

Олимпиада КФУ по физике

10 класс, 2022 год

1. Некоторое количество олова залито в тонкостенную стальную форму, подвешенную за тонкую ручку. В олово вплавлен термостойкий электрический нагревательный элемент постоянной мощности. Было замечено, что с момента достижения температуры плавления олова ($T_0 = 232^\circ\text{C}$) до полного перехода олова в жидкую фазу прошло $t_1 = 20$ минут. После этого температура олова повысилась до $T_1 = 640^\circ\text{C}$, причем последние 10°C были достигнуты за $t_2 = 3$ минуты. После отключения нагревательного элемента олово остыло до температуры плавления. Остывание с 243°C до 233°C при этом заняло $t_3 = 6$ минут. Сколько приблизительно времени потребуется для кристаллизации всей массы олова, охлажденного до температуры плавления, в данных условиях? Примерно до какой температуры можно нагреть данный сосуд с оловом этим нагревателем в таких условиях? Теплоемкостью формы и нагревательного элемента можно пренебречь. Зависимостью теплоемкости олова от температуры пренебречь. Окружающая температура 32°C . Температура плавления стали 1400°C , температура кипения олова 2620°C .

08 мин 0800

2. Система, состоящая из двух одинаковых шариков массой m и невесомой непроводящей пружины жесткостью k_0 , лежит на гладком непроводящем столе. После того как шарикам сообщён одинаковый заряд, длина пружины увеличилась в $\gamma > 1$ раз. Найти период малых колебаний системы в таком состоянии. Возможно, Вам будет полезна формула $(1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha x$ при $x \ll 1$.

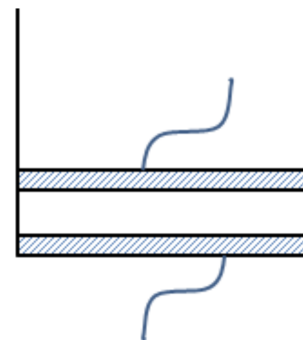


$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k_0(\gamma - 1)}}$$

3. В распоряжении экспериментатора есть два типа шариков: легкие и тяжелые. Оба типа шариков имеют одинаковый объем и покрыты одинаковой оболочкой. Если связать один легкий и один тяжелый шарик тонкой невесомой нитью и поместить в глицерин, они будут находиться в равновесии, полностью погрузившись в жидкость. Если взять два легких и один тяжелый шарик и поместить в масло, система также будет в равновесии, полностью погрузившись в жидкость. При погружении связанного одного легкого и одного тяжелого шарика в воду, система начнет тонуть с установившейся скоростью $v_0 = 0,1$ м/с. Найти среднюю плотность каждого шарика. Какая установившаяся скорость будет у легкого и тяжелого шарика в воде, если нить между ними перерезать? Силу вязкого трения считать прямо пропорциональной скорости тела относительно среды. Силой трения, действующей на нить, пренебречь. Плотность глицерина $\rho_{\text{Г}} = 1260$ кг/м³, воды $\rho_{\text{В}} = 1000$ кг/м³, масла $\rho_{\text{М}} = 900$ кг/м³.

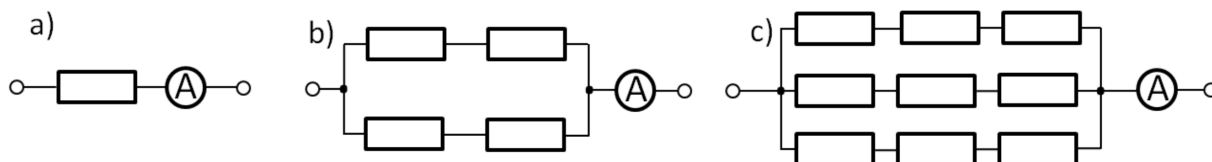
$$v_0 \approx \frac{\rho_{\text{Г}} - \rho_{\text{В}}}{\rho_{\text{М}} - \rho_{\text{В}}}$$

4. Цилиндрический сосуд с двухатомным идеальным газом имеет проводящее дно, но непроводящие стенки. Газ находится под герметичным металлическим поршнем, который может двигаться без трения. Исходный объем газа V_0 . Когда дну сосуда и поршню сообщили заряды q_0 и $-q_0$ соответственно, объем газа уменьшился до V_0/β . Найдите зависимость объема газа от величины заряда q и $-q$, сообщенного соответственно дну и поршню. Рассмотреть изотермическое сжатие газа. Силой тяжести можно пренебречь, диаметр сосуда много больше расстояния между дном и поршнем. Диэлектрическая проницаемость газа близка к единице.



$$\frac{q_0^2}{\epsilon_0 A} \left(1 - \frac{q}{q_0}\right)$$

5. Идентичные резисторы подключают к идеальному источнику напряжения (во всех случаях одинаковому) в составе цепей, изображенных на рисунках а, б, в. Отношения значений показаний идеальных амперметров в цепях б) и а) $I_b/I_a = \gamma = 1,25$. Найдите отношение токов в цепях в) и а) I_c/I_a . Все токи указаны в установившемся режиме, зависимость сопротивления резисторов от температуры считать линейной, термодинамические свойства внешней среды во всех случаях идентичны, сопротивлением соединительных проводов пренебречь.



$$\frac{I_c}{I_a} \approx 1,33$$