Место для скобы

ОРМО11-20
Ф-296

Шифр

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ВУЗОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРМО»

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	физика
2.	Вариант	
3.	Класс	11
4.	Фамилия	ЖИВАГО
	Имя	ЕЛИЗАВЕТА
	Отчество	РОМАНОВНА
5.	Дата рождения	Число: 25; Месяц: 12; Год: 2002
6.	Регион *(пр: Томская обл., Алтайский край)*	Кемеровская обл.
7.	Вид муниципального образования *(пр: село, город, пгт, деревня)*	город
8.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Асино)*	Новокузнецк
9.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь	МБОУ „Лицей №35 им. А.И. Герлингер"

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e–mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись ________

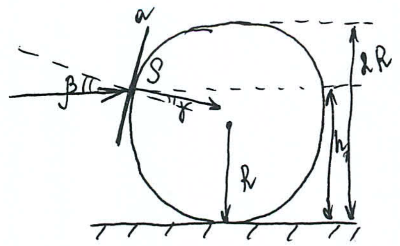
Место для скобы

Шифр ОРМО 11-20 Ф-296

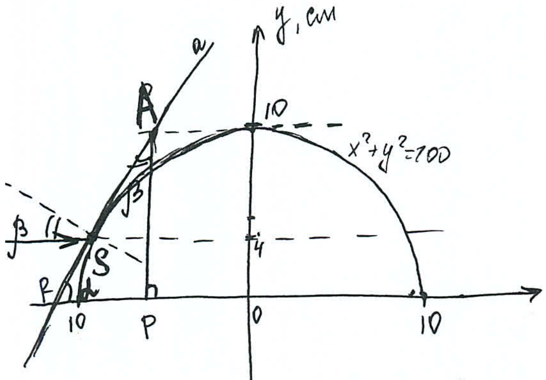
Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
48	16.03.20г	Тюников Андрей Владимирович	[подпись]

№1.



Луч падает на шар в точке S. Через эту точку проводим плоскость, касающуюся шара. Перенесёмся на плоскостную картину: луч падает на окружность (сечение сферы плоскостью луча), около которой провели касательную a.



Рассмотрим верхнюю полуокружность сечения сферы, на которую падает луч света. Нарисуем полуокружность радиусом 10 и с центром в т. (0;0). Проводим касательную через т. $S(x_0; 4)$. Подставим эти значения в уравнение окружности и найдем x_0:

$x_0^2 + 4^2 = 100 \qquad x_0^2 = 100 - 16 = 84 \qquad x_0 = -\sqrt{84} = -2\sqrt{21}$.

Уравнение прямой a имеет вид: $y = kx + b$, где $k = tg\,\alpha = tg\angle ARP$.

Т.к. a – касательная к окружности, то ~~она же будет~~ тангенс угла её наклона будет совпадать со значением производной функции $y = \sqrt{100 - x^2}$ в т. S.

$y' = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{100 - x^2}} \cdot (-2x) = \frac{-x}{\sqrt{100 - x^2}}$. Подставим координаты т. S:

$4 = \frac{- \cdot (-2\sqrt{21})}{\sqrt{100 - 84}} = \frac{2\sqrt{21}}{\sqrt{16}} = \frac{2\sqrt{21}}{4} = \frac{\sqrt{21}}{2} = tg\,\alpha$.

Построим до треугольника ARP. Он прямоугольный, т. $A(x_1; 10)$, т. $P(x_1; 0)$.

$tg\,\alpha = \frac{AP}{RP} \Rightarrow RP = \frac{AP}{tg\,\alpha} = \frac{10 \cdot 2}{\sqrt{21}} = \frac{20}{\sqrt{21}}$.

По теореме Пифагора: $AR^2 = RP^2 + AP^2 = \frac{400}{21} + 100 = \frac{2100 + 400}{21} = \frac{2500}{21} \Rightarrow AR^2 = \frac{50}{\sqrt{21}}$.

Заметим, что угол падения луча равен β, и $\beta + \alpha = 90°$.

