



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



## Вариант 10-01

*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.

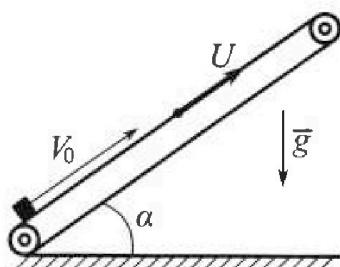
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

2) Теннисист посыпает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ . Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в первом опыте путь  $S = 1 \text{ м}$ ?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2 \text{ м/с}$ , и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ .

2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2 \text{ м/с}$ ?

3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости  $V_0$  за одинаковое время.

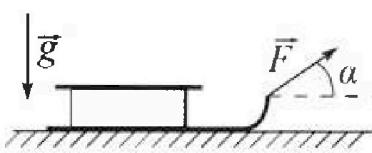
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости  $V_0$  действие внешней силы прекращается.

1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.





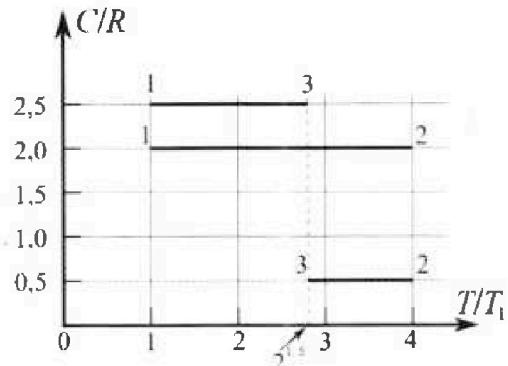
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

**Вариант 10-01**

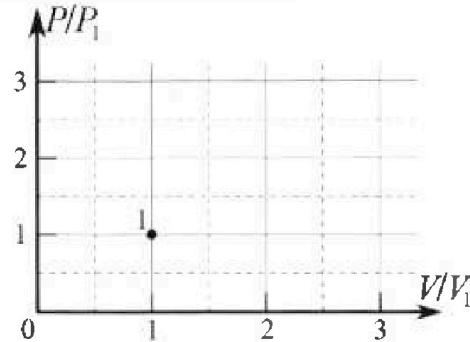


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

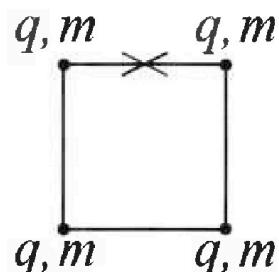
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессы: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1  $T_1 = 400$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).



- 1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .



- 1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.
- Одну нить пережигают.
- 2) Найдите скорость  $V$  любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии  $d$  от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?

Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №7

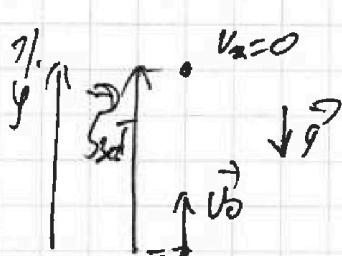
Дано:

$$T = 20$$

$$V_0?$$

$$h_m?$$

Решение:



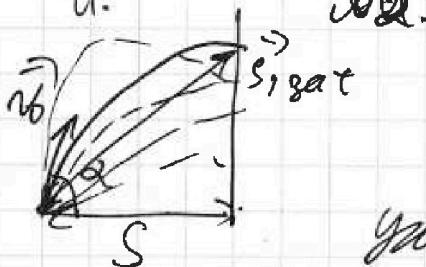
$$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \vec{g} t^2$$

$$\text{при } t=0: 0 = V_0 - g T$$

$$V_0 = g T = 20 \text{ м/с}$$

h\_m - максимальная высота удара  
шарика о стекло

н.



н.

$$h = t g_2 V_0 - \frac{g V_0^2}{2}$$

$$h = t g_2 S - \frac{g S^2 (t g_2^2 + 1)}{2 V_0^2}$$

Удвоение траектории полёта  
шарика до стекла. Значение высоты  
в момент удара

$$\frac{dh}{dt g_2} = S - \frac{g S^2 t g_2}{V_0^2} \quad t g_2 = \frac{V_0^2}{g S} = \frac{20 \cdot 20}{10 \cdot 20} = 2$$

$$h = 2 \cdot 20 - \frac{10 \cdot 20 \cdot 2 \cdot 0.5}{2 \cdot 20 \cdot 20} = 15 \text{ м}$$

Ответ: 20 м/с; 15 м



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

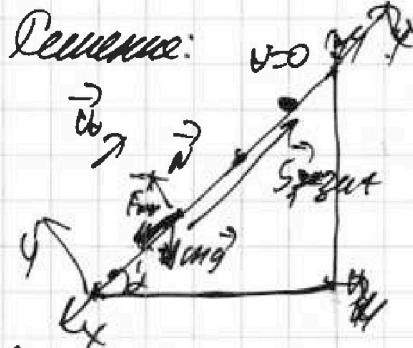
**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N2.

