

# Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21205939**

ID профиля: **320649**

Вариант 2

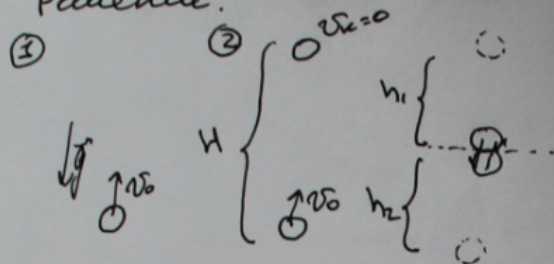
Нирмовик  
Умовик

Задача 1

Дано:  
 $v_0$   
 $g$

Решение:

$t_I = ?$   
 $\frac{t_I}{t_{II}} = ?$   
 $h_2 = ?$



1)  $v_k = 0 = v_0 - gt_0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{g}$  - время 1-го шара до остановки

2)  $H = v_0 t_0 - \frac{gt_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$  - max. высота

3)  $h_1 = v_k t_1 + \frac{gt_1^2}{2} \Rightarrow 2h_1 = gt_1^2$  - время до столкновения  $t_1$

4)  $h_2 = H - h_1 = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$

$2H - 2h_1 = 2v_0 t_1 - gt_1^2$

$2H - gt_1^2 = 2v_0 t_1 - gt_1^2$

$H = v_0 t_1$

$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{2g}$  - время до столкновения

5)  $t_I = t_1 + t_0 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$  - время полета первого шара

6)  $\frac{t_I}{t_{II}} = \frac{3v_0}{2g} \cdot \frac{2g}{v_0} = 3$  т.к. 2ой шар летит только  $t_1$

7)  $h_2 = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{2 \cdot 4g} = \frac{3v_0^2}{8g}$  - высота, на кот. столкнутся

Ответ: 1)  $\frac{3 \cdot v_0}{2g}$

2) 3

3)  $\frac{3v_0^2}{8g}$

русмовик

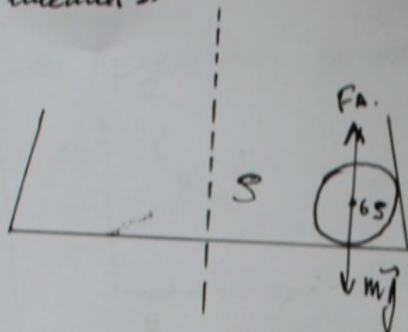
Задача 2

Дано:

- $\omega$
- $g$
- $6g$
- $R$
- $1,5R$
- $\text{tg} \alpha = \frac{3}{2}$

$N_1 = ?$   
 $N_2 = ?$

Решение (1):



1)  $N_1 = mg - F_A$

2)  $mg = 6g \cdot V_{\text{ш}} g$

$V_{\text{ш}} = V_{\text{ш}} \rho_{\text{ш}} = \frac{4}{3} \pi R^3$

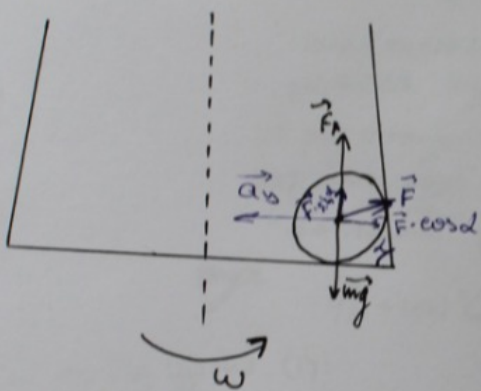
$mg = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_{\text{ш}} g = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot 6g = 8 \pi R^3 g$

3)  $F_A = \rho_{\text{ж}} V_{\text{ш}} g = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \frac{1}{2} g$

4)  $N_1 = V_{\text{ш}} g (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{ж}}) = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot g \cdot 6g$

$N_1 = \frac{20}{3} \pi R^3 g$

Решение (2):



