

8 класс. II тур. Вступительная олимпиада по физике

1. Корабль плывет со скоростью 12 м/с. Флаг на мачте корабля направлен горизонтально, под прямым углом к направлению движения. Анемометр (прибор для измерения скорости ветра), установленный на корабле, показывает 5 м/с. Что показывает анемометр, установленный на берегу?

Ответ: 13 м/с.

Решение: Скорость ветра относительно берега равна векторной сумме скоростей корабля и ветра относительно корабля. Относительно корабля ветер дует со скоростью 5 м/с (показание анемометра). Эта скорость перпендикулярна направлению движения корабля («показание» флага на мачте). Поскольку скорость корабля (12 м/с) и скорость ветра относительно корабля (5 м/с) направлены перпендикулярно, величина их векторной суммы может быть посчитана по теореме Пифагора. Окончательно, скорость ветра относительно берега равна $\sqrt{12^2 + 5^2} = 13$ м/с.

2. В легкий стакан объема 0,25 л налито 200 г воды температурой 20°C и сыплют мелкий горячий песок (100°C) плотности 3 г/см³ и теплоемкости 1400 Дж/(кг·°C). Теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°C). Какой будет температура системы, когда стакан полностью заполнится?

Ответ: 36°C.

Решение: 200 г воды имеют объем $V_B = \frac{m_B}{\rho_B} = 200 \text{ см}^3$, следовательно, в стакан поместится еще

$V_{\Pi} = V_{\text{ст}} - V_B = 50 \text{ см}^3$ песка. Масса этого песка равна $m_{\Pi} = \rho_{\Pi} V_{\Pi} = 150 \text{ г}$. Далее запишем уравнение теплового баланса: $m_B c_B (T - T_B) = m_{\Pi} c_{\Pi} (T_{\Pi} - T)$, или в числах

$$0,2 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (T - 20^\circ\text{C}) = 0,15 \text{ кг} \cdot 1400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (100^\circ\text{C} - T)$$

Решая это уравнение относительно температуры получаем, что установившаяся температура системы $T = 36^\circ\text{C}$.

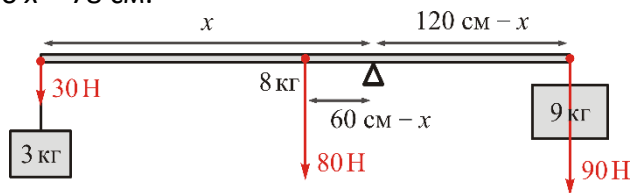
3. К однородному стержню длиной 120 см и массой 8 кг подвешены два груза. К левому концу стержня подвешен груз массой 3 кг, а к правому – груз массой 9 кг. Стержень подвесили на нити так, что стержень находится в равновесии. На каком расстоянии от левого конца стержня находится точка подвеса?

Ответ: 78 см.

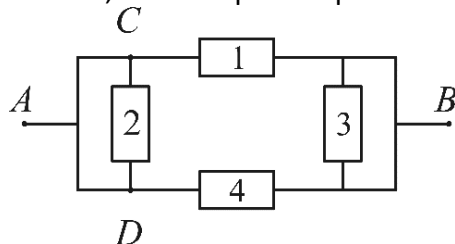
Решение: Силы тяжести грузов приложены в точках подвеса, на концах стержня. Сила тяжести самого стержня приложена к его центру тяжести, который для однородного стержня находится в его середине, то есть на расстоянии 60 см от левого конца. Пусть точка подвеса находится на расстоянии x от левого конца стержня (см. рисунок). Тогда можно записать условие равновесия рычага относительно точки подвеса.

$$30 \text{ Н} \cdot x + 80 \text{ Н} \cdot (x - 60 \text{ см}) = 90 \text{ Н} \cdot (120 \text{ см} - x)$$

Решая это уравнение получаем, что $x = 78 \text{ см}$.