Дано:  
 $\sin\alpha = 0,8$   
 $v_0 = 4 \text{ м/с}$   
 $\mu = \frac{1}{3}$   
 $S_1 = ?$

Решение:



$$m \vec{a} = m \vec{g} + \vec{f}_{\text{фрик}} + \vec{N} \quad F_{\text{норм}} = \mu N$$

$$y: 0 = N - mg \cos\alpha$$

$$N = mg \cos\alpha$$

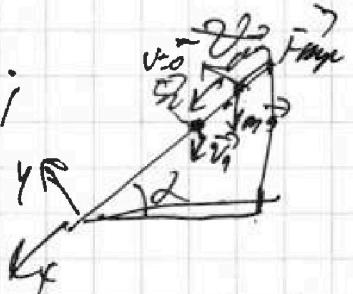
$$x: ma = \mu N + mg \sin\alpha$$

$$ma = \mu mg \cos\alpha + mg \sin\alpha$$

$$a = g(\mu \cos\alpha + \sin\alpha) = g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2gS_1 \quad -v_0^2 = -2gS$$

2)



$$ma = \vec{F}_{\text{норм}} + \vec{mg} + \vec{N}$$

$$y: N = mg \cos\alpha$$

$$x: ma = mg \sin\alpha - \mu mg \cos\alpha$$

$$a = g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha) = 0,6 \cdot 9 = 6 \text{ м/с}^2$$

$$S_2 + S_1 = S \quad S_2 = 0,2 \text{ м} \quad 2 \vec{a} \vec{S}_2 = \vec{v}_1^2 - \vec{v}_0^2$$

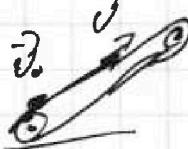
$$v_1^2 = 2 \cdot 6 \cdot 0,2 = 2,4 \quad v_1 = \sqrt{2,4} \text{ м/с}$$

~~$$t_1 \quad \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t, \quad x: 0 = -v_0 + a t_1$$~~

$$\vec{v}_1 = \vec{v} + \vec{a} t_2 \quad x: v_1 = a t_2 \quad t_2 = \frac{v_1}{a} = \frac{\sqrt{2,4}}{6} = 0,4 \text{ с}$$

$$t_1 + t_2 = T = 0,4 + \sqrt{\frac{2,4}{20}} = 0,4 + \frac{\sqrt{2,4}}{5} = 0,4 + \frac{\sqrt{2,4}}{5} = \frac{6 + \sqrt{2,4}}{5} \text{ с}$$

3.



$$2 \vec{a} \vec{S} = \vec{v}_1^2 - \vec{v}_0^2$$

$$+ 2g \vec{S} = v_0^2 - v^2 \quad \vec{S} = \frac{v_0^2 - v^2}{2g} = \frac{16 - 4}{20} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ м}$$

Когда скролль мяча подвел скользящим движением силы трения и сопротивления движению неизменны.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                                   | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$a_2 = \text{беск}$  ~~чтобы движение обратно~~  
~~тк.~~  $2gS = V^2 - V^2 = 0 \quad S = 0$   
~~такое не есть~~  
~~такое не есть~~

31.   
 $L = 0,6 \text{ м}$

на участке 1-2  $a = g \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = g \frac{v_0}{v_0} = g$   
на участке 2-3  $a = 6 \frac{v_2}{v_3} \quad v_3 = 0$

$0 - v_1^2 = 2a L_1 \quad L_1 = \frac{v_1^2}{2a} = \frac{2 \cdot 8}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3}$

$L_0 = L + L_1 = 0,6 + \frac{1}{3} = \frac{2,8}{3}$

$g \sin \alpha = \frac{H}{L_0} \quad H = g m_2 L_0 = \frac{0,2 \cdot 2,8}{3} = \frac{8 \cdot 2,8}{75 \cdot 3} = \frac{92}{75} \text{ м}$

Ответ:  $T = \frac{6 + \sqrt{151}}{75} \text{ с}; \quad L = 0,6 \text{ м}; \quad H = \frac{92}{75} \text{ м}$

- 1  2  3  4  5  6  7



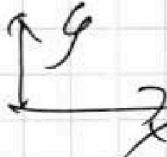
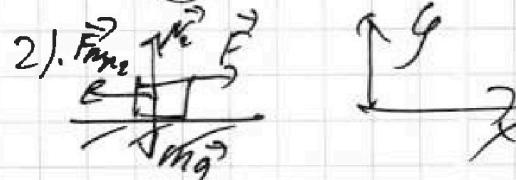
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№3.

