МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**
Профиль олимпиады: **Механика и математическое моделирование**
ФИО участника олимпиады: **Юдин Иван Евгеньевич**
Класс: **10-11**

Технический балл: **75**

Дата проведения: **09 марта 2022 года**

Олимпиада «Ломонсов» по механике и математическому моделированию
2021/2022 учебный год
Заключительный этап

ФИО участника: Юдин Иван Евгеньевич

Класс: 10-11

Задача 1	**Задача 2**	**Задача 3**	**Задача 4**	**Задача 5**	**Задача 6**	**Тех. балл***
15 баллов	5 баллов	15 баллов	10 баллов	20 баллов	10 баллов	75 баллов

* Технический балл равняется сумме баллов за решение задач.

Чистовик Вариант 221 (1)

•1. $t_0 = 15$ с

$v = 100 \frac{км}{ч}$

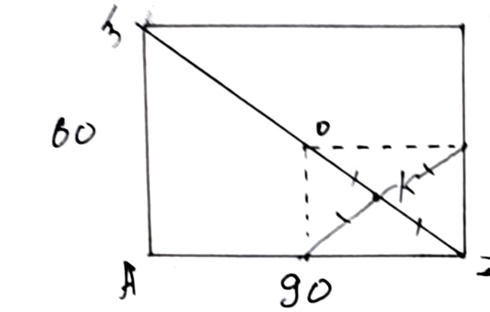
$L - ?$

Решение:

$$L = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t_0 \Rightarrow L = \frac{0 + \frac{100}{3,6}}{2} \cdot 15 = \frac{50}{3,6} \cdot 15 = \frac{\cancel{50}^{25} \cdot \cancel{150}^{25}}{\cancel{36}_{\cancel{6}\,3}} =$$

$$= \frac{625}{3} = 208\frac{1}{3} \approx 208 \text{ м}.$$ Ответ: $L = 208$ м.

•2.



Пусть $BO = OD$, BD – диагональ; => Фонарь следует разместить на (·) K

$OK = KD = \frac{BD}{4}$ => (т.к. теперь задача в том, чтобы осветить 4 прямоугольника)

$\Rightarrow h = r = KD = \frac{BD}{4}$, где $BD = \sqrt{AD^2 + AB^2} =$

$= \sqrt{60^2 + 90^2} = 10\sqrt{117} = 30\sqrt{13}$

$h = \frac{30\sqrt{13}}{4} = \frac{15\sqrt{13}}{2}$, где $\sqrt{13} = 3,59\ldots \Rightarrow \frac{15}{2} \cdot \sqrt{13} \approx 26,925 \Rightarrow$

	9
65	400
5	325
709	7500
9	6381

Ответ: $h =$ ~~26,5 м.~~ 27 м

№3. $t_1 = 5$ ч

$t_2 = 3$ ч

$v_1 = 30 \frac{км}{ч}$

$v_2 = 60 \frac{км}{ч}$

$S - ?$

Решение:

1 - Тетрис

2 - Мультики.

$\begin{cases} u_1 \cdot t_1 = A, \\ u_2 \cdot t_2 = A \end{cases}$ => где u_1 и u_2 – скорость разрядки при Тетрисе и Мультиках соответственно.

$\begin{cases} u_1 = \frac{A}{t_1} \ (1) \\ u_2 = \frac{A}{t_2} \ (2) \end{cases}$

$\begin{cases} u_1 \cdot \frac{t}{2} = A_1 \\ u_2 \cdot \frac{t}{2} = A_2, \text{ где} \end{cases}$ A_1 и A_2 – на сколько разр. телефон при игре в Т и Мул. соответственно. =>

$\frac{t}{2} \cdot (\overset{(1)}{u_1} + \overset{(2)}{u_2}) = A$

$$\frac{t}{2}\cdot\left(\frac{A}{\tau_1}+\frac{A}{\tau_2}\right)=A$$

$t=2:\left(\frac{1}{\tau_1}+\frac{1}{\tau_2}\right)$ – все время разрядки.

