

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

C1 Деревянный брусок плавает на поверхности воды в миске. Миска покоится на поверхности земли. Что произойдет с глубиной погружения бруска в воду, если миска будет стоять на полу лифта, который движется с ускорением, направленным вертикально вверх? Ответ поясните, используя физические закономерности.

Образец возможного решения

- Сила Архимеда, которая поддерживает брусок на поверхности воды, равна по модулю весу вытесненной бруском воды.
- Когда брусок, вода и миска покоятся относительно Земли, одна и та же сила Архимеда уравнивает силу тяжести как в случае плавающего бруска, так и в случае вытесненной им воды. Поэтому масса бруска и масса вытесненной им воды одинаковы.
- Когда брусок, вода и миска покоятся относительно друг друга, но движутся с ускорением относительно Земли, одна и та же сила Архимеда вместе с силой тяжести сообщает одно и то же ускорение как плавающему бруску, так и воде в объеме, вытесненном бруском, что приводит к соотношению:

$$\vec{F}_A = m(\vec{a} - \vec{g}) = m_{\text{вытесн.воды}}(\vec{a} - \vec{g}),$$

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

- Поскольку масса бруска одна и та же, масса вытесненной им воды в обоих случаях одинакова. Вода практически несжимаема, поэтому плотность воды в обоих случаях одинакова. Значит, объем вытесненной воды не изменяется, глубина погружения бруска в лифте остается прежней.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае – <i>неизменность глубины погружения бруска в воду, п.4</i>), и полное верное объяснение (в данном случае – <i>п.1–3</i>) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – <i>сохранение глубины погружения бруска, второй закон Ньютона, закон Архимеда</i>).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ — Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ — Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев: — Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ. ИЛИ — Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан. ИЛИ — Представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C2 В тело массой 4,8 кг, лежащее на гладком участке горизонтальной поверхности, попадает снаряд массой 0,2 кг, летящий под углом 60° к горизонту со скоростью 40 м/с, и застревает в нем. Попав на шероховатую часть поверхности, тело проходит до остановки путь, равный 12 см. Определите коэффициент трения скольжения между телом и поверхностью.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Закон сохранения проекции импульса системы "тело+снаряд" на горизонтальное направление: $m v \cos \alpha = (M+m)u$; где m – масса снаряда, M – масса тела.

На шероховатой поверхности вся кинетическая энергия составного тела теряется из-за работы силы трения: $F_{\text{тр}} \cdot S = (M + m) \frac{u^2}{2}$;

формула для силы трения: $F_{\text{тр}} = \mu(M + m)g$.

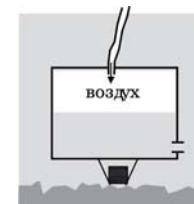
Для коэффициента трения ответ в общем виде: $\mu = \frac{1}{2gS} \left(\frac{v \cos \alpha}{1 + \frac{M}{m}} \right)^2$ и

числовой ответ: $\mu \approx 0,26$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – закон сохранения проекции импульса, изменение кинетической энергии за счет работы силы трения, формула расчета силы трения скольжения);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (с указанием единиц измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <p>— В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</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, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— В решении отсутствует <u>ОДНА</u> 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 <u>ОДНОЙ</u> из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1

С3

В понтон, лежащий на дне моря, закачивается сверху воздух. Вода вытесняется из понтона через нижнее отверстие (см. рисунок), и когда объем воздуха в понтоне достигает 28 м^3 , понтон всплывает вместе с прикрепленным к нему грузом. В момент начала подъема расстояние от поверхности воды в понтоне до поверхности воды в море равно $73,1 \text{ м}$. Масса оболочки понтона 2710 кг . Определите массу поднимаемого груза. Температура воды равна 7°C , атмосферное давление на уровне моря равно 10^5 Па . Объемом груза и стенок понтона пренебречь.



Образец возможного решения

Понтон с грузом начнет всплывать при условии: $\rho Vg = Mg + m_2g + m_g$, где M и m_2 – масса оболочки понтона и масса груза, V и m_g – объем и масса воздуха в понтоне, ρ – плотность воды. Следовательно,

$$m_2 = \rho V - M - m_g.$$

Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона, для воздуха в понтоне имеем:

$$pV = \frac{m_B}{\mu} RT,$$

причем давление воздуха равно давлению воды на заданной глубине h : $p = p_a + \rho gh$, где p_a – атмосферное давление. Отсюда:

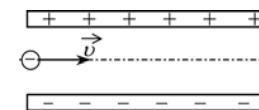
$$m_B = \frac{\mu V}{RT} (p_a + \rho gh) = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 28}{8,31 \cdot 280} (1 + 7,3) \cdot 10^5 \approx 290 \text{ (кг)}. \text{ Следовательно,}$$

$$m_2 = 10^3 \cdot 28 - 2,7 \cdot 10^3 - 0,29 \cdot 10^3 \approx 25 \cdot 10^3 \text{ (кг)}. \text{ Ответ: } M = 25 \cdot 10^3 \text{ кг.}$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>второй закон Ньютона, уравнение Менделеева–Клапейрона и формула расчета давления на заданной глубине</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (с указанием единиц измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <p>— В <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <p>— Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— В решении отсутствует <u>ОДНА</u> 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 <u>ОДНОЙ</u> из исходных формул, необходимых для решения задачи (или 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

