

Анализ результатов
выполнения заданий ЕГЭ 2021
по физике
в Пензенской области

Высокие проценты выполнения имеют следующие задачи:

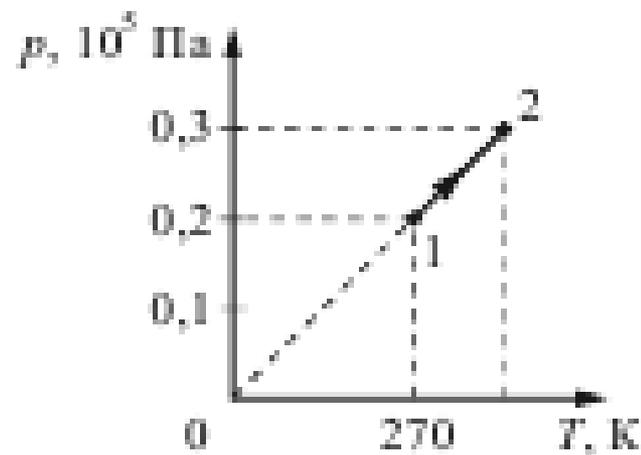
С 1 по 4, средний процент выполнения составил от 72,1% до 88,5%, что говорит о хорошем понимании на *базовом уровне*:
графическое представление равнопеременного движения,
законы Ньютона,
формулы кинетической и потенциальной энергии,
условие равновесия рычага.

В сильной группе 100%, средней – 94,6%, слабой – 59,6% (средний процент выполнения – 67,1%).

Сильная группа: 81-100 баллов, средняя – 61-80 баллов, слабая – от минимального до 60 баллов.

8

На рисунке показано изменение состояния идеального газа в количестве 4 моль. Какая температура соответствует состоянию 2?



Ответ: _____ К.

В сильной группе 96,5%, средней – 94,2%, слабой – 82,9%, средний процент – 83,1%.

9

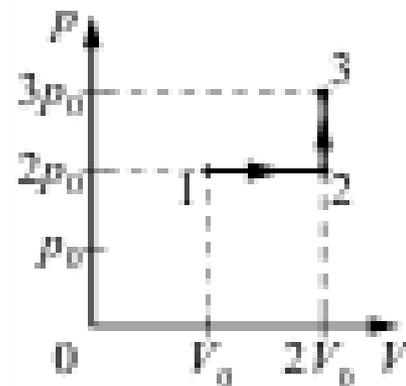
Рабочее тело тепловой машины за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж, и совершает работу 40 Дж. Каков КПД тепловой машины?

Ответ: _____ %.

В сильной группе 99,4%, средней – 94,6%, слабой – 67,5%, средний процент – 73,7%.

11

Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа p от объёма V . Масса газа в процессе не изменяется. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих отражённые на графике процессы.



- 1) Плотность газа минимальна в состоянии 1.
- 2) В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличивается в 3 раза.
- 3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа изохорно уменьшилась в 1,5 раза.
- 4) В процессе 1–2 абсолютная температура газа изобарно увеличилась в 2 раза.
- 5) Абсолютная температура газа максимальна в состоянии 3.

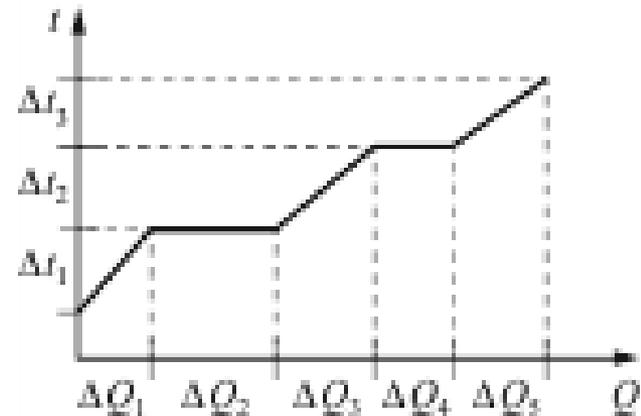
Ответ:

--	--

В сильной группе 99,4%, средней – 95,7%, слабой – 66,4%, средний процент – 72,5%.

12

В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество массой m . Цилиндр поместили в печь. На рисунке схематично показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих происходящие с веществом тепловые процессы.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{\Delta Q_2}{m}$

Б) $\frac{\Delta Q_3}{m\Delta t_2}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) удельная теплоёмкость жидкости
- 2) удельная теплота плавления
- 3) удельная теплоёмкость твёрдого вещества
- 4) удельная теплота парообразования

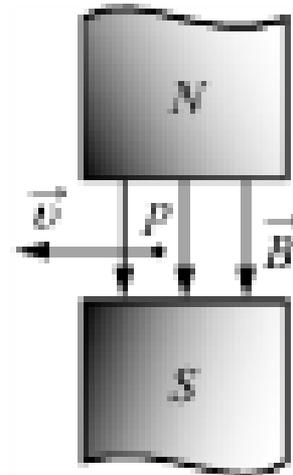
Ответ:

А	Б

В сильной группе 98,8%, средней – 97,3%, слабой – 60,5%, средний процент – 68,7%.

13

Протон p влетел в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной влево. Вектор индукции \vec{B} магнитного поля направлен вертикально вниз (см. рисунок). Куда направлена относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

В сильной группе 97,6%, средней – 88,3%, слабой – 64,8%, средний процент – 70,1%.

20

Два источника излучают свет частотой $\nu_1 = 5 \cdot 10^{14}$ Гц и $\nu_2 = 7,5 \cdot 10^{14}$ Гц.

