

Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2013/14 учебный год)

7 класс

Количество задач – 3. Время, отводимое на выполнение - 90 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов **вне зависимости** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

Задача 7.1

Моторная лодка развивает скорость 10 км/ч. Из пункта А в пункт В можно добраться по озеру и по реке, оба пути одинаковой длины 120 км. Лодочник должен проехать туда и обратно, либо по реке, либо по озеру. Какой способ быстрее, если скорость течения реки 2 км/ч?

Решение:

Путь туда и обратно по озеру будет длиться $120/10 + 120/10 = 24$ часа, тогда как по реке это будет $120/12 + 120/8 = 25$ часов. Поэтому добраться быстрее по озеру.

Критерии оценивания:

Записана формула или видно из работы школьника, что скорость - это расстояние, деленное на время - 1 балл

Найдено время пути по озеру - 3 балла

Найдено время пути по реке по течению - 2 балла

Найдено время пути по реке против течения - 2 балла

Сделано сравнение и получен правильный ответ - 2 балла

Задача 7.2

Китайскому крестьянину нужно построить плот. Крестьянин знает, что хороший плот получается из 40 цельных стволов бамбука, каждый длиной 100 чи (чи – древнекитайская мера длины, 1 чи = 30,12 см). Беда в том, что весь бамбук в округе вчера вырубили. Сколько времени придется ждать, пока он не вырастет заново, если бамбук за сутки вырастает на 75,3 см, а в округе есть 60 бамбуковых растений?

Решение:

Поскольку стволы должны быть цельными, нужно подождать пока каждое дерево вырастет до высоты 100 чи, а потом срубить 40 из них. Ждать придется

$$(100 \cdot 30,12 \text{ см}) / (75,3 \text{ см/сут}) = 40 \text{ суток.}$$

Критерии оценивания:

Все величины приведены к одной системе единиц - 3 балла

Получена связь времени со скоростью роста и нужной длиной ствола - 3 балла

Получен правильный ответ - 4 балла

Задача 7.3

Плотностью вещества называют отношение массы тела из этого вещества к его объему. Например, масса 1 см^3 воды составляет 1 г, поэтому плотность воды 1 г/см^3 . Представим, что смешали 100 литров воды и 100 литров спирта плотностью $0,8 \text{ г/см}^3$, и при смешении оказалось, что суммарный объем уменьшился на 5 процентов. Какова плотность полученного раствора?

Решение:

Суммарная масса раствора $100 \cdot 1 + 100 \cdot 0,8 = 180$ кг. При этом суммарный объем раствора $(100 + 100) \cdot 0,95 = 190$ литров. Плотность раствора равна $180/190 \approx 0,95$ г/см³.

Критерии оценивания:

Найдена масса всей воды - 2 балла

Найдена масса всего спирта - 2 балла

Найдена суммарная масса раствора - 1 балл

Найден суммарный объем после смешения - 3 балла

Найдена плотность раствора - 2 балла

Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2013/14 учебный год)

8 класс

Количество задач – 4. Время, отводимое на выполнение - 120 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов **вне зависимости** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

Задача 8.1

Моторная лодка развивает скорость 10 км/ч. Из пункта А в пункт В можно добраться по озеру и по реке, оба пути одинаковой длины 120 км. Лодочник должен проехать туда и обратно, либо по реке, либо по озеру. Какой способ быстрее, если скорость течения реки 2 км/ч?

Решение:

Путь туда и обратно по озеру будет длиться $120/10 + 120/10 = 24$ часа, тогда как по реке это будет $120/12 + 120/8 = 25$ часов. Поэтому добраться быстрее по озеру.

Критерии оценивания:

Записана формула или видно из работы школьника, что скорость - это расстояние, деленное на время - 1 балл

Найдено время пути по озеру - 3 балла

Найдено время пути по реке по течению - 2 балла

Найдено время пути по реке против течения - 2 балла

Сделано сравнение и получен правильный ответ - 2 балла

Задача 8.2

Средняя скорость тела за 20 секунд движения составила 4 м/с. Средняя скорость этого же тела за последние 4 секунды движения составила 10 м/с. Определите среднюю скорость тела за первые 16 секунд движения.

