



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант \_\_\_\_\_

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников по ~~Физике~~ Ломоносов  
наименование олимпиады

по Физике  
профиль олимпиады

Панченко Олега Владимировича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
« 13 » ФЕВРАЛЯ 2026 года

Подпись участника  
Анод

$$\begin{array}{r}
 4200 \\
 2100 \quad 2 \\
 300 \quad 3 \\
 350 \quad 2 \\
 40 \quad 5 \\
 10 \quad 5 \\
 2 \quad 2 \\
 1 \quad 1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 2^3 \cdot 5^2 \cdot 3 \cdot 4 \\
 2^4 \\
 -360 \\
 \hline
 308 \\
 -520 \\
 \hline
 468 \\
 -480 \\
 \hline
 480
 \end{array}$$

48 · 2 =

ЧИСТОВИК

N 4

$$\alpha = 4 \text{ л/мин}, \rho_0 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\alpha = 4 \text{ л/мин} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{мин}, \rho_0 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \beta = \alpha \cdot \rho_0 = 4 \text{ кг/мин} = \frac{1}{15} \text{ кг/с}$$

$$P_{\text{н}} = \frac{Q}{T} = \frac{cm(t_2 - t_1)}{t} = \beta c (t_2 - t_1) = \alpha \rho_0 c (t_2 - t_1) \quad (\text{МОЩНОСТЬ НАГРЕВА В ОБОИ})$$

$$P_{\text{н}} = N P_1 = \frac{N U^2}{R} = \frac{N U^2}{\rho \frac{L}{S}} = \frac{N U^2 S}{\rho L} = \frac{2 U^2 \cdot \pi \frac{d^2}{4}}{\rho L} = \frac{N U^2 \pi d^2}{4 \rho L} \quad (\text{МОЩНОСТЬ НАГРЕВА В А СПИРАЛИ})$$

$P_{\text{н}} = P_{\text{н}}$  (Т.К. В УСЛОВИИ СКАЗАНО)

$$\alpha \rho_0 c (t_2 - t_1) = \frac{N U^2 \pi d^2}{4 \rho L} \Leftrightarrow 4 \rho L \alpha \rho_0 c (t_2 - t_1) = N U^2 \pi d^2 \Leftrightarrow$$

$$L_1 = \frac{N \pi U^2 d^2}{4 \rho \alpha \rho_0 c (t_2 - t_1)}$$

$L_B = N L_1$

$$L_B = \frac{N^2 U^2 d^2 \pi}{4 \rho \alpha \rho_0 c (t_2 - t_1)} = \frac{2^2 \cdot 200^2 \cdot 0,6^2 \cdot \pi}{4 \cdot 1,1 \cdot \frac{1}{15} \cdot 4200 \cdot (40 - 8,6)} =$$

$$= \frac{240^2 \pi \cdot 15}{4 \cdot 4200} = \frac{120^2 \cdot 15 \cdot \pi}{1,1 \cdot 4200 \cdot 31,4} = (\text{ПРИМЕМ } \pi \approx 3,14) =$$

$$= \frac{120^2 \cdot 15 \cdot 3,14}{1,1 \cdot 4200 \cdot 31,4} = \frac{120^2 \cdot 15}{11 \cdot 4200} = \frac{30^2 \cdot 4^2 \cdot 15}{11 \cdot 4200} =$$

$$= \frac{15^2 \cdot 2^6}{11 \cdot 2^3 \cdot 5^2 \cdot 3 \cdot 7} = \frac{3^3 \cdot 5^3 \cdot 2^6}{11 \cdot 2^3 \cdot 5^2 \cdot 3 \cdot 7} = \frac{3^2 \cdot 5 \cdot 2^3}{11 \cdot 7} = \frac{9 \cdot 5 \cdot 8}{11 \cdot 7} = \frac{40 \cdot 9}{11 \cdot 7} =$$

$$= \frac{360}{77} \approx 4,7 \text{ м} \approx 5 \text{ м}$$

ОТВЕТ: 5 м

3	20	Мощность	100 (См)
4	20	Утечка	20
5	20	Спираль	20
1	20	Загрузка	
2	20	Смещение	
3	20	Мощность	
4	20	Утечка	
5	20	Спираль	

~~РАСЧЕТ~~ ЧЕРНОВИК

НЗ

ТЕПЛОЕМКОСТЬ ЧАЙНИКА И ЧАЯ В ПЕРВЫЙ РАЗ!

