

ПРЕДМЕТ	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Ф</td><td style="text-align: center;">И</td><td style="text-align: center;">З</td><td style="text-align: center;">И</td><td style="text-align: center;">К</td><td style="text-align: center;">А</td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>	Ф	И	З	И	К	А													КЛАСС	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	1	1
Ф	И	З	И	К	А																		
1	1																						
ШИФР	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Ф</td><td style="text-align: center;">-</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">-</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td><td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>	Ф	-	1	1	-	1	6															
Ф	-	1	1	-	1	6																	

ПРОТОКОЛ ПРОВЕРКИ

Заполняется членами жюри

Пометки участников не допускаются

№ задания	теоретический тур					итого теория	практический тур		итого практика	Всего
	1	2	3	4	5		1	2		
критерии оценивания	12	12	12	12	12	60	20	20	40	100
баллы	9 12	9	11	4	6g	39	0	3,5	3,5	48,5
подписи членов жюри										48,5 

ПРЕДМЕТ	Ф	И	З	И	К	А												КЛАСС	1	1
ШИФР	Ф	-	1	1	-	1	6													

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

После перемещения поршня температура и ^{давление} ~~объем~~ воздуха не изменились, значит, не изменится и объем. Тогда $S_{\text{шп.}} \Delta L = S_0 \cdot \Delta X$, где $S_{\text{шп.}}$ - площадь поперечного сечения шпунца

$$\Delta X = \frac{S_{\text{шп.}}}{S_0} \cdot \Delta L$$

S_0 - искомая площадь сечения трубки

Изменяя ΔL , исследует зависимость ΔX от ΔL .

$\Delta L, \text{ см}$	$\Delta X, \text{ см}$
0,5	3,5
1	7,1
1,5	10,7
2	14,5
3	21,3
4	28,5
5	35,3

Построим график зависимости ΔX от ΔL .
(график 1 на миллиметровой бумаге)

ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

ШИФР

Ф-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

Δl мы имеем возмущенное достаточно точно благодаря градуированной шкале на шприце, поэтому погрешность Δl мала по сравнению с Δx . Δx имеет погрешность около 1 см, т.к. сложно измерить точное положение объема воды.

Из графика угловой коэффициент прямой равен 7,1. С другой стороны из теории он равен $\frac{S_{\text{шп}}}{S_0}$, тогда

$$S_0 = \frac{S_{\text{шп}}}{7,1}$$

Объем шприца 10 мл, с очень высокой точностью высота шприца согласно измерениям равна 5 см, поэтому

$$S_{\text{шп.}} = \frac{10 \text{ мл}}{5 \text{ см}} = 200 \text{ мм}^2$$

$$\text{Тогда } S_0 = \frac{200 \text{ мм}^2}{7,1} = 28,17 \text{ мм}^2$$

Чтобы оценить погрешность проведем пунктиром на графике прямые через кресты погрешностей с максимальным и минимальным угловым коэффициентом

$$k_{\text{max}} \approx 7,25 \quad k_{\text{min}} \approx 7$$

ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

ШИФР

Ф-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

~~$$\Delta k = \frac{k_{\max} - k_{\min}}{2} = \frac{7,25 - 7}{2} = 0,125$$~~

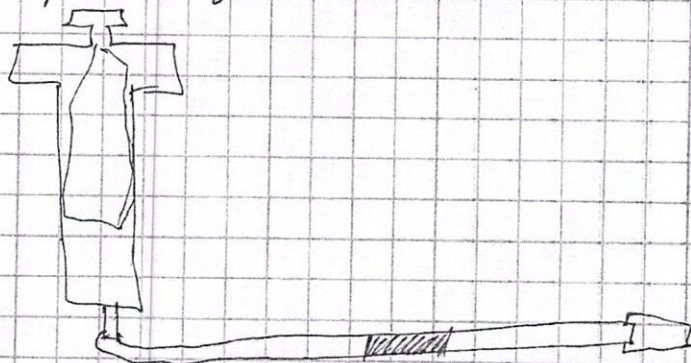
Тогда $S_{0 \max} = \frac{200 \text{ мм}^2}{7} \approx 28,57 \text{ мм}^2$

$$S_{0 \min} = \frac{200 \text{ мм}^2}{7,25} \approx 27,58 \text{ мм}^2$$

$$\Delta S = \frac{S_{0 \max} - S_{0 \min}}{2} = \frac{28,57 \text{ мм}^2 - 27,58 \text{ мм}^2}{2} \approx 0,5 \text{ мм}^2$$

Тогда $S_0 = (28,14 \pm 0,5) \text{ мм}^2$ Ответ: $S_0 = (28,14 \pm 0,5) \text{ мм}^2$

2. Для определения коэффициента α содерит логотипную бутылочку, но в этот раз открытый конец трубки будет закрыт загонкой.