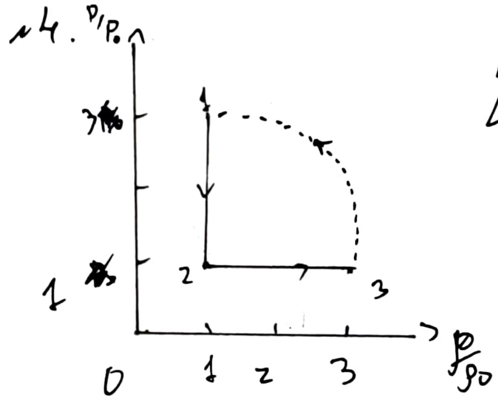
$S=\bar{v}\cdot t$, где

$$\bar{v}=\frac{S_п}{t_п}=\frac{\frac{S}{2}+\frac{S}{2}}{\frac{S}{2\cdot v_1}+\frac{S}{2v_2}}=\frac{2}{\frac{1}{v_1}+\frac{1}{v_2}} \Rightarrow S=\frac{4}{\left(\frac{1}{\tau_1}+\frac{1}{\tau_2}\right)\cdot\left(\frac{1}{v_1}+\frac{1}{v_2}\right)}=\frac{4\cdot v_1 v_2 \tau_1 \tau_2}{(\tau_1+\tau_2)(v_1+v_2)}=$$

$$=\frac{4\cdot 5\cdot 3\cdot 60\cdot \cancel{80}}{\cancel{3}\cdot 14\cancel{0}}=\frac{60\cdot\cancel{60}^{30}}{\cancel{14}\,7}=\frac{1800}{7}\approx 257{,}14\approx 257 \text{ км}.$$

Ответ: $S=257$ км.

№4.



$\eta=\frac{\eta'}{8}$, где η' – КПД цикла Карно

$\eta'=1-\frac{T_3}{T_1}$ (1)

Рассмотрим (·) 1 и (·) 3:

По ур. Менделеева – Клапейрона:

$$\begin{cases} 3P_0\cdot V_0=\nu RT_1 \\ P_0\cdot\frac{V_0}{3}=\nu RT_3 \end{cases}$$ (учтя, что $V_1=V_0$, $V_3=\frac{V_0}{3}$) $\Rightarrow$

$9=\frac{T_1}{T_3}\Rightarrow\frac{T_3}{T_1}=\frac{1}{9}\rightarrow(1)\Rightarrow\eta'=1-\frac{1}{9}=\frac{8}{9}\Rightarrow\eta=\frac{\eta'}{8}=\frac{1}{9}$

Ответ: $\eta=\frac{1}{9}$.

№5. $x(t)=3+\sin t\cdot\cos t-\sin t-\cos t$

$y(t)=1$.

$y=cx$

$c-?$

Рассмотрим $x'(t)=\cos^2 t-\sin^2 t-\cos t+\sin t$

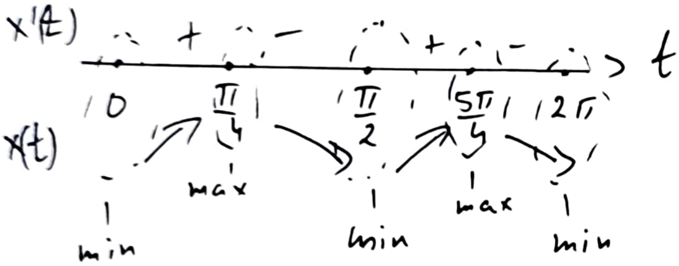
Найдём экстремумы: $x'(t)=0\Rightarrow$

$(\cos t-\sin t)(\cos t+\sin t-1)=0\Rightarrow$

$$\left[\begin{array}{l}\cos t=\sin t\\ \cos t+\sin t=1\end{array}\right.\Rightarrow$$

$$\left[\begin{array}{l} tg\, t = 1 \\ \frac{1}{\sqrt2}\sin t + \frac{1}{\sqrt2}\cos t = \frac{1}{\sqrt2}\end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} tg\, t = 1\\ \sin\left(t+\frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{\sqrt2}\end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} t=\frac{\pi}{4}+\pi k\\ t = 2\pi n \\ t=\frac{\pi}{2}+2\pi n;\ n,k\in Z\end{array}\right.$$

Рассмотрим знаки $x'(t)$, $t \in [0; 2\pi]$



$\Rightarrow t=0;\ t=\frac{\pi}{2}$ – min $\Rightarrow$

$t=\frac{\pi}{4};\ t=\frac{5\pi}{4}$ – max

Найдём ~~самое~~ Min и Max значение $x(t) \Rightarrow$

$x(0) = 3+0-0-1=2$

$x\left(\frac{\pi}{2}\right) = 3+0-1-0=2$ $\Rightarrow X = 2$ – ~~Max~~, $t=0$ или $t=\frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow$

$x\left(\frac{\pi}{4}\right) = 3+\frac{1}{2}-\frac{\sqrt2}{2}-\frac{\sqrt2}{2} = 3,5-\sqrt2$