1) ~~as~~  $a_y = 1,5R\omega$

2) no II z. Ньютон:

$ma_y = F \cdot \cos \alpha$

$m\omega R = F \cdot \cos \alpha \Rightarrow F = \frac{m\omega R}{\cos \alpha}$

3)  $N_2 = mg - F_A - F \cdot \sin \alpha$

$mg = 6g V_{\text{ш}} g$

$F_A = \rho_{\text{ж}} V_{\text{ш}} g$

$F \cdot \sin \alpha = \frac{m\omega R \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} = m\omega R \cdot \text{tg} \alpha =$

$= 6g V_{\text{ш}} \omega R \text{tg} \alpha$

$N_2 = 6g V_{\text{ш}} g - g V_{\text{ш}} g - 6g V_{\text{ш}} \omega R \text{tg} \alpha =$

$= g V_{\text{ш}} (6g - g - 6 \text{tg} \alpha \cdot \omega R)$

$N_2 = \frac{4}{3} \pi R^3 g (5g - g \cdot \frac{3}{2} \omega R) =$

$= \frac{4}{3} \pi R^3 g (5g - \frac{27}{2} \omega R) = \frac{20}{3} g \pi R^3 g - 18 \pi R^3 g \omega R$

$N_2 = \frac{20}{3} g \pi R^3 g - 18 \pi R^3 g \omega R$

Ответ:  $N_1 = \frac{20}{3} \pi R^3 g$

$N_2 = \frac{20}{3} \pi R^3 g - 18 \pi R^3 g \omega R$



## Условие

Задача 3.

Дано:

$$T = 81^\circ\text{C} = 354\text{K}$$

1-2 изотерма

$$V = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$p_{\text{нас}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$M = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

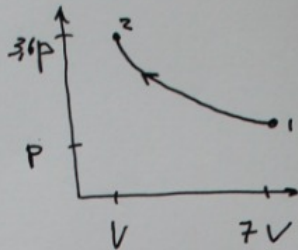
$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$p = ?$$

$$m = ?$$

Решение:

Представим график изменения пара:  
где 1-2 - изотерма



1) Распишем состояние 1 и 2 по з. Менделеева-Клапейрона:

$$1: 7pV = \frac{m_1}{M} RT$$

$$2: 3,6pV = \frac{m_2}{M} RT$$

если поделить эти ур-ие получим:

$$\frac{7}{3,6} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow m_2 = \frac{3,6}{7} m_1$$

получается что  $m_2 < m_1$ , то есть масса газа уменьшилась.

А раз она уменьшилась и не сказано, что газ мог куда-то "уйти", то понятно, что выпала роса.

$$\text{тогда } \varphi_k = 100\% = \frac{3,6p}{p_{\text{нас}}} \Rightarrow p = \frac{p_{\text{нас}}}{3,6}$$

2) найдем  $m_1$  из ур-ие (1):

$$m_1 = \frac{7pV M}{RT} = \frac{7p_{\text{нас}} V M}{3,6 RT}$$

$$[m_1] = \frac{\frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}} \cdot \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}} = \frac{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \cdot \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{моль} \cdot \text{К}}} = \text{г}$$

$$m_1 = \frac{7 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 18}{3,6 \cdot 8,31 \cdot 354} = \frac{7 \cdot 0,5 \cdot 1,7 \cdot 18 \cdot 10^2}{3,6 \cdot 8,31 \cdot 354} = \frac{10710}{10590,264} \approx 1,01 \text{ г}$$

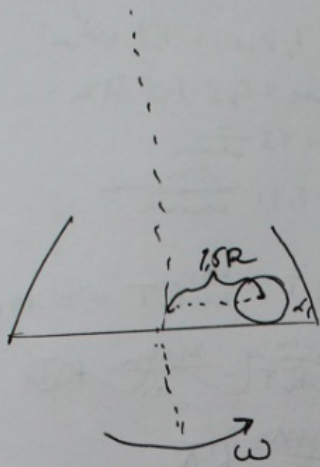
3) и  $p$  не посчитала  $p$ :

$$p = \frac{0,5 \cdot 10^5}{3,6} \approx 14 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

Ответ: 1)  $14 \cdot 10^3 \text{ Па}$

2) 1,01 г.

