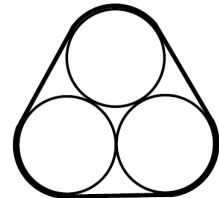


Инженерная олимпиада

10 класс, 2024 год

1. Имеется упругое резиновое кольцо, коэффициент жесткости которого равен k . Кольцо растянули и надели на три одинаковых цилиндра радиуса R (см. рисунок; вид с торца цилиндров). Найти силы взаимодействия цилиндров, если длина недеформированного кольца — $7R$. Считать, что для любых удлинений кольца работает закон Гука.

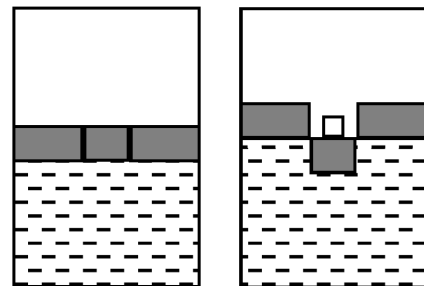


$$F_{12} = F_{23} = F_{31} = \frac{k(7R - 3R)}{2} = 2kR$$

2. Во многих странах мира с целью экономии ископаемого топлива (нефти) часть бензина в автомобильном топливе заменяют спиртом, изготовленным из растительного сырья (биоэтанол). Приготовили такую смесь бензина и биоэтанола, что вклад бензина в теплотворную способность смеси втрое больше вклада биоэтанола. Считая, что удельная теплота сгорания бензина $q_B = 44$ МДж/кг, а биоэтанола $q_E = 29$ МДж/кг, найти массовые доли бензина и этанола в смеси. Найти также удельную теплоту сгорания смеси.

$$q_{см} = \frac{q_B + \epsilon q_E}{\epsilon + 1} = 44 + \frac{29\epsilon}{\epsilon + 1} = 3 \cdot 29 \Rightarrow \epsilon = 0,667$$

3. На поверхности воды в цилиндрическом сосуде лежит массивный подвижный поршень площадью S и толщиной h , плотно прилегающий к стенкам сосуда. Центральная часть поршня площадью $S/3$ вырезана из поршня и может перемещаться относительно него, не пропуская в зазоры воду (см. левый рисунок). На центральную часть кладут тело. При какой минимальной массе тела центральная часть вывалится из поршня (правый рисунок)? Чему равно перемещение центральной части и поршня относительно сосуда к этому моменту? Трение отсутствует.

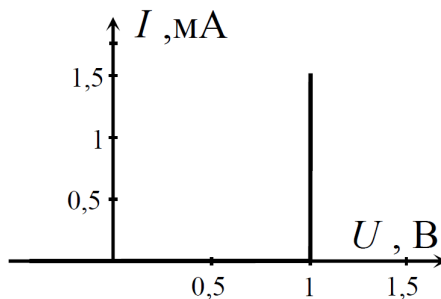
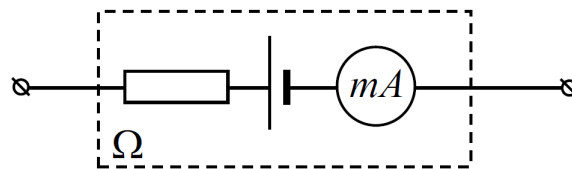


$$m_{min} = \frac{S}{3} \rho_{ж} h$$

4. После того как часы показали 12 часов ночи, что-то пошло не так, и часовая стрелка стала двигаться назад (противоположно обычному направлению) с втрое большей, чем раньше, угловой скоростью. Минутная стрелка продолжала идти правильно. Сколько раз за следующие сутки минутная стрелка на этих часах оказывалась перпендикулярной часовой стрелке? Ответ обосновать.

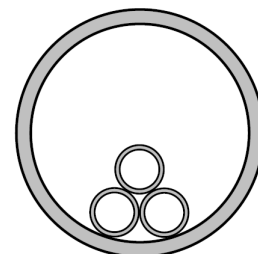
09 38

5. Омметр (прибор для измерения сопротивлений) состоит из батарейки с ЭДС $\mathcal{E}_0 = 1,5$ В, стрелочного миллиамперметра с током полного отклонения $I_0 = 1$ мА и резистора. Резистор подобран так, чтобы шкалу миллиамперметра можно было проградуировать в значениях измеряемого сопротивления — ток полного отклонения $I_0 = 1$ мА соответствует нулевому значению измеряемого сопротивления (клеммы омметра замкнуты накоротко), нулевое значение тока — бесконечно большому значению измеряемого сопротивления (клеммы омметра разомкнуты). Чему равно внутреннее сопротивление омметра? Какое значение измеряемого сопротивления соответствует половине шкалы миллиамперметра? Какое сопротивление измерит омметр, если его подключить к диоду, вольтамперная характеристика которого показана на рисунке снизу? Вольтамперная характеристика элемента цепи — это зависимость электрического тока, текущего через этот элемент, от напряжения на нем.



$$r = \frac{\mathcal{E}_0}{I_0} = 1500 \text{ Ом}; R_x = 1500 \text{ Ом}; r_{\text{омм}} = 1500 \text{ Ом}; r_{\text{полн}} = 3000 \text{ Ом}; r_{\text{вн}} = \frac{\mathcal{E}_0 U_0}{I_0 (\mathcal{E}_0 - U_0)} = \infty$$

6. Три одинаковых массивных трубы радиуса r вставлены в большую горизонтальную трубу радиуса R и покоятся в положении, показанном на рисунке. При каком соотношении r и R возможно такое равновесие труб, если трение между всеми трубами отсутствует?



$$\frac{r}{R} = 1 + 2\sqrt{7} = 6,29$$