В начале будет державь корень ширинка на отметке 0 мм. Затем поднимет на Δl .

l_1 - длина левой части трубки до логотипа

l_2 - длина левой части трубки после логотипа

ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

ШИФР

Ф-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

L - длина всей трубки без учета длины объема воды.
Тогда запишем закон Бойля-Мариотта для левой и правой частей воздуха.

$$p_0 S_0 L_1 = p (S_{\text{ш}} \Delta L + (S_0 + \Delta S) L_2)$$

$$p_0 S_0 (L - L_1) = p (S_0 + \Delta S) (L - L_2)$$

$$\frac{S_0 L_1}{S_0 (L - L_1)} = \frac{S_{\text{ш}} \Delta L + S_0 L_2 + \Delta S L_2}{S_0 L - S_0 L_2 + \Delta S L - \Delta S L_2}$$

$$S_0 L L_1 - \cancel{S_0 L L_2} + \Delta S L_1 L - \cancel{\Delta S L L_2} = S_{\text{ш}} \Delta L L - S_{\text{ш}} \Delta L L_1 + S_0 L_2 L - \cancel{S_0 L L_2} + \Delta S L L_2 - \cancel{\Delta S L L_2}$$

$$S_0 L L_1 + \Delta S L_1 L = S_{\text{ш}} \Delta L L - S_{\text{ш}} \Delta L L_1 + S_0 L_2 L + \Delta S L L_2$$

$$\Delta S L (L_1 - L_2) = S_{\text{ш}} \Delta L (L - L_1) + S_0 L (L_2 - L_1)$$

Обозначим $L_2 - L_1 = \Delta x$ - то насколько смешалась вода

$$\Delta S L \Delta x = S_{\text{ш}} \Delta L (L_1 - L) - S_0 L \Delta x$$

$$\Delta S = \frac{S_{\text{ш}} (L_1 - L) \Delta L}{\Delta x L} - S_0$$

$$p = \frac{p_0 S_0 (L - L_1)}{(S_0 + \Delta S) (L - L_2)}$$

$$\Delta p = p - p_0 = \frac{\cancel{p_0 S_0 L} - p_0 S_0 L_1 - \cancel{p_0 \Delta S L} - p_0 \Delta S L + p_0 S_0 L_1 \Delta x}{(S_0 + \Delta S) (L - L_2)}$$

$$\Delta p = \frac{p_0 S_0 L + p_0 \Delta S L_2 - p_0 S_0 L_1 - p_0 \Delta S L}{(S_0 + \Delta S) (L - L_2)}$$

ПРЕДМЕТ

Физика

КЛАСС

11

ШИФР

Ф-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

Учитывая, что $\Delta S \ll S_0$ $\Delta p = p_0 \frac{L-l_1}{L-l_2}$

$$\frac{\Delta S}{S_0} = \alpha \Delta p \quad \frac{S_{\text{ш}}(l_1-L)\Delta L}{S_0 \Delta x L} - 1 = \alpha p_0 \frac{L-l_1}{L-l_2}$$

$$S_{\text{ш}}(l_1-L)\Delta L(L-l_2) - (L-l_2)S_0 \Delta x L = \alpha p_0 (L-l_1) S_0 \Delta x L$$

$$\Delta L = \frac{\alpha p_0 (L-l_1) S_0 \Delta x L + (L-l_2) S_0 \Delta x L}{S_{\text{ш}}(L_1-L)(L-\Delta x-l_1)}$$

$$\Delta x \ll L$$

$$\Delta L = \frac{\alpha p_0 S_0}{S_{\text{ш}}} \Delta x \quad (*) \quad (\text{из уравнения } L=1\text{ м})$$

~~$$\alpha = \frac{\Delta L}{\Delta x} \frac{S_{\text{ш}}}{p_0 S_0}$$~~

~~$$\alpha \approx 10 \text{ Па}^{-1} \cdot 10^{-6} \approx 10^{-5} \text{ Па}^{-1}$$~~

~~$$\text{Ответ: } 10 \text{ Па}^{-1} \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-5} \text{ Па}^{-1}$$~~

Будет зависеть от ширины и собственного шума
разь ΔL в зависимости от Δx

ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

ШИФР

9-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

$\Delta x, \text{ см}$	$\Delta L, \text{ см}$
4,5	1,2
8,8	2,4
10,2	3,2
12,4	3,4
15	4,3

Построим график $\Delta L(\Delta x)$ - график 2 на миллиметровой.

из графика $\frac{\Delta L}{\Delta x} \approx 0,29$

Тогда $\alpha = \frac{\Delta L}{\Delta x} \frac{S_{\text{ш}}}{S_0 \rho_0}$ (из \star)