керувик



$$a_y = \omega^2 R = \frac{v_0^2}{R}$$

9

69

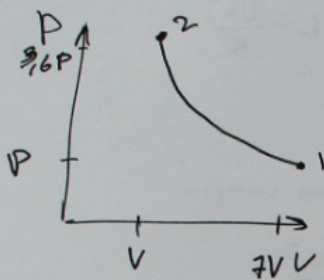
R - рад. машта

$$\text{tg } \alpha = \frac{3}{2}$$

$$V_{\text{центр}} = \frac{4}{3} \pi R^3$$



объем  
репуобин  
Задача 3



~~3.6P~~  $\varphi_1 = \frac{p_{нас}}{P}$

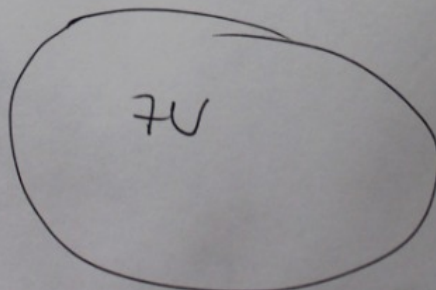
$P = p_{нас}$

$3.6P = p_{нас}$

$P = \frac{p_{нас}}{3.6}$

$m_1 = \frac{7 p_{нас} V M}{3.6 RT}$

$m_1 = \frac{7 \cdot 0.5 \cdot 10^5 \cdot 1.7 \cdot 10^{-3} \cdot 18}{3.6 \cdot 8.31 \cdot 354} = \frac{7 \cdot 0.5 \cdot 1.7 \cdot 18 \cdot 10^2}{3.6 \cdot 8.31 \cdot 3.54}$



$7PV = \frac{m_1}{M} RT$

$P = \frac{F}{S} = \frac{Dm}{dt}$

$m_6 = m_1 - m_2 = \frac{7-3.6}{7} m_1 = \frac{3.4}{7} m_1$

~~7PV = \frac{m\_1}{M} RT~~  
~~3.6PV = \frac{m\_2}{M} RT~~  
~~3.6PV = \frac{m\_2}{M} RT~~

$7PV = \frac{m_1}{M} RT \Rightarrow m_1 = \frac{7PV M}{RT}$

$3.6PV = \frac{m_2}{M} RT \Rightarrow m_2 = \frac{3.6PV M}{RT}$

$3.6PV = \frac{m_2}{M} RT$

$\frac{7}{3.6} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow 7m_2 = 3.6m_1$

$m_2 = \frac{3.6m_1}{7}$

$v_k = v_0 = v_0 - gt$   
 $v_0 = gt$

$v = 0$   
 $v_k = 0$

$H_{max} = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$

$v = 0$

$\frac{1}{2}gt^2$   
 $3.54$

1-2 газоприращение массы  
 $T = 81^\circ C = 81 + 273 = 354 K$

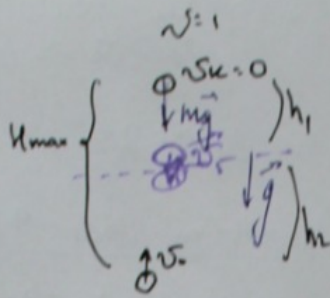
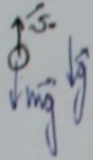
$V = 1.7 \text{ м}^3 = 1.7 \cdot 10^3 \text{ м}^3$

$p_{нас} = 0.5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$M = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

