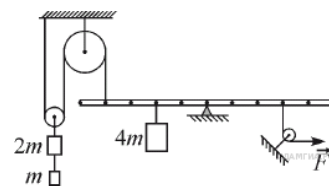


Второй (заключительный) этап олимпиады школьников
«Шаг в будущее» для 8-10 классов по общеобразовательному предмету
«Физика», 8 класс, весна 2018 г.

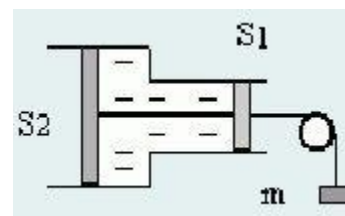
Вариант №1

1. Пользуясь приведённым рисунком, найдите, с какой силой F необходимо тянуть за нить, чтобы суметь удержать рычаг в горизонтальном положении. Массы грузов считаются известными, блок и рычаг невесомый.

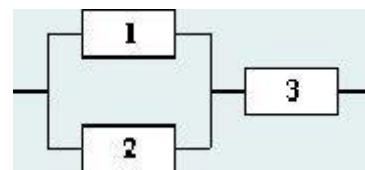


2. Прямоугольная льдина длиной 52 м и шириной 40 м плавает в воде. Высота льдины, выступающей над водой 1 см. Определите, какую работу нужно совершить для полного погружения льдины под воду? Плотность воды 1000 кг/м^3 , плотность льда 900 кг/м^3

3. Невесомая жидкость находится между двумя поршнями, жестко скрепленными друг с другом тонким жестким стержнем. К малому поршню прикреплена нить, перекинутая через неподвижный блок. На нити подвешен брусок массой m . Найдите давление в жидкости. Площадь малого поршня S_1 , большого S_2 . Атмосферное давление не учитывать. Постоянная g известна.



4. Сопротивление схемы, изображенной на рисунке, равно 10 Ом. Если поменять местами резисторы 1 и 3, то сопротивление схемы возрастает в 100 раз. Если же в исходной схеме поменять резисторы 2 и 3, ее сопротивление возрастает на 0,2 %. Найдите сопротивления резисторов.



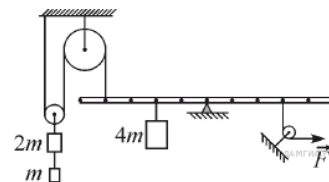
5. Для заполнения проточного бассейна можно использовать два крана, дающих одинаковый поток воды: с горячей и теплой водой. Температура горячей воды $T_1 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$, температура теплой воды $T_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$. При испытаниях бассейна заметили, что если открыть только кран с горячей водой, установившаяся температура воды в бассейне будет равняться $T_1/ = 50 \text{ }^\circ\text{C}$. Если же открыть только кран с теплой водой, установившаяся температура воды в бассейне будет равняться $T_2/ = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите, какая температура установится в бассейне, если открыть оба крана. Считайте, что поток тепла от воды прямо пропорционален разности температур воды и окружающей среды, а установившийся уровень воды в бассейне одинаков во всех трех случаях.

Решения и критерии оценивания вариантов 1,2. 8 класс

За каждую верно решенную задачу начисляется 20 баллов.

Решение варианта 1, 8 класс

1. Пользуясь приведённым рисунком, найдите, с какой силой F необходимо тянуть за нить, чтобы суметь удержать рычаг в горизонтальном положении. Массы грузов считаются известными, блок и рычаг невесомый.



Возможное решение:

$3mg = 2T$, откуда $T = 1,5 mg$, далее запишем условие равновесия рычага:

$$-1,5mg \cdot 4l_0 + 4mg \cdot 2l_0 - F \cdot 3l_0 = 0, \text{ откуда } F = \frac{2}{3} mg$$

Критерии оценивания задания 1:

- составлен динамический чертёж, расставлены все силы – 2 балла,
- Найдена сила натяжения нити, на которой висит блок с грузами – 2 балла,
- записано условие равновесия рычага – 10 баллов.

2. Прямоугольная льдина длиной 52 м и шириной 40 м плавает в воде. Высота льдины, выступающей над водой 1 см. Определите, какую работу нужно совершить для полного погружения льдины под воду? Плотность воды 1000 кг/м^3 , плотность льда 900 кг/м^3

Возможное решение:

До полного погружения: $mg = \rho_v g h_{\text{подв}} ab$, после погружения $F_{\text{max}} + mg - F_{\text{арх max}} = 0$, где

$$F_{\text{арх max}} = \rho_v g (h_{\text{подв}} + h_{\text{надв}}) ab$$

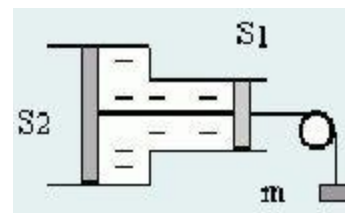
Работа, совершённая по погружению льдины $A = F_{\text{max}} h_{\text{подв}} / 2$

Решая полученную систему уравнений, получаем $A = \frac{\rho_v \rho_l ab h_{\text{надв}}^2}{2(\rho_v - \rho_l)} = 936 \text{ Дж}$

Критерии оценивания задания 2:

- записано условие плавания льдины до полного погружения – 2 балла,
 - найдена глубина погруженной части – 5 баллов
 - записано условие равновесия льдины после погружения и найдена внешняя сила – 5 баллов,
 - записано выражение для работы переменной силы – 5 баллов
- За арифметическую ошибку снимается 2 балла.

