

Министерство науки и высшего образования РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада
2021-2022
ФИЗИКА
8 класс

1 Вариант. II этап.

Задача 1

Воздушный шар пролетает расстояние между двумя населёнными пунктами за $t_1=10$ часов, а дрон за $t_2=5$ часов. За какое время дрон пролетит обратный маршрут? Считать, что в этой местности дует постоянный ветер, направленный вдоль линии, соединяющей населённые пункты. Воздушный шар летит со скоростью ветра. Дрон летит с постоянной скоростью относительно воздуха.

Решение:

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
Пусть V – скорость дрона относительно воздуха, U – скорость воздуха, S – расстояние между населёнными пунктами. Тогда по условию: 1) $t_1 = \frac{S}{U}$	2
Абсолютная скорость движения дрона V_1 определяется суммой его относительной и переносной скоростей с учётом направления (идея может использоваться неявно – балл ставить). Первый вариант: 2) $V_1 = V - U$	2
Тогда по условию: 3) $t_2 = \frac{S}{V-U}$	2*
Искомое время: 4) $t_3 = \frac{S}{V+U}$	2*
Решая совместно 1), 3) и 4) 5) $t_3 = \frac{t_1 t_2}{t_1 + 2t_2} = 2.5$ ч	6**
Например, 1), 3) и 4) получим: $U = \frac{S}{t_1}$, $V - U = \frac{S}{t_2}$, $V + U = \frac{S}{t_3}$. Откуда, $V + U = \frac{S}{t_2} + \frac{2S}{t_1} = \frac{S}{t_3}$ или $\frac{1}{t_2} + \frac{2}{t_1} = \frac{1}{t_3}$. Окончательно, $t_3 = \frac{t_1 t_2}{t_1 + 2t_2}$	
Второй вариант: 6) $V_2 = V + U$	1
В этом случае: 7) $t_2 = \frac{S}{V+U}$	1
8) $t_3 = \frac{S}{V-U}$	1
Решая совместно 1), 7) и 8) 5) $t_3 = \frac{t_1 t_2}{t_1 - 2t_2} = \infty$ - время движения бесконечно большое	3

Итого	20
* Если участник верно рассмотрел один вариант (даже второй) и получил, что ответа нет – максимальный итоговый балл за задание 14.	
** Если в процессе решения участник получил верные промежуточные результаты, например, соотношение скоростей: $V = 3U$ – в первом случае, и $V = U$ во втором, но при этом не получил конечное значение для t_3 . Разумно за первый результат дать 2 балла за первый результат, и 1 балл за второй.	

Задача 2

В теплоизолированный сосуд поместили лёд с начальной массой $m_1 = 400$ г и температурой $t_1 = -15$ °С и воду с начальной массой $m_2 = 100$ г и температурой $t_2 = 40$ °С. Определите температуру в сосуде и среднюю плотность содержимого сосуда после установления теплового равновесия.

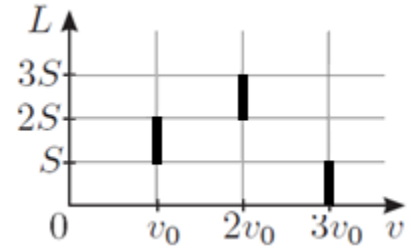
Удельная теплоёмкость льда $c_1 = 2,1$ кДж/(кг·К), воды $c_2 = 4,2$ кДж/(кг·К). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Плотность льда $\rho_1 = 900$ кг/м³, плотность воды $\rho_2 = 1000$ кг/м³.

