0 396268 770008

39-62-68-77
(5.1)

Выход 16:14
Приход 16:20

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант

Место проведения г.Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Акимова Виталия Евгеньевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик

$\frac{\cancel{120}\cdot \cancel{120}\cdot 51\cdot 60}{11\cdot 4\cdot 31\cdot 4\cdot 4200}$ $\frac{12\cdot 12\cdot 6}{11\cdot 4\cdot 42}$

$19{,}2 \times 5 = 96{,}0$; 96

$\times 4200$; $420 \times 3 = 1260$; $1260 + 250 + 1680 = 3190$

1260, 250, $1510 \times 9 = 13590$

25×34, $100 + 75 = 850$

$\frac{6\cdot 6\cdot 6}{42\cdot 11}$

$13590 + 840 = 14430$

$168 \times 5 = 840$

$1260 + 1680 = 2940$

120

$\frac{36}{7{,}7}$; $\frac{360}{77}$

$157 \,|\, 3{,}14 = 50$

$14430 \,|\, 319 = 45{,}235$; -1276, 1670, -1595, 750, -638, 1120, -957, 1630, -1595

$420 \times 7 = 2940$

$360 \,|\, 77 = 5$

42×95

$360 \,|\, 77 = 4{,}6$; -308, 520, -482, 380

$3{,}14 \times 50 = 157{,}00$

$168 \times 5 = 840$

$4200 + 210 + 378$; 950; 3990; $424 \times 5 = 2120$

$151 \times 9 = 1359$

$3990 - 378 = 210$; 210; $\cancel{95}\,42 \,|\, \cancel{14}\,95$

$13590 + 840 = 14430$

$14430 - 8525 = 5905$

$5905 \,|\, 424 = 13{,}926\ldots$; -424, 1665, -1272, 3930, -3816, 1140, -848, 2920, -2544, 3760

$77 \times 4 = 308$

$77 + 77 = 154$

$\frac{В^3 \cdot \cancel{м^2} \cdot м}{Ом\cdot \cancel{м^2}\cdot \cancel{кг}\cdot Дж/(\cancel{кг}\cdot с)}$

$20 \times 6 = 120$

$40{,}0 - 8{,}6 = 31{,}4$

$120 \times 120 = 2400$; $+12$; $14400 \,|\, 16 = 900$; -144; 0

$\frac{В^2 \cdot \cancel{м^2}\cdot м\cdot с}{Ом\cdot \cancel{м^2}\cdot \cancel{кг\cdot °С}\cdot Дж}$

$\cancel{360} \,|\, 77 = 4$; $\cancel{308}$; $\cancel{340}$

$360 \,|\, 77 = 4{,}\cancel{7}76$; -308, 520, $\cancel{329}$, $\cancel{539}$, 462, 58

$77 \times 6 = 462$

39-62-68-77 (5.1)

Чистовик

№ 2

Дано:

$V = 100\,см^3$

$m = 20\,г$

$\rho_в = 1000\,кг/м^3$

$\rho_м = 920\,кг/м^3$

$m_п - ?$

Решение:

На шарик с песком действуют 3 силы: 2 силы Архимеда со стороны воды и масла и сила тяжести ($m+m_п$ – суммарная масса)

Запишем условие равновесия шара с песком:

$F_{A_м} + F_{A_в} = (m+m_п)g$

$F_{A_м} = \rho_м g \frac{V}{2}$ (по условию объём пополам)

$F_{A_в} = \rho_в g \frac{V}{2}$

$\Rightarrow (m+m_п)g = g\frac{V}{2}(\rho_м+\rho_в)$

$m + m_п = \frac{V}{2}(\rho_м+\rho_в)$

$m_п = \frac{V}{2}(\rho_м+\rho_в) - m =$

$= \frac{100\,см^3}{2}\cdot(1+0{,}92)\,г/см^3 - 20\,г = (50\cdot 1{,}92 - 20)\,г = 76\,г$

Ответ: $m_п = 76\,г$

1	2	3	4	5	Σ
20	20	20	20	20	100 (Сто)

Генерозов

№ 3

Дано:

