

Олимпиада «Ломоносов» по физике

7–9 классы, 2023 год

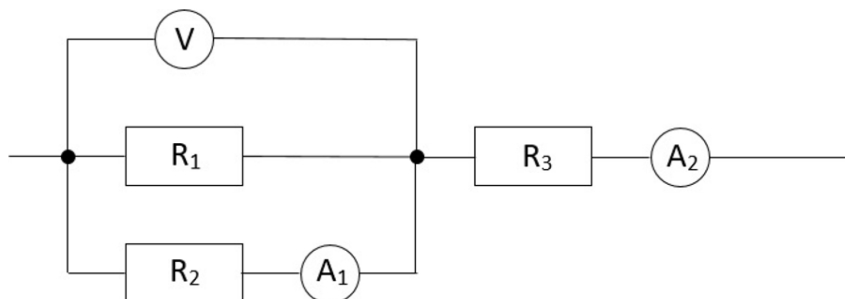
1. Шуховская телебашня в Москве имеет высоту $H = 148,5$ м и массу $M = 240$ т. Какую массу m будет иметь точная копия этой башни, если её изготовить из материала, плотность которого ρ_2 в 3 раза меньше плотности материала ρ_1 оригинальной конструкции? Высота копии башни $h = 50$ см. Ответ выразить в граммах и округлить до целых.

$$m = \left(\frac{H}{h}\right)^3 \frac{\rho_2}{\rho_1} M = 10$$

2. Горячий чай наливают до краёв в большую кружку цилиндрической формы. В результате теплообмена с окружающей средой чай охлаждается на $\Delta t = 1$ °C за время $\tau_1 = 1$ мин. За какое время τ_2 охладится на Δt тот же чай, если его разлить на восемь одинаковых маленьких кружек, наполнив их до краёв? Считайте, что большая и маленькая кружки подобны друг другу. Теплоёмкостью кружек пренебречь.

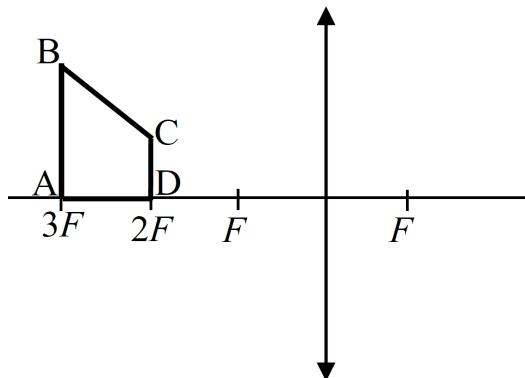
$$\text{или } \tau_2 = \frac{\tau_1}{8} = 7,5$$

3. На рисунке приведён участок цепи постоянного тока. Сопротивления резисторов $R_1 = R_3$. Показания амперметров A_1 и A_2 равны $I_1 = 0,2$ А и $I_2 = 1,2$ А соответственно. Показание идеального вольтметра V равно $U = 12$ В. Определите мощность P_3 , выделяющуюся на резисторе R_3 . Сопротивлением подводящих проводов и обоих амперметров пренебречь.



$$P_3 = \frac{U I_2}{2} = 17,28 \text{ Вт}$$

4. Прямоугольная трапеция $ABCD$ расположена перед тонкой линзой с фокусным расстоянием $F = 20$ см так, как показано на рисунке (*рисунок сделан не в масштабе!*). Определите площадь изображения этой трапеции. Стороны AB и CD трапеции перпендикулярны главной оптической оси линзы. $AB = 0,2F$, $CD = 0,1F$, $AD = F$. Ответ приведите в см^2 .



$$\frac{1}{z} + \frac{1}{z'} = \frac{1}{F} = S$$

5. Пробка, имеющая цилиндрическую форму радиусом $r = 5$ см и высотой $h = 2$ см, без начальной скорости падает в сосуд, который заполнен водой частично, поэтому при падении пробки вода из сосуда не выливается. Сосуд также имеет форму цилиндра радиусом $R = 50$ см. До падения высота нижнего торца пробки над уровнем воды была равна $H = 20$ см. Плотность материала, из которого сделана пробка, равна $\rho = 400$ $\text{кг}/\text{м}^3$, плотность воды — $\rho_0 = 1000$ $\text{кг}/\text{м}^3$. Какое количество теплоты выделится после того, как движение пробки и воды прекратится?

$$Q = \rho_0 \cdot g \cdot V_{\text{displaced}} = \rho_0 \cdot g \cdot \left(\frac{\pi R^2 h}{2} + \pi r^2 H \right)$$