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
Для нагревания льда до температуры плавления потребуется тепло в количестве: 1) $Q_1 = m_1 c_1 (0 - t_1) = 12600$ Дж	2
При остывании воды до температуры кристаллизации вода отдаст тепло в количестве: 2) $Q_2 = m_2 c_2 (t_2 - 0) = 16800$ Дж	2
3) Из того, что $Q_2 > Q_1$ следует, что весь лёд нагреется до температуры плавления и тепло в количестве $Q_2 - Q_1 = 4200$ Дж пойдёт на плавление льда.	2
Для полного плавления льда необходимо тепло в количестве: 4) $Q_3 = m_1 \lambda = 132000$ Дж	2
5) Из того, что $Q_2 - Q_1 < Q_3$ следует, что не весь лёд растает, следовательно установившаяся температура в сосуде 0 °С	2
Количество расплавившегося льда: 6) $\Delta m = \frac{Q_2 - Q_1}{\lambda} = \frac{4200}{330000} = 12.7$ г	3
Объём содержимого в сосуде складывается из объёма льда массой ($m_1 - \Delta m$) и объёма воды массы ($m_2 + \Delta m$): 7) $V = \frac{m_1 - \Delta m}{\rho_1} + \frac{m_2 + \Delta m}{\rho_2} = 0.000543$ м ³	3
Средняя плотность содержимого: 8) $\rho = \frac{m_1 + m_2}{V} = \frac{0.5}{0.000543} = 921 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0.92075 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 0.921 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ Получать общую формулу нет необходимости, и в условии этого не требовалось, однако, если участник получил общую формулу, но ошибся в расчётах – ставить 2 балла	4*
Итого	20

* В условии была допущена ошибка в размерности плотностей: вместо г/см^3 указана кг/м^3 . Комментарий был направлен участникам. Поэтому одинаково в 4 балла оцениваются ответы $0.921 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ и $0.921 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Задача 3

На графике представлена зависимость пройденного роботом пути L от скорости его движения v . $v_0 = 33 \text{ км/ч}$. Найдите среднюю скорость робота на всём пути.



Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
Среднюю скорость робота на всём пути можно рассчитать, как отношение всего пройденного пути $3S$ к полному времени движения t : 1) $V_{\text{ср}} = \frac{3S}{t}$	3
Полное время движения t есть сумма времён движения на трёх участках: 2) $t = t_1 + t_2 + t_3$	2
Время движения на каждом участке определяется, как отношение пути, пройденного на соответствующем участке, к скорости прохождения участка: 3) $t_1 = \frac{S_1}{v_1}, t_2 = \frac{S_2}{v_2}, t_3 = \frac{S_3}{v_3}$	1+1+1
По графику: 4) $S_1 = S_2 = S_3 = S$	1+1+1
По графику: 5) $v_1 = 3v_0, v_2 = v_0, v_3 = 2v_0$	1+1+1
Решив совместно 1) – 5): 6) $V_{\text{ср}} = \frac{3S}{t} = \frac{3S}{\frac{S}{v_1} + \frac{S}{v_2} + \frac{S}{v_3}} = \frac{3}{\frac{1}{3v_0} + \frac{1}{v_0} + \frac{1}{2v_0}} v_0 = \frac{18}{11} v_0 = 54 \text{ км/ч}$	6*
* Если участник получил общую формулу, но ошибся при получении численного ответа – за этот критерий ставить 3 балла	
Итого	20

Задача 4

С помощью нерастяжимой невесомой нити и опоры однородная балка массы $M = 2$ кг и длиной $l = 1,2$ м уравновешена в горизонтальном положении (см. рисунок). На балку помещают небольшой груз массы $m = 7$ кг.



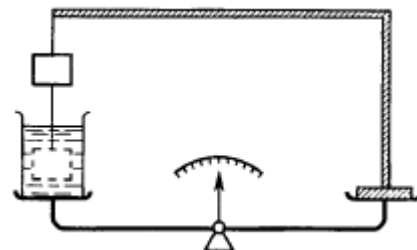
Определите расстояние между крайним правым и крайним левым устойчивыми положениями груза. Ответ выразите в см, округлив до десятых.

