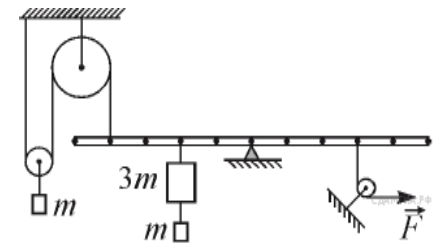


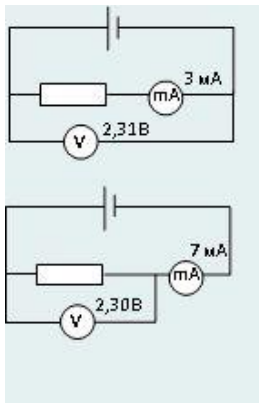
Второй (заключительный) этап олимпиады школьников
«Шаг в будущее» для 8-10 классов по общеобразовательному предмету
«Физика», 8 класс, весна 2018 г.

Вариант №2

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. Невесомый куб с длиной ребра 30 см погружают в ртуть. Какую при этом совершили механическую работу?



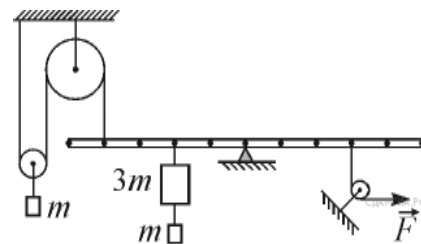
3. Петя поручили измерить сопротивление резистора, выдав ему для этих целей вольтметр, миллиамперметр и идеальный источник питания (всегда выдает одинаковое напряжение). Для измерения сопротивления Петя по очереди собрал две схемы и снял показания приборов (рис.). По результатам измерений, проведенных Вовой, определите: 1) сопротивление резистора R ; 2) сопротивление вольтметра R_V ; 3) напряжение на источнике питания U .

4. В калориметр поместили кусок льда массой M при $t = 0^\circ\text{C}$ и прочно прикрепили ко дну. Затем залили этот лёд водой такой же массой M . Вода полностью покрыла лёд и достигла уровня $H = 20$ см. Определите, какова была температура воды, если после установления теплового равновесия уровень воды в стакане калориметра опустился на $h = 0,4$ см. Плотность воды и льда равны 1000 и 920 Дж/(кг•К) соответственно. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг.

5. Шар радиуса R распилили на две половинки и одну из них плоской поверхностью приклеили водонепроницаемым клеем к горизонтальному дну сосуда. В сосуд налили воды высотой h . С какой силой полушар давит на дно сосуда, если масса полушара m , плотность воды ρ_0 , атмосферное давление $p_{\text{атм}}$?

Решение варианта 2, 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:

$mg=2T$, откуда $T=0,5 mg$, далее запишем условие равновесия рычага:

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

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.

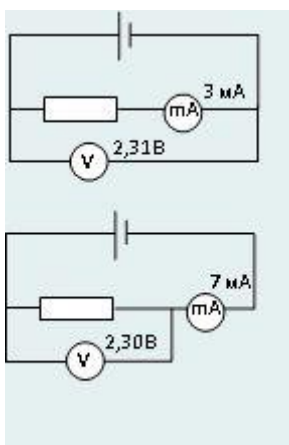
2. Невесомый куб с длиной ребра 30 см погружают в ртуть. Какую при этом совершили механическую работу?

Возможное решение:

$$F_{\max}=F_{\text{арх}}, F_{\max}=\rho g a^3, A= \rho g a^3 a/2=550,8 \text{ Дж.}$$

Критерии оценивания задания 2:

- записано условие равновесия куба при полном погружении – 2 балла,
- записано выражение для силы Архимеда – 2 балла,
- записано выражение для расчёта переменной силы – 10 баллов.



3. Пете поручили измерить сопротивление резистора, выдав ему для этих целей вольтметр, миллиамперметр и идеальный источник питания (всегда выдает одинаковое напряжение). Для измерения сопротивления Петя по очереди собрал две схемы и снял показания приборов (рис.). По результатам измерений, проведенных Вовой, определите: 1) сопротивление резистора R ; 2) сопротивление вольтметра R_V ; 3) напряжение на источнике питания U .

Возможное решение:

1) Заметим, что показания вольтметра в первом и во втором случае отличаются незначительно. Это значит, что амперметр можно считать идеальным (его сопротивление пренебрежимо мало по сравнению с сопротивлением резистора). Тогда в первой

цепи показания вольтметра с большой степенью точностью соответствуют напряжению на резисторе. Сопротивление резистора

$$R = U_1/I_1 = 2,31/0,003 = 770 \text{ (Ом)}.$$

Ответ: $R = 770 \text{ Ом}$.

