

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 10

Вариант 10-03

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Мальчик бросает стальной шарик с вышки со скоростью $V_0 = 10$ м/с под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. В полете шарик все время приближался к горизонтальной поверхности Земли и упал на нее со скоростью $2V_0$.

- 1) Найти вертикальную компоненту скорости шарика при падении на Землю.
- 2) Найти время полета шарика.
- 3) С какой высоты был брошен шарик?

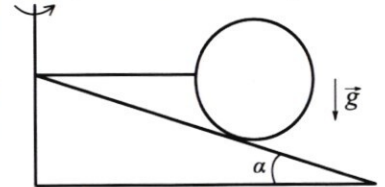
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

2. На противоположных концах тележки массы M , находящейся на гладкой горизонтальной поверхности, стоят два ученика одинаковой массы m каждый. Длина тележки L . Вначале система неподвижна. Один ученик бросает мяч, а другой ловит. Масса мяча m_1 . В процессе полета горизонтальная составляющая скорости мяча относительно поверхности, на которой находится тележка, равна V_0 .

- 1) Найдите скорость V_1 тележки после броска.
- 2) Найдите продолжительность T полета мяча.
- 3) Найдите скорость V_2 тележки после того, как второй ученик поймает мяч.

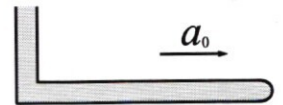
Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

3. Однородный шар массой m находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается горизонтально натянутой нитью длиной L , привязанной к вершине клина.



- 1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.
- 2) Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина.

4. Тонкая Г-образная трубка с горизонтальным коленом, закрытым с одного конца, и вертикальным коленом высотой $H = 40$ мм, открытым в атмосферу, заполнена полностью ртутью (см. рис.). Если трубку двигать (в плоскости рисунка) с ускорением, не большим некоторого a_0 , то ртуть из трубки не выливается.



- 1) Найти давление P_1 внутри трубки в точке А, находящейся от вертикального колена на расстоянии $1/3$ длины горизонтального колена, если трубка движется с ускорением a_0 .
- 2) Найти давление P_2 в точке А, если трубка движется с ускорением $0,6a_0$.
- 3) Найти давление P_3 вблизи закрытого конца трубки, если она движется с ускорением $0,8a_0$.

Атмосферное давление $P_0 = 740$ мм рт. ст. Давлением насыщенных паров ртути в условиях опыта пренебречь. Ответы дать в «мм рт. ст.».

5. Поршень делит объем горизонтального герметичного цилиндра на две равные части, в каждой из которых находится вода и водяной пар при температуре $T = 373$ К. Масса воды в каждой части в 5 раз меньше массы пара. Поршень находится на расстоянии $L = 0,6$ м от торцов, площадь поперечного сечения поршня

$S = 20$ см². Масса M поршня такова, что $\frac{Mg}{S} = 0,01P_0$, здесь P_0 – нормальное атмосферное давление.

- 1) Найдите массу m воды в каждой части в начальном состоянии.
- 2) Цилиндр ставят на дно. Найдите вертикальное перемещение h поршня к моменту установления равновесного состояния.

Температура в цилиндре поддерживается постоянной. Трение считайте пренебрежимо малым. Молярная масса водяного пара $\mu = 18$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Объем воды намного меньше объема пара.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1)

Дано:

$$V_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$2V_0$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

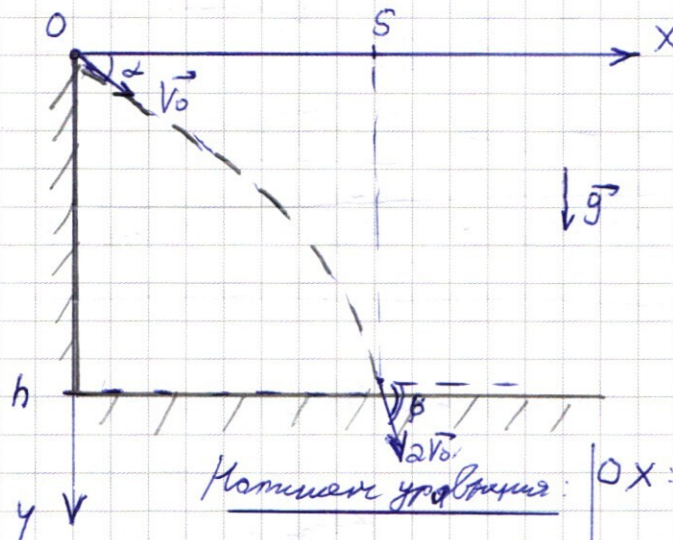
$$F_{\text{сопр}} = 0$$

1) $V_{y(k)}$ - ?

2) $t_{\text{пол}}$ - ?

3) h - ?

Решение: Представим высоту и траекторию движения шара, а также проведем оси Y и X . (X || пов-ти.)



Плотность воздуха
возмем на
челе броска шара.
Шарик летит так,
т.к. он всё время
приближается к пов-ти.
(S - дальность полета
 h - высота вышки)

Напишем уравнения:

$$OX: V_x = V_0 \cos \alpha$$

$$x = V_0 \cos \alpha t$$

$$OY: V_y = V_0 \sin \alpha + gt$$

$$y = V_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2}$$

1) Рассмотрим скорость при падении на землю:

Плечень скорость составляет
угол β с горизонтал.

