

## Вариант № 1151

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

## С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Решения заданий 27–32 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 экзаменуемым ответа выставляется от 0 до 2 баллов за задание 28 и от 0 до 3 баллов за задания 27 и 29–32.

27

Два одинаковых лазера освещают узкими пучками красного света два одинаковых тела, имеющих первоначально одинаковые температуры. Первое тело фиолетового цвета, а второе красного. Опираясь на законы квантовой и молекулярной физики, объясните, температура какого из тел будет выше через некоторый большой промежуток времени.

## Возможный ответ

1. Излучаемые лазером фотоны, падая на поверхность тела, будут в основном отражаться, если цвет светового пучка совпадает с цветом тела. Если же цвет пучка отличается от цвета тела, то большинство фотонов будет поглощаться телом.
2. Таким образом, большая часть фотонов красного цвета, падающих на красное тело, будет от него отражаться, а фиолетовое тело большую часть фотонов красного цвета будет поглощать. В основном энергия светового пучка будет поглощаться фиолетовым телом и пойдёт на увеличение его внутренней энергии.
3. Следовательно, температура тела фиолетового цвета будет выше

## Критерии оценивания выполнения задания

## Баллы

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *п. 3*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *корпускулярная природа света, поглощение света телом, переход световой энергии во внутреннюю*)

3

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков:

2

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.)

И (ИЛИ)

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.

И (ИЛИ)

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.).

И (ИЛИ)

В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения

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.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.

ИЛИ

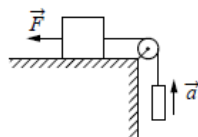
Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

1

0

- 28 Груз массой 1 кг, находящийся на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой 0,25 кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила  $\vec{F}$ , равная по модулю 7 Н (см. рисунок). Второй груз движется из состояния покоя с ускорением 0,8 м/с<sup>2</sup>, направленным вверх. Каков коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола?



Возможное решение

Запишем второй закон Ньютона для грузов в проекциях на вертикальную и горизонтальную оси:  $Ma = F - T - F_{\text{тр}}$ ;  $0 = N - Mg$ ;  $ma = T - mg$ , где  $M$  и  $m$  – массы грузов, лежащего на столе (первого) и подвешенного на нити (второго) соответственно;  $T$  и  $F_{\text{тр}} = \mu N$  – соответственно сила натяжения нити и сила трения скольжения, действующие на груз, лежащий на столе. В уравнениях учтено, что модули ускорений грузов одинаковы, так как нить нерастяжима. Кроме того, модули сил натяжения нити, действующих на грузы, одинаковы, так как блок – идеальный, а нить – лёгкая.

$$\text{В итоге получим: } \mu = \frac{F - mg - (M + m)a}{Mg} = \frac{7 - 0,25 \cdot 10 - (1 + 0,25) \cdot 0,8}{1 \cdot 10} = 0,35.$$

Ответ:  $\mu = 0,35$

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  
I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *второй закон Ньютона для двух тел, формула для силы трения скольжения*);  
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);

2

III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  
IV) представлен правильный ответ

Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях.

1

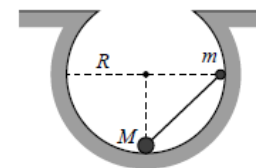
ИЛИ

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

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла

0

- 29 Небольшие шарики, массы которых  $m = 20$  г и  $M = 40$  г, соединены лёгким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку радиусом  $R = 20$  см. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображённом на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. На какую максимальную высоту  $H$  поднимется нижний шарик?