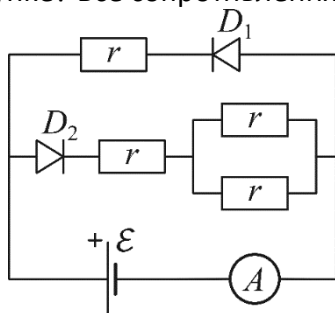
4. Каково сопротивление между точками А и В, если все резисторы имеют одинаковое сопротивление по 4 Ома?



Ответ: 2 Ома.

Решение: Для удобства пронумеруем резисторы. Далее заметим, что резисторы 2 и 3 закорочены проводом. Например, провод CAD соединяет выводы резистора 2. Поэтому ток через резисторы 2 и 3 не потечет и их можно убрать из схемы. Тогда остаются два параллельно соединенных резистора 1 и 4, каждый имеет сопротивление 4 Ома. Тогда общее сопротивление схемы равно 2 Ома.

5. Через идеальные диоды D_1 и D_2 ток может протекать только в направлении стрелки. Если ток через диод протекает, то напряжение на идеальном диоде равно нулю. Какой ток пойдет через идеальный амперметр A в схеме, показанной на рисунке? Все сопротивления $r = 10$ Ом, ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 9$ В.



Ответ: 0,6 А.

Решение: В данной задаче важно помнить, что ток течет от положительного полюса источника (обозначенного на рисунке +) к отрицательному, то есть по часовой стрелке на рисунке. Поэтому через диод D_1 ток не пойдет и верхнюю ветку (резистор r и диод D_1) можно из схемы просто исключить. Диод D_2 пропускает ток и его можно просто убрать из схемы, поскольку, по условию задачи, напряжение на диоде равно нулю. Далее считаем общее сопротивление схемы из трех резисторов r , которое равно $1,5r = 15$ Ом. Тогда сила тока в цепи по закону Ома равна $I = \mathcal{E}/1,5r = 0,6$ А.

6. Лампочки 1, 2 и 3 при включении в сеть по отдельности имеют мощности $P_1 = 25$ Вт, $P_2 = 100$ Вт и $P_3 = 200$ Вт соответственно. Как относятся мощности лампочек при их последовательном соединении? Считайте, что сопротивления лампочек не зависят от температуры.

Ответ: 8 : 2 : 1.

Решение: Обозначим напряжение в сети U , тогда сопротивления лампочек можно выразить из закона Джоуля-Ленца, $R_1 = \frac{U^2}{P_1}$, $R_2 = \frac{U^2}{P_2}$ и $R_3 = \frac{U^2}{P_3}$ соответственно. Если все лампочки соединить последовательно, то суммарное сопротивление цепи будет равно сумме сопротивлений лампочек $R_1 + R_2 + R_3$, а сила тока в цепи будет равна $I = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3}$, по закону Ома для полной цепи. Мощности

лампочек при последовательном соединении можно выразить как $\tilde{P}_1 = I^2 R_1 = \frac{I^2 U^2}{P_1}$. Из этого выражения

видно, что новая мощность обратно пропорциональна мощности при включении в сеть по-отдельности. Тогда отношение мощностей лампочек при последовательном соединении

$$\tilde{P}_1 : \tilde{P}_2 : \tilde{P}_3 = \frac{1}{P_1} : \frac{1}{P_2} : \frac{1}{P_3} = \frac{1}{25} : \frac{1}{100} : \frac{1}{200} = \frac{8}{200} : \frac{2}{200} : \frac{1}{200} = 8 : 2 : 1.$$

7. Возможна ли ситуация, когда телу передают какое-то количество теплоты, не вызывая при этом повышения его температуры? Ответ поясните.

Ответ: да.

Решение: Описываемая ситуация происходит, например, при фазовом переходе. При этом полученное тепло расходуется на теплоту фазового перехода (теплоту плавления, или парообразования). Например, при кипении воды в чайнике вода получает тепло от плиты, но это тепло расходуется на парообразование, а температура воды остается постоянной.