Тогда $V_{x(k)} = 2V_0 \cos \beta$; $V_{y(k)} = 2V_0 \sin \beta$

и т.к. $V_x = \text{const} \Rightarrow V_x = V_0 \cos \alpha = 2V_0 \cos \beta$

Отсюда: $\cos \alpha = 2 \cos \beta$ } $\Rightarrow \text{т.к. } \sin^2 \beta + \cos^2 \beta = 1 \Rightarrow \sin^2 \beta = 1 - \cos^2 \beta =$
 $\cos \beta = \frac{\cos \alpha}{2} = \frac{1 - \cos^2 \alpha}{4} = \frac{1 - \frac{3}{4}}{4} = \frac{1 - \frac{3}{4}}{4} = \frac{1}{4} \Rightarrow \sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$

Следовательно: $V_{y(k)} = 2V_0 \sin \beta = 2 \cdot 10 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = 5 \text{ м/с} \cdot \sqrt{3}$

где т.к. $f(x+\Delta x) \approx f(x) + f'(x) \cdot \Delta x \Rightarrow \sqrt{13} \approx \sqrt{9} + \frac{1}{2\sqrt{9}} \cdot (13-9) = 3 + \frac{1}{6} \cdot 4 =$

$= 3 + \frac{2}{3} = \frac{11}{3} \approx 3,67 \Rightarrow V_{y(k)} = 5 \text{ м/с} \cdot \sqrt{13} \approx 5 \text{ м/с} \cdot 3,67 \approx 18,35 \text{ м/с}$

2) Зная $V_{y(k)}$; получаем: $V_{y(k)} = V_0 \sin \alpha + gt_{\text{пол}} \Rightarrow t_{\text{пол}} = \frac{V_{y(k)} - V_0 \sin \alpha}{g}$

Отсюда: $t_{\text{пол}} = \frac{18,35 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с} \cdot \frac{1}{2}}{10 \text{ м/с}^2} = \frac{13,35 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} \approx 1,335 \text{ с}$

3) Пл.-к. как известно $t_{\text{пол}}$, то можем определить высоту:

$$h = v_0 \sin \alpha t_{\text{пол}} + \frac{g t_{\text{пол}}^2}{2} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sin \frac{1}{2} \cdot 1,335 \text{ с} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (1,335 \text{ с})^2}{2} =$$

$$= 5(1,335 + (1,335)^2) \text{ м} = 5 \cdot 1,335 \cdot 2,335 \text{ м} \approx 5 \cdot 3,12 \text{ м} \approx \boxed{15,6 \text{ м}}$$

найдем рабочую формулу: 1) $|V_y(x)| = 2v_0 \sin \alpha = 2 \frac{v_0}{2} \sqrt{4 - \cos^2 \alpha} = v_0 \sqrt{4 - \cos^2 \alpha}$

$$2) t_{\text{пол}} = \frac{V_y(x) - v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0 \sqrt{4 - \cos^2 \alpha} - v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0 (\sqrt{4 - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha)}{g}$$

$$3) h = \frac{v_0^2}{g} \sin \alpha (\sqrt{4 - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha) + \frac{v_0^2}{2g} (\sqrt{4 - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha)^2 =$$

$$= \frac{v_0^2}{g} (\sqrt{4 - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha) \left(\sin \alpha + \frac{\sqrt{4 - \cos^2 \alpha} - \sin \alpha}{2} \right)$$

Ответ: 1) $|V_y(x)| \approx 18,35 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) $t_{\text{пол}} \approx 1,335 \text{ с}$; 3) $h \approx 15,6 \text{ м}$

12)

Дано:

M, m

L, m_1

v_0

1) $V_1 - ?$

2) $T - ?$

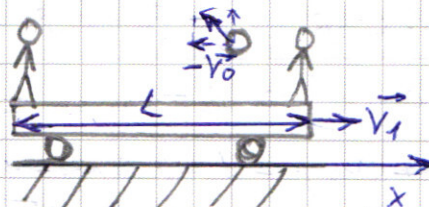
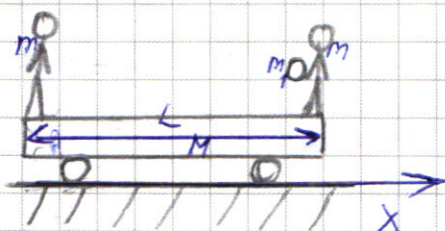
3) $V_2 - ?$

Решение: Проведем ОХ: 1) Пусть лач будет у того, кто строга, здесь нет разницы.

Когда он идет лач в направлении против ОХ по III з-ку Ньютона тележка движется по направлению ОХ.

