Задача №1

Маса испарившейся воды может уменьшаться вследствие различных способов погруженияв нее медного тела. Рассмотрим граничные варианты:

1) Тело очень быстро погрузили на глубину и можно считать, что все отданное им тепло идет на нагревание общего количества воды и на вскипание некоторой ее части.

По уровнению теплового баланса:

$$C_м m_м(t_{100}-t_м)+C_в m_в(t_{100}-t_в)+L\cdot m_п=0$$

Тогда $m_п=\dfrac{-C_м m_м(t_{100}-t_м)-C_в m_в(t_{100}-t_в)}{L}\approx 40г$ (конечная температура 100°C)

2) Если тело погружать **очень** медленно, то пока оно не охладится до 100°C можно считать что все отданное им тепло идет на нагревание и вскипание близлежащих слоев воды, а уже после этого тело приходит в тепловое равновесие с оставшейся водой.

Тогда $C_м m_м(t_{100}-t_м)+C_в m_п(t_{100}-t_в)+L\cdot m_п=0$

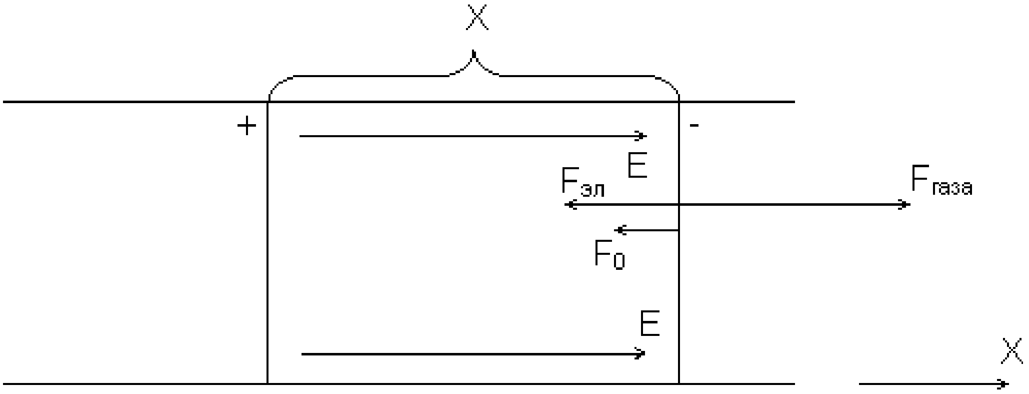
$m_п=\dfrac{C_м m_м(t_м-t_{100})}{C_в(t_{100}-t_в)+L}\approx 189г$ (конечная температура $t_к=\dfrac{C_м m_м t_{100}+C_в(m_в-m_п)t_в}{C_м m_м+C_в(m_в-m_п)}\approx 14°C$)

Таким образом масса испарившейся воды будет лежать в диапазоне: $40г \le m_п \le 189г$

Задача №2

Если стрелка параллельна плоскости линзы, то увеличение равно (в обычных обозначениях) $G_1 = f/d$. Пусть теперь стрелка параллельна главной оптической оси и занимает отрезок этой оси *d* до *d* + D*d*, где D*d* << *d*. Из формулы линзы легко получить, что изображение займет отрезок оси от *f* до (*d* + D*d*)*F*/(*d* + D*d* – *F*). Вычитая эту величину из *f* = *dF*/(*d* – *F*), получаем с учетом малости величин увеличение: ½D*f*½/D*d* = F^2/(*d* – *F*) = $(f/d)^2 = (G_1)^2$. Таким образом, изображение увеличится еще в 1,6 раза.

Задача №3



Рассмотрим проекцию равнодействующих всех сил, действующих, например, на правый поршень:

$$\sum F_x = F_{газ} - F_0 - F_{эл}$$

Сила давления газа: $F_{газ} = p \cdot s = \frac{\nu RT}{x}$

Сила давления наружного воздуха: $F_0 = p_0 \cdot s$

Сила электрического взаимодействия пластин:

$F_0 = q_- \cdot E_+ = q\frac{E}{2} = C \cdot U \cdot \frac{U}{2x} = \frac{\varepsilon_0 SU^2}{2x}$ Считаем поле однородным так как по условию: $\frac{\nu RT}{p_0 S} << \sqrt{S}$

Таким образом $\sum F_x = \frac{\nu RT}{x} - p_0 s - \frac{\varepsilon_0 SU^2}{2x^2}$