$x\left(\frac{5\pi}{4}\right) = 3+\frac{1}{2}+\frac{\sqrt2}{2}+\frac{\sqrt2}{2} = 3,5+\sqrt2$ $\Rightarrow$ $x = 3,5+\sqrt2,\ t=\frac{5\pi}{4}.$ $x = 3,5-\sqrt2,\ t=\frac{\pi}{4}$

Отступление: Сравним $3,5-\sqrt2 \vee 2$;

$1,5 \overset{>}{\vee} \sqrt2 \quad \uparrow 2$

$2,25 \overset{>}{\vee} 2$ $\Rightarrow 2 < 3,5-\sqrt2 \Rightarrow$ $x_{max} = 3,5+\sqrt2$, $x_{min} = 2.$ $\Rightarrow$.

Достаточно найти такие „C", при $\forall\ y=Cx$ – пересекается с (·) $(x_{max}; 1)$ и $(x_{min}; 1)$ $\Rightarrow$ (т.к. между этими (·) всегда $\exists$ решение)

$$\begin{cases} 1 = C\cdot 2 \Rightarrow C = \frac{1}{2} \\ 1 = C\cdot(3,5+\sqrt2) \Rightarrow C = \frac{1}{3,5+\sqrt2}\end{cases} \Rightarrow$$

Ответ: $C \in \left[\frac{1}{3,5+\sqrt2}; \frac{1}{2}\right]$.

№6. $V_1; V_2; \alpha; \beta$

h – ?

Решение:

Т.к. вдоль Ox нет ускорения $\Rightarrow$ всё время движения [illegible] с 2умя грузами будет $\parallel Oy$.

Чистовик

$\vec{V_H} = \vec{V_{1y}} + \vec{V_{2y}}$; Найдём в какой момент времени $\vec{V_{1y}} = -\vec{V_{2y}}$ (тогда $\Delta x \to max$). => (т.к. до этого момента (·) A будет подниматься, после — спускаться).

$$y: \begin{cases} V_A = V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha - 2gt \\ V_H = 0 \end{cases} \Rightarrow t = \frac{V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha}{2g}$$

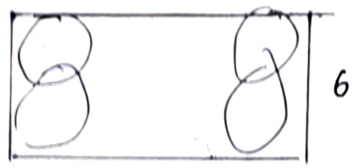
Рассмотрим, на какую высоту отн. нач. положения поднимется (·) A, за время t.

$$h = \frac{V_0 + V}{2} \cdot t = \frac{V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha}{2} \cdot \left(\frac{V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha}{2g}\right) =$$

$$= \frac{(V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha)^2}{4g}.$$ Ответ: $h = \frac{(V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha)^2}{4g}$

Черновик

90



60

$S = 5400$

$S_0 = \pi r^2$

$4S_0 = S$

$4\pi r^2 = S$

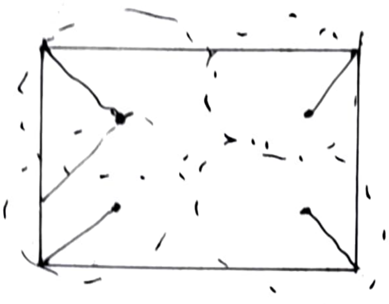
$r = \sqrt{\frac{5400}{4\pi}} = \sqrt{\frac{2700}{2\pi}} = \sqrt{\frac{1350}{\pi}}$

1350 | 3,14

135000 | 314
1256 | 429
940
942
628
3120

$D = \sqrt{90^2+60^2} = \sqrt{9^2\cdot10^2+6^2\cdot10^2} = 10\sqrt{81+36} =$

$= 10\sqrt{117}$



$r = \frac{D}{4} = \frac{10\sqrt{117}}{4} = \frac{30\sqrt{13}}{4} = \frac{15}{2}\cdot\sqrt{13} =$

$\cancel{7,5\cdot\sqrt{13}} = \cancel{\sqrt{\frac{13\cdot225}{4}}}$

$\sqrt{13} = 3,59\ldots$

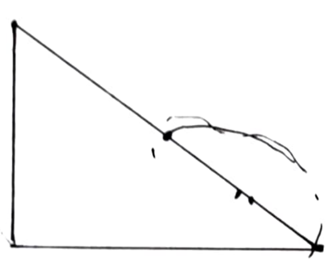
225 / 4

7,50 × 3,59

16450
3750
2250
26,4250 =

$= 26,425$; т.е. $\boxed{26,5\ м}$

65 | 400
9 | 325
325
709 | 7500
6381



$t_1 = t_2 = \frac{t}{2}$

t_1 - Тея

t_2 - Мурия

$\cancel{S = V_1\cdot t_1 + U_2 t_2 = \frac{t}{2}(U_1+U_2)}$

3,59 × 7,5
1795
2513
26,925

120 × 15
600
12
1800

$Z_1 = 5$ ч U_1 - скорость разведки при Т

$Z_2 = 3$ ч. U_2 - скорость раз. при М.

