

Место для скобы

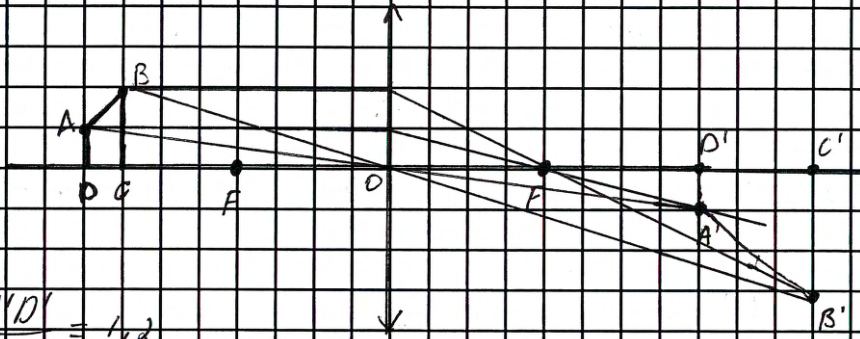
Шифр 52Ф-11-32

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
8/1			

Задача 1

Построим изображение фигуры ABCD в линзе по правилам построения и получим изображение A'B'C'D'



$$\frac{A'D'}{AD} = 1,2$$

$$\frac{B'C'}{BC} = 4$$

Запишем формулу тонкой линзы:

O - центр линзы оптической

$$d_1 = OD \quad d_2 = OC \quad F_1 = OD' \quad F_2 = OC'$$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{F_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_1} = \frac{d_1 - F}{F d_1} \quad F_1 = \frac{F d_1}{d_1 - F}$$

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{F} \quad 1,2 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{F}{d_1 - F}$$

Аналогично и $4 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{F}{d_2 - F}$

Введем $x = AD \Rightarrow BC = 2x \quad A'D' = 1,2x \quad B'C' = 8x$

$$S_1 = \frac{x + 2x}{2} (d_1 - d_2) \quad S_2 = \frac{1,2x + 8x}{2} (F_2 - F_1)$$

$$1,2 (d_1 - F) = F$$

$$1,2 d_1 = 2,2 F \quad d_1 = \frac{2,2}{1,2} F = \frac{22}{12} F$$

Продолжение 51

$$d_1 = \frac{22}{12} F$$

$$4(d_2 - F) = F$$

$$4d_2 = 5F$$

$$d_2 = \frac{5}{4} F$$

$$d_1 - d_2 = \frac{22}{12} F - \frac{5}{4} F = \frac{7}{12} F$$

$$A_1 = 1,2 \cdot d_1 = \frac{12}{10} \cdot \frac{22}{12} F = 2,2 F$$

$$A_2 = 4 d_2 = 5 F$$

$$A_2 - A_1 = 2,8 F$$

$$S_1 = \frac{3}{2} \times \frac{7}{12} F = \frac{7}{8} \times F$$

$$S_2 = 4,6 \times 2,8 F = 12,88 \times F$$

$$\frac{S_2}{S_1} = 14,72 \text{ раза}$$

Ответ: $\frac{S_2}{S_1} = 14,72 \text{ раза}$

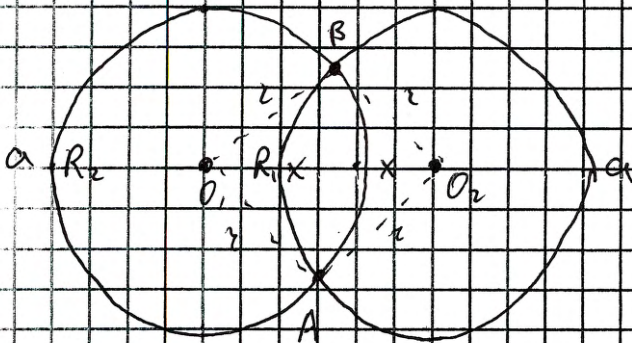
154

Введем A - минимальное удельное сопротивление
(сопротивление проволоки на единицу длины)
делаем так, т.к. проволока имеет всего одно сечение