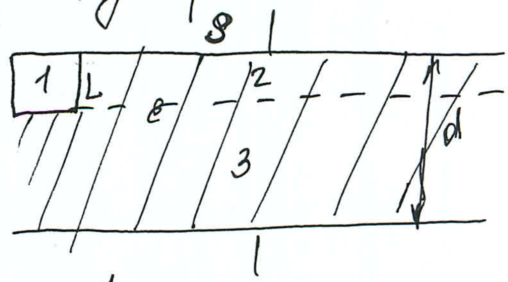
$\sin\beta = \frac{RP}{AR} = \frac{20 \cdot \sqrt{21}}{\sqrt{21} \cdot 50} = \frac{2}{5}$. $\qquad n = \frac{\sin\beta}{\sin\gamma} \Rightarrow \sin\gamma = \frac{\sin\beta}{n} = \frac{0{,}4}{1{,}5} = \frac{4}{15} \Rightarrow \gamma = \arcsin\frac{4}{15}$

Ответ: $\gamma = \arcsin\frac{4}{15}$.

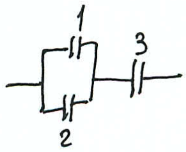
8

№4.

Заметим, что положение воздушной полости внутри конденсатора не влияет на его общую электроёмкость. Поэтому переместим воздушную полость в угол конденсатора:



Разобьём один конденсатор на несколько с разными электроёмкостями и нарисуем схему их соединения:



Общая электроёмкость $C = \frac{C_{12}\cdot C_3}{C_{12}+C_3}$

$$C_{12} = C_1 + C_2 \Rightarrow C = \frac{(C_1+C_2)\cdot C_3}{C_1+C_2+C_3}$$

внешнее соединение ~~параллельное~~ последовательное, а конденсаторы 1 и 2 соединены параллельно.

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 \cdot L^2}{L} \qquad C_2 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 (S-L^2)}{L} \qquad C_3 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d-L}$$

$$C = \frac{\left(\frac{\varepsilon_0 \cdot L^2}{L} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0(S-L^2)}{L}\right)\cdot\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d-L}}{\frac{\varepsilon_0\cdot L^2}{L} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0(S-L^2)}{L} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d-L}} = \frac{\left(\frac{\varepsilon_0 L^2}{L} + \frac{\varepsilon\varepsilon_0(S-L^2)}{L}\right)\cdot\frac{\varepsilon S}{d-L}}{\frac{L^2}{L} + \frac{\varepsilon(S-L^2)}{L} + \frac{\varepsilon S}{d-L}} =$$

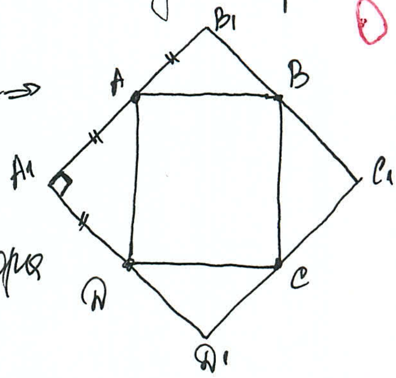
$$= \frac{\frac{\varepsilon_0 L^2 + \varepsilon\varepsilon_0(S-L^2)}{L}\cdot\frac{\varepsilon S}{d-L}}{\frac{L^2\cdot(d-L) + \varepsilon(S-L^2)(d-L) + \varepsilon S L}{(d-L)\cdot L}} = \frac{\varepsilon_0(L^2 + (S-L^2)\varepsilon)\cdot\varepsilon S}{L^2\cdot(d-L) + \varepsilon(S-L^2)(d-L) + \varepsilon S L}$$

Ответ: $C = \frac{\varepsilon_0(L^2 + (S-L^2)\varepsilon)\cdot\varepsilon S}{L^2\cdot(d-L) + \varepsilon\cdot(S-L^2)(d-L) + \varepsilon S L}$

30

№5

Пусть сопротивление между т. A и т. B равно r. Тогда сопротивление между т. A_1 и т. B_1 тоже r.



A - середина A_1B_1 - из рисунка, $A_1B_1C_1D_1$ - квадрат $\Rightarrow$ D - середина A_1D_1 $\Rightarrow$ $\triangle A_1AD$ - прямоугольный и равнобедренный.

Если длина $AD = x$, то по теореме Пифагора $AA_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}x$.

$l_1 = 4x$ - длина проволоки 1,

$l_2 = 8\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}x = 4\sqrt{2}x$ - длина второй проволоки.