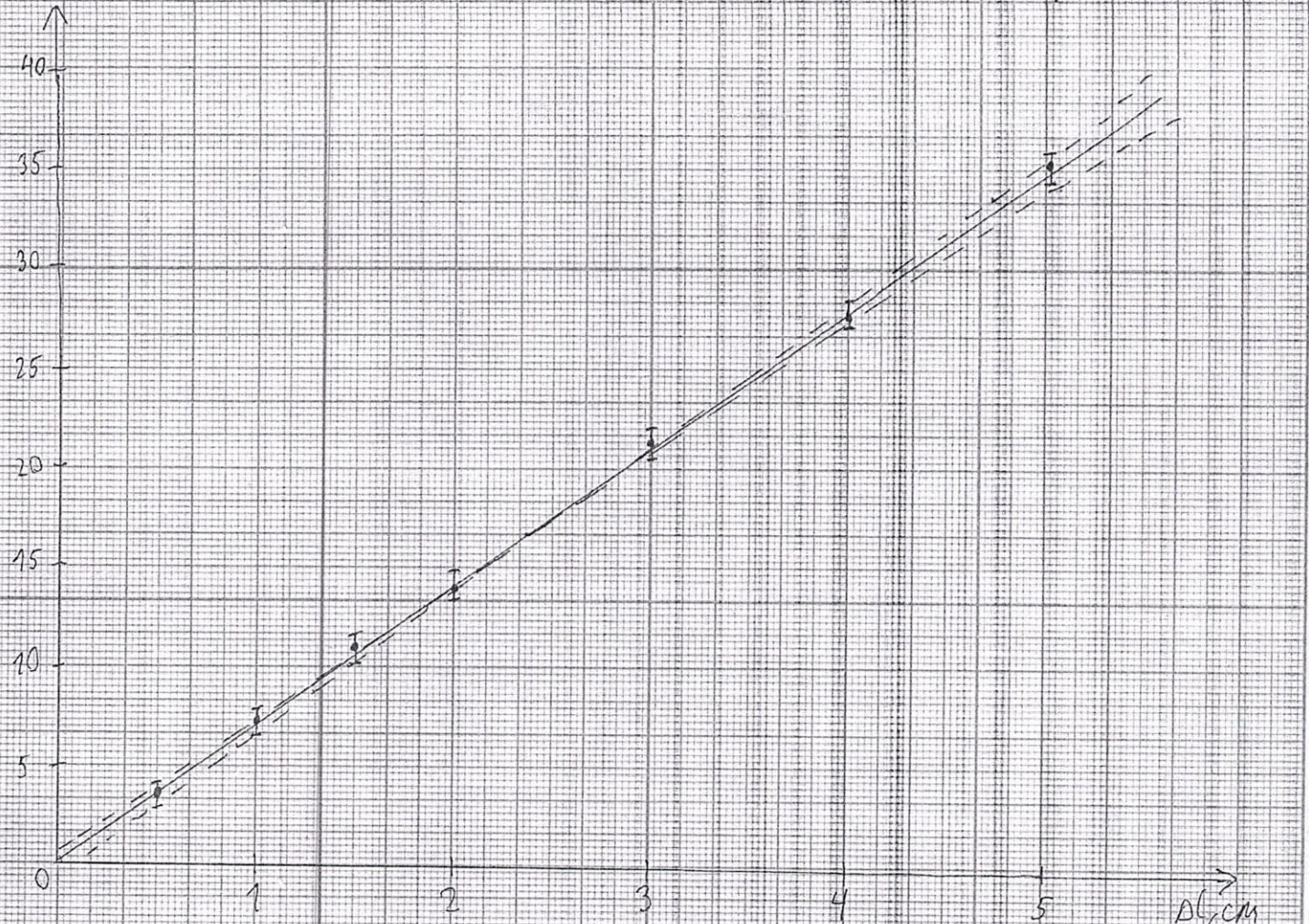
$$\alpha = 0,29 \cdot \frac{200 \text{ мм}^2}{28,17 \text{ мм}^2 \cdot 10^5 \text{ Па}} \approx 2,05 \cdot 10^{-5} \text{ Па}^{-1}$$