Введем $2R_2$ - радиус кольца

Нам не важно под каким углом кольцо дуге K
дуге, т.к. это не влияет на эквивалентное сопротивление
на важно только периметры или в точках A и B
и длина X

Представим в одной плоскости



Т.к. окружности одинаковы
то хорда AB отсекает от
каждой окружности равную дугу
т.к. $\angle BO_1A = \angle BO_2A$ из-за
равных радиусов (каждый
угол равенство $\triangle ABO_1 = \triangle ABO_2$)

$$X = \frac{1}{3} \cdot 2\pi R_2 = \frac{2}{3} \pi R_2 \quad (\text{из условия})$$

$$\alpha = 2\pi R_2 - X = \frac{4}{3} \pi R_2 \quad - \text{длина оставшейся дуги}$$

Обозначим R_1, R_2 - сопротивления меньшей и большей
дуги соответственно $R_1 = \lambda \cdot \frac{2}{3} \pi R_2$ $R_2 = \frac{4}{3} \pi R_2 \lambda$

$$\frac{1}{R_{\text{эк}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{2}{R_1} + \frac{2}{R_2} = \frac{R_2 \cdot 3}{2\pi R_2 \lambda} + \frac{R_1 \cdot 3}{2\pi R_2 \lambda} =$$

$$= \frac{6 + 3}{2\pi R_2 \lambda} = \frac{9}{2\pi R_2 \lambda}$$

эквивалентное сопротивление

и ч продолжим

Получаем $R_{э\text{кв}} = \frac{2\pi z l}{9}$ - сопротивление между А и В
эвивеломе

Сопротивление одного кольца подразделяем сопротивлением
провода этого кольца (используя только, но я нежел так)

$R_k = 2\pi z \cdot l$ - сопротивление кольца (т.е. длина
провода - длина окружности - $2\pi z$)

$$\frac{R_{\text{экв}}}{R_{\text{конт}} = \frac{2\pi z l}{9 \cdot 2\pi z l} = \frac{1}{9} \quad \text{В 9 раз меньше}$$

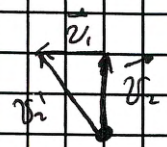
Ответ: в 9 раз меньше

Место для скобы

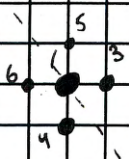
152

Сразу переходим в СО первого корабля

Тогда $v_1' = 0$ км/час, а $v_2' = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$



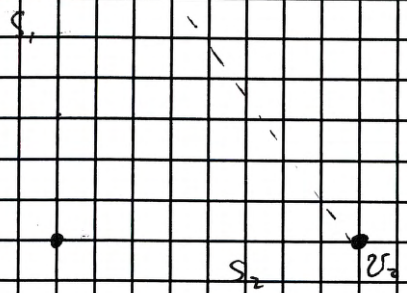
Точки 3, 4, 5, 6 - варианты куда второй корабль может прийти



Если ускорений не будет то,

они столкнутся, т.к.

т.к. $\frac{v_x}{v_y} = \frac{8}{10}$ км $\frac{x}{y} = \frac{8}{10}$ (по клеткам)



В учебном смысле рассматривать

вторую точку пересечения когда

второй корабль попадает в неё \Rightarrow

Этот момент т.к. ускорения равны абсолютны их a



Суммарное ускорение a' у тела 2

будет $a' = \sqrt{a^2 + a^2} = a\sqrt{2}$ и направлено под углом 45° к

любой из осей. Точки 3 и 4 идентичны и зависят

только от выбора направления ускорения первого тела,

а так как нам итерatively ~~двух~~ ускорение по модулю

рассчитаны только силой a , вправо

Точки 5 и 6 также не рассматриваем, т.к. чтобы

до них добраться необходимо пройти через вертикаль или

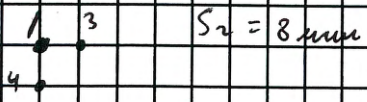
горизонталь (а нам и нули этих осей) поэтому

