



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02



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

1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол  $\alpha = 45^\circ$  с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета  $L = 20$  м.

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью  $V_0$  к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна  $H = 3,6$  м.

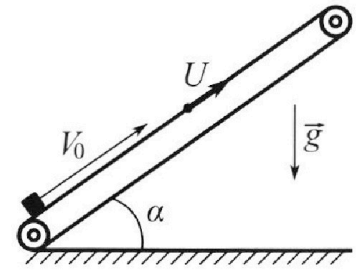
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,6$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 6$  м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = 0,5$ .

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь  $S$  пройдет коробка в первом опыте к моменту времени  $T = 1$  с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 1$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 6$  м/с (см. рис.).

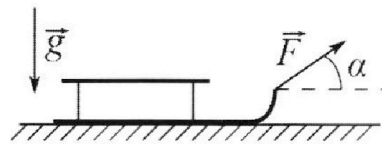
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

*Земли*

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии  $K$  на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии  $K$  действие внешней силы прекращается.

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

2) Найдите перемещение  $S$  санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения  $g$ . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



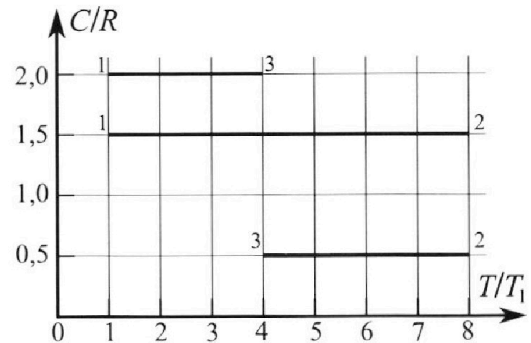
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

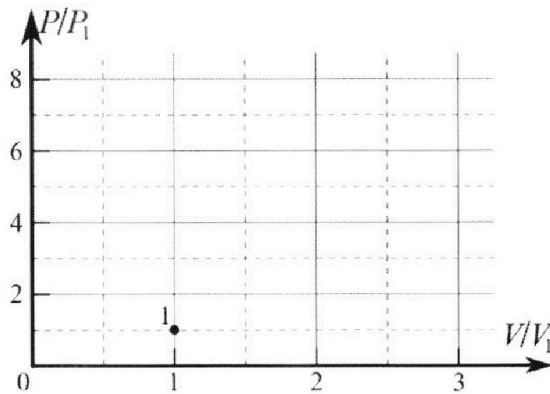


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна  $T_1 = 200$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).

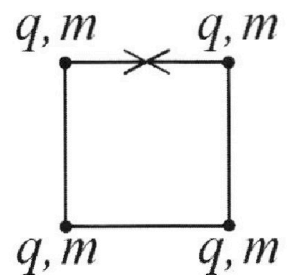


- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 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  $a$  (см. рис.). Сила натяжения каждой нити  $T$ .

- 1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию  $K$  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 сверху (на рисунке)? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . 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"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

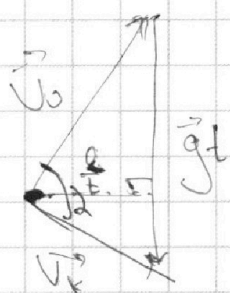
**МФТИ**

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



1) Пусть  $t$  - время полета.  $2V_0 \sin \alpha = t \Rightarrow$   
 $V_0 \cos \alpha \cdot t = h \Rightarrow h = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{gh}{\sin 2\alpha}}$   
 $= \sqrt{\frac{10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 20}{1}} = 14,1 \frac{м}{с}$

2) Представим себе векторные треугольники скоростей. Пусть  $V_k$  - касат. скорость мяча при ударе об стену. Из закона



сохр. энергии:

$$V_0^2 = V_k^2 + 2gh \Rightarrow V_k^2 = V_0^2 - 2gh$$

~~Заметим, что футболист максимизирует высоту подброса мяча, а так как расстояние от футбол. до стены постоянно, он максимизирует расстояние  $h$ .~~

Заметим, что футболист максимизирует высоту подброса, а так по формуле  $V_k^2 = V_0^2 - 2gh$  он минимизирует касат. скорость. При этом дальность полета по горизонтали  $h = \text{const}$ .