Ответ: $\alpha \approx 2,05 \cdot 10^{-5} \text{ Па}^{-1}$

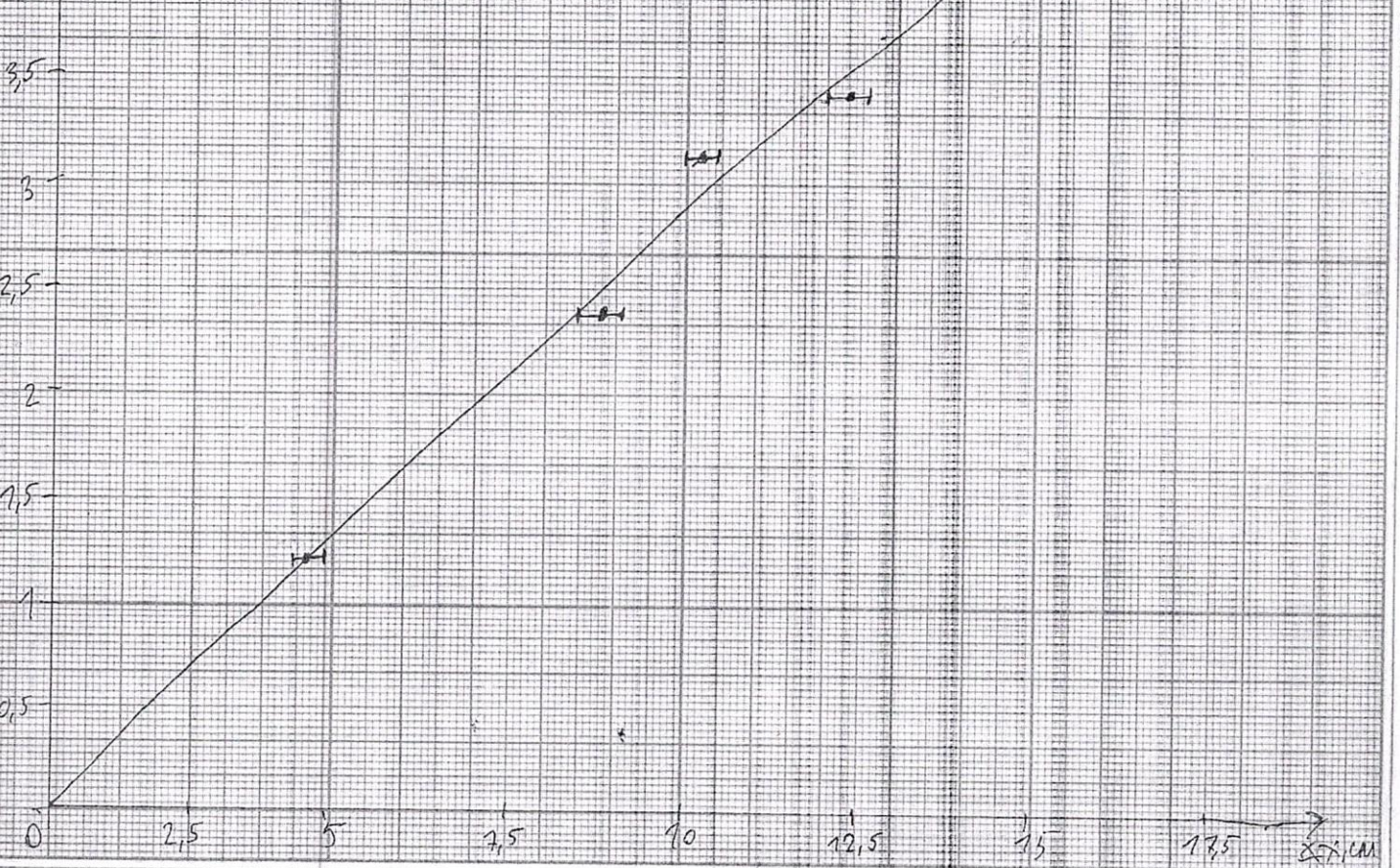
9-11-16

exp. 8 wy 12

$\Delta X, \text{cm}$



$\Delta L, \text{cm}$



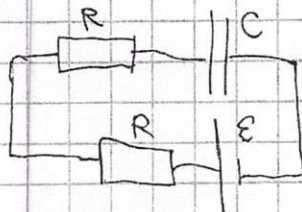
ПРЕДМЕТ	Ф И З И К А	КЛАСС	11
ШИФР	9-11-16		

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

Задача №2

Пусть \mathcal{E} - ЭДС источника тока, R - внутреннее сопротивление источника тока и сопротивление резистора в сером ящике, C - электрическая емкость конденсатора в сером ящике.

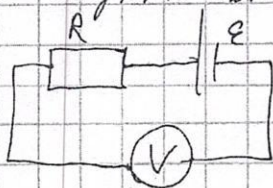
Сначала подключим источник тока к серому ящику получим следующую схему:



Оставит установку и подождем, пока конденсатор зарядится. В установившемся режиме напряжение на конденсаторе будет равно \mathcal{E} , а ^{сила} ~~напряжения~~ тока в цепи ~~будет~~ очень мала. Через длительное время отключим источник тока и подключим к серому ящику вольтметр.

Вольтметр показывает 3,8 В, значит, $\mathcal{E} = 3,8$ В

Далее подключим вольтметр к источнику тока



и.з.ч.: 15

ПРЕДМЕТ	Ф И З И К А	КЛАСС	11
ШИФР	Р-11-16		

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

Общий ток в цепи равен $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R + R_V}$, где R_V - сопротивление вольтметра

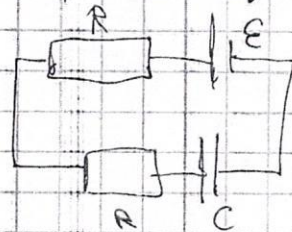
Тогда $U_V = \frac{\mathcal{E} R_V}{R + R_V}$ п. 14 - 15.

$$U_V R + U_V R_V = \mathcal{E} R_V \quad R = \frac{(\mathcal{E} - U_V) R_V}{U_V}$$

Вольтметр показывает 2,6 В, значит, $U_V = 2,6$

Тогда $R = \frac{(3,8 - 2,6) \cdot 10^6 \text{ Ом}}{2,6} \approx 460 \text{ кОм}$

После того, как конденсатор разрядился, снова подключаем к нему источник питания.



Испытует процесс зарядки конденсатора с течением времени.

II правило Кирхгофа для цепи:

$$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + 2IR$$

q - заряд конденсатора
 I - сила тока в цепи

$$I = \frac{dq}{dt}$$

$$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + 2R \frac{dq}{dt}$$

$$\mathcal{E}C - q = 2RC \frac{dq}{dt}$$

ПРЕДМЕТ	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Ф</td> <td style="width: 10%;">И</td> <td style="width: 10%;">З</td> <td style="width: 10%;">И</td> <td style="width: 10%;">К</td> <td style="width: 10%;">А</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>	Ф	И	З	И	К	А							КЛАСС	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;">1</td> </tr> </table>	1	1
Ф	И	З	И	К	А												
1	1																
ШИФР	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;">Ф</td> <td style="width: 20px;">-</td> <td style="width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;">-</td> <td style="width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;">6</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> </table>	Ф	-	1	1	-	1	6									
Ф	-	1	1	-	1	6											

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

$$\frac{dt}{2RC} = \frac{dq}{\epsilon C - q} \quad \int_{t_1}^{t_2} \frac{dt}{-2RC} = \int_{q_1}^{q_2} \frac{dq}{q - \epsilon C}$$

$$\frac{t_2 - t_1}{-2RC} = \ln \left| \frac{q_2 - \epsilon C}{q_1 - \epsilon C} \right|$$

В начальный момент $t_1 = 0$ $q_1 = 0$, в произвольный $t_2 = t$ $q_2 = q$

$$\frac{t}{-2RC} = \ln \left(\frac{\epsilon C - q}{\epsilon C} \right)$$

$\frac{q}{\epsilon} = U$ — напряжение на конденсаторе

$$\frac{t}{-2RC} = \ln \left(1 - \frac{U}{\epsilon} \right)$$

$$t = 2RC \ln \left(\frac{\epsilon}{\epsilon - U} \right)$$

н.д.з.: 1,5

Зависимость t от $\ln \left(\frac{\epsilon}{\epsilon - U} \right)$ линейна.