Решение:

Весь путь, пройденный телом, равен $4 \cdot 20 = 80$ метров. Из них $4 \cdot 10 = 40$ метров оно прошло за последние 4 секунды. За первые 16 секунд оно прошло $80 - 40 = 40$ метров. Таким образом, средняя скорость за первые 16 секунд равна $40/16 = 2,5$ м/с.

Критерии оценивания:

Написано или видно из работы, что средняя скорость равна отношению пройденного расстояния к промежутку времени - 2 балла

Найден весь путь, пройденный телом - 2 балла

Найден путь, пройденный телом за последние 4 секунды - 2 балла

Найден путь, пройденный телом за первые 16 секунд - 2 балла

Найдена средняя скорость за первые 16 секунд - 2 балла

Задача 8.3

При смешивании 100 литров воды и 100 литров спирта плотностью $0,8 \text{ г/см}^3$ оказалось, что суммарный объем уменьшился на 5 процентов. Какова плотность полученного раствора?

Решение:

Суммарная масса раствора $100 \cdot 1 + 100 \cdot 0,8 = 180$ кг. При этом суммарный объем раствора $(100 + 100) \cdot 0,95 = 190$ литров. Плотность раствора равна $180/190 \approx 0,95 \text{ г/см}^3$.

Критерии оценивания:

Найдена масса всей воды - 2 балла

Найдена масса всего спирта - 2 балла

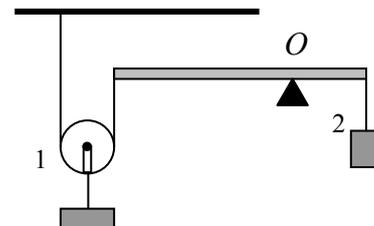
Найдена суммарная масса раствора - 1 балл

Найден суммарный объем после смешения - 3 балла

Найдена плотность раствора - 2 балла

Задача 8.4

На каком расстоянии от левого конца невесомого рычага нужно разместить точку O опоры, чтобы рычаг находился в равновесии (см. рис.)? Длина рычага $L = 60$ см, масса первого груза вместе с блоком $m_1 = 2$ кг, масса второго груза $m_2 = 3$ кг.



Решение:

Обозначим искомое расстояние x . К правому концу рычага приложена сила тяжести m_2g , а к левому – сила натяжения нити $m_1g/2$ (так как подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза). По правилу рычага (относительно точки O): $(m_1g/2)x = m_2g(L-x)$. Отсюда $x = 2m_2L/(m_1 + 2m_2) = 45$ см.

Критерии оценивания:

Указана сила тяжести, действующая на правый конец рычага – 2 балла

Указана сила натяжения нити, действующая на левый конец рычага - 3 балла

Записано правило рычага, из которого можно получить ответ - 3 балла (если сразу правильно записано правило рычага, то автоматически ставится 8 баллов)

Выражено искомое расстояние x в виде формулы - 1 балл

Получен правильный численный ответ - 1 балл

Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2013/14 учебный год)

9 класс

Количество задач – 5. Время, отводимое на выполнение - 150 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов **вне зависимости** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

Задача 9.1

Средняя скорость тела за 20 секунд движения составила 4 м/с. Средняя скорость этого же тела за последние 4 секунды движения составила 10 м/с. Определите среднюю скорость тела за первые 16 секунд движения.

Решение:

Весь путь, пройденный телом, равен $4 \cdot 20 = 80$ метров. Из них $4 \cdot 10 = 40$ метров оно прошло за последние 4 секунды. За первые 16 секунд оно прошло $80 - 40 = 40$ метров. Таким образом, средняя скорость за первые 16 секунд равна $40/16 = 2,5$ м/с.

Критерии оценивания:

Написано или видно из работы, что средняя скорость равна отношению пройденного расстояния к промежутку времени - 2 балла

Найден весь путь, пройденный телом - 2 балла

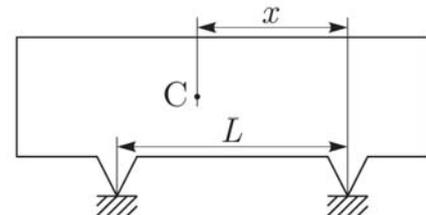
Найден путь, пройденный телом за последние 4 секунды - 2 балла

Найден путь, пройденный телом за первые 16 секунд - 2 балла

Найдена средняя скорость за первые 16 секунд - 2 балла

Задача 9.2

Расстояние между двумя опорами балки (см. рис.) равно $L = 2,8$ м, а расстояние между правой опорой и центром масс (к центру масс, в точке С, приложена сила тяжести) равно $x = 2,1$ м. Для того чтобы определить массу балки, под правую опору подставили весы. Их показания составили $M = 2400$ кг. Определите массу балки m .



