0 972441 340000

97-24-41-34
(156.3)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Робофест"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Ляпутиной Вероники Дмитриевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

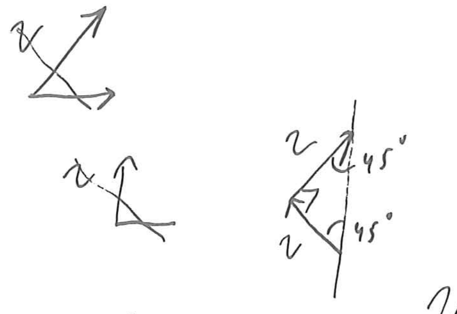
Дата

«12» апреля 2025 года

Подпись участника

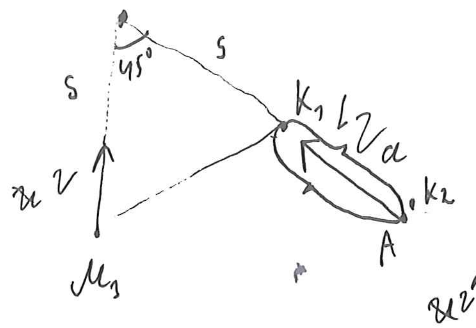
Ляпутина

Черновик.



$v\sqrt{2}$

v v' - ск. квадрокопт., V_A - ск. авт.
м. - ск. в.



спустя t_1 - авт. и ~~метео~~ М3

ск. квадр. отно. земли:
$\sqrt{2}\cdot v$

$t_2\sqrt{2} = t_1$

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

ск. ~~t_1~~ + $t_2 + t_1\sqrt{2} = 2t_2\sqrt{2}$

$(V_A - \sqrt{2}v)\cdot 2t_2\sqrt{2} = l$

При встр. с М3:

$(S+l) = t_1 \cdot V_A$

$S \cdot t_1 = v$

$(V_A - \sqrt{2}v)\cdot(t_1+t_2) = l$

~~$v\sqrt{2}\cdot t_1 - V_A \cdot t_1$~~

$S + l = t_1\cdot V_A \Rightarrow l = t_1 V_A - S$

$S = v\cdot t_1$

~~$(S+V_A)\cdot t_1$~~

$\frac{S+l}{S} = \frac{V_A}{v}$

$S + l = t_1 \cdot V_A$

$S = v\cdot t_1$

$(V_A - v\sqrt{2})\cdot(t_1+t_2) = l$

~~$vt_1 + l = t_1 V_A$~~ $\quad V_A = \frac{vt_1 + l}{t_1} = v + \frac{l}{t_1}$

$(V_A - v\sqrt{2})\cdot 2t_2\sqrt{2} = V_A t_1 - S$

$(V_A - v\sqrt{2})\cdot 2t_2\sqrt{2} = V_A \cancel{t_2\sqrt{2}} - 8vt_2\sqrt{2}$

$2V_A\cdot t_2\sqrt{2} - 4vt_2 = V_A\sqrt{2}t_2 - vt_2\sqrt{2}$

$V_A t_2\sqrt{2} = 3vt_2\sqrt{2}$

$V_A = 3v$

кв2 за посл. встр.:

$v\sqrt{2}\cdot(t_1+t_2) = (v\sqrt{2}+V_A)\cdot t'$

$t' = \frac{v\sqrt{2}\cdot 2\sqrt{2}}{v\sqrt{2}+V_A} = \frac{4v}{v\sqrt{2}+V_A} = \frac{4v}{v\sqrt{2}+3v} = \frac{4}{\sqrt{2}+3}$

97-24-41-34
(156.3)

(восемьдесят восемь)

88

№	1	2	3	4	
Б	10	8	7	10	35
М	9	14	15	15	53

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чистовик.

№1. Вопрос:

Из получившегося треугольника находим, что $v' = \sqrt{v^2+v^2} = v\sqrt{2}$.

Ответ: $v\sqrt{2}$.

