Ф 1102 № 1

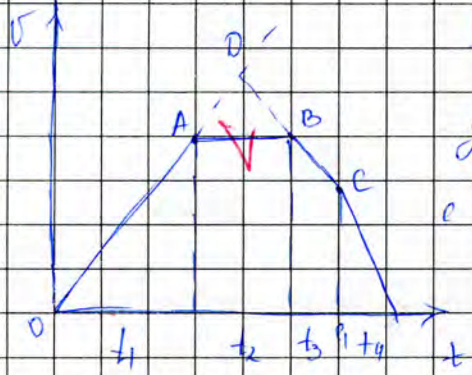
1	2	3	4	5
5	5	2	—	0

12б

Задача 1.

Причиной движения является сила трения, поэтому сила тяги не может быть больше $F_{тр} = \mu m g$ на участке длины L и $F_{тр} = 2\mu m g$ после. $F_{тр} = \mu m g = m a_{max}$; $a = \mu g$ ($a = 2\mu g$ после)

Автомобиль в начале ~~мож~~ должен двигаться равноускоренно с максимально возможным ускорением, затем мог двигаться равномерно, после равнозамедленно на участке L и после? Возможный график



$S_{OABCC} = L$, ~~отсю~~ t_1, t_2, t_3, t_4 – ~~дв~~ время движения с ускорением, равномерно и замедленно с ускорением μg и $2\mu g$ соответственно

Из графика видно, что если убрать участок AB, то пройденное (на $\Delta S = S_{ADB}$) расстояние увеличится, а время не изменится. То есть для минимального времени автомобиль сначала должен двигаться t_1 времени ускоренно и t_2, t_3 – замедленно.

~~$L_1 = \frac{\mu g t_1^2}{2}$; $L_2 = L - L_1 =$~~ Пусть он разогнался до (максимальной) скорости v, тогда

+

5.5 $\boxed{L_1 = \frac{v^2}{2\mu g}}$; $L_2 = \frac{v^2 - v_0^2}{2\mu g}$, $L_3 = \frac{v_0^2}{4\mu g}$; $t_1 = \frac{v}{\mu g}$ | ~~$t_2 =$~~ $L_2 = v t_2 - \frac{\mu g t_2^2}{2} = L - L_1 = L - \frac{v^2}{2\mu g}$

$$t_2 = \frac{v \pm \sqrt{\mu g^{-1} v^2 - 2\mu g L_2}}{\mu g} = \frac{v \pm \sqrt{v^2 - (2\mu g L - v^2)}}{\mu g} = \frac{v \pm \sqrt{-2\mu g L + 2v^2}}{\mu g}$$

√

$t_3 = \frac{v_0}{2\mu g}$, $v_0 = v - \mu g t_2 = \pm\sqrt{2\mu g L + 2v^2}$. $t_3 = \frac{\sqrt{-2\mu g L + 2v^2}}{2\mu g}$ $\left(t_2 \geq 0 \Rightarrow t_2 = \frac{v - \sqrt{-2\mu g L + 2v^2}}{\mu g}\right.$.

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{v}{\mu g} + \frac{v - \sqrt{-2\mu g L + 2v^2}}{\mu g} + \frac{\sqrt{2\mu g L}}{2\mu g} = \frac{2v}{\mu g} + \frac{2\sqrt{\mu g L}}{2\mu g} \quad \frac{2v}{\mu g} - \frac{\sqrt{2v^2 - 2\mu g L}}{\mu g} + \frac{\sqrt{2\mu g L}}{2\mu g}$$

~~$t'(v) = \frac{2}{\mu g}$~~ $t'(v) = \frac{2}{\mu g} - \frac{2v}{\sqrt{2v^2 - 2\mu g L} \cdot \mu g} = 0$ в то ж.с максимума

Ф1102 N2

Задача 1.

Разобьем участок движение на 3 участка: ускорение, равномерное движение, торможение

1) Пусть v - скорость, до которой автомобиль разогнался на участке L, тогда он её достигнет за наименьшее время, если будет двигаться с максимально возможным ускорением.

Причиной ~~силы тр~~ движения является сила трения, поэтому сила тяги не может превышать $F_{тр} = \mu N = \mu m g$.

$F_{тр} = ma$. $a = \mu g$ - максимальное ускорение.

