

## Инженерная олимпиада

11 класс, 2022/23 год, отборочный этап

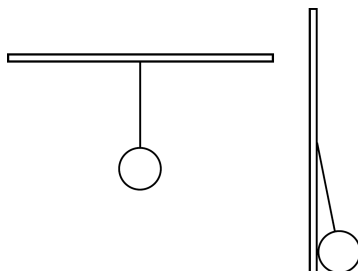
1. При причаливании танкера к речному причалу произошло небольшое столкновение, и часть нефти вылилась в реку. Была проведена очистка акватории реки, во время которой собрали объём  $V = 2000$  л загрязнённой жидкости, которая имела массу  $m = 1,725$  т. Какую массу нефти содержала данная жидкость? Плотность нефти  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>, плотность воды  $\rho_0 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

$$m_{\text{нефти}} = \frac{m - \rho_0 V}{\rho - \rho_0} = 1,725 \text{ т} - 2 \text{ т} = -0,275 \text{ т}$$

2. В теплоизолированном калориметре смешали 10 порций воды: массой  $m = 10$  г с температурой  $t = 1^\circ\text{C}$ , массой  $2m = 20$  г с температурой  $t \cdot 2^2 = 4^\circ\text{C}$ , массой  $3m = 30$  г с температурой  $t \cdot 3^2 = 9^\circ\text{C}$ , массой  $4m = 40$  г с температурой  $t \cdot 4^2 = 16^\circ\text{C}$ , ..., массой  $10m = 100$  г с температурой  $t \cdot 10^2 = 100^\circ\text{C}$ . Найти температуру смеси.

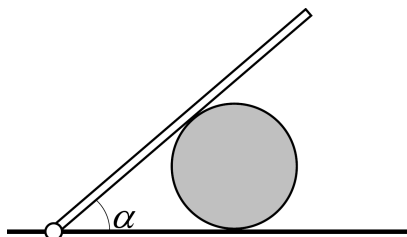
$$T = \frac{\sum m_i t_i}{\sum m_i} = \frac{10 \cdot 1 + 20 \cdot 4 + \dots + 100 \cdot 100}{10 + 20 + \dots + 100} = 10^\circ\text{C}$$

3. К очень длинной гладкой горизонтальной доске с помощью невесомой нерастяжимой верёвки привязан массивный шар (см. левый рисунок). Как изменится сила натяжения верёвки — увеличится или уменьшится, — если доску расположить вертикально? Во сколько раз изменится сила натяжения верёвки? Длина верёвки в 3 раза больше радиуса шара.



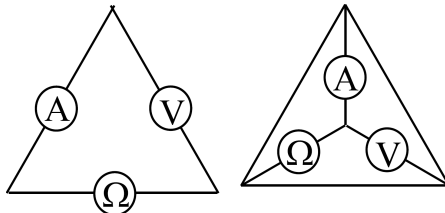
$$T = \frac{mg}{\cos \alpha} = \frac{mg}{\frac{1}{3}} = 3mg$$

4. Массивный стержень шарнирно закреплён на горизонтальной поверхности. Стержень опирается на массивный шар, лежащий на этой поверхности (см. рисунок). При каких углах  $\alpha$  между стержнем и поверхностью система будет находиться в равновесии, если коэффициенты трения стержня о шар и шара о поверхность одинаковы и равны  $\mu$ . Трением качения пренебречь.



$$\alpha \geq \arctan \mu$$

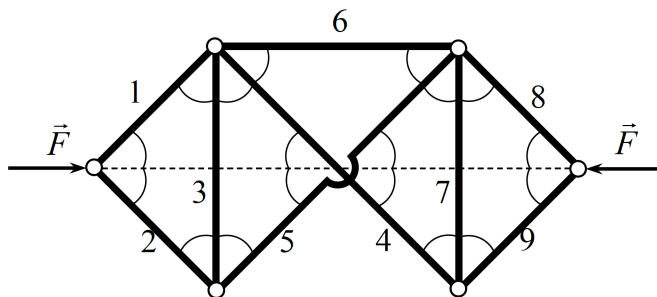
5. Когда амперметр, вольтметр и омметр соединены «треугольником» (левый рисунок), приборы показывают: амперметр —  $I_1 = 1$  мА, вольтметр —  $U_1 = 2$  В, омметр —  $R_1 = 2200$  Ом. Какими будут показания вольтметра и омметра, если их соединить звездой (правый рисунок) и если известно, что при таком соединении амперметр показывает силу тока  $I_2 = 3$  мА? Найти также внутренние сопротивления всех приборов. *Указание.* Омметр представляет собой последовательно соединённые идеальный источник постоянного напряжения, резистор и идеальный амперметр. При подключении к внешнему резистору омметр измеряет силу тока и автоматически пересчитывает её в значение внешнего сопротивления.



$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{2}{0.001} = 2000 \text{ Ом}, r_A = 2000 \text{ Ом} - 2200 \text{ Ом} = -200 \text{ Ом}, r_V = 2200 \text{ Ом} - 2000 \text{ Ом} = 200 \text{ Ом}$$

$$I_2 = \frac{U_1}{R_1 + r_A} = \frac{2}{2000 + 200} = 0.000909 \text{ А} = 0.909 \text{ мА}$$

6. Девять жёстких невесомых стержней связаны невесомыми шарнирами. На два крайних шарнира действуют одинаковые по величине силы  $\vec{F}$ , направленные противоположно вдоль одной прямой. Все углы, отмеченные на рисунке дугами, равны  $45^\circ$ . Определить силы натяжения стержней  $F_1, F_2, \dots, F_9$ . Какие из стержней будут растянуты, какие сжаты? Считать, что стержни 4 и 5 посередине системы не касаются друг друга и никак друг на друга не влияют (на рисунке это показано разрывом одного из стержней).



$$F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = F_5 = F_6 = F_7 = F_8 = F_9 = \frac{F}{\sqrt{2}}$$