Запишем закон сохранения импульса для системы:

ЗСИ: ОХ: $0 = -m_1 v_0 + (2m + M) V_1$



$$\Rightarrow m_1 v_0 = (2m + M) V_1 \Rightarrow$$

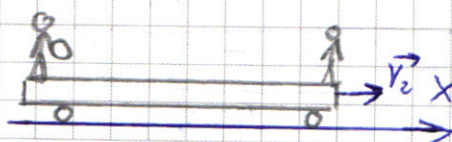
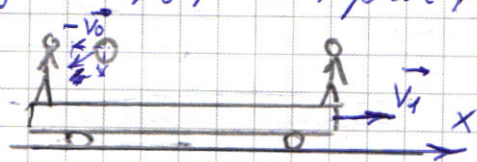
$$V_1 = \frac{m_1 \cdot v_0}{(2m + M)}$$

2) Рассмотрим

движение лач в с.о., где тележка неподвижна, тогда:

$$L = (v_0 + V_1) T \Rightarrow T = \frac{L}{(v_0 + V_1)} = \frac{L(2m + M)}{(2m + M + m_1) v_0} = \left(\frac{2m + M}{2m + M + m_1} \right) \frac{L}{v_0}$$

3) Теперь рассмотрим, когда второй человек поймает лач.



см. на стр. 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Затем же также закон сохранения импульса:

$$-m_1 V_0 + (2m + M) V_1 = (2m + M + m_1) V_2$$

Тогда:
$$V_2 = \frac{(2m + M) V_1 - m_1 V_0}{(2m + M + m_1)} = \frac{(2m + M) \cdot \frac{m_1 V_0}{(2m + M)} - m_1 V_0}{(2m + M + m_1)} = 0$$

Ответ: 1) $V_1 = \frac{m_1}{(2m + M)} V_0$; 2) $T = \left(\frac{2m + M}{2m + M + m_1} \right) \frac{L}{V_0}$; 3) $V_2 = 0$

№3

Дано:

m, α

L, ω

g

1) T_1 —?

2) T_2 —?

Решение: 1) Сначала рассмотрим, когда система покоится.

Проведём оси Y и X . После чего спроецируем все силы на оси:

$$OY: N - mg \cos \alpha - T_1 \sin \alpha = 0$$

$$OX: mg \sin \alpha - T_1 \cos \alpha = 0$$

(T_1 также проецируем и т.к. нить горизонтальна) $\Rightarrow mg \sin \alpha = T_1 \cos \alpha$

$\Rightarrow T_1 = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha} = mg \tan \alpha$; 2) Теперь рассмотрим при

вращении системы:

$$OX: mg \sin \alpha - T_2 \cos \alpha = m a_{\text{ц.с.}}$$

$$mg \sin \alpha - T_2 \cos \alpha = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$mg \sin \alpha - T_2 \cos \alpha = m \cdot \omega^2 R$$

$$mg \sin \alpha - T_2 \cos \alpha = m \cdot \omega^2 L \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha + m \omega^2 L \cos \alpha = T_2 \cos \alpha$$

$$T_2 = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{m \omega^2 L \cos \alpha}{\cos \alpha} =$$

$$= m(g \tan \alpha + \omega^2 L)$$

Ответ: 1) $T_1 = mg \tan \alpha$
2) $T_2 = m(g \tan \alpha + \omega^2 L)$

см. на стр. 4.

N4

Дано:

$$H = 40 \text{ мм}$$

$$\frac{P_0}{\rho g} = 740 \text{ мм рт.ст.}$$

$$1) P_1 = ? \quad a_0$$

$$2) P_2 = ? \quad 0,6a_0$$

$$3) P_3 = ? \quad 0,8a_0$$

Решение: (Для обозначения мм. рт.ст. используем следующее: $P = \rho g h \Rightarrow h = \frac{P}{\rho g}$
 $\frac{P}{\rho g}$ — высота в мм рт.ст.)

1) Рассмотрим трубку при

a_0 : М.к. a_0 — это критическое ускорение после которого ~~рубка~~ ртуть из трубки вылетит, а при a_0 недостаточно:

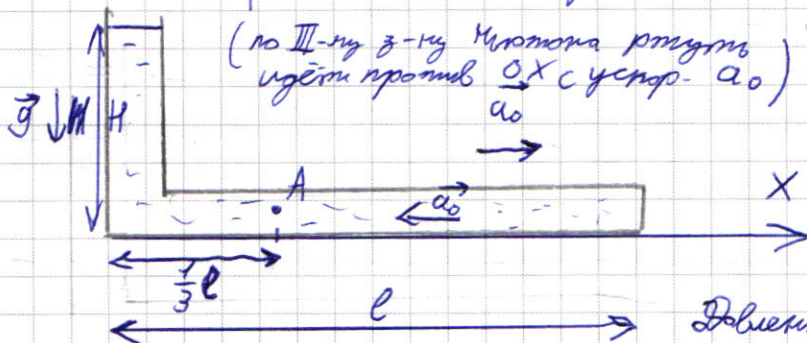
$$(P_0 + \rho g H) S = m_{\text{ртуть}} a_0$$

$$(P_0 + \rho g H) S = \rho L S a_0$$

$$P_0 + \rho g H = \rho a_0 l$$

$$\Rightarrow \frac{P_0}{\rho g} + H = \frac{a_0 l}{g}$$

(по III-му з-ку Ньютона ртуть идёт против Ox с ускор. a_0)



