

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> </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;">2</td><td style="text-align: center;">4</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	-	2	4									
Ф	-	1	1	-	2	4											

### 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	1	9	X	10	X	20	18,5	1	19,5	39,5
подписи членов жюри										



ПРЕДМЕТ	Ф И З И К А	КЛАСС	11
ШИФР	Ф 11 - 24		

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

Задача N1. Надуваемость.

1. Заполним трубку водой и измерим её объём при помощи шприца, затем поделим на длину трубки, измеренную рулеткой.  $V = 6,4 \pm 0,1 \text{ мл} = (6400 \pm 100) \text{ мм}^3$ , где погрешность - цена деления шприца, а  $\epsilon V = \frac{0,1}{6,4} = 0,016$  - относительная погрешность.  $l = 1000 \pm 10 \text{ мм}$ , погрешность так же цена деления  $\epsilon l = \frac{10}{1000} = 0,01$ . Число  $S_0 = \frac{V}{l} = \frac{6400}{1000} = 6,4$   
 $S_0 = 6,4 \text{ мм}^2$   $\epsilon S = \epsilon l + \epsilon V = 0,016 + 0,01 = 0,026$  или 2,6%

Ответ:  $S_0 = (6,40 \pm 0,16) \text{ мм}^2$

N. 1.1 - 1.3 - 1.5

2. Трубка заполнена воздухом, закрываем один конец, накрываем шприц водой и булком выдавливаем воду в трубку и измеряем длину части трубки с водой. Тогда, зная объём воды и длину воды, можно рассчитать  $S$  как в пункте 1, а давление  $P$  зная объём воздуха и объём, который он занимает.  $P_1 V_1 = P_2 V_2$   $P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{P_0 V}{V_2}$

В ходе эксперимента были получены следующие значения:

$\Delta P, \text{Па}$	$S, \text{мм}^2$	$L$ и вычисленные погрешности
30000	6.52	$0,625 \cdot 10^{-6}$
45000	6.56	$0,555 \cdot 10^{-6}$
64000	6.66	$0,634 \cdot 10^{-6}$
100000	6.8	$0,625 \cdot 10^{-6}$
180000	7.14	$0,642 \cdot 10^{-6}$

По графику видно, что значения почти лежат на одной прямой со средним  $L = 0,616 \cdot 10^{-6}$

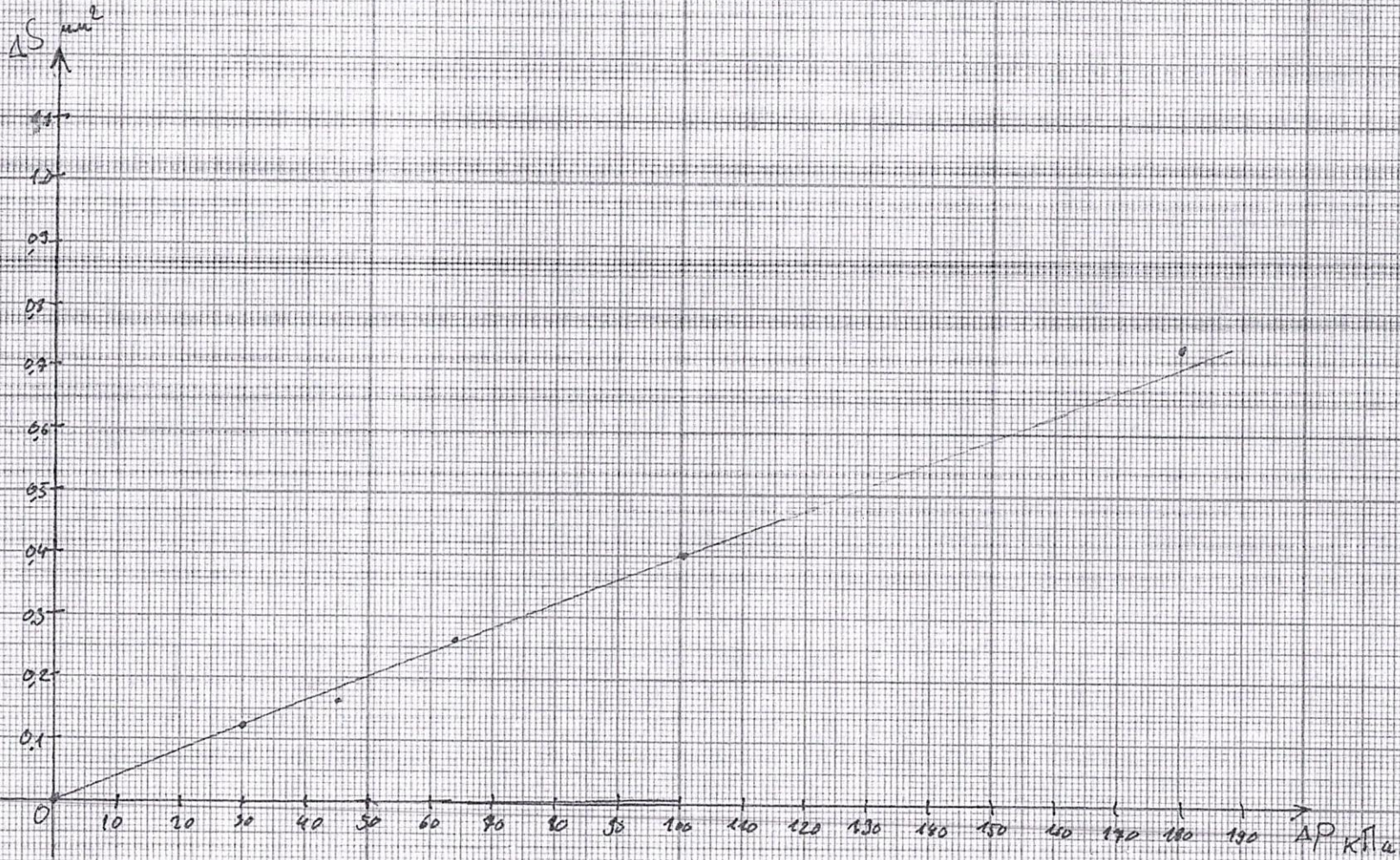
Ответ:  $L = 0,616 \cdot 10^{-6} (\text{Па}^{-1})$

