

Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

7 класс, 2014-2015 учебный год.

Задача 1.

В зоомагазине довольно продолжительное время продавался стеклянный аквариум. Со временем этикетка, на которой были обозначены внешние размеры аквариума, затерлась, и остался только размер его одной стороны – ширины $a = 100$ см. Опытная продавщица, однако, помнила пропорции этого аквариума: толщина каждой из стенок в 100 раз меньше его ширины; длина в 2 раза больше суммы его ширины и толщины его стенки; а если к ширине аквариума прибавить величину в 2 раза большую, чем толщина его стенки, то эта величина равна высоте аквариума.

Какова вместимость аквариума? Выразите её в см^3 и в м^3 .

Возможное решение:

Толщина стенки — . Длина аквариума .

И высота .

Вместимость аквариума – это его внутренний объём.

Находим его по формуле – .

Критерии оценивания:

- | | |
|-------------------------------------|---------|
| 1. Найдена толщина стенки | 1 балл |
| 2. Найдена длина аквариума | 1 балл |
| 3. Найдена высота аквариума | 1 балл |
| 4. Формула внутреннего объёма | 4 балла |
| 5. Правильный ответ в см^3 | 1 балл |
| 6. Правильный ответ в м^3 | 2 балла |

Задача 2.

Велосипедист едет по дороге и через каждые 6 с проезжает мимо столба линии электропередачи. Увеличив скорость на некоторую величину , велосипедист стал проезжать мимо столбов через каждые 4 с. Через какой промежуток времени он будет проезжать мимо столбов, если увеличит скорость еще на такую же величину?

Возможное решение:

Время, которое требуется велосипедисту для того, чтобы проехать расстояние между столбами: – (1)

После того, как скорость велосипедиста увеличится на , требуемое время:

$$\text{---} \quad (2)$$

При увеличении скорости еще на : --- (3)

Выразим скорости из каждого из уравнений (1)-(3):

$$\text{---} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

Решаем последние уравнения относительно искомого времени: --- --- ---

Откуда --- (4)

Критерии оценивания оценивания:

- | | |
|--|----------|
| 1. Формула времени проезда между двумя столбами (1) | 1 балл |
| 2. Формула времени проезда между двумя столбами после увеличения скорости на (2) | 1 балл |
| 3. Формула времени проезда между двумя столбами после увеличения скорости на (3) | 1 балл |
| 4. Вывод формулы для t_3 (4) | 5 баллов |
| 5. Численное значение | 2 балла |

Задача 3.

Идущая вверх по реке моторная лодка встретила сплавляемые по течению реки плоты. Через час после встречи лодочный мотор заглох. Ремонт мотора продолжался 30 мин. В течение этого времени лодка свободно плыла вниз по течению. После ремонта лодка поплыла вниз по течению с прежней относительно воды скоростью и нагнала плоты на расстоянии $S = 7,5$ км от места их первой встречи. Определить скорость течения реки, считая ее постоянной.

Возможное решение:

После встречи лодки с плотами, в течение 1 ч лодка удаляется от плотов (плоты движутся по течению реки, а лодка движется против течения реки). (1)

После того как заглох мотор, лодка, как и плот, плывет по течению и расстояние между ней и плотом в течение 30 мин не изменяется. (2)

В системе отсчета, связанной с плотом (плот неподвижен), лодка удаляется и возвращается обратно за равное время 1 ч (условие задачи). (3)

Известно, что лодка догнала плот на расстоянии $S = 7,5$ км от места их первой встречи. А время, затраченное на это (перемещение плота)

Тогда скорость течения реки равна --- ---

Критерии оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1. Запись (1) | 1 балл |
| 2. Запись (2) | 1 балл |
| 3. Запись (3) | 2 балла |
| 4. Расчёт времени перемещения плота (4) | 3 балла |
| 5. Формула для скорости плота (или течения реки) | 2 балла |
| 6. Правильный ответ | 1 балл |

Задача 4.

На альтернативном чемпионате мира по тяжёлой атлетике спортсмены должны поднять одной левой рукой свою будущую награду — это куб из золота с ребром длиной 20 см. Внутри золотого куба есть платиновый куб с ребром длиной 10 см. Сколько литров золота содержится в награде? Сколько килограммов придется поднять чемпиону для того, чтобы получить награду? Плотность золота 19300 кг/м^3 , а плотность платины – 21500 кг/м^3 .