Дано: Решение:

 $v_0$   
 $m$  $T?$ 

1).



III. К. Время остановки для одинаковых случаев, то ускорения равны

$$m\ddot{a} = \vec{F} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{mg}$$

$$y: N_1 = mg - F \sin \alpha$$

$$x: m\ddot{a} = F \cos \alpha - \mu N_1 = F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)$$

$$4. m\ddot{a} = \vec{F} + \vec{N}_2 + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{mg}$$

$$y: m\ddot{a}: \text{от } N_2 = mg$$

$$x: m\ddot{a} = F - \mu N_2 = F - \mu mg \quad (2)$$

$$F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)$$

~~$$F(1 - \cos \alpha) = \mu mg$$~~

~~$$F \sin \alpha = \mu mg + \mu F \sin \alpha$$~~

$$\mu = \frac{F(1 - \cos \alpha)}{mg - mg + F \sin \alpha} = \frac{(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha}$$

$$3). \frac{v_0}{v_0^2} \stackrel{v=0}{=} \frac{N_1}{N_2} \in (0; \frac{\pi}{2}) \quad \text{y: } N_1 = mg \quad x: \dot{x} = \mu N_1 \sin \alpha \quad a = \mu g$$

$$\& v^2 = v_0^2 - 2as \quad \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}T$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; T = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha)g} \text{ при } \alpha \in (0; \frac{\pi}{2})$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:  $Q_{12} = C_p V \Delta T = 2 R V \Delta T = \Delta H + A_{12} = \frac{3}{2} V \Delta T + A_{12}$

~~Т=400К~~  
~~P=23125Па~~  
 $A_{12} = \frac{1}{2} V \Delta T R = \frac{(1600 - 400) \cdot 8137}{2} = 600 \cdot 8137 = 6 \cdot 8137$

$A_{12}?$   
 $b?$   
 $P?$   
 $T_1, T_2$

$= 4986 \text{ Дж}$

$$dV \cdot \eta = \frac{Q_{\text{внеш}} - 10000}{Q_{\text{внеш}}} \quad Q_{\text{внеш}} = Q_{12}, \quad \Delta T > 0$$

$$Q_{\text{внеш}} = Q_{23} + Q_{31}, \quad \Delta T < 0$$

$$Q_{\text{внеш}} = -Q_{23}$$

$$Q_{12} = 2 R V \Delta T_1 = 2 R V (T_1 - T_0) = 6 R V \Delta T_1$$

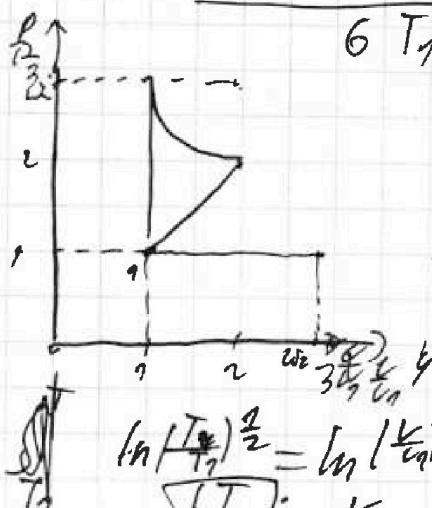
$$\Delta T_1 = 1600$$

$$Q_{23} = 0,5 R V (2 \sqrt{2} T_2 - 4 \bar{T}_2) = R V (V_2 \bar{T}_2 - 2 \bar{T}_2)$$

$$Q_{31} = 2,5 R V (T_1 - 2 \sqrt{2} T_1) = R V (2,5 \bar{T}_1 - 5 \sqrt{2} T_1)$$

$$\eta = \frac{6 R V \Delta T_1 + R V (V_2 \bar{T}_2 - 2 \bar{T}_2) + 2,5 \bar{T}_1 R V - 5 \sqrt{2} T_1 R V}{6 R V \Delta T_1}$$

$$= \frac{6 T_1 + 0,5 T_1 + 4 \sqrt{2} T_1}{6 T_1} = \frac{13 - 8 \sqrt{2}}{12} = \frac{13 - 8 \sqrt{2}}{12}$$



$$\ln \left( \frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{1}{2}} = \ln \left( \frac{V_1}{V_2} \right)$$

$$\sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2}^2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_1}{T_2}$$