Возможное решение

Полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергий, сохраняется, так как выемка гладкая, и работа сил реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скоростям шариков, равна нулю:

$$E = E_{\text{кин}} + E_{\text{пот}} = \text{const.}$$

В начальный момент и в момент, когда шарик  $M$  окажется на максимальной высоте  $H$ , кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому её потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова:

$$E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = E_{\text{пот}}^{\text{конечн.}}$$

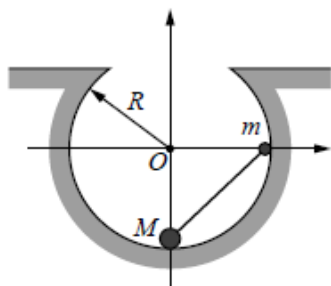


Рис. 1

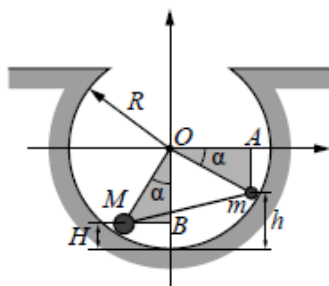


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рис. 1, а конечное – на рис. 2.

Будем отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки. Тогда начальная потенциальная энергия системы  $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = mgR$ , а её конечная потенциальная энергия  $E_{\text{пот}}^{\text{конечн.}} = mgh + MgH$ . Закон сохранения энергии приводит к уравнению

$$mgR = mgh + MgH,$$

из которого можно найти  $H = \frac{m}{M}(R - h)$ , если учесть зависимость  $h = h(H)$ .

Чтобы её найти, заметим, что в равных друг другу прямоугольных треугольниках  $OmA$  и  $OMB$   $MB = mA = R - h$ ,  $OA = OB = R - H$ ,  $OM = Om = R$ , и воспользуемся теоремой Пифагора:

$$(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2.$$

Отсюда следует:  $(R - h)^2 = H(2R - H)$ .

Подставим сюда выражение  $(R - h) = \frac{M}{m}H$ , полученное из закона сохранения энергии, и получим при  $H \neq 0$  высоту подъёма

$$H = R \frac{2m^2}{m^2 + M^2}.$$

Подставляя сюда значения физических величин, получим:

$$H = 20 \frac{2 \cdot 20^2}{20^2 + 40^2} = \frac{40}{5} = 8 \text{ см.}$$

Ответ:  $H = 8 \text{ см}$

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: закон сохранения механической энергии, геометрические соотношения);</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) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному 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, проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие <b>пунктам II или III</b>, 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 <b>пункт V</b>, или в нём допущена</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 задачи, без</p>	1

каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	
ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 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

30

Свинцовая пуля, летящая со скоростью 350 м/с, ударяется о свинцовую плиту и застревает в ней. Температура пули перед ударом равна 330 К. Какая часть механической энергии пули перешла в её внутреннюю энергию, если при ударе 40% пули расплавилось? Температура плавления свинца равна 327 °С.

Возможное решение	
<p>При ударе пули о плиту часть её кинетической энергии перешла во внутреннюю, в результате чего пуля нагрелась до температуры плавления и часть её расплавилась: <math>\eta = \frac{Q}{E_K} = \frac{Q_1 + Q_2}{E_K}</math>, где <math>Q_1 = cm(T_{пл} - T)</math> – количество теплоты, необходимое для нагревания пули до температуры плавления, <math>Q_2 = k\lambda m</math> – количество теплоты, необходимое для плавления <math>k</math>-й части пули, <math>E_K = \frac{mV^2}{2}</math> – кинетическая энергия пули.</p> <p>В результате: <math>\frac{\eta mV^2}{2} = cm(T_{пл} - T) + k\lambda m</math>.</p> <p>Окончательно получим:</p> $\eta = \frac{2(c(T_{пл} - T) + k\lambda)}{V^2} = \frac{2(130 \cdot (327 + 273 - 330) + 0,4 \cdot 25 \cdot 000)}{350^2} \approx 0,736 = 73,6\%.$ <p>Ответ: <math>\eta \approx 73,6\%</math></p>	

