

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

7–9 классы, 2014 год

Каждое из четырёх заданий содержит вопрос (5 баллов) и задачу (20 баллов).

Задание 1

ВОПРОС. Что такое масса тела, вес тела и сила тяжести, действующая на тело вблизи Земли? Как они связаны между собой?

Ответ должен содержать: описание понятия «масса» как меры инертности и определение массы как физической величины (нужно понимать, что определение основных физических величин — это прежде всего указание способа их измерения), определение веса тела, физическое описание сил тяжести (природа этих сил, выражения для них) и объяснение связи силы тяжести и веса.

ЗАДАЧА. Вору и мошеннику Наземникусу удалось пробраться в сейф, полный золотых слитков и слитков из неизвестного сплава одинакового размера. С помощью волшебного заклинания Наземникус может незаметно выбраться из сейфа, прихватив с собой золота не больше своей массы. Если Наземникус попытается унести чуть больше, его немедленно схватят тролли, охраняющие сейф. Наземникус прихватил с собой тонкий прочный стержень длиной 1 метр и массой 0,3 кг с отверстием, находящемся на расстоянии 25 см от левого конца стержня и гирию массой 1 кг. Закрепив стержень через имеющееся отверстие, Наземникус соорудил импровизированные весы и узнал, что:

- золотой слиток, подвешенный в левому концу стержня перевешивает слиток из неизвестного сплава, подвешенный к правому концу;
- слиток из неизвестного сплава вместе с гирей, подвешенные к правому концу, перевешивают золотой слиток, подвешенный к левому концу;
- гирия, подвешенная к правому концу стержня, перевешивает слиток из неизвестного сплава, подвешенный к левому концу;
- слиток из неизвестного сплава, подвешенный к правому концу, перевешивает гирию, подвешенную к левому концу.

Больше измерений Наземникусу провести не удалось. Определите, какое максимальное количество золотых слитков может взять с собой Наземникус, чтобы наверняка не быть пойманным, если его масса 70 кг (он использует только на данные произведенных взвешиваний!).

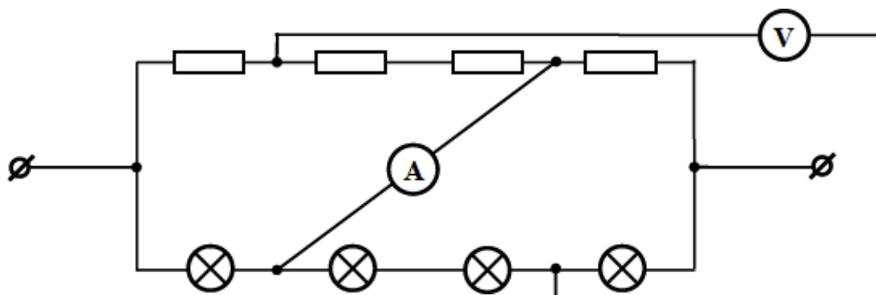
□

Задание 2

ВОПРОС. Напряжение и сила тока в электрической цепи. Закон Ома.

Ответ должен содержать: определение напряжения и силы тока как физических величин, формулировку закона Ома и объяснение его физического содержания.

ЗАДАЧА. На внешних клеммах цепи, схема которой показана на рисунке, поддерживается постоянное напряжение $U = 48$ В. Сопротивления всех резисторов в схеме одинаковы и равны $R = 10$ Ом, сопротивления всех ламп в схеме также можно считать одинаковыми и равными $R_1 \approx 3R = 30$ Ом. К цепи подключены амперметр и вольтметр, которые можно считать практически идеальными (то есть присутствие амперметра практически не влияет на силу тока в его участке цепи, а присутствие вольтметра практически не влияет на напряжение между точками, к которым он подключен), сопротивления соединительных проводов пренебрежимо малы. Найти показания приборов.



$$I_A = U \frac{3}{2R} = 48 \cdot \frac{3}{2 \cdot 10} = \frac{48 \cdot 3}{20} = 7.2 \text{ A}$$

Задание 3

ВОПРОС. Каким условиям должна удовлетворять лодка, чтобы ее можно было использовать для плавания по воде?

Ответ должен содержать: формулировку условий плавания лодки (например, условие на объём лодки ниже ватерлинии и условие на положение точек приложения сил Архимеда и веса лодки с грузом).

ЗАДАЧА. Наземникус решил спрятать один из вынесенных золотых слитков в глубоком цилиндрическом колодце, площадь поперечного сечения которого $S = 0,5 \text{ м}^2$. В колодце была вода и поддерживалась температура 0°C . Наземникус поместил слиток в кусок льда, причем лёд со слитком плавал на поверхности воды в колодце, не касаясь стенок. Из-за небольшого повышения температуры лёд все-таки растаял, и уровень воды в колодце понизился на $\Delta h_1 \approx 9,48$ мм (вода из колодца не выливается и в колодец не поступает). После извлечения слитка из колодца уровень понизился ещё на $\Delta h_2 \approx 0,52$ мм. Найдите массу золотого слитка и определите его плотность (слитки содержат небольшое количество примесей, и их плотность может отличаться от «табличной» плотности чистого золота). Плотность воды в колодце $\rho_0 = 1,00 \text{ г/см}^3$, тепловым расширением всех материалов при небольшом нагревании пренебречь.

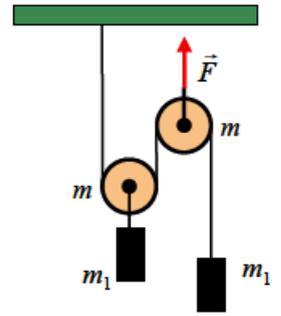
$$\rho_{\text{Au}} V_{\text{Au}} \approx \frac{\rho_0 \Delta h_1 S}{\rho_0 - \rho_{\text{Au}}} = \rho_0 \Delta h_2 S \Rightarrow \rho_{\text{Au}} \approx \frac{\rho_0 \Delta h_1 S}{\rho_0 \Delta h_2 S - \rho_{\text{Au}} V_{\text{Au}}}$$

Задание 4

ВОПРОС. Подвижный блок. Опишите соотношение сил и перемещений при использовании подвижного блока.

Ответ должен содержать: описание конструкции простого механизма — подвижного блока, объяснение того, как распределены силы, действующие на элементы блока и связанные с ним тела, описание соотношения сил и перемещений с указанием их связи с «золотым правилом» механики.

ЗАДАЧА. Из двух одинаковых цилиндрических роликов массы m , двух одинаковых грузов массы $m_1 = 3m$ и лёгкой прочной нерастяжимой нити собрали механическую систему, показанную на рисунке. Один конец нити закреплен на «потолке», ролики не вращаются, нить скользит по роликам без трения. Найти величину силы F , с которой нужно тянуть вверх ось правого ролика, чтобы левый груз в этой системе двигался с постоянной по величине скоростью. Каким при этом будет ускорение правого груза? Ускорение свободного падения считать известным.



$$\boxed{(\text{сила}) \quad \delta \frac{\mathcal{E}}{\delta t} = v \cdot \delta m \frac{v}{\delta z} = \mathcal{F}}$$