Давление в точке А равно, что

$$Ox: P_1 S = (P_0 + \rho g H) S - m_{\text{ртуть}} a_0 - \frac{2}{3} m_{\text{ртуть}} a_0 = (P_0 + \rho g H) S - \frac{5}{3} m_{\text{ртуть}} a_0 =$$

$$= (P_0 + \rho g H) S - \frac{5}{3} \rho a_0 l S \Rightarrow P_1 = (P_0 + \rho g H) - \frac{5}{3} \rho a_0 l \Rightarrow$$

$$\frac{P_1}{\rho g} = \frac{P_0}{\rho g} + H - \frac{5}{3} \left(\frac{P_0}{\rho g} + H \right) = -\frac{2}{3} \left(\frac{P_0}{\rho g} + H \right)$$

Отсюда:

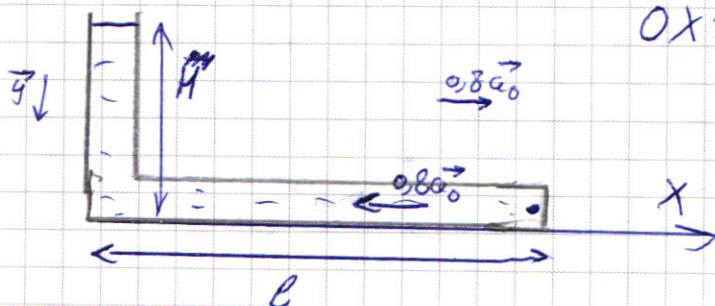
$$\frac{P_1}{\rho g} = -\frac{2}{3} (740 \text{ мм} + 40 \text{ мм}) = -\frac{2}{3} \cdot 780 = -\frac{2}{3} \cdot 780 \text{ мм} = -2 \cdot 260 \text{ мм} = -520 \text{ мм рт.ст.}$$

$$2) \text{ Аналогично: } P_2 S = ((P_0 + \rho g H) S - m_{\text{ртуть}} 0,6 a_0) - \frac{2}{3} m_{\text{ртуть}} 0,6 a_0 =$$

$$= (P_0 + \rho g H) S - \frac{5}{3} \rho \cdot \frac{6}{10} a_0 l S \Rightarrow \frac{P_2}{\rho g} = \left(\frac{P_0}{\rho g} + H \right) - \frac{a_0 l}{g} = 0$$

$$\text{м.к. } \frac{P_0}{\rho g} + H = \frac{a_0 l}{g}$$

3) Теперь рассмотрим точку вблизи закрытого конца при $0,8 a_0$.



$$Ox: P_3 S = (P_0 + \rho g H) S - m_{\text{ртуть}} 0,8 a_0 \Rightarrow$$

$$\Leftrightarrow P_3 = P_0 + \rho g H - \rho 0,8 a_0 l$$

$$\Rightarrow \frac{P_3}{\rho g} = 0,2 (P_0 + \rho g H) =$$

$$= \frac{1}{5} \cdot 780 \text{ мм} = 156 \text{ мм рт.ст.}$$

см. далее на стр 5

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Отв: 1) $P_1 = 520 \text{ мм рт.ст.}$; 2) $P_2 = 0$; 3) $P_3 = 156 \text{ мм рт.ст.}$

№5

Дано:

$$T = 373 \text{ K}; T = \text{const}$$

$$m_B = \frac{m_n}{5}$$

$$L = 0,6 \text{ м}$$

$$S = 20 \text{ см}^2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$M_g = 0,01 P_0 S$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$\mu = 18 \text{ г/моль} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

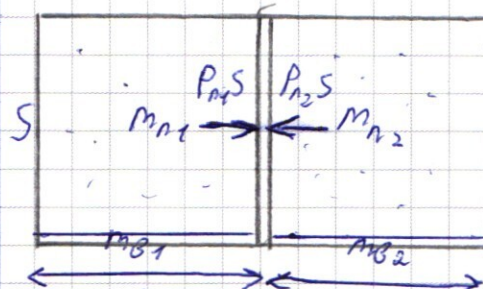
$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

1) $m_{B1} = ?$
 $m_{B2} = ?$

2) $h = ?$

Решение:

$$T = 373 \text{ K}$$



уравнение равновесия:

$$P_{n1} S = P_{n2} S$$

$$P_{n1} = P_{n2} = P_0$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$PV = \frac{m}{M} RT;$$

$$P_0 S L = \frac{m_{n1}}{M} RT$$

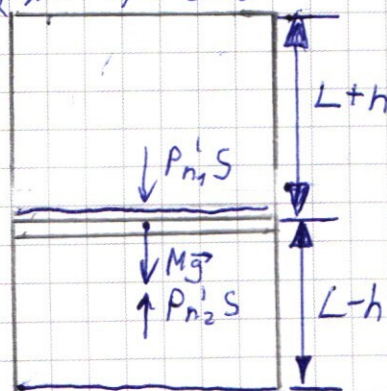
$$m_{n1} = \frac{P_0 S L \cdot M}{RT} = m_{n2};$$

$$m_{B1} = \frac{m_{n1}}{5} = \frac{m_{n2}}{5} = m_{B2} = m;$$

$$m = \frac{P_0 S L \cdot M}{5 \cdot RT} = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 0,6 \text{ м} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{5 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 373} =$$

$$= \frac{4 \cdot 6 \cdot 18}{5 \cdot 8,31 \cdot 373} \cdot 10^{-3} \text{ кг} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 18}{8,31 \cdot 373} \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 0,13 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 0,13 \text{ г}$$