1 | 2 |  $\Sigma$   
 18,5 | 1 | 19,5  
 Соловьев



OP-11-29

График  $\Delta S = \alpha \Delta P \cdot S_0$



СТРАНИЦА 2 из 3



ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

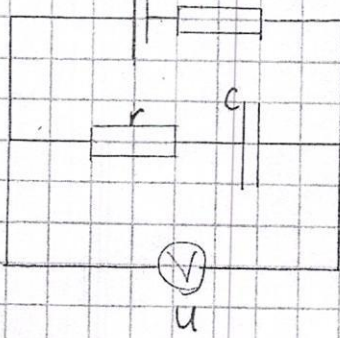
11

ШИФР

Ф-11-24

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

1. Задание 2.



Пусть покажет вольтметр  $U$ , тогда это напряжение упадет на цепи (конденсатором и резистором, при этом покажет в цепи в момент подключения конденсатора к цепи, конденсатор

напряжение. тогда  $\frac{U}{r} = I$ , но  $I = \frac{\epsilon}{r+r}$ , тогда  $\epsilon = 2U$

$U = 1,9В$ , напряжение в момент подключения резистивного конденсатора,  $\epsilon = 3,8В$

П. 2, 4 10



ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

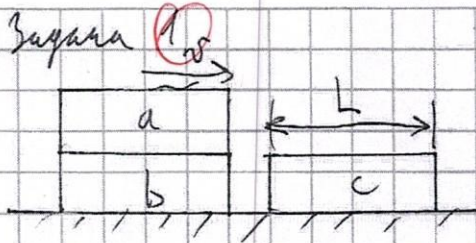
КЛАСС

1 1

ШИФР

0-11-29

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



Предположим, что масса трения  
досок a и c пренебрежимо  
малы и доска a по доске c

и не зависит от длины массы досок a соприкасающейся  
с доской c в данный момент времени.

В начале  $P_a = m \cdot v$   $P_b = m \cdot v$   $P_c = 0$

В момент соударения:  $P_a = m \cdot v$   $P_{bc} = m \cdot v$   $v_{bc} = \frac{P_{bc}}{2m} = \frac{v}{2}$

4-0,5б.  $v_{отн.} = v_a - v_{bc} = v - \frac{v}{2} = \frac{v}{2}$

В последующие моменты времени на доску a и bc  
действуют равные по модулю, но разные по направлению

силы  $F_{тр}$  тогда движение доски a описывается:

6-0,5б.  $l = \frac{v t}{2} - \frac{a t^2}{2}$ , где  $a = \frac{F_{тр}}{m}$ , а  $v_{a,отн.} = v_{отн.} - a t$ , где  $v_{отн.} = \frac{v}{2}$ ,  
тогда  $a = \frac{F_{тр}}{m}$ , где  $F_{тр} = N \cdot \mu$ , где  $N = mg \Rightarrow a = \mu g$ ,