Возможное решение:

Обозначим за объем золота за V_1 , а объем платины за V_2 . Тогда $V_1 = 20^3 - 10^3$. В то же время $V_2 = 10^3$, отсюда получаем что

Масса всего куба складывается из массы золота и платины

Критерии оценивания:

- | | |
|---|---------|
| 1. Использована формула для объема куба | 1 балл |
| 2. Найден объем платины в любых единицах измерений | 2 балла |
| 3. Найден объем золота в любых единицах измерений | 1 балл |
| 4. Найдено значение объема золота в литрах | 1 балл |
| 5. Использована формула о том, что | 2 балла |
| 6. Найдена масса золота в любых единицах измерений | 1 балл |
| 7. Найдена масса платины в любых единицах измерений | 1 балл |
| 8. Найдено значение массы всего куба в килограммах | 1 балл |

Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

8 класс, 2014-2015 учебный год.

Возможные решения и Критерии оценивания.

Задача 1.

Наблюдая за равномерно движущимся поездом, мальчик определил, что мимо него поезд прошел за время t_1 . Одновременно с этим приятель мальчика установил, что мимо платформы поезд двигался в течение времени t_2 . Измерив длину платформы, которая оказалась равной l , мальчики определили скорость и длину поезда. Какие значения этих величин они получили?

Возможное решение:

Длина поезда находится как произведение его скорости на время прохождения мимо мальчика $l = vt_1$. (1)

За время t_2 голова поезда проезжает всю платформу и расстояние, равное длине поезда, поэтому $l + vt_2 = vt_2$. (2)

Решая систему уравнений, находим скорость поезда $v = \frac{l}{t_2 - t_1}$. (3)

Из первого уравнения находим длину поезда $L = 345$ м.

Критерии оценивания:

- | | |
|------------------------------------|---------|
| 1. Запись выражения (1) | 2 балла |
| 2. Запись выражения (2) | 3 балла |
| 3. Запись выражения (3) | 3 балла |
| 4. Численное значение скорости | 1 балл |
| 5. Численное значение длины поезда | 1 балл |

Задача 2.

На столе лежал недеформированный пластилиновый куб. Сверху на пластилин положили стальной куб, ребро которого в 3 раза больше ребра пластилинового куба. Пластилин расплющился, и площадь его контакта со столом увеличилась вдвое. Давление на стол стало равно 7571 Па? Какое давление на стол оказывал вначале пластилиновый кубик? Плотность пластилина – 1400 кг/м³, плотность стали – 7800 кг/м³.

Возможное решение:

Рассмотрим сначала случай, когда на столе лежит кубик из пластилина.

Пусть его масса — m , площадь контакта со столом — S , длина ребра — a . В этом случае давление равно: $p = \frac{mg}{S}$, (1)

откуда $S = \frac{mg}{p}$. (2)

Пусть теперь на пластилиновый кубик положили стальной. Масса пластилинового кубика не изменилась, а масса стального равна M . (3)

Таким образом, давление, оказываемое на стол, равно $p = \frac{(m+M)g}{S}$. (4)

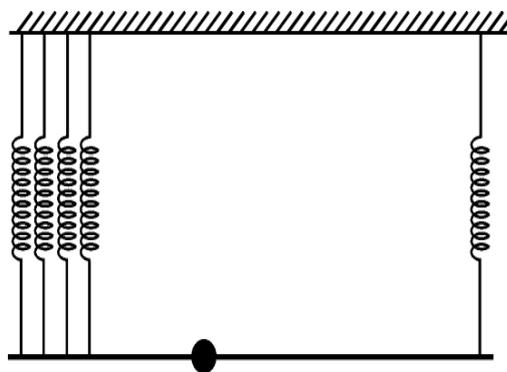
Из (2) и (4) выразим искомое давление $p = \frac{(m+M)g}{\frac{mg}{p}} = \frac{(m+M)g^2}{mg}$. (5)

Критерии оценивания:

- | | |
|-------------------------|---------|
| 1. Запись выражения (1) | 2 балла |
| 2. Запись выражения (2) | 1 балла |
| 3. Запись выражения (3) | 2 балла |
| 4. Запись выражения (4) | 2 балла |
| 5. Запись выражения (5) | 2 балла |
| 6. Численное значение | 1 балл |

Задача 3.