$C_1 = c_{в} m_1 + c_{ф} m_{ф}$

ЗАПИШЕМ УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА!

$Q_л = Q_{1м}; t^* - \text{КОНЕЧНАЯ ТЕМПЕРАТУРА.}$

$c_л \cdot m_л \cdot (0 - t_2) + \lambda m_л + m_л C_в (t^* - 0) = C_1 (t_1 - t^*)$

$m_л (\lambda - c_л t_2) + m_л C_в t^* = C_1 t_1 - C_1 t^*$

$(m_л C_в + C_1) t^* = C_1 t_1 - m_л (\lambda - c_л t_2)$

$t^* = \frac{C_1 t_1 - m_л (\lambda - c_л t_2)}{m_л C_в + C_1}$

$t^* = \frac{(c_{в} m_1 + c_{ф} m_{ф}) t_1 - m_2 (\lambda - c_л t_2)}{m_2 C_в + c_{в} m_1 + c_{ф} m_{ф}}$

$t^* = \frac{(4200 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,5) \cdot 90 - 0,25(340000 + 100 \cdot 10)}{0,25}$

$4200 \cdot 0,3$

$\frac{420 \cdot 3}{3} = 1260$

$\frac{420}{20} = 21$

$340000 \cdot 0,25$

$\frac{1920}{18} = 106,66$

009,60

$4200 \cdot 0,65$

$42 \cdot 65 = 2730$

$\frac{424}{1665} = 25,46$

$\frac{2 \cdot 25000}{340000} = 0,147$

$\frac{1260}{256} = 4,92$

$\frac{135900}{85000} = 1,599$

$\frac{1260}{250} = 5,04$

$\frac{135900}{9} = 15100$

08-10-07-71  
(5.14)

Чистовик

№3

ТЕПЛОЕМКОСТЬ ЧАИ И ЧКА И ЧАЯ В ПЕРВЫЙ РАЗ:

$$C_1 = c_B m_1 + c_{\text{ст}} m_{\text{ст}}$$

ЗАПИШЕМ УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОГО БАЛАНСА!  $t^*$  - КОНЕЧНАЯ  $t$ 

$$C_1(t_1 - t^*) + c_B m_3(t_3 - t^*) + c_A m_2(t_2 - 0) - \lambda m_2 + m_2(c_B(t_0 - t^*)) = 0$$

$$C_1 t_1 - C_1 t^* + c_B m_3 t_3 - c_B m_3 t^* + c_A m_2 t_2 - \lambda m_2 - m_2 c_B t^* = 0$$

$$C_1 t_1 + c_B m_3 t_3 + c_A m_2 t_2 - \lambda m_2 = C_1 t^* + c_B(m_3 t^* + m_2 t^*)$$

$$\frac{C_1 t_1 + c_B m_3 t_3 + c_A m_2 t_2 - \lambda m_2}{C_1 + c_B(m_3 + m_2)} = t^*$$

$$t^* = \frac{(c_B m_1 + c_{\text{ст}} m_{\text{ст}}) t_1 + c_B m_3 t_3 + c_A m_2 t_2 - \lambda m_2}{c_B m_1 + c_{\text{ст}} m_{\text{ст}} + c_B(m_3 + m_2)}$$

$$t^* = \frac{(4200 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,5) \cdot 90 + 4200 \cdot 0,4 \cdot 5 + 100 \cdot 0,25 \cdot (-10) - 34000 \cdot 0,25}{4200 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,5 + 4200 \cdot (0,4 + 0,25)}$$

$$t^* = \frac{(1260 + 250) 90 + 8400 - 250 - 85000}{1260 + 250 + 2730} =$$

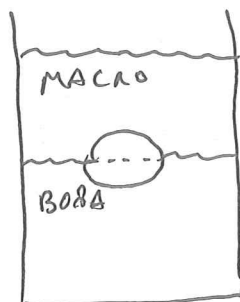
$$= \frac{135900 + 8400 - 250 - 85000}{4240} =$$

$$= \frac{59050}{4240} = \frac{5905}{424} \approx 14^\circ \text{C}$$

ОТВЕТ:  $14^\circ \text{C}$  (+)