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
<p>Пусть x_1 – расстояние между крайним левым устойчивым положением груза на балке и левой опорой, а x_2 – расстояние между крайним правым устойчивым положением груза на балке и точкой закрепления нити. Тогда искомое расстояние:</p> <p>1) $x = x_1 + \frac{7}{10}l + x_2$</p>	
<p>2) В крайнем левом устойчивом положении груза на балке, балка начинает поворачиваться относительно точки опоры, значит в этом случае сила натяжения нити равна 0. А сила реакции в опоре – нет.</p>	1
<p>Правило моментов для расположения груза слева, относительно точки опоры:</p> <p>3) $mgx_1 = Mg \frac{4}{10}l$</p>	5
<p>Альтернативно можно рассмотреть любую другую точку для записи правила моментов, в этом случае для решения необходимо записать первое условие равновесия для сил для нахождения силы реакции в опоре. В этом случае запись одного уравнения – 3 балла, двух 5 баллов.</p>	
<p>Из 3):</p> <p>4) $x_1 = \frac{4}{10}l \frac{M}{m} = \frac{8}{7} \frac{l}{10}$</p>	1
<p>Выполним проверку того, что груз находится на балке:</p> <p>5) $x_1 < \frac{l}{10}$ – условие не выполняется, значит при подстановке в 1) следует считать, что $x_1 = \frac{l}{10}$</p>	2
<p>6) В крайнем правом устойчивом положении груза на балке, балка начинает поворачиваться относительно точки подвеса на нити, значит в этом случае сила реакции опоры равна 0. А сила натяжения нити – нет.</p>	1
<p>Правило моментов для расположения груза справа, относительно точки подвеса на нити:</p> <p>7) $mgx_2 = Mg \frac{3}{10}l$</p>	5
<p>Альтернативно можно рассмотреть любую другую точку для записи правила моментов, в этом случае для решения необходимо записать первое условие равновесия для сил для нахождения силы натяжения нити. В этом случае запись одного уравнения – 3 балла, двух 5 баллов.</p>	

Из 7): 8) $x_2 = \frac{3}{10} l \frac{M}{m} = \frac{6}{7} \frac{l}{10}$	1
Выполним проверку того, что груз находится на балке: 9) $x_2 < \frac{2l}{10}$ – условие выполняется, значит при подстановке в 1) следует считать, что $x_2 = \frac{6}{7} \frac{l}{10}$	2
Окончательно: 10) $x = \frac{l}{10} + \frac{7}{10} l + \frac{6}{7} \frac{l}{10} = \frac{l}{10} \left(8 + \frac{6}{7} \right) = 106.3 \text{ см}$	2
Итого	20

Задача 5

Равноплечные рычажные весы показывают разницу масс правой и левой чаши (см. рисунок). На левую чашу весов помещают сосуд, заполненный водой, а на правую – штатив с закреплённым на нити грузом массы $m=1 \text{ кг}$. В начальный момент времени весы показывают нулевые значения. Затем длину нити увеличивают так, что груз может полностью опуститься в воду. Определите новые показания весов. В какую сторону сместится равновесие? Плотность груза $\rho_1 = 7,7 \text{ г/см}^3$, плотность воды $\rho_2 = 1,0 \text{ г/см}^3$. Вода не переливается через край.



Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
1) В начальный момент времени показания весов 0, следовательно, масса воды с сосудом равна массе штатива с грузом (идея может присутствовать неявно)	2
2) По рисунку видно, что груз опускается в воду, не касаясь дна. Значит величина силы давления на правую чашу весов уменьшится на величину силы Архимеда, действующей на груз.	2
Величина силы Архимеда, действующая на груз: 3) $F_{\text{арх}} = \rho_2 g V$, где V – объём груза, погруженного в воду	2
Поскольку $\rho_2 < \rho_1$, груз погрузится в воду полностью: 4) $V = \frac{m}{\rho_1}$	2
Тогда 5) $F_{\text{арх}} = \frac{\rho_2}{\rho_1} mg$	2
6) При этом сила давления на левую чашу весов увеличится на величину силы Архимеда, действующей на груз	2
7) Равновесие сместится в левую сторону	4
Новые показания весов: 8) $\Delta P = 2F_{\text{арх}} = 2 \frac{\rho_2}{\rho_1} mg = 2.6 \text{ Н}$	4
Итого	20

<p>* В условии была допущена ошибка в определении плотности груза и воды, кг/м^3 следует читать как г/см^3. Соответствующий комментарий был выслан участникам. Это может повлиять на некоторые промежуточные результаты – в этом случае их стоит оценивать в полный балл за критерий. Однако, это не приводит к изменению ответа.</p>	
---	--

Оценка задания №№ 1 – 5 по 20 баллов

Внимание!

Задача считается решённой, если, помимо правильного ответа, приведены необходимые объяснения. Решение оценивается поэтапно.