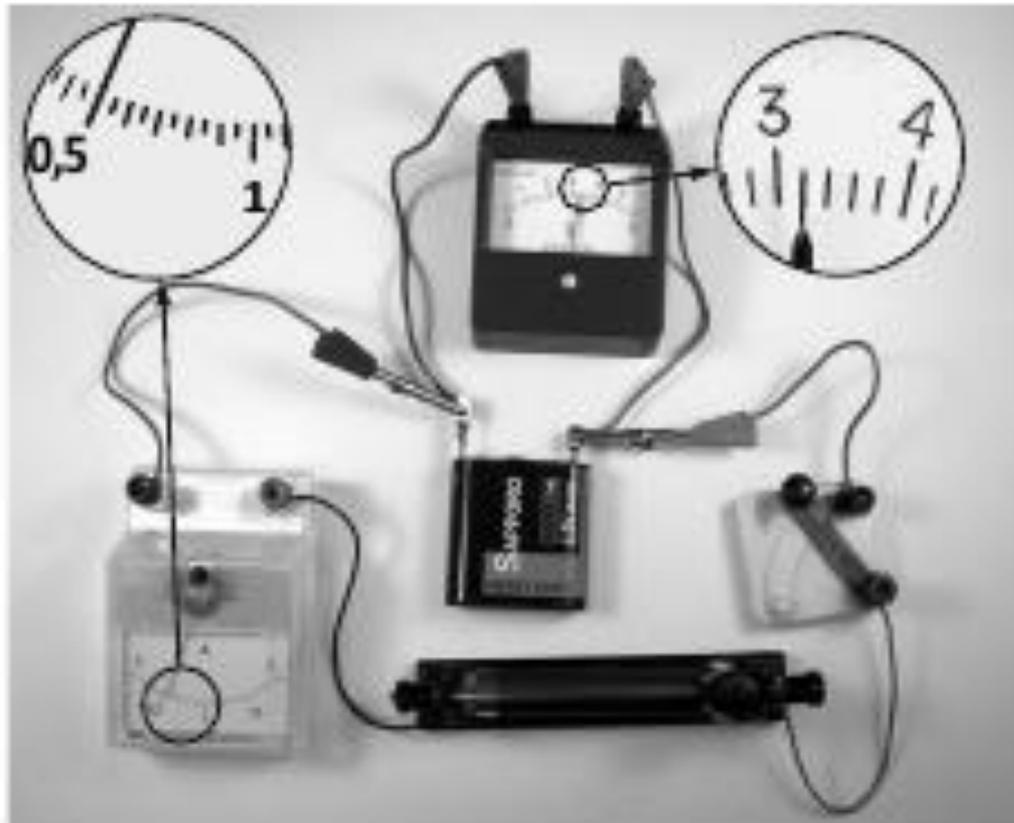
Каково отношение модулей импульсов фотонов $\frac{P_2}{P_1}$, излучаемых этими источниками?

Ответ: _____.

В сильной группе 98,8%, средней – 90,6%,
слабой – 62%, средний процент – 67,7%.

22

На рисунке приведена фотография электрической цепи по измерению сопротивления реостата. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на источнике равны половине цены деления амперметра и вольтметра. Каково по результатам этих измерений напряжение на источнике?



Ответ: (_____ ± _____) В.

В сильной группе: 97,6%, средней – 98,2%, слабой – 72,2%, средний процент – 76,5%.

23

Ученик изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеются пять аналогичных колебательных контуров с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие два колебательных контура необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость периода свободных колебаний силы тока, протекающего в катушке, от электроёмкости конденсатора?

№ контура	Максимальное напряжение на конденсаторе, В	Электроёмкость конденсатора C , мкФ	Индуктивность катушки L , мГн
1	14	6	4
2	8	5	6
3	14	6	12
4	10	10	4
5	8	12	6

Запишите в таблицу номера выбранных контуров.

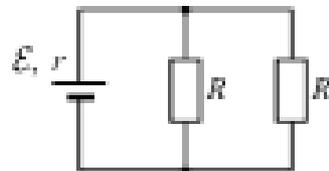
Ответ:

--	--

Задачи, вызвавшие наибольшие затруднения:

18

Электрическая цепь на рисунке состоит из источника постоянного напряжения с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и внешней цепи из двух одинаковых резисторов сопротивлением R , включённых параллельно. 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) мощность тока, выделяющаяся на одном из резисторов R
- Б) мощность сторонних сил в источнике тока

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}^2 R}{2\left(r + \frac{R}{2}\right)^2}$
- 2) $\frac{\mathcal{E}^2}{r + \frac{R}{2}}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}^2 R}{4\left(r + \frac{R}{2}\right)^2}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}^2 r}{\left(r + \frac{R}{2}\right)^2}$

Средний процент выполнения задачи 41,9%, в слабой группе – 32,3%, в средней – 68,4%, в сильной группе – 80%. Задача вызвала затруднения не столько тем, что она непонятна, сколько необходимостью получить ответ в общем виде.

Ответ:

А	Б

18	Электродинамика и основы СТО (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	3.1–3.6 4.1–4.3	1, 2, 4	Б	2
----	---	--------------------	---------	---	---

В первом опыте частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Во втором опыте та же частица движется в том же магнитном поле по окружности большего радиуса. Как при переходе от первого опыта ко второму изменились кинетическая энергия частицы и период её обращения? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Кинетическая энергия частицы	Период её обращения

В сильной группе 92,4%, средней – 68,4%, слабой – 43%, средний процент – 51%. Данная задача вызывает затруднения, можно сказать, традиционно. И, как правило, причина в применении формулы силы Лоренца во втором законе Ньютона: в пункте 3.3.4 кодификатора приводится формула для вычисления силы Лоренца и требование понимать «Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле». Таким образом, обучающиеся используют только формулу периода, не понимая, что радиус при изменении скорости тоже изменяется и **необходимо применить второй закон Ньютона для вывода формулы** из которой видно, что период движения заряженной частицы в магнитном поле от скорости не зависит. Процент выполнения данной задачи в слабой группе говорит о необходимости отработки алгоритма решения данного типа задач с обучающимися, занимающимися по базовой программе школьного курса физики (в сильной группе процент выполнения высокий).

19

В результате реакции ядра бора ${}_{5}^{11}\text{B}$ и α -частицы ${}_{2}^{4}\text{He}$ образуются нейтрон и ядро ${}_{Z}^{A}\text{X}$. Определите массовое число и зарядовое число ядра ${}_{Z}^{A}\text{X}$.