$m_ф = 500\,г$

$m_1 = 300\,г$

$t_1 = 90°C$

$m_3 = 400\,г$

$t_3 = 5°C$

$t_2 = -10°C$

$m_2 = 250\,г$

$c_ф = 500\,Дж/(кг\cdot°C)$

$c_л = 100\,Дж/(кг\cdot°C)$

$c_в = 4200\,Дж/(кг\cdot°C)$

$\lambda = 340\,кДж/кг$

$t_к - ?$

Решение:

Пусть после того, как дети долили воды температура стала t'. А конечная температура $= t_к$. Тогда запишем УТБ после того, как налили воду массой m_3 и температурой t_3:

$m_ф\cdot c_ф\cdot(t_1 - t') + m_1 c_в(t_1 - t') = m_3 c_в(t' - t_3)$

$(m_ф c_ф + m_1 c_в)\,t_1 + t_3\cdot m_3 c_в = t'\cdot(m_ф c_ф + m_1 c_в + m_3 c_в) \Rightarrow t' = \frac{(m_ф c_ф + m_1 c_в)t_1 + m_3 c_в t_3}{m_ф c_ф + m_1 c_в + m_3 c_в} =$

$= \frac{(500\cdot 10^{-3}\cdot 500 + 300\cdot 10^{-3}\cdot 4200)\cdot 90 + 400\cdot 10^{-3}\cdot 4200\cdot 5}{500\cdot 10^{-3}\cdot 500 + 300\cdot 10^{-3}\cdot 4200 + 400\cdot 10^{-3}\cdot 4200}\,°C =$

Чистовик

$$= \frac{(250+1260)\cdot 90+1680\cdot 5}{250+1260+1680}\,°C = \frac{1510\cdot 90+1680\cdot 5}{3190}\,°C =$$

$$= \frac{13590+840}{319}\,°C = \frac{14430}{319}\,°C$$

($t_к>0$ т.к. осталась жидкость(вода) не лёд)

Теперь температура t'. Потом стала $t_к$, когда закинули лёд m_2 и температуры t_2. Запишем УТБ:

$$m_2\left(c_л\cdot(-t_2)+\lambda+c_в(t_к-t_0)\right) = (t'-t_к)\cdot\left(m_ф c_ф+(m_1+m_3)c_в\right), \quad t_0 = 0°C$$

$$t_к\cdot\left(m_ф c_ф+(m_1+m_3)c_в+m_2 c_в\right) = t'\cdot\left(m_ф c_ф+(m_1+m_3)c_в\right) - m_2\lambda + m_2 c_л t_2$$

$$\Downarrow$$

$$t_к = \frac{t'\left(m_ф c_ф+(m_1+m_3)c_в\right)+m_2 c_л t_2-m_2\lambda}{m_ф c_ф+(m_1+m_2+m_3)c_в} =$$

$$\cancel{= \frac{\frac{14430}{319}\cdot\left(500\cdot10^{-3}\cdot500+(300+400)\cdot10^{-3}\cdot4200\right)+(-10)\cdot250\cdot10^{-3}\cdot100-340\cdot250}{500\cdot10^{-3}\cdot500+(300+400+250)\cdot4200\cdot10^{-3}}\,°C =}$$

$$\cancel{= \frac{\frac{14430}{319}\cdot(250+}{250+3990}}$$

$$= \frac{(m_ф c_ф+m_1 c_в)t_1+m_3 c_в t_3+m_2 c_л t_2-m_2\lambda}{m_ф c_ф+(m_1+m_2+m_3)c_в} =$$

$$= \frac{(500\cdot10^{-3}\cdot500+300\cdot10^{-3}\cdot4200)\cdot90+400\cdot10^{-3}\cdot4200\cdot5+(-10)\cdot100\cdot250\cdot10^{-3}-250\cdot340}{500\cdot10^{-3}\cdot500+(300+400+250)\cdot4200\cdot10^{-3}}\,°C$$

$$= \frac{(250+1260)\cdot90+1680\cdot5-250-85000}{250+3990}\,°C =$$

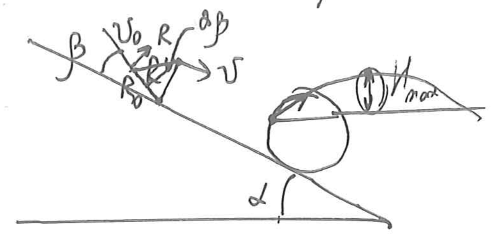
$$= \frac{1510\cdot90+1680\cdot5-85250}{4240}\,°C = \frac{13590+840-8525}{424}\,°C =$$