Желаем успеха!

Министерство науки и высшего образования РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада
2021-2022
ФИЗИКА
8 класс

2 Вариант. II этап.

Задача 1

Воздушный шар пролетает расстояние между двумя населёнными пунктами за $t_1=8$ часов, а дрон за $t_2=3$ часа. За какое время дрон пролетит обратный маршрут? Считать, что в этой местности дует постоянный ветер, направленный вдоль линии, соединяющей населённые пункты. Воздушный шар летит со скоростью ветра. Дрон летит с постоянной скоростью относительно воздуха.

Решение:

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
Пусть V – скорость дрона относительно воздуха, U – скорость воздуха, S – расстояние между населёнными пунктами. Тогда по условию: 1) $t_1 = \frac{S}{U}$	2
Абсолютная скорость движения дрона V_1 определяется суммой его относительной и переносной скоростей с учётом направления (идея может использоваться неявно – балл ставить). Первый вариант: 2) $V_1 = V - U$	2
Тогда по условию: 3) $t_2 = \frac{S}{V-U}$	2*
Искомое время: 4) $t_3 = \frac{S}{V+U}$	2*
Решая совместно 1), 3) и 4) 5) $t_3 = \frac{t_1 t_2}{t_1 + 2t_2} = \frac{12}{7}$ ч = 1ч 43 мин	6**
Например, 1), 3) и 4) получим: $U = \frac{S}{t_1}$, $V - U = \frac{S}{t_2}$, $V + U = \frac{S}{t_3}$. Откуда, $V + U = \frac{S}{t_2} + \frac{2S}{t_1} = \frac{S}{t_3}$ или $\frac{1}{t_2} + \frac{2}{t_1} = \frac{1}{t_3}$. Окончательно, $t_3 = \frac{t_1 t_2}{t_1 + 2t_2}$	
Второй вариант: 6) $V_2 = V + U$	1
В этом случае: 7) $t_2 = \frac{S}{V+U}$	1
8) $t_3 = \frac{S}{V-U}$	1
Решая совместно 1), 7) и 8) 5) $t_3 = \frac{t_1 t_2}{t_1 - 2t_2} = 12$ ч	3

Итого	20
* Если участник верно рассмотрел только один вариант (любой) максимальный итоговый балл за задание 14.	
** Если в процессе решения участник получил верные промежуточные результаты, например, соотношение скоростей: $3V = 11U$ – в первом случае, и $3V = 5U$ во втором, но при этом не получил конечное значение для t_3 . Разумно за первый результат дать 2 балла за первый результат, и 1 балл за второй.	

Задача 2

В теплоизолированный сосуд поместили лёд с начальной массой $m_1 = 800$ г и температурой $t_1 = -10$ °С и воду с начальной массой $m_2 = 100$ г и температурой $t_2 = 80$ °С. Определите температуру в сосуде и среднюю плотность содержимого сосуда после установления теплового равновесия.

Удельная теплоёмкость льда $c_1 = 2,1$ кДж/(кг·К), воды $c_2 = 4,2$ кДж/(кг·К). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Плотность льда $\rho_1 = 900$ кг/м³, плотность воды $\rho_2 = 1000$ кг/м³.

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
Для нагревания льда до температуры плавления потребуется тепло в количестве: 1) $Q_1 = m_1 c_1 (0 - t_1) = 16800$ Дж	2
При остывании воды до температуры кристаллизации вода отдаст тепло в количестве: 2) $Q_2 = m_2 c_2 (t_2 - 0) = 33600$ Дж	2
3) Из того, что $Q_2 > Q_1$ следует, что весь лёд нагреется до температуры плавления и тепло в количестве $Q_2 - Q_1 = 16800$ Дж пойдёт на плавление льда.	2
Для полного плавления льда необходимо тепло в количестве: 4) $Q_3 = m_1 \lambda = 264000$ Дж	2
5) Из того, что $Q_2 - Q_1 < Q_3$ следует, что не весь лёд растает, следовательно установившаяся температура в сосуде 0 °С	2
Количество расплавившегося льда: 6) $\Delta m = \frac{Q_2 - Q_1}{\lambda} = \frac{4200}{330000} = 50.9$ г	3
Объём содержимого в сосуде складывается из объёма льда массой $(m_1 - \Delta m)$ и объёма воды массы $(m_2 + \Delta m)$: 7) $V = \frac{m_1 - \Delta m}{\rho_1} + \frac{m_2 + \Delta m}{\rho_2} = 0.000983$ м ³	3
Средняя плотность содержимого: 8) $\rho = \frac{m_1 + m_2}{V} = \frac{0.5}{0.000543} = 915 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0.91535 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 0.915 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ Получать общую формулу нет необходимости, и в условии этого не требовалось, однако, если участник получил общую формулу, но ошибся в	4*