Массовое число A	Зарядовое число Z

В сильной группе 87,1%, средней – 72,2%, слабой – 43,6%,
средний процент – 50,7%.

Ошибки при решении данной задачи обусловлены непониманием учащимися формы записи свойств частицы, в частности для нейтрона ${}_{0}^{1}n$, так как в явном виде в справочном материале это не даётся. Некоторая доля ошибок при решении данной задачи обусловлена незнанием формы записи ядерной реакции и неправильным применением законов сохранения, а также ошибками в вычислениях (как правило «в уме»).

Результат выполнения этого задания: средний 30,5%, слабая группа – 17,8%, средняя группа – 57,4%, сильная группа – 91,8%.

Очевидно, что такое распределение процента выполнения обусловлено повышенной сложностью задачи, наличием в ней понятия «Теплоёмкость» и ошибками в записи уравнения теплового баланса (или его непониманием).

25

В термос с водой массой 500 г при температуре 41 °С опускают бутылочку с детским питанием, в результате чего она нагревается до температуры 36 °С. Теплоёмкость бутылочки с питанием равна 525 Дж/К. Какова была её начальная температура? Теплоёмкостью термоса пренебречь.

Ответ: _____ °С.

25	Молекулярная физика, электродинамика (расчётная задача)	2.1, 2.2, 3.1–3.6	2.6	П	1
----	--	----------------------	-----	---	---

В сильной группе 96,5%, средней – 75,8%, слабой – 26,2%,
средний процент – 40%.

У обучающихся сильной и средней группы данная задача затруднений не вызывала. Очевидно, что ошибка в этой задаче (или отсутствие её решения) обусловлена непониманием внешнего вида формируемого дифракционного спектра.

26

На дифракционную решётку с периодом 0,004 мм падает по нормали плоская монохроматическая волна длиной 420 нм. Какое количество дифракционных максимумов можно наблюдать с помощью этой решётки?

Ответ: _____.

26

Электродинамика, квантовая физика
(расчётная задача)

3.1–3.6
5.1–5.3

2.6

П

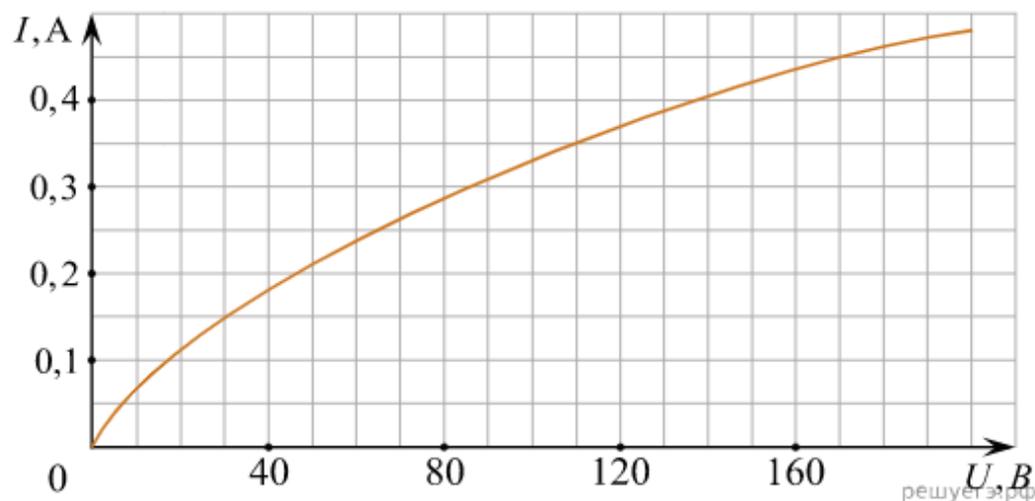
1

Задача 31

Результат выполнения этого задания: средний – 24,1%,
слабая группа – 8,5%, средняя группа – 58,4%, сильная группа – 93,7%.

Задание 31 № [25421](#) 📁 ●

На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. При последовательном соединении лампы и резистора, источника сила тока в цепи оказалась равной 0,4 А. Мощность тока на резисторе равна 32 Вт. Какое напряжение на источнике? Внутренним сопротивлением пренебречь.



Решение.

При последовательном соединении лампы и резистора сила тока через них будет одинаковой. Тогда по графику можем найти напряжение на лампе при силе тока 0,4 А, оно равно $U_1 \approx 140$ В. Зная мощность тока и силу тока через резистор, найдем напряжение на нем $P_2 = IU_2$, откуда $U_2 = \frac{P_2}{I} = \frac{32}{0,4} = 80$ В. Общее напряжение при последовательном соединении равно напряжению на источнике:

$$U = U_1 + U_2 = 140 + 80 = 220 \text{ В.}$$

Ответ: 220 В.

Решение.

При последовательном соединении лампы и резистора сила тока через них будет одинаковой. Тогда по графику можем найти напряжение на лампе при силе тока 0,4 А, оно равно $U_1 \approx 140$ В. Зная мощность тока и силу тока через резистор, найдем напряжение на нем $P_2 = IU_2$, откуда $U_2 = \frac{P_2}{I} = \frac{32}{0,4} = 80$ В. Общее напряжение при последовательном соединении равно напряжению на источнике:

$$U = U_1 + U_2 = 140 + 80 = 220 \text{ В.}$$

Ответ: 220 В.

Критерии на **3 балла**:

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

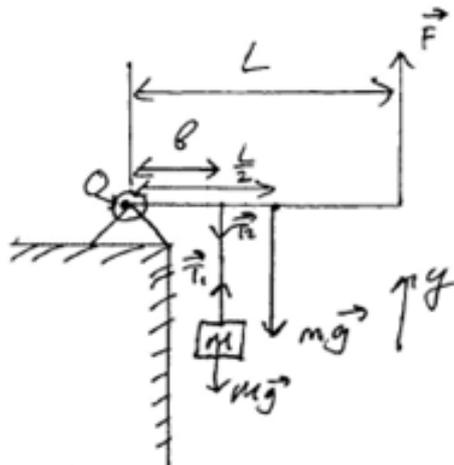
- 1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: **выражение для напряжения на концах участка цепи, составленной из последовательно соединенных элементов, равенство токов в последовательно соединенных элементах, формула для мощности тока**);
- 2) 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);
- 3) **представлены (ранее было «проведены»)** необходимые математические преобразования и расчёты (**подстановка числовых данных в конечную формулу**), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);
- 4) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.