точки 5, 6 не рассматриваем (точка 3 тоже не рассматриваем)

У2 продолжение

Она есть только точки 4, 3

Там же стоит уловить, что

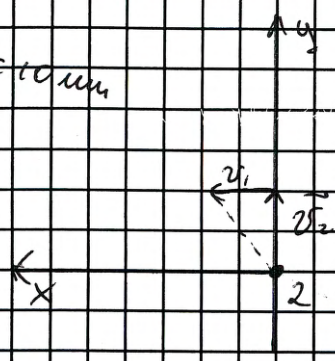


Еще

Взглянем на точку 3

$S_1 = 10 \text{ мм}$

Время t_1 - когда тело движется по горизонтали:



$$\begin{cases} S_1 = v_2 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} \\ x(t_1) = v_1 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} \\ x(t_1) \leq 7 \text{ мм} \end{cases}$$

Еще по вертикали:

$$\begin{cases} S_2 = v_1 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} \\ y(t_2) = v_2 t_2 - \frac{a t_2^2}{2} \\ y(t_2) \leq 9 \end{cases}$$

Это две самые выгодные ситуации для наименьшего ускорения

Там же заметим, что с увеличением a точка пересечения будет смещаться от 3 или 4, что не будет влиять на критическую минимальность a

Поэтому достаточно рассмотреть крайние положения когда $x(t_1) = 7$ или $y(t_2) = 9$

Подставим в систему все известные нам величины в мм/с² и получим

152 продолжение

$$\begin{cases} 10 = 10 \cdot t_1 + \frac{a t_1^2}{2} \\ 7 = 8 \cdot t_1 - \frac{a t_1^2}{2} \end{cases}$$

Решим систему и найдем минимальное ускорение

$$\begin{cases} 8 = 8 \cdot t_2 + \frac{a t_2^2}{2} \\ 9 = 10 \cdot t_2 - \frac{a t_2^2}{2} \end{cases}$$

$$17 = 18 t_1$$

$$t_1 = \frac{17}{18}$$

$$7 = 8 \cdot t_1 - \frac{a t_1^2}{2}$$

$$7 = 8 \cdot \frac{17}{18} - \frac{a \cdot 17^2}{18^2 \cdot 2}$$

$$8 \cdot \frac{17}{18} - 7 = \frac{a \cdot 17^2}{18^2 \cdot 2}$$

$$a = 1,24 \frac{\text{мм}}{\text{с}^2}$$

Вторую систему

$$17 = 18 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{17}{18}$$

$$9 = 10 \cdot \frac{17}{18} - \frac{a \cdot 17^2}{18^2 \cdot 2}$$

$$a = 0,9965 \approx 1 \frac{\text{мм}}{\text{с}^2}$$

Видим, что минимальное это второй вариант

Ответ: $a_{\min} = 1 \frac{\text{мм}}{\text{с}^2}$ или до сетки округлять

УЗ



m_1, T_1



m_2, T_2

$m_1 = 3 \text{ кг}$

$m_2 = 4 \text{ кг}$

$m_3 = 1 \text{ кг}$

$T_1 = 10^\circ \text{C}$

Рассмотрим 1 цикл опыта:

Затем уравняем тепловое балансы для первого переноса

$\overset{\Delta T_1}{T_1'} - T_1 = \Delta T_1$

$c_p m_1 (T_1' - T_1) + (T_1' - T_2) c_p m_3 = 0$

$c_p m_2 (T_2' - T_1') + \underset{\Delta T_2}{(T_2' - T_2)} c_p m_3 = 0 \quad \Delta T_2 = T_2' - T_2$