Решение:

По правилу рычага (относительно левой опоры): $mg(L - x) = MgL$. Отсюда $m = M \frac{L}{L - x} = 2400 \cdot \frac{2,4}{0,7}$ кг = 9600 кг.

Критерии оценивания:

Учтено, что показание весов пропорционально силе реакции опоры (не обязательно в явном виде) - 2 балла

Указаны силы, действующие на балку (если сразу верно написано правило рычага – этот балл получается автоматически) - 2 балла

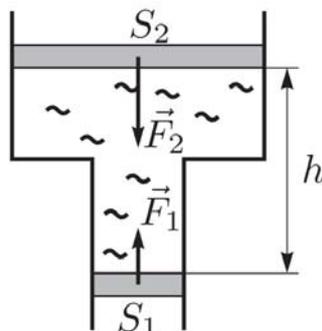
Записано правило рычага, из которого можно получить ответ - 4 балла

Выражена масса m из формулы - 1 балл

Получен правильный численный ответ - 1 балл

Задача 9.3

В сосуде, закрепленном в штативе, между двумя невесомыми поршнями находится вода ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$). На поршень 1 площадью $S_1 = 110 \text{ см}^2$ действует сила $F_1 = 1,76 \text{ кН}$, на поршень 2 площадью $S_2 = 2200 \text{ см}^2$ действует сила $F_2 = 3,3 \text{ кН}$. Поршни неподвижны, жидкость несжимаема, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Определите расстояние h между поршнями.



Решение:

Давление жидкости на уровне верхнего (второго) поршня $p_2 = F_2/S_2 = 150 \text{ кПа}$, давление жидкости на уровне нижнего (первого) поршня $p_1 = F_1/S_1 = 160 \text{ кПа}$. Разность давлений равняется гидростатическому давлению $p_1 = p_2 + \rho gh$. Отсюда выражаем $h = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} = 1 \text{ м}$.

Критерии оценивания:

Найдено давление жидкости на уровне верхнего (второго) поршня – 2 балла.

Найдено давление жидкости на уровне нижнего (первого) поршня – 2 балла.

Разность давлений на уровнях поршней приравнена гидростатическому давлению – 4 балла.

Получен правильный численный ответ – 2 балла.

Задача 9.4

В калориметре находится вода массой $m_b = 0,16 \text{ кг}$ и температурой $t_b = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой $m_l = 80 \text{ г}$. В холодильнике поддерживается температура $t_l = -12 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды $C_b = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, удельная теплоёмкость льда $C_l = 2100 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 334 \text{ кДж/кг}$.

Решение:

Так как неясно, каким будет конечное содержимое калориметра (растает ли весь лёд?) будем решать задачу «в числах».

Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды: $Q_1 = 4200 \cdot 0,16 \cdot 30 \text{ Дж} = 20160 \text{ Дж}$.

Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда: $Q_2 = 2100 \cdot 0,08 \cdot 12 \text{ Дж} = 2016 \text{ Дж}$.

Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда: $Q_3 = 334000 \cdot 0,08 \text{ Дж} = 26720 \text{ Дж}$.

Видно, что количества теплоты Q_1 недостаточно для того, чтобы расплавить весь лёд ($Q_1 < Q_2 + Q_3$). Это означает, что в конце процесса в сосуде будут находиться и лёд, и вода, а температура смеси будет равна $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Критерии оценивания:

Найдено количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды – 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда – 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при таянии льда – 2 балла.

Указано, что расплавится не весь лёд – 2 балла.

Указана конечная температура смеси – 2 балла.