$R = 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

серповик



$$v_k = 0 = v_0 - gt$$

$$v_0 = gt$$

$$H_{max} = v_0 t + \frac{gt^2}{2} \quad / \cdot 2$$

$$gt^2 - 2v_0 t + 2H_{max} = 0$$

$$D = 4v_0^2 - 8Hg = 4(v_0^2 - 2Hg)$$

$$v_i = v_k + gt_i \quad t = \frac{2v_0 + 2\sqrt{v_0^2 - 2Hg}}{2g}$$

$$v_i = gt_i$$

$$h_1 = \frac{gt_i^2}{2} \rightarrow gt_i^2 = 2h_1$$

$$h_2 = H - h_1 = v_0 t_i - \frac{gt_i^2}{2} \quad / \cdot 2$$

$$2H - 2h_1 = 2v_0 t_i - gt_i^2$$

$$2H - gt_i^2 = 2v_0 t_i - gt_i^2$$

$$H = v_0 t_i \Rightarrow t_i = \frac{H}{v_0}$$

~~$t + t_i = \dots$~~

$$t + t_i = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 - 2Hg}}{g} + \frac{H}{v_0} = \frac{v_0^2 + v_0 \sqrt{v_0^2 - 2Hg} + gH}{v_0 g}$$

~~$2v_0 g + \dots$~~

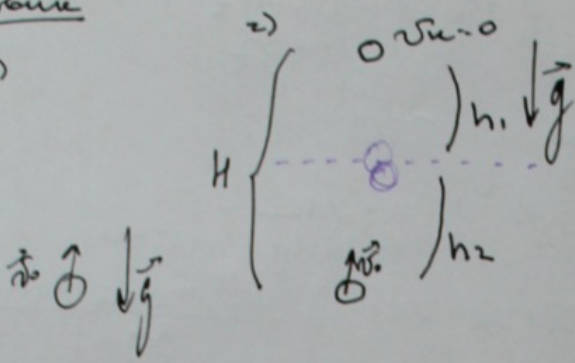
$$\frac{t + t_i}{t_i} = \frac{t}{t_i} + 1 = \frac{v_0^2 + v_0 \sqrt{v_0^2 - 2Hg} + gH}{gH} + 1$$

$$h_2 = H_{max} - \frac{gH^2}{2v_0^2}$$



reproducible

1)



$$v_k = 0 = v_0 - g t_0$$

$$g t_0 = v_0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{g}$$

$$h_1 = v_0 t_0 + \frac{g t_0^2}{2} \rightarrow 2 h_1 = g t_0^2$$

$$h_2 = H - h_1 = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$2H - 2h_1 = 2v_0 t_1 - g t_1^2$$

$$2H - g t_0^2 = 2v_0 t_1 - g t_1^2$$

$$H = v_0 t_1$$

$$H = v_0 t_0 - \frac{g t_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 t_1$$

$$t_1 = \frac{v_0}{2g}$$

$$t_{II} = t_0 + t_1 = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3v_0}{2g}$$

$$\frac{t_{II}}{t_I} = \frac{3v_0}{2g} \cdot \frac{2g}{v_0} = 3$$

$$h_2 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g \cdot v_0^2}{4g^2} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{4g} = \frac{v_0^2}{4g}$$

$$\frac{4v_0^2}{4g} - \frac{v_0^2}{2g \cdot 4} = \frac{3v_0^2}{8g}$$



# Часть 2

Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21205939**

ID профиля: **320649**

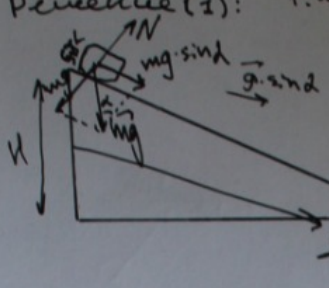
Вариант 2

Истовик

Задача 4

Дано:  
 $\cos \alpha = \frac{3}{5}$   
 $H$   
 $m$   
 $2m$   
 $t_1 = ?$   
 $a_k = ?$   
 $t = ?$

Решение (1): т.к. поверхности гладкие  $F_{тр} = 0 \Rightarrow$  применяем.



