

**Всероссийская олимпиада школьников по физике,
2018-2019 учебный год
Школьный этап
11 класс**

1. Два таракана находятся рядом. Вначале стартует первый таракан с ускорением a . Через время τ после этого стартует второй, но с ускорением $2a$. На каком расстоянии S от места старта он догонит первого?

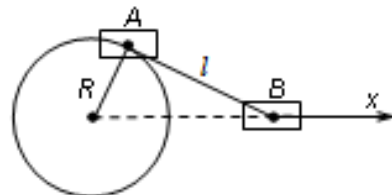
Решение:

Пусть t – время, в течение которого бежал второй таракан. Тогда с первым он поравняется через $(t+\tau)$. Так как второй таракан догонит первый, и стартуют они из одного места, то пути, пройденные тараканами, будут одинаковыми.

$$\frac{2at^2}{2} = \frac{a(t+\tau)^2}{2}, \quad t = \tau(1+\sqrt{2}).$$

$$\text{Тогда } S = a\tau^2(1+\sqrt{2})^2.$$

2. Муфта A вращается с постоянной угловой скоростью ω по кольцу радиуса R , а муфта B может двигаться только по прямой, проходящей через центр кольца (см. рис.). Муфты шарнирно соединены жестким стержнем длины l . Найти скорость муфты B в тот момент, когда угол между радиусом, проведенным из центра окружности в точку A , и стержнем составляют 90° .



Решение:

Длина стержня AB остается неизменной. Расстояние между двумя движущимися точками остается постоянной, если проекции мгновенных скоростей точек на прямую, соединяющую их, равны.

$$V_B \cos \varphi = V_A$$

$$\cos \varphi = AB / (R^2 + AB^2)^{1/2}$$

$$V_A = \omega R,$$

$$V_B = \frac{\omega \cdot R \cdot \sqrt{R^2 + l^2}}{l}.$$

3. Как изменится внутренняя энергия воздуха в комнате, если его температура повысится на 5°C ? Считайте воздух идеальным газом.

Решение:

Реальная комната не является герметической, она непрерывно обменивается воздухом с окружающей средой, так что давление остается постоянным и равным атмосферному.

Объем комнаты также постоянен. Внутреннюю энергию воздуха в комнате можно вычислить по формуле $U = \frac{\alpha}{2} \nu RT$.

Так как, по условию задачи, воздух можно считать идеальным газом, согласно уравнению Клапейрона – Менделеева

$$PV = \nu RT.$$

Значит, внутренняя энергия может быть определена

$$U = \frac{\alpha}{2} PV.$$

Следовательно, внутренняя энергия воздуха в комнате не изменится.

4. Юный экспериментатор приобрел замечательную электроплитку, сопротивление которой не зависит от температуры. Сначала он включил эту плитку в сеть с напряжением 55 В , она нагрелась до температуры 55°C . Затем он включил ее в сеть с напряжением 110 В , и она нагрелась до 110°C . До какой температуры нагреется плитка, если ее включить в сеть с напряжением 220 В ?

Решение:

Мощность, выделяемая плиткой, равна теплоотдаче плитки, следовательно:

$$\frac{U_1^2}{R} = \alpha(t_1 - t_0), \quad \frac{U_2^2}{R} = \alpha(t_2 - t_0), \quad \frac{U_3^2}{R} = \alpha(t_3 - t_0)$$

Здесь t_0 — температура окружающей среды, R — сопротивление плитки и α — коэффициент пропорциональности. Разделив второе уравнение на первое, получим

$$\left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 = \frac{(t_2 - t_0)}{(t_1 - t_0)}$$

После численной подстановки получим: $t_0 = 36,7^{\circ}\text{C}$, аналогично

$$\left(\frac{U_3}{U_1}\right)^2 = \frac{(t_3 - t_0)}{(t_1 - t_0)},$$

откуда $t_3 = 330^{\circ}\text{C}$