Задача: Пусть v - скорость ветра отн. земли, V_A - скорость автомобиля, l - расстояние между К1 и А в момент встречи К2 и А, а S - расстояние между т. пересечения курсов K_1 и М3 и М3 в тот же момент. ~~Тогда~~ Ан. с вопросом, скорость квадракоптеров отн. земли — $v\sqrt{2}$.

За время t_1 машина пройдёт расстояние $S+l$, а метеозонд - S, т.е.

$V_A\cdot t_1 = S + l \Rightarrow l = V_A t_1 - S$ (1)

$v\cdot t_1 = S$ (2)

Скорость сближения автомобиля и К1 $= V_A - v\sqrt{2}$, то есть:

$(V_A - v\sqrt{2})\cdot(t_1+t_2) = l$

~~Подставляем (1) и (2), а также $t_1 = t_2\sqrt{2}$,~~
~~откуда: $V_A = 3v\sqrt{2}$.~~

~~К2~~ прошёл расстояние $v\sqrt{2}\cdot(t_1+t_2)$, а их скорость сближения с авт. $= v\sqrt{2} + V_A$. Пусть они встретились за время t'. Тогда:

$v\sqrt{2}\cdot(t_1+t_2) = (v\sqrt{2}+V_A)\cdot t'$

$\Rightarrow t' = \frac{v\sqrt{2}\cdot 2t_2\sqrt{2}}{\quad}$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Чистовик.

№1. (продолжение).

Подставляем $t_1 = t_2\sqrt{2}$, а также (1) и (2), откуда:

$$(V_A - V\sqrt{2})(t_2\sqrt{2} + t_2) = V_A t_2\sqrt{2} - V \cdot t_2\sqrt{2}$$

Упрощаем и получаем:

$$V_A = \frac{2V}{1+\sqrt{2}}. \quad (3)$$

За время $t_1 + t_2$ K_2 пролетит расстояние $V\sqrt{2} \cdot (t_1 + t_2)$. Пусть автомобиль и K_2 встретятся за время t'. Тогда:

$$V\sqrt{2} \cdot (t_1 + t_2) = t' \cdot (V\sqrt{2} + V_A)$$

$$t' = \frac{V\sqrt{2} \cdot (t_1 + t_2)}{V\sqrt{2} + V_A}$$

Упрощая и вставив (3) получим:

$$\cancel{t' = t_2\sqrt{2} \cdot (1 + \sqrt{2}) =}$$

$$\cancel{= t_2\sqrt{2} + 2t_2 = t_1 + 2t_2 =}$$

$$t' = \frac{t_2 \cdot (1+\sqrt{2})^2}{1+2\sqrt{2}} \approx 753 \text{ с.}$$

Ответ: 753 с.

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик.

$t_1 = t_2 \cdot \sqrt{2}$,

$L = \cancel{S}\; V_A t_1 - S$

$S = V \cdot t_1$

$$(V_A - V\sqrt{2}) \cdot (t_2 + t_1) = L$$

$$(V_A - V\sqrt{2}) \cdot 2t_2\sqrt{2} = V_A t_1 - S$$

$$(V_A - V\sqrt{2}) \cdot 2t_2\sqrt{2} = V_A \cdot t_2\sqrt{2} - \cancel{S}\, V \cdot t_2\sqrt{2}$$

$$(V_A - V\sqrt{2}) \cdot 2 = V_A - V$$

$$2V_A - 2V\sqrt{2} = V_A - V$$

$$\cancel{3V_A} = V_A = 3V\sqrt{2}$$

$$V\sqrt{2} \cdot (t_1 + t_2) = (V\sqrt{2} + V_A) \cdot t'$$

$$t' = \frac{V\sqrt{2} \cdot 2t_2\sqrt{2}}{V\sqrt{2} + V_A} =$$

$$= \frac{V\sqrt{2} \cdot 2t_2\sqrt{2}}{V\sqrt{2} + 3V\sqrt{2}} =$$

$$= \frac{2V\sqrt{2} \cdot t_2\sqrt{2}}{4V\sqrt{2}} =$$

$$= \frac{t_2\sqrt{2}}{2}$$

$m_л + m_в =$

$= 0{,}9\rho \cdot 0{,}8V +$ (0,72)