1) по II з. Ньютона:

$$ma = mg \cdot \sin \alpha$$

$$a = g \cdot \sin \alpha$$

$$2) \sin \alpha = \frac{H}{L} \Rightarrow L = \frac{H}{\sin \alpha}$$

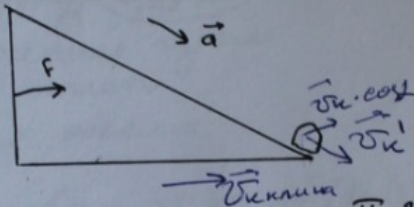
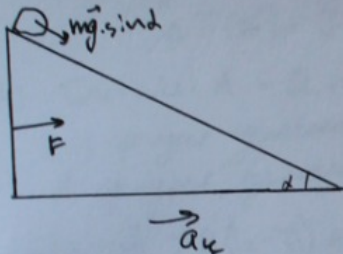
$$v_k \sin \alpha = \sqrt{1 \cdot \frac{g}{2}} = \frac{4}{5}$$

тогда  $L = \frac{5H}{4}$

$$3) L = \frac{5H}{4} = v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2} = \frac{g \sin \alpha \cdot t_1^2}{2}$$

$$t_1 = \frac{5H}{4g \sin \alpha} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{5H}{2g \sin \alpha}}$$

Решение (2):



1) т.к. клин идет вместе с клином, то по II з. Ньютона:

$$(2m + m)a_k = F$$

$$3ma_k = mg \Rightarrow a_k = \frac{g}{3}$$

2) пока шарик спускается с вершины клина он набирает скорость.  
 пока клин не движется  $v_k = v_0 + g \cdot \cos \alpha \cdot t_1 = g \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{\frac{5H}{2g \sin \alpha}}$   
 когда клин движется  $v_k' = v_0' + g \cdot \cos \alpha \cdot t$

3) клин тоже набирает скорость:  $v_{\text{клина}} = 0 + a_k t = \frac{gt}{3}$

но на брусок не влияет, движется клин или нет.  
 влияет на скорость бруска, относительно стола,  
 по время, за которое брусок спускается с бруска  
 остается неизменным, т.к. скорости бруска относительно  
 клина не изменяется.

значит  $t = t_1 = \sqrt{\frac{5H}{2g \sin \alpha}}$

Ответ: 1)  $\sqrt{\frac{5H}{2g \sin \alpha}}$

2)  $\frac{g}{3}$

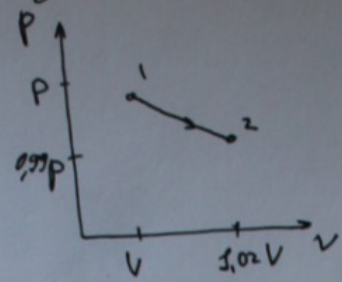


исходник Задача 5.

Дано:  
 $V_2 = 1,02V$   
 $V_1 = V$   
 $P_1 = P$   
 $P_2 = 0,99P$   
 $\Delta T(\%) = ?$   
 $\frac{Q_H}{\Delta U} = ?$

Решение:

представим, как выглядит этот процесс на графике:



1) по ур-ню Менделеева-Клапейрона:

$$(1) PV = \nu RT_1$$

$$(2) 0,99P \cdot 1,02V = \nu RT_2$$

поделим (1):(2)

$$\frac{1}{0,99 \cdot 1,02} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$T_2 = 0,99 \cdot 1,02 T_1$$

$$T_2 = 1,0098 T_1$$

получается, что температура газа повысилась

$$\Delta T(\%) = (T_2 - T_1) \cdot 100\% = 0,98\%$$

2)  $Q_H = \Delta U + A - Q$ , полученная работа

$\Delta U$  - ф-ция изменения температуры

$A$  - ф-ция изменения объема.

