

Межрегиональные предметные олимпиады КФУ
профиль «Физика»
заключительный этап
2021-2022 учебный год
10 класс

Задача 1. (20 б.)

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 ($T_0 = 232 \text{ }^\circ\text{C}$) до полного перехода олова в жидкую фазу прошло $t_1 = 20$ минут. После этого температура олова повысилась до $T_1 = 640 \text{ }^\circ\text{C}$, причем последние $10 \text{ }^\circ\text{C}$ были достигнуты за $t_2 = 3$ минуты. После отключения нагревательного элемента олово остыло до температуры плавления. Остывание с $243 \text{ }^\circ\text{C}$ до $233 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 $32 \text{ }^\circ\text{C}$. Температура плавления стали $1400 \text{ }^\circ\text{C}$, температура кипения олова $2620 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача 2. (20 б.)

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.



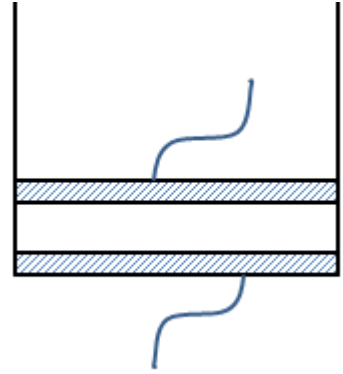
Возможно, Вам будет полезна формула $(1 + x)^\alpha \approx 1 + \alpha x$ при $x \ll 1$.

Задача 3. (20 б.)

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 $v_0 = 0.1 \text{ м/с}$. 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 $\rho_{\text{Г}} = 1260 \text{ кг/м}^3$, воды $\rho_{\text{В}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, масла $\rho_{\text{М}} = 900 \text{ кг/м}^3$.

Задача 4. (18 б.)

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.



Задача 5. (22 б.)

Идентичные резисторы подключают к идеальному источнику напряжения (во всех случаях одинаковому) в составе цепей, изображенных на рисунках a,b,c. Отношения значений показаний идеальных амперметров в цепях b) и a) $I_b/I_a = \gamma = 1.25$. Найдите отношение токов в цепях c) и a) $I_c/I_a = ?$ 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.