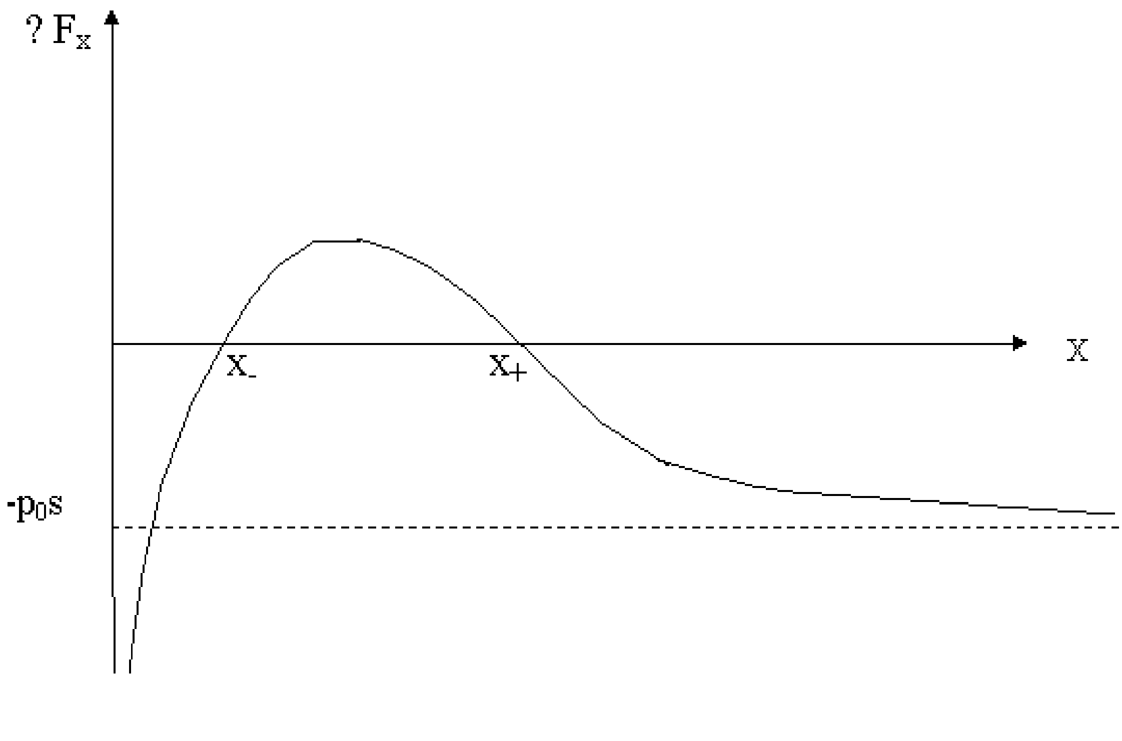
В равновесии $\sum F_x = 0$ тогда

$$x^2 - \frac{\nu RT}{p_0 S}x + \frac{\varepsilon_0 U^2}{2p_0} = 0$$

$$x = \frac{\nu RT}{2p_0 S}\left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{2\varepsilon_0 U^2 p_0 S^2}{\nu^2 R^2 T^2}}\right)$$

Очевидно, что оба корня положительны и соответствуют двум положениям равновесия системы при одной и той же температуре.

Исследования их на устойчивость любым способом показывает, что устойчивым будет больший корень.



Действительно, при малом смещении относительно положения X $_-$, равнодействующая будет и дальше уводить систему от этого положения или в устойчивое положение равновесия X $_+$ или приводить к слипанию пластин, а при малых отклонениях относительно X $_+$ равнодействующая будет возвращать систему назад.

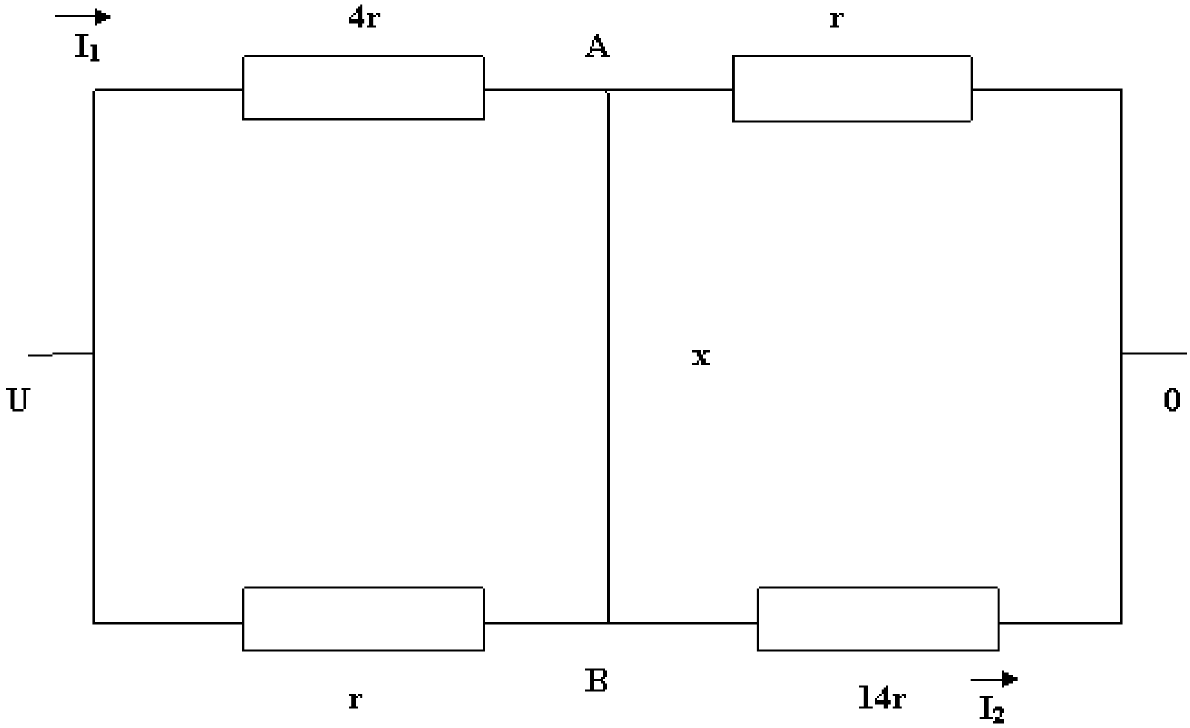
Таким образом, искомая зависимость X (T) будет иметь вид

