

## **Демонстрационный вариант**

2-й части комплексной независимой диагностики по физике для педагогических работников, реализующих образовательные программы среднего общего образования

### **Пояснение к демонстрационному варианту**

Демонстрационный вариант предназначен для проведения 2-ой части комплексной независимой диагностики по физике для учителей, преподающих в 10-11 классах (далее – 2-я часть комплексной диагностики по физике) и направлен на оценку сформированности умения объективно оценивать ответы на задания с развернутым ответом контрольных измерительных материалов (далее – КИМ) в форме единого государственного экзамена (далее – ЕГЭ) по физике с помощью метода балльно-критериальной оценки.

Назначение демонстрационного варианта заключается в том, чтобы дать возможность ознакомиться со структурой 2-й части комплексной диагностики по физике, количеством заданий, с их формой и уровнем сложности.

В демоверсии приведены образы изображений с ответами на задания с развернутым ответом КИМ в форме ЕГЭ по физике, критерии оценивания выполнения заданий и эталонные баллы оценивания ответов.

### **Инструкция по выполнению работы**

Продолжительность комплексной диагностики составляет 60 минут: 15 минут отводится на ознакомление с критериями оценивания, 45 минут – на выполнение работы.

2-я часть комплексной диагностики по физике проводится в компьютерной форме.

Каждый вариант 2-ой части комплексной диагностики по физике включает:

- 2 работы с развернутыми ответами на задания;
- 7 заданий КИМ в формате ЕГЭ по физике;
- 8 критериев оценивания заданий КИМ в форме ЕГЭ по физике, утвержденных ФГБНУ «ФИПИ».

Участнику комплексной диагностики необходимо оценить представленные работы в соответствии с критериями.

При проведении 2-й части комплексной диагностики по физике разрешены к использованию следующие дополнительные средства и материалы: непрограммируемый калькулятор.

Оценивание представленных работ осуществляется с помощью метода балльно-критериальной оценки, при котором каждому из содержательных критериев соответствует определенный балл.

Ответом на задание 2-й части комплексной диагностики является цифра, количество баллов по каждому критерию, соответствующее позиции оценивания

выполнения задания, выставленное участником комплексной диагностики по физике за представленные работы.

Ответы записываются в виде цифры в специальное поле для ответов «Балл»/«Ответ отсутствует», соответствующее позиции оценивания выполнения задания, ответ на который был внесен/не внесен в бланк ответов.

**Важно!** Если ответ на задание отсутствует в изображении бланка, то необходимо поставить знак «X» в соответствующее поле для ответов «Ответ отсутствует».

**Пример оформления ответа:**

<b>Задания/Критерии</b>	<b>Балл</b>	<b>Ответ отсутствует</b>
1	2	
2		X

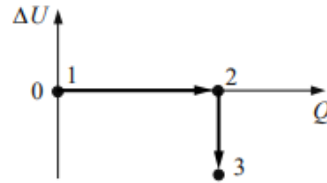
## Часть № 2

### Задание для участника 2-й части комплексной диагностики по физике:

оцените представленные работы на основе критериев оценивания, приведенных ниже, и внесите поставленный балл в поле для ответов.

24

В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится газ. Его переводят из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3, как показано на рисунке ( $\Delta U$  – изменение внутренней энергии газа,  $Q$  – переданное ему количество теплоты). Количество вещества газа постоянно. Меняется ли объём газа в процессе проведения опыта, и если меняется, то как? Ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



#### Возможное решение

1. В процессе  $1 \rightarrow 2$  газ получает положительное количество теплоты, но его внутренняя энергия не меняется. Следовательно, согласно первому началу термодинамики  $Q = \Delta U + A$  газ совершает положительную работу ( $A = Q > 0$ ), т.е. в данном процессе его объём увеличивается.
2. В процессе  $2 \rightarrow 3$  теплообмена газа с внешней средой нет (адиабата), но его внутренняя энергия уменьшается. Из первого начала термодинамики в данном случае получаем  $A = -\Delta U > 0$ , то есть газ в процессе  $2 \rightarrow 3$  совершает положительную работу. Следовательно, и этот процесс связан с расширением газа.
3. Ответ: переход газа из состояния 1 в состояние 3 всё время сопровождается увеличением его объёма