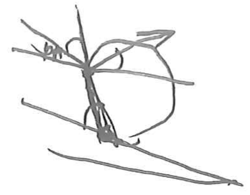
$$= \frac{5905}{424}\,°C \approx 13{,}93°C$$

Ответ: $t_к \approx 13{,}93°C$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

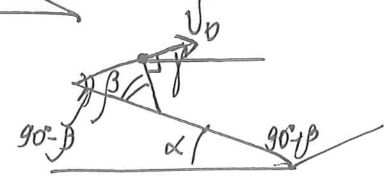
Черновик



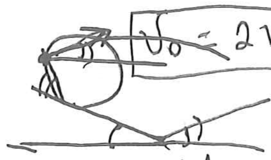


$\frac{v_0}{R_0}=\frac{v}{R}$

$R_0=2R\cdot\sin\beta$

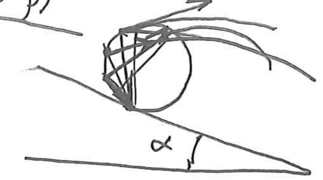


$\boxed{\gamma = \cancel{180°}\ 90°-\alpha-\beta}$



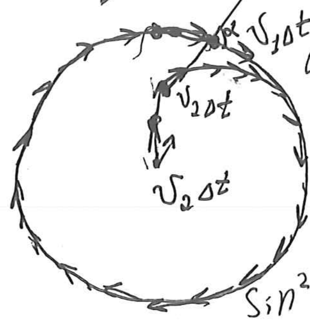
$\boxed{v_0=2v\sin\beta}$

$H_{max} = \frac{v_0^2\sin^2(90°-\alpha-\beta)}{2g}$



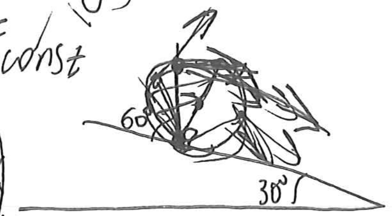
$H_{max} = \frac{2v^2}{g}\cdot\sin^2\beta\cdot\cos^2(\alpha+\beta)$

