

Решения задач Межрегиональной олимпиады школьников на базе ведомственных образовательных организаций в 2019-2020 учебном году
8 класс
Очный тур. Вариант 1.

Задача 1. (20 баллов). Велосипедист проехал первую треть пути со скоростью v_1 , а оставшуюся часть с какой-то другой скоростью. Найдите эту скорость, если известно, что средняя скорость его движения на всем пути равна v_{cp} .

Решение:

Средняя скорость движения на всем пути по определению равна

$$v_{cp} = \frac{S}{T},$$

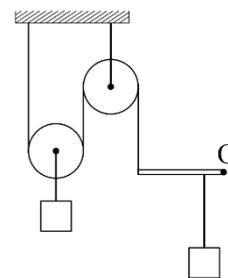
где S – весь путь, T – общее время движения. Время T будет равно

$$T = t_1 + t_2 = \frac{1/3 \cdot S}{v_1} + \frac{2/3 \cdot S}{v_2}$$

Подставив в исходное выражение значение для общего T выразим скорость на втором участке пути и получим ответ:

Ответ: $v_2 = \frac{2v_{cp}v_1}{3v_1 - v_{cp}}$

Задача 2. (20 баллов). Невесомый рычаг, длина которого составляет l (смотри рисунок) находится в равновесии. На каком расстоянии от оси вращения (т. О) подвешен второй груз? Массы грузов m_1 и m_2 соответственно?



Решение:

С учетом того, что подвижный блок, на котором закреплен груз m_1 , дает выигрыш в силе в два раза, то сила натяжения нити будет равна:

$$T = \frac{m_1 g}{2}$$

В соответствии с правилом моментов сил момент силы натяжения нити должен быть равен моменту силы, действующей на рычаг со стороны груза с массой m_2

$$\frac{m_1 g}{2} l = m_2 g l_2$$

Следовательно:

Ответ: $l_2 = \frac{m_1}{m_2} l$

Задача 3. (20 баллов). Жидкостной барометр наполнен машинным маслом (850 кг/м³). Какой высоты был столб масла в этом барометре при нормальном атмосферном давлении?

Решение:

Давление высоты столба, создаваемого машинным маслом в жидкостном барометре должно быть равно нормальному атмосферному давлению, следовательно

$$P_{атм} = \rho g h$$

Отсюда получим:

Ответ: $\rho = \frac{P_{атм}}{g h}$

Задача 4. (20 баллов). Два шара массами M и m ($M > m$), имеющих одинаковые объемы, связали невесомой и нерастяжимой нитью и опустили в сосуд с жидкостью. «Легкий» шар всплыл так, что в жидкости осталась лишь его η -я часть. «Тяжелый» шар, не касаясь дна, «повис» на вертикально ориентированной нити. Найти силу натяжения нити F , считая, что плотность жидкости неизменна от поверхности жидкости до дна сосуда.

Решение:

Запишем условия установившегося равновесия шаров в жидкости:

$$mg + F = \rho_0 V g \eta.$$

$$Mg = F + \rho_0 V g.$$

где ρ_0 – плотность жидкости, налитой в сосуд; V – объемы шаров.

Преобразуем написанные уравнения к виду:

$$mg + F = \rho_0 V g \eta.$$

$$Mg - F = \rho_0 V g.$$

Поделив верхнее уравнение на нижнее (убирая, при этом, неизвестную величину ρ_0), и проведя простые преобразования, получим ответ

$$\text{Ответ: } F = \frac{g}{1+\eta} (M\eta - m)$$

Задача 5. (20 баллов). Какое количество теплоты Q нужно сообщить $m = 2.0$ кг льда, взятого при температуре $t_{\text{н}}^0 = -10^0\text{C}$, чтобы лед расплавить ($t_{\text{пл}}^0 = 0^0\text{C}$), а полученную воду нагреть до кипения ($t_{\text{пр}}^0 = 100^0\text{C}$) и выпарить? Удельная теплоемкость льда $c_{\text{л}} = 2,10 \cdot 10^3$ Дж/(кг К). Удельная теплоемкость воды $c_{\text{в}} = 4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг К). Удельная теплота плавления льда $\lambda_{\text{л}} = 3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг. Удельная теплота парообразования воды $r_{\text{в}} = 22,60 \cdot 10^5$ Дж/кг.

Решение:

Закон сохранения энергии для конкретной задачи запишем в следующем виде

$$Q = c_{\text{л}} m (T_{\text{пл}} - T_{\text{н}}) + \lambda_{\text{л}} m + c_{\text{в}} m (T_{\text{пр}} - T_{\text{пл}}) + r_{\text{в}} m.$$

Первое слагаемое в правой части – тепло, необходимое для нагревания льда от его начальной температуры до температуры его плавления.

Второе слагаемое в правой части – тепло, необходимое для плавления льда и превращения его в воду.

Третье слагаемое в правой части – тепло, необходимое для нагревания воды от ее начальной температуры до температуры ее кипения.

Четвертое слагаемое в правой части – тепло, необходимое для выпаривания воды и превращения ее в пар.

Подставляя численные данные, получим численный ответ

$$\text{Ответ: } Q = c_{\text{л}} m (T_{\text{пл}} - T_{\text{н}}) + \lambda_{\text{л}} m + c_{\text{в}} m (T_{\text{пр}} - T_{\text{пл}}) + r_{\text{в}} m = 6 \text{ МДж.}$$