2) Разогнавшись до v автомобиль пройдет расстояние $L_1 = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{\mu g}$,

~~оставшееся р.~~ за время $t_1 = \frac{v}{a} = \frac{v}{\mu g}$ ($v = at$, $v_0 = 0$),

~~тогда оставшееся расстояние он пройдет~~

3) Равномерное движение займет время t_2 (ясно, что за время $t_1 + t_2$ он не должен проехать расстояние больше L, т.к. тогда общее время не будет минимальным), тогда он проедет расстояние $L_2 = v t_2$, $t_2 =$

3) Торможение: на участке длиной $L_3 = L-(L_1+L_2)$ ускорение $-\mu g$, а на после $a = 2\mu g$; $L_3 = L-(L_1+L_2) = \frac{v^2-v_0^2}{2\mu g}$; $L_4 = \frac{v_0^2}{4\mu g}$; $t_3 = \frac{v-v_0}{\mu g} + \frac{v_0}{2\mu g} = \frac{2v-v_0}{2\mu g}$.

4) $t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{v}{\mu g} + \frac{L_2}{v} + \frac{2v - v_0}{2\mu g}$

~~$Q = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_2$~~

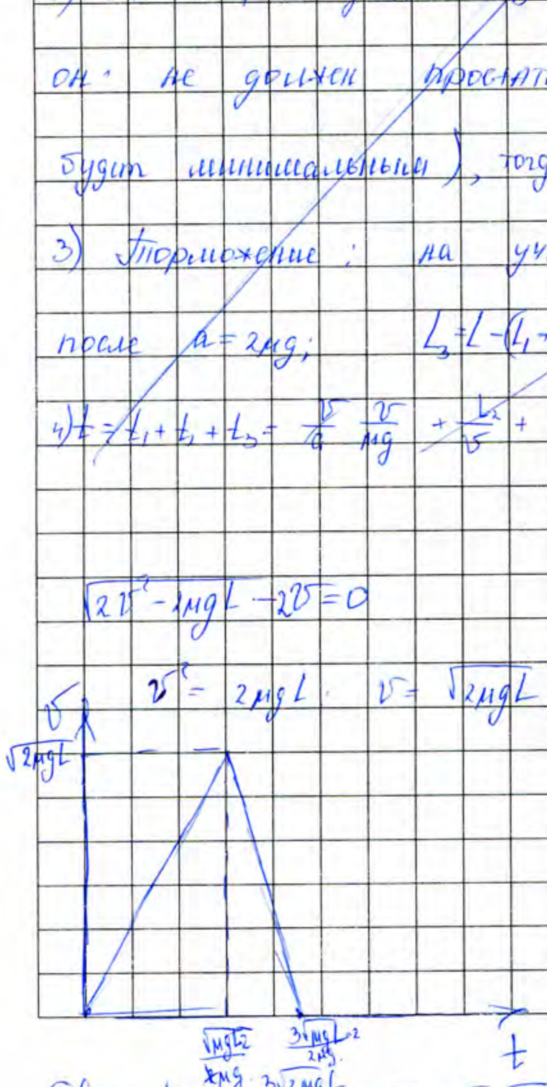
~~$pV = const$~~

~~$A = -A$~~ ~~$Q = \frac{3}{2}\nu R (2T_0$~~

$\sqrt{2v^2 - 2\mu g L} - 2v = 0$

$v^2 = 2\mu g L$. $v = \sqrt{2\mu g L}$; $t_4(\sqrt{2\mu g L}) = \frac{2\sqrt{2\mu g L}}{\mu g} - \frac{\sqrt{2\mu g L}}{\mu g} + \frac{\sqrt{2\mu g L}}{2\mu g} = \frac{3\sqrt{2\mu g L}}{2\mu g}$.

$t_2 = 0$



Ответ: $t_4 = \frac{3\sqrt{2\mu g L}}{2\mu g}$; $v_0 = v - \sqrt{2\mu g L}$

Ф1102 №3

Задача 2.

Заменим куб шаром с радиусом $OA=R$, тогда внутри шара на шарик будет действовать сила $F=G\frac{mM}{R^3}\cdot r$, где $R=OA$ и r - расстояние до центра, m - масса шарика, M - масса шара, подобранная так, чтобы работа силы тяготения при движении к центру была такая же как и в кубе, тогда

$$A=\int_0^R F\,dr = G\frac{mMr^2}{2R^3}\Big|_0^R = G\frac{mM}{2R} = \frac{mv_1^2}{2};\quad v_1=\sqrt{\frac{2GM}{R}}\quad M=\frac{v_1^2 R}{2G}\quad \frac{GM}{R}=\frac{v_1^2}{2}$$

~~Работа не обходимая~~ Вне шара $F=G\frac{mM}{r^2}$

$$A=\int_R^\infty G\frac{mM}{r^2}\,dr = -G\frac{mM}{r}\Big|_R^\infty = \lim_{r\to\infty}\left(-G\frac{mM}{r}\right)+G\frac{mM}{R} = G\frac{mM}{R} = \frac{mv_2^2}{2};$$

$$v_2^2=\frac{2GM}{R}=v_1^2,\quad v_2=v_1$$

Ответ: $v_2=v_1$

55

Задача 3.