2)



уравн. равновесия:

$$P_{n1}' S + 0,01 P_0 S = P_{n2}' S$$

$$P_{n1}' + 0,01 P_0 = P_{n2}'$$

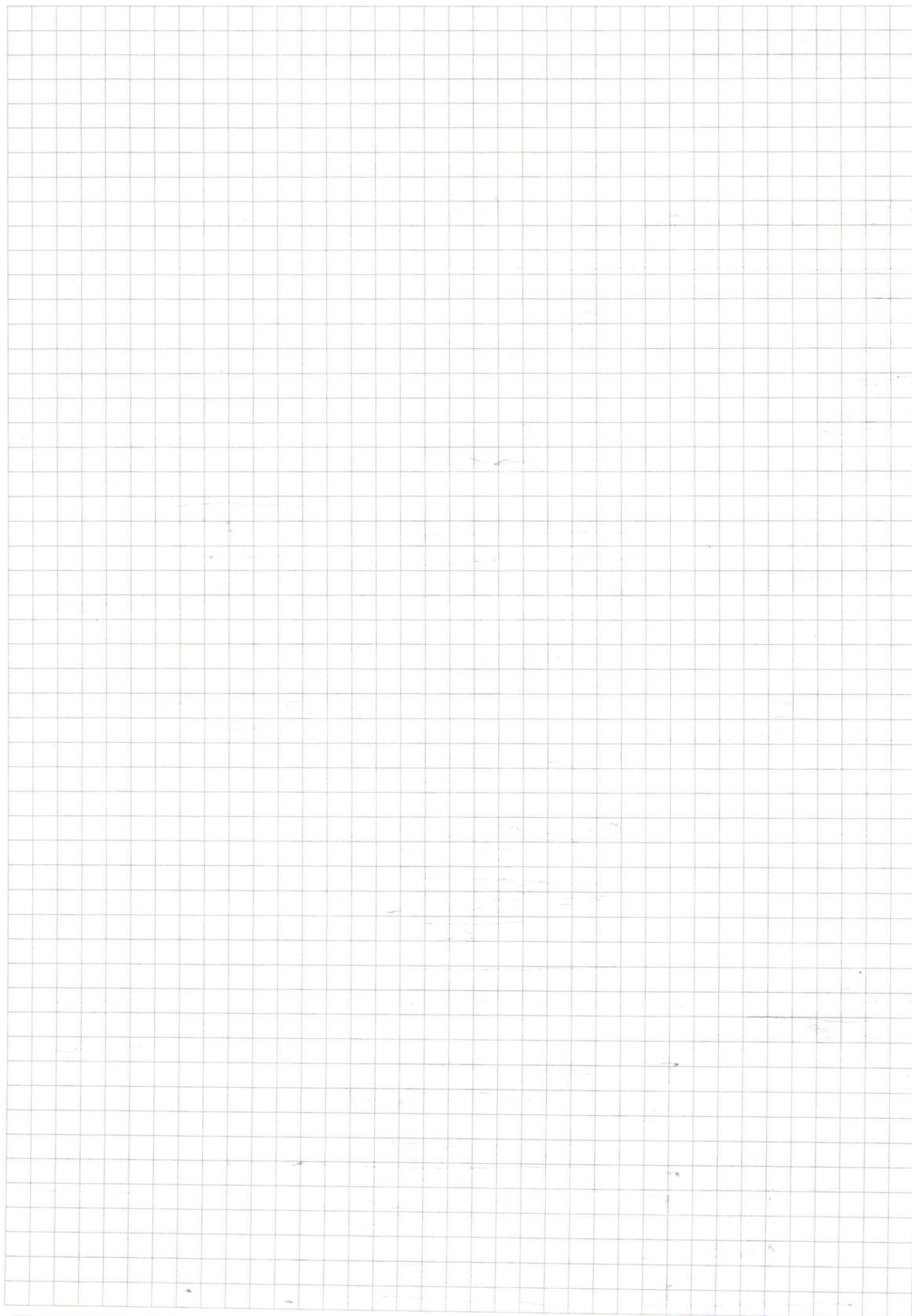
уравн. Менд-Клапейрона:

$$P_{n1}' S (L+h) = \frac{m_{n1}}{M} RT$$

$$P_{n2}' S (L-h) = \frac{m_{n2}}{M} RT$$

Отв:

1) $m = \frac{P_0 S L \cdot M}{5 RT} \approx 0,13 \text{ г.}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} \times 2335 \\ 1335 \\ \hline 4675 \\ 13350 \\ \hline 3117225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2335 \\ 1335 \\ \hline 4675 \\ 13350 \\ \hline 3117225 \end{array}$$

$$: (1000 \times 1000)$$

$$3117225 \approx 3.11723 \approx 3.12$$

$$\begin{array}{r} \times 3.12 \\ 5 \\ \hline 15.60 \end{array}$$

2)