$\cancel{U_1 Z_1 = S_1 \Rightarrow U_1 = \frac{S_1}{Z_1} = \frac{4}{Z_1}}$

$\cancel{U_2\cdot Z_2 = S_2 \Rightarrow U_2 = \frac{S_2}{Z_2} = \frac{4}{Z_2}}$

$t_1 = \frac{S_1}{U_1} =$

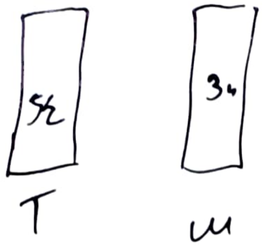
$t = \frac{8\cdot3.5}{8\cdot4} = \frac{15}{4} = 3,75$

$= \frac{3}{7}\cdot60 = \frac{430}{7}$

1800 | 7
14 | 257,1
40
35
50
49
10
7
3

$\bar{V} = \frac{2\cdot30\cdot60}{140} = \frac{16\cdot60}{14} =$

$S = V_1 t_1' + V_2 \cdot t_2'$ Черновик



$S = \frac{S}{2} + \frac{S}{2}$ 1 - Т 2 - М

$S = \frac{S}{2} + \frac{S}{2} = V_1 \cdot$

$S = \bar{V} t$

$\bar{V} = \frac{S_n}{t_n} = \frac{\frac{S}{2}+\frac{S}{2}}{\frac{S}{2V_1}+\frac{S}{2V_2}} = \frac{2}{\frac{1}{V_1}+\frac{1}{V_2}} = \frac{2V_1V_2}{V_1+V_2}$

$S = \frac{4V_1V_2 \tau_1 \tau_2}{(V_1+V_2)\cdot(\tau_1+\tau_2)} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 3 \cdot 5}{140 \cdot 8} =$

$= \frac{20 \cdot 15}{4 \cdot 7} = \frac{300}{7} = 43$ км.

300 | 7
28 | 42,8
20
14
60
56
4

$t_1' = \frac{S}{2V_1}$

$S = V_1 \cdot t_1' + V_2 t_2' =$

$= \bar{V} t \qquad \bar{V}(t_1' + t_2') = \frac{S}{2} + \frac{S}{2}$

1800 | 7
14 | 257,14
40
35
50
49
10
7
30

$t_1 = \frac{t}{2}$

$t_2 = t_1$

$\tau_1 = 3$ ч - видео

$u_1 \cdot \tau_1 = A_1; u_2 \cdot \tau_2 = A$

$u_1 \cdot \frac{t}{2} = A_1$

$u_2 \cdot \frac{t}{2} = A_2$

$\frac{t}{2}(u_1 + u_2) = A$

$\frac{t}{2} \cdot \left(\frac{A}{\tau_1} + \frac{A}{\tau_2}\right) = A$

$\frac{t}{2} \cdot \left(\frac{1}{\tau_1} + \frac{1}{\tau_2}\right) = 1$

$\frac{t \cdot (\tau_2 + \tau_1)}{2\tau_1\tau_2} = 1$

$t \cdot (\tau_1 + \tau_2) = 2\tau_1\tau_2$

$t = \frac{2\tau_1\tau_2}{\tau_1+\tau_2}$

$t + \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4} + 2\pi n$

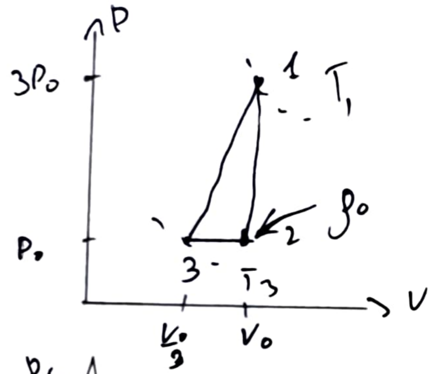
$t + \frac{\pi}{4} = \frac{3\pi}{4} + 2\pi n$

$t = 2\pi n$

$t = \frac{\pi}{2} + \pi n$

Черновик:

№4

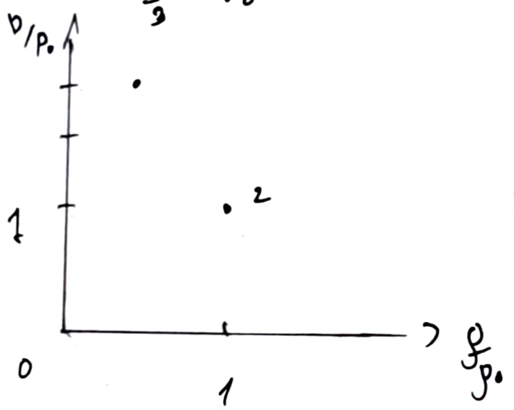


$\rho\uparrow = \frac{m}{V} \Rightarrow V\downarrow.$

~~$\sqrt{3}=1.$~~

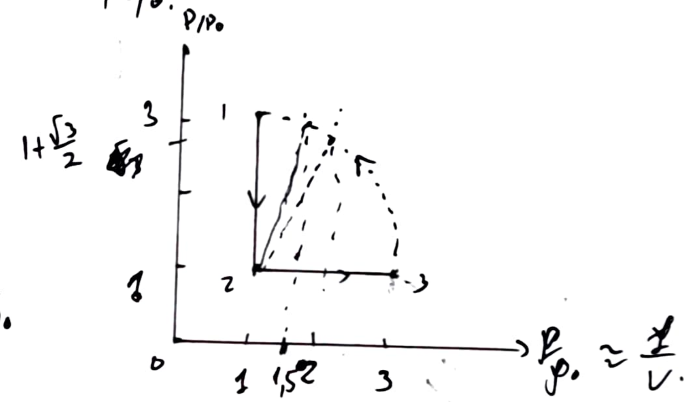
η - ?

$\eta = \frac{\eta'}{3}$, $\eta' = 1 - \frac{T_3}{T_1}$



(*): $\rho = \rho_0$

$P = P_0.$



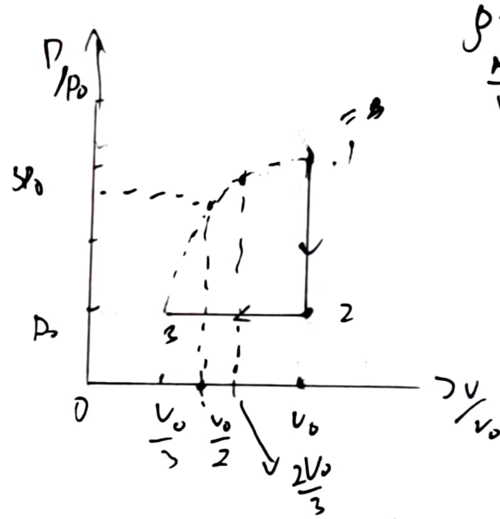
$\eta = 1 - \frac{|Q_x|}{Q_н}.$

$\eta = \frac{A}{Q_н}.$

$A = S_{кр} = \frac{\pi R^2}{4} = \frac{\pi}{4}\cdot 2 = \frac{\pi}{2}.$

$Q_н = Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} =$

~~$\frac{\pi}{2} + 2 + \frac{i}{2}\nu R$~~



$\rho = 2\rho_0$

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

$V_0 = 2V.$

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

$V = \frac{2V_0}{3}$

$3V = 2V_0$

$\frac{3}{V_0} = \frac{2}{V}$

$3\rho_0 = 2\rho$

$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{3}{2}$

$T_1;\ T_3$ -?

$$\begin{cases} 3P_0\cdot V_0 = \nu R T_1 \\ P_0\cdot \frac{V_0}{3} = \nu R T_3 \end{cases}$$

$9 = \frac{T_1}{T_3} \Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = \frac{1}{9} \Rightarrow \eta = \frac{1-\frac{T_3}{T_1}}{3} = \frac{1-\frac{1}{9}}{3} = \frac{\frac{9}{9}-\frac{1}{9}}{3} = \boxed{\frac{1}{9}}.$

Черновик:

№5 $x(t) = 3 + \sin t \cdot \cos t - \sin t - \cos t$

$y(t) = 1$.