Ещё пример:



ФИПИ

√28
 дано:
 $M = 75 \text{ кг}$
 $m = 10 \text{ кг}$
 $L = 4 \text{ м}$
 $b = 1,8 \text{ м}$
 $F = ?$



1) Из-к Ньютона для тела массой M :

$$M\vec{g} + \vec{T}_1 = 0$$

$$(Oy): T_1 - Mg = 0$$

$$T_1 = Mg$$

~~$T_1 = T_2 = T$~~
 $T_1 = T_2 = T$
 $T = Mg$

2) Так как груз поднимают медленно: запишем 1 закон Ньютона; запишем условие моментов для оси, проходящей через точку O (ось шарнира):

$$FL - mg \cdot \frac{L}{2} - bT = 0$$

$$F \cdot L = mg \frac{L}{2} + b \cdot T$$

$$F = \frac{mg}{2} + \frac{b \cdot T}{L} = \frac{mg}{2} + \frac{b \cdot Mg}{L}$$

$$= 350 \text{ Н}$$

знак равенства так поднят происходит медленно (момент силы F должен превышать или быть равен моменту сил)
 Ответ: 350 Н

Нет подстановки 1 балл.

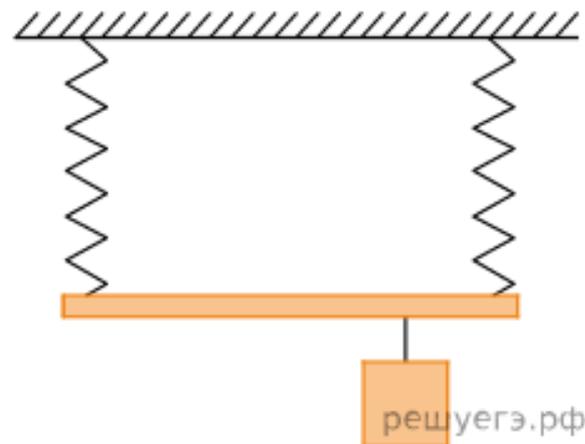
Задача 29

Результат выполнения этого задания: средний - 14,7%,
слабая группа – 1,4%, средняя группа – 35,6%, сильная группа – 92,5%.

Задание 29 № 9041 ●

К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень длиной $L = 30$ см. Если к этому стержню подвесить груз массой $m = 3$ кг на расстоянии $d = 5$ см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, и растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 2 раза меньше, чем правой. Чему равна масса стержня M ? Сделайте рисунок с указанием используемых в решении сил.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>условия равновесия твёрдого тела, закон Гука</u>); II) сделан правильный рисунок с указанием сил; 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); IV) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (<u>подстановка числовых данных в конечную формулу</u>), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
	2



Решение.

1. Укажем на рисунке силы действующие на стержень. Приравняем моменты сил, действующих на стержень, относительно центра стержня, т.е. точки A :

$$F_{y1} \cdot \frac{L}{2} + mg \cdot \left(\frac{L}{2} - d \right) = F_{y2} \cdot \frac{L}{2}.$$

Учтем, что стержень расположен горизонтально, т.е. удлинения пружин равны, а также, что жесткость правой пружины в два раза больше левой:

$$kx \cdot \frac{L}{2} + mg \cdot \left(\frac{L}{2} - d \right) = 2kx \cdot \frac{L}{2} \Rightarrow F_{y1} = kx = \frac{mg(L - 2d)}{L}.$$

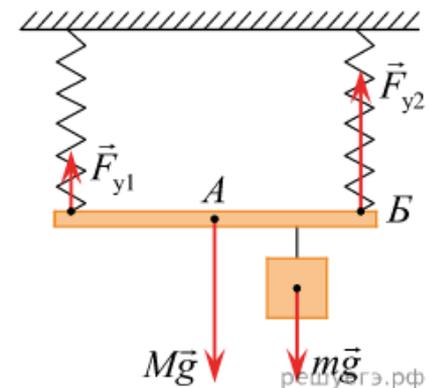
2. Приравняем моменты сил, действующих на стержень, относительно точки B , которая находится в месте крепления правой пружины:

$$kx \cdot L = Mg \cdot \frac{L}{2} + mg \cdot d.$$

3. Найдем массу стержня:

$$M = \frac{kx \cdot L - mg \cdot d}{g \cdot \frac{L}{2}} = \frac{mg(L - 2d) - mg \cdot d}{g \cdot \frac{L}{2}} = \frac{2m(L - 3d)}{L} = \frac{2 \cdot 3 \cdot (30 - 15)}{30} = 3 \text{ кг}.$$

Ответ: $M = \frac{2m(L - 3d)}{L} = 3 \text{ кг}.$



- В школьном курсе физики векторная природа момента силы не рассматривается, поэтому наличие стрелочек над обозначением момента силы не обязательно. (А.И.Гиголо)

Небольшое отступление к 27 задаче с изображением графиков (их не было в 2021 году)



Изменения в схеме оценивания №27

- **Задания с дополнительными условиями.** Например, дополнительно к объяснению предлагается изобразить схему электрической цепи, рисунок с ходом лучей в оптической системе или **график зависимости величин.** В этом случае **в описание полного правильного решения вводится еще один пункт (*верный рисунок или схема*).**
- **Отсутствие рисунка (или схемы) или наличие ошибки в них приводит к снижению на 1 балл.**
- **Наличие правильного рисунка (схемы) при отсутствии других элементов ответа - 1 балл.**