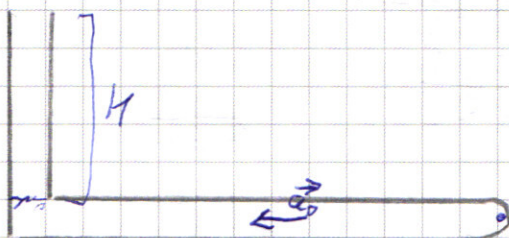
$$P_2 S = \frac{2}{3} \rho \cdot 0,6 a_0 l S - \left(\frac{1}{3} \rho a_0 l S - (\rho g H + P_0) S \right) = \frac{1}{3} \rho \cdot 0,6 a_0 l S + (\rho g H + P_0) S$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{\rho g} = \frac{1}{3} \cdot 0,6 \frac{a_0 l}{g} + \left(H + \frac{P_0}{\rho g} \right) = \frac{1}{3} \cdot 0,6 \cdot \left(H + \frac{P_0}{\rho g} \right) + \left(H + \frac{P_0}{\rho g} \right) =$$

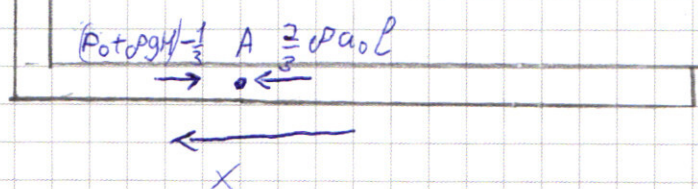
$$= \frac{6}{5} \left(H + \frac{P_0}{\rho g} \right) \Rightarrow \frac{P_2}{\rho g} = \frac{6}{5} \cdot 780 \text{ мм} = 6 \cdot 156 \text{ мм} = 936 \text{ мм рт.ст.}$$

$$\begin{array}{r} 780 \overline{) 5} \\ 5 \cdot 156 \\ \underline{28} \\ 25 \\ \underline{30} \\ 30 \\ \underline{0} \end{array}$$

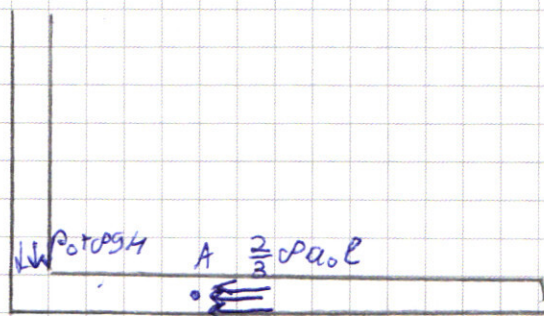
$$\begin{array}{r} 623 \\ \times 156 \\ \hline 936 \end{array}$$



$$P_3 = \frac{2}{3} \rho a_0 l - (\rho_0 + \rho g H) + \frac{1}{3} \rho a_0 l$$



P0



$$(\rho_0 + \rho g H - \rho a_0 l) - \frac{2}{3} \rho a_0 l$$

$$\rho_0 + \rho g H - \frac{5}{3} \rho a_0 l = -\frac{2}{3} (\rho_0 + \rho g H) \Rightarrow \frac{2}{3} \left(\frac{P_0}{\rho g} + H \right) = \frac{2}{3} \cdot 780 \text{ мм} =$$

$$1) = 2 \cdot 260 \text{ мм} = 520 \text{ мм рт.ст.}$$

$$(\rho_0 + \rho g H) - \frac{5}{3} \rho \cdot 0,6 a_0 l \Rightarrow \frac{5}{3} \cdot \frac{a_0^2}{2} \Rightarrow 1$$

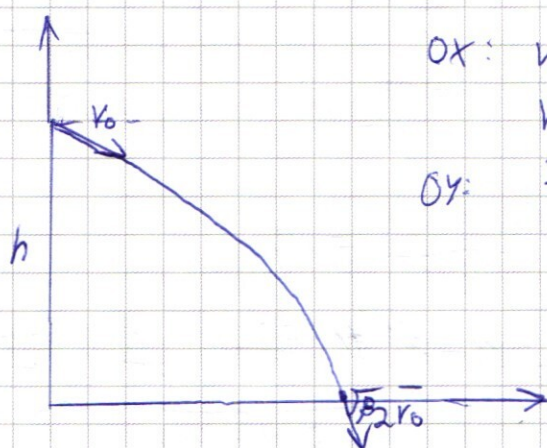
$$2) (\rho_0 + \rho g H) - \rho a_0 l = 0$$

$$3) (\rho_0 + \rho g H) - \rho a_0 l = 0,2 \cdot (\rho_0 + \rho g H) \quad 0,2 \left(\frac{P_0}{\rho g} + H \right) = 0,2 \cdot 780 =$$

$$= \frac{1}{5} \cdot 780 = 156 \text{ мм рт.ст.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