Первый закон термодинамики для левой части сосуда

$Q=\frac{3}{2}\nu R\Delta T+A_1$, для второй (правой): $\frac{3}{2}\nu R\Delta T_2+A_2=0$ т.к. ΔT - малая величина, ~~то можно считать, что все тепло пошло на~~ работу; ~~$Q=A_1$~~; работа совершенная газом в левой части равна работе совершенной над газом в правой части $(A_1=-A_2)$, тогда $\frac{3}{2}\nu R\Delta T_2=Q \Rightarrow \Delta T_2>0$

Уравнение Менделеева-Клапейрона

$$P=\frac{\nu R(T_0+\Delta T)}{V+\Delta V}=\frac{\nu R(T_0+\Delta T_2)}{(V-\Delta V)},$$ где ΔV - изменение объема

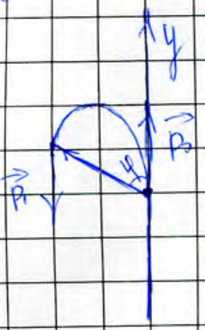
P_1

75

Ф1102 №4

08

Задача 5.



Во время движения на частицу действует тангенциальная составляющая ускорение равная $a_\tau = \frac{\lambda v}{m}$ (λ - коэффициент пропорциональн. силы трения), противоположна движению и нормальная $a_n = \frac{Bqv}{m}$ ($\sin\alpha = 1$)

$F = \sqrt{F_\tau^2 + F_n^2} = v\sqrt{B^2q^2 + \lambda^2}$, F - модуль равнодействующей

ЗСИ: $\Delta p_y = p_0 + p_1 = \int_0^t F_y\,dt$, t - время движения до p_1

$\Delta p_x = 0 = \cancel{F_y}\int_0^t F_x\,dt$

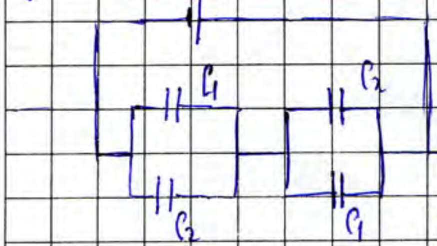
ЗСЭ: $\frac{p_0 v_0}{2} - \frac{p_1 v_1}{2} = \int_0^L \lambda v(l)\,dl$

Задание 11.2

1) В течение длительного времени заряжаю конденсатор с помощью батарейки.

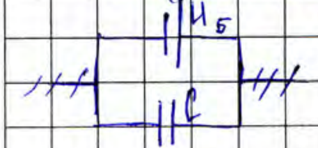
7/8.

В условиях установившегося равновесия (ток в цепи не идет) получаем эквивалентную схему:



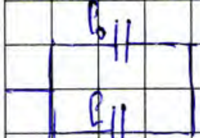
Т.к. $I=0$, то напряжение между концами резистора отсутствует и эквипотенциальную поверхность можно свести в точку, получив последовательное соединение конденсаторов с емкостью $C_{12}=C_1+C_2$.

Общая емкость $C=\frac{C_{12}}{2}=\frac{C_1+C_2}{2}$



Т.к. $I=0$, то $U_C=U_Б$ (U_C – общее напряжение на конденсаторах, $U_Б=1{,}6$ В (измерено вольтметром) – напряжение на батарейке)

2). Теперь ~~не~~ отсоединим батарейку и подсоединим конденсатор. После не малого промежутка времени установится равновесие (ток не идет).



$U_0=U_c$ (U_0, U_c – установившиеся напряжения на эталонном конденсаторе и на системе конденсаторов)

3) Закон сохранения заряда: $q_c=q_0+q$, где q_c – заряд после соединения с батарейкой, q_0 – установившийся заряд на эталонном конденсаторе, q – установившийся заряд на системе из конденсаторов C_1 и C_2

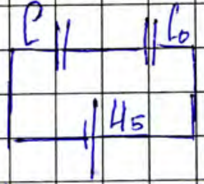
4) С помощью мультиметра можно измерить напряжение на эталонном конденсаторе (Вольтметр обладает большим сопротивлением и вроде измерение напряжение на конденсаторе падает медленно)

$U_0 = 0{,}34$ В,

Теперь можно найти $q_0 = C_0 \cdot U_0$; также $q = C \cdot U_0$ и $q_0 = C \cdot U_C = C \cdot U_5$

Отсюда: $C \cdot U_5 = C_0 \cdot U_0 + C \cdot U_0$. $C = \frac{C_0 U_0}{(U_5 - U_0)} = \frac{C_1 + C_2}{2}$