Задача №27 Пример - 1

На рис. 1 приведена зависимость внутренней энергии U 1 моль идеального одноатомного газа от его объёма V в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса в переменных p – V (p – давление газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

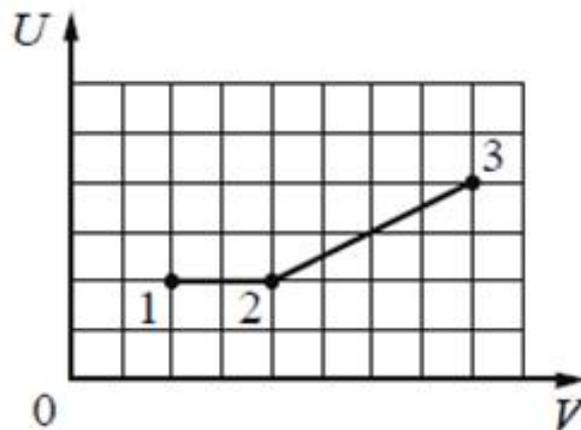


Рис. 1

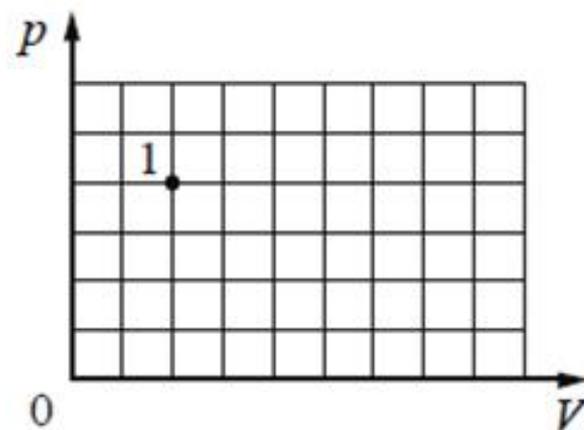
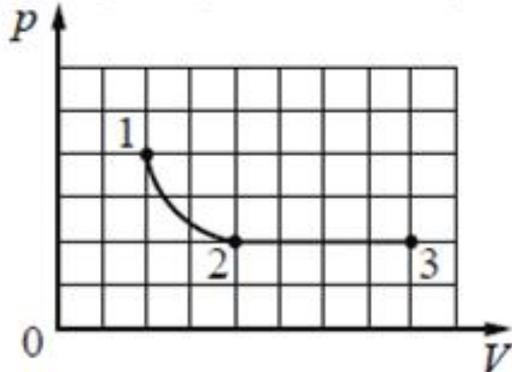


Рис. 2



Возможное решение

1. График процесса в переменных $p-V$ имеет вид:



Должно быть словесное описание зависимости или математическая запись зависимости ($p \sim 1/V$).
В случае отсутствия таких записей график не оценивается как правильный ответ.

2. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа пропорциональна его абсолютной температуре: $U = \frac{3}{2} \nu RT$. Значит, на участке 1–2 температура газа не меняется, происходит изотермическое расширение, давление в этом процессе в соответствии с законом Бойля – Мариотта ($p_1 V_1 = p_2 V_2$) уменьшается в 2 раза. В координатах $p-V$ график является гиперболой.

3. На участке 2–3 внутренняя энергия, а также температура пропорциональны объёму, процесс при постоянном количестве вещества согласно уравнению Клапейрона – Менделеева ($pV = \nu RT$) является изобарным расширением, давление в нём не меняется, а объём в соответствии с графиком на рис. 1 увеличивается в 2 раза. В координатах $p-V$ график является отрезком горизонтальной прямой

№27 Внутренняя энергия $U = \frac{3}{2} \nu R T$, т.к. ν и $R = \text{const}$, то изменение U на графике равносильно изменению T .

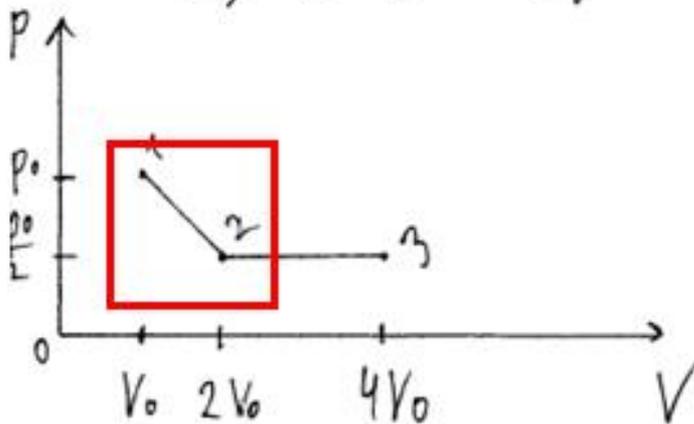
Обозначим p, V и T в точке 1 как p_0, V_0, T_0 .

Выберём каждый процесс:

1-2: $U = \text{const} \Rightarrow T = \text{const} \Rightarrow$ изотермический процесс

По закону Пойля - Марриота и из-за того что $V_2 = 2V_0$,
то $p_2 = \frac{p_0}{2}$ ($p_0 V_0 = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0$)

2-3: Прямая 23 проходит через начало координат (прообразится в точку)
 \Rightarrow это изобарный процесс, по клеточкам видим, что $V_3 = 4V_0$
а $U_3 = 2U_0 \Rightarrow T_3 = 2T_0$. Строим график.



Неточность в изображении
изотермы или ошибка??

Ещё один пример (другая задача)

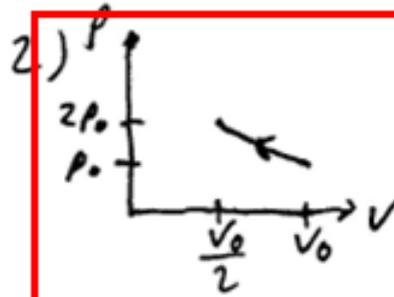
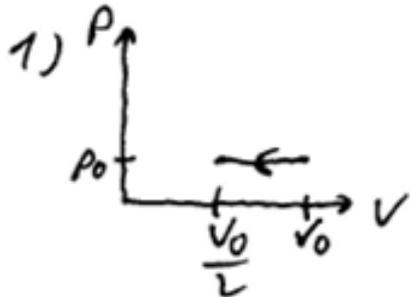


~ 27

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$pV = \nu RT$$

$$T = \text{const.}$$



по уравнению
Менделеева-
Клапейрона.