11.1



$$Ox: v_0 \cos \alpha t = 5$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$2 v_0 \cos \beta = v_0 \cos \alpha$$

$$Oy: -v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = -h$$

$$h = v_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2}$$

$$\cos \beta = \frac{\cos \alpha}{2}$$

$$v_y = -v_0 \sin \alpha - gt$$

$$-2 v_0 \sin \beta = -v_0 \sin \alpha - gt$$

$$2 v_0 \sin \beta = v_0 \sin \alpha + gt$$

$$\sin^2 \beta = 1 - \cos^2 \beta = 1 - \frac{\cos^2 \alpha}{4}$$

$$= 1 - \frac{3}{4} = \frac{1}{4} \Rightarrow \sin \beta = \frac{1}{2}$$

$$v_0 (2 \sin \beta - \sin \alpha) = t$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{13}}{4} \approx \frac{3,67}{4}$$

$$v_y = -2 v_0 \sin \beta = -2 \cdot 10 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} = -5\sqrt{13} \approx -18,35 \text{ м/с}$$

$$t = \frac{v_0 (2 \sin \beta - \sin \alpha)}{g} = \frac{10}{10} \left(2 \cdot \frac{3,67}{4} - \frac{1}{2} \right) = 1,33 \text{ с}$$

~~11.1~~

$$x = x_0 + x_1$$

$$\sqrt{13} = \sqrt{9} + \frac{1}{2\sqrt{9}}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{gt^2}{2} = \frac{3,67}{2} \cdot 1,33 \approx 1,33 \text{ м}$$

$$\sqrt{13} = \sqrt{9} + \frac{1}{2\sqrt{9}}$$

$$\sqrt{13} \approx \sqrt{9} + \frac{1}{2\sqrt{9}} \cdot (13-9) = 3 + \frac{1}{6} \cdot 4 = 3 + \frac{2}{3} = \frac{11}{3}$$

$$\Delta f(x) = f(x + \Delta x) - f(x)$$

$$= 3 + \frac{2}{3} = \frac{9+2}{3} = \frac{11}{3}$$

$$f'(x) \cdot \Delta x = f(x + \Delta x) - f(x)$$

$$\frac{11}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{11}{9} \approx 1,22$$

$$f(x + \Delta x) \approx f(x) + f'(x) \cdot \Delta x$$

$$\frac{11}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{11}{9} \approx 1,22$$

15

$$T = 373 \text{ K}$$

$$1) P_{n1} S = P_{n2} S$$

$$P_{n1} = P_{n2} = P_0 \quad \text{м.к. } T = 373 \text{ K}$$

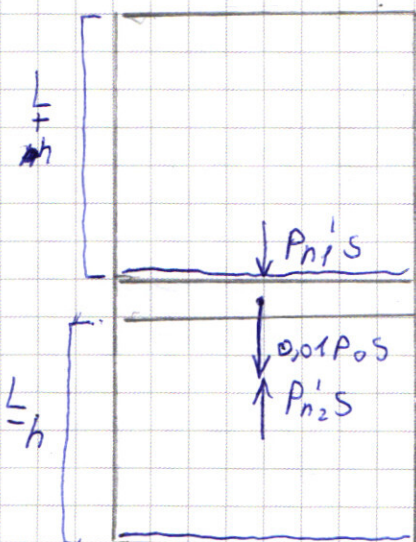
$$P_0 V = \frac{m_{n1}}{\mu} RT \quad P_0 V = \frac{m_{n2}}{\mu} RT$$

$$P_0 S L = \frac{m_{n1}}{\mu} RT \quad m_{n2} = P_0 S L \cdot \frac{\mu}{RT}$$

$$\frac{P_0 S L \cdot \mu}{RT} = m_{n1}$$

$$m_{B1} = \frac{m_{n1}}{5} = \frac{P_0 S L \cdot \mu}{5 \cdot RT}; \quad m_{B2} = \frac{P_0 S L \cdot \mu}{5 \cdot RT} = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 20 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \frac{18}{1000} \text{ кмоль}^{-1}}{5 \cdot 8,31 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К} \cdot 373 \text{ К}}$$

$$= \frac{20 \cdot 6 \cdot 18 \text{ кг}}{5 \cdot 10^3 \cdot 8,31 \cdot 373} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 18}{8,31 \cdot 373} \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx \frac{1,15}{8,31} \cdot 10^{-3} \approx 0,13 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$



$$P'_{n1} S + 0,01 P_0 S = P'_{n2} S$$

$$P'_{n1} S + m_{B1} g + 0,01 P_0 S = P'_{n2} S$$

$$P'_{n1} + 0,01 P_0 = P'_{n2}$$

$$P'_{n1} S (L+h) = \frac{m_{n1}}{\mu} RT$$

$$P'_{n2} S (L-h) = \frac{m_{n2}}{\mu} RT$$

$$P_0$$

$$4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2$$

$$4 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3$$

$$12 \cdot 12 \cdot 3 = 144 \cdot 3$$

$$\begin{array}{r} \times 144 \\ 3 \\ \hline 432 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 831 \\ 3 \\ \hline 2493 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 373 \\ 5 \\ \hline 1865 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,15 \mid 831 \\ \cdot 0 \mid 0,13 \\ \hline - 1150 \\ 831 \\ \hline 3190 \\ 2493 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 432 \mid 373 \\ \underline{373} \quad 1,15 \\ - 590 \\ 373 \\ \hline - 2170 \\ 1865 \\ \hline 305 \end{array}$$

$$897$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Diagram of a horizontal tube of length l and height H . The left end is connected to a vertical tube of height H . The pressure at the left end is P_0 . The pressure at the right end is P_1 . The acceleration of the fluid is a_0 . The density of the fluid is ρ . The cross-sectional area of the tube is S .