б) Теперь подключим последовательно серый ящик, батарейку и эталонный конденсатор, подождем длительное время и получим:



Через конденсаторы прошел одинаковый заряд q' и они зарядились до напряжения U_5 $(U_5 = U_C' + U_0')$,

в) Отключим и замерим напряжение на C_0, $U_0' = 0{,}92$ В тогда

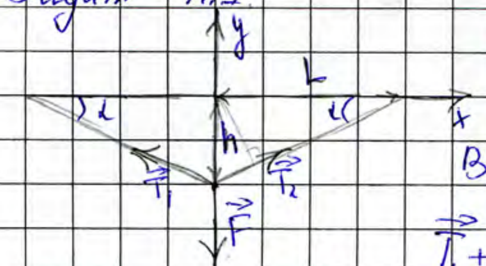
$q' = C_0 \cdot U_0'$, отсюда $C = \frac{q'}{(U_5 - U_0')} = \frac{C_1 + C_2}{2} = \frac{C_0 U_0'}{U_5 - U_0'} = \overset{1{,}35}{2{,}7}$ мФ

$C_1 + C_2 = 2{,}7$ мФ

№3 Ф1102 (3)

1	2
2	7

Задача Н.1



L=15 см.

Второй закон Ньютона:

$\vec{T_1}+\vec{T_2}+\vec{F}=0$, на ~~0 горизонтал~~

проекции на Ox:

$T_{1x}=T_{2x} \Leftrightarrow \cancel{T\cos\alpha}\ T_1\cos\alpha = T_2\cos\alpha \to T_1=T_2=T$

На Oy: $F=2T\sin\alpha$, по закону Гука $T=k\Delta x$ при небольших Δx, тогда изначальное (при $\vec{F}=0$) $T_0=k\Delta x_0$, и $T=k(\Delta x_0+(\sqrt{L^2+h^2}-L)) = T=T_0+k(\sqrt{L^2+h^2}-L)$ при некотором h.

При небольших углах $\sqrt{L^2+h^2}-L \approx h\cdot\sin\alpha$

На Oy: $2T_y = 2T\sin\alpha$

Снимем зависимость $h(F)$: $F_1=0{,}1\ 1{,}7$ Н, $h_1=1{,}3$ см

$F_2=0{,}2\ 1{,}7$ Н, $h_2=2{,}2$ см

$F_3=0{,}3\ 1{,}7$ Н, $h_3=3$ см

$F_4=0{,}4\ 1{,}7$ Н, $h_4=3{,}7$ см

$F_5=0{,}5\ 1{,}7$ Н, $h_5=4{,}4$ см

$F_6=0{,}6\ 1{,}7$ Н, $h_6=5$ см

Угловой коэффициент касательной к этому графику ~~в некоторой~~ в каждой точке графика примерно постоянен, т.к. ~~он~~ не сильно отличается от прямой

Также он равен: $\frac{\Delta h}{\Delta F} = \frac{\Delta h}{2\Delta T_y} = \frac{\Delta h}{2(T_0+k(\sqrt{L^2+h^2}-L))\sin\alpha - 2(T_0+k\sqrt{L^2+(h+\Delta h)^2}-L^2)\sin(\alpha+\Delta\alpha)}$

Т.к. $\Delta h\to 0$, то $\frac{\Delta h}{\Delta F} = \frac{\Delta h}{}$ $\sin(\alpha+\Delta\alpha)=\sin\alpha$, и $(h+\Delta h)=h$;

$\sqrt{L^2+h^2}\cdot\sin\alpha = h$; $L\cdot\sin\alpha = h\cdot\cos\alpha$

9б хабар

хабар

2б.

М1

Ф 1102 4

$\cancel{\frac{\Delta h}{\Delta F} = \frac{\Delta h}{2k}}$ Из графика угловой коэфициент $\cancel{\alpha}$ $n \approx \overset{0{,}0633}{\cancel{6{,}33}} \frac{м}{Н}$

То есть по ОУ выполняется закон Гука; $\cancel{k_y = \frac{1}{n} = 0{,}12 \frac{Н}{м}}$

$F = 2T_y = \frac{h}{n} \Rightarrow k_y = \frac{1}{2n} = \overset{5}{\cancel{0{,}06}} \frac{Н}{м}$ -

$$T_y = \begin{cases} T_0 \sin\alpha_1 + k(h_1 - h_1\cos\alpha_1) = k_y h_1 \\ T_0 \sin\alpha_2 + k(h_2 - h_2\cos\alpha_2) = k_y h_2 \end{cases}$$

Ф1102