9 класс

Задача 1.

Автомобиль начинает двигаться из состояния покоя с постоянным ускорением и за десятую секунду проходит путь $S = 10$ м. Найдите величину ускорения автомобиля.

Решение. Координаты автомобиля через 9 и 10 секунд после начала движения равны

$$x_9 = \frac{at_9^2}{2}; \qquad x_{10} = \frac{at_{10}^2}{2}$$

где $t_9 = 9$ с и $t_{10} = 10$ с. Отсюда находим путь S, пройденный за десятую секунду после начала движения

$$S = x_{10} - x_9 = \frac{a\left(t_{10}^2 - t_9^2\right)}{2}$$

Отсюда

$$a = \frac{2S}{\left(t_{10}^2 - t_9^2\right)} = 1{,}05 \text{ м/с}^2.$$

Критерии.

Определение расстояний за 9 с и 10 с……..2
Определение S, пройденный за десятую секунду……..2
Определение ускорения автомобиля……1

Задача 2.

Вода в цилиндрическом сосуде сечением 225 см^2 разделена на два слоя. Верхний, пресный слой воды имеет толщину 5 см. плотность пресной воды 1 г/см^3 нижний слой воды толщиной 10 см соленый. Плотность соленой воды 1,2 г/см^3. В сосуд опускают куб с длиной ребра 10 см. плотность вещества куба равна плотности пресной воды. Определите высоту сухой части куба при его плавании.

Решение.

Обозначим: S – площадь сечения сосуда, h – толщина слоя пресной воды, a – длина ребра куба, ρ_1 – плотность пресной воды, ρ_2 – плотность соленой воды,x – искомая величина. Так как a>h, то новая толщина слоя пресной воды при плавании куба определяется формулой $h^{/}=h \cdot S/(S-a^2)$. Условие равновесия куба при плавании:

$$\rho_1 \cdot h\frac{S}{S-a^2} \cdot a^2 + \rho_2\left(a - x - h\frac{S}{S-a^2}\right) \cdot a^2 = \rho 1 \cdot a^3$$

После упрощения получаем:

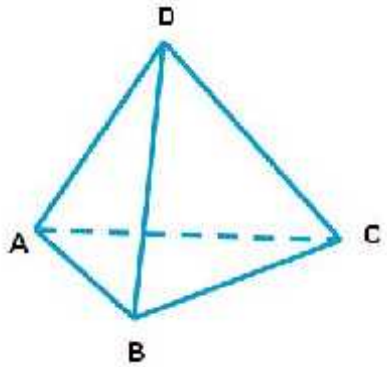
$$x = \left(a - h\frac{S}{S-a^2}\right)\frac{\rho 2 - \rho 1}{\rho 2} = 1{,}7 \text{ мм}$$

Критерии.

Идея решения……..1
Использование условия равновесия куба при плавании……2
Определение высоты сухой части куба при его плавании…….2

Задача 3.

Шесть одинаковых проволочек с сопротивлением в 1 Ом каждая, соединены по схеме тетраэдра так, как это показано на рисунке. Определите сопротивление схемы между вершинами B и C тетраэдра.



Решение.

Относительно точек B и C точки A и D расположены симметрично. Если к точкам B и C подключить источник тока, то потенциалы точек A и D будут равны и по сопротивлению ребру AD ток не «пойдет». Это сопротивление можно удалить. Схема упрощается, и сопротивление между точками B и C будет равно 0,5 Ом.

Критерии.

Идея решения…….2
Наличие эквивалентной схемы……1
Определение общего сопротивления……2

Задача 4.

Сестра приготовила для себя и брата кофе объемом 0,2 л. К началу завтрака он остыл до комнатной температуры 20 ^{0}C. Для подогрева кофе была использована вода объемом 1 л при температуре 80 ^{0}C. Большая чашка с двумя порциями кофе была опущена в сосуд с горячей водой. После подогрева (выравнивание температур) кофе был разделен и использован по назначению. На следующее утро история повторилась. Но во второй раз кофе подогревали следующим образом. Кофе был разделен на две чашки, и каждая из них опускалась в воду отдельно и вынималась после наступления теплового равновесия. Сестра и брат получили кофе при разных температурах. Чтобы все было по честному, содержимое двух чашек смешали и снова разлили на две чашки. В каком из двух описанных вариантов температура оказалась выше? Считайте, что удельные теплоемкости воды и кофе одинаковы, потерь тепла при теплообмене и переливаниях нет и теплоемкостью сосудов можно пренебречь.

Решение.

Обозначим: M – масса горячей воды (500 г), m – масса кофе (200 г), T – температура горячей воды (80 ^{0}C), t – температура холодного кофе (20 ^{0}C).

Запишем уравнение теплового баланса при первом варианте теплообмена кофе и воды (чашка с двумя порциями кофе была опущена в сосуд с горячей водой), умножение на теплоемкость опускаем:

$M \cdot T + m \cdot t = (M+m) \cdot t_1 \rightarrow t_1 = \frac{M \cdot T + m \cdot t}{M+m} = 62.86\ ^0C$

Уравнение теплового баланса для первой чашки при втором варианте теплообмена:

$M \cdot T + \frac{m}{2} \cdot t = (M + \frac{m}{2}) \cdot t_2 \rightarrow t_2 = \frac{M \cdot T + \frac{m}{2} \cdot t}{M + \frac{m}{2}} = 70\ ^0C.$

Для второй чашки:

$M \cdot t_2 + \frac{m}{2} \cdot t = (M + \frac{m}{2}) \cdot t_3 \rightarrow t_3 = \frac{M \cdot t2 + \frac{m}{2} \cdot t}{M + \frac{m}{2}} = 61{,}67\ ^0C.$

При смешивании содержимого двух чашек получается средняя температура:
$t_{23} = (70+61{,}67)/2 = 65{,}83 \approx 66\ ^0C$.

Во втором варианте теплообмена температура кофе выше примерно на 3 градуса.

Критерии.

Использование уравнение теплового баланса при первом варианте теплообмена…….2
Использование уравнение теплового баланса при втором варианте теплообмена…….1