

A22. Частица массой 200 г движется по окружности радиусом 40 см. При этом на частицу действует сила, равная 8 Н. С какой скоростью движется частица?

По II закону Ньютона

$$F = ma, \quad \text{откуда} \quad a = \frac{F}{m},$$

$$a = \frac{v^2}{R},$$

$$\frac{v^2}{R} = \frac{F}{m},$$

$$v = \sqrt{\frac{FR}{m}}.$$

$$v = \sqrt{\frac{8 \cdot 0,4}{0,2}} = 4 \text{ м/с.}$$

A23. Автомобиль первую половину пути проехал со скоростью 40 км/ч. На стоянке автомобиль провел столько же времени, сколько затратил на вторую половину пути, которую проехал со скоростью 60 км/ч. Какова средняя скорость автомобиля?

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t},$$

где $t = t_1 + t_2 + t_3 = t_1 + 2t_3$.

$$t_1 = \frac{S}{2v_1},$$

$$t_3 = \frac{S}{2v_3},$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{\frac{S}{2v_1} + 2\frac{S}{2v_3}} = \frac{2v_1v_3}{v_3 + 2v_1}.$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 60}{60 + 80} = 34,3 \text{ км/ч.}$$

A24. Давление газа в баллоне составляет 1,5 МПа при температуре 7°C. Какой станет температура газа после нагревания баллона, если давление в баллоне повысится на 1 МПа?

законом Шарля
$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2},$$

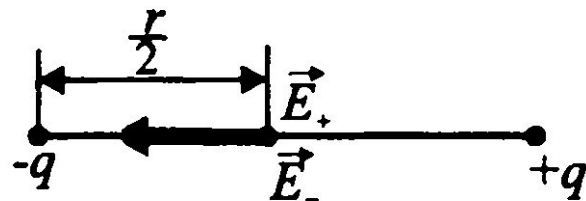
$$T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} = T_1 \frac{p_1 + \Delta p}{p_1} = T_1 \left(1 + \frac{\Delta p}{p_1} \right).$$

$$T_2 = 280 \left(1 + \frac{10^6}{1,5 \cdot 10^6} \right) = 467 \text{ К.}$$

$$t_2 = 467 - 273 = 194^\circ \text{C.}$$

A25. Электростатическое поле создается двумя точечными одинаковыми по модулю, но противоположными по знаку зарядами, величина которых составляет 3 нКл. Расстояние между зарядами равно 10 см. Какова напряженность электростатического поля в точке, расположенной посередине между зарядами?

$$E_+ = E_- = k \frac{q}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = k \frac{4q}{r^2}.$$



$$\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-,$$

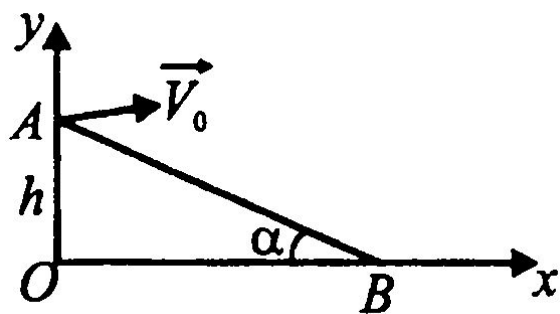
$$E = E_+ + E_-,$$

$$E = 2E_+ = k \frac{8q}{r^2}. \quad = 21,6 \text{ кВ/м.}$$

С1. На полях сражений солдаты предугадывают опасность летящего снаряда по издаваемому им звуку. Они прислушиваются не только к громкости, но и к частоте звука, а также к ее изменению. О чем в этом случае говорит им частота звука?

Решение. Наблюдаемое явление можно объяснить эффектом Допплера. Эффект Допплера — изменение частоты волн, регистрируемых приемником, вызванное движением источника и приемника друг относительно друга. При приближении самолета звук кажется выше, при удалении — ниже. Поэтому по частоте звука можно судить, удаляется или приближается самолет.

С2. С вершины наклонной плоскости высотой 2 м, составляющей 30° с горизонтом, горизонтально со скоростью 5 м/с брошено тело массой 100 г. Определите потенциальную энергию камня в точке падения его на наклонную плоскость.



$$x = v_{0x} \cdot t = v_0 t,$$

$$y_1 = y_0 + v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2} = h - \frac{gt^2}{2},$$

$$t = \frac{x}{v_0}, \quad y_1 = h - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2}.$$

Тогда

$$b = h$$

$$0 = k \cdot \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha} + h,$$

$$k = -\operatorname{tg} \alpha,$$

Запишем уравнение прямой AB : $y_2 = kx + b$,

которому удовлетворяют точки $(0, h)$ и $(\frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}, 0)$.

$$y_2 = \operatorname{tg} \alpha \cdot x + h.$$

В точке падения на плоскость $y_1 = y_2$,

$$h - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2} = \operatorname{tg} \alpha \cdot x + h,$$

$$\frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{v_0^2} = \operatorname{tg} \alpha \cdot x,$$

