0 199906 740001

19-99-06-74
(5.10)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант ____________

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по ~~[illegible]~~ физике
профиль олимпиады

Мякинченко Дмитрий Максимович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Вышел 16^{57}
вернулся 17^{03}

Дата

«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

19-99-06-74 (5.10)

Чистовик

Задача 2.

$V = 100\,см^3$
$m = 20\,г$
$\rho_B = 1\,г/см^3$
$\rho_M = 0{,}92\,г/см^3$

$M - ?$

Пусть мы насыпали M песка.

$F_{AB} + F_{AM} = (m+M)g$ +

$F_{AB} = \rho_B \frac{V}{2} g$ +

$F_{AM} = \rho_M \frac{V}{2} g$ +

$M = \rho_B \frac{V}{2} + \rho_M \frac{V}{2} - m$ +

$M = V\frac{\rho_B + \rho_M}{2} - m = 100 \cdot \frac{1+0{,}92}{2} - 20 =$ +

$= 100 \cdot 0{,}96 - 20 = 76\,(г)$ +

Ответ: $M = 76\,г.$

Задача 3.

$m_ф = 500\,г = 0{,}5\,кг$
$m_1 = 0{,}3\,кг$
$t_1 = 90°C$
$m_3 = 0{,}4\,кг$
$t_3 = 5°C$
$m_2 = 0{,}25\,кг$
$t_2 = -10°C$
$c_B = 4200\,Дж/(кг \cdot °C)$
$\lambda = 340\,кДж/кг$
$c_1 = 100\,Дж/(кг \cdot °C)$
$c_ф = 500\,Дж/(кг \cdot °C)$
$T_к - ?$

~~испорчено~~

Пусть T' – температура до добавления льда.

Тогда $T' \cdot (m_ф c_ф + m_1 c_B + m_3 c_B) =$
$= t_1 \cdot m_ф c_ф + t_1 \cdot m_1 \cdot c_B + t_3 \cdot m_3 \cdot c_B$

$T' = \frac{t_1(m_ф c_ф + m_1 c_B) + t_3 \cdot m_3 c_B}{m_ф c_ф + m_1 c_B + m_3 c_B} = \frac{90 \cdot (250+1260) + 5 \cdot 1680}{250+1260+1080} =$
$= 90 - \frac{85 \cdot 1680}{3190} = 90 - \frac{85 \cdot 168}{319}\ (°C)$

Пусть $T_к \leqslant 0°$. Тогда $m_2(-t_2 c_1 + \lambda) \geqslant$
$\geqslant T' \cdot (m_ф c_ф + m_1 c_B + m_3 c_B)$.
$m_2 \lambda - m_2 t_2 c_1 \geqslant m_ф c_ф t_1 + m_1 c_B t_1 + m_3 c_B t_3$
$85000 + 250 \geqslant 90 \cdot 250 + 1260 \cdot 90 + 5 \cdot 1680 \geqslant 90 \cdot 1000 = 90000$
$85250 \geqslant 90000$
Противоречие.

Значит, $T_к > 0°C$.

$(t_1 - T_к)(m_ф c_ф + m_1 c_B) = (T_к - t_3)(m_3 c_B) + T_к c_B m_2 + m_2 \lambda - m_2 c_1 t_2$

$T_к(m_3 c_B + m_ф c_ф + m_1 c_B + m_2 c_B) = t_1 m_ф c_ф + t_1 m_1 c_B + t_3 m_3 c_B - m_2 \lambda + m_2 c_1 t_2$

Лист 1 из 7

1	2	3	4	5	Σ
1	20	19	20	20	80 (Восемьдесят)

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

Чистовик

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

$$T_K = \frac{90\cdot250+90\cdot1260+5\cdot1480-10\cdot25-0{,}25\cdot340000}{250+4200\cdot(0{,}25+0{,}3+0{,}4)} =$$

$$= \frac{90\cdot250+90\cdot1260+7400-250-85000}{250+4090} = \cancel{22500+(90000+18000+5400)+}$$

$$= \frac{22500+(108000+5400)+7400-250-85000}{4340} = \frac{27900+(108000-85000)+7150}{4340} =$$

$$= \frac{35050+23000}{4340} = \frac{58050}{4340} = \frac{5805}{434}(^\circ C) \approx 13{,}37^\circ C \approx 13{,}4^\circ C$$

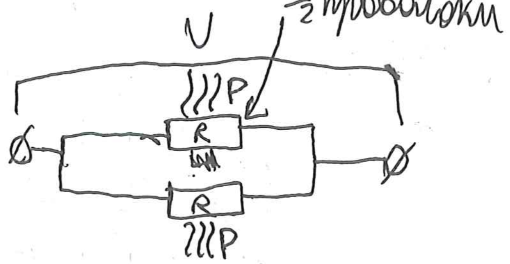
$$\begin{array}{r|l} 5805 & 434 \\ -434 & 13{,}37 \\ \hline 1465 & \\ -1302 & \\ \hline 1630 & \\ -1302 & \\ \hline 3280 & \\ -3038 & \\ \hline 242 & \end{array}$$

Ответ: 13,4°С.

