+1 +1 147

+

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 126691

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ~~физика~~ ФИЗИКА

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника ~~Федяшин~~ ФЕДЯШИН НИКИТА Александрович

Город, № школы (образовательного учреждения) ГБОУ „Лицей" N 1575, Москва

Регистрационный номер ШМ4525

Вариант задания N 28

Дата проведения "26" февраля 20 17 г.

Подпись участника

73 (Семьдесят три)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
4	8	—	10	3	10	10	10	6	12	73

126691

Шифр ______

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 28

Чистовик

Задача № 2

Дано
$4S; S$
$L; \rho$

~~Найти~~
$T - ?$

p_0 – атмосферное давление

Верхний поршень неподвижен => его ускорение равно нулю.

1: По II З. Н:

$$0 = T + p_0 \cdot 4S - 4p_1S \Rightarrow 4Sp_1 = T + 4p_0S \quad (1)$$

Нижний поршень тоже неподвижен => его ускорение тоже равно нулю

2: По II З. Н:

$$0 = (p_1 + \rho g L)S - T - p_0S \Rightarrow 4Sp_1 = 4T + 4p_0S - 4\rho g L S \quad (2)$$

Приравняем $4p_1S$ из (1) и (2)

$$4T + \cancel{4p_0S} - 4\rho g l S = T + \cancel{4p_0S}$$

$\Downarrow$

$$T = \frac{4}{3}\rho g l S$$

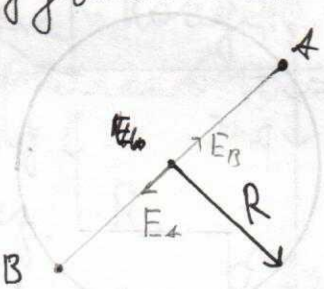
Ответ: $T = \frac{4}{3}\rho g l S$, где g – нормальное ускорение свободного падения

Задача №6

Дано:
Q; Δl – мало
E

R – ?

До удаления Δl



Q (на рисунке предполагается $Q>0$)

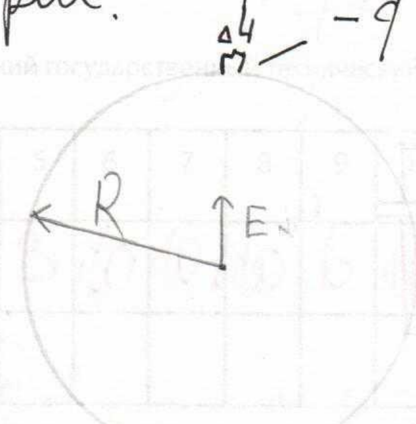
R – радиус кольца; q – заряд участка Δl; k

До удаления Δl в равномерно заряженном кольце R каждый маленький ~~кусочек~~ участок кольца ~~давал~~ вносил вклад в напряжённость в центре кольца, но каждому такому участку (точке A, т.к. участок мал) соответствовал диаметрально противоположенный (точка B), который компенсировал напряжённость от точки A. $\Rightarrow$ Суммарная напряжённость равнялась 0 (в центре).

Удалив Δl мы как бы лишим одну из точек кольца (длинны Δl) её компенсатора

Это и обеспечит напряжённость. Удаление Δl эквивалентно помещению в ту же точку такого же кусочка, с таким же по модулю, но противоположенным по знаку зарядом.

Покажем на рис.



Т.к. кольцо заряжено равномерно, имеет место соотношение:

$$\frac{q}{Q}=\frac{\Delta l}{2\pi R} \Rightarrow q=\frac{\Delta l\, Q}{2\pi R} \quad (1)$$

~~Из напряжёт~~ по опр напряжённости точечного заряда (Δl – мал, значит можем расс. как точку)

$$E=\frac{kq}{R^2} \Rightarrow q=\frac{ER^2}{k} \quad (2)$$

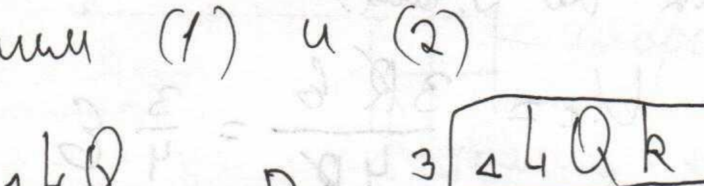
Совместим (1) и (2)

$$\frac{ER^2}{k}=\frac{\Delta l\, Q}{2\pi R} \Rightarrow R=\sqrt[3]{\frac{\Delta l\, Q k}{2\pi E}}$$