~~2x3~~ ~~2x3~~  $0,5 = -\frac{3}{2} V \Delta T + A_{23} \Rightarrow P_0 V = 2 V \Delta T$

РЗ.  
 $\eta_{12} = 2$

$$2 V \Delta T = \frac{3}{2} V \Delta T + A_{12}$$

На участке изотермы  
изменение состояния

$$\frac{1}{2} V \Delta T = P_0 V \quad P = \frac{V \Delta T}{V}$$

$$\frac{1}{2} V \Delta T = \frac{P_0 V \Delta T}{V}$$

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta V}{V} \quad \int \frac{1}{2} \frac{\Delta T}{T} = \int \frac{\Delta V}{V}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{V_2}{V} T_{\text{diff}} = 2 \Delta T \quad \text{no answer}$$
$$\frac{V_2}{V} = \frac{2 \Delta T}{T_2}$$

$$V_2 = 2V_1 \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_2} = \frac{V_3}{2V_1} = \frac{1}{2} \quad \frac{V_3}{V_1} = 7 \quad \frac{V_1}{2V_1} = \left(\frac{T}{4T_1}\right)^2$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{V_1}{V} \frac{T}{T_1} = \frac{T}{4T_1} = \frac{V_1}{V_1} = \frac{T^2}{T_1^2} = \frac{V_1}{V_1} = \frac{T^2}{T_1^2}$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{V_1}{V} \frac{T}{T_1} = \frac{V_1}{V} \sqrt{\frac{8V_1}{V_1}} = \frac{T^2}{T_1^2} = \sqrt{\frac{8V_1}{V_1}} \sqrt{\frac{8V_1}{V_1}} = \frac{T}{T_1}$$

$$= \sqrt{\frac{V_1}{V} 8} = \sqrt{\frac{8}{8}} \quad P_3 = \sqrt{8}$$

Задача 1.

$$2,5 V_1 \Delta T = -\frac{3}{2} V_1 \Delta T + A_{32} \Delta T$$

$$A_{32} = 4 V_1 \Delta T \quad \frac{dV}{V} = \frac{4 dT}{T_3}$$
$$\frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{T_2}{T_3}\right)^4 = \left(\frac{T_2}{2 \Delta T}\right)^4$$

$$\frac{V_2}{V_1} =$$



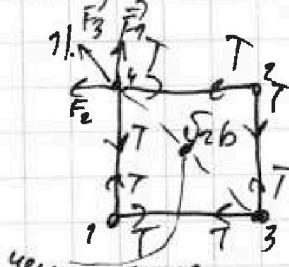
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

**Дано:** $m, g, b$  $T^1$  $V_1$ 

d?

**Решение:**

В силу симметрии Тело  
имеет одинаковый  
центр тяжести

$$\text{поэтому } \sum \vec{F} = 0$$

$$m\ddot{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_3 + \vec{F}_2 + \vec{T} + \vec{T}$$

$$\text{для } T_1 = 0: 0 = F_1 + F_3 \cos 45^\circ - T_1$$

$$T_1 = \frac{Kg^2}{b^2} + \frac{Kg^2 \sqrt{2}}{2^2} = \frac{Kg^2 (2+\sqrt{2})}{2^2} = \frac{Kg^2 (2+\sqrt{2})}{4}$$

Центр тяжести движущихся тел  
имеет одинаковые  $\rightarrow$  (в начале  
движения линия центра тяжести равнокучко-  
вое ускорение показывает равнокучко-  
вое движение сил)

Следует отметить, что  
все приведенные примеры и  
отмеченные друг от друга (такие как  
последние две задачи) имеют одинаковые  
движения.

Линии, когда все тела в один  
приводят



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$P_1 V_1 = V_1 k T_1 \quad P_2 V_2 = V_2 k T_2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2} \frac{T_1}{T_2}$$

$$Q = 2R V_1 k (T_2 - T_1) = T_1 + \frac{2R V_1 k}{2R V_1} (T_2 - T_1)$$

~~$$C_p = \frac{1}{2} R k T_2 = P_2 V_2$$~~

$$P_2 V_2 = V_2 k T_2 \quad V_2 k T_2$$

$$A_{\text{раб}} = P_2 V_2 = 2R \frac{T_1}{2} R V_1 k T_1$$

$$P_2 V_2 = \frac{1}{2} R V_2 dT \quad P = \frac{1}{2} \frac{R k T}{dV} \quad P dV = \frac{1}{2} R k dT$$

$$g = \frac{(V_1 k T_1 + \frac{1}{2} R V_1 dT)}{X} \quad \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{P dT} = \frac{P_2 V_2}{P dT} \quad P = \frac{1}{2} \frac{R V_2 dT}{dV}$$

$$P_2 V_2 - P_1 V_1 = \frac{1}{2} R V_2 dT$$

$$\frac{5}{4986} \quad \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T}{T_1} \quad T = T_1 Y X \quad \frac{P}{P_1} = \frac{(P_2 V_2 + \frac{1}{2} R V_2 dT)}{T_1} \quad P_2 V_2 = P_1 V_1$$