$\Delta T_1, \Delta T_2$ - изменения температур в сосудах за 1 цикл

$(c_p m_1 \cdot \Delta T_1 + (\Delta T_1 + T_1 - T_2) c_p m_3 = 0$

$c_p m_3 (\Delta T_2 + T_2 - \Delta T_1 - T_1) + \Delta T_2 c_p m_3 = 0$

Возвращаем к начальному уравнению

$(c_p m_1 (T_1' - T_1) + (T_1' - T_2) c_p m_3 = 0$

$c_p m_2 (T_2 - T_2') + c_p m_3 (T_2' - T_1') = 0$

и введем ΔT и $\Delta T'$ где $\Delta T = T_2 - T_1$, $\Delta T' = T_2' - T_1'$

$12600 T_1' - 12600 T_1 + 800 T_1' - 800 T_2 = 0$

$16800 T_2' - 16800 T_2 + 800 T_2' - 800 T_1' = 0$

153 продолжение

$$(126 T_1' - 126 T_1 + 8 T_1' - 8 T_2 = 0$$

$$168 T_2' - 168 T_2 + 8 T_2' - 8 T_1' = 0$$

$$(134 T_1' - 126 T_1 - 8 T_2 = 0$$

$$176 T_2' - 168 T_2 - 8 T_1' = 0 \quad T_2 = \frac{176 T_2' - 8 T_1'}{168}$$

Идея заключается в том, чтобы найти ΔT и $\Delta T'$

изменившиеся разности температур за 1 процесс

$$\frac{176}{21} T_2' - 8 T_2 - \frac{8}{21} T_1' = 0$$

$$134 T_1' - 126 T_1 - \frac{176}{21} T_2' + \frac{8}{21} T_1' = 0$$

$$134 \frac{8}{21} T_1 - \frac{176}{21} T_2' = 126 T_1$$

$$T_1 = 1,07 T_1' - 0,07 T_2'$$

$$T_2 = 1,05 T_2' - 0,05 T_1'$$

$$T_2 - T_1 = 1,12 T_2' - 1,12 T_1' = 1,12 (T_2' - T_1')$$

$$T_2' - T_1' = \frac{T_2 - T_1}{1,12}$$
 Замечали, что каждый раз разность температур уменьшалась в 1,12 раза

значит за 20 циклов она уменьшилась в $(1,12)^{20}$

$$\text{раз } \frac{5}{1,12^{20}} = \frac{T_2 - T_1}{(1,12)^{20}}$$

$$T_2 - T_1 = 5 \cdot 1,12^{20}$$

$$T_2 = 5 \cdot 1,12^{20} + T_1 = 58,2^\circ\text{C}$$

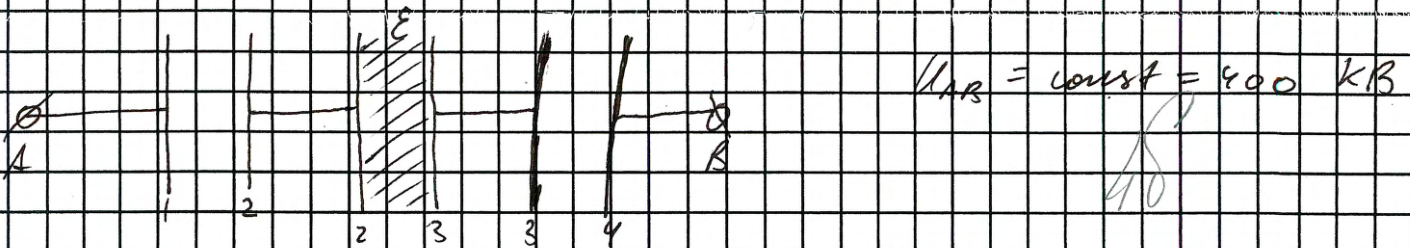
Ответ: 58,2 °C

Вместо 1,12 должно быть 9 страница 1978. 219 и т.д. Ошибка обусловлена переписыванием русских чисел. 908