Задача 4.

$U = 200$ В
$\rho = 1{,}1$ Ом·мм²/м
$d = 0{,}6$ мм
$N = 2$
$t_1 = 8{,}6^\circ C$
$t_2 = 40^\circ C$
$\alpha = 4$ л/мин
$c = 4200$ Дж/(кг·°С)
$\rho_0 = 1000$ кг/м³

$L - ?$



Возьмём $\tau = 1$ мин.

$$2P\tau = (t_2 - t_1)c\cdot(\alpha\tau\cdot\rho_0)$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$R = \rho\frac{\frac{L}{2}}{S}$$

$$S = \pi\frac{d^2}{4}$$

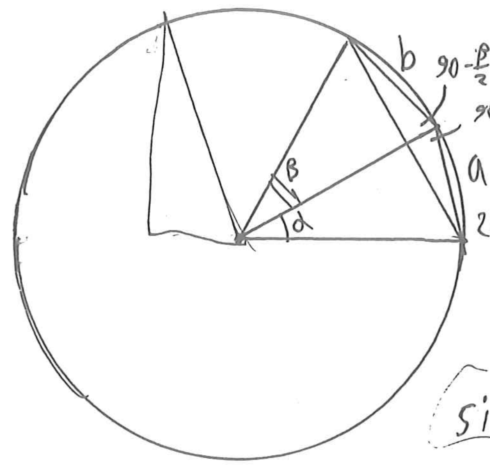
$$P = \frac{2U^2S}{\rho L} = \frac{2\pi U^2 d^2}{4\rho L} = \frac{\pi U^2 d^2}{2\rho L}$$

$$(t_2 - t_1)c\alpha\rho_0 = \frac{\pi U^2 d^2}{\rho L}$$

$$L = \frac{\pi U^2 d^2}{\rho(t_2-t_1)c\alpha\rho_0} = \pi\cdot\frac{200^2\cdot0{,}6^2}{1{,}1\cdot31{,}4\cdot4200\cdot\frac{4}{60}}$$

Лист 2 из 7

Черновик



b $90 - \frac{\beta}{2}$
$90 - \frac{\alpha}{2}$
a

$a^2 = 2R^2 - 2R^2\cos\alpha$
$b^2 = 2R^2 - 2R^2\cos\beta$

$a = R\sqrt{2}\sqrt{1-\cos\alpha}$
$b = R\sqrt{2}\sqrt{1-\cos\beta}$

$\cancel{2R^2+2R^2}$

$2R^2 - 2R^2\cos(\alpha+\beta) = 4R^2 - 2R^2(\cos\alpha + \cos\beta) -$

$+ 2\cos\frac{\alpha+\beta}{2}\cdot 2R\cdot\sqrt{(1-\cos\alpha)(1-\cos\beta)}$

$\sin(90+60) = \frac{1}{2}$

$\sin\alpha\sin\beta \pm \cos\alpha\cos\beta$? X

$\sin\alpha\cos\beta \pm \sin\beta\cos\alpha$? V

$\sin\alpha\sin\beta$ 60 60 $\frac{1}{2}$

$\sin(0+\alpha) = \sin\alpha$

$\sin\alpha\cdot1 \pm \cos\alpha\cdot0$

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

$\sin(\alpha-\beta) = \sin\alpha\cos\beta - \sin\beta\cos\alpha$

Лист 6 из 7

19-99-06-74
(5.10)

Чистовик

$$L = \pi \cdot \frac{120^2 \cdot 60}{34{,}54 \cdot 4200 \cdot 4} = \pi \cdot \frac{36 \cdot 60}{34{,}54 \cdot 42} = \pi \cdot \frac{360}{7 \cdot 34{,}54} = \frac{360\pi}{7 \cdot 1{,}1 \cdot 31{,}4} =$$

$$= \frac{360}{7{,}7} \cdot \frac{\pi}{31{,}4} = 40\frac{520}{77} \cdot \frac{\pi}{31{,}4} = 46\frac{58}{77} \cdot \frac{\pi}{31{,}4} \approx 46{,}75 \cdot 0{,}1 \approx 4{,}7\,м$$

$L \approx 4{,}7\,м \approx 5\,м$

Ответ: 5 м.