Заметим, что площадь треугольника скорости  $\frac{1}{2} \frac{V_k}{t} \cdot \frac{V_0}{t} = \frac{gV_k}{2}$  (высота на основании). Это постоянная величина. В то же время площадь треугольника это  $\frac{V_0 \cdot V_k \cdot \sin \alpha}{2}$ , где  $\alpha$  - угол между кас. вектором скорости и касат.  $\Rightarrow$  так площадь величина постоянная  $\frac{V_k \cdot \sin \alpha}{2} = \text{const}$

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!

и (проекции)  
дуга  $V_k \rightarrow \min \Rightarrow \sin \alpha \rightarrow \max$   
максимум  $\sin \alpha = 1 \Rightarrow$  угол между векторами  
скорости и касательной  $90^\circ \Rightarrow \frac{g \cdot l}{2} = \frac{V_0 V_k}{2}$

$$\Rightarrow l = \frac{V_0 \cdot V_k}{g} = \frac{V_0 \sqrt{V_0^2 - 2gH}}{g} = \sqrt{2H} \sqrt{2gH} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м}$$

Ответ:  $V_0 = 14,14 \text{ м/с}; l = 16 \text{ м}$



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

МФТИ

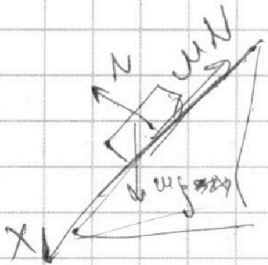
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$\mu_2$  (продолжить)

2) За время  $t_0 = 0,6$  секунд, коридок останется  
открытым. Лентка как было рассчитана ранее  
и ~~ее горизонтальная скорость совпадет с  $u$~~   
в этот момент ее скорость будет равна скорости  
лентки, то есть скорости будет равна скорости

3) Пока достигнется 0 скорости в С.О

лентки коридок начнет падать вниз.  
(в С.О лентки)



Тогда ускорение на ось x

$$ma = mgsin\alpha - \mu N = m(gsin\alpha - \mu gcos\alpha)$$

$$\Rightarrow a_2 = gsin\alpha - \mu gcos\alpha = 2 \text{ м/с}^2$$

Тогда найдем через какое время ее скорость  
станет 1 м/с (в С.О лентки) и направлена  
вниз это будет чрез время  $t_1 = \frac{u}{a_2} = 0,5 \text{ сек.}$

$\rightarrow$  в это время в С.О земли скорость коридка  
станет равна 0 м/с  $\Rightarrow$  Тогда посчитаем

преждевременное расстояние к столу момент  
стало в С.О лентки.  $h_1 = V_0 t_0 - \frac{a_1 t_0^2}{2} = 1,8 \text{ м}$

$$h_2 = -\frac{a_2 t_1^2}{2} = -0,25 \text{ м} \Rightarrow h_1 + h_2 = 1,55 \text{ м.}$$

в С.О Земли:  $h_1 + h_2 + h_3 = 1,55 + (t_1 + t_0)u =$   
 $= 1,55 + 1 = 2,65 \text{ м.}$

Ответ:  $S = 1,64 \text{ м}; T_1 = 0,6 \text{ с}; L = 2,65 \text{ м.}$

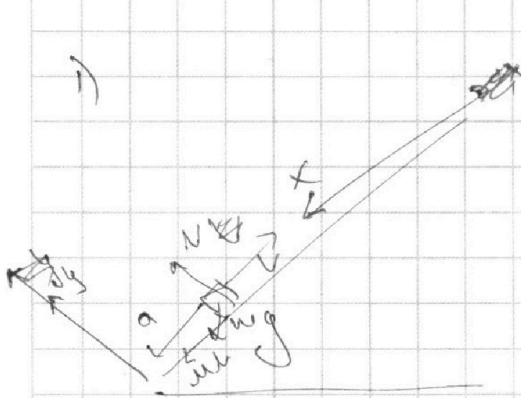
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!



Пока коробка не сравняет  
своего скорости со скоростью  
летель, она будет двигаться  
с постоянной ускорением  $a$   $\ll$   $g \sin \alpha$   
Найдем это ускорение.