В первом ~~горячем~~ сосуде давление не ^{изменяется} ~~увеличивается~~, т.к. влажный пар конденсируется в воду.

Во втором сосуде давление увеличивается, так как сухой воздух

$$2) \quad pV = \text{const.}$$

2.2

Лишние записи должны быть не просто взяты в скобки, а ЗАЧЁРКНУТЫ.

28) Дано:	СИ	Решение
$m_B = 165 \text{ г}$	$0,165 \text{ кг}$	$Q = cm(\Delta T) \quad Q = \lambda m$
$t_B = -40 \text{ }^\circ\text{C}$	233 К	$Q = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,2 \text{ кг}$
$c_B = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$		$Q_B = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 0,165 \cdot (40) = 3300 \text{ Дж}$
$c_A = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$		$Q = 4200 \cdot 0,8 \text{ кг} \cdot (\Delta t)$
$\lambda_A = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$		$4200 \cdot 0,8 \text{ кг} (\Delta T) \approx 3300 (1 + 100 \cdot 0,2 \text{ кг})$
$m_B = ?$		$\Delta t = \frac{3300 (1 + 100 \cdot 0,2 \text{ кг})}{4200 \cdot 0,8 \text{ кг}}$

$$3300 = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 0,2 \text{ кг}$$

$$m_B = \frac{3300}{330000 \cdot 0,2} = 0,05 \text{ кг}$$

~~$Q = 4200$~~

Ответ: $m_B = 50 \text{ г}$

«Влажность»

10

В закрытом сосуде под поршнем находится влажный воздух при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Парциальное давление водяного пара в сосуде равно 60 кПа . Какова относительная влажность воздуха в сосуде?

Ответ: _____ %.

Средний процент выполнения $56,8\%$.

В группе не преодолевших минимальный балл – $19,6\%$, в группе от минимального до 60 баллов – $51,2\%$. В средней и сильной группе – $72,2\%$ и $92,9\%$, соответственно.

Данные результаты говорят о том, что тема «Влажность» вызывает затруднение у тех обучающихся, которые недостаточно времени уделяют якобы «небольшим» темам, изучая в основном крупные блоки.

А вот обучающиеся, которые больше внимания уделяют анализу кодификатора и спецификации, отрабатывают небольшие темы, что и приводит к лучшим результатам. Особенно хорошо это видно по 30 задаче этого года. Задание 30 имеет в целом низкий процент выполнения

В закрытом сосуде при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ находится влажный воздух с относительной влажностью 60% под давлением 100 кПа . Объем сосуда изотермически уменьшили в $2,5$ раза. Во сколько раз надо вместо этого увеличить абсолютную температуру без изменения объема сосуда, чтобы получить такое же конечное давление? Объемом сконденсировавшейся воды пренебречь.

- Результат выполнения этого задания: средний $5,1\%$, слабая группа – $0,8\%$, средняя группа – $8,8\%$, сильная группа – $38,4\%$.
- В задаче в неявном виде рассматривается ситуация когда в одном сосуде присутствует пар и сухой воздух. К решению данной задачи приступали немногие, поскольку физический смысл процессов происходящих в сосуде в каждом из рассматриваемых случаев для ребят со средней и слабой подготовкой оставался непонятен.
- Ошибки, допущенные при решении задачи:
 - - не применялся закон Дальтона;
 - - неправильное определение парциального давления пара и сухого воздуха в сосуде;
 - - получение ответа явно противоречащего физическому смыслу;
 - - математические ошибки в преобразованиях и вычислениях.

Задание 30 № 25414

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>законы Бойля – Мариотта и Шарля, формула относительной влажности, закон Дальтона</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) <i>представлены</i> необходимые математические преобразования и расчёты (<i>подстановка числовых данных в конечную формулу</i>), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3

В закрытом сосуде с температурой влажностью воздуха 60% и давлением 1 в 2,5 раза меньше. Во сколько раз нужен объема, чтобы получилось такое же кон

Решение.

Влажный воздух представляет собой воздуха 100°С, то давление насыщенного давлению влажного воздуха p .

По закону Дальтона давление га $p = p_{1\text{возд}} + p_{\text{пара}}$.

Из формулы относительной влажности воздуха следует, что давление пара $p_{\text{пара}} = \varphi p_{\text{н.п.}}$. Откуда давление сухого воздуха в сосуде $p_{1\text{возд}} = p(1 - \varphi)$.

После изотермического сжатия водяной пар стал насыщенным, его давление стало равным давлению насыщенного пара. Давление сухого воздуха при изотермическом сжатии в 2,5 раза увеличилось в 2,5 раза по закону Бойля-Мариотта $pV = \text{const}$, $p_{2\text{возд}} = 2,5p_{1\text{возд}}$. Тогда давление влажного воздуха в сосуде стало $p_2 = p_{2\text{возд}} + p_{\text{н.п.}}$. Таким образом, $p_2 = 2,5(1 - \varphi)p + p = (3,5 - 2,5\varphi)p$.

При изохорном нагревании по закону Шарля $\frac{p}{T} = \text{const}$. Откуда:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p} = 3,5 - 2,5\varphi = 3,5 - 2,5 \cdot 0,6 = 2.$$

Значит, абсолютную температуру воздуха нужно увеличить в 2 раза.

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

Результат выполнения этого задания: средний – 3,9%, слабая группа – 0,1%, средняя группа – 6,7%, сильная группа – 34,5%.