Задача 15

Заметим, что по сути каждая пара пластин является конденсатором (1-2 ; 2-3 ; 3-4)

При этом в цепи их можно представить как 3 последовательных конденсатора



Заметим, что первый конденсатор потоньше (его выдать не можем т.к. пластины заземлили)

C_{23} и C_{34} измеряются, т.к. расстояние между обкладками измеряется. Также $S = L^2 = 100 \text{ см}^2 = \text{const}$ для всех конденсаторов

$$C_{23} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d_0} \quad d = d_0 + \Delta d \quad \Delta d = \frac{\Delta V}{E S}$$

$$C_{23} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d_0 + \frac{\Delta V}{E}}$$

$$\Delta d = \frac{\Delta V}{E} = 0,25 \text{ см}$$

$$C_{12} = \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad C_{34} = \frac{\epsilon_0 S}{H - d_0 - d}$$

$$C_{34} = \frac{\epsilon_0 S}{H - d_0 - d - \Delta d}$$

$$E = \frac{U_k}{d} \quad U_k = E d = E_{\text{пр}} (d_0 + \Delta d)$$

Также вспомним, что падение напряжений на конденсаторах в послед соединении обратно пропорционально емкостям

15.5 продолжение

$$U_{12} : U_{23} : U_{34} = \frac{1}{\epsilon_{12}} : \frac{1}{\epsilon_{23}} : \frac{1}{\epsilon_{34}}$$

$$\frac{U_{12}}{\epsilon_{12}} + \frac{U_{23}}{\epsilon_{23}} + \frac{U_{34}}{\epsilon_{34}} = U_{AB} = \text{const}$$

$$\frac{U_{12}}{U_{23}} = \frac{\epsilon_{23}}{\epsilon_{12}} \quad U_{23} = U_{12} \frac{\epsilon_{12}}{\epsilon_{23}} = \frac{\epsilon_0 \epsilon (d_0 + d)}{\epsilon_0 \epsilon (d_0 + d)} U_{12}$$

$$\frac{U_{34}}{U_{12}} = \frac{\epsilon_{12}}{\epsilon_{34}} \quad U_{34} = U_{12} \frac{\epsilon_{12}}{\epsilon_{34}} = \frac{\epsilon_0 \epsilon (H - d_0 - d - d)}{\epsilon_0 \epsilon} U_{12}$$

$$U_{12} \left(1 + \frac{H - d_0 - d - d}{d} \right) + \frac{d_0 + d}{\epsilon d} U_{12} = U_{AB}$$

$$U_{12} \cdot \left(\frac{d_0 + d}{d} \right) = (d_0 + d) E_{KP}$$

$$\frac{U_{12}}{d} = E_{KP} \quad U_{12} = E_{KP} d = 20 \frac{kB}{mm} \cdot 2 \text{ mm} = 40 \text{ kB}$$

$$\epsilon d + \epsilon (H - d_0 - d - d) + d_0 + d = \frac{U_{AB}}{U_{12}} \epsilon d$$

$$\epsilon d + \epsilon H - \epsilon d_0 - \epsilon d - \epsilon d + d_0 + d = \frac{U_{AB}}{U_{12}} \epsilon d$$

$$-d_0 + \epsilon d_0 = \epsilon H - \epsilon d - \epsilon d + d_0 + d - \frac{U_{AB}}{U_{12}} \epsilon d$$

$$d_0 (\epsilon - 1) = \epsilon H - \epsilon d + d - \frac{U_{AB}}{U_{12}} \epsilon d$$

$$d_0 = \frac{\epsilon H + \epsilon d + d - \frac{U_{AB}}{U_{12}} \epsilon d}{\epsilon - 1} = \frac{-0.5}{6} \text{ mm}$$