$y = cx$ $\quad 1 = cx$

$c > 0$ $\quad x = 3 + \sin t \cdot \cos t - \sin t - \cos t = 3 + \sin t \cdot \cos t - (\sin t + \cos t) =$

$= \frac{1}{c}$

$x' = \cos^2 t - \sin^2 t - \cos t + \sin t =$

$= \cos 2t - (\cos t - \sin t) = 0$

$\cos 2t = \cos t - \sin t$

$x(0) = 3 + 0 - 0 - 1 = 2$

$x(\frac{\pi}{2}) = 3 + 0 - 1 - 0 = 2$

$x(\pi) = 3 + 0 - 0 + 1 = 4$

$x(\frac{3\pi}{2}) = 3 + 0 + 1 - 0 = 4$

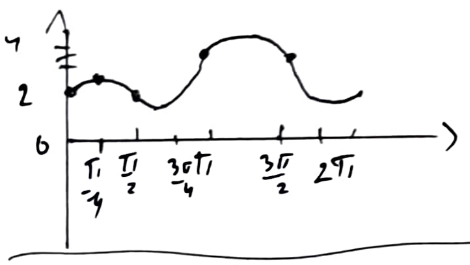
$x(\frac{\pi}{4}) = 3 + \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{7}{2} - \sqrt{2}$

$x(\frac{3\pi}{4}) = 3 + (\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot -\frac{1}{\sqrt{2}}) - \cancel{\frac{1}{\sqrt{2}}} + \cancel{\frac{1}{\sqrt{2}}} =$

$= 3 - \sqrt{2}$

~~cost + sint~~ $= \cos t + \sin t = a$

$1 + 2\sin t \cos t = a^2$



$(\cos t - \sin t)(\cos t + \sin t) - (\cos t - \sin t) = 0$

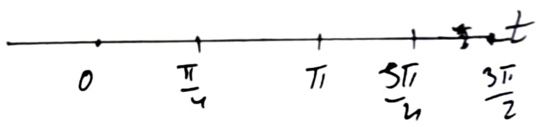
$(\cos t - \sin t)(\cos t + \sin t + 1) = 0$

$\left[\begin{array}{l} \cos t = \sin t \\ \cos t + \sin t = -1 \end{array}\right.$ $\quad \left[\begin{array}{l} 1 = \operatorname{tg} t \\ \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \cos t + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sin t = -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{array}\right.$ $\quad \left[\begin{array}{l} \operatorname{tg} t = 1 \\ \sin(t + \frac{\pi}{4}) = -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{array}\right.$

$\left[\begin{array}{l} t = \frac{\pi}{4} + \pi k \\ t + \frac{\pi}{4} = -\frac{\pi}{4} + 2\pi n \\ t + \cancel{\frac{\pi}{4}} = \pi + \frac{\pi}{4} + 2\pi n \end{array}\right.$

$\pi + \frac{\pi}{4}$

$\left[\begin{array}{l} t = \frac{\pi}{4} + \pi k \\ t = -\frac{\pi}{2} + 2\pi n \\ t = \pi + 2\pi n \end{array}\right.$



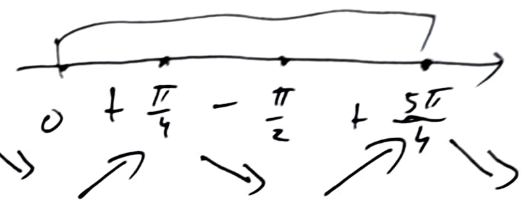
$\cancel{x'(0) = f} = ($ $\quad x' = \cos^2 t - \sin^2 t - \cos t + \sin t = 0$

$(\cos t - \sin t)(\cos t + \sin t) - (\cos t - \sin t) = 0$

$(\cos t - \sin t)(\cos t + \sin t - 1) = 0.$

$\left[\begin{array}{l} \operatorname{tg} t = 1 \\ \frac{1}{\sqrt2}\sin t + \frac{1}{\sqrt2}\cos t = \frac{1}{\sqrt2} \end{array}\right.$ $\left[\begin{array}{l} \operatorname{tg} t = 1 \\ \sin\left(t + \frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{\sqrt2} \end{array}\right.$ $\left[\begin{array}{l} t = \frac{\pi}{4} + \pi k \\ t + \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4} + 2\pi k \\ t + \frac{\pi}{4} = \frac{3\pi}{4} + 2\pi k \end{array}\right. \Rightarrow$

$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} t = \frac{\pi}{4} + \pi k \\ t = 2\pi k \\ t = \frac{\pi}{2} + 2\pi k \end{array}\right.$



