

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

7–9 классы, 2021 год

Билет 15

Задание 1

ВОПРОС. Дайте определение момента силы.

ЗАДАЧА. Однородный стержень длиной $L = 80$ см с массой $M = 900$ г подвешен к горизонтальному потолку на трёх одинаковых длинных нитях. Нити можно считать нерастяжимыми и невесомыми, а точки прикрепления их к потолку выбраны так, что все три нити практически вертикальны. При этом одна из нитей (далее — «первая») прикреплена к «левому» концу стержня, вторая — к точке на расстоянии $l = \frac{3}{8}L$ от первой нити, третья — на таком же расстоянии от второй. К «правому» концу стержня прикрепляют маленький по размерам груз. При какой массе этого груза первая нить провиснет?

$$\frac{1}{1000} \text{ м} = \frac{g}{N} \ll m$$

Задание 2

ВОПРОС. В сосуде с водой плавает плот, на котором лежит деревянный брусок. Что произойдёт с уровнем воды в сосуде, если брусок переместить в воду? Ответ обосновать. Плотность дерева меньше плотности воды.

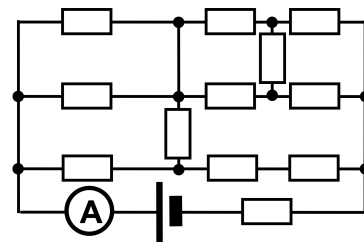
ЗАДАЧА. В большом калориметре находится вода с температурой $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Алюминиевый цилиндр повесили на тонкой лёгкой прочной нити, прикрепленной другим концом к крючку динамометра. В воздухе динамометр показал, что сила натяжения нити при покоящемся цилиндре равна $T_0 = 6$ Н. Цилиндр на некоторое время опустили в сосуд Дьюара с жидким азотом (температура которого $t_1 = -196^\circ\text{C}$). Затем его опустили в калориметр с водой. Какой стала сила натяжения нити — сразу после опускания цилиндра в воду (цилиндр не касался дна и стенок калориметра), и после установления равновесия? Плотность льда равна 900 кг/м³, плотность воды — 1000 кг/м³, алюминия — 2700 кг/м³. Удельная теплота плавления льда 336 кДж/кг, удельная теплоёмкость алюминия $0,9$ кДж/(кг · °C). Считать, что у стенок и дна калориметра всегда остаётся жидкая вода.

$$F_{\text{нат}} \approx \left(\frac{V_{\text{д}} \rho_{\text{д}}}{\rho_{\text{д}} - \rho_{\text{л}}} \frac{1}{(1 - \frac{\rho_{\text{д}}}{\rho_{\text{л}}})^2} - \frac{V_{\text{д}}}{\rho_{\text{д}}} - 1 \right) \rho_{\text{л}} g = \rho_{\text{л}} g V_{\text{д}} \approx \left(\frac{\rho_{\text{д}}}{\rho_{\text{л}}} - 1 \right) \rho_{\text{л}} g V_{\text{д}}$$

Задание 3

ВОПРОС. Дайте определение ЭДС источника постоянного тока. Какими физическими причинами обусловлено её существование?

ЗАДАЧА. Ученик 9 класса собрал цепь, схема которой показана на рисунке, из аккумулятора, 12 одинаковых резисторов с сопротивлением $R = 19 \text{ Ом}$ и амперметра. Амперметр, который можно считать идеальным, показывает силу тока $I = 0,4 \text{ А}$. Если подключить к аккумулятору только этот амперметр, то он будет показывать силу тока $I_0 = 8,0 \text{ А}$. Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.



$$\varepsilon = I_0 R_{\text{вн}} + I_0 r; \quad I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{вн}} + r} = 0,4 \text{ А}; \quad I_0 = \frac{\varepsilon}{r} = 8,0 \text{ А}$$

Задание 4

ВОПРОС. Что такое радиус кривизны криволинейной траектории?

ЗАДАЧА. Электронная мышка (ЭМ) всегда бежит в направлении, перпендикулярном линии, соединяющей её с электронной кошкой (ЭК) с постоянной по величине скоростью $u = 2 \text{ м/с}$. ЭК всегда бежит по направлению к ЭМ с постоянной по величине скоростью $V = 1 \text{ м/с}$. В интересующем нас случае погоня началась, когда расстояние между ЭК и ЭМ $l_0 = 5 \text{ м}$. Сколько времени будет длиться погоня? Во сколько раз могут отличаться ускорения ЭК и ЭМ в ходе погони?

$$\tau = \frac{l_0}{u} = 2,5 \text{ с}; \quad \frac{a_{\text{ЭК}}}{a_{\text{ЭМ}}} = \frac{u^2}{V^2} = 4$$