Ответ: $R=\sqrt[3]{\frac{\Delta l\, Q}{8\pi^2 E\varepsilon_0}}$ + 10

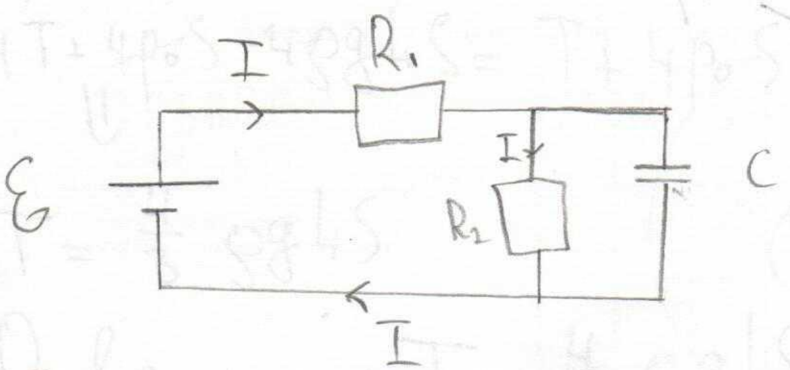
Задача №7

Дано:
$R_1=R$
$R_2=3R$
$\mathcal{E}$; C
Q_1 – ?



Q_1 – кол-во теплоты на R_1 после ~~разомк~~ перекл. ключа

Положение K_1:



Рассчитаем ток в цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} \quad \text{т. к. послед} \qquad \xRightarrow[R_2 = 3R]{R_1 = R} \quad I = \frac{\mathcal{E}}{4R}$$

~~Конденсатор С и R_2~~ Конденсатор C и резистор R подключены паралельно $\Rightarrow U_c = U_2$

U_c – напряж на конд. C

U_2 – напряж на рез. R_2

Рассчитаем U_2 по З. Ома:

$$\begin{cases} U_2 = R_2 I \\ U_c = U_2 \end{cases} \Rightarrow U_c = \frac{3R\mathcal{E}}{4R} = \frac{3}{4}\mathcal{E}$$

Тепер рассчитаем энергию запасённую на конденсаторе C:

$$W_c = \frac{CU_c^2}{2} = \frac{C \cdot 9\mathcal{E}^2}{32} \quad (1)$$

Нарисуем систему при K_2

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

126691

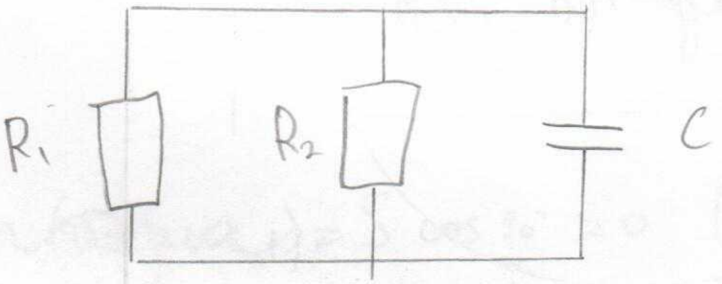
Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 28

Задача № 7 (продолжение)

Система при положении ключа K_2



Конденсатор начнёт разряжаться, вся его энергия выделится в тепло на резисторах

З. С. Э.:

$$W_c = Q_1 + Q_2,$$ где Q_n – теплота на соотв резисторе

Т.к. резисторы подключены паралл:

$$\begin{cases} U_1' = U_2' \quad (U_n' \text{ – соотв напряжения для } R_n \\ Q_1 = \dfrac{U_1^2}{R_1} \\ Q_2 = \dfrac{U_2^2}{R_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow Q_2 = \frac{Q_1 R_1}{R_2} \quad (2)$$

Подставим (2) в З. С. Э.:

$$W_c = Q_1 + Q_1 \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow W_c = Q_1 \frac{R_1 + R_2}{R_2} \quad (3)$$

Совместим (3) и (1)

$$\frac{9C\mathcal{E}^2}{32} = Q_1\left(\frac{R_1+R_2}{R_2}\right) \Rightarrow Q_1 = \frac{9}{32}\cdot\frac{R_2}{R_1+R_2}\cdot C\mathcal{E}^2$$