ЧИСТО ВУК

№2

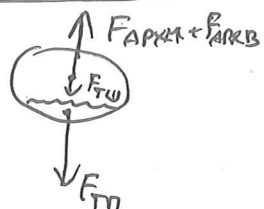


Наголовнику погрузился в воду, а на половину остался в масле  $\Rightarrow$

$\Rightarrow V_{мн} = \frac{V}{2} = V_{вп}$

запишем условие равновесия:

$F_{архм} + F_{архв} = F_{тл} + F_{тп}$



$\rho_m g V_{мн} + \rho_v g V_{вп} = m g + m_n g$

$(\rho_m + \rho_v) \frac{V}{2} = m + m_n$

$m_n = (\rho_m + \rho_v) \frac{V}{2} - m$

$m_n = (920 + 1000) \frac{100 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}{2} - 0,02 =$

$= 1920 \cdot \frac{10^{-4}}{2} - 0,02 = 960 \cdot 10^{-4} - 0,02 = 0,096 - 0,02 = 0,076 \text{ кг} =$

$= 76 \text{ гр}$

ОТВЕТ: 76 гр

ЧЕРНОВИК

~~$\rho = (m_{cp} c_p + m_1 c_1) t_1 + m_3 c_3 t_3 - m_2 c_2 t_2 - \lambda m_2 =$~~

~~$= (4200 \cdot 0,3 + 0,5 \cdot 500) 30 + 0,4 \cdot 2200 \cdot 5 - 0,25 \cdot 100 \cdot 10 - 340000 \cdot 0,25 =$~~

~~$= (1260 + 250) 30 + 8400 - 250 - 85000 =$~~

~~$= 1510 \cdot 30 + 8400 - 250 - 85000 =$~~

~~$= 135900 + 8400 - 250 - 85000 =$~~

~~$m_{cp} c_{cp} + c_v (m_1 + m_3 + m_2) =$~~

~~$\begin{array}{r} 135900 \\ - 85000 \\ \hline 50900 \\ + 8400 \\ \hline 59300 \\ - 250 \\ \hline 59050 \end{array}$~~

~~$= 0,05 \cdot 4200 + 250 =$~~

~~$= 4410 + 250 = 4660$~~

~~$m_{cp} c_{cp} + c_v (m_1 + m_3 + m_2) = 0,95 \cdot 4200 + 250 =$~~

~~$\begin{array}{r} 21 \\ 65 \\ \times 12 \\ \hline 130 \\ 240 \\ \hline 2730 \end{array}$~~

~~$420 \quad \begin{array}{r} 42 \\ 3 \\ \hline 1260 \end{array}$~~

~~$\begin{array}{r} 1260 \\ + 2730 \\ \hline 3990 \\ + 250 \\ \hline 4240 \end{array}$~~

~~$\begin{array}{r} 59050 \\ - 4660 \\ \hline 12450 \\ - 9320 \\ \hline 31300 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4660 \\ \hline 12, \end{array}$~~

~~$\begin{array}{r} 105 \\ \times 42 \\ \hline 210 \\ 420 \\ \hline 4410 \end{array}$~~

~~$\begin{array}{r} 340000 \\ \times 12 \\ \hline 20 \\ 20 \\ \hline 85000 \end{array}$~~

~~$\begin{array}{r} 151 \\ \times 9 \\ \hline 735900 \end{array}$~~

~~$\begin{array}{r} 210 \\ \times 95 \\ \hline 398 \\ 3950 \\ \hline 4240 \end{array}$~~

~~$\begin{array}{r} 59050 \\ 44 \\ \hline 5905 \\ \times 15 \\ \hline 399 \\ 1915 \\ \hline 1995 \end{array}$~~

~~$\begin{array}{r} 5905 \\ - 424 \\ \hline 1665 \\ - 1696 \\ \hline -31 \end{array}$~~

ЦИСТОВИК

N1  
 ЧЕРЕЗ  $t \gg 2\pi R/v_1$  РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ВОЛКОМ И ЗАЙЦЕМ СТАНЕТ ПОСТОЯННЫМ.