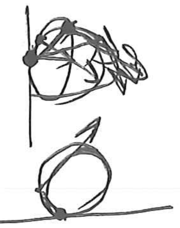
t



$v_1\Delta t$ const

$v_2\Delta t$





$\beta=0$

$\sin\beta\cdot\cos(\alpha+\beta)=0$

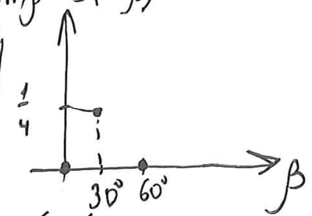
$\cancel{\alpha}\ \beta\le 60°$

$\sin^2\beta\cdot\cos^2(\alpha+\beta)\uparrow max.$

$\beta=30°$ $\sin\beta\cdot\cos(\alpha+\beta)$

$\frac12\cdot\frac12=\boxed{\frac14}$

$\frac{\sqrt3}{2}\cdot 0=0$

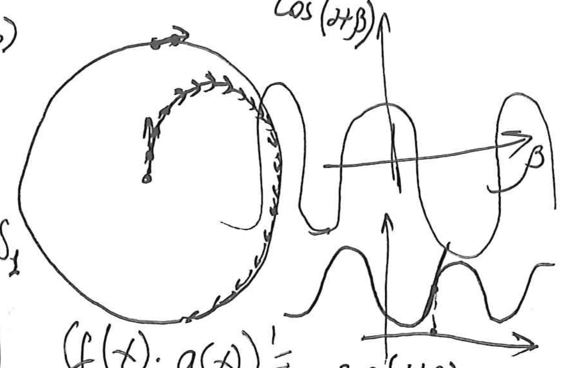


$\boxed{v_2\Delta t - v_1\Delta t\cos\alpha}$

$\sin\beta\cdot\cos(\alpha+\beta)\uparrow max$

$\sin\beta\cos(\alpha+\beta)\uparrow max$

L $\boxed{\sin\beta\cdot\cos(\alpha+\beta)}$ $\cos(\alpha+\beta)$



$\cancel{-\cos\beta\cdot\sin(\alpha+\beta)}\ \beta$

x^2 $\boxed{2x}$ $(f(g(x)))' =$ $v_2<v_1$

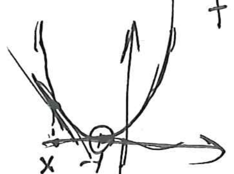
$(x+1)^2$

$f'(g(x)) = \cancel{g'(x)}\cdot f'(g(x))$

$(f(x)\cdot g(x))' = f'(x)\cdot g(x)+f(x)\cdot g'(x)$

$\cancel{\cos}$ $\sin(\alpha+\beta)\cdot\beta$

$\sin(\alpha+\beta)-\beta$



$\boxed{2(x+1)}$ $\frac{\sqrt3}{4}$

$\cos(\alpha+\beta)\cdot\cos\beta=\sin\beta\cdot\sin(\alpha+\beta)\cdot\beta$

$tg\beta=\frac{1}{tg(\alpha+\beta)}$ $\frac{\sqrt3}{4}$ $tg\beta = tg(90°-\alpha-\beta)$

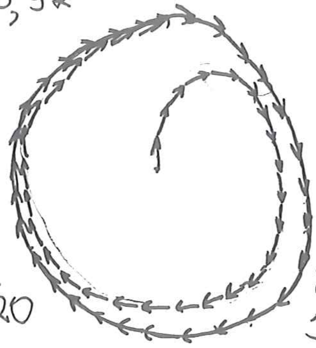
$90°-\alpha=2\beta$ $\beta=\frac{90°-\alpha}{2}=30°$

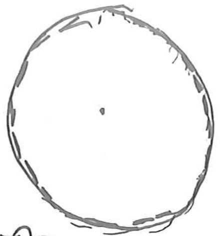
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Черновик

$5905 : 424 = 13{,}92$

-424, 1665, -1272, 3930, -3816, 1140, -848, 2920





Волк пробегал $v_2 t$

$95 \cdot 42 = 190 + 380 = 3990$

$1100 \cdot 75 = 920$

$\sin\beta \cdot \cos(\tfrac{\pi}{2} - \alpha + \beta)$

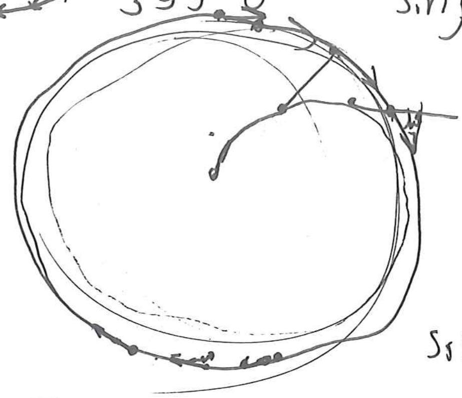
$\sin\beta \cdot \sin(\underbrace{90^\circ - \alpha}_{\gamma} - \beta)$