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \text{ представим из ур-ния (1) и (2)}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} PV (0,99 \cdot 1,02 - 1)$$

$A = S$  под графиком.

у нас не сказано, как проходил процесс, но даже если он пошел по какой-то кривой, мы пренебрежем этим изменением  $P$ , т.к. изменение по  $V$  составляет всего 2% (может не делиться)

тогда:

$$A = \frac{P(0,99+1)}{2} \cdot V(1,02-1)$$

$$3) \frac{Q_H}{\Delta U} = \frac{\Delta U + A}{\Delta U} = 1 + \frac{A}{\Delta U} = 1 + \frac{PV(0,99+1)(1,02-1)}{2 \cdot \frac{3}{2} PV(0,99 \cdot 1,02 - 1)} = 1 + \frac{1,99 \cdot 0,02}{3 \cdot 0,0098} \approx 1 + 1,35 = 2,35$$

Ответ: 1) повысилась на 0,98 %

2) 2,35

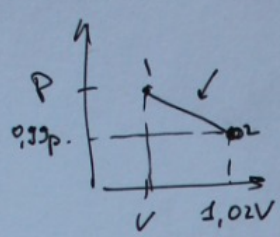


задача

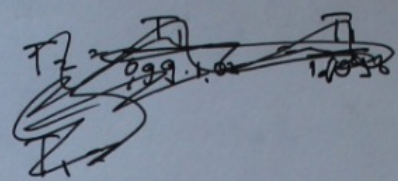
$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{3}{25}} = \frac{4}{5}$$

задача

$$pV = \nu RT_1$$
$$0,99p \cdot 1,02V = \nu RT_2$$



$$\frac{1}{0,99 \cdot 1,02} = \frac{T_1}{T_2}$$



$$T_2 = 1,0098 \cdot T_1$$

температура увеличилась на 0,98%

$$\frac{Q_H}{\Delta U} = ?$$

$$Q_H = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (pV \cdot 0,99 \cdot 1,02 - pV)$$

$$A_{12} = \frac{(0,99p + p)}{2} \cdot V(1,02 - 1)$$

$$\frac{Q_H}{\Delta U} = \frac{\Delta U + A_{12}}{\Delta U} = 1 + \frac{A_{12}}{\Delta U} = \frac{pV(0,99+1)(1,02-1) \cdot \cancel{Z}}{\cancel{Z} \cdot 3pV(0,99 \cdot 1,02 - 1)} =$$

$$= \frac{1,99 \cdot 0,02}{3(1,0098 - 1)} = \frac{1,99 \cdot 0,02}{3 \cdot 0,0098} \approx 1,35 + | = 2,75$$