но это ускорение доски a, для bc:  $a_{bc} = \frac{m \mu g}{2m} = \frac{\mu g}{2}$

тогда  $a_{отн.} = \mu g + \frac{\mu g}{2} = \frac{3}{2} \mu g$  так  $a_a$  и  $a_{bc}$  разнонаправлены

Когда a остановится относительно bc:  $0 = \frac{v}{2} - a_{отн.} t$

$\frac{v}{2} = \frac{3}{2} \mu g t \Rightarrow t = \frac{v}{3 \mu g}$ , так же верно что  $L = \frac{v t}{2} - \frac{a_{отн.} t^2}{2}$

$L = \frac{v^2}{6 \mu g} - \frac{3 \mu g \frac{v^2}{9 \mu^2 g^2}}{2} = \frac{v^2}{6 \mu g} - \frac{v^2}{12 \mu g} = \frac{v^2}{12 \mu g}$

Handwritten table with numbers 1-5 and a sum of 20.

1	2	3	4	5	Σ
1	9	X	10	10	20



ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

ШИФР

Ф-11-24

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

Задача 1.

$$\text{Итак } L = \frac{v^2}{12g} \Rightarrow \frac{4L}{v} = \frac{v}{3g} = t$$

Теперь рассмотрим движение досок bc:

$$x_{bc} = \frac{vt}{2} + \frac{at^2}{2} = \frac{vt}{2} + \frac{\frac{1}{2}gt^2}{2} = \frac{v \cdot \frac{4L}{v}}{2} + \frac{\frac{1}{2}g \cdot \frac{v}{3g} \cdot \frac{4L}{v}}{2} =$$

$$= 2L + \frac{L}{3} = \frac{4}{3}L$$

Итак перемещение  $\Delta x$  доски a, это сумма  $x_{bc}$  и  $L$ , т.к.

относительно bc доски a переместилась на  $L$  метров

$$\Delta x = \frac{4}{3}L + L = \frac{10}{3}L$$

$$\text{Ответ: } \Delta x = \frac{10}{3}L$$



ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

ШИФР

Ф-11-24

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

Задача 2.

Введем обозначения:  $\nu$  - количество молекул в сосуде до нажатия,  $\nu_1$  - количество молекул в сосуде после всех нажатий.  $V$  - объем сосуда,  $V_2$  - объем порции воздуха в насосе на момент открытия клапана,  $\Delta \nu$  - количество молекул порции воздуха в насосе,  $N$  - количество повторений процесса.

Рассмотрим энергию газа:  $U_0 = \frac{3}{2} \nu R T_0$ , которую итерационно пропускают через насос и насоса:

добавляется газ с энергией  $\frac{3}{2} \Delta \nu R T_0$  и над всем газом совершается работа  $\frac{3}{2} P V_2$  по перемещению

порции воздуха из насоса в сосуд, сопровождающаяся изменением объема,  $P$  - в данный момент давление в

сосуде в конкретную итерацию.

Итого:  $U = \frac{3}{2} \nu R T_0 + \frac{3}{2} N \Delta \nu R T_0 + \frac{3}{2} V_2 \cdot \sum_{k=1}^N (P_0 + (P_1 - P_0) \frac{k}{N})$

где  $P_0 + (P_1 - P_0) \frac{k}{N}$  - так и описывает давление в конкретную

к-ую итерацию. теперь заменим сумму  $\sum_{k=1}^N (P_0 + (P_1 - P_0) \frac{k}{N}) =$

$$= \frac{3}{2} V_2 \cdot (N P_0 + (P_1 - P_0) \frac{N(N+1)}{2}) \approx \frac{3}{2} V_2 \cdot (N P_0 + N \cdot \frac{(P_1 - P_0)}{2}), \text{ т.к.}$$

$N$  достаточно большое, то  $N+1 \approx N$ , тогда  $\frac{3}{2} V_2 \cdot (N P_0 + N \cdot \frac{P_1 - P_0}{2}) =$



ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

ШИФР

211-29

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

Задача 2.

$$= \frac{3}{2} V_2 N \left( \frac{P_1 + P_0}{2} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{Итак } U &= \frac{3}{2} \nu R T_0 + N \cdot \frac{3}{2} \nu R T_0 + \frac{3}{2} V_2 N \frac{P_1 + P_0}{2} = \\ &= \frac{3}{2} \nu R T_0 + N \cdot \left( \frac{3}{2} \nu R T_0 + \frac{3}{2} N \frac{P_1 V_2 + P_0 V_2}{2} \right) = \\ &= \frac{3}{2} \nu R T_0 + N \cdot \left( \frac{3}{2} \nu R T_0 + \frac{3}{2} N \frac{\nu R T_1 + \nu R T_0}{2} \right) = \end{aligned}$$

$$= \frac{3}{2} \nu R T_0 + \frac{3}{2} \nu R N \cdot \left( T_0 + \frac{T_1 + T_0}{2} \right)$$