$\sin\beta \cdot \sin(\gamma - \beta)$

$\sin(\tfrac{\gamma}{2} + x)\sin(\tfrac{\gamma}{2} - x)$

$\sin\beta \cdot (\sin\gamma \cos\beta - \sin\beta\cos\gamma)$

$25 \cdot 42 = 50 + 100 = 1050$



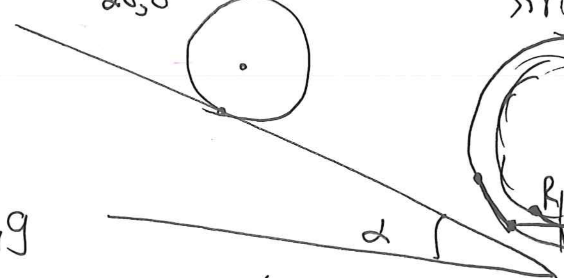
$24 \cdot 6 = 144$, $144 / 5 = 28{,}8$

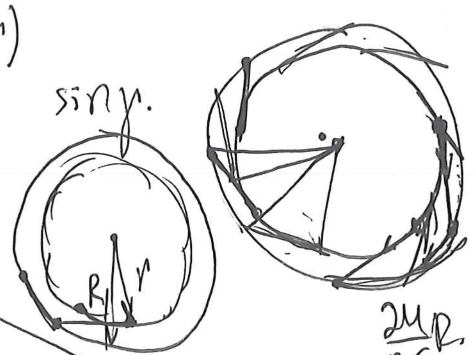
$25 \cdot 25 = 125 + 50 = 625$

$625 - 576 = 49$

$24 \cdot 24 = 96 + 48 = 576$

$\sin\gamma$





24ρ, 285

$\dfrac{\sin(\alpha + \Delta\alpha) - \sin\alpha}{\Delta\alpha} = \dfrac{\sin\alpha \cancel{\sin\Delta\alpha + \cos\alpha \cdot \cos\Delta\alpha}}{\Delta\alpha}$

$= \dfrac{\sin\alpha \cdot 1 - \sin\alpha + \Delta\alpha \cdot \cos\alpha}{\Delta\alpha} = \boxed{\cos\alpha}$

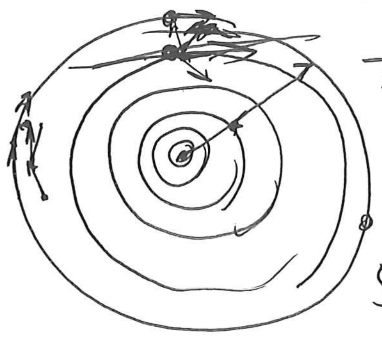
$42 / 5 = 8{,}4$

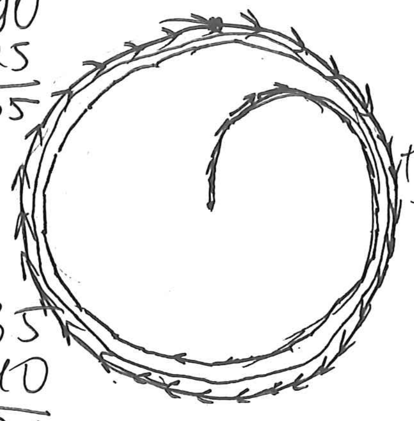
$42 \cdot 25 = 210 + 84 = 1050$

8250

$13590 - 8525 = 5065$

$25 \cdot 34 = 100 + 75 = 850$





$5065 + 840 = 5905$

39-62-68-77 (5.1)

Чистовик

№4

Дано:

$t_1 = 8{,}6^\circ C$

$U = 200\,B$

$N = 2$

$\alpha = 4\,л/мин$

$t_2 = 40^\circ C$

$d = 0{,}6\,мм$

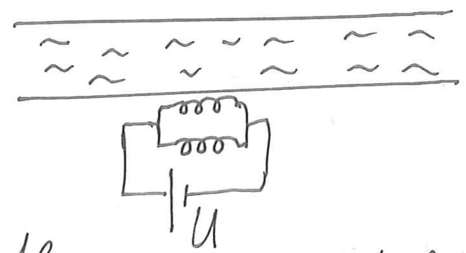
$\rho = 1{,}1\,Ом \cdot мм^2/м$

$c = 4200\,Дж/(кг \cdot {}^\circ C)$

$\rho_0 = 1000\,кг/м^3$

$L - ?$

Решение:



Найдём мощность системы из N спиралей. Все N спирали одинаковы $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ через них течёт одинаковый ток (сопротивления равны, напряжение равны $= U$). Пусть R – сопротивление каждой спирали $\Rightarrow$ $\Rightarrow R = \rho\frac{l}{S}$, l – длина нихромовой проволоки на спирали, S – площадь сечения ~~спиры~~ проволоки. $P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2 S}{\rho l}$ – мощность у одной спирали $\Rightarrow P_0 = PN = \frac{U^2 S}{\rho l} N$ – вся мощность. Рассмотрим маленькое время Δt. За это время выделилось $Q_0 = \Delta t P_0 = \Delta t \frac{U^2 S}{\rho l} N$ теплоты со стороны нагревательного элемента. За Δt успело пройти $\alpha \Delta t$ воды $\Rightarrow$ ~~за~~ вся масса, пройденной воды $\alpha \Delta t \rho_0$. Запишем УТБ:

$$\alpha \Delta t \rho_0 \cdot (t_2 - t_1) \cdot c = Q_0 = \Delta t \frac{U^2 S}{\rho l} N$$

$$\Downarrow$$

$$\alpha \rho_0 (t_2 - t_1) c = \frac{U^2 S}{\rho l} N \Rightarrow l = \frac{U^2 S N}{\rho \alpha \rho_0 (t_2 - t_1) \cdot c}.$$