Учтя: $R_1 = R$; $R_2 = 3R$:

$$Q_1 = \frac{27}{128}C\mathcal{E}^2$$

Ответ: $Q_1 = \frac{27}{128}C\mathcal{E}^2$ +

Задача №8

Дано:
$R; n$

$F - ?$

F – опт фокусное расст системы

Найдём оптическую силу системы:

$D = D_1 + D_З + D_1$ (1)

D_1 – сила ~~водян~~ жидкостной линзы

$D_З$ – сила зеркала

D – опт сила системы

$$\begin{cases} D_1 = (n-1)\left(\frac{1}{R} + 0\right) \\ D_З = \frac{2}{R} \end{cases} \quad (2)$$

Совмещая (1) и сист 2:

$$D = \frac{2}{R}\cdot n - \frac{2}{R}\cdot 1 + \frac{2}{R} = \frac{2n}{R};$$

$$F = \frac{1}{D} = \frac{R}{2n}$$

Ответ: $F = \frac{R}{2n}$

$F = \frac{0,4}{2 \cdot \frac{3}{2}}$ м

$F = 0,1(3)$ м ; $F \approx 0,13$ м

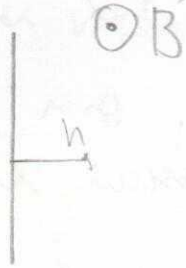
Задача №9

Дано: до поворота:

$A; L; B; \alpha = 90^\circ$ L

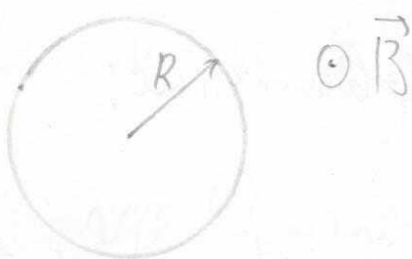
$S - ?$

рис. 1:



$S_1 = 0$ ~~(по рис. 1)~~ $= S \cos 90^\circ = 0$ (рис 1)

После поворота L



$S_2 = S \cos 0^\circ = S$

По опр. магнит потока:

$\begin{cases} \Delta\Phi = \cancel{\Delta BS}\ B\Delta S \\ \Delta S = S_2 - S_1 = S \end{cases} \Rightarrow \Delta\Phi = BS$

По опр индуктивности:

$\Delta\Phi = LI \Rightarrow I = \frac{BS}{L}$ (1)

По з.с.э:

$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{si} = IR = 0.$

где закон Ома?

(+) 10

$$\frac{LI^2}{2} = A \quad (2)$$

$\Downarrow$ совмещая (1) и (2)

$$\frac{\cancel{L}}{2}\cdot\frac{B^2S^2}{L^{\cancel{2}}} = A \Rightarrow S = \frac{\sqrt{2LA}}{B}$$

Ответ: $S = \frac{\sqrt{2LA}}{B}$ ± 6

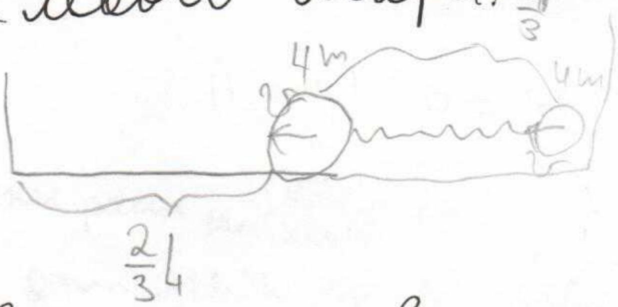
Задача № 10

Дано: $4m;\ v;\ k$; L

T_n - ?

k - жёсткость пружины

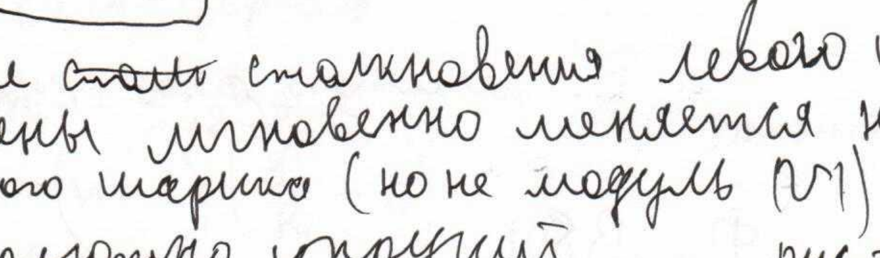
Рассчитаем время t_1 от начала движения до столкновения левой стенки и левого шара:



Т.к. равномерное движение:

$$\boxed{t_1 = \frac{2L}{3v}}$$

После ~~стол~~ столкновения левого шарика и левой стены мгновенно меняется направление скорости левого шарика (но не модуль $|v_1|$) т.к. удар абсолютно упругий рис.2



Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 126 691

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 28

Задача №10 (продолжение)

Очевидно, что на рис. 2 представлено гармоническое колебание. Рассчитаем его период T.