$+ \rho \cdot 0{,}2V =$

$= 0{,}92\rho V$

$$t_1 + t_2 = t_2\sqrt{2} + t_2$$

$$\frac{t_1}{\sqrt{2}} + t_2 \quad t_2\sqrt{2} + t_2 = t_2(1 + \sqrt{2})$$

$$(V_A - V\sqrt{2})(t_2 + t_2\sqrt{2}) = L$$

$$V_A t_2 + 2V_A t_2\sqrt{2} - V t_2\sqrt{2} - 2Vt_2 = V_A t_2\sqrt{2} - V t_2\sqrt{2}$$

$$V_A t_2 + V_A t_2\sqrt{2} - 2Vt_2 = 0$$

$$V_A t_2 + V_A t_2\sqrt{2} = 2Vt_2$$

$$V_A + V_A\sqrt{2} = 2V$$

$$V_A = \frac{2V}{1+\sqrt{2}}$$

Черновик.

$$t' = \frac{v\sqrt{2}\cdot(t_1+t_2)}{v\sqrt{2}+v_4} = \frac{v\sqrt{2}\cdot t_2(1+\sqrt{2})}{\frac{\cancel{2v}\,v\sqrt{2}+2v}{1+\sqrt{2}}} =$$

$$= \frac{\frac{v\sqrt{2}\cdot t_2(1+\sqrt{2})}{v\sqrt{2}+2v}}{1+\sqrt{2}} =$$

$$= \frac{v\sqrt{2}t_2\cdot(1+\sqrt{2})^2}{v\sqrt{2}+2v} =$$

$$= \frac{\sqrt{2}t_2\cdot(1+\sqrt{2})^2}{1+\sqrt{2}} =$$

$$= t_2\sqrt{2}(1+\sqrt{2}) = t_2\sqrt{2}+2t_2 = t_1+2t_2$$

$$t' = \frac{v\sqrt{2}\cdot t_2\cdot(1+\sqrt{2})}{\frac{v\sqrt{2}\cdot(1+\sqrt{2})+2v}{1+\sqrt{2}}} =$$

$$= \frac{v\sqrt{2}t_2(1+\sqrt{2})^2}{v\sqrt{2}\cdot(1+\sqrt{2})+2v} =$$

$$= \frac{t_2\sqrt{2}(1+\sqrt{2})^2}{\sqrt{2}\cdot(1+\sqrt{2})+2} =$$

$$= \frac{t_2\sqrt{2}(1+\sqrt{2})^2}{\sqrt{2}\cdot(1+\sqrt{2}+\sqrt{2})} =$$

$$= \frac{t_2(1+\sqrt{2})^2}{1+2\sqrt{2}} =$$

$$= \frac{t_2\cdot(1+2\sqrt{2}+2)}{1+2\sqrt{2}} =$$

$$= \frac{t_2+2t_2\sqrt{2}+2t_2}{1+2\sqrt{2}} =$$

Чистовик.

№2. Вопрос: $t_0 = 0°C$ – это температура, при которой плавится лёд, а $t_{100} = 100°C$ – это температура кипения воды. Так что при построении шкалы Цельсия мы должны сначала нагревать лёд до t_0 и как только лёд начнёт плавиться обозначаем на термометре 0°C, дл. нагреваем воду до начала её кипения и обозначаем t_{100} т.е. 100°C на термометре.

Задача. Пусть $P = k\cdot\Delta t$, где Δt – разница между температурой кипятка и содержимого бокса. Имеем:

$$P_0\cdot T = \lambda\cdot 0{,}8V\cdot 0{,}9\rho$$

$$k\cdot 100\cdot T = \lambda\cdot 0{,}8V\cdot 0{,}9\rho$$

(т.к. t бокса $= 0°C$, а $t_{кип} = 100°C$).