$x'(0) = (1 - 0)(1 + 0 - 1) = 0.$

$x'\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.$

$x(0) = 3 + 0 - 1 = 2$

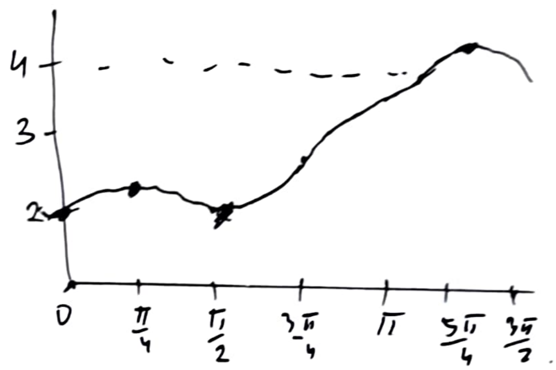
$x\left(\frac{\pi}{4}\right) = 3 + \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt2} - \frac{1}{\sqrt2} = \underline{3{,}5 - \sqrt2}$

$x\left(\frac{\pi}{2}\right) = 3 + 0 - 1 \cdot 0 = 2$

$x\left(\frac{3\pi}{4}\right) = 3 + \frac{1}{2} - \frac{\sqrt2}{2} + \frac{\sqrt2}{2} = 2{,}5.$

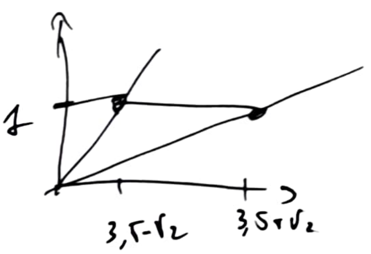
$x(\pi) = 3 + 0 - 0 + 1 = 4$

$x\left(\frac{5\pi}{4}\right) = 3 + \frac{1}{2} + \frac{\sqrt2}{2} + \frac{\sqrt2}{2} = \underline{3{,}5 + \sqrt2} \Rightarrow$



$x_{min} = 3{,}5 - \sqrt2$

$x_{max} = 3{,}5 + \sqrt2$



$1 < \sqrt2 < 2$

3,5

$-2 < -\sqrt2 < -1$

$1{,}5 < 3{,}5 - \sqrt2 < 2{,}5$

$3{,}5 - \sqrt2 \vee 2$

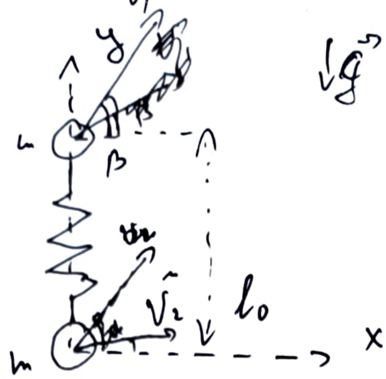
$3{,}5 - 2 \vee \sqrt2$

$1{,}5 \vee \sqrt2 \quad \uparrow^2$

$2{,}25 \vee 2.$

Черновик

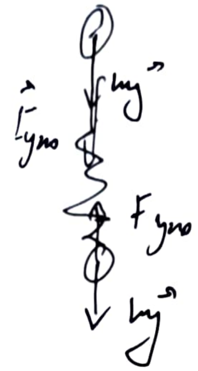
№6. $\beta > \alpha$!



$V_1\cos\beta = const$

$V_2\cos\alpha = const$

$\beta > \alpha$!



$\vec{R}\Delta t = \Delta\vec{p}$

①: $(m\vec{g} + \vec{F}_{упр})\cdot\Delta t = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = m\sin\beta\,(u_1 - V_1)$

$u_1 = V_1 - gt$

$(m\vec{g} + k\vec{\Delta x})\cdot\Delta t = m\sin\beta\cdot(u_1 - V_1)$

$(-m\vec{g} + k\vec{\Delta x})\cdot\Delta t = m\sin\alpha\,(u_2 - \cancel{V_1})$

$$\frac{mg + k\Delta x}{k\Delta x - mg} = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}\left(\frac{u_1 - V_1}{u_2 - V_2}\right)$$

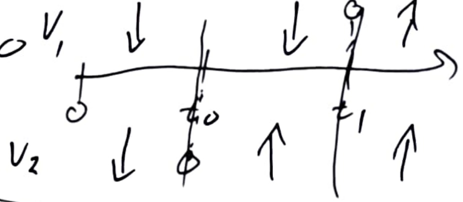
Пусть t_0 – время когда $V_2\sin\alpha = 0$ →