#### Критерии оценивания выполнения задания

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *изменение объёма газа, п. 3*), и полное верное объяснение (в данном случае: *п. 1–2*) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *получение тепла газом при неизменности его внутренней энергии на этапе  $1 \rightarrow 2$ , адиабатный процесс на следующем этапе, первое начало термодинамики*)

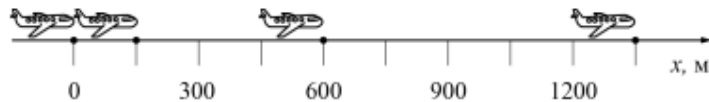
#### Баллы

3

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

25

Самолёт движется по взлётной полосе с ускорением. На рисунке точками показаны положения самолёта через каждые 10 с разгона. Найдите проекцию вектора ускорения самолёта на направление оси  $Ox$ . Покажите, что движение самолёта является равноускоренным.



#### Возможное решение

- Выберем систему отсчёта «взлётная полоса».
- Определим по рисунку положения самолёта:  $x_1 = 0$  м,  $x_2 = 150$  м,  $x_3 = 600$  м,  $x_4 = 1350$  м.
- Самолёт по полосе движется поступательно, значит, последовательные координаты кабины дают возможность определить проекции перемещения, совершаемого самолётом за последовательные равные промежутки времени, на ось  $Ox$ :  $s_1 = x_2 - x_1 = 150$  м,  $s_2 = x_3 - x_2 = 450$  м,  $s_3 = x_4 - x_3 = 750$  м, – которые относятся как 1 : 3 : 5.

4. Исходя из соотношения проекций перемещений, определённых по рисунку для движения самолёта в целом, заключаем, что он двигался равноускоренно, и в положении  $x_1 = 0$  м (в момент времени  $t = 0$  с) его скорость равна нулю.

- Рассмотрим проекцию перемещения за  $t = 30$  с:

$$s_{14} = x_4 - x_1 = 1350 \text{ м.}$$

При равноускоренном движении из состояния покоя имеем:

$$s_{14} = \frac{at^2}{2}.$$

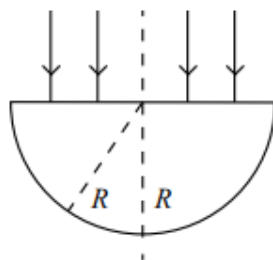
- Таким образом, искомая проекция ускорения на выбранное направление оси может быть вычислена как:

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 1350}{30^2} = 3 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $a = 3 \text{ м/с}^2$

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: указание на равноускоренный характер движения, формула для определения пути при равноускоренном движении);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	2

- 26 На плоскую поверхность плоско-выпуклой линзы, представляющей собой половину шара, падает по нормали широкий параллельный пучок света. Радиус шара  $R = 51$  мм, показатель преломления стекла  $n = 1,7$ . Определите максимальный диаметр  $D$  пучка света при его выходе из линзы через её сферическую поверхность. Отражённые лучи не рассматривать. Сделайте рисунок, показывающий ход лучей в линзе.



Возможное решение	
<p>Из геометрии рисунка видно, что <math>\frac{D}{2} = R \sin \alpha_{\text{пр}}</math>.</p> <p>Предельный угол полного внутреннего отражения <math>\alpha_{\text{пр}}</math> определяется законом преломления света: <math>\sin \alpha_{\text{пр}} = \frac{1}{n}</math>; следовательно,</p> $D = 2R \sin \alpha_{\text{пр}} = 2 \frac{R}{n} = 2 \frac{51}{1,7} = 60 \text{ мм.}$ <p>Ответ: <math>D = 60</math> мм</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: закон преломления света, явление полного внутреннего отражения);</p> <p>II) представлен правильный рисунок, показывающий ход лучей в линзе;</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) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	2

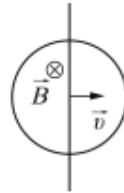
- 27 Теплоизолированный сосуд разделён неподвижной непроницаемой теплопроводной перегородкой на две равные части. В одной части сосуда находится гелий при температуре  $T_1$ , а в другой – аргон при температуре  $T_2 = 2T_1$ . Массы газов одинаковы. Найдите отношение давления гелия после установления теплового равновесия к его первоначальному давлению.