Задача 9.5

Кипятильник был подключен к батарее идеальных аккумуляторов с выходным напряжением $U_0 = 200$ В. Он смог прогреть стакан воды до температуры $t_1 = 85$ °С при температуре в комнате $t_{\text{комн}} = 25$ °С. Потом второй такой же кипятильник подключили последовательно с этим и опустили во второй такой же стакан с водой. Какая температура t_2 установится в нем? Количество теплоты ΔQ , теряемое стаканом за время Δt , пропорционально разности температур воды и воздуха, то есть $\Delta Q/\Delta t = k(t_{\text{воды}} - t_{\text{возд}})$. Сопротивление кипятильника не зависит от его температуры.

Решение:

Во втором случае мощность, выделяющаяся в кипятильнике, падает, т.к. в 2 раза уменьшается напряжение на нем (то же напряжение U_0 распределяется на 2 последовательно соединенных кипятильника).

Когда кипятильник уже не сможет нагревать воду дальше, т.е. установится равновесие, будет выполнено условие равенства мощностей кипятильника и теплоотдачи в окружающую среду: $P_{\text{выдел. на кипяч.}} = P_{\text{отдав. в окр. среду}}$. Для первого и второго кипятильников это условие имеет вид: $U_0^2/R = k(t_1 - t_{\text{комн}})$ и $(U_0/2)^2/R = k(t_2 - t_{\text{комн}})$, где R – сопротивление кипятильника, k – некоторый коэффициент пропорциональности.

Поделив одно уравнение на другое, получим: $t_2 - t_{\text{комн}} = (t_1 - t_{\text{комн}})/4$. После преобразований найдем: $t_2 = 0,75t_{\text{комн}} + 0,25t_1 = 40$ °С.

Критерии оценивания:

Сформулировано (или записано в виде формулы) утверждение: мощность теплопотерь при установившейся температуре = мощности кипятильника - 3 балла

Указанное выше утверждение записано в виде формул для первого и второго кипятильников - 2 балла

Получено выражение для t_2 - 5 баллов

Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2013/14 учебный год)

10 класс

Количество задач – 5. Время, отводимое на выполнение - 150 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов **вне зависимости** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

Задача 10.1

Домашняя кошка любит валяться на полу и играть в мячик, бросая его задними лапами вертикально вверх и ловя его после удара о потолок. Скорость мячика перед абсолютно упругим ударом о потолок обычно равна $V_0 = 5$ м/с. Однажды кошка стала так же играть, лежа на лужайке. Она привычными движениями бросала мячик вверх, а вот ловить его приходилось позже на время Δt . Определите это время. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Решение:

После абсолютно упругого удара о потолок вектор скорости меняется на противоположный. Так же происходит и в отсутствие потолка: мячик, опускаясь, имеет на той же высоте ту же (по модулю) скорость. Т.е. «пропажа» потолка добавляет к движению стадию полета «выше потолка». До верхней точки траектории мячик долетит, когда $gt_{\text{до верха}} = V_0$, поэтому общее время «дополнительного» полета $\Delta t = 2V_0/g = 1$ с.

Критерии оценивания

Сформулирована идея рассматривать только стадию полета с начальной скоростью V_0 на участке «выше потолка» (или запись общих уравнений для всего движения в целом) - 5 баллов

Расчет искомого дополнительного времени полета и получение правильного ответа - 5 баллов

Задача 10.2

Сферическая капля воды падает в воздухе с установившейся скоростью V_0 . С какой установившейся скоростью V будет падать капля воды, имеющая в n раз **большую** массу? Считайте, что сферическая форма капли не меняется при увеличении ее скорости, а сила сопротивления воздуха пропорциональна площади поперечного сечения и квадрату скорости движения капли. Для справки: объем шара радиусом R равен $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.

Решение:

По условию $F_{\text{сопр}} = kSV^2$, где k – некоторый коэффициент пропорциональности.

При установившемся падении $F_{\text{сопр}} = F_{\text{тяж}} = mg$.

Пусть вначале капли имели площадь сечения S_0 и массу m_0 . Тогда $m_0g = kS_0V_0^2$. Аналогично, для случая с «добавкой»: $m_1g = kS_1V_1^2$.

По условию $m_1 = nm_0$. Значит, линейные размеры (радиус капель и т.п.) отличаются в $\sqrt[3]{n}$ раз. Площади сечений относятся как квадраты линейных размеров, т.е. у тяжелой капли площадь сечения в $n^{2/3}$ раз больше: $S_1 = n^{2/3}S_0$.

