

Олимпиада «Высшая проба» по физике

10 класс, 2024 год

1. Колесо радиусом R катится по горизонтальной дороге без проскальзывания с постоянной скоростью $V = \sqrt{2gR}$, где g — ускорение свободного падения. На поверхности качения колеса имеется маленькая капля краски, которая в некоторый момент времени отлетает от колеса. Определите на какую максимальную возможную высоту относительно земли сможет подняться данная капля. На каком расстоянии от точки отлёта приземлится данная капля в этом случае? Считайте, что обратно на колесо капля попасть не может, поскольку она в полёте уходит из его плоскости (но в остальным этим движением по поперечном направлении можно пренебречь).

$$H = 2,25R; S = 7,25R$$

2. Имеется RC -контур, состоящий из плоского конденсатора и резистора с постоянным сопротивлением R . Если внутрь данного конденсатора поместить пластину, пропитанную этиловым спиртом с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon_1 = 27$, то характерное время разрядки увеличится вдвое. Определите во сколько раз изменится характерное время разрядки конденсатора, если поместить такую же пластину в тоже положение, пропитанную водой с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon_2 = 81$. Считать, что толщина пластины совпадает с расстоянием между обкладками конденсатора.

$$\text{время разрядки увеличится в } \frac{\varepsilon_2 + \varepsilon_1 - 2}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} = \frac{26}{107} \approx 4,1 \text{ раз}$$

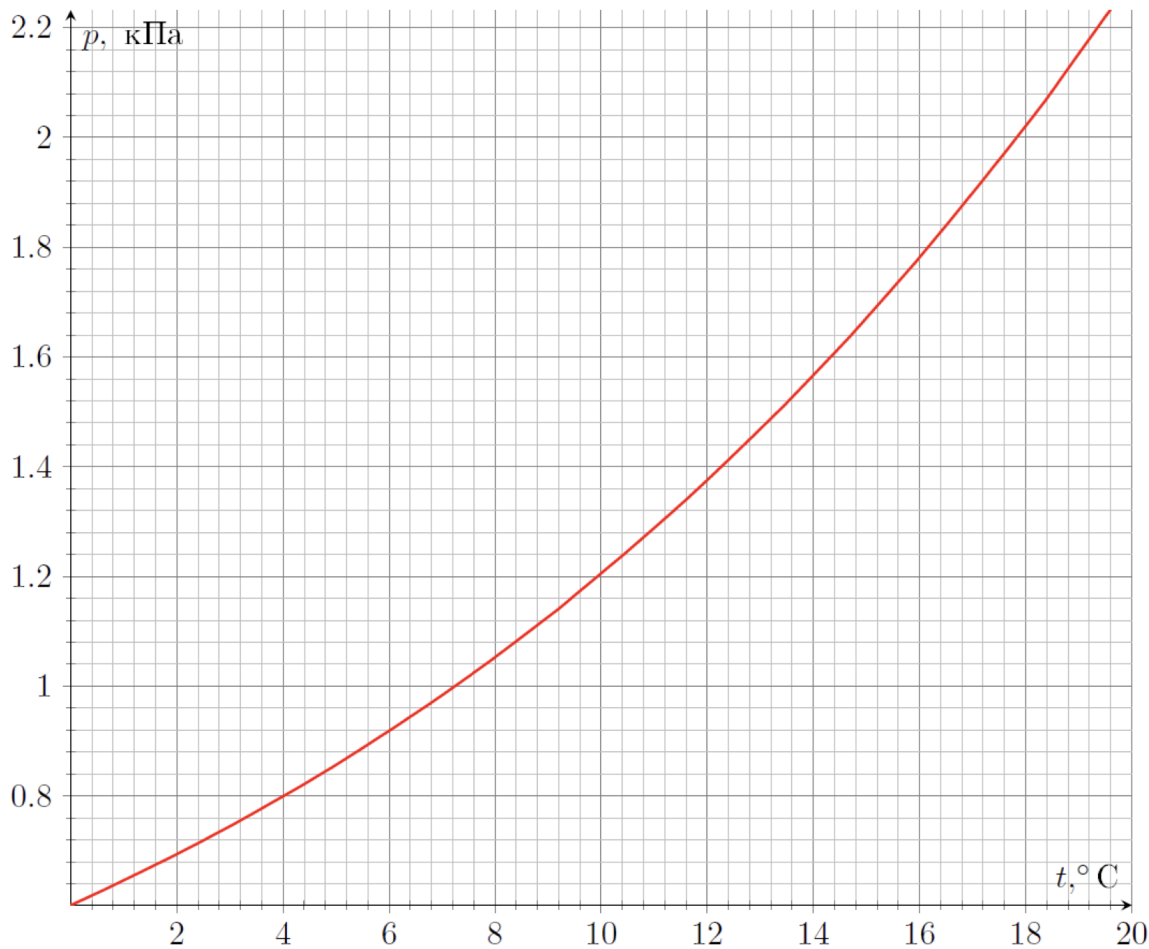
3. Электрическая схема состоит из последовательно соединённых между собой источника с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В, сопротивлением $R = 300$ кОм и конденсатора с плоскими пластинами. Площадь пластин составляет $S = 1,13$ м². Одна из пластин может совершать поступательное периодическое во времени движение от/к противоположной пластине под воздействием проходящей звуковой волны, так что расстояние d между пластинами при определённой интенсивности звука задаётся выражением $d = d_0(1 + \alpha \cos(\omega t))$, где $d_0 = 1$ мм, степень отклонения от равновесного положения пластины $\alpha = 0,1$, ω — циклическая частота звука, t — время. Какое тепло будет выделяться на резисторе, если линейная частота звуковой волны составляет

1. 10 Гц?

2. 10 кГц?

$$1) P_1 = \frac{\mathcal{E}^2 S \varepsilon_0 \alpha \omega^2}{2} R = 6 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}; 2) P_2 = \frac{\mathcal{E}^2 S \varepsilon_0 \alpha^2}{2} R = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

4. Студент Алексей, находящийся в замкнутой теплоизолированной комнате, для увеличения относительной влажности воздуха решил вскипятить воду в чайнике. Теплоёмкость сухого воздуха постоянна и равна $c = 1$ кДж/(кг · К), плотность сухого воздуха постоянна и равна $\rho = 1,2$ кг/м³, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(К · моль), удельная теплота парообразования воды $L = 2,3$ МДж/кг. КПД такого увлажнителя, определяемый как доля энергии, идущая на испарение воды, относительно потребляемой чайником энергии, равен 46%. График зависимости давления насыщенных водяных паров от температуры предоставлен на рисунке. Определите, при каких температурах в комнате такой увлажнитель будет увеличивать относительную влажность в комнате. Теплоёмкостью стен, пола и потолка комнаты пренебречь.



при температуре ниже 5 °C

5. Пузырёк с азотом находится в воде, давление в которой в области расположения пузырька можно принять равным атмосферному. Радиус пузырька равен 0,5 см. Оцените частоту сферически-симметричных колебаний формы пузырька, сопровождаемых изменением его объёма. Эффектами, связанными с всплыванием пузырька под действием силы Архимеда, пренебречь.

$f \approx 2000$ Гц