Рассм левый шар:

$$4m\ddot{x} = -k\cdot 2\Delta x \Rightarrow 4m\cdot\ddot{x} + 2k\Delta x = 0$$

$$\Downarrow$$

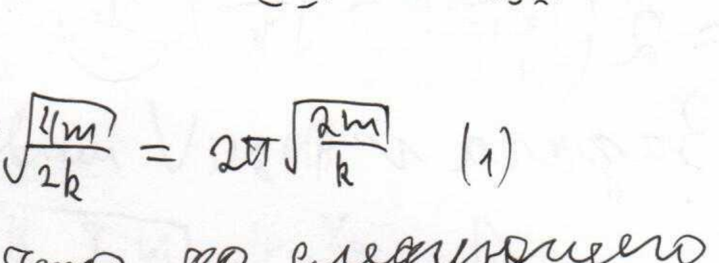
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{4m}{2k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}} \quad (1)$$

Очевидно, что до следующего столкновения левого шара с левой стенкой пройдёт время

$$t_2 = \frac{T}{2} \overset{(1)}{\Rightarrow} \boxed{t_2 = \pi\sqrt{\frac{2m}{k}}}$$

Удар снова изменит направление скорости левого шара:

рис.3: после II-ого удара



Теперь система снова пройдёт расстояние $\frac{2L}{3}$ с постоянной скоростью v (за время t_1) до столкновения правого шара с правой стенкой.

В ~~силу~~ силу симметрии всего происходящего (по прошествии времени t_1+t_2 всё повторяется, но в другом направлении) колебания системы после удара правого шарика снова будут происходить с периодом T. И после второго удара правого шара система вернётся в исходное состояние $\Rightarrow$ Пройдёт время $T_п$ (период движения шариков между стенками, искомый).

Найдём $T_п$

$$T_п = t_1 + t_2 + t_1 + t_2$$

$$T_п = \frac{4L}{3v} + 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$$

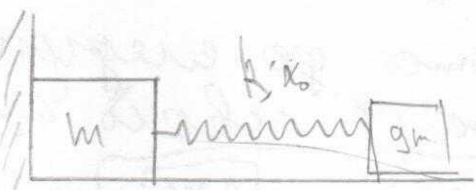
Ответ: $$T_п = 2\left(\frac{2L}{3v} + \pi\sqrt{\frac{2m}{k}}\right)$$ +

Задача № 4

Дано:
m; 9m; k
x_0

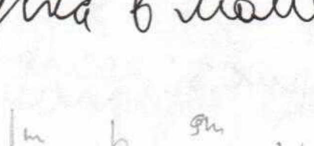
X – ?

X – модуль деформации при min расстоянии



Найдём скорость ~~пр~~ правого бруска в момент отрыва левого по З.С.Э.:

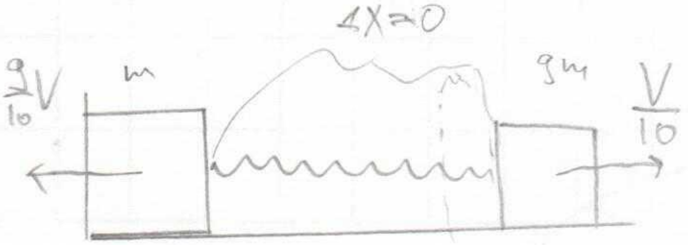
$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{9mV^2}{2} \Rightarrow V = x_0\sqrt{\frac{k}{9m}} = \frac{x_0}{3}\sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$



С этого момента на систему больше не действует сторонняя сила по оси x (горизонтали) $\Rightarrow$ с этого момента скорость центра масс $v_{ц.м}$ не изменяется.

$$v_{цм} = \frac{m \cdot 0 + 9m \cdot V}{m + 9m} = \frac{9}{10}V$$

Перейдём в сист. отсчёта ц. м.