Запустим секундомер в момент начала зарядки конденсатора и будем измерять U вольтметром с течением времени

t, с	U, В	ln $\left(\frac{\epsilon}{\epsilon - U} \right)$
30	2	≈ 0,1
450	3	≈ 1,6

н.д.з.: 1,5
 5.11.1.5.15
 0.1.4.6.1.0.5
 = 0,58

ПРЕДМЕТ

Ф	И	З	И	К	А														
---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

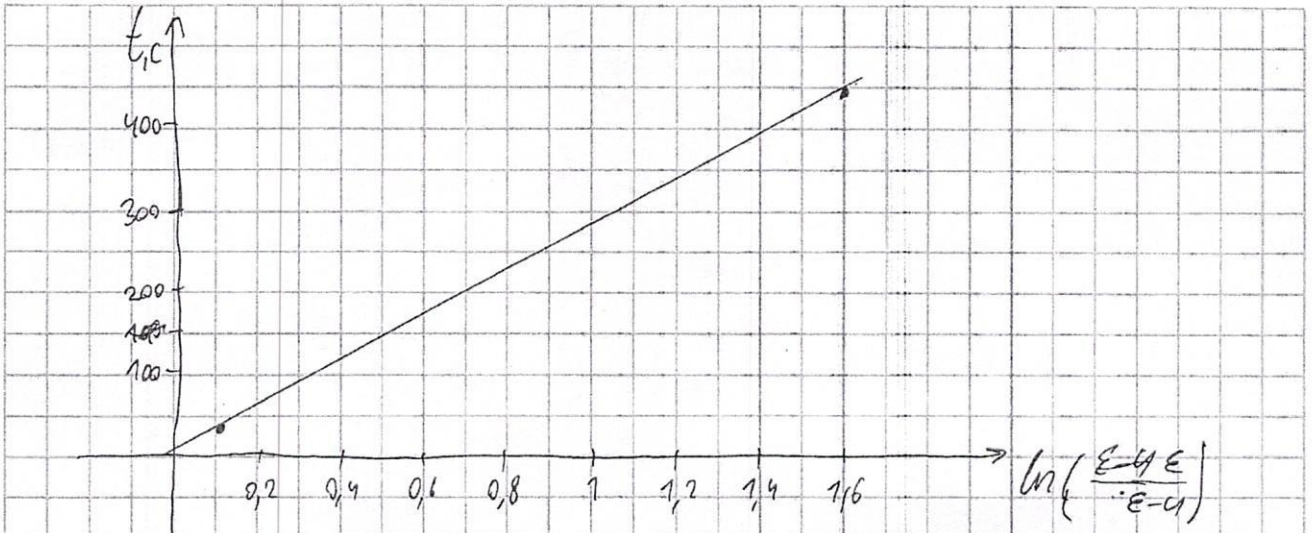
КЛАСС

11

ШИФР

Ф	-	11	-	16															
---	---	----	---	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.



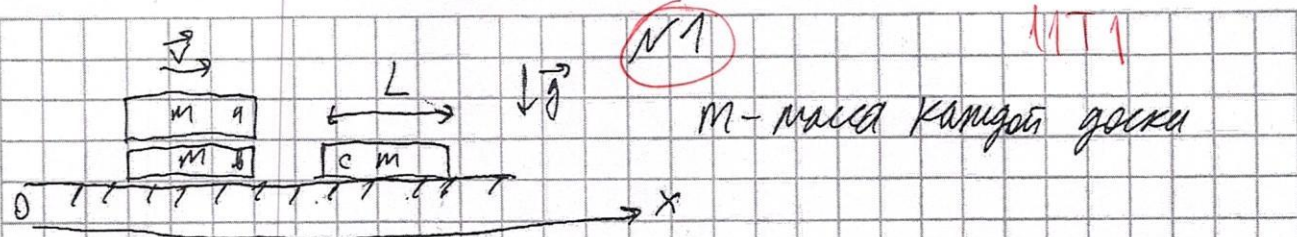
из графика $k \approx 280 \text{ c}$

$$k = 2RC \quad C = \frac{k}{2R} \quad C = \frac{280 \text{ c}}{2 \cdot 460000 \text{ Ом}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ ф}$$

Ответ. $\epsilon = 3,8 \text{ В}$; $R = 460 \text{ кОм}$; $C = 3 \cdot 10^{-4} \text{ ф}$

ПРЕДМЕТ	Ф	И	З	И	К	А										КЛАСС	1	1
ШИФР	92	11	-	16														

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.



ЗСИ для досок b и c после столкновения: $mV = 2m \cdot V_0$

$$V_0 = \frac{V}{2}$$

Т.е. после столкновения конструкция из досок b и c имеет скорость $\frac{V}{2}$. Доска a имеет скорость V .

6-10

Т.к. система из трех досок замкнута и сумма внешних сил равна 0, то можно записать $m \vec{a}_1 + 2m \vec{a}_2 = 0$, где \vec{a}_1, \vec{a}_2 - ускорения доски a и досок b и c соответственно

Проецируем на ось Ox: $a_{1x} + 2a_{2x} = 0 \Rightarrow a_{2x} = -\frac{a_{1x}}{2}$

Тогда относительное ускорение доски a равно $a_{1x} - a_{2x} = \frac{3}{2} a_{1x}$

Пусть x - относительное перемещение доски a по доске c, тогда сила трения, действующая на первую доску a равна $\mu mg \frac{x}{L}$

7-10

2ЗН: $m a_{1x} = -\mu mg \frac{x}{L}$

\ddot{x} - относительное ускорение доски a

$$a_{1x} = \frac{2}{3} \ddot{x}$$

$$\frac{2}{3} m \ddot{x} + \mu mg \frac{x}{L} = 0$$

8-10

$$\ddot{x} + \frac{3\mu g}{2L} x = 0$$

Handwritten notes and a table at the bottom of the page. The table has columns numbered 1 to 5. There are various scribbles and numbers in red ink.