<b>Возможное решение</b>	
<p>1. Пусть объём всего сосуда равен <math>2V</math>. Запишем уравнение Менделеева – Клапейрона для гелия в начальный момент: <math>p_{\text{He}}V = \frac{m}{M_{\text{He}}}RT_1</math>, и после установления равновесия: <math>p'_{\text{He}}V = \frac{m}{M_{\text{He}}}RT</math>.</p> <p>2. Так как <math>Q = 0</math> и <math>A = 0</math>, то температура <math>T</math> системы в конечном состоянии определяется из первого начала термодинамики:</p> $\frac{3}{2}R\left(\frac{m}{M_{\text{He}}}T_1 + \frac{m}{M_{\text{Ar}}}T_2\right) = \frac{3}{2}R\left(\frac{m}{M_{\text{He}}} + \frac{m}{M_{\text{Ar}}}\right)T,$ <p>откуда <math>T = \frac{T_1M_{\text{Ar}} + T_2M_{\text{He}}}{M_{\text{Ar}} + M_{\text{He}}}</math>.</p> <p>3. Тогда, в соответствии с пунктом 1,</p> $\frac{p'_{\text{He}}}{p_{\text{He}}} = \frac{T}{T_1} = \frac{M_{\text{Ar}} + M_{\text{He}} \cdot T_2 / T_1}{M_{\text{Ar}} + M_{\text{He}}} = \frac{40 + 4 \cdot 2}{40 + 4} = \frac{12}{11} = 1,09.$ <p>Ответ: <math>\frac{p'_{\text{He}}}{p_{\text{He}}} = 1,09</math></p>	
<b>Критерии оценивания выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
<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>уравнение Клапейрона – Менделеева, условие теплового равновесия, первое начало термодинамики, формула внутренней энергии идеального одноатомного газа</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

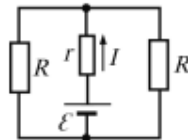
28

По проводящему кольцу, укрепленному на горизонтальной диэлектрической поверхности стола, скользит поступательно с постоянной скоростью  $v = 1$  м/с перемычка (см. рисунок). Кольцо и перемычка выполнены из одинакового провода с удельным сопротивлением  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м и площадью поперечного сечения  $S_0 = 6,8$  мм<sup>2</sup>. Кольцо находится в области однородного магнитного поля, вектор индукции  $\vec{B}$  которого направлен перпендикулярно плоскости кольца. В момент, когда перемычка пересекает центр кольца, как показано на рисунке, сила тока  $I$  в ней равна 1 А. Найдите модуль индукции магнитного поля  $B$ . Считать, что между перемычкой и кольцом обеспечен хороший электрический контакт.



### Возможное решение

1. Нарисуем эквивалентную схему электрической цепи для данного контура и перемычки.



Здесь  $\mathcal{E} = 2Bav$  – ЭДС индукции, возникающая в перемычке при её движении,  $r$  – сопротивление перемычки,  $R$  – сопротивление полукольца,  $a$  – радиус кольца.

2. Сопротивления перемычки и каждого полукольца тогда будут равны:

$$r = \frac{2\rho a}{S_0} \text{ и } R = \frac{\pi\rho a}{S_0}.$$

3. Так как в данной электрической цепи полукольца соединены параллельно, то их общее сопротивление вычисляется по формуле:

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \text{ и равно } R_0 = R / 2.$$

4. Тогда по закону Ома для полной цепи найдём силу тока через перемычку:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R/2} = \frac{4vBS_0}{\rho(4 + \pi)}.$$

Отсюда получим:

$$B = \frac{\rho I(4 + \pi)}{4vS_0} = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 1 \cdot (4 + 3,14)}{4 \cdot 1 \cdot 6,8 \cdot 10^{-6}} = 4,5 \text{ мТл}.$$

Ответ:  $B = 4,5$  мТл

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>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: закон электромагнитной индукции и закон Ома для полной цепи с параллельно соединёнными резисторами, формула для расчёта сопротивления);            II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);            III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);            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 имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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>	1

В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

29

Излучение лазера с длиной волны  $3,3 \cdot 10^{-7}$  м используется для плавления льда, температура которого  $0^\circ\text{C}$ , и нагревания полученной из него воды. Какую массу льда можно расплавить, а затем нагреть полученную воду до  $100^\circ\text{C}$  за время  $1,25 \cdot 10^4$  с, если лазер излучает  $10^{20}$  фотонов за 1 с, и все они поглощаются водой?