$r = \frac{\rho l_1}{S_1} = r = \frac{\rho l_2}{S_2}$ $\qquad \frac{\rho l_1}{S_1} = \frac{\rho l_2}{S_2} \Rightarrow \frac{l_1}{S_1} = \frac{l_2}{S_2} \Rightarrow \frac{4x}{S_1} = \frac{4\sqrt{2}x}{S_2} \Rightarrow \frac{4}{S_1} = \frac{4\sqrt{2}}{S_2}$

$\frac{1}{S_1} = \frac{\sqrt{2}}{S_2}$ $\qquad \frac{S_2}{S_1} = \sqrt{2}.$

Ответ: $\frac{S_2}{S_1} = \sqrt{2}$.

№3

Запишем закон сохранения энергии для двух тел:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{(m+M)u^2}{2} + Q \quad 1$$

, $Q = cm\Delta t + cM\Delta t = c\Delta t(m+M)$ – выделившаяся теплота, u – новая скорость системы. 2

$$\Delta t = \frac{Q}{c(m+M)}$$ – должно быть максимально $\Rightarrow Q - max$, $(m+M) - min$.

При очень большой массе M почти вся кинетическая энергия пули перейдёт в теплоту, но зачёт этой же большой массы тела нагреются мало.

Поэтому кинетическая энергия пули должна равномерно распределиться между кинетической энергией системы тел и теплотой.

По закону сохранения импульса: 1 $mv = u(m+M) \Rightarrow u = \frac{mv}{M+m}$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{(m+M)m^2v^2}{2(M+m)^2} + Q \qquad 2 \quad \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2v^2}{2(M+m)} + Q, \quad ? \ \frac{mv^2}{2(M+m)} \approx Q.$$

$$\frac{mv^2}{2} = 2 \cdot \frac{m^2v^2}{2(M+m)} = \frac{m^2v^2}{M+m} \qquad \frac{1}{2} = \frac{m}{M+m} \Rightarrow M \approx m \quad 1$$

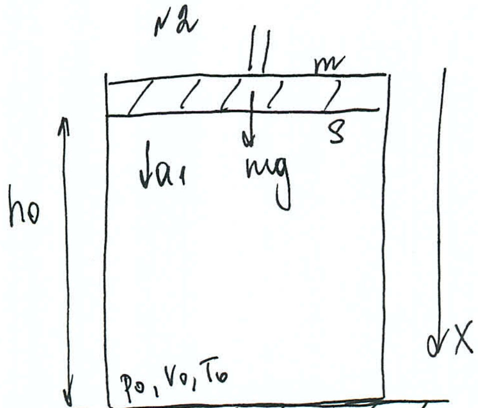
При этом максимальная разность температур:

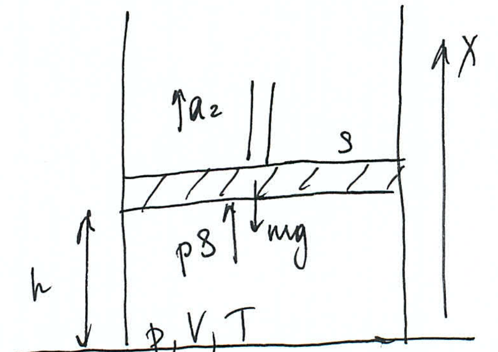
$$\Delta t = \frac{mv^2}{4 \cdot c \cdot 2m} = \frac{mv^2}{8cm} = \frac{v^2}{8c}. \quad 1$$

8

Ответ: $M \approx m$.

№2





2

Запишем II закон Ньютона для двух случаев:

$m\vec{a_1} = m\vec{g}$ 1

oY: $ma_1 = mg$

$a_1 = g$

$m\vec{a_2} = \vec{pS} + m\vec{g}$ 2

$ma_2 = pS - mg$

$a_2 = \frac{a_1}{2} = \frac{g}{2}$

$\frac{mg}{2} + mg = pS$

$\frac{3}{2}mg = pS$ $\qquad p = \frac{3mg}{2S}$ – давление во второй ситуации.

Поршень падает быстро, поэтому предположим, что гелий не успеет сильно нагреться, то есть ? $T = const$. Тогда по закону Бойля-Мариотта: $p_0V_0 = p_0V_1 \Rightarrow V = \frac{p_0V_0}{p} = \frac{10 \cdot 2}{7,5} = 0,267$ л

Ответ: $V = 0,267$ л, $T = 300K$.