1	2	3	4	5
9	9	11	4	6
39				

ПРЕДМЕТ

Физика

КЛАСС

11

ШИФР

Ф-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

Мы получили уравнение гармонических колебаний, причем

$$x(0) = 0 \quad \dot{x}(0) = v - \frac{v}{2} = \frac{v}{2} \quad \omega = \sqrt{\frac{3mg}{2L}}$$

В общем виде $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$

$$\dot{x}(t) = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

С учетом начальных условий $x = \frac{v}{2\omega} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

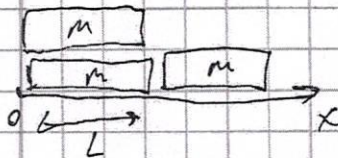
$$\dot{x} = -\frac{v}{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

В момент окончания относительного движения

$$x = L \quad \dot{x} = 0, \text{ тогда } t = \frac{\pi}{2\omega}; \quad L = \frac{v}{2\omega}$$

$$v = 2\omega L = \sqrt{6\mu g L} \quad t = \pi \sqrt{\frac{L}{6\mu g}}$$

Найдем положение центра масс конструкции из трех досок.



$$x_{y.m.} = \frac{m \cdot \frac{L}{2} + m \cdot \frac{L}{2} + m \cdot \frac{3L}{2}}{3m}$$

$$x_{y.m.} = \frac{5}{6} L$$

$$v_{y.m.} = \frac{m \cdot v + 2m \cdot \frac{v}{2}}{3m} = \frac{2v}{3} - \text{в начальный момент времени}$$

Т.к. на систему не действуют внешние силы, то скорость центра масс постоянна.

ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

ШИФР

11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете.
Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

$$\text{Тогда } \Delta x_{\text{г.м}} = \frac{2V}{3} \cdot t = \frac{2V}{3} \cdot n \sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{gL} \cdot n \sqrt{\frac{2L}{g}} = \frac{2nL}{3}$$

$$\Delta x \text{ из геометрии } \Delta x = \Delta x_{\text{г.м}} + 2 \left(\frac{5}{6}L - \frac{L}{2} \right)$$

$$\Delta x = \frac{2nL}{3} + \frac{2L}{3} = \frac{2(n+1)L}{3}$$

$$\text{Ответ: } \frac{2(n+1)L}{3}$$

№2

Рассмотрим процесс одной перекачки воздуха из клапана в сосуд. В этом случае внутренняя энергия воздуха в клапане $\frac{5}{2} p_2 \Delta V$ (p_2 - давление в клапане, ΔV - объем клапана) идет на совершение работы в обратном процессе по перекачке воздуха и ~~уменьше~~ $p_2 \Delta V$, а оставшаяся часть энергии ΔQ идет на увеличение внутренней энергии воздуха в сосуде.

$$\frac{5}{2} p_2 \Delta V = p_2 \Delta V + \Delta Q \quad \Delta Q = \frac{3}{2} p_2 \Delta V$$

$$\text{Из уравнения состояния } p_2 \Delta V = \Delta V R T_0 \quad \Delta Q = \frac{3}{2} \Delta V R T_0$$

Принтегрировав по объему ΔQ за весь процесс перекачки воздуха получим, что внутренняя энергия воздуха в сосуде увеличилась на $\frac{3}{2} (V_2 - V_1) R T_0$, т.к. $\sum \Delta V = V_2 - V_1$

ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

ШИФР

9-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете.
Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

Тогда запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{5}{2} \nu_1 R T_0 + \frac{3}{2} (\nu_2 - \nu_1) R T_0 = \frac{5}{2} \nu_2 R T_1$$

$$5\nu_1 T_0 + 3\nu_2 T_0 - 3\nu_1 T_0 = 5\nu_2 T_1$$

$$2\nu_1 T_0 + 3\nu_2 T_0 = 5\nu_2 T_1$$

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{2\nu_1 + 3\nu_2}{5\nu_2}$$

С другой стороны, т.к. $p = n k T$, то $p_0 = n_0 k T_0$, $p_1 = n_1 k T_1$

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{\nu_1 T_0}{\nu_2 T_1} \quad \left(\frac{n_0}{n_1} = \frac{\nu_1}{\nu_2} \text{ т.к. объем сосуда не меняется} \right)$$

~~$$\frac{T_0}{T_1} = \frac{p_1 \nu_2}{p_0 \nu_1}$$~~

$$\frac{2\nu_1 + 3\nu_2}{5\nu_2} = \frac{p_0 \nu_1}{p_1 \nu_2}$$

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{p_0 \nu_1}{p_1 \nu_2}$$

$$2 p_1 \nu_1 + 3 p_1 \nu_2 = 5 p_0 \nu_1$$

$$\frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{5 p_0 - 2 p_1}{3 p_1}$$

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{p_0}{p_1} \frac{3 p_1}{5 p_0 - 2 p_1} = \frac{3 p_0}{5 p_0 - 2 p_1} \Rightarrow T_1 = T_0 \frac{3 p_0}{5 p_0 - 2 p_1}$$

Ответ. $\frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{5 p_0 - 2 p_1}{3 p_1}$; $T_1 = T_0 \frac{3 p_0}{5 p_0 - 2 p_1}$

ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

ШИФР

Ф-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

(3)

α - угол наклона \vec{E} к горизонту
 На систему из нити и груза действуют следующие внешние силы: сила тяжести груза, сила реакции в месте крепления нити, суммарная электростатическая сила, действующая на нить.