расчётах – ставить 2 балла	
Итого	20
* В условии была допущена ошибка в размерности плотностей: вместо г/см ³ указана кг/м ³ . Комментарий был направлен участникам. Поэтому одинаково в 4 балла оцениваются ответы $0.915 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ и $0.915 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	

Задача 3

На графике представлена зависимость пройденного роботом пути L от скорости его движения v . $v_0 = 11$ м/с. Найдите среднюю скорость робота на всём пути.	
---	--

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
Среднюю скорость робота на всём пути можно рассчитать, как отношение всего пройденного пути $3S$ к полному времени движения t : 1) $V_{\text{cp}} = \frac{3S}{t}$	3
Полное время движения t есть сумма времён движения на трёх участках: 2) $t = t_1 + t_2 + t_3$	2
Время движения на каждом участке определяется, как отношение пути, пройденного на соответствующем участке, к скорости прохождения участка: 3) $t_1 = \frac{S_1}{v_1}, t_2 = \frac{S_2}{v_2}, t_3 = \frac{S_3}{v_3}$	1+1+1
По графику: 4) $S_1 = S_2 = S_3 = S$	1+1+1
По графику: 5) $v_1 = 3v_0, v_2 = 2v_0, v_3 = v_0$	1+1+1
Решив совместно 1) – 5): 6) $V_{\text{cp}} = \frac{3S}{t} = \frac{3S}{\frac{S}{v_1} + \frac{S}{v_2} + \frac{S}{v_3}} = \frac{3}{\frac{1}{3v_0} + \frac{1}{2v_0} + \frac{1}{v_0}} v_0 = \frac{18}{11} v_0 = 18$ м/с	6*
* Если участник получил общую формулу, но ошибся при получении численного ответа – за этот критерий ставить 3 балла	
Итого	20

Задача 4

С помощью нерастяжимой невесомой нити и опоры однородная балка массы $M = 1$ кг и длиной $l = 1$ м уравновешена в горизонтальном положении (см. рисунок). На балку помещают небольшой груз массы $m = 3$ кг. Определите расстояние между крайним правым и крайним



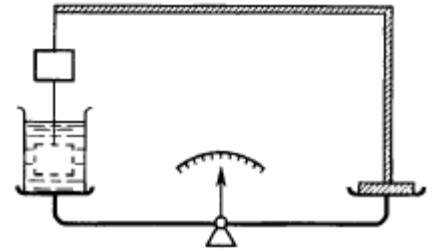
левым устойчивыми положениями груза. Ответ выразите в см, округлив до десятых.