Откуда $k = 33{,}6\rho V$

При нагревании ~~от~~ от 0°C до 2°C:

$$\rho V\cdot 33{,}6\cdot T_1\cdot(100-2) = c\cdot 2\cdot(0{,}9\rho\cdot 0{,}8V + 0{,}2\rho V)$$

$$\rho V\cdot 33{,}6\cdot T_1\cdot 98 = c\cdot 2\cdot 0{,}92\rho V$$

$$T_1 = \frac{c\cdot 2\cdot 0{,}92\rho V}{33{,}6\cdot 98\rho V} = \frac{c\cdot 2\cdot 0{,}92}{33{,}6\cdot 98} \approx 2{,}3 \text{ мин.}$$

(см. след. страницу)

№2 (продолжение)

При нагреве от 88°С до 90°С:

$$k\cdot(100-90)\cdot T_2 = c\cdot 2\cdot(0{,}8V\cdot 0{,}9\rho + 0{,}2\rho V)$$

$$T_2 = \frac{4200\,c\cdot 2\cdot 0{,}92}{33{,}6\cdot 10} = 23 \text{ мин.}$$

Ответ: за 2,3 мин; за 23 мин.

№4. Вопрос:

~~При~~ ~~В~~ Когда тело остановится, $v=0 \Rightarrow v_0 = \mu g t_п$, где $t_п$ – время полной остановки, т.е. $t_п = \frac{v_0}{\mu g}$.

А значит $S = v_0\cdot t_п - \frac{\mu g t_п^2}{2} =$

$$= v_0\cdot\frac{v_0}{\mu g} - \frac{\mu g v_0^2}{2\mu^2 g^2} = \frac{v_0^2}{2\mu g}$$ (+)

Задача: В первом случае логично, что $t_{уск} = t_{торм}$ (т.к. человек разгонялся до ск. v_1, а затем с тем же ускорением начал тормозить до 0). Значит при ускорении он проехал $\frac{L}{2}$, когда

$$\frac{L}{2} = \frac{\mu g t_{уск}^2}{2}$$

Откуда $t_{уск} = \sqrt{\frac{L}{\mu g}} = 4$ с, а $t_{общ} = 2\cdot t_{уск} = 8$ с. (+)

Во втором случае (см. вопрос) $L = \frac{v_0^2}{2\mu g}$, откуда $v_0 = \sqrt{L\cdot 2\mu g} = \cancel{4\mu g}\ 4\sqrt{2}$ м/с $\approx 5{,}656$ м/с. $t_п = \frac{v_0}{\mu g} \approx 5{,}7$ с.

Ответ: 8 с; 5,656 м/с; 5,7 с. (1)

Черновик.

$V = 1$ л

$0{,}8V$ – снег

$0{,}2V$ – вода, $t_0^\circ = 0$.

~~Q_0 – за 1 мин.~~

$72 Q_0 = \lambda\cdot 0{,}8\cdot 0{,}9\rho\cdot V$

$72 Q_0 = \lambda\cdot 0{,}72\rho V$

$P_п = k\cdot\Delta t$

$Q_0 =$ $Q_п \sim \Delta t$ $P_0 = k\cdot t_{ул} = k\cdot(100-t)$

$Q_0 = t_{ул} - t_0 = t_{ул}$.

$P_0 =$ $P_0\cdot T = \lambda\cdot 0{,}8V\cdot 0{,}9\rho$

$100k\cdot 72 = \lambda\cdot 0{,}72\rho V$

$100k = \lambda\cdot 0{,}01\rho V$

$k = \frac{\lambda\cdot 0{,}01\cdot\rho V}{100} =$

$= \frac{336\cdot 10^3}{10^2}\cdot 10^{-2}\cdot\rho V$

$= 336\cdot 0{,}1\cdot\rho V = 33{,}6\rho V$

$\frac{T_2}{T_3} = \frac{\rho_1\cdot 4 - \rho\cdot 16}{\rho_1\cdot 4 - \rho\cdot 20}$