Казалось бы, не очень сложная тема «Квантовая физика» – выигрышный вариант, но данная задача вызвала наибольшее количество «проблем» из всей второй части ЕГЭ. Задача усложнена двумя моментами: наличие понятия *концентрация* (в применении которого у обучающихся возникают сложности, как с физическим смыслом самого понятия, так и с вычислением объема пространства с математической точки зрения) и условие взаимодействия излучения с пластинкой (особенности прохождения фотонов сквозь пластинку многими обучающимися были не поняты). Некоторые обучающиеся пытались применить формулы давления светового потока в готовом виде, не понимая как их получить из второго закона Ньютона в данной задаче. Ошибки и недочёты кроме вышесказанного:

- - неправильное использование векторной природы импульса в нахождении суммарного изменения импульса отраженных фотонов;
- - путаница с коэффициентом отражения или непонимание необходимости его применения;
- - ошибки в математических преобразованиях и вычислениях.

Немного о ЕГЭ 2022

Сначала планировалась структура КИМ по формам деятельности:

Обобщенный план варианта КИМ по ФИЗИКЕ

Используются следующие условные обозначения:

- 1) Уровни сложности заданий: Б – базовый, П – повышенный, В – высокий.
- 2) Тип задания: КО – задания с кратким ответом, РО – задания с развернутым ответом.

№ задания	Предметный результат	Проверяемые разделы (темы) курса физики	Тип задания	Уровень сложности	Макс. балл за задание
1	Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей	механика – квантовая физика	КО	Б	2
2	Использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов, технических устройств и технологических процессов	механика – квантовая физика	КО	Б	2
3	Использовать графическое представление информации	механика – квантовая физика	КО	Б	2

1

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

- 1) Потенциальная энергия тела зависит от его массы и скорости движения тела.
- 2) Хаотическое тепловое движение частиц тела прекращается при достижении термодинамического равновесия.
- 3) В растворах или расплавах электролитов электрический ток представляет собой упорядоченное движение ионов, происходящее на фоне их теплового хаотического движения.
- 4) При преломлении эл волны остаётся неизм
- 5) В процессе позитро ядра позитрона, во протона в нейтрон.

2

Установите соответствие между физическими явлениями и приборами или устройствами, в которых используются или наблюдаются эти явления. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: _____

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- А) фотоэффект
- Б) интерференция света

ПРИБОР/УСТРОЙСТВО

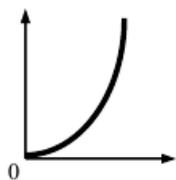
- 1) трансформатор
- 2) просветленный объектив
- 3) солнечная батарея
- 4) призмный спектроскоп

3

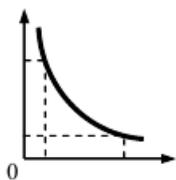
Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость модуля импульса равномерно движущегося тела от времени;
- Б) зависимость давления идеального одноатомного газа от его объема при изотермическом процессе;
- В) зависимость энергии фотона электромагнитного излучения от его частоты.

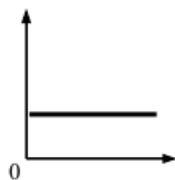
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



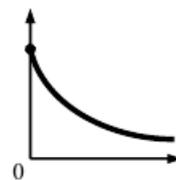
(1)



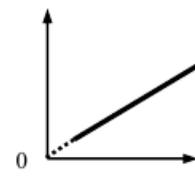
(2)



(3)



(4)



(5)

Сначала намечались торжества, потом аресты, потом решили совместить! «Тот самый Мюнхгаузен»

Проект КИМ ЕГЭ-2022



ФИПИ

Структура:

- №1 и №2 – интегрированные задания базового уровня сложности
- №3-№8 – механика (3 задания с кратким ответом, множественный выбор, изменение величин, соответствие)
- №9-№13 – молекулярная физика (3 задания с кратким ответом, множественный выбор, изменение величин или соответствие)
- №14-№19 – электродинамика (3 задания с кратким ответом, множественный выбор, изменение величин, соответствие)
- №20 и №21- квантовая физика (с кратким ответом и на изменение величин или соответствие)
- №22 и №23 – методология (без обновления)
- №24-№30 – часть 2 с развернутым ответом (качественная задача, две расчетные на 2 балла, 3 расчетные на 3 балла, 1 расчетная на 4 балла)

Проект КИМ ЕГЭ-2022

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

- 1) При неупругом соударении тел выполняются закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии.
- 2) Явление резонанса наступает в колебательной системе при совпадении частоты вынуждающей силы с собственной частотой колебательной системы.
- 3) Хаотическое тепловое движение частиц тела прекращается при достижении термодинамического равновесия.
- 4) Напряжённость поля, создаваемого системой точечных зарядов, равна скалярной сумме напряжённостей поля каждого заряда.
- 5) Сила Лоренца не действует на заряженные частицы, влетающие параллельно линиям индукции однородного магнитного поля.

Ответ: _____

Результаты выполнения:

Средний процент выполнения	КД	Средний процент по баллам		
		0 баллов	1 балл	2 балла
49,6	38,4	22,6	55,7	21,7

Проект КИМ ЕГЭ-2022

2

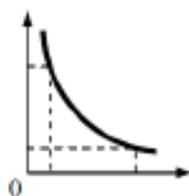
Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость модуля импульса равномерно движущегося тела от времени;
- Б) зависимость давления идеального одноатомного газа от его объема при изотермическом процессе;
- В) зависимость энергии фотона электромагнитного излучения от его частоты.

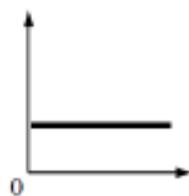
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



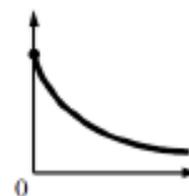
(1)



(2)



(3)



(4)



(5)

Ответ:

А	Б	В

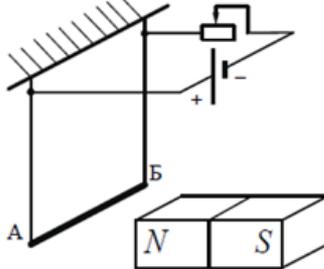
Результаты выполнения:

Средний процент выполнения	КД	Средний процент по баллам		
		0 баллов	1 балл	2 балла
31,0	58,9	59,2	19,5	21,3

Проект КИМ ЕГЭ-2022

17

Электрическая цепь состоит из алюминиевого проводника АБ, подвешенного на тонких медных проволочках и подключённого к источнику постоянного напряжения через реостат так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают *вправо*.