Запишем 2-й з. Ньютона на ось  $x$ .

$$ma = \mu N + mg \sin \alpha \quad T_k \text{ на ось } y \text{ нет}$$

$$\text{ускорения} \quad mg \cos \alpha = N \Rightarrow ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha \quad \text{За время } t = 1 \text{ с.}$$

коробка не успеет затормозить и пройдет  
пути  $S_1$  (в исходное открытое окно)  $= \frac{at^2}{2} =$   
 ~~$0,5 \cdot 10 \cdot 1^2 = 5 \text{ м}$~~

~~$$v_0 t - \frac{at^2}{2} = 0 \Rightarrow a = \frac{v_0^2}{t^2} = \frac{3,6^2}{1^2} = 12,96 \text{ м/с}^2$$

$$a = \frac{6 \text{ м}}{1^2} + \frac{4 \text{ м}}{1^2} = 10 \text{ м/с}^2 \Rightarrow \text{за время } t_0 = \frac{v_0}{a} = 0,5 \text{ с}$$

$$\text{пути скорости коробки сравняется со скоростью летель.}$$

$$\text{За это время коробка пройдет: } S_1 = t_0 v_0 - \frac{at_0^2}{2} =$$

$$= 0,5 \cdot 3,6 - 1,2 \text{ м} = 1,8 \text{ м. В конце пути } S_2 = (1 - t_0) v_0 = 0,5 \text{ м}$$~~

Итого  ~~$2,2 \text{ м}$~~   
После торможения коробка пойдет вниз с ускорением  $a = 6,4 = 2 \text{ м/с}^2$   
 $a = \frac{6 \text{ м}}{1^2} + \frac{4 \text{ м}}{1^2} = 10 \text{ м/с}^2$  За время  $t_0 = \frac{v_0}{a} = 0,6 \text{ с}$

скорости коробки станет равна 0, отсюда транспортёр  
~~не дальше она будет двигаться наверх.~~  
~~и дальше она не будет двигаться вообще.~~

Тогда коробка пройдет  $S_1 = v_0 t_0 - \frac{at_0^2}{2} = 3,6 \text{ м} - 1,2 \text{ м}$   
 $= 1,8 \text{ м}$  После коробки случится  $S_2 = \frac{at_0^2}{2} = \frac{2 \cdot 0,36}{2} = 0,36 \text{ м}$   
 $\Rightarrow S = 1,64 \text{ м}$

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 checked="" type="checkbox"/>	<input 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!

$\mu >$  (продолжение)

2) После прекращения действия силы  $F$  на сани, сани остановятся тогда, когда вся их кинетическая энергия  $K$  перейдет в тепло

Пусть это произойдет на расстоянии  $S$  после  $t$  в процессе торможения  ~~$E = S \mu N = F S \sin \alpha$~~

$$K = S \mu N = S \mu mg$$

~~$S = K / \mu mg$~~  Пусть  $u$  — предельное расстояние

по

$u$  — закон сохр. мом. саней

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

Ответ:  $\mu = \frac{F \cos \alpha}{g \sin \alpha}$ ;  $S = \frac{K \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$



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

МФТИ

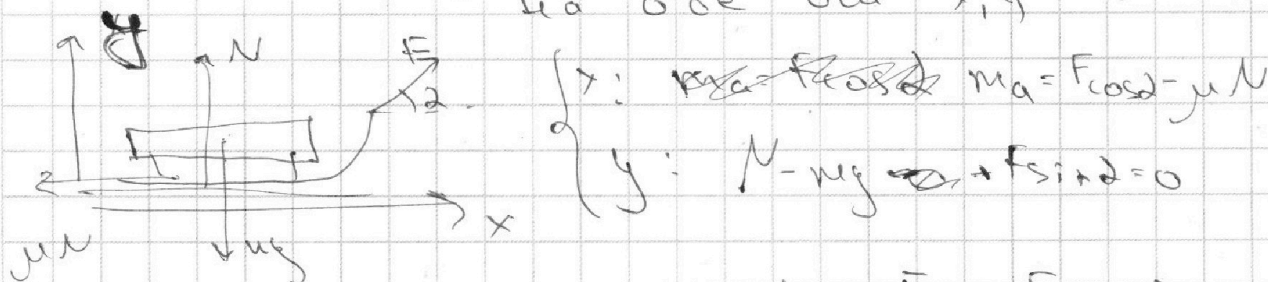
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