Лёгкая прямая рейка длиной 100 см с прикреплённым к ней грузом массой 1 кг подвешена за концы: правый конец — на одной вертикальной пружине, левый — на четырёх таких же пружинах (эти четыре пружины тонкие, и поэтому можно считать, что они прикреплены к одной точке). Рейка горизонтальна, все пружины растянуты на одинаковую длину. На каком расстоянии от левого конца рейки находится груз?



Возможное решение:

Обозначим длину рейки за l . Для того, чтобы рейка находилась в равновесии необходимо равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к ней. Пусть груз находится на расстоянии x от левого конца рейки, удобно записать правило моментов относительно точки, в которой находится груз (прим. в таком случае не будет слагаемого, связанного с силой тяжести груза). Так как все пружины растянуты одинаково, то сила действующая на левый конец рейки в четыре раза больше силы, действующей на

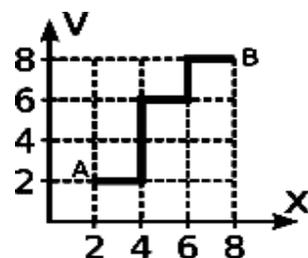
правый. Тогда правило моментов выглядит так: _____, откуда получаем, что

Критерии оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1. Использована идея о правиле рычага (правила моментов) | 1 балл |
| 2. Указано, что сила со стороны пружин слева в 4 раза больше, чем справа | 1 балл |
| 3. Найден момент силы пружин слева | 2 балла |
| 4. Найден момент силы пружин справа | 2 балла |
| 5. Учтено наличие силы тяжести | 2 балла |
| 6. Найден ответ к задаче | 2 балла |

Задача 4.

Часовой, охраняющий секретную территорию, все время двигается, чтобы не замёрзнуть. График зависимости его скорости V (км/ч) от пройденного расстояния X (км) приведен на рисунке. Какое время требуется часовому, чтобы от точки () дойти до точки ()?



Возможное решение:

На отрезках пути от 2 км до 4 км, часовой двигается со скоростью 2 км/ч, от 4 до 6 км – со скоростью 6 км/ч, а на отрезке от 6 до 8 км – 8 км/ч.

На первый отрезок пути часовой тратит _____, на второй – _____, на третий _____ . Суммарно часовому потребуется 95 минут.

Критерии оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1. Идея о том, что часовой движется с постоянной скоростью на некоторых отрезках своего пути | 2 балла |
| 2. Правильно определены отрезки пути и соответствующие им скорости | 3 балла |
| 3. Определены времена прохождения каждого отрезка | 3 балла |
| 4. Найдено суммарное время движения | 2 балла |

Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

9 класс, 2014-2015 учебный год.

Возможные решения и Критерии оценивания.

Задача 1.

Прогулочный катер развивает скорость 18 км/ч. Чтобы осмотреть местные достопримечательности группа туристов отправилась из пункта А в пункт В по озеру, а обратно вернулась по реке, которая впадает в это озеро. Путь туда оказался равным пути обратно и в общем составил 180 км. Путешествуя по озеру, туристы совершили 20-минутный привал на одном из островков. В результате средняя скорость на всем пути оказалась равной 16 км/ч. На какой путь было потрачено меньше времени?

Возможное решение:

Пусть длина всего пути s , тогда на весь путь туристы потратили

$$t = \frac{s}{v_{\text{средняя}}}$$

Путешествие по озеру длилось t_1 - t_2

Следовательно, по реке туристы плыли t_2 - t_1 - t_3 - t_4

Значит, меньше времени было потрачено на путь по озеру.

Критерии оценивания:

- | | |
|------------------------------|----------|
| 1. Нахождение общего времени | 3 балла, |
| 2. Нахождение времени | 3 балла |
| 3. Нахождение времени | 3 балла |
| 4. Вывод | 1 балл |

Задача 2.