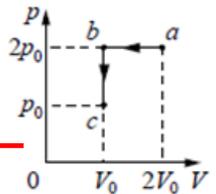
Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие этот процесс. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Сопротивление реостата увеличивается.
- 2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника АБ направлены влево.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается.
- 4) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, увеличиваются.
- 5) Сила тока, протекающего по проводнику АБ, увеличивается.

Ответ: _____

Идеальный газ переводят из состояния *a* в состояние *c* так, как показано на графике зависимости давления p газа от объёма V . Масса газа в процессе остаётся постоянной.

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на графике.



- 1) Абсолютная температура газа минимальна в состоянии *c*.
- 2) В процессе *a-b* абсолютная температура газа изобарно увеличилась в 2 раза.
- 3) В процессе *b-c* абсолютная температура газа изохорно уменьшилась в 2 раза.
- 4) Концентрация газа минимальна в состоянии *a*.
- 5) В ходе процесса *a-b-c* среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа уменьшается в 4 раза.

Ответ: _____

Результаты выполнения:

Средний процент выполнения	КД	Средний процент по баллам		
		0 баллов	1 балл	2 балла
52,8	47,1	23,9	46,6	29,5

В «старых» задачах меняется требование

- В сентябре – октябре должна появиться демоверсия 22 года.
- Астрономия как отдельный предмет по ФГОС из ЕГЭ по физике удалена.
- Основная часть изменений будет в 22 году, но весь процесс изменения КИМ будет происходить в течение ТРЁХ лет (т.е. не все изменения в КИМ будут реализованы в 22 году).

30 задача – самая неординарная: Для апробации будет механика, скорее всего упругий и неупругий удар.

30	Решать расчетные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики, обосновывая выбор физической модели для решения задачи	механика – квантовая физика	РО	В	4
----	---	-----------------------------------	----	---	---

30

Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась на 0,5 МДж. Найдите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Какие законы Вы использовали для описания разрыва снаряда? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

Решение

1. Введем инерциальную систему отсчёта, связанную с Землёй, и направим ось x системы координат в направлении начальной скорости движения снаряда. Запишем закон сохранения импульса в проекции на ось Ox и сохранения энергии для снаряда:

$$2m \cdot v_0 = mv_1 - mv_2; \quad (1)$$

$$2m \cdot \frac{v_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}, \quad (2)$$

где

$2m$ – масса снаряда до взрыва;

v_0 – модуль скорости снаряда до взрыва;

v_1 – модуль скорости осколка, летящего вперёд;

v_2 – модуль скорости осколка, летящего назад.

2. Выразим v_2 из первого уравнения: $v_2 = v_1 - 2v_0$ и подставим во второе уравнение. Получим: $v_1^2 - 2v_0v_1 + v_0^2 - \frac{\Delta E}{m} = 0$.

3. Из двух корней этого уравнения тот, который соответствует условию задачи, является искомым.

4. Отсюда следует: $v_1 = v_0 + \sqrt{\frac{\Delta E}{m}}$

Ответ: $v_1 = 900$ м/с

Возможное решение

Обоснование

Для описания разрыва снаряда использован закон сохранения импульса системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчёта, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В данном случае из-за отсутствия сопротивления воздуха внешней силой является сила тяжести $m\vec{g}$, которая не равна нулю. Но этим можно пренебречь, считая время разрыва снаряда малым. За малое время разрыва импульс каждого из осколков меняется на конечную величину за счёт большой внутренней силы взрыва. По сравнению с этой большой силой конечная сила тяжести пренебрежимо мала.

Так как время разрыва снаряда считаем малым, то можно пренебречь и изменением потенциальной энергии снаряда и его осколков в процессе разрыва.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка; ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>закон сохранения импульса, 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 величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3

✓ Абсолютные и относительные ошибки измерения

Методологические умения

22	Интерпретировать данные экспериментов	механика – квантовая физика	КО	П	2
----	---------------------------------------	-----------------------------	----	---	---

Результаты выполнения:

Средний процент выполнения	КД	Средний процент по баллам		
		0 баллов	1 балл	2 балла
48,7	23,6	26,6	49,5	23,9

Для определения коэффициента трения в лабораторной работе ученик использовал деревянные линейку, брусок массой $m = (50 \pm 2)$ г и набор грузов с одинаковой массой $m = (100 \pm 2)$ г. В работе определяется модуль горизонтальной силы тяги, приложенной к бруску, при его равномерном скольжении по деревянной линейке. При этом в опытах брусок последовательно нагружался грузами из набора, а сила тяги измерялась в первых четырех опытах динамометром с пределами измерений $0 \div 1$ Н и ценой деления $0,02$ Н/дел., а в двух последних опытах динамометром с пределами измерений $0 \div 5$ Н и ценой деления $0,1$ Н/дел. Данные измерений указаны в таблице. Погрешность измерения силы тяги равна цене деления используемого в опыте динамометра. По небрежности ученик не указал в таблице погрешности измерений.

№ опыта	Масса бруска с грузами, г	Сила тяги, Н
1	50	0,12
2	150	0,38
3	250	0,62
4	350	0,89
5	450	1,1
6	550	1,4

Выберите два верных утверждения, соответствующих результатам данных опытов. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Абсолютная погрешность измерения массы в опыте № 2 составляет ± 4 г.
- 2) Абсолютная погрешность измерения силы тяги в опыте № 4 составляет $\pm 0,1$ Н.
- 3) Относительная погрешность измерения массы в опыте № 1 составляет более 10%.
- 4) Относительная погрешность измерения силы тяги одинакова во всех опытах.
- 5) Измерения массы в исследовании проводятся с меньшей относительной погрешностью, чем измерения силы тяги.

Ответ:

--	--