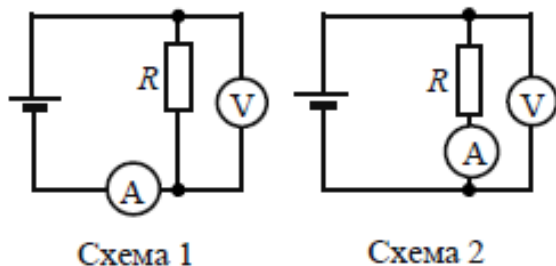
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формулы кинетической энергии, количества теплоты, требуемого для нагревания и плавления тела; закон сохранения энергии</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) 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, 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 (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 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 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 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

31

Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно  $R$ , сопротивление амперметра равно  $\frac{1}{10}R$ , сопротивление вольтметра равно  $9R$ . Найдите отношение  $\frac{U_1}{U_2}$  показаний вольтметра в схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



Возможное решение

Пусть  $R_A$  – сопротивление амперметра;  $R_V$  – сопротивление вольтметра;  $\mathcal{E}$  – ЭДС источника. В схеме 1 сопротивление внешней цепи  $R_0 = R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$ , внутреннее сопротивление источника равно нулю, поэтому показание амперметра  $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_0}$ .

Показание вольтметра  $U_1 = \mathcal{E} - I_1 R_A = \mathcal{E} \left( 1 - \frac{R_A}{R_0} \right)$ .

В схеме 2 внутреннее сопротивление источника равно нулю, поэтому напряжение на вольтметре  $U_2 = \mathcal{E}$ .

$\frac{U_1}{U_2} = 1 - \frac{R_A}{R_0} = \frac{R R_V}{R R_A + R R_V + R_A R_V}$ . Подставляя значения сопротивлений, получим:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R \cdot 9R}{R \cdot 0,1R + R \cdot 9R + 0,1R \cdot 9R} = 0,9$ .

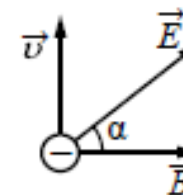
Ответ:  $\frac{U_1}{U_2} = 0,9$

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: закон Ома для участка цепи и для полной цепи, формулы для расчёта сопротивления при параллельном и последовательном соединениях проводников); 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, 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, проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.	2

<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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения 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 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 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

32

Точечный отрицательный заряд  $q = -8 \cdot 10^{-12}$  Кл движется в однородных электрическом и магнитном полях, направленных под углом  $\alpha = 30^\circ$  друг к другу. Напряжённость электрического поля  $E = 2000$  В/м; индукция магнитного поля  $B = 0,03$  Тл. В некоторый момент времени скорость  $\vec{v}$  заряда, равная по величине  $2 \cdot 10^5$  м/с, лежит в плоскости векторов  $\vec{B}$  и  $\vec{E}$  и перпендикулярна вектору  $\vec{B}$  (см. рисунок). Найдите величину результирующей силы, действующей на заряд со стороны электромагнитного поля в этот момент времени.



Возможное решение	
<p>Сила, действующая на заряд со стороны электрического поля, направлена противоположно вектору <math>\vec{E}</math>. Величина силы определяется формулой <math>F_1 =  q E</math>.</p> <p>Сила Лоренца, действующая на заряд со стороны магнитного поля, направлена по правилу левой руки перпендикулярно плоскости чертежа «к наблюдателю». Величина силы определяется формулой <math>F_2 =  q vB \sin 90^\circ =  q vB</math>.</p> <p>По теореме Пифагора величина результирующей силы <math>F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} =  q \sqrt{E^2 + (vB)^2}</math>.</p> <p><math>F = 8 \cdot 10^{-12} \cdot \sqrt{2000^2 + (2 \cdot 10^5 \cdot 0,03)^2} \approx 5 \cdot 10^{-8}</math> Н.</p> <p>Ответ: <math>F \approx 5 \cdot 10^{-8}</math> Н</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>Г) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формулы для силы, действующей на заряд в электрическом поле, силы Лоренца и величины результирующей силы);</p> <p>П) 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) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p>	3

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	
<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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0