13

1) Пусть  $M$  - масса санок, а  $V_0$  - скорость  
необходимого газа для начала  $F$

$$\frac{MV_0^2}{2} = F$$

В первом случае рассмотрим 2-й з. Который  
на обе оси  $x, y$

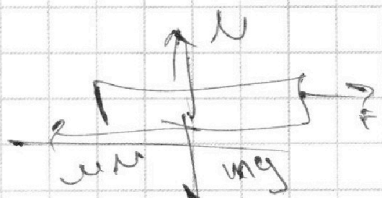


$$\begin{cases} x: \cancel{ma} = F \cos \alpha - \mu N \\ y: N - mg \sin \alpha + F \sin \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \cancel{ma} = F \cos \alpha - \mu mg \Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

$$\Rightarrow ma_1 = F \cos \alpha - \mu mg \sin \alpha + \mu F \sin \alpha$$

В втором случае



$$x: F - \mu N = ma$$

$$y: N - mg = 0$$

$$\Rightarrow ma_2 = F - \mu mg$$

Тогда  $\mu$  и  $F$  для обоих случаев одинаковы  
то и  $V_0$  - то же  $\Rightarrow$  ускорение при взаимодействии  
одинаковое (одинаковые расстояния  $\Rightarrow$  одинаковые времена)

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

$$\Rightarrow F \cos \alpha + F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) = F$$

$$\Rightarrow \mu \sin \alpha = 1 - \cos \alpha \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$



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"/>



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

1) Работа внешних сил над газом равна по модулю работе газа. Пусть за процесс 3-1 газу передали стержню  $\Delta Q = \Delta A = \Delta U$

$$\Delta U = \frac{3}{2} J R \Delta T = \frac{3}{2} J R T_1 - 4,5 J R T_1 \quad \Delta Q = \sum c \Delta T$$

т.к. с в этом процессе постоянно  $\Delta A = 2 R \Delta T$

$$= -6 R T_1 \Rightarrow \Delta A = \Delta Q - \Delta U = -1,5 R T_1 \Rightarrow$$

работа внешних сил это  $1,5 R T_1 = 300 \cdot 8,317$

$$\approx 2500 \text{ Дж.}$$

2) по аналогии для каждого процесса найдем

$\Delta Q$  и  $\Delta U$

для 1-2:

$$\Delta Q_1 = 7 \cdot 1,5 \cdot R T_1 = 10,5 R T_1, \quad \Delta U_1 = \frac{3}{2} 7 J R T_1 = 10,5 R T_1$$

$$\Delta A_1 = 0$$

для 2-3

$$\Delta Q_2 = -\frac{1}{2} 4 R T_1 = -2 R T_1; \quad \Delta U_2 = -\frac{3}{2} 4 J R T_1 = -6 R T_1$$

$$\Rightarrow \Delta A_2 = 4 R T_1$$

для 3-1

$$\Delta Q_3 = -2 \cdot 3 R T_1 = -6 R T_1; \quad \Delta U_3 = -\frac{3}{2} 3 J R T_1 = -4,5 R T_1$$

$$\Delta A_3 = -1,5 R T_1$$

$$j = \frac{\sum A}{\sum Q_{подв}} = \frac{0 + 4 R T_1 - 1,5 R T_1}{10,5 R T_1} = \frac{2,5}{10,5} = \frac{5}{21}$$

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!



3) Заметим, что цикл состоит из 3-ех

полюпроцессов процессов, для которых

справедливо  $PV^n = \text{const}$ , где  $n = \frac{C_p - C_v}{C - C_v}$

причем  $C_v = \frac{3}{2}R$ ;  $C_p = \frac{5}{2}R$

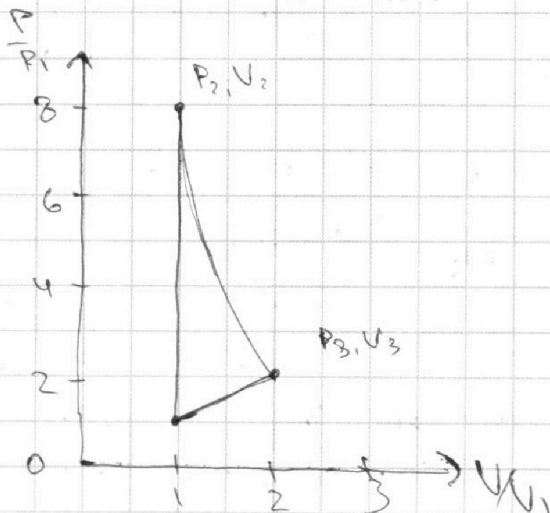
для каждого процесса рассчитаем показатель политротности.