<b>Возможное решение</b>	
1. Энергия фотона $E_0 = \frac{hc}{\lambda}$ , а энергия всех фотонов, излучаемых за время $t$ , равна: $E = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{N}{\tau} \cdot t,$ где $N$ – число фотонов, излучаемых за время $\tau = 1$ с, $t$ – время проведения опыта.	
2. Количество теплоты, которое требуется для плавления льда и нагревания воды массой $m$ : $Q = Lm + c_{\text{вд}} m \Delta t,$ где $L$ – удельная теплота плавления льда, $c_{\text{вд}}$ – удельная теплоёмкость воды, $\Delta t$ – изменение температуры.	
3. По закону сохранения энергии получим: $\frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{N}{\tau} \cdot t = Lm + c_{\text{вд}} m \Delta t.$ Тогда масса льда равна: $m = \frac{Nhc t}{\tau(L + c_{\text{вд}} \Delta t)\lambda} = \frac{10^{20} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 1,25 \cdot 10^4}{1 \cdot (3,3 \cdot 10^5 + 4200 \cdot 100) \cdot 3,3 \cdot 10^{-7}} = 1 \text{ кг.}$ Ответ: $m = 1$ кг	

<b>Критерии оценивания выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
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: <i>формулы энергии фотона, количества теплоты для плавления льда и нагревания воды, закон сохранения энергии</i> ); 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); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.  И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.  И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.  И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2



Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

30

Жёсткая изогнутая трубка укреплена на платформе, находящейся на гладкой горизонтальной поверхности стола (см. рисунок). В трубке на расстоянии  $h = 90$  см от стола удерживают шарик, который может скользить по трубке без трения. Правый конец трубки горизонтален и находится на расстоянии  $\frac{1}{3}h$



от стола. Масса платформы с трубкой в 7 раз больше массы шарика. Система покоится. Шарик отпускают. Платформа приходит в поступательное движение без отрыва от стола. Найдите скорость вылетевшего из трубки шарика относительно стола. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

#### Возможное решение

##### Обоснование

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. Шарик и трубку на платформе можно считать материальными точками, так как размеры шарика малы по сравнению с платформой, а она движется поступательно.
2. При взаимодействии системы «шарик – трубка на платформе» в ИСО выполняется закон сохранения импульса в проекциях на горизонтальную ось, так как внешние силы (силы тяжести и сила реакции опоры) вертикальны в момент вылета шарика из трубки.
3. При движении шарика в трубке выполняется закон сохранения механической энергии, так как трубка гладкая, и работа силы реакции опоры равна нулю (эта сила в любой момент времени перпендикулярна скорости тела).

##### Решение

Согласно закону сохранения механической энергии для системы «шарик + платформа с трубкой», имеем

$$mg\left(h - \frac{h}{3}\right) = \frac{mV^2}{2} + \frac{MU^2}{2}, \text{ где } m \text{ и } M = 7m - \text{ массы шарика и трубки}$$

на платформе,  $V$  и  $U$  – их скорости в момент вылета шарика из трубки.

По закону сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось имеем  $0 = mV - MU$ .

$$\text{В итоге имеем: } V = \sqrt{\frac{7gh}{6}} = \sqrt{\frac{7 \cdot 10 \cdot 0,9}{6}} = 3,24 \text{ м/с.}$$

Ответ:  $V = 3,24$  м/с

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<b>Критерий 1</b>	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: <i>выбор ИСО, модель материальной точки, условия применимости законов сохранения импульса и сохранения механической энергии</i>	1
В обосновании отсутствует один или несколько из элементов. ИЛИ В обосновании допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
<b>Критерий 2</b>	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии</i> ); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.  Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ)	2

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	4

## Бланки ответов:

**ВНИМАНИЕ!** Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплексе

№24 1-2:  $\Delta U = \text{const} \Rightarrow$  работа не совершается  $\Rightarrow A=0 \Rightarrow$   
 $V$  не изменяется, поршень не движется.  
 (IЗ-н термодинамики:  $Q = \Delta U$  (все тепло на изм. вн. энер))  
 2-3:  $Q = \text{const}$ , ~~температура не изменяется~~  $\Rightarrow$  по  
 IЗ-ну термодинамики  $A = -\Delta U \Rightarrow$  внутренняя  
 энергия уменьшается  $\Rightarrow V$  увеличивается