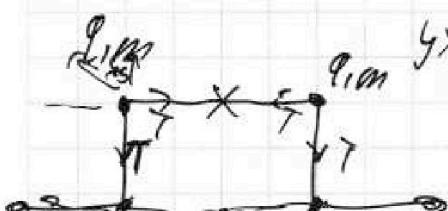
$$Y_X = V_2 k T_1 + \frac{1}{2} R V_2 (T - T_1)$$

$$V_1 k T_1 \quad Y_X = V_1 k T_1 + \frac{1}{2} R V_1 T_1 - \frac{1}{2} R V_1 T_1$$

$$\frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{P_1 V_1} = \frac{\frac{1}{2} R V_1 (T - T_1) + V_1 k T_1}{P_1 V_1 k T_1}$$

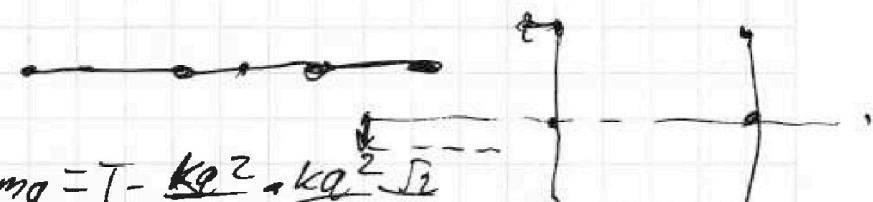
$$Y_X = \frac{\frac{1}{2} R T_1}{\frac{1}{2} R T_1} \quad Y = \frac{1}{X}$$

$$Y_X = \frac{2600}{600} = \frac{13}{3} \quad \frac{1}{2} R V_1 (T - T_1) = P_1 V_1 \int_V P dV$$



$$m_a = T - \frac{kq^2}{b^2} - \frac{kq^2}{2b^2} \frac{1}{2}$$

$$m_a = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} - T \cdot 2m_a$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ.

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$xg = P_0 V_0 = VRT \quad \frac{P_0 V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \quad V_{k0} \sigma_0 S = -\frac{3}{2} 1,5 V_0 T + A$$

$$PV^{\gamma} = \text{const} \quad \frac{P}{P_0} \frac{V}{V_0} = Y \quad Xg = Y \quad 2 V_0 T = 2 V_0 \cdot \frac{P_0}{P} T_0 L \quad \frac{2 \Delta T}{T} = \frac{dV}{V}$$

$$2 - \frac{3}{2} \quad \cancel{Xg = Y} \quad P = \text{const}$$

$$\sigma_0 S = \frac{3}{2} - 1$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{V}{V_0} = Y \quad PV = 2^{0.5} R T_0 \quad \frac{V}{V_0} = 2^{0.5} \quad 2(\ln/T_2 - \ln/T_0) = \ln(V_2/V_0)$$

$$-2/n \left( \frac{T_2}{T_0} \right)^2 = \ln \frac{V_2}{V_0} \quad \left[ \frac{T_2}{T_0} \right] = \frac{V_2}{V_0} \quad P = \frac{V_0 T}{V} \quad \sqrt{\frac{T_2}{T_0}} = \frac{V_2}{V_0}$$

$$D = -\frac{3}{2} + A_2 \quad \frac{3}{2} \cancel{Xg} = -P dV = \frac{V_0 T}{V} dV \quad \left( \frac{V_0 T}{V} \right)_2 = \frac{V_2}{V_0}$$

$$\frac{1600}{800} = 2 \quad \frac{3}{2} \cancel{Xg} = -\frac{D}{T} dT = \frac{D}{T} dV \quad \frac{1}{2} \ln \left( \frac{V_2}{V_0} \right) = \ln(V_2/V_0)$$

