находятся в покое относительно Земли, то сила Архимеда уравнивает силу тяжести плавающего бруска (первый закон Ньютона). Та же по величине и направлению сила Архимеда уравнивает силу тяжести вытесненной бруском воды. Поэтому масса бруска и масса вытесненной им воды будут равны.

2. Когда брусок, вода и миска покоятся друг относительно друга, но движутся с ускорением относительно Земли, одна и та же сила Архимеда вместе с силой тяжести сообщат одно и то же ускорение, как плавающему бруску, так и воде в объеме, вытесненном бруском, что приводит к соотношению:

$$\vec{F}_a = m(\vec{a} - \vec{g}) = m_{\text{выт. воды}}(\vec{a} - \vec{g})$$

Откуда следует, что при движении относительно Земли с ускорением $\vec{a} \neq \vec{g}$ масса бруска и масса вытесненной им воды одинаковы.

3. Поскольку масса бруска одна и та же, то масса вытесненной им воды в обоих случаях одинакова. Значит, объем вытесненной воды не изменяется, глубина погружения бруска в лифте остается прежней.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильные объяснения (в данном случае п. 1, п. 3) и ответ (п. 2), а также исчерпывающие верные рассуждения с пря-	3



<p>мым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>первый закон Ньютона, условие плавания тел в жидкости, формула веса тела, движущегося с ускорением</i>).</p>	
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются 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.)</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. 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> <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

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

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

Возможное решение	
Закон сохранения импульса для системы «аппарат + газ, выброшенный за время Δt » в проекциях примет вид: $0 = M\Delta v - \frac{\Delta m}{\Delta t} v\Delta t$.	
Ускорение и конечную скорость аппарата можем найти по формулам $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, $v_a = \sqrt{2aS}$, учтем, что начальная скорость аппарата равна нулю	
Откуда получим	
$v_a^2 = 2aS = \frac{2Sv_a}{\Delta t}; \quad v_a = \frac{2S}{\Delta t} \quad \Delta t = \frac{2S}{v_a}$	
$Mv_a = \frac{\Delta m}{\Delta t} v\Delta t$, $v_a = \frac{\Delta m v \Delta t}{\Delta t M}$ подставим в формулу выражение для Δt .	
$v_a = \frac{\Delta m v 2S}{\Delta t M v_a}; \quad v_a^2 = \frac{\Delta m v}{\Delta t M} 2S$	
$v_a = \sqrt{\frac{\Delta m v}{\Delta t M} 2S}$	
$v_a = \sqrt{2 * \frac{500}{500} * 2 * 36} = 12 \text{ (м/с)}$	
Ответ: $v_a = 12 \text{ м/с}$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: 1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения</i>	3

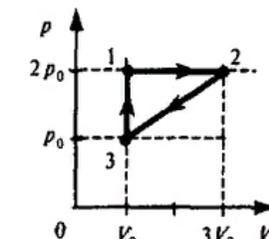


<p>импульса; формулы для определения ускорения и скорости равноускоренного движения);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений 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>	
<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> <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>	1

<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 Одноатомный идеальный газ неизвестной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_H = 8$ кДж. Чему равна работа газа за цикл?

Возможное решение



Работа газа на графике процесса в координатах PV равна площади фигуры, ограниченной графиком процесса и осью OV.

$$A_{2-3} = \frac{1}{2}(2P_0 + P_0)(3V_0 - V_0) = \frac{3P_0 2V_0}{2} = 3P_0 V_0 \quad (1)$$

1-2 изобарный процесс: учтем то, что газ одноатомный и воспользуемся уравнением Клапейрона-Менделеева $PV = \nu RT$, получим

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}P_0 \Delta V_0 + P_0 \Delta V_0 = \frac{5}{2}P_0 \Delta V_0 = \frac{5}{2} 2P_0 2V_0 = 10P_0 V_0$$

(при изобарном процессе при увеличении объема температура увеличивается, следовательно, газ получает теплоту)

В процессе 2-3 объем уменьшается, значит, работа отрицательная. Объем уменьшается, значит, уменьшается и температура (согласно уравнению Клапейрона-Менделеева). Следовательно, в процессе 2-3 газ отдает тепло.