$L = l \cdot N$ т.к. l – длина одной спирали $\Rightarrow L = \dfrac{U^2 S N^2}{\rho \alpha \rho_0 (t_2 - t_1) \cdot c}$

$S = \pi \dfrac{d^2}{4}$ – площадь сечения $\Rightarrow L = \dfrac{U^2 N^2 \cdot \pi d^2}{4 \rho \alpha \rho_0 (t_2 - t_1) \cdot c} =$ +

$$= \frac{(200)^2 \cdot 2^2 \cdot \pi \cdot (0{,}6)^2}{4 \cdot 1{,}1 \cdot \frac{4}{60} \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot (40 - 8{,}6) \cdot 4200}\,м = \frac{14400\pi \cdot 60}{44 \cdot 314 \cdot 42}\,м = \frac{16 \cdot 900\pi \cdot 60\,м}{4 \cdot 11 \cdot 2 \cdot 157 \cdot 2 \cdot 21} =$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чистовик

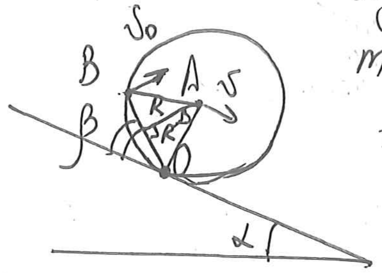
$$= \frac{60\cdot 300\pi}{11\cdot 157\cdot 7}м \approx \frac{60\cdot 300\cdot 3{,}14}{11\cdot 157\cdot 7}м = \frac{300\cdot 60}{11\cdot 7\cdot 50}м = \frac{360}{77}м \approx 5м$$

Ответ: 5м +

№5

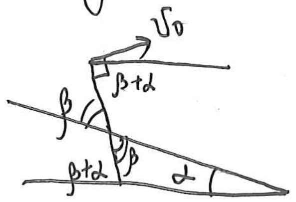
Дано:
$\alpha = 30°$
$v = 10 м/с$
$g = 10 м/с^2$
H_{max} – ?

Решение:



Пусть капля отлетела из точки B. т.A – центр колеса, т.O – ~~центр мгновенного~~ мгновенный центр вращения т.к. там скорость 0. v_0 – скорость капли; ω – угловая скорость вращения отн т O ⇒ ⇒ $\omega R = v$, $\omega\cdot OB = v_0$ ⇒ $\frac{v_0}{v} = \frac{OB}{R}$. ~~Нуа~~ Отметим β ⇒ $\angle BOA = 90° - \beta$, $\angle OAB = 2\beta$ т.к △OAB – равнобедр ⇒ $OB = R\cdot\sin\beta\cdot 2$ ⇒ $\boxed{v_0 = \frac{2R\sin\beta\, v}{R} = 2\sin\beta\, v}$

С такой скоростью полетела капля. Она полетела под углом $90° - \alpha - \beta$ к горизонту:



По формуле $H = \frac{v_0^2 \sin^2(90° - \alpha - \beta)}{2g}$.

скорость $v_0 \sin(90° - \alpha - \beta)$ уменьшается до 0, ускорение = g.

$$H = \frac{4\sin^2\beta\, v^2 \cdot \sin^2(90° - \alpha - \beta)}{2g} = \frac{2v^2 \cdot \sin^2\beta \cdot \cos^2(\alpha+\beta)}{g}$$ – высота относительно точки отрыва. Надо найти максимальное значение этого выражения. $\frac{2v^2}{g}$ – const ⇒ ⇒ надо максимизировать $\sin^2\beta \cdot \cos^2(\alpha+\beta)$.

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

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

39-62-68-77
(5.1)

Чистовик

$90^\circ-\alpha-\beta \geq 0$ т.к. иначе тело полетит вниз и $H=0$ м.

Тогда $\beta < 90^\circ$, $\alpha+\beta \leq 90^\circ$ $\Rightarrow$ $\sin\beta \geq 0$, $\cos(\alpha+\beta) \geq 0$ $\Rightarrow$ надо максимизировать $\sin\beta\cdot\cos(\alpha+\beta)$, $\alpha+\beta\leq 90^\circ$. Возьмём производную.