$n_{12} = \frac{2R - 2.5R}{2R - 1.5R} = -1 \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const}$

$n_{23} = \frac{1.5R - 2.5R}{1.5R - 1.5R} = \infty \Rightarrow PV^\infty = \text{const} \Rightarrow V = \text{const}$

$n_{31} = \frac{0.5R - 2.5R}{0.5R - 1.5R} = 2 \Rightarrow PV^2 = \text{const}$

$n_{31} = \frac{2R - 2.5R}{2R - 1.5R} = -1 \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const}$



1)  $P_0 = \frac{P_1}{2}$   $T_0 = T_1$

$P_2 V_0 = \nu R T_0$

$T_2 = 8 T_1 \Rightarrow P_2 = 8 P_0$

2)  $P_3 V_3^2 = 8 P_1 V_1^2$

$8 P_1 V_1 = \nu R 8 T_1$

$P_3 V_3 = \nu R 4 T_1$

$\Rightarrow \frac{P_3 V_3}{8 P_1 V_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow P_3 V_3 = 4 P_1 V_1$

$4 P_1 V_1 V_3 = 8 P_1 V_1^2 \Rightarrow V_3 = 2 V_1$

$\Rightarrow P_3 \cdot 4 V_1^2 = 8 P_1 V_1^2 \Rightarrow P_3 = 2 P_1$

Ответ:  $A = 2500 \text{ Дж}$ ;  $\eta = \frac{5}{21}$



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

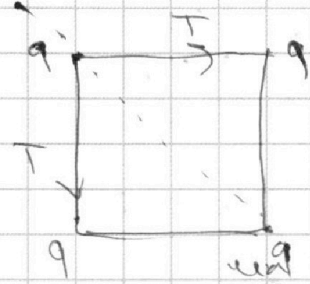
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

25  
1) Так картанка симметрична до скитойко  
расположены шарик в одной из верш.



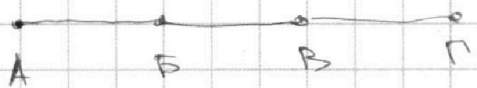
равнодействующая сил натяжения и сил отталкивания направлена вдоль диагонали квадрата. а равнодейств. на шарик равно 0

сумма натяжений  $\sqrt{2}T$ , сумма отталкиваний

$$\sqrt{2} \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} \Rightarrow T = \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}a^2} = \frac{kq^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) =$$

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{4}{4} + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot 1,36 = \frac{q^2 \cdot 0,36}{4\pi\epsilon_0}$$

2) Найдите кин. энергию шарика  $\Phi$ , который  
изн. находится в  
левой верхней верш.



$\varphi_0$  - потенциал каждого шара  $\varphi_0 = \frac{kq}{a} + \frac{kq}{a} - \frac{kq}{\sqrt{2}a}$

$$\Rightarrow W_0 = \frac{kq^2}{a} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right). \text{ Когда шарик находится}$$

вдоль одной прямой потенциал левон

$$\text{равен } \frac{kq}{a} + \frac{kq}{2a} + \frac{kq}{3a} \Rightarrow W_A = \frac{kq^2}{a} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta W = E_k = \frac{kq^2}{a} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{11}{6}\right) = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{kq^2}{a} \frac{(6 + \sqrt{2})}{6\sqrt{2}}$$

$$= \frac{kq^2}{a} \frac{7,44}{8,64} = \frac{kq^2}{a} \frac{24}{27} = \frac{q^2}{a} \frac{24}{27\pi\epsilon_0} = \frac{q^2}{a} \frac{2}{9\pi\epsilon_0}$$

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!

3) По теореме о движении центра масс  
т.к. суммарный импульс системы и заряд  
и момент импульса равно 0 в любой момент  
времени, у их центра все было ускорено

→ они не изменили свою форму.