ПЕРЕБЬЕМ В СО ВОЛКА:  
~~ЗАЯЦ ПЕРЕСТАЛ ПРИБЛИЖАТЬСЯ,~~  
 Т.К. ~~СКОРЕСТЬ~~ РАССТОЯНИЕ СТАЛО ПОСТОЯННЫМ  $\Rightarrow v_3$  СТАЛО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ЛИНИИ ЗВ.  
 $\vec{v}_3 = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$  ( $\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{пер}$ )  
 Т.К.  $v_2$  ВСЕГДА НАПРАВЛЕНО НА ЗАЙЦА, ТО В СО ВОЛКА,  $v_2$  БУДЕТ ПАРАЛЛЕЛЬНО ЛИНИИ ЗВ  $\Rightarrow v_3 \perp v_2$ .

У нас прямоугольный треугольник;  
 По т. Пифагора:  $v_1^2 = v_2^2 + v_3^2 \Rightarrow v_3 = \sqrt{v_1^2 - v_2^2} = \sqrt{25^2 - 24^2} = \sqrt{(25-24)(25+24)} = \sqrt{1 \cdot 49} = 7 \text{ км/ч}$ .

Обе системы делают полный оборот за одно и то же время  $T$ :  
 $T = \frac{\text{длина окружности } R}{v_1}$  и  $T = \frac{\text{длина окружности } L}{v_3}$

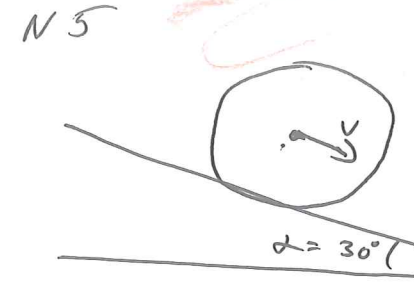
$L$  - расстояние между зайцем и волком  
 через  $t \gg 2\pi R/v_1$ .

$$\frac{2\pi R}{v_1} = \frac{2\pi L}{v_3} \Rightarrow L = R \cdot \frac{v_3}{v_1} = 30 \text{ м} \cdot \frac{7 \text{ км/ч}}{25 \text{ км/ч}} = 1,2 \cdot 7 = 8,4 \text{ м}$$

ОТВЕТ: 8,4 м

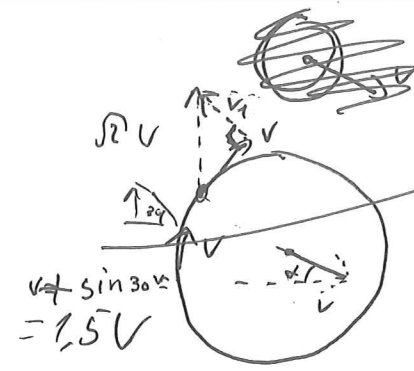
08-10-07-71  
 (5.14)

~~ЦИСТОВИК~~ ЦЕРНОВИК



ЧТО-БЫ КАПЛЯ ПОЛЕТЕЛА МАКСИМАЛЬНО ВЫСОКО, ЕЁ СКОРОСТЬ В МОМЕНТ ОТРЫВА ДОЛЖНА БЫТЬ НАПРАВЛЕНА ВЕРТИКАЛЬНО ВВЕРХ.

ПЕРЕБЬЕМ В СО КОЛЕСА:  
 Т.К. КОЛЕСО КАТИТСЯ БЕЗ ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ, ТО СКОРОСТЬ ТОЧКИ ОБОДА РАВНА СКОРОСТИ КОЛЕСА.



ЧТО-БЫ КАПЛЯ ПОЛЕТЕЛА МАКСИМАЛЬНО ВЫСОКО, ЕЁ ~~ПРОЕЦИЯ~~ ПРОЕЦИИ СКОРОСТИ В МОМЕНТ ОТРЫВА НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ ОСЬ ДОЛЖНА БЫТЬ МАКСИМАЛЬНО.