13 н. $\vec{N} + m\vec{g} + \sum \Delta q \vec{E} = 0$

15. $\vec{N} + m\vec{g} + \sum \lambda \Delta l \vec{E} = 0$

$\vec{N} + m\vec{g} + \lambda \vec{E} \sum \Delta l = 0$

$\vec{N} + m\vec{g} + \lambda L \vec{E} = 0$

по оси Ox: $\lambda L E \cos \alpha = N$ 15 н. 1.3

по оси Oy: $\lambda L E \sin \alpha = mg$ 15 н. 1.3

Воспользуемся методом виртуальных перемещений. Т.к. система в равновесии, то при малом смещении нити Δl вдоль ее линии сумма работ внешних сил равна 0.

Т.к. электростатическое поле потенциально, чтобы посчитать работу электростатической силы, можно сначала сделать смещение по горизонтали, а затем по веревкам.

$mg \Delta l + E \cos \alpha \cdot S \lambda \Delta l - E \sin \alpha \cdot H \lambda \Delta l - N \Delta l = 0$

ПРЕДМЕТ

Физика

КЛАСС

11

ШИФР

11-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

$$\begin{cases} mg + ES\lambda \cos\alpha - EH\lambda \sin\alpha - N = 0 \\ \lambda LE \cos\alpha = N \\ \lambda LE \sin\alpha = mg \end{cases}$$

$$\lambda LE \cos\alpha = N$$

$$\lambda LE \sin\alpha = mg$$

$$mg + ES\lambda \cos\alpha - EH\lambda \sin\alpha - \lambda LE \cos\alpha = 0$$

$$\lambda LE \sin\alpha + ES\lambda \cos\alpha - EH\lambda \sin\alpha - \lambda LE \cos\alpha = 0$$

$$L \sin\alpha + S \cos\alpha - H \sin\alpha - L \cos\alpha = 0$$

$$(L - H) \sin\alpha = (L - S) \cos\alpha$$

$$\operatorname{ctg}\alpha = \frac{L - H}{L - S}$$

$$\operatorname{ctg}^2\alpha + 1 = \frac{1}{\sin^2\alpha}$$

$$\sin\alpha = \sqrt{\frac{1}{\operatorname{ctg}^2\alpha + 1}}$$

$$\sin\alpha = \sqrt{\frac{1}{\left(\frac{L-H}{L-S}\right)^2 + 1}}$$

$$E = \frac{mg}{\lambda L \sin\alpha}$$

$$E = \frac{mg}{\lambda L} \sqrt{\frac{(L-H)^2}{(L-S)^2} + 1}$$

$$\text{Ответ: } E = \frac{mg}{\lambda L} \sqrt{\frac{(L-H)^2}{(L-S)^2} + 1}$$

№5

Допустим, что мишка рассеивающая. Т.к. рассеивающая мишка всегда дает мнимое изображение, то все точки А, В, С должны быть с одной стороны от мишки.

ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

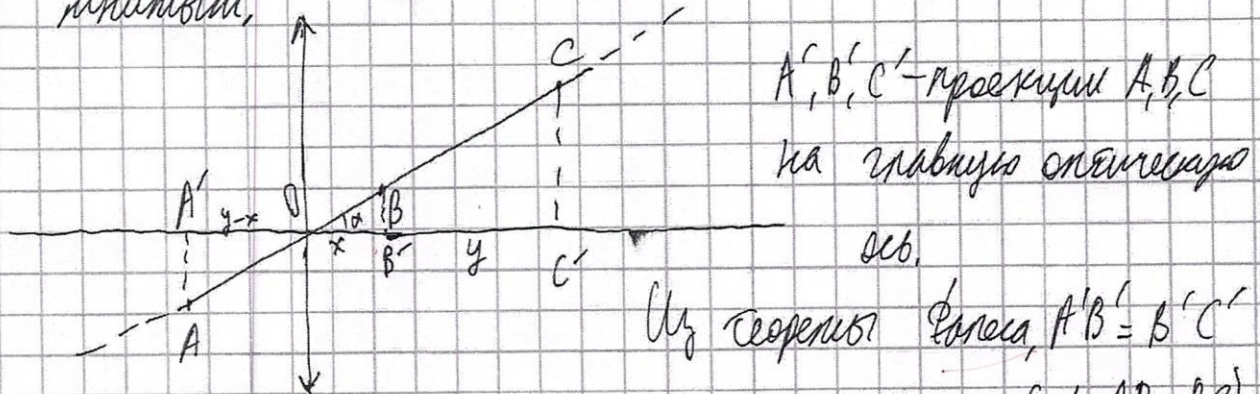
ШИФР

11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете.
Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

Без ограничения объектами, допустим, что ближе всех к линзе точка А. Тогда С - дальше всех. Т.к. рассеивающая линза дает уменьшенное изображение, то изображение точки А будет nearer к линзе, чем точка А. Значит, изображение не будет ни в точке В, ни в точке С.
Значит, допустимая поворот и линза собирающая.

Ситуация, описанная в условии выполняется, когда только когда одна из точек является изображением двух других, но в одном случае действительным, в другом мнимым.