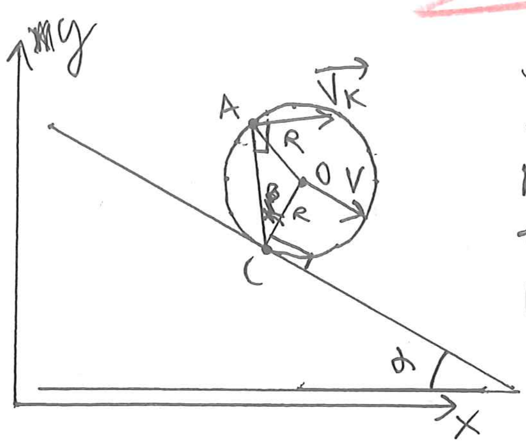
Задача 5.

$\alpha = 30^\circ$

$V = 10\,м/с$

$g = 10\,м/с^2$

H_{max} - ?



Пусть в момент отрыва колесо касается плоскости в точке C, а капелька оторвалась от точки A.

$$H = \frac{V_{Ky}^2}{2g}$$

Черновик

$$\cancel{\sin\beta = \frac{-2\cos\beta \pm \sqrt{4\cos^2\beta + 4(\sqrt{3}-1)(\sqrt{3}+1)}}{2(\sqrt{3}+1)} = \frac{-\cos\beta \pm \sqrt{\cos^2\beta + 2}}{\sqrt{3}+1}}$$

$$\cancel{\text{т.к. } \beta \in [-90°; 90°]; \sin\beta \geq 0 \Rightarrow \sin\beta = \frac{\sqrt{\cos^2\beta + 2} - \cos\beta}{\sqrt{3}+1}}$$

$$\cancel{\cos^2\beta = \frac{\sin^2\beta(\sqrt{3}+1) - \sqrt{3}+1}{2\sin\beta} = \sin\beta\frac{\sqrt{3}+1}{2} - \frac{\sqrt{3}-1}{2\sin\beta}}$$

$V'_{ку\beta} = 0$, если $V_{ку}(\beta) = V_{ку\max}$

$$V'_{ку\beta} = V\left(-\sqrt{3}(\cos^2\beta - \sin^2\beta) + 2\cos\beta\sin\beta\right)$$

$$\sqrt{3}\cos^2\beta - \sin^2\beta + 2\cos\beta\sin\beta = 0$$

$$-\sqrt{3}\cos^2\beta + \cos^2\beta - (\sin\beta - \cos\beta)^2 = 0$$

$$(-\sqrt{3}+1)\cos^2\beta = (\sin\beta - \cos\beta)^2$$

$$\cos\beta = \frac{\sin\beta - \cos\beta}{\sqrt{-\sqrt{3}+1}}$$

$$\cos\beta = \sin\beta \cdot \frac{1}{\sqrt{\sqrt{3}+1}\cdot(\sqrt{\sqrt{3}+1}+1)}$$

$$\operatorname{tg}\beta = \sqrt{\sqrt{3}+1}\cdot(\sqrt{\sqrt{3}+1}+1) = \sqrt{3}+1+\sqrt{\sqrt{3}+1}$$

$$\cancel{\frac{1}{\cos^2\beta} = 1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2\beta} = 1 +}$$

$$\frac{1}{\cos^2\beta} = 1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2\beta} = \frac{\operatorname{tg}^2\beta + 1}{\operatorname{tg}^2\beta}$$

$$V_{ку\max} = V\left(\cos^2\beta\left(\sqrt{3}\operatorname{tg}\beta - 1\right)\right) = V\left(\cos^2\beta\left(3+\sqrt{3}+\sqrt{3+\sqrt{3}+3} - 1\right)\right) =$$

$$= V\left(\frac{\operatorname{tg}^2\beta\left(2+\sqrt{3}+\sqrt{3+3\sqrt{3}}\right)}{\operatorname{tg}^2\beta + 1}\right)$$

$$\operatorname{tg}^2\beta = 1+3+\sqrt{3}+1+2\sqrt{3}+2\sqrt{\sqrt{3}+1}+2\sqrt{3\sqrt{3}+3}$$

$$V_{ку\max} = V\left(\frac{(5+3\sqrt{3}+2\sqrt{\sqrt{3}+1}+2\sqrt{3\sqrt{3}+3})(2+\sqrt{3}+\sqrt{3+3\sqrt{3}})}{6+3\sqrt{3}+2\sqrt{\sqrt{3}+1}+2\sqrt{3\sqrt{3}+3}}\right)$$