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
<p>Пусть x_1 – расстояние между крайним левым устойчивым положением груза на балке и левой опорой, а x_2 – расстояние между крайним правым устойчивым положением груза на балке и точкой закрепления нити. Тогда искомое расстояние:</p> <p>1) $x = x_1 + \frac{5}{10}l + x_2$</p>	
<p>2) В крайнем левом устойчивом положении груза на балке, балка начинает поворачиваться относительно точки опоры, значит в этом случае сила натяжения нити равна 0. А сила реакции в опоре – нет.</p>	1
<p>Правило моментов для расположения груза слева, относительно точки опоры:</p> <p>3) $mgx_1 = Mg \frac{2}{10}l$</p>	5
<p>Альтернативно можно рассмотреть любую другую точку для записи правила моментов, в этом случае для решения необходимо записать первое условие равновесия для сил для нахождения силы реакции в опоре. В этом случае запись одного уравнения – 3 балла, двух 5 баллов.</p>	
<p>Из 3):</p> <p>4) $x_1 = \frac{2}{10}l \frac{M}{m} = \frac{2}{3} \frac{l}{10}$</p>	1
<p>Выполним проверку того, что груз находится на балке:</p> <p>5) $x_1 < \frac{3l}{10}$ – условие выполняется, значит при подстановке в 1) следует считать, что $x_1 = \frac{2}{3} \frac{l}{10}$</p>	2
<p>6) В крайнем правом устойчивом положении груза на балке, балка начинает поворачиваться относительно точки подвеса на нити, значит в этом случае сила реакции опоры равна 0. А сила натяжения нити – нет.</p>	1
<p>Правило моментов для расположения груза справа, относительно точки подвеса на нити:</p> <p>7) $mgx_2 = Mg \frac{3}{10}l$</p>	5
<p>Альтернативно можно рассмотреть любую другую точку для записи правила моментов, в этом случае для решения необходимо записать первое условие равновесия для сил для нахождения силы натяжения нити. В этом случае запись одного уравнения – 3 балла, двух 5 баллов.</p>	
<p>Из 7):</p> <p>8) $x_2 = \frac{3}{10}l \frac{M}{m} = \frac{1}{3} \frac{l}{10}$</p>	1
<p>Выполним проверку того, что груз находится на балке:</p> <p>9) $x_2 < \frac{2l}{10}$ – условие выполняется, значит при подстановке в 1) следует считать, что $x_2 = \frac{1}{3} \frac{l}{10}$</p>	2

Окончательно: 10) $x = \frac{2}{3} \frac{l}{10} + \frac{5}{10} l + \frac{1}{3} \frac{l}{10} = \frac{6l}{10} = 60.0 \text{ см}$	2
Итого	20

Задача 5

Равноплечные рычажные весы показывают разницу масс правой и левой чаши (см. рисунок). На левую чашу весов помещают сосуд, полностью заполненный водой, а на правую – штатив с закрепленным на нити грузом массы $m=1 \text{ кг}$. В начальный момент времени весы показывают нулевые значения. Затем длину нити увеличивают так, что груз может полностью опуститься в воду, не касаясь дна. Определите новые показания весов. В какую сторону сместится равновесие? Плотность груза $\rho_1 = 7,7 \text{ г/м}^3$, плотность воды $\rho_2 = 1,0 \text{ г/м}^3$. Высота стенок чаш мала.



Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
1) В начальный момент времени показания весов 0, следовательно, масса воды с сосудом равна массе штатива с грузом (идея может присутствовать неявно)	2
2) По рисунку видно, что груз опускается в воду, не касаясь дна. Значит величина силы давления на правую чашу весов уменьшится на величину силы Архимеда, действующей на груз.	2
Величина силы Архимеда, действующая на груз: 3) $F_{\text{арх}} = \rho_2 g V$, где V – объём груза, погруженного в воду	2
Поскольку $\rho_2 < \rho_1$, груз погрузится в воду полностью: 4) $V = \frac{m}{\rho_1}$	2
Тогда 5) $F_{\text{арх}} = \frac{\rho_2}{\rho_1} mg$	2
6) При погружении тела, из сосуда выльется вода, вес которой равен силе Архимеда. Следовательно сила давления на левую чашу весов не изменится. Это можно также показать исходя из того, что уровень жидкости не изменится.	2
7) Равновесие сместится в левую сторону	4
Новые показания весов: 8) $\Delta P = F_{\text{арх}} = \frac{\rho_2}{\rho_1} mg = 1.3 \text{ Н}$	4
Итого	20
* В условии была допущена ошибка в определении плотности груза и воды, кг/м^3 следует читать как г/см^3 . Соответствующий комментарий был выслан участникам. Это может повлиять на некоторые промежуточные результаты – в этом случае их стоит оценивать в полный балл за критерий. Однако, это не	

приводит к изменению ответа.	
------------------------------	--

Оценка задания №№ 1 – 5 по 20 баллов

Внимание!

Задача считается решённой, если, помимо правильного ответа, приведены необходимые объяснения. Решение оценивается поэтапно.

Желаем успеха!