Пусть $A'B' = B'C' = y$ $OB' = x$

Запишем формулы тонкой линзы

(из А свет падает в С, но образуется из С в А
из В свет падает в С (С-мнимое изображение))

ПРЕДМЕТ

Физика

КЛАСС

11

ШИФР

Ф-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

$$\begin{cases} \frac{1}{y-x} + \frac{1}{y+x} = \frac{1}{F} \\ \frac{1}{x} - \frac{1}{y+x} = \frac{1}{F} \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{y^2-x^2}{2y} = F \\ \frac{xy+x^2}{y} = F \end{cases} \quad \begin{cases} x^2 = y^2 - 2fy \quad (1) \\ y = \frac{x^2}{F-x} \quad (2) \end{cases}$$

(2) в (1): $x^2 = \frac{x^4}{(F-x)^2} - 2F \frac{x^2}{(F-x)}$

$(F-x)^2 = x^2 - 2F(F-x)$
 $F^2 - 2Fx + x^2 = x^2 - 2F^2 + 2Fx$
 $3F^2 = 4Fx$
 $x = \frac{3F}{4}$

$y = \frac{(\frac{3F}{4})^2}{F - \frac{3F}{4}} = \frac{9F^2 \cdot 4}{16 - F} = \frac{9}{4} F$

Из подобия $\triangle AA'O$ и $\triangle OB'B$ $\frac{AO}{OB} = \frac{y-x}{x} = \frac{\frac{9}{4}F - \frac{3F}{4}}{\frac{3F}{4}} = 2$

по $AO + OB = L \Rightarrow OB + \frac{OB}{2} = L \Rightarrow OB = \frac{2L}{3}$

α - угол между MN и главной оптической осью,
 тогда $\cos \alpha = \frac{x}{OB} = \frac{\frac{3F}{4}}{\frac{2L}{3}} = \frac{9F}{8L} \Rightarrow \alpha = \arccos\left(\frac{9F}{8L}\right)$

Из симметрии, линза может быть и слева, и справа от B

ответ: 1. соприкасающаяся 2. $\frac{2L}{3}$ 3. $\frac{9F}{8L} \arccos\left(\frac{9F}{8L}\right)$ 4. $\frac{9F}{8L} \arccos\left(\frac{9F}{8L}\right)$

(A и C можно поменять местами)

n. 2. 2. - 10 б
 n. 3. 1. - 10 б
 n. 3. 2. - 10 б
 n. 3. 3. - 20 б
 n. 4. 1. - 10 б

ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

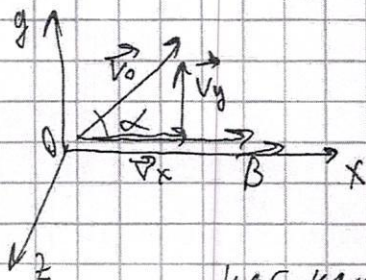
ШИФР

Ф-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

№4

Лучевая частица влетает под углом α к вектору магнитной индукции. Тогда скорость частицы можно



разложить на составляющие вдоль вектора магнитной индукции и поперек. Введем систему координат, как на рисунке. Сила Лоренца будет

действовать на частицу $\perp \vec{v}_0$ и $\perp \vec{B}$. Тогда движение частицы можно представить как наложение равномерного движения по оси Ox со скоростью v_x и движения по окружности в плоскости $(Oy z)$.

Тогда $x = v_x \cdot t$

$$y = R \sin(\omega t)$$

$$z = R (1 - \cos(\omega t))$$

R - радиус движения в плоскости $(Oy z)$

$$\text{Тогда } r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = \sqrt{v_x^2 t^2 + R^2 \sin^2(\omega t) + R^2 (1 - \cos(\omega t))^2}$$

$$r = \sqrt{v_x^2 t^2 + 2R^2 (1 - \cos(\omega t))}$$

Заметим, что при малых значениях t $r \approx v_x t$, поэтому из графика найдем v_x как угловой коэффициент в начале графика

р. 2.1 - 0,2
2.2 - 0,4
2.3 - 0,4
2.4 - 1
2.5 - 0,5

ПРЕДМЕТ

Физика

КЛАСС

11

ШИФР

00-11-16

Пишите аккуратно и разборчиво. Не забудьте указать номер задания, которое вы выполняете. Условия заданий переписывать не нужно. Выполнив задания, пронумеруйте все страницы.

$$v_x \approx \frac{2 \text{ см}}{3 \text{ мкс}} = 0,67 \cdot 10^3 \text{ м/с}$$

кр. 1.1 - 0,5
кр. 1.2 - 0,8
кр. 1.4 - 0,2

$$2) \text{ Н: } \frac{mv_y^2}{R} = qB \cdot v_y \Rightarrow v_y = \frac{qBR}{m}$$

$$r = \sqrt{g(t)}$$

$$g(t) = v_x^2 t^2 + 2R^2(1 - \cos \omega t)$$

$$g(t) = 2v_x^2 t + 2R^2 \sin \omega t \cdot \omega$$

при малых t $\sin \omega t \approx \omega t$

$$g(t) = 2v_x^2 t + 2\omega^2 R^2 t$$

Первый экстремум $r(t)$ это $t = \text{макс}$ - малое время,

$$\Rightarrow g(t) = 0 \quad v_x^2 = \omega^2 R^2 \quad v_x^2 = v_y^2 \Rightarrow v_x = v_y$$

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{v_x}{v_y} \right) = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$B = \frac{mv_y}{qR}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \approx 8,5 \text{ мкс}$$

Ответ: 8,5 мкс; 45°