Лист 4 из 7

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

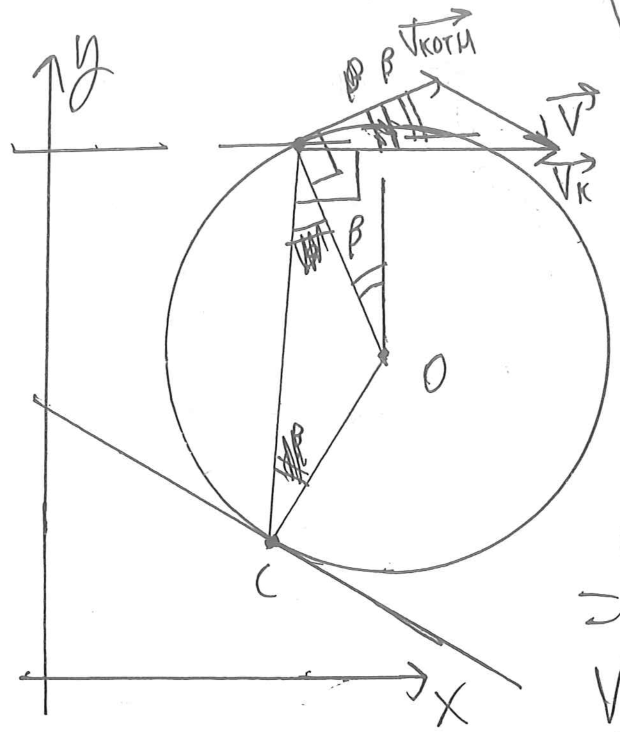
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

19-99-06-74 (5.10)

Чистовик

СО колеса:



$V_{котн} = V$

$\vec{V}_к = \vec{V} + \vec{V}_{котн}$

$V_{ку} = V_{котн} \sin\beta - V \cdot \sin\alpha$

$V_{ку} = V(\sin\beta - \frac{1}{2})$

Чем больше $\sin\beta$, тем больше $V_{ку}$ и H, соотв.

$\Rightarrow$ $V_{ку\,max}$ при $\sin\beta = 1$

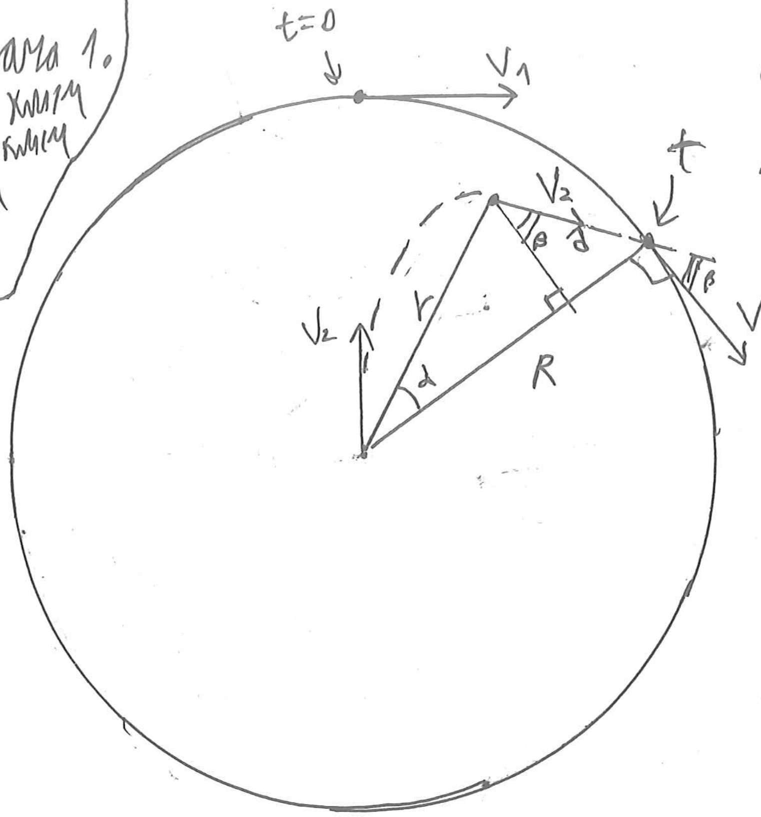
$V_{ку\,max} = \frac{V}{2}$

$H_{max} = \frac{V_{ку\,max}^2}{2g} = \frac{V^2}{8g} = \frac{100}{80} = 1{,}25 (м)$

Ответ: 1,25 м. + 20

Лист 5 из 7

Задача 1.
$V_1 = 25$ км/ч
$V_2 = 24$ км/ч
$R = 30$ м
L — ?



$d^2 = r^2\sin^2\alpha + (R-r)^2$

Δt мало

Δ[illegible]$ = (V_1\cos\beta - V_2$[illegible]$)\Delta t$

$\sin\beta = \frac{R-r}{d}$

$\Delta r = V_2\sin(\alpha-\beta)\Delta t$

$\Delta\alpha = \left(\frac{V_1}{R} - \frac{V_2\cos(\alpha-\beta)}{r}\right)\Delta t$

$\Delta\beta =$

Лист 5 из ~~6~~7

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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