$x_1 = 0$ — не удовлетворяет условию задачи,

$$x_2 = \frac{2v_0^2 \operatorname{tg} \alpha}{g},$$

$$E_p = mgy_1.$$

$$t = \frac{x_2}{v_0} = \frac{2v_0 \operatorname{tg} \alpha}{g}.$$

$$E_p = 0,1 \cdot 10 \cdot 0,32 = 0,32 \text{ Дж.}$$

$$t = \frac{2 \cdot 5 \cdot 1}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0,58 \text{ с,}$$

$$y_1 = 2 - \frac{10 \cdot 0,58^2}{2} = 0,32 \text{ м.}$$

С3. Паровая машина совершает за один цикл работу 350 МДж. Какова масса каменного угля, сожженного в котле, если температура нагревателя 127°С, а холодильника 27°С? Удельную теплоту сгорания каменного угля считать равной 30 МДж/кг.

$$\eta = \frac{A}{Q}, \quad \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}, \quad \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{A}{Q},$$

$$Q = \frac{AT_1}{T_1 - T_2}, \quad Q = qm,$$

$$qm = \frac{AT_1}{T_1 - T_2}, \quad m = \frac{AT_1}{q(T_1 - T_2)}.$$

$$m = \frac{350 \cdot 10^6 \cdot 400}{30 \cdot 10^6 \cdot 100} \approx 47 \text{ кг.}$$

С4. Напряженность поля двух точечных зарядов в точке, удаленной от первого заряда на расстояние 4 см, от второго — на 3 см, расположенных на расстоянии 5 см друг от друга, равна 20 кВ/м. Если величина первого заряда составляет $-1,5$ нКл, то какова величина второго положительного заряда?

$$E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2}, \quad E_2 = k \frac{q_2}{r_2^2}.$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2.$$

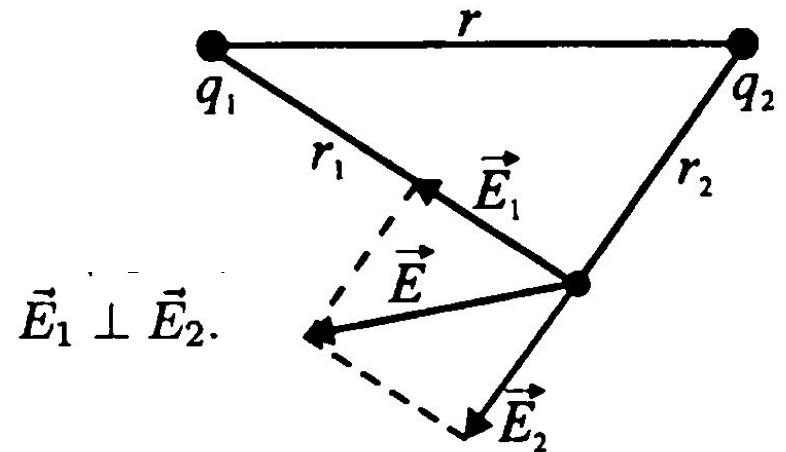
$$r^2 = r_1^2 + r_2^2, \\ 25 \cdot 10^{-4} = 16 \cdot 10^{-4} + 9 \cdot 10^{-4},$$

$$E^2 = E_1^2 + E_2^2,$$

$$E^2 = k^2 \left(\frac{q_1^2}{r_1^4} + \frac{q_2^2}{r_2^4} \right),$$

$$q_2 = \sqrt{\left(\frac{E^2}{k^2} - \frac{q_1^2}{r_1^4} \right) \cdot r_2^4} = r_2^2 \sqrt{\left(\frac{E^2}{k^2} - \frac{q_1^2}{r_1^4} \right)}.$$

$$= 1,8 \text{ нКл.}$$



С5. Квадратная рамка, по которой течет ток 5 мА, со стороной 5 см помещена во внешнее магнитное поле с индукцией 0,1 Тл так, что угол между перпендикуляром к рамке и вектором магнитной индукции равен 90° . Какой момент сил действует на рамку?

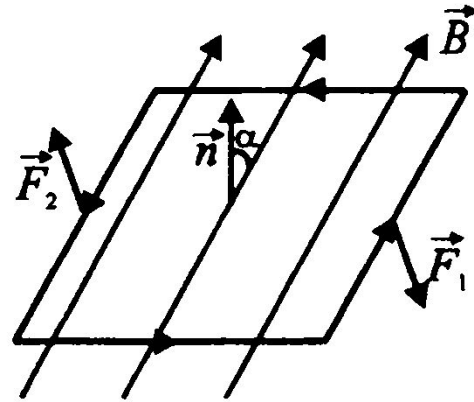
$$M_1 = M_2 = F_1 \frac{a}{2} = F_2 \frac{a}{2},$$

эти моменты сонаправлены,

$$M = M_1 + M_2 = 2M_1 = F_1 \cdot a.$$

$$M = B I a^2.$$

$$M = 0,1 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 25 \cdot 10^{-4} = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ Н}\cdot\text{м}.$$



$$F_1 = B I a \sin \alpha,$$

$$F_1 = B I a.$$

С6. Какова мощность электрической лампочки, если за 2 с она испускает $25 \cdot 10^{19}$ фотонов с длиной волны 600 нм? Считать, что на излучение идет $2/3$ потребляемой мощности.

Энергия испускаемых фотонов $E = N \cdot h\nu = N \frac{hc}{\lambda},$

мощность светового потока $p_1 = \frac{E}{t} = \frac{Nhc}{t\lambda}.$

$$p_1 = \eta p,$$

$$p = \frac{p_1}{\eta} = \frac{Nhc}{\eta t\lambda}.$$

$$p = \frac{25 \cdot 10^{19} \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2/3 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 10^{-7}} = 62 \text{ Вт.}$$