$$2^{0.5} \quad \frac{P}{P_0} = \frac{V_0^2}{V_2^2} \quad \frac{V}{V_0} = \left( \frac{T_2}{T_0} \right)^{\frac{2}{n}}$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{V_0^2}{V_2^2} \quad \frac{V_2}{V_0} = \left( \frac{T_2}{T_0} \right)^{\frac{2}{n}} \quad \frac{V_2}{V_0} = \frac{4 \cdot 2}{16} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{V_0^2}{V_2^2} \quad \frac{V_2}{V_0} = \frac{1}{2} \quad \frac{V_2}{V_0} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{202} \quad \frac{V_0^2}{V_2^2} = \frac{V}{V_0} \quad \frac{P_0 V_0}{V_0^2} = \frac{P_0 T_0}{V_0^2} = \frac{V_0 \cdot V_0^2}{V_0^2} = \frac{P_0}{P_0} = 1$$

$$\frac{1}{202} = \frac{1}{16 \cdot 464} \quad \frac{V_2}{V_0} = 1 \quad V_2 = V_0$$

$$\frac{V_2}{V_0} = \frac{1}{464} \quad \frac{V_2}{V_0} = 1$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

-96  $\frac{t^2}{2}$  =  $\sqrt{3}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



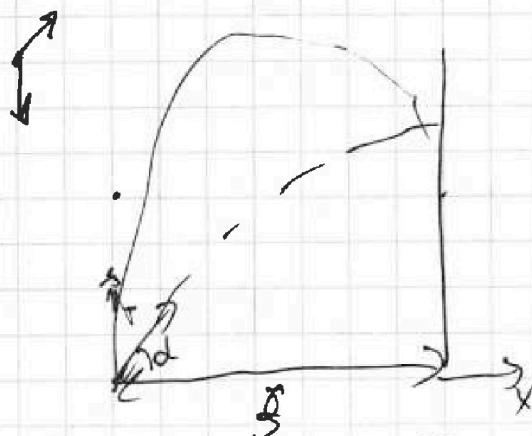
- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$11. \quad h_{\max} = \frac{\sqrt{24}}{36} = \frac{4\sqrt{2} \cdot 2}{9\sqrt{3} \cdot 3} = \frac{1}{\sqrt{15}} = \frac{\sqrt{15}}{15}$$

$T=2c$   $\Rightarrow V = V_0 + gt$   $y: 0 = V_0 - gt$   
 $\frac{4 \cdot 6.3}{70.5} = \sqrt{0.6}$   $V_0 = gt = 20 \text{ м/с}$



$$V_0 \cos \theta t = S \quad t = \frac{S}{V_0 \cos \theta}$$

$$h = V_0 \sin \theta t - \frac{gt^2}{2}$$

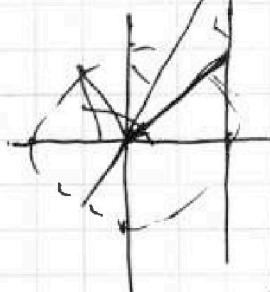
$$h = \frac{V_0 \sin \theta}{V_0 \cos \theta} S - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 \theta}$$

$$h = t \tan \theta S - \frac{g S^2 / (t \tan^2 \theta + 1)}{2 V_0^2 \cos^2 \theta}$$

$$\frac{dh}{dt \tan \theta} = S - \frac{2g S^2}{2 V_0^2 t \tan \theta} + \frac{g S^2}{2 V_0^2} = 0$$

$$t \tan \theta = S V_0^2$$

$$t = \frac{V_0^2}{g S} = \frac{V_0^2}{g S} = \frac{\pi}{2}$$

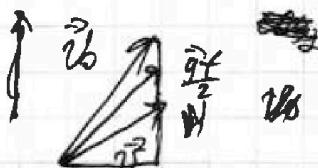


$$\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$$

$$\tan \alpha = \frac{1}{5} \quad \cos \alpha = \pm \frac{1}{\sqrt{26}}$$

$$\sin \alpha = \pm \sqrt{1 - \frac{1}{26}} = \pm \frac{\sqrt{25}}{\sqrt{26}}$$

$$\tan \beta = \frac{1}{5}$$



$$h = 2 \cdot 20 - \frac{\sqrt{20} \cdot 20}{\sqrt{25}} = 20 - 20 = 0$$

$$15 = 20x - \frac{x^2 \cdot 20}{25} = 40 - 2x = 25$$

$$15 = 20x - 5x^2 - 5 \quad 5x^2 - 20x + 20 = 0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