Из центра масс находится в центре квадрата

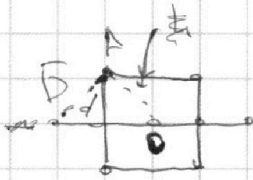
После этого центр масс будет  
находиться посередине прямой.

→ расстояние между точками

A и B равно половине длины

диагонали  $a$  то есть  $\frac{a}{2\sqrt{2}}$ .

Ответ:  $\frac{a^2 4q^2}{a^2 \pi \epsilon_0}$ ;  $\frac{2q^2}{a^2 \pi \epsilon_0}$ ;  $\frac{a}{2\sqrt{2}}$







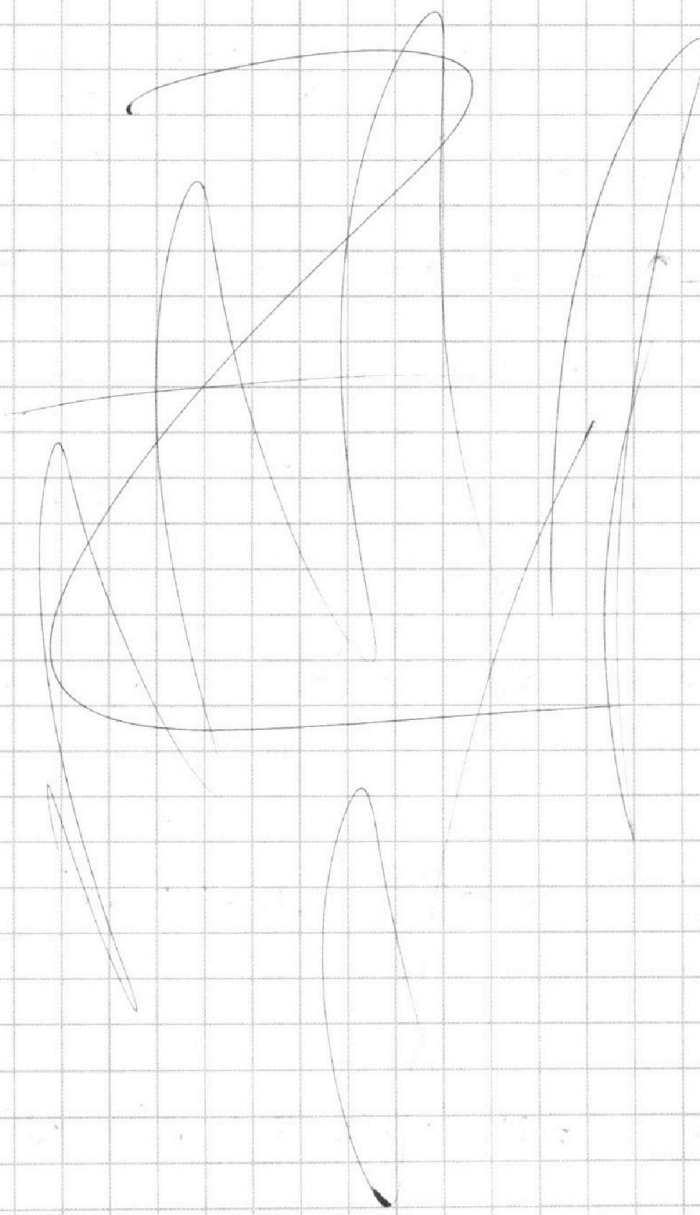
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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