Подставим полученные соотношения в формулы равенства сил:

$$m_0g = kS_0V_0^2$$

$$(nm_0)g = k(n^{2/3}S_0)V_1^2.$$

Поделив уравнения друг на друга, получим $V_1^2/V_0^2 = n^{1/3}$, отсюда $V_1 = V_0\sqrt[6]{n}$.

Критерии оценивания:

Записана формула для равенства силы сопротивления и силы тяжести при установившемся падении - 3 балла

Указана связь между n и отношением площадей сечений - 3 балла

Выражена скорость V - 4 балла

Задача 10.3

Две стороны проволочной рамки, имеющей форму равностороннего треугольника, сделаны из алюминиевой проволоки, а третья – из медной вдвое большего диаметра. Плотность меди считайте в три раза большей плотности алюминия. Определите, на каком расстоянии от середины медной проволоки находится центр тяжести системы, если сторона треугольника равна L .

Решение:

Центр тяжести алюминиевых частей находится на расстоянии $h = (L/2) \cdot \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{4} L$

от центра медной проволоки. Общая масса алюминиевых частей равна $m = 2L \frac{\pi d^2}{4} \rho$. Масса

медной проволоки $m_m = L \frac{\pi(2d)^2}{4} \cdot 3\rho$. Для координаты x_c центра масс всей конструкции

справедливо соотношение: $x_c(m + m_m) = m \frac{\sqrt{3}}{4} L$. Отсюда $x_c = \frac{1}{1 + (m_m/m)} \frac{\sqrt{3}}{4} L = \frac{\sqrt{3}}{28} L$.

Критерии оценивания:

Сделан чертеж с указанием центра тяжести алюминиевой части – 1 балл

Найдено расстояние от медной проволоки до центра тяжести алюминиевой части - 3 балла

Выражена масса алюминия - 1 балл

Выражена масса меди - 1 балл

Записано уравнение для положения центра масс - 2 балла

Получен ответ - 2 балла

Задача 10.4

В калориметре находится вода массой $m_b = 0,16$ кг и температурой $t_b = 30$ °С. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой $m_l = 80$ г. В холодильнике поддерживается температура $t_l = -12$ °С. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды $C_b = 4200$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость льда $C_l = 2100$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 334$ кДж/кг.

Решение:

Так как неясно, каким будет конечное содержимое калориметра (растает ли весь лёд?) будем решать задачу «в числах».

Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды: $Q_1 = 4200 \cdot 0,16 \cdot 30$ Дж = 20160 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда: $Q_2 = 2100 \cdot 0,08 \cdot 12$ Дж = 2016 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда: $Q_3 = 334000 \cdot 0,08$ Дж = 26720 Дж.

Видно, что количества теплоты Q_1 недостаточно для того, чтобы расплавить весь лёд ($Q_1 < Q_2 + Q_3$). Это означает, что в конце процесса в сосуде будут находиться и лёд, и вода, а температура смеси будет равна $t = 0$ °С.

Критерии оценивания:

Найдено количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды – 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда – 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при таянии льда – 2 балла.

Указано, что расплавится не весь лед – 2 балла.

Указана конечная температура смеси – 2 балла.

Задача 10.5

Кипятильник был подключен к батарее идеальных аккумуляторов с выходным напряжением $U_0 = 200$ В. Он смог прогреть стакан воды до температуры $t_1 = 85$ °С при температуре в комнате $t_{\text{комн}} = 25$ °С. Потом второй такой же кипятильник подключили последовательно с этим и опустили во второй такой же стакан с водой. Какая температура t_2 установится в нем? Количество теплоты, теряемое стаканом в единицу времени, пропорционально разности температур воды и воздуха. Сопротивление кипятильника не зависит от его температуры.

Решение:

Во втором случае мощность, выделяющаяся в кипятильнике, падает, т.к. в 2 раза уменьшается напряжение на нем (то же напряжение U_0 распределяется на 2 последовательно соединенных кипятильника).