С4

Пылинка, имеющая массу 10^{-8} г и заряд $(-1,8) \cdot 10^{-14}$ Кл, влетает в электрическое поле конденсатора в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Чему должна быть равна минимальная скорость, с которой влетает пылинка в конденсатор, чтобы она смогла пролететь его насквозь? Длина пластин конденсатора 10 см, расстояние между пластинами 1 см, напряжение на пластинах конденсатора 5000 В. Силой тяжести пренебречь. Система находится в вакууме.



Образец возможного решения

Сила, действующая на частицу в конденсаторе со стороны поля:
 $F_{эл} = E |q|$.

Связь напряженности электрического поля с напряжением на пластинах конденсатора $E = \frac{U}{d}$, второй закон Ньютона: $F_{эл} = ma$, или $Eq = ma$.

Проекция ускорения движения тела на вертикальную ось OY, направленную вверх: $a = \frac{2s}{t^2} = \frac{d}{t^2}$, где d – расстояние между пластинами.

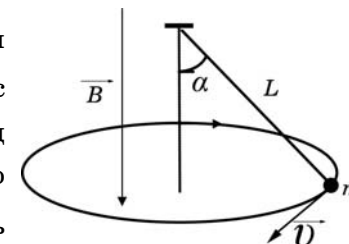
Проекция скорости движения частицы на горизонтальную ось OX: $v = \frac{l}{t}$, где l – длина пластин конденсатора.

Ответ в общем виде: $v = \frac{l}{d} \sqrt{\frac{U|q|}{m}}$ и числовой ответ: $v = 30$ м/с.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: — верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – второй закон Ньютона, выражение для силы, действующей на заряженную частицу в электрическом поле, формулы для расчета ускорения и скорости частицы); — представлены необходимые математические преобразования, расчеты, приводящие к правильному числовому ответу; ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков: — В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка. ИЛИ — Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены. ИЛИ — Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде. ИЛИ — Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2
<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, и ответа. 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 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

С5

Положительно заряженный шарик массой m подвешен на нити длиной L и равномерно движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} (см. рисунок). Заряд шарика q . Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$. Найдите угловую скорость равномерного обращения шарика по окружности.



Образец возможного решения	
<p>Шарик движется под действием силы тяжести, силы Лоренца и силы упругости нити. II-й закон Ньютона: $ma = T \sin \alpha - qvB$, $T \cos \alpha = mg$.</p> <p>Центростремительное ускорение: $a = \frac{v^2}{L \sin \alpha}$.</p> <p>Решая квадратное уравнение, находим выражение для скорости равномерного движения $v = \sqrt{\left(\frac{qBL \sin \alpha}{2m}\right)^2 + gL \tan \alpha} - \frac{qBL \sin \alpha}{2m}$. Угловая скорость $\omega = \frac{v}{L \sin \alpha}$, следовательно, $\omega = \sqrt{\left(\frac{qB}{2m}\right)^2 + \frac{2g}{L}} - \frac{qB}{2m}$.</p>	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1. верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — второй закон Ньютона, формулы для силы Лоренца, центростремительного ускорения и взаимосвязи линейной и угловой скоростей); 2. проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).</p>	3

Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:

— В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.

ИЛИ

— Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.

ИЛИ

— Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде.

ИЛИ

— Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.

2

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, и ответа.

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 утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

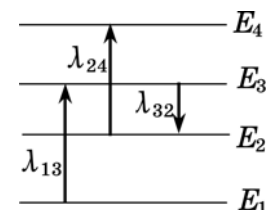
1

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

0

С6

На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250$ нм. Какова величина λ_{13} , если $\lambda_{32} = 545$ нм, $\lambda_{24} = 400$ нм?



Образец возможного решения

Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона. То есть $\lambda_0 = \lambda_{41}$, и $\nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,5 \cdot 10^{-7}} = 1,2 \cdot 10^{15}$ (Гц).

$$\text{Имеем: } \nu_{42} = \frac{c}{\lambda_{42}} = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-7}} = 0,75 \cdot 10^{15} \text{ (Гц);}$$

$$\nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}} = \frac{3 \cdot 10^8}{5,45 \cdot 10^{-7}} \approx 0,55 \cdot 10^{15} \text{ (Гц).}$$

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней.

$$\text{Поэтому } \nu_{13} = \nu_{14} - \nu_{24} + \nu_{32} = 1 \cdot 10^{15} \text{ Гц, } \lambda_{13} = \frac{c}{\nu_{13}} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^{15}} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> — правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>формула для частоты излучаемого атомом света, формула связи частоты и длины волны, постулаты Бора</i>); — проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями). 	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> — В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка. <p>ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> — Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены. <p>ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> — Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде. <p>ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> — Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа. 	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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, и ответа. <p>ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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>ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> — В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. 	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0