Процесс 3-1 изохорный, работа равна нулю, так как растет давление,



<p>то увеличивается температура и внутренняя энергия. Следовательно, в этом процессе газ получает теплоту</p> $Q_{3-1} = \Delta U_{3-1} = \frac{3}{2}(2P_0V_0 - P_0V_0) = \frac{3}{2}P_0V_0$ <p>Таким, образом</p> $Q_{\text{н}} = Q_{1-2} + Q_{3-1} = 10P_0V_0 + 1.5P_0V_0 = 11,5P_0V_0 = 8 \text{ кДж}$ <p>Следовательно, $P_0V_0 = \frac{16}{23} \text{ кДж}$.</p> <p>Тогда работа $A_{2-3} = 3P_0V_0 = 3 * \frac{16}{23} = \frac{48}{23} \text{ кДж}$</p> <p>Ответ: $A_{2-3} = \frac{48}{23} \text{ кДж}$</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>первое начало термодинамики, выражение для внутренней энергии одноатомного газа, выражение для определения работы газа, описано изменение физических величин в процессах</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 style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение</p>	2

<p>(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>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
<i>Максимальный балл</i>	3

31

Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$. Его внутреннее сопротивление $r = 2 \text{ Ом}$. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом . Чему равна максимальная мощность тока, выделяемая на реостате?

<p>Возможное решение:</p> <p>Закон Ома для полной цепи $\mathcal{E} = I(R + r)$</p> <p>мощность, выделяющуюся на реостате, можно найти по формуле:</p> $P = I^2R$
--



$R + r = \frac{\mathcal{E}}{I}; R = \frac{\mathcal{E}}{I} - r$	
<p>Подставим найденное выражение для внешнего сопротивления в формулу для определения мощности:</p> $P = I^2 \left(\frac{\mathcal{E}}{I} - r \right) = -I^2 r + I\mathcal{E},$ <p>Графиком мощности от силы тока является парабола, ветви которой направлены вниз. Следовательно, максимальное значение мощности будет в вершине</p> $I_B = \frac{-\mathcal{E}}{2(-r)} = \frac{\mathcal{E}}{2r}$ <p>Тогда $R = \frac{\mathcal{E}2r}{\mathcal{E}} - r = r$</p> <p>Максимальная мощность будет равна $P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4R} = 4,5 \text{ Вт}$</p> <p>Ответ: $P_{\max} = 4,5 \text{ Вт}$</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 (<i>в данном случае: закон Кулона, второй закон Ньютона, взаимосвязь циклической частоты и периода колебаний, связь ускорения со смещением в гармонических колебаниях</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>	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 (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 (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>	3

32 Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле индукцией \vec{B} , испытывает α -распад. При этом рождается α -частица и тяжелый ион нового элемента. Трек тяжелого иона находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом R . Выделившаяся при α -распаде



энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$. Найдите модуль отношения заряда к массе $\left|\frac{q}{M}\right|$ для тяжелого иона.

Возможное решение	
Закон сохранения энергии и импульса для α -распада покоящегося нейтрального атома:	
$\frac{m_\alpha v^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \Delta E; \quad m_\alpha \vec{v} + M\vec{u} = 0$	
На заряженную частицу в магнитном поле действует сила Лоренца, используя второй закон Ньютона, получим уравнение движения для тяжелого иона с зарядом $q = -2e$ в магнитном поле:	
$\frac{Mu^2}{R} = 2 euB \quad Mu = 2 eBR $	
$v = \frac{Mu m_\alpha (Mu)^2}{m_\alpha 2 m_\alpha^2} + \frac{Mu^2}{2} = \Delta E$	
$\frac{(Mu)^2}{2} \left(\frac{1}{m_\alpha} + \frac{1}{M} \right) = \Delta E$	
$\frac{(2eBR)^2}{2m_\alpha} \left(1 + \frac{m_\alpha}{M} \right) = \Delta E$	
$1 + \frac{m_\alpha}{M} = \frac{\Delta E 2m_\alpha}{(2eBR)^2}; \quad \frac{m_\alpha}{M} = \frac{\Delta E 2m_\alpha}{(2eBR)^2} - 1$	
$\left \frac{q}{M} \right = \left \frac{2e}{M} \right = \frac{2e}{m_\alpha} \left(\frac{\Delta E 2m_\alpha}{(2eBR)^2} - 1 \right)$	
Ответ:	
$\left \frac{q}{M} \right = \left \frac{2e}{M} \right = \frac{2e}{m_\alpha} \left(\frac{\Delta E 2m_\alpha}{(2eBR)^2} - 1 \right)$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения за-	3

<p>дачи выбранным способом (в данном случае: законы сохранения импульса и энергии, второй закон Ньютона, сила Лоренца, ускорение для криволинейного движения);</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>	2
<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 пунктам II и III, 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 (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 V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<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, необхо-</p>	1



<p>димая 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> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлен только правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе</p>	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