Когда кипятильник уже не сможет нагревать воду дальше, т.е. установится равновесие, будет выполнено условие равенства мощностей кипятильника и теплоотдачи в окружающую среду: $P_{\text{выдел. на кипяч.}} = P_{\text{отдав. в окр. среду}}$. Для первого и второго кипятильников это условие имеет вид: $U_0^2/R = k(t_1 - t_{\text{комн}})$ и $(U_0/2)^2/R = k(t_2 - t_{\text{комн}})$, где R – сопротивление кипятильника, k – некоторый коэффициент пропорциональности. Поделив одно уравнение на другое, получим: $t_2 - t_{\text{комн}} = (t_1 - t_{\text{комн}})/4$. После преобразований найдем: $t_2 = 0,75t_{\text{комн}} + 0,25t_1 = 40$ °С.

Критерии оценивания:

Сформулировано (или записано в виде формулы) утверждение: мощность теплопотерь при установившейся температуре = мощности кипятильника - 3 балла

Указанное выше утверждение записано в виде формул для первого и второго кипятильников - 2 балла

Получено выражение для t_2 - 5 баллов

11 класс

Количество задач – 5. Время, отводимое на выполнение - 150 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов **вне зависимости** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

Задача 11.1

Тело с герметичной полостью изготовлено из стеклопластика ($\rho_c = 2,0 \text{ г/см}^3$). Если это тело подвесить на нити в воздухе, сила натяжения нити равна $T_0 = 3,5 \text{ Н}$. Для удержания этого тела в воде (тело полностью погружено в воду и не касается дна сосуда) к нити прикладывают силу $T_1 = 1,5 \text{ Н}$. Определите возможные значения отношения α объема полости к полному объему тела.

Решение:

Когда тело находится в воздухе: $T_0 = \rho_c g(V_T - V_{\text{п}})$, где V_T – полный объем тела, $V_{\text{п}}$ – объем полости.

Первый случай: тело тонет в воде:

$$\begin{aligned} T_0 &= F_{\text{Арх}} + T_1, & T_0 - T_1 &= \rho_v g V_T, \\ \frac{T_0}{T_0 - T_1} &= \frac{\rho_c}{\rho_v} (1 - \alpha), & \alpha &= 1 - \frac{\rho_v}{\rho_c} \frac{T_0}{T_0 - T_1} = 0,125 \end{aligned}$$

Второй случай: тело всплывает:

$$\begin{aligned} T_0 + T_1 &= F_{\text{Арх}}, & T_0 + T_1 &= \rho_v g V_T, \\ \frac{T_0}{T_0 + T_1} &= \frac{\rho_c}{\rho_v} (1 - \alpha), & \alpha &= 1 - \frac{\rho_v}{\rho_c} \frac{T_0}{T_0 + T_1} = 0,65 \end{aligned}$$

Критерии оценивания:

Сила тяжести в воздухе равна силе натяжения нити - 1 балл

Сила тяжести выражена через объёмы - 1 балл

Каждый из рассмотренных случаев:

Условие равновесия тела в воде - 1 балл

Выполнены необходимые преобразования, выражено отношение α , получен ответ - 3 балла

Задача 11.2

Неподвижная наклонная плоскость наклонена под углом α к горизонту. Брусок может скользить по ней с коэффициентом трения $\mu < \text{tg } \alpha$. Бруску сообщают начальную скорость, направленную вверх вдоль горки. Определите отношение времени подъема бруска ко времени его опускания.

Решение:

Ускорение бруска во время подъема $a_1 = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$. Ускорение бруска во время опускания $a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$. Время движения бруска в каждую сторону $t_{1,2} = \sqrt{2L/a_{1,2}}$, где L – пройденное расстояние, $a_{1,2}$ – соответствующее ускорение. Отсюда

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{a_2}{a_1}} = \sqrt{\frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}}.$$

Критерии оценивания:

Найдено ускорение при подъеме бруска - 1 балл

Найдено ускорение при опускании бруска - 1 балл

Найдено время движения в каждую сторону - 3 балла

Получен ответ - 5 баллов

Задача 11.3

В калориметре находится вода массой $m_в = 0,16$ кг и температурой $t_в = 30$ °С. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой $m_л = 80$ г. В холодильнике поддерживается температура $t_л = -12$ °С. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды $C_в = 4200$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость льда $C_л = 2100$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 334$ кДж/кг.