$= 4{,}5\cdot(\rho_1 4 - \rho\cdot 16) = 5{,}5(\rho_1\cdot 4 - \rho\cdot 20)$

$78\rho_1 - 72\rho = 22\rho_1 - 110\rho$

$P\cdot T_1 = cm\Delta t = c\rho V\Delta t$

$33{,}6\rho V T_1\cdot(100-2) = c\rho V\Delta t$ $4\cancel{4}\rho_1 =$

$33{,}6\cdot T_1\cdot(100-2) = c\cdot\Delta t$

$T_1 = \frac{4200\cdot 2}{98\cdot 33{,}6}$ $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\rho_1\cdot 4 - \rho\cdot 8}{\rho_1\cdot 4 - \rho\cdot 16}$

$P = mg$

~~Кроме~~

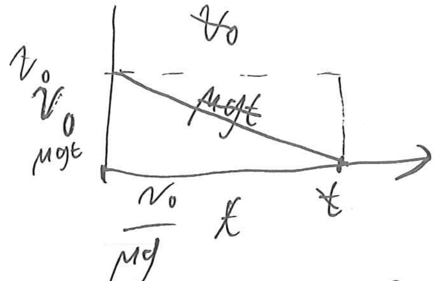
$30\rho_1 - 120\rho = 22\rho_1 - 44\rho$ $\frac{T_1}{T_2} = 7{,}3(4\rho_1 - 16\rho) = 5{,}5(4\rho_1 - 8\rho)$

$8\rho_1 = 76\rho$ $4\rho_1 = 38\rho$ $2\rho_1 = 19\rho$

Черновик.

$v(t) = v_0 - \mu g t$

$S = v_0 t - \frac{\mu g t^2}{2}$



$v = 0$

$0 = v_0 - \mu g t$

$\mu g t = v_0$

$t = \frac{v_0}{\mu g}$

$S = \cancel{v_0 \mu g} \frac{v_0}{\mu g} \cdot v_0 - \frac{\mu g \cdot v_0^2}{\mu^2 g^2 2} =$

$= \frac{v_0^2}{\mu g} - \frac{v_0^2}{\mu g 2} = \frac{v_0^2}{2\mu g}$

$v(t) = v_0 - \mu g t \quad v(t) = v_0 - \mu g t$

$16 = \frac{v_0^2}{2\mu g}$

$v_1(t) = \mu g t$

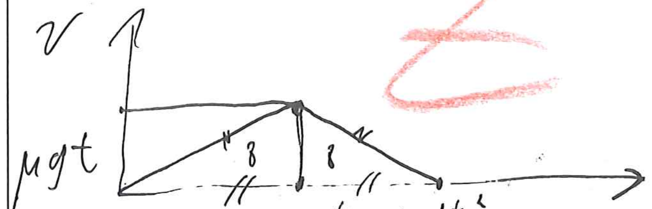
$v_2(t) = v_0 - \mu g t$

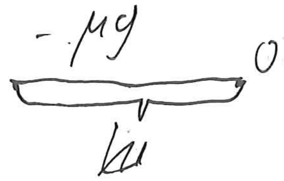
$t_2 = \frac{v_0}{\mu g}$

$L = 16.$

$L = \frac{\mu g t_1^2}{2} + \frac{v_0^2 \cdot t_2^2}{2\mu g} \quad t_1 + t_2 = 8 \quad 2t.$

$L = \frac{\cancel{v_0}}{} \quad -\mu g$





При $t_{уск}$ $8 = \frac{\mu g t^2}{2} \Rightarrow t = \frac{t_{16}}{\mu \cdot g} =$

При $-$: $8 =$ $\quad t = \sqrt{\frac{16}{\mu g}}$

97-24-41-34 (156.3)

№3. $F_{арх} = \rho \cdot V_{погр} \cdot g = \rho \cdot 4 \cdot S \cdot g$, где S - площадь сеч. цилиндра, а сила давления на основание:

$F = p \cdot S = \rho g h S = (12+4)\rho g S =$ ошибка!