3. Невесомая жидкость находится между двумя поршнями, жестко скрепленными друг с другом тонким жестким стержнем. К малому поршню прикреплена нить, перекинутая через неподвижный блок. На нити подвешен брусок массой m . Найдите давление в жидкости. Площадь малого поршня S_1 , большого S_2 . Атмосферное давление не учитывать. Постоянная g известна.



Возможное решение:

При перемещении системы "поршни – вода" в сторону более узкой трубы расстояние между поршнями должно увеличиваться из-за несжимаемости воды. Но так как стержень жестко скрепляет поршни, то система не сможет двинуться под действием внешней силы. Стержень притягивает поршни друг к другу с силой T , и этим создает в жидкости давление p .

Условие равновесия поршней – равенство нулю равнодействующей силы, действующей на поршни: $mg + pS_1 = pS_2$. Или по-другому: Равнодействующая сила на каждом поршне равна нулю: $pS_2 - T = 0$, $pS_1 + mg - T = 0$. Вычтем уравнения и получим: $mg + pS_1 = pS_2$, откуда

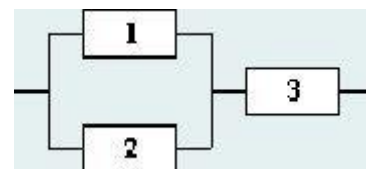
$$p = mg / (S_2 - S_1)$$

Ответ: $p = mg / (S_2 - S_1)$.

Критерии оценивания задания 3:

- сделан динамический чертёж с указанием всех сил – 2 балла,
- записано условие равновесия поршней (каждого) – 5 баллов.

4. Сопротивление схемы, изображенной на рисунке, равно 10 Ом. Если поменять местами резисторы 1 и 3, то сопротивление схемы возрастает в 100 раз. Если же в исходной схеме поменять резисторы 2 и 3, ее сопротивление возрастает на 0,2 %. Найдите сопротивления резисторов.



Возможное решение:

Для первоначальной схемы общее сопротивление $R_1R_2 / (R_1 + R_2) + R_3 = 10$ Ом, если поменять местами резисторы 1 и 3, то общее сопротивление $R_3R_2 / (R_3 + R_2) + R_1 = 1000$ Ом, если поменять местами резисторы 2 и 3, то общее сопротивление $R_1R_3 / (R_1 + R_3) + R_2 = 10,02$ Ом .

Решая совместно три уравнения относительно искомых сопротивлений, находим $R_1 = 1000$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 6$ Ом.

Критерии оценивания задания 4:

- каждое верно найденное значение общего сопротивления – 5 баллов.
- за арифметическую ошибку при решении системы уравнений снимаем 2 балла.

5. Для заполнения проточного бассейна можно использовать два крана, дающих одинаковый поток воды: с горячей и теплой водой. Температура горячей воды $T_1 = 70$ °С, температура теплой воды $T_2 = 40$ °С. При испытаниях бассейна заметили, что если открыть только кран с горячей водой, установившаяся температура воды в бассейне будет равняться $T_1' = 50$ °С. Если же открыть только кран с теплой водой, установившаяся температура воды в бассейне будет равняться $T_2' = 30$ °С. Определите, какая температура установится в бассейне, если открыть оба крана. Считайте, что поток тепла от воды прямо пропорционален разности температур воды и окружающей среды, а установившийся уровень воды в бассейне одинаков во всех трех случаях.

Возможное решение:

По условию, мощность теплоотдачи из бассейна пропорциональна разности температур воды и окружающей среды:

$$P = \alpha \Delta t.$$

Теплоотдача компенсируется тем, что поступающая в бассейн вода теплее, чем вытекающая.

Обозначим массу воды, поступающей в единицу времени в бассейн из одного крана, μ .

Тогда приток тепла в единицу времени равен

$$P = c\mu(t_{in} - t_{out})$$

(c – теплоемкость воды, t_{in} и t_{out} – температура втекающей и вытекающей воды).

Таким образом, можно записать уравнения баланса для ситуаций, когда открыт кран с горячей и теплой водой:

$$\alpha(T_1' - T_0) = c\mu(T_1 - T_1')$$

$$\alpha(T_2' - T_0) = c\mu(T_2 - T_2').$$

Здесь T_0 – температура окружающей среды. Поделим их друг на друга:

$$(T_1' - T_0)/(T_2' - T_0) = (T_1 - T_1')/(T_2 - T_2').$$

Из этого уравнения можно найти T_0 :

$$T_0 = (T_1 T_2' - T_2 T_1') / ((T_1 - T_1') - (T_2 - T_2')) = 10$$
 °С.

Обозначим температуру, которая установится в бассейне, если открыть оба крана, T . Она удовлетворяет соотношению

$$\alpha(T - T_0) = c\mu(T_1 - T) + c\mu(T_2 - T).$$

Разделив на первое уравнение, получим

$$(T - T_0)/(T_1' - T_0) = (T_1 + T_2 - 2T)/(T_1 - T_1').$$

Отсюда $T = (T_1 T_1' - T_2 T_2') / ((T_1 + T_1') - (T_2 + T_2')) = 46$ °С.

Критерии оценивания задания 5:

- записано выражение для мощности теплоотдачи – 2 балла,
 - записано выражение для тепловой мощности (приток тепла) – 2 балла,
 - за каждое верно записанное уравнение теплового баланса – 5 баллов,
- За арифметическую ошибку снимаем 2 балла.