Equations:

$$\rho g H + P_0 = \rho a_0 l$$

$$H + \frac{P_0}{\rho g} = \frac{a_0 l}{g}$$

$$H + \frac{P_0}{\rho g} = \frac{a_0 l}{g}$$

$$-(\rho g H + P_0) S + \frac{1}{3} m a_0 = \frac{1}{3} m a_0$$

$$-(\rho g H + P_0) S + \frac{2}{3} \rho g l S a_0 = \frac{1}{3} \rho l S a_0$$

$$-(\rho g H + P_0) S = \frac{1}{3} \rho l S a_0 - \frac{2}{3} \rho g l S a_0$$

$$-(\rho g H + P_0) S = \frac{1}{3} \rho l S a_0 - \frac{2}{3} \rho g l S a_0$$

$$P_1 = \frac{1}{3} \rho a_0 l + \rho g H + P_0$$

$$\frac{P_1}{\rho g} = \frac{1}{3} \frac{\rho a_0 l}{\rho g} + \left(H + \frac{P_0}{\rho g} \right)$$

$$P_1 = \frac{1}{3} \rho l a_0 + (\rho g H + P_0)$$

$$\frac{P_1}{\rho g} = \frac{1}{3} \frac{a_0 l}{g} + \left(H + \frac{P_0}{\rho g} \right)$$

$$P_1 = \frac{4}{3} \left(H + \frac{P_0}{\rho g} \right) = \frac{4}{3} (40 \text{ mm} + 780 \text{ mm}) = \frac{4}{3} \cdot 820 \text{ mm} = 1093 \text{ mm}$$

Calculation:

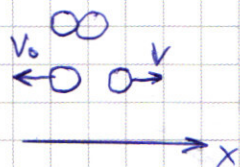
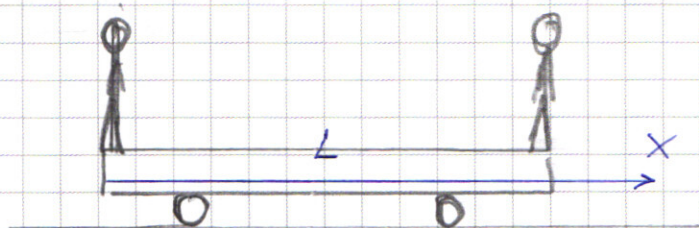
$$\frac{780}{3} = 260$$

$$40 + 260 = 300$$

$$300 \cdot 4 = 1200$$

$$1200 - 107 = 1093$$

121



$$0 = -m_1 V_0 + (2m + M) V_1$$

$$m_1 V_0 = (2m + M) V_1$$

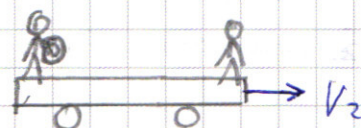
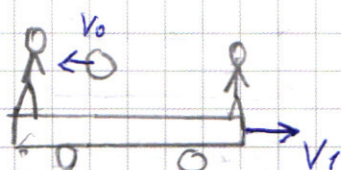
$$1) \quad V_1 = \frac{m_1 V_0}{2m + M}$$

$$L = (V_0 + V_1) t$$

$$L = \left(V_0 + \frac{m_1 V_0}{2m + M} \right) t$$

$$L = V_0 t \left(\frac{2m + M + m_1}{2m + M} \right)$$

$$2) \quad t = \frac{(2m + M) \cdot L}{(2m + M + m_1) V_0}$$

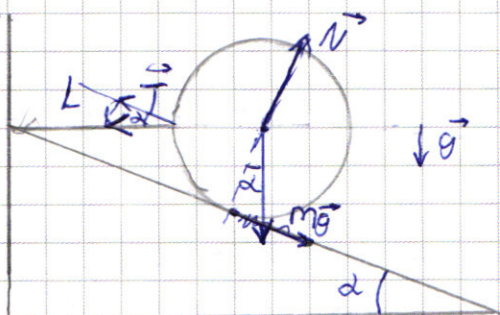


$$-m_1 V_0 + (2m + M) V_1 = (2m + m_1 + M) V_2$$

$$\frac{-m_1 V_0 + (2m + M) V_1}{2m + m_1 + M} = V_2$$

$$3) \quad V_2 = \frac{-m_1 V_0 + m_1 V_0}{2m + m_1 + M} = 0$$

131



$$T \cos \alpha - m g \sin \alpha = m a_{\text{цс}}$$

$$0y: \quad N = m g \cos \alpha + T \sin \alpha$$

$$m g \sin \alpha = T \cos \alpha$$

$$T = \frac{m g \sin \alpha}{\cos \alpha} = m g \tan \alpha$$

$$T' = m(\omega^2 L + g \sin \alpha)$$

$$m a_{\text{цс}} = T' - m g \sin \alpha$$

$$m \frac{v^2}{L} = T' - m g \sin \alpha$$

$$m \omega^2 L = T' - m g \sin \alpha$$

$$m \omega^2 L = T' - m g \sin \alpha$$