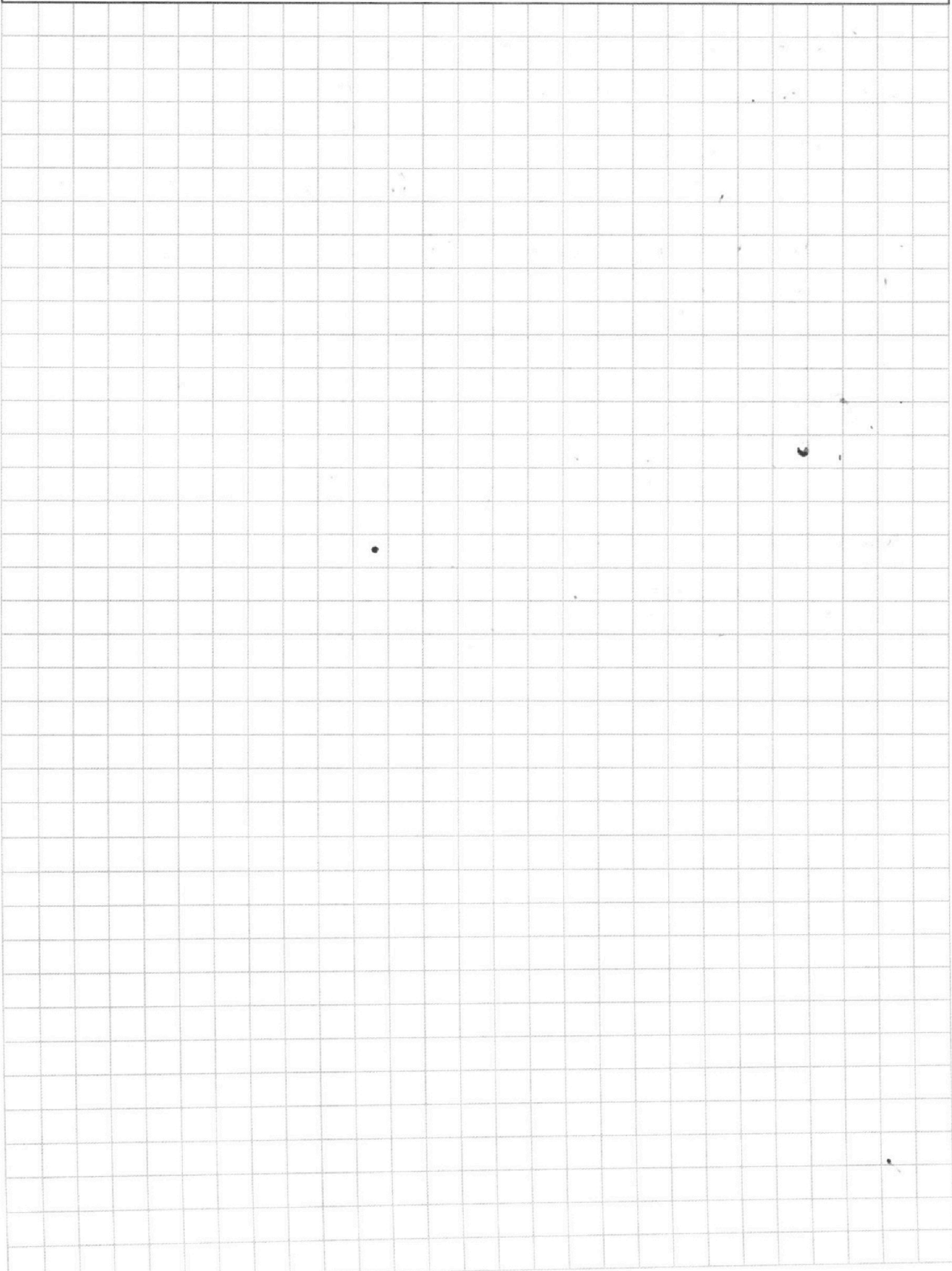
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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



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



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!

1) Пусть  $T$  - время полета мяча.  $T = 2V_0 \sin \alpha$

$$L = V_0 \cos \alpha t \Rightarrow L = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$L = \Rightarrow V_0 = \sqrt{g L \sin 2\alpha} \quad \text{когда бы была } V_0 = \sqrt{20 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$$

$$= 10 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 14,14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Заметим, что увеличение мяча обратно, то есть мы можем кидать мяч не в стенку, а от стены в точку, из которой бросили. Тогда условие максимальной высоты полета  $H_z$  равносильно тому, что максимальное расстояние на которое можно кинуть мяч с высоты  $H_z$ , равно  $2H_z$ .