ВЕКТОР  $v$  - ФУНКЦИОНАЛЬ И НАПРАВЛЕН ПО  $\alpha$  К ГОРИЗОНТУ, А ВЕКТОР  $v_1$ , МЫ МОЖЕМ МЕНЯТЬ ПО НАПРАВЛЕНИЮ  $\Rightarrow$  МАХ ПРОЕЦИИ БУДЕТ ТОГДА, КОГДА  $v_1$  - ВЕРТИКАЛЬНО НАПРАВЛЕН ВВЕРХ.

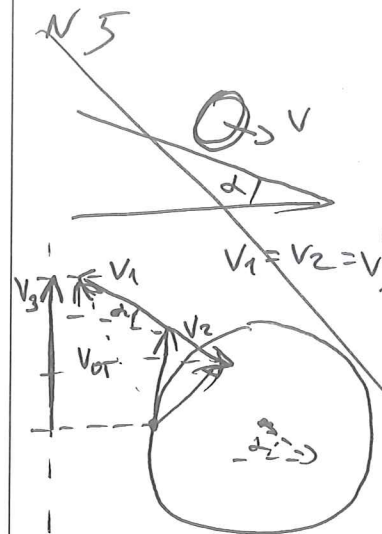
$$t = \frac{v_0}{g} \quad x = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

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

$$\frac{225}{20} = 11,25$$

~~ЧИСТОВИК~~ ЧЕРКОВИК

ПЕРЕИДЕМ В СО КОЛЕСА:  
 Т.К. КОЛЕСО КАТИТСЯ БЕЗ  
 ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ, СКОРОСТЬ ТОЧКИ  
 НА ОБОДЕ БУДЕТ РАВНА V.



ЧТО-БЫ КАПЛЯ ПОЛЕТЕЛА  
 МАКСИМАЛЬНО ВЫСОКО, ЕЁ  
 ПРОЕКЦИЯ НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ  
 ОСЬ В МОМЕНТ ОТРЫВА ДОЛЖНА

БЫТЬ МАКСИМАЛЬНОЙ. ВЕКТОР  $v_1$  - ФИКСИ-  
 РОВАН И НАПРАВЛЕН ПОЗ УГЛОМ  $\alpha$  К  
 ГОРИЗОНТУ, А  $v_2$  - МЫ МОЖЕМ ПОВОРАЧИВАТЬ  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  МАХ. ПРОЕКЦИЯ БУДЕТ ТОГДА, КОГДА  $v_2$   
 НАПРАВЛЕН ВЕРТИКАЛЬНО ВВЕРХ.

НАЙДЕМ ПРОЕКЦИЮ  $v_1 + v_2$  НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ  
 ОСЬ ( $v_3$ )

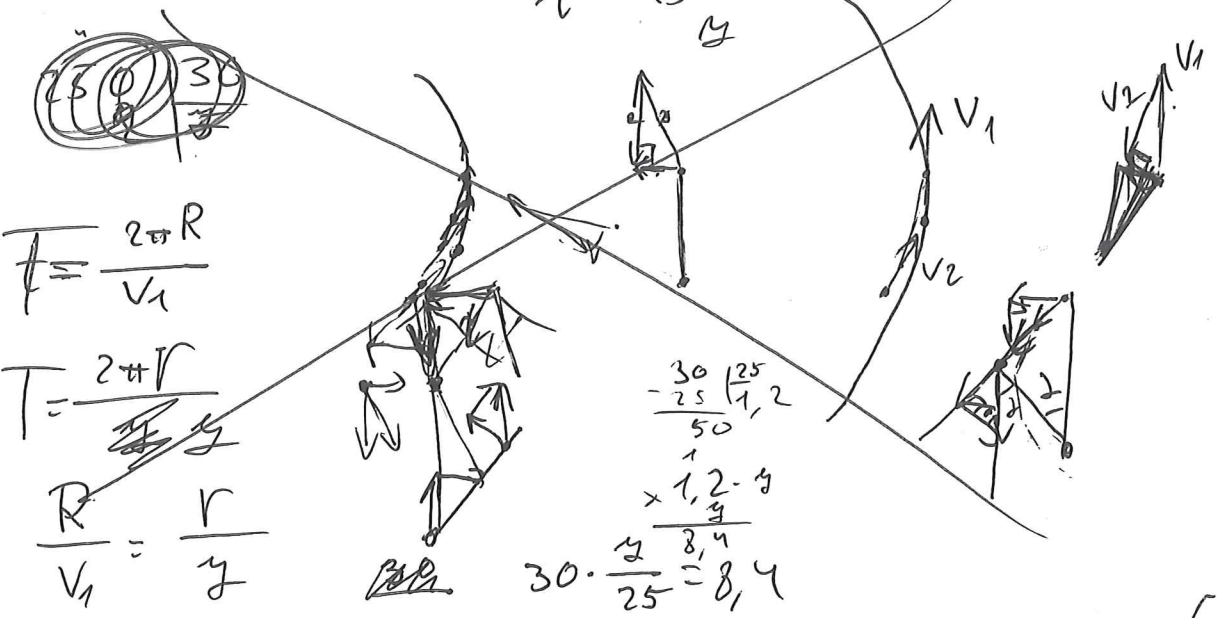
$$V_3 = v_2 + v_1 \cdot \sin \alpha = V \cdot (1 + \frac{1}{2}) = 1,5V$$