с другой стороны  $U = \frac{3}{2} \nu R T_1$

$$\frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} \nu R T_0 + \frac{3}{2} \nu R N \cdot \left( T_0 + \frac{T_1 + T_0}{2} \right)$$

$$\nu T_1 = \nu T_0 + \nu N \cdot \left( T_0 + \frac{T_1 + T_0}{2} \right), \text{ где } \nu N = (\nu_1 - \nu)$$

$$\nu T_1 = \nu T_0 + (\nu_1 - \nu) \cdot \left( T_0 + \frac{T_1 + T_0}{2} \right)$$

Так же заметим, что  $P_1 V = \nu_1 R T_1$  и  $P_0 V = \nu R T_0$

$$\frac{P_1 V}{P_0 V} = \frac{\nu_1 R T_1}{\nu R T_0} \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu} = \frac{T_0 P_1}{T_1 P_0} \text{ и } \nu_1 = \frac{\nu T_0 P_1}{T_1 P_0}, \text{ подставим}$$

$$\text{это: } \frac{\nu T_0 P_1}{P_0} = \nu T_0 + \frac{\nu (T_0 P_1 - T_1 P_0)}{T_1 P_0} \cdot \frac{T_1 + 3T_0}{2}$$

$$\frac{T_0 (P_1 - P_0)}{P_0} = \frac{(T_0 P_1 - T_1 P_0) (T_1 + 3T_0)}{2 T_1 P_0} \text{ теперь зная взаимосвязь}$$

$$T_1^2 P_0 + T_1 (T_0 P_0 + T_0 P_1) - 3 T_0^2 P_1 = 0$$

$$T_1 = \frac{-T_0 (P_0 + P_1) + \sqrt{T_0^2 (P_0 + P_1)^2 + 12 T_0^2 P_0 P_1}}{2 P_0}$$

так же очевидно, что  
 Ответ: 1)  $\frac{\nu_1}{\nu} = \frac{T_0 P_1}{T_1 P_0}$  2)  $T_1 = \frac{-T_0 (P_0 + P_1) + \sqrt{T_0^2 (P_0 + P_1)^2 + 12 T_0^2 P_0 P_1}}{2 P_0}$  любой корень меньше 0.



ПРЕДМЕТ

Ф И З И К А

КЛАСС

11

ШИФР

0-11-24

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

Задача 4

4р.21-0,2  
 2р.2-0,4  
 3р.3-0,2  
 4р.2,7-1  
 4р.1,5-0,2  
 4р.28-1  
 4р.34-0,5

Частица ускорится по окружности, из графика видно период обращения  $T = 12 \text{ нс}$ , тогда в момент времени  $t = T$

частица находится над своим положением в момент времени  $t = 0$ ,  $r_r = 2,3 \text{ м} = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ,  $r_b = 0$

Найдём вертикальную составляющую скорости  $v_b = \frac{r_r - r_b}{T}$

$$v_b = \frac{2,3 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{12 \cdot 10^{-9} \text{ с}} = 1914 \text{ м/с}$$

В момент времени  $\frac{T}{2}$  частица находится в противоположе от своего положения в  $t = 0$ , так что  $R = \frac{\sqrt{v_b^2 + \left(\frac{v_r}{2}\right)^2}}{2}$  по теореме Пифагора,  $v_r$  - линейная, искомого радиуса - диаметр.

$R = 1,22 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ , горизонтальная скорость тогда:  $v_r = \frac{2\pi R}{T} = 6395 \text{ м/с}$ , тогда  $v = \sqrt{v_r^2 + v_b^2} = 6646,4 \text{ м/с}$

тогда  $\sin \alpha = \frac{v_b}{v} = \frac{6395}{6646,4} = 0,9576$  или  $\alpha = \arcsin(0,9576) \approx 73^\circ$  (тупая огибающая)

$a_y = \frac{v_r^2}{R}$ , но  $a_y = \frac{qvB}{m}$ , т.к.  $F_k = qvB \sin \alpha$ , где  $v \sin \alpha = v_r$

$$\frac{v_r^3}{R} = \frac{qvB}{m} \quad B = \frac{m v_r}{R q} = \frac{10^{-26} \cdot 6395}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,22 \cdot 10^{-2}} = 0,03246 \text{ Тл}$$

Баллы за задачу - 100.  
 Нет критериев  
 1.1, 1.2, 1.3, 3.2, 3.3