Профессор Остроумов любит пить холодный чай. Чтобы чай остыл, профессору необходимо влить в чашку с горячим чаем 240 г воды при температуре 5 °С. Сколько кубиков льда объемом по 8 см³ каждый можно бросить в чай чтобы достичь той же температуры? Принять, что температура чашки с чаем быстро выравнивается. Теплоемкость чашки не учитывать. Масса чая 200 г, удельная теплоемкость чая 4200 Дж/кг·°С, удельная теплоемкость льда 2100 Дж/кг·°С, начальная температура чая 60 °С, начальная температура льда -10 °С, удельная теплота плавления льда $3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг, плотность льда 900 кг/м³.

Возможное решение:

Запишем уравнение теплового баланса для горячего чая и холодной воды:

(1)

Тогда _____

(2)

Запишем уравнение теплового баланса для льда и горячей воды:

(3)

Отсюда масса льда _____

(4)

Зная плотность льда и объем одного кубика, находим их общее число —

Критерии оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1. Запись выражения (1) | 1 балл |
| 2. Запись выражения (2) в общем или численном виде | 2 балла |
| 3. Нахождение температуры холодного чая | 1 балл |
| 4. Запись выражения (3) | 2 балла |
| 5. Запись выражения (4) в общем или численном виде | 3 балла |
| 6. Нахождение количество кубиков | 1 балл |

Задача 3.

Bugatti — самый резвый автомобиль в мире. Серийный авто Bugatti Veyron разгоняется до 100 км/ч всего за две с половиной секунды. Какой скорости достигнет автомобиль на стометровке, двигаясь с тем же ускорением?

Возможное решение:

Найдем ускорение при разгоне: _____ (1)

Перемещение при равноускоренном движении _____ (2)

Откуда $v_x \approx 94,3$ м/с.

Критерии оценивания:

- | | |
|---|---------|
| 1. Правильный перевод скорости в единицы СИ | 1 балл |
| 2. Запись формулы (1) | 1 балл |
| 3. Расчет ускорения автомобиля по формуле (1) | 2 балла |
| 4. Запись формулы (2) | 2 балла |
| 5. Расчет конечной скорости на стометровке | 4 балла |

Задача 4.

Две спирали электроплитки сопротивлением по 10 Ом каждая соединены параллельно и включены в сеть напряжением 220 В. Вода массой 1 кг, налитая в алюминиевую кастрюлю массой 300 г, закипела через 37 с. Чему равна начальная температура воды и кастрюли? Потерями энергии на нагревание окружающего воздуха пренебречь.

Возможное решение:

По закону сохранения энергии работа электрического тока (1)

В свою очередь работа электрического тока $W = I^2 R t$, где t – время работы спиралей. (2)

Тепло, потраченное на нагревание воды: $Q = m c \Delta T$ (3)

Аналогично, для кастрюли: $Q = m c \Delta T$ (4)

Тогда $\Delta T = \frac{W}{m c}$ (5)

Критерии оценивания:

- | | |
|---|---------|
| 1. Запись закона сохранения энергии | 2 балла |
| 2. Запись выражения (2) | 2 балла |
| 3. Запись выражения (3) | 1 балл |
| 4. Запись выражения (4) | 1 балл |
| 5. Вывод формулы начальной температуры (5) | 3 балла |
| 6. Нахождение численного значения температуры | 2 балла |

Задача 5.

Как надо соединить четыре проводника с сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом, 3 Ом, 4 Ом, чтобы получить сопротивление 2,5 Ом.

Возможное решение:

Так как общее сопротивление участка цепи меньше суммы сопротивлений всех проводников, но больше сопротивления первого проводника и второго в отдельности, то соединение проводников должно быть смешанным (в смысле сочетания параллельного и последовательного соединений). $R_{12} = 1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 3 \text{ Ом}$, и $R_{34} = 3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом} = 7 \text{ Ом}$, значит R_{12} и R_{34} соединены последовательно, а между собой пары соединены параллельно.