НАЙДЕМ ВЫСОТУ МАКСИМАЛЬНОГО ПОЛЁТА:

$$H_{max} = \frac{v_3^2}{2g} = \frac{1,5^2 V^2}{2g} = \frac{1,5^2 \cdot 10^2}{2 \cdot 10} = \frac{15^2}{20} = \frac{225}{20} = 11,25 \text{ м}$$

ОТВЕТ: 11,25 м

$$\sqrt{25^2 - 24^2} = (25+24)(25-24) = 49$$



$$T = \frac{2\pi R}{v_1}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v_2}$$

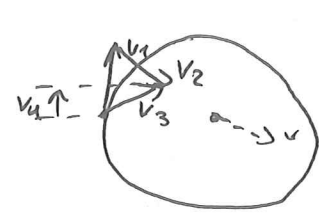
$$\frac{R}{v_1} = \frac{r}{v_2}$$

$$30 \cdot \frac{25}{25} = 8,4$$

ЧИСТОВИК

ПЕРЕИДЕМ В СО КОЛЕСА:  
 Т.К. КОЛЕСО КАТИТСЯ БЕЗ  
 ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ, СКОРОСТЬ ТОЧКИ НА  
 ОБОДЕ БУДЕТ РАВНА V.

ЧТО БЫ КАПЛЯ ПОЛЕТЕЛА МАКСИМАЛЬНО  
 ВЫСОКО, ЕЁ ПРОЕКЦИЯ НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ  
 ОСЬ ДОЛЖНА БЫТЬ МАКСИМАЛЬНОЙ В  
 МОМЕНТ ОТРЫВА.  $v_1 = v_2 = V$



$$\vec{v}_3 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 \quad (\vec{v}_{ABC} = \vec{v}_{OT} + \vec{v}_{PER})$$

$$v_4 = v_1 - v_2 \sin \alpha = V(1 - \sin \alpha) = V(1 - 0,5) = 0,5V$$

ВЕКТОР  $v_2$  - ФИКСИРОВАН И НАПРАВЛЕН ПОЗ  
 УГЛОМ  $\alpha$  К ГОРИЗОНТУ, А  $v_1$  - МЫ МОЖЕМ  
 ПОВОРАЧИВАТЬ  $\Rightarrow$  МАХ. ПРОЕКЦИЯ БУДЕТ ТОГДА,  
 КОГДА  $v_1$  БУДЕТ НАПРАВЛЕН ВЕРТИКАЛЬНО ВВЕРХ.

$v_4$  - ПРОЕКЦИЯ НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ ОСЬ:  $v_4 = 0,5V$

НАЙДЕМ ВЫСОТУ МАКСИМАЛЬНОГО ПОЛЁТА!

$$H_{max} = \frac{v_4^2}{2g} = \frac{(0,5V)^2}{2g} = \frac{(0,5 \cdot 10)^2}{2 \cdot 10} = \frac{25}{20} = 1,25 \text{ м}$$

ОТВЕТ: 1,25 м