$\sin'\beta = \cos\beta$ (производная синуса = косинус

$\cos'(\alpha+\beta) = -\sin(\alpha+\beta)$ производная косинуса = − синус)

Тогда $(\sin\beta\cdot\cos(\alpha+\beta))' = \sin\beta\cdot(\cos'(\alpha+\beta)) + \cos\,\sin'\beta\cdot\cos(\alpha+\beta) =$

$= -\sin\beta\cdot\sin(\alpha+\beta) + \cos\beta\cdot\cos(\alpha+\beta)$. В максимуме производная равна $0 \Rightarrow \cos\beta\cdot\cos(\alpha+\beta) = \sin\beta\cdot\sin(\alpha+\beta) \Rightarrow$

$\Rightarrow tg\,\beta = \frac{1}{tg(\alpha+\beta)}$. $\frac{1}{tg(\alpha+\beta)} = ctg(\alpha+\beta) = tg(90^\circ-\alpha-\beta) \Rightarrow$

$\Rightarrow tg\,\beta = tg(90^\circ-\alpha-\beta)$ $0 \leq 90^\circ-\alpha-\beta \leq 90^\circ$, $0^\circ \leq \beta \leq 90^\circ \Rightarrow$

$\Rightarrow \beta = 90^\circ-\alpha-\beta$ т.к. функция tg в этом диапозоне строго возрастающая $\Rightarrow 2\beta = 90^\circ-\alpha$

$\beta = \frac{90^\circ-\alpha}{2}$. Вернёмся к H:

$$H_{max} = \frac{2v^2}{g}\cdot\sin^2\left(\frac{90^\circ-\alpha}{2}\right)\cdot\cos^2\left(\frac{90^\circ+\alpha}{2}\right) = \frac{2v^2}{g}\cdot\sin^4\left(\frac{90^\circ-\alpha}{2}\right) =$$

$$= \frac{2\cdot 10^2}{10}\cdot\sin^4\left(\frac{90^\circ-30^\circ}{2}\right)м = \frac{200}{10}\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^4 м = \frac{5}{4} м = 1{,}25 м -$$

максимальная высота.

Ответ: 1,25 м +

20

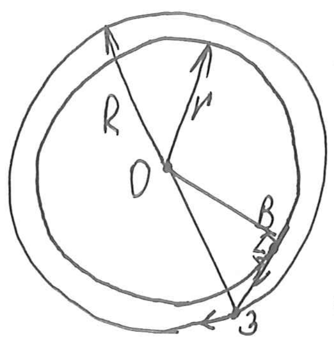
Чистовик

№1

Дано:
$R=30м$
$v_1=25км/ч$
$v_2=24км/ч$

$L-?$

Решение:



Спустя время ~~t~~ ($t >> \frac{2\pi R}{v_1}$) Волк начнёт двигать по окружности радиуса r. (т.к. прошло слишком много времени). Касательная в точке нахождения Волка будет проходить через зайца. Тогда Волк будет бежать прямо на зайца. Чтобы выполнелось условие того, что Волк всегда бежит на Зайца, нужно чтобы и они одновременно пробегали круг: $\frac{2\pi r}{v_2} = \frac{2\pi R}{v_1} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{r}{R} = \frac{v_2}{v_1}$ - нашли радиус окружности Волка.

L- длина касательной В3 т.О- центр окружности $\Rightarrow$
$\Rightarrow OB \perp B3$ т.к. B3 - это касательная к окружности. Тогда $\Delta OB3$-прямоуг и выполнена Th Пифагора: $L^2 + r^2 = R^2 \Rightarrow L^2 = R^2 - r^2$ $\quad r = R \cdot \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow$

$$\Rightarrow L^2 = R^2 - \frac{v_2^2}{v_1^2} R^2 = R^2 \cdot \frac{v_1^2 - v_2^2}{v_1^2}$$

$$L = \frac{R}{v_1} \cdot \sqrt{v_1^2 - v_2^2} = \frac{30м}{25км/ч} \cdot \sqrt{25^2 - 24^2}\,км/ч = \left(\frac{6}{5} \cdot \sqrt{49}\right)м =$$
$= 8,4м$

Ответ: $L = 8,4м$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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