2) Во второй цепи ток через миллиамперметр равен сумме токов через вольтметр и резистор.

Ток через резистор $I_R = U_2/R = 2,3/770 \approx 3 \text{ мА}$, ток через вольтметр $I_2 = I_2 - I_R = 4 \text{ мА}$, Сопротивление вольтметра $R_V = U_2/I_V = 575 \text{ Ом}$.

Ответ: $R_V = 575 \text{ Ом}$.

3) Т.к. источник питания идеальный, то напряжение на нем равно показаниям вольтметра в первой цепи:

$$U = U_1 = 2,31 \text{ В}.$$

Ответ: $U = 2,31 \text{ В}$.

Критерии оценивания задания 3:

- сделан вывод, что амперметр идеальный – 2 балла,
 - каждый верно выполненный пункт – 6 баллов,
- За арифметическую ошибку снимаем 2 балла.

4. В калориметр поместили кусок льда массой M при $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ и прочно прикрепили ко дну. Затем залили этот лёд водой такой же массой M . Вода полностью покрыла лёд и достигла уровня $H = 20 \text{ см}$. Определите, какова была температура воды, если после установления теплового равновесия уровень воды в стакане калориметра опустился на $h = 0,4 \text{ см}$. Плотность воды и льда равны 1000 и $920 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ соответственно. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$.

Возможное решение:

Если бы весь лед растаял, то уровень воды понизился

$$h_0 = H(\rho - \rho_{\text{л}})/(\rho + \rho_{\text{л}}) \approx 0,87 \text{ см}.$$

Так как $h < h_0$, то в нашем случае не весь лед растаял. Следовательно, в сосуде установилась конечная температура $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Пусть растаяло m кг льда, тогда $cM(t_{\text{в}} - t_{\text{к}}) = \lambda m$, откуда $t_{\text{в}} = \lambda m/(cM) + t_{\text{к}}$.

Очевидно, $m/\rho_{\text{л}} - m/\rho = hS$, $M/\rho_{\text{л}} + M/\rho = HS$, где S – площадь дна.

Тогда $m/M = (h/H) \times (\rho_{\text{л}} - \rho)/(\rho_{\text{л}} + \rho)$ или $(\lambda/c) \times (h/H) \times (\rho - \rho_{\text{л}})/(\rho_{\text{л}} + \rho) \approx 37,7 \text{ }^\circ\text{C}$.

Критерии оценивания задания 4:

- выяснено, что не весь лёд растаял – 5 баллов,
- записано, что температура воды 0 град – 1 балл,
- записано уравнение теплового баланса – 2 балла,

- записаны уравнения, связывающие массы воды и льда и площадью дна сосуда – 5 баллов,
- выведено соотношение между массами воды и льда – 5 баллов.

5. Шар радиуса R распилили на две половинки и одну из них плоской поверхностью приклеили водонепроницаемым клеем к горизонтальному дну сосуда. В сосуд налили воды высотой h . С какой силой полушар давит на дно сосуда, если масса полушара m , плотность воды ρ_0 , атмосферное давление $p_{\text{атм}}$?

Возможное решение:

Искомая сила определяется тремя слагаемыми:

1. весом полушара $P = mg$,
2. силой давления атмосферного воздуха, который оказывает силовое воздействие на поверхность воды и передается ею в точки поверхности полушара,
3. силой гидростатического давления воды.

$$F = mg + F_{\text{ат}} + F_{\text{в}}. (1)$$

Сила $F_{\text{ат}} = p_{\text{ат}}S$, где $S = \pi R^2$ – площадь опоры полушара, перпендикулярная к направлению силы $F_{\text{ат}}$. Для определения $F_{\text{в}}$ предположим, что вода под полушар проникла. Тогда действующая на полушар архимедова сила выталкивания $F_A = F_2 - F_1$, где $F_2 = p_2S = \rho_0gh\pi R^2$ – сила гидростатического давления воды снизу на плоскую поверхность полушара $S = \pi R^2$, а сила F_1 и есть искомая сила $F_{\text{в}}$. Она равна $F_{\text{в}} = F_1 = F_2 - F_A = \rho_0gh\pi R^2 - 2\pi\rho_0gR^3/3 = \pi\rho_0gR^2(h - 2R/3)$. Следовательно, $F = mg + p_{\text{ат}}\pi R^2 + \pi\rho_0gR^2(h - 2R/3)$.

Критерии оценивания задания 5:

- записано уравнение (1) – 2 балла,
- верно найдена каждая сила – 6 баллов