Решение:

Так как неясно, каким будет конечное содержимое калориметра (растает ли весь лёд?) будем решать задачу «в числах».

Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды: $Q_1 = 4200 \cdot 0,16 \cdot 30$ Дж = 20160 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда: $Q_2 = 2100 \cdot 0,08 \cdot 12$ Дж = 2016 Дж.

Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда: $Q_3 = 334000 \cdot 0,08$ Дж = 26720 Дж.

Видно, что количества теплоты Q_1 недостаточно для того, чтобы расплавить весь лёд ($Q_1 < Q_2 + Q_3$). Это означает, что в конце процесса в сосуде будут находиться и лёд, и вода, а температура смеси будет равна $t = 0$ °С.

Критерии оценивания:

Найдено количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды – 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда – 2 балла.

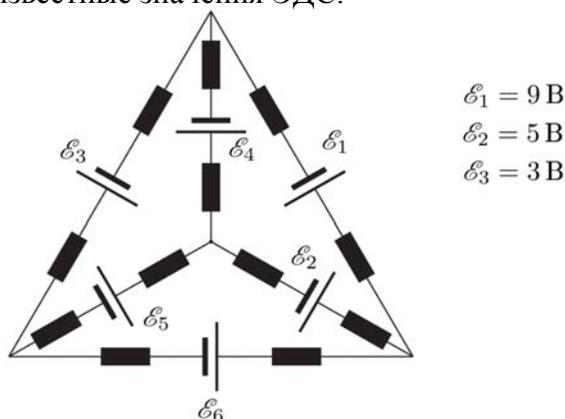
Найдено количество теплоты, поглощаемое при таянии льда – 2 балла.

Указано, что расплавится не весь лед – 2 балла.

Указана конечная температура смеси – 2 балла.

Задача 11.4

Экспериментатор собрал электрическую цепь, состоящую из разных батареек с пренебрежимо малыми внутренними сопротивлениями и одинаковых плавких предохранителей, и нарисовал ее схему (предохранители на схеме обозначены черными прямоугольниками). При этом он забыл указать на рисунке часть ЭДС батареек. Однако экспериментатор помнит, что в тот день при проведении опыта все предохранители остались целыми. Восстановите неизвестные значения ЭДС.



Решение:

Если бы при обходе какого-либо замкнутого контура алгебраическая сумма ЭДС была бы не равной нулю, то в этом контуре возник бы очень большой ток (из-за малости

внутренних сопротивлений батареек), и предохранители перегорели бы. Поскольку такого не произошло, можно записать следующие равенства:

$$E_1 - E_2 - E_4 = 0, \text{ откуда } E_4 = 4 \text{ В,}$$

$$E_3 + E_5 - E_4 = 0, \text{ откуда } E_5 = 1 \text{ В,}$$

$$E_5 + E_2 - E_6 = 0, \text{ откуда } E_6 = 6 \text{ В.}$$

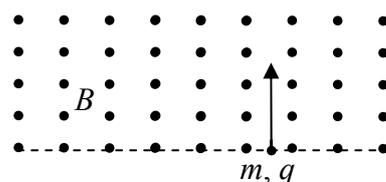
Критерии оценивания:

Сформулирована идея о равенстве нулю суммы ЭДС при обходе любого контура - 4 балла

Правильно найденные значения трех неизвестных ЭДС – по 2 балла за каждую (всего 6 баллов)

Задача 11.5

Частица массой m , несущая заряд q , влетает со скоростью V в область однородного магнитного поля с индукцией B перпендикулярно линиям индукции и плоской границе области (см. рис.). Определите максимальное расстояние, на которое удалится от границы области частица в процессе своего движения.



Решение:

Частица движется по дуге окружности, радиус которой R и есть искомое расстояние. Сила Лоренца, действующая на частицу, создаёт центростремительное ускорение

$$a = \frac{qVB}{m} = \frac{V^2}{R}. \text{ Отсюда } R = \frac{mV}{qB}.$$

Критерии оценивания:

Указано, что траектория — окружность - 2 балла

Правильно записана формула для силы Лоренца - 3 балла

Правильно записана формула для центростремительного ускорения - 2 балла

Записан второй закон Ньютона - 1 балл

Получен ответ - 2 балла