$0 = V_2\sin\alpha - g t_0$

$t_0 = \frac{V_2\sin\alpha}{g}$

после t_0 – $V_2 \nearrow$

t_1 – момент, когд $V_1 = 0$



$0 = V_1\sin\beta - g t_1$

$t_1 = \frac{V_1\sin\beta}{g}$

$V_A = (V_1\sin\beta + V_2\sin\alpha) - gt.$

$t = t_0$

$V_A = V_1\sin\beta + V_2\sin\alpha - \cancel{g}\,\frac{V_2\sin\alpha}{\cancel{g}}$

$\underline{2V_1\sin\beta}$

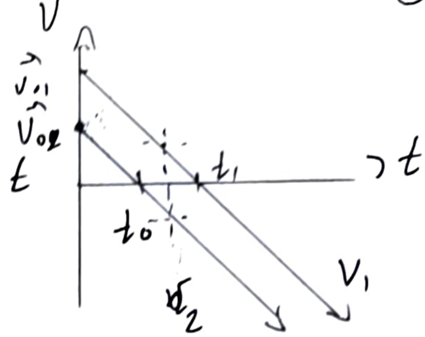
$t = t_1$

~~$V_A = (V_1\sin\beta + V_2\sin\alpha) - g V_1\sin$~~

$\vec{V}_A = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$

$t_0 < t < t_1$: $V_A = V_1 - V_2.$

Черновик



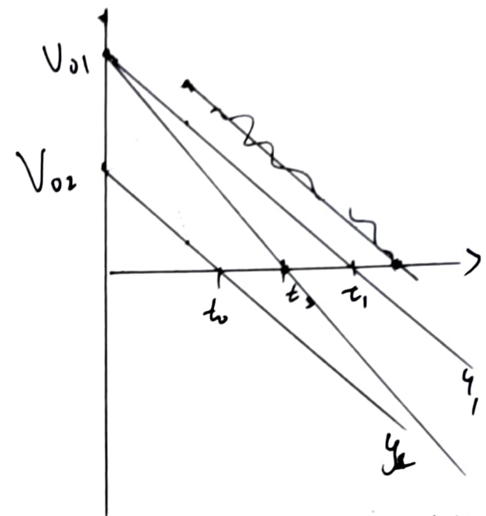
$\vec{V_H} = \vec{V_{1y}} + \vec{V_{2y}}$

$y: V_H = V_{01y} - gt + V_{02y} - gt = V_{01y} + V_{02y} - 2gt$

$\begin{cases} V_A = 0 \\ t_0 = t = \dfrac{V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha}{2g} \end{cases} \Rightarrow \Delta x = \max$

$\Delta x = L - l_0$

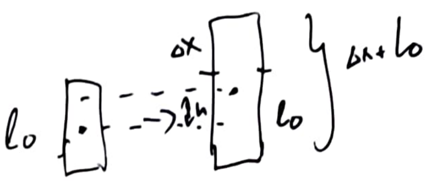
$h = \dfrac{\Delta x}{2}$



$y_2 + y_1 = -gt + V_{01} - gt + V_{02}$

$= V_{01} + V_{02} - 2gt$

$t_3 = \dfrac{V_{01} + V_{02}}{2g}$

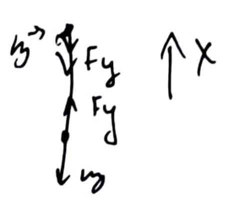


$h_2 = \dfrac{\Delta x + l_0}{2}$

$h_1 = \dfrac{l_0}{2}$

$h = h_2 - h_1 = \dfrac{\Delta x + \cancel{l_0} - \cancel{l_0}}{2} = \boxed{\dfrac{\Delta x}{2}}$

В момент $t = t_3$ $\boxed{\begin{matrix} |V_1| = |V_2| \\ \vec{V_2} = -\vec{V_1} \end{matrix}}$



~~2 ищ~~

$h_2 = V_H \cdot t - \dfrac{gt^2}{2} = \cancel{(V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha)} \dfrac{V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha}{2} \cdot \dfrac{V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha}{2g}$

$= \dfrac{(V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha)^2}{4g} = h_2.$

$h_1 = \dfrac{l_0}{2}.$

$h = h_2 - h_1 = \dfrac{(V_1 \sin\beta + V_2 \sin\alpha)^2}{4g} - \dfrac{l_0}{2}.$

$\begin{array}{r} 5{,}9 \\ \times\ 4{,}5 \\ \hline 1\,4\,9\,5 \\ +\ 2\,5\,1\,3 \\ \hline 2\,6{,}9\,2\,5 \end{array}$

Черновик.