Критерии оценивания:

- | | |
|---|----------|
| 1. Рассуждение о необходимости смешанного соединения проводников | 3 балла |
| 2. Запись формул последовательного и параллельного соединения проводников | 2 балла |
| 3. Найдена конфигурация, удовлетворяющая условию задачи. | 5 баллов |

Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

10 класс, 2014-2015 учебный год.

Возможные решения и Критерии оценивания.

Задача 1.

Тело бросили вертикально вверх со скоростью 40 м/с. В то же самое время с высоты 60 м падает свободно другое тело. На какой высоте они встретятся?

Возможное решение:

Уравнение движение тела, брошенного вверх — (1)

Уравнение движение тела, падающего свободно с высоты: — (2)

Приравнивая высоты находим время, через которое встретятся тела (3)
и высоту, на которой они встретятся .

Критерии оценивания:

1. Записано уравнение движения тела, брошенного вверх (1) 3 балла
2. Записано уравнение движение тела, падающего свободно с высоты (2) 3 балла
3. Совместно решены уравнения (1) и (2), определено время встречи (3) 2 балла
4. Определена высота , на которой встретятся тела 2 балла

Задача 2.

Когда на льдину поставили груз массой $M = 90$ кг, объем ее надводной части уменьшился на 30%. Потом на льдину вышел школьник Антон, и объем надводной части уменьшился еще на 30%. Найдите массу Антона и массу льдины. Отношение плотностей льда и воды = 0,9.

Возможное решение:

Используя закон Архимеда найдем:

объем надводной части льдины массой без грузов — — (1)

объем надводной части с грузом массой M : — — (2)

объем надводной части с грузом массой и школьником массой
— — (3)

Таким образом (4), (5)

Откуда находим массу льдины , массу школьника

Критерии оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1. Записано уравнение для определения объема (1) | 2 балла |
| 2. Записано уравнение для определения объема (2) | 2 балла |
| 3. Записано уравнение для определения объема (3) | 2 балла |
| 4. Записано соотношение (4) | 1 балл |
| 5. Записано соотношение (5) | 1 балл |
| 6. Рассчитана масса льдины | 1 балл |
| 7. Рассчитана масса школьника | 1 балл |

Задача 3.

Необходимо расплавить лёд массой 0,2 кг, имеющий температуру 0 °С. Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента – 400 Вт, тепловые потери составляют 30%, а время работы нагревателя не должно превышать 5 минут?

Возможное решение:

- Количество теплоты необходимое для плавления льда – (1)
- Подведённое джоулево тепло: (2)
- В соответствии с заданными условиями и , т.е. (3)
- следовательно, поставленная задача выполнима.

Критерии оценивания:

- | | |
|--------------------------------|---------|
| 1. Записана формула (1) | 2 балла |
| 2. Записана формула (2) | 2 балла |
| 3. Найдены числовые значения и | 2 балла |
| 4. Расписано условие (3) | 3 балла |
| 5. Сделан вывод | 1 балла |

Задача 4.

Школьницы Алиса и Василиса нагревают воду в полных стаканах при помощи кипятильников. Кипятильник Василисы является точной копией кипятильника Алисы, увеличенной в три раза, а стакан Василисы – увеличенной в два раза копией стакана Алисы. Кипятильники включают в розетки с одинаковым напряжением. Вода у Алисы закипает за 3 минуты. За какое время закипит вода у Василисы? Считать, что вся выделяющаяся энергия идет на нагревание воды. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Возможное решение:

Сопротивление проводника длиной l и площадью S из материала с удельным сопротивлением ρ : — (1)

Отношение сопротивлений спиралей кипятильников Василисы и Алисы — — (2)

Мощность, выделяемая кипятильником сопротивлением R при включении в сеть с напряжением U составляет —. (3)

Тогда отношение мощностей кипятильников Василисы и Алисы — (4)

Отношение масс воды в стаканах Василисы и Алисы — . (5)

Время, требуемое для нагревания воды удельной теплоемкостью c массой m на ΔT градусов: — (6)

Используя предыдущие уравнения найдем отношение времен . (7)

Тогда

Критерии оценивания:

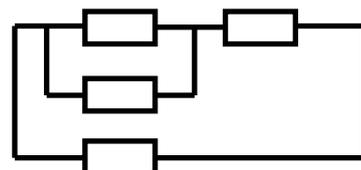
- | | |
|--|---------|
| 1. Записана формула для сопротивления проводника (1) | 1 балл |
| 2. Найдено отношение сопротивлений спиралей (2) | 1 балл |
| 3. Записана формула для мощности (3) | 1 балл |
| 4. Найдено отношение мощностей кипятильников (4) | 2 балла |
| 5. Найдено отношение масс воды в стаканах (5) | 2 балла |
| 6. Найдено время, требуемое для нагревания воды (6) | 1 балл |
| 7. Найдено отношение времен (7) | 1 балл |
| 8. Получен правильный ответ | 1 балл |

Задача 5.

Из одинаковых резисторов по 10 Ом требуется составить цепь сопротивлением 6 Ом. Какое наименьшее количество резисторов для этого потребуется? Начертить схему цепи.

Возможное решение:

Рассматривая сначала всевозможные схемы, состоящие из одного, двух и трех резисторов, убеждаемся в том, что нужно как минимум 4 резистора, и такая конфигурация существует, она указана на рисунке. Если считать все сопротивления схемы равными R , то обратное сопротивление такой цепи есть — $\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{4}{R}$ —



Критерии оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1. Доказано, что резисторов нужно не менее четырех | 4 балла |
| 2. Найдена цепь, удовлетворяющая условию задачи | 4 балла |
| 3. Рассчитано общее сопротивление цепи | 2 балла |

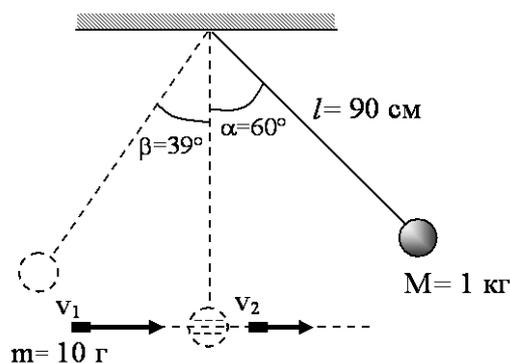
Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

11 класс, 2014-2015 учебный год.

Возможные решения и Критерии оценивания.

Задача 1.

Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол 60° и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г, летящая навстречу шару. Она пробивает его и продолжает двигаться горизонтально. Определите изменение скорости пули в результате попадания в



шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол 39° . (Массу шара считать неизменной, диаметр шара – пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити, $7/9$.

Возможное решение:

Из закона сохранения импульса вдоль горизонтальной оси в момент столкновения

$$Mu - mv_1 = Mu' - mv_2 \quad (1)$$

можно определить изменение скорости пули: $\Delta v = v_2 - v_1 = \frac{M}{m} u' - u$ (2)

Из закона сохранения энергии находится скорость шара в нижней точке до попадания пули:

$$u = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} \quad (3)$$

Из закона сохранения энергии находится скорость шара в нижней точке после попадания и

вылета из него пули: $u' = \sqrt{2gl(1 - \cos \beta)}$ (4)

Следовательно модуль изменения скорости есть

$$|\Delta v| = \left| \frac{M}{m} \left\{ \sqrt{2gl(1 - \cos \beta)} - \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} \right\} \right| = 100 M/c \quad (5)$$

Критерии оценивания:

- | | |
|---|---------|
| 1. Записан закон сохранения импульса для соударения (1) | 2 балла |
| 2. Найдено выражения для (2) | 2 балла |
| 3. Записано выражение (3) | 2 балла |
| 4. Записано выражение (4) | 2 балла |
| 5. Получено выражение (5) | 1 балл |
| 6. Найдено численное значение ответа | 1 балл |

Задача 2.

Ледяной кубик с длиной ребра 10 см плавает в цилиндрическом аквариуме с водой так, что верхняя грань кубика горизонтальна.

Найдите высоту верхней грани кубика над уровнем воды.

Поверх воды доливают слой керосина так, что поверхность керосина оказывается на одном уровне с верхней гранью кубика. Какова высота слоя керосина?