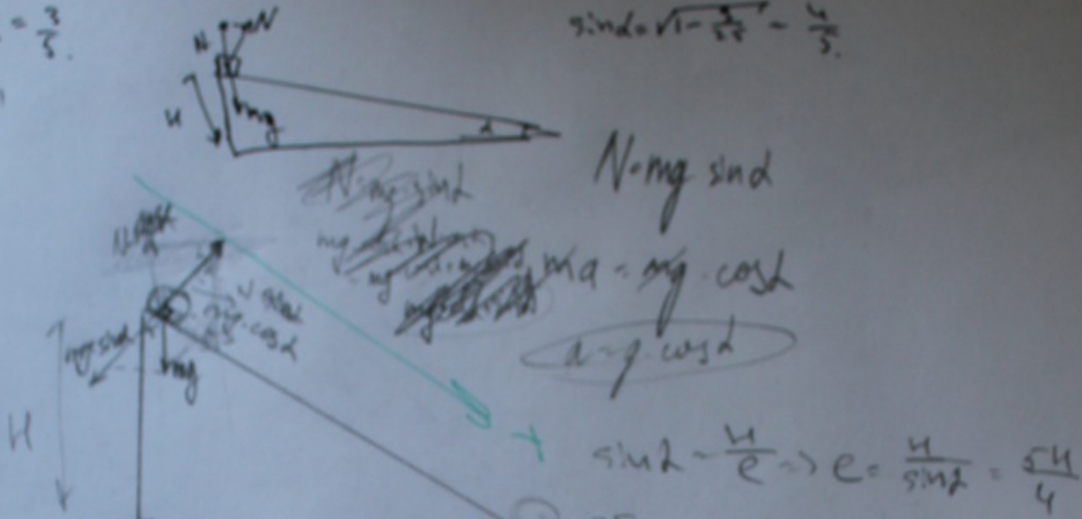


reprodukt

$\cos \alpha = \frac{3}{5}$

M = 2m  
m = m

$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$



$N = mg \sin \alpha$

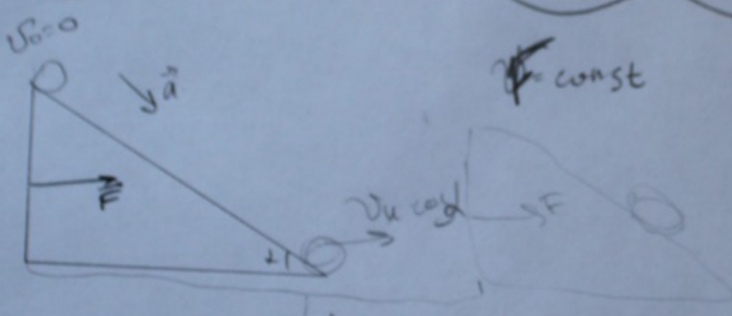
$ma = mg \cos \alpha$   
 $a = g \cos \alpha$

$\sin \alpha = \frac{H}{L} \Rightarrow L = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{5H}{4}$

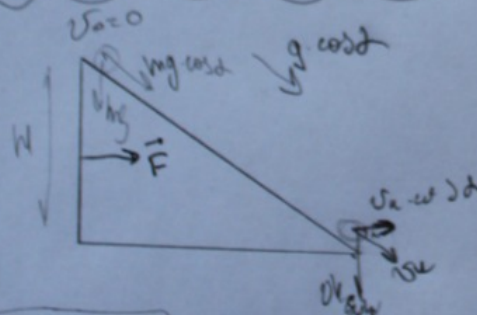
$v_k = g \cos \alpha \cdot \sqrt{\frac{5H}{2g \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{5Hg \cos \alpha}{2}}$

$\frac{5H}{4} = \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}$

$5H = 2g \cos \alpha \cdot t^2$   
 $t = \sqrt{\frac{5H}{2g \cos \alpha}}$



$a_k = \text{const}$   
 $(2m + m)a_k = m g \sin \alpha$   
 $a_k = \frac{g}{3}$



$v_k = v_0 + g \cos \alpha \cdot t \Rightarrow v_k = g \cos \alpha \cdot t$   
Länge der Strecke za t:  $L = \frac{gt^2}{6}$

$v_k \text{ von } u_a = \frac{gt}{3}$

$v_k' \cos \alpha = v_k \cos \alpha - \frac{gt}{3} = \sqrt{\frac{5Hg \cos \alpha}{2}} \cos \alpha - \frac{gt}{3}$

$\frac{5Hg \cos \alpha}{2} - \frac{gt}{3 \cos \alpha} = g \cos \alpha \cdot t$   
 $\sqrt{\frac{5Hg \cos \alpha}{2}} = gt \left( \cos \alpha + \frac{1}{3 \cos \alpha} \right)$   
 $t = \frac{\sqrt{5Hg \cos \alpha}}{\sqrt{2} g \left( \cos \alpha + \frac{1}{3 \cos \alpha} \right)}$

$v_k' = \sqrt{\frac{5Hg \cos \alpha}{2}} - \frac{gt}{3 \cos \alpha}$