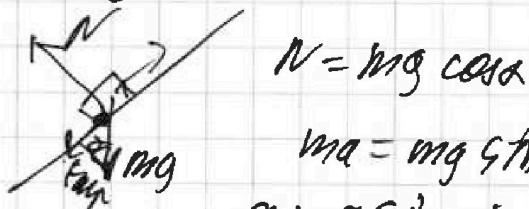
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$S \sin \alpha = C_1 S \quad V_0 = C_1 v_0 \cos \alpha \quad V = 0$$

$$\mu = \frac{2}{3}$$



$$N = mg \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

$$m_a = mg \sin \alpha + \mu m g \cos \alpha$$

$$\alpha = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha =$$

$$= 10 (0,8 + \frac{2}{3} \cdot 0,6) = 10 (0,8 + 0,4) = 10 \text{ м/с}^2$$

$$S = V_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2} - V_0 t + S = 0$$

$$10t^2 - 4t + 1 = 0$$

$$D = 16 - 15 \cdot 4$$

$$V_0 = 2gS \quad \frac{16S}{70} = 16$$

$$t = 4t - 10t^2$$

$$5t^2 - 4t + 1 = 0$$

$$D = 16 - 4 \cdot 5 = -4$$

$$S \sin \alpha = 0,8$$

$$\cos \alpha = 1 - \sin^2 \alpha = 1 - \frac{64}{100} = \frac{36}{100} = \frac{36}{100} + \cos \alpha = \frac{6}{20} = 0,6$$



$$mg \cos \alpha = N$$

$$m_a = F_{\text{fric}} + m g \sin \alpha = \mu m g \cos \alpha + m g \sin \alpha$$

$$\alpha = g \left( \frac{10,6}{3,70} + 0,8 \right) = \frac{2,8}{3} + 0 = 10$$

$$S = \frac{2}{2,10} = 0,7$$

$$0,7 = 10t - 0,5$$

$$0,2 \cdot 10t = 0,5$$

$$V_0^2 - V^2 = 2gS$$

$$\frac{4-2}{20} = S = \frac{1}{5}$$

$$\sin \alpha = \frac{6}{2} \quad L = \frac{4 \cdot 4^2 \cdot 70}{2 \cdot 80 \cdot 6} = 1$$

$$\frac{m_1 V_0^2 - m_2 V_0^2}{2} + m_2 g L \sin \alpha = -f_{\text{fric}} m_2 g \cos \alpha \quad (1)$$

$$-V_0^2 - V^2 = 2gLS \sin \alpha + m_2 g \cos \alpha \quad (2)$$

$$S = \frac{4-4}{2,10} = 0,2$$

$$\frac{4-0}{2 \cdot 10} = 0,2$$

$$\frac{16-4}{2 \cdot 10} = 0,6 \quad (3)$$

$$m_1 V_0 + m_2 V = m_1 V + m_2 V$$

$$\frac{m_1 V^2 + m_2 V^2}{2} - \frac{m_1 V_0^2 + m_2 V_0^2}{2} + m_2 g L \sin \alpha = 0$$

$$g S \sin \alpha = \frac{16^2 - 16^2}{2} - \frac{16^2 - 16^2}{2} + m_2 g L \sin \alpha \quad g S \sin \alpha = \frac{16^2}{2}$$

$$g S \sin \alpha = \frac{16^2}{2} \left( \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right)$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

**МФТИ**



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{M V^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} + m g s_{1/2} L = 0 \quad \frac{\cancel{v_0^2} (m+M) m^2 v_0^2}{2} - \frac{m^2 v_0^2}{2}$$

$$V = \frac{m}{M+m} v \quad g s_{1/2} = \frac{\cancel{m v_0^2}}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{v_0^2}{2}$$

$$\frac{v^2 (m+M)}{2} - \frac{m^2 v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{v^2 (m+M)}{2} = 2 m g s_{1/2} L$$

$$\frac{m+M-m}{2(M+M)} \frac{v^2}{m^2} \quad v_0^2 = \frac{v^2 (m+M)}{m} + 2 g s_{1/2} L$$

$$\frac{1 \cdot 4}{2 \cdot 10} \quad v^2 = \left( \frac{m}{m+M} \right)^2 v_0^2 \quad \Rightarrow \quad v^2 / (m+M)^2 = v^2 m / (m+M) + 2 g s_{1/2} L m^2$$

$$v_0^2 = v^2 \frac{m^2}{(m+M)^2} \quad v_0^2 = \frac{2 g s_{1/2} L m^2}{m^2}$$

$$v_0^2 = \frac{(M+m)^2}{m^2} \frac{M(m+M)}{v^2}$$

$$\frac{v^2 / (m+M)}{2} - \frac{m}{2} \frac{(M+m)^2 v^2}{m^2} + 2 g m s_{1/2} L = 0$$