В этой системе происходят гармонические колебания

З. С.-Э.:

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{m\left(\frac{9}{10}V\right)^2}{2} + \frac{9m\left(\frac{V}{10}\right)^2}{2} =$$

$$\Downarrow$$

$$kx^2 = \frac{9}{10}mV^2 \Rightarrow x = V\sqrt{\frac{9}{10}\frac{m}{k}}$$

Подставим V из (1):

$$x = \frac{x_0}{3}\sqrt{\frac{k}{m}\frac{9}{10}\frac{m}{k}} = \frac{x_0}{\sqrt{10}}$$

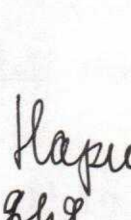
Ответ: $x = \frac{x_0}{\sqrt{10}}$ (+) 10

Задача №1

Дано: τ, $90°$ | $|\vec{v}_1| - ?$

Нарисуем треугольник векторов для нач. скорости v_1, скорости v_2 (через τ) и изменения скорости ($g\tau$):

Рис 1

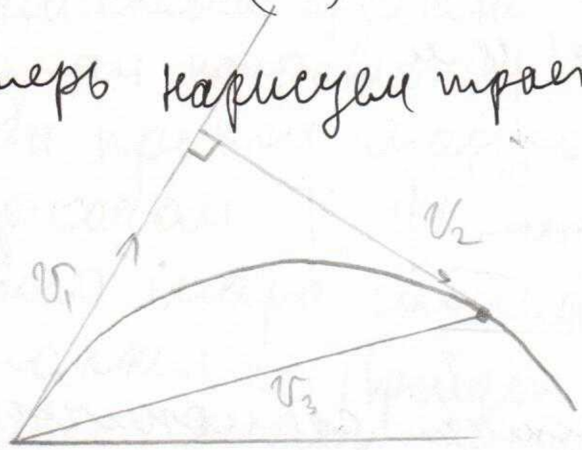


В данном прямоугол. Δ найдём высоту к v_3:

$v_3 \perp$

$v_1^2 + v_2^2 = (g\tau)^2$ (1)

Теперь нарисуем траекторию: рис 2



Из рис 2 видно, что $v_1^2 + v_2^2 = v_3^2$, где v_3 – эквивалентная скорость.

$\Downarrow$(1)

$v_3 = g\tau$ ✓ +

$\Delta\vec{r} = \frac{\vec{v}_0 + \vec{v}_1}{2}\tau$

Теперь найдём перемещение $|\vec{r}|$

$|\vec{r}| = v_3\tau = g\tau^2$

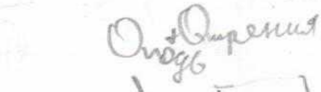
Ответ: $|\vec{r}| = g\tau^2$

$|\vec{r}| = 10 \cdot 6^2$ м

$|\vec{r}| = 360$ м. −

4

Задача №5



Дано:
$n = 5$

$\frac{p_1}{p_2}$ – ?

$n = \frac{V_2}{V_1}$. Сначала газ нагрели, он расширился от объёма V_1 до V_2. В этом процессе его давление ~~уменьшилось~~ не изменилось:

$p_1V_1 = \nu RT_1$

$p_1V_2 = \nu RT_2$ $\Rightarrow$ $\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} = n$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

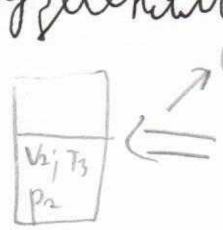
Шифр 126691

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 28

Задача №5 (продолжение)

После начала охлаждения (отбора) теплоты, которую ему сообщили при расширении поршень уже не двигался, т.к. по условию задачи вес поршня и сила внешнего давления в сумме меньше силы трения скольжения. $\Rightarrow$ V_2 – не изменялся в процессе охлаждения.



$$p_1 V_2 = \nu R T_2$$
$$p_2 V_2 = \nu R T_3 \quad \Rightarrow \quad \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_3}{T_2}$$

~~Если бы при охлаждении отобрали всё тепло (включая полученное от трения~~

Полученное тепло $Q_1 = Q_{подведённое} + Q_{трения}$

Отведённое при охлаждении $Q_2 = Q_{подведённое}$.

$$Q_{трения} = Q_1 - Q_2 = p(V_2 - V_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) - \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_3) =$$
$$= \nu R T_2 - \frac{5}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_3$$

3