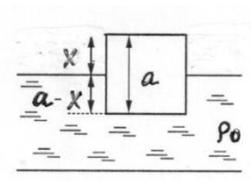
Плотность воды 1000 кг/м^3 , льда 900 кг/м^3 , и керосина 800 кг/м^3 .

Возможное решение:

Пусть x – высота верхней грани кубика над уровнем воды. ρ_0 – плотность воды, ρ_1 – плотность керосина, ρ_2 – плотность льда. На кубик действуют направленная вниз сила тяжести

(1) и направленная вверх сила Архимеда

находится в положении равновесия, эти силы равны по модулю:



(2) Поскольку кубик (3).

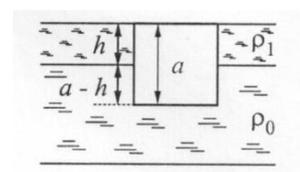
Следовательно,

(4)

Пусть h – высота слоя керосина. Избыточное по сравнению с атмосферным давление на нижнюю грань кубика составляет

Следовательно, равнодействующая сил

давления, действующих на кубик, уравнивается силой тяжести отсюда находим



(5)

Критерии оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1. Записано выражение для силы тяжести (1) | 1 балл |
| 2. Записано выражение для силы Архимеда (2) | 2 балла |
| 3. Записано условие равновесия кубика (3) | 2 балла |
| 4. Найдена высота выступающей части кубика (4) | 2 балла |
| 5. Найдено избыточное давление во втором случае | 1 балла |
| 6. Записано условие равновесия кубика во втором случае | 1 балл |
| 7. Получено численное значение для высоты керосина | 1 балл |

Задача 3.

Воздушный шар с газонепроницаемой оболочкой массой 400 кг заполнен гелием. На высоте, где температура воздуха 17°C и давление 10^5 Па, шар может удерживать груз массой 225 кг. Какова масса гелия в оболочке шара? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

Возможное решение:

Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю

где m_1 и m_2 — массы оболочки шара и груза, m_{He} — масса гелия, m_{air} — масса вытесненного воздуха. Из (1) следует:

В равновесии, давление гелия и его температура равны давлению и температуре окружающего воздуха.

Следовательно, согласно уравнению Клапейрона-Менделеева, $pV = \frac{m_{He}}{\mu_{He}} RT = \frac{m_{air}}{\mu_{air}} RT$, (2)

где μ_{He} — молярная масса гелия, μ_{air} — средняя молярная масса воздуха, V — объем шара.

Отсюда: $m_{air} = m_{He} \frac{\mu_{air}}{\mu_{He}}$, $m_{air} = \frac{\mu_{air}}{\mu_{He}} m_{He}$ $\frac{29}{4}$

Следовательно, $\frac{M + m}{6,25} \frac{625}{6,25} = 100$. (3)

Критерии оценивания:

- | | |
|---|---------|
| 1. Записано условие равновесие воздушного шара (1) | 2 балла |
| 2. Утверждения о том, что давление и температура равны внешним | 2 балла |
| 3. Записано уравнения Клапейрона-Менделеева (2) для воздуха и гелия | 2 балла |
| 4. Найдено соотношение между массой воздуха и гелия. | 2 балла |
| 5. Получено значение для массы гелия | 2 балла |

Задача 4.

Необходимо расплавить лёд массой 0,2 кг, имеющий температуру 0 °С. Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента – 400 Вт, тепловые потери составляют 30%, а время работы нагревателя не должно превышать 5 минут?

Возможное решение:

Количество теплоты необходимое для плавления льда – (1)

Подведённое джоулево тепло: (2)

В соответствии с заданными условиями и , т.е. (3)

следовательно поставленная задача невыполнима.

Критерии оценивания:

- | | |
|--------------------------------|---------|
| 1. Записана формула (1) | 2 балла |
| 2. Записана формула (2) | 2 балла |
| 3. Найдены числовые значения и | 2 балла |
| 4. Расписано условие (3) | 3 балла |
| 5. Сделан вывод | 1 балла |

Задача 5.

В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диодов в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке А положительного полюса, а к точке В отрицательного полюса батареи с ЭДС и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, потребляемая мощность равна . При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной . Укажите условия протекания тока через диоды и резисторы в обоих случаях и определите сопротивление резисторов в этой цепи.