$$\frac{v^2}{2} (m+M - M^2 / (m+M)^2) = 2 g m s_{1/2} L$$

$$M a = \frac{F_{\text{норм}}}{M} \quad \frac{v^2 M}{2} (m+M - M^2 / (m+M)^2) = 2 g m s_{1/2} L$$

$$F_{\text{норм}} = -m \ddot{x}$$

$$M \ddot{x} = m \frac{m^2 F_{\text{норм}}}{M} + F_{\text{норм}} + m g s_{1/2} L = m a$$

$$a = \frac{m m g \cos_2 \mu}{M} + \frac{m g \cos_2 + m g s_{1/2} L}{M}$$

$$-2 g S = \frac{M}{M - v_0^2 / M} a = g / \frac{m \cos_2 \mu + M \mu \cos_2 + m g s_{1/2} L}{m - v_0^2 / M} \quad a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$v = \frac{v_0^2}{2 f^2}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2 \cdot 10} = 0.8 \quad \ddot{x} = a t$$

На одной странице можно оформлять **только** одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> |

**МФТИ**



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Использование QR-кода недопустимо!

$$\frac{2}{6} \frac{1}{3} c \quad q \quad \frac{8}{3}$$
$$S = -\frac{q}{2} t + \frac{q}{2} t^2 = -\frac{2 \cdot 2}{3} + \frac{8 \cdot 4}{2} \cdot 9_3$$

$$\frac{2}{6} c \quad N \quad N = mg - F_{GZ} \sin \alpha \quad F_{GZ} \quad F_{ax} \quad S = 0$$

$$\frac{2}{6} \frac{8}{3} = \quad N_a = mg \quad m_a = F_{GZ} - f_k(N_a)$$

$$F_{GZ} = \mu \quad m_a = F - \mu N_a$$

$$\frac{F(1-\cos \alpha)}{m_a} = \mu / (m_a - m_f)$$

$$\frac{mg - m_f + F_m}{m_a} = \frac{F - F_{GZ} + \mu m_f - \mu m_a}{m_a - m_f} = 0$$

$$\frac{1-\cos \alpha}{m_a} = \mu$$

$$\frac{2}{6} t = \mu g \quad 1 - \cos \alpha \geq 0$$

$$t = \frac{1 - \cos \alpha}{5 m_a} \sqrt{g}$$

$$S \neq 0 \quad \delta \neq 0;$$

$$c = 2R$$

$$\cos \alpha \leq 1 \quad \delta \neq 0; \pi$$

$$c = 2R$$

$$\delta \neq 0; \pi$$

$$R \quad C = \frac{Q}{V_a T}$$

$$\delta \in (0; \frac{\pi}{2})$$

$$Q = 2R V_a T = \frac{3}{2} V_a T + V_{a, \text{rest}} \quad \frac{600}{600}$$

$$A_R = \frac{1}{2} R V_a T = \frac{1600 - 400}{2} = \frac{1200 \cdot 7.83700}{2} = \frac{69867}{831}$$

$$Q = 2R V_a T = Q_{\text{rest}} = Q_{12} \quad Q_{\text{rest}} = Q_{23} + Q_{37} \quad \frac{6}{4906}$$

$$= 2R V_a (1600 - 400) = Q = 1 - \frac{Q_{\text{rest}}}{Q_{\text{rest}}} = -\frac{1}{2} 47_1 + 1,5 \bar{7}_1$$

$$= 2R V_a \cdot 1200$$

$$Q_{23} = 2000 \quad 0,5 R V_a (202 \bar{T}_1 - 4T_1) + 2,5 R V_a (T_1 - 202 \bar{T}_1)$$

$$\frac{T}{T_1} = 2 \frac{V_a}{V_1} \cdot 58 = 202 \quad R = 1 \quad R V_a (57_1 + 0,5 \bar{T}_1 - 502 \bar{T}_1)$$

$$2 \cdot 92 \cdot 2 R V_a \bar{T}_1 - 400 \bar{T}_1 + \frac{T_1}{2}$$

$$\frac{P}{P_1} = 1$$

$$\frac{2 R V_a 3 \bar{T}_1}{2 R V_a 3 \bar{T}_1} \quad 9,43 \%$$

$$P_1 = V_a T_1$$

$$P_1 T_1 = V_a T_1$$

$$\frac{P}{P_1} \frac{T_1}{T_1} = \frac{T}{T_1} = \frac{V}{V_1} = \frac{\bar{V}}{\bar{V}_1} = \frac{13 - 402}{6} = \frac{714 \cdot 4}{600} = 114 \cdot 4$$