$$x=\frac{\nu RT}{2p_0S}\left(1+\sqrt{1-\frac{2\varepsilon_0U^2p_0S^2}{\nu^2R^2T^2}}\right)$$

Задача №4

В указанный момент тела находятся на расстоянии 2 м друг от друга и начинают равномерно сближаться с относительной скоростью 2 м/с. Проведенный жюри тщательный расчет показал, что сближение займет 1 с. Путь, пройденный телом, в данном случае равен изменению координаты тела (скорость не обращалась в ноль, разворотов не было). Уже по ходу олимпиады стало ясно, что шутка жюри, к сожалению, удалась…

Задача №5



На рисунке показана схема цепи. Здесь r – сопротивление отрезка провода длиной 20 см. Если потенциалы «крайних» точек цепи U и 0, то потенциалы точек A и B равны $j_A = U - 4rI_1$, $j_B = 14rI_2$. Силы тока через резисторы r равны $\frac{U-\varphi_B}{r}$ и $\frac{\varphi_A}{r}$.

Полная сила тока: $I_1+\frac{U-I_2\cdot 14r}{r}=I_2+\frac{U-I_1\cdot 4r}{r}$. Отсюда $I_1=3I_2$. Это соотношение выполняется независимо от значения сопротивления x. Сила тока в «перемычке» $I_x=\frac{\varphi_B-\varphi_A}{x}=\frac{-U+12I_2r+14I_2r}{x}=\frac{-U+26I_2r}{x}$. Тогда сила тока в «верхнем» резисторе r равна $I_1+I_x=3I_2+\frac{U-26I_2r}{x}$. Суммарное напряжение на двух «верхних» резисторах равно U, откуда находим $I_x=\frac{\frac{11}{15}U}{x+\frac{26}{15}r}$. Из этого соотношения видно, что эквивалентным является подключение резистора x к источнику тока с внутренним сопротивлением $\frac{26r}{15}$. Максимальная мощность соответствует согласованной нагрузке: $x=\frac{26r}{15}$, то есть длина провода-соединителя $\frac{26}{15}\cdot 20\text{ см}=34{,}7\text{ см}$.

Задача №6

Маса испарившейся воды может уменьшаться вследствие различных способов погруженияв нее медного тела. Рассмотрим граничные варианты:

3) Тело очень быстро погрузили на глубину и можно считать, что все отданное им тепло идет на нагревание общего количества воды и на вскипание некоторой ее части.

По уровнению теплового баланса:

$$C_м m_м(t_{100}-t_м)+C_в m_в(t_{100}-t_в)+L\cdot m_п=0$$

Тогда $m_п=\frac{-C_м m_м(t_{100}-t_м)-C_в m_в(t_{100}-t_в)}{L}\approx 40г$ (конечная температура 100°C)

4) Если тело погружать **очень** медленно, то пока оно не охладится до 100°C можно считать что все отданное им тепло идет на нагревание и вскипание близлежащих слоев воды, а уже после этого тело приходит в тепловое равновесие с оставшейся водой.

Тогда $C_м m_м(t_{100}-t_м)+C_в m_п(t_{100}-t_в)+L\cdot m_п=0$

$m_п=\frac{C_м m_м(t_м-t_{100})}{C_в(t_{100}-t_в)+L}\approx 189г$ (конечная температура $t_к=\frac{C_м m_м t_{100}+C_в(m_в-m_п)t_в}{C_м m_м+C_в(m_в-m_п)}\approx 14°C$)

Таким образом масса испарившейся воды будет лежать в диапазоне: 40г ≤ $m_п$ ≤ 189г

Задача №7

При разгоне с достаточно большим ускорением a доска движется относительно полки с ускорением $a - \Delta g$ и приобретает к концу разгона скорость $(a - \Delta g)t$. После окончания разгона за счет этой скорости доска переместится еще на $(a - \Delta g)^2 t^2 / 2\Delta g$. Общее перемещение доски не должно превысить $l/2$. Отсюда с учетом соотношения $a = v/t$ получаем: время не должно быть меньше чем $v/(\Delta g) - l/v$. Нетрудно установить, при каких значениях параметров ускорение может быть любым.