$= 16 \rho g S$, откуда:

$\frac{F}{F_{арх}} = \frac{\cancel{16}^{4} \rho g S}{\cancel{16}_{4} \rho g S} = \cancel{4}.$

Ответ: в $\cancel{4}$ раза больше.

Задача: $T = mg - F$, где F - сила давления на основание цилиндра с ~~сеч~~ площадью сечения S.

$T_1 = mg - F_1 = \rho_1 h S g - \rho g (x_1 + h) S$

ан. $T_2 = mg - F_2 = \rho_1 h S g - \rho g (x_2 + h) S$, где ρ_1 - плотность цилиндра, а ρ - пл. воды.

$T_1 - T_2 = \rho g S (x_2 - x_1)$

ан. $T_2 - T_3 = \rho g S (x_3 - x_2)$. Поделим ~~и най~~ эти выражения и найдём $T_3 = T_2 - \frac{(T_1 - T_2)(x_3 - x_2)}{(x_2 - x_1)} = 4{,}5\ Н.$

Груз перестанет опускаться, когда ~~$p = p$~~ $F = mg.$ (*)

Сначала делим T_1 на T_2 и получаем, что

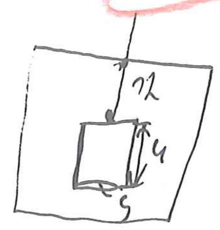
$8\rho_1 = 76\rho \Rightarrow 2\rho_1 = 19\rho.$

Возвращаемся к (*) и получаем:

$X_{min} = \frac{17h}{2} = 34\ см$

Ответ: 4,5 Н; 34 см.

Черновик.



$F_{арх} = 4\rho \cdot S \cdot 4 \cdot g = 4\rho S g$

$p = \rho g h = \rho g \cdot 16$

$F = p \cdot S = 16 \rho S g$

$T = mg - \cancel{F_{арх}}$

$F = p \cdot S = \cancel{\rho g x_1 S}\ \rho g (x_1 + h) S$

$mg = \rho_1 \cdot h \cdot S \cdot g$

$-\cancel{T = \rho g (x_1 + h)} S - \rho_1$

$3,5 = T_1 = \rho_1 h S g - \rho g (x_1 + h) S$

$3,5 = T_2 = \rho_1 h S g - \rho g (x_2 + h) S$

$T_1 - T_2 = \rho g (x_2 + h) S - \rho g (x_1 + h) S =$

$= \rho g S (x_2 - x_1)$

$T_2 - T_3 = \rho g S (x_3 - x_2)$ | $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\rho_1 h - \rho (x_1 + h)}{\rho_1 h - \rho (x_2 + h)}$

$\frac{T_1 - T_2}{T_2 - T_3} = \frac{(x_2 - x_1)}{x_3 - x_2}$ $T_2(\rho_1 h - \rho x_1 - \rho h) = T_1(\rho_1 h - \rho x_2 - \rho h)$

$(T_2 - T_3)(x_2 - x_1) = (T_1 - T_2)(x_3 - x_2)$ $:(x_2 - x_1)$

$T_2 \rho_1 h - \rho T_2 x_1 - \rho T_2 h =$

$T_2 - T_3 = \frac{(T_1 - T_2)(x_3 - x_2)}{(x_2 - x_1)}$ $= T_1 \rho_1 h - T_1 \rho x_2 - T_1 \rho h$

$T_3 = T_2 - \frac{(T_1 - T_2)(x_3 - x_2)}{(x_2 - x_1)} = 4,5$

$T_2 \rho_1 h - T_1 \rho_1 h =$

$= T_1 \rho x_2 - T_1 \rho h + \rho T_2 x_1 + \rho T_2 h$

$19h = 2x_m + 2h$

$x_m = \frac{17h}{2} = 39$

$\rho_1 h S g = \rho g (x_m + h) S$

$\rho_1 h = \rho (x_m + h)$ $| \cdot 2$

$\rho_1 19 \rho h = 2 \rho (x_m + h)$

$\frac{\rho_1}{\rho} = \frac{T_1 x_2 - T_1 h + x_1 T_2 + T_2 h}{T_2 h - T_1 h}$