№25

Дано:

$$t_1 = t_2 = t_3 = 10 \text{ с}$$

$$s_1 = 150 \text{ м}$$

$$s_2 = 450 \text{ м}$$

$$s_3 = 750 \text{ м}$$

$$a_1 = ?$$

$$a_2 = ?$$

$$a_3 = ?$$

Решение:

$$v_1 = \frac{s_1}{t_1}$$

$$v_2 = 45 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$v_1 = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_3 = 75 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a_2 = \frac{45 - 15}{10} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$150 \text{ м} - 10 \text{ с}$$

$$450 \text{ м} - 10 \text{ с}$$

$$750 \text{ м} - 10 \text{ с}$$

$$a_1 = \frac{2s}{t^2}$$

$$a_1 = \frac{2 \cdot 150 \text{ м}}{100 \text{ с}^2} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_3 = \frac{75 - 45}{10} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$\Rightarrow$  движение равноускоренное

Ответ:  $a = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

№27

Дано:

$$T_2 = 2T_1$$

$$m_1 = m_2$$

$$\frac{p_2}{p_1} = ?$$

$$p_2$$

Решение:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\left( \div \right) \Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{\nu R T_2}{\nu R T_1}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 2$$

$$p = nkT$$

№28. Дано

$$U = 1 \text{ В}$$

$$S_0 = 6,8 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$$

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Ом} \cdot \text{м}}{\text{м}}$$

$$I = 1 \text{ А}$$

$$B = ?$$

См

Решение:

$$B = \frac{F}{Il} \Rightarrow l = \frac{F}{BI}$$

$$R = \frac{\rho l}{S} \Rightarrow l = \frac{RS}{\rho}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{F}{BI} &= \frac{RS}{\rho} \\ \Rightarrow BI &= \frac{\rho S}{R} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{F}{BI} = \frac{\rho S}{R}$$

$$R = \frac{\rho S}{BI}$$

$$B = \frac{F \rho}{R \cdot S I} = \frac{F \rho}{U \cdot S}$$

$\Rightarrow$

№29

$$\lambda = 3,3 \cdot 10^7 \text{ м}$$

$$t_1 = 0^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ \text{C}$$

$$t = 1,25 \cdot 10^4 \text{ с}$$

$$N = 10^{20}$$

$m_\lambda = ?$

Решение:

$$Q_1 = \lambda m \Rightarrow m = \frac{Q}{\lambda}$$

$$Q_2 = cm\Delta t$$

$$Q_1 + Q_2 = E$$

$$\lambda m_\lambda + cm_\lambda \Delta t = \frac{hc}{\lambda} \cdot N$$

$$m(\lambda + c\Delta t) = \frac{hc}{\lambda} \cdot N$$

$$m = \frac{hc \cdot N}{\lambda(\lambda + c\Delta t)}$$

$$m = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{20} \cdot 1,25 \cdot 10^4}{3,3 \cdot 10^7 (3,3 \cdot 10^7 + 4,2 \cdot 10^3 \cdot 100)} = \frac{2,475 \cdot 10^{-38}}{7,5 \cdot 10^5} = 0,8 \cdot 10^{-38} \text{ кг}$$

Ответ:  $0,8 \cdot 10^{-38} \text{ кг}$

Ответ:  $10^{-14} \text{ кг}$

↓ общее кол-во фотонов за все время  
 $N = N_0 \cdot t$

$$N = 10^{20} \cdot 1,25 \cdot 10^4 \text{ с} = 1,25 \cdot 10^{24}$$

№30.

$$h = 90$$

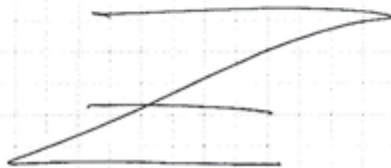
~~$$mgh_1$$~~

$$(m_{ш} + 7m_{ш})gh_1 = m_{ш}v_{ш} + m_{ш}gh_2$$

$$8m_{ш}gh = m_{ш}v_{ш} + \frac{m_{ш}gh}{3}$$

$$v_{ш} = \frac{m_{ш}gh}{3} - 8m_{ш}gh$$

$$m_{ш}$$



**Ответ участника 2-й части комплексной диагностики по физике:**

<b>Задания/Критерии</b>	<b>Балл</b>	<b>Ответ отсутствует</b>
<b>24</b>	1	
<b>25</b>	0	
<b>26</b>		x
<b>27</b>	0	
<b>28</b>	0	
<b>29</b>	2	
<b>30К1</b>	0	
<b>30К2</b>	0	