

Олимпиада «Высшая проба» по физике

9 класс, 2019 год

1. Максимальная разрешенная скорость автомобиля на кольцевой автодороге составляет 90 км/ч. На дороге через каждый километр расположены светофоры. Время, в течение которого горит красный свет светофора, равно времени, когда горит зеленый свет, и составляет 50 с. Светофоры зажимаются одновременно. Известно, что при отсутствии пробок и при движении со скоростью 72 км/ч автомобиль, начавший движение на зеленый свет, может проехать с той же скоростью всю автодорогу за полчаса, не притормаживая на светофорах. В целях борьбы с пробками в часы пик было принято решение увеличить время, когда горит зеленый сигнал светофора, в два раза, оставив время красного сигнала прежним. Как изменится кратчайшее время проезда полного кольца автодороги без нарушения правил? Считайте, что автомобиль может изменять скорость мгновенно.

Уменьшется на 20 с

2. Теплопроводность ограждения измеряется в Вт/(м² · °С), и определяет, какая мощность передаётся через 1 м² ограждения, если разность температур воздуха по обе стороны от него различаются на 1 °С. Дан дом, боковая поверхность которого равна 500 м², 10% которой составляют окна, а поверхность крыши равна пятой части боковой поверхности. Теплопроводность внешних стен дома равна 0,33 Вт/(м² · °С), окон 2 Вт/(м² · °С), а крыши — 0,25 Вт/(м² · °С).

1. Какую мощность надо тратить на обогрев дома в январе, чтобы поддерживать внутри всего дома температуру 25 °С при внешней температуре −15 °С?
2. Стены изнутри дома утеплили твёрдым пенопластом, теплопроводность которого равна 1 Вт/(м² · °С). На сколько сократилась требуемая мощность?

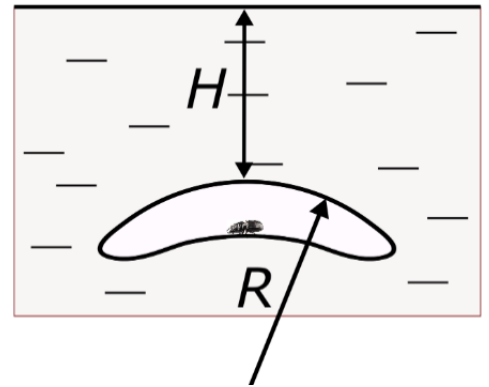
(1) $W = (S_{\text{стена}} C_{\text{стена}} + S_{\text{окно}} C_{\text{окно}} + S_{\text{крыша}} C_{\text{крыша}}) (T_{\text{внутри}} - T_{\text{снаружи}}) = 11 \text{ кВт}; (2) \text{ на } 1,5 \text{ кВт}$

3. Полезная нагрузка включена последовательно с паразитным сопротивлением r и источником напряжения в цепь постоянного тока. Полезная нагрузка состоит из двух параллельно включенных сопротивлений, каждое из которых моделирует работающий завод. На этапе строительства этой системы электроснабжения хозяева заводов договорились, что их заводы будут потреблять одинаковую максимально возможную мощность, причём напряжение на источнике питания должно было равняться U . В процессе эксплуатации один из хозяев в корыстных целях в тайне от компаньона решил изменить сопротивление своего завода так, чтобы потреблять максимально возможную мощность. Введённый в эксплуатацию источник питания при изменении нагрузки изменяет напряжение, сохраняя выдаваемую мощность.

1. Чему равны потребляемые мощности каждого завода до одностороннего изменения параметров одного из них?
2. Чему стала равна потребляемая мощность изменившего свои параметры завода и на сколько изменилась суммарная потребляемая мощность обоими заводами?

(1) $P_0 = \frac{2U}{\sqrt{3}} (2 + \sqrt{3}) R_0$; (2) мощность на первом заводе $P_1 = \frac{2U}{\sqrt{3}}$, на втором $P_2 = \frac{2U}{\sqrt{3}}$

4. Только самые маленькие пузырьки воздуха остаются почти круглыми в процессе всплывания в воде. Если пузырек воздуха, всплывающий в воде, имеет размеры порядка 10 см, то он принимает аксиально симметричную форму шляпки гриба, см. рисунок. Жук плавает на нижней поверхности пузыря, перемещаясь вверх вместе со всем пузырьком. На какой глубине увидит жука смотрящий на него вертикально сверху, находясь над поверхностью воды? Расстояние от верхней границы пузыря до поверхности воды равно H , радиус кривизны верхней границы пузыря равен R , коэффициент преломления воды $n = 4/3$. Размеры жука малы по сравнению с расстоянием h от него до верхней границы пузыря.



1. Пренебрегите тем, что верхняя поверхность пузыря не плоская, а изогнутая. На какой глубине тогда увидит жука наблюдатель, находящийся над водой?
2. Примите во внимание кривизну верхней поверхности пузыря и получите полный ответ.

$$\frac{h+H}{4H} + \frac{h}{4R} \left(\frac{h}{H} = 1 \right)$$

5. Герои романа Жюль Верна «Потерянный остров» после крушения воздушного шара оказались на необитаемом острове. У них была последняя спичка и они разожгли огонь. Однако, после затопления их жилища огонь погас. Инженер Сайрес смог опять разжечь огонь, используя линзу, сделанную из стекол от двух часов, которую он заполнил водой. Оцените, какое время понадобилось ему чтобы зажечь трут (мох), если мощность солнечного излучения равна приблизительно 700 Вт/м^2 , плотность мха примерно 100 кг/м^3 , теплоемкость $2000 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$, температура воспламенения около 70 °C .

$$t = \frac{C \rho V (T - T_0)}{P} \approx 4.6 \text{ с}$$