На высоте  $H$  скорость  $V_k$ .  
Пусть на высоте  $H$  скорость  $V_k$ .

$$\text{из закона сохр. энергии } V_0^2 = V_k^2 + 2gH$$

$$\Rightarrow V_k = \sqrt{V_0^2 + 2gH}$$

$$F L_1 \cos \alpha - L_1 \mu (mg - F \sin \alpha) = F L_2 - L_2 \mu mg = k$$

$$F L_1 \cos \alpha - L_1 \mu mg + L_1 F \sin \alpha = F L_2 - L_2 \mu mg$$

$$\frac{L_1}{L_2}$$

$$L_1 = \frac{a_1 t^2}{2} \quad L_2 = \frac{V_0^2}{2a_2} \quad V_0 = at \Rightarrow t = \frac{V_0}{a}$$

$$L_1 = \frac{V_0^2}{2a_1}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

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!

$$m a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu m g + m F \sin \alpha}{F - \mu m g} = \frac{m}{m} = 1$$

$$\frac{48}{9.8} = \frac{54 m a_2}{9.8}$$

$$S = \frac{k}{m g}$$

$$F = \frac{k_2 \cdot M^2}{L^2}$$

$$G + 3 + 2 = \frac{11}{6}$$

$$\frac{9.6}{10.8} = \frac{2}{2.7}$$

$$M = \frac{k_2 \cdot M^2}{L^2}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} + \frac{6}{6\sqrt{2}}$$

$$PV = \frac{12}{6} - \frac{11}{6} = 1.44$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$\Delta A = \Delta Q - \frac{1.44}{6} = 240$$

$$0.3 \cdot 300 = 90$$

$$\frac{9}{5} = \frac{5}{2}$$

$$1.5 \cdot 8.31 = 200$$

$$9 \cdot 9.300$$

$$2400 + 90$$

$$300 \cdot 8.31 = 20$$

$$f'(x) = \frac{dx}{dt}$$

$$dT = \frac{PdV}{k}$$

$$Q \sim T$$

$$U \sim T \Rightarrow A \sim T$$

$$PdV = k dT$$

$$PV = \nu R T$$

$$PV = \nu R T$$

$$PdV + VdP = \nu R dT$$

$$PdV + VdP = \frac{\nu R}{k} dV$$

$$PdV \left( \frac{\nu R}{k} - 1 \right) = VdP$$

$$PdV = k dT$$

$$\frac{2}{21}$$

$$\frac{1-2}{1} = \frac{5}{3}$$

$$PdV + VdP = \nu R dT$$

$$\frac{1.9}{20}$$

$$\begin{array}{r} 2500 \\ 21 \overline{) 2500} \\ \underline{420} \phantom{00} \\ 800 \phantom{00} \\ \underline{840} \phantom{00} \\ 600 \phantom{00} \\ \underline{630} \phantom{00} \\ 700 \phantom{00} \\ \underline{700} \phantom{00} \\ 0000 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

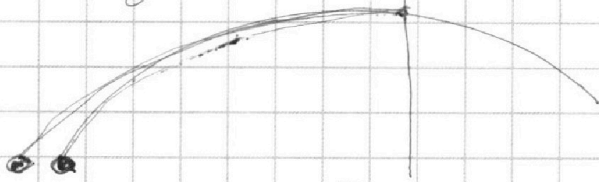
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$\frac{1 \cdot 0,4}{2} \quad \frac{1 \cdot 0,16}{2}$$

$$0,08 \quad 0,08 \quad 6 - 0,4$$



$$PV^n = \text{const}$$

$$\frac{c - c_p}{c - c_v}$$

$$\frac{200}{72} \quad 128$$

$$\frac{2 - 5R}{c - \frac{3}{2}R}$$

$$7,2$$

$$\frac{64}{128} \quad \frac{2}{128}$$

$$\frac{v \cos \alpha t}{\int \cos \alpha t} = \text{const}$$

$$\frac{2}{8} \quad 0,25$$

$$\frac{v_k}{\sin \alpha} = \frac{v_0}{\cos \alpha}$$

$$\sqrt{128}$$

$$\sqrt{2} \quad \sqrt{64} \quad \frac{2}{6} \sqrt{2}$$

$$6 \cdot 0,6 \quad 3,6 \quad -1,8$$

$$\sqrt{200} \quad \sqrt{200}$$

$$1,624$$

$$0,5 = 10 \cdot 0,8 + 10 \cdot 0,6$$

$$4 = 6 = 10$$

$$\frac{10 \cdot 0,36}{2}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 0,8$$

$$0,4 \cdot 10$$

$$5$$

$$0,36 = 0,84 \quad \downarrow \cos \frac{10}{8}$$

$$\uparrow \sin$$

$$\frac{5}{4} \quad 1,2$$

$$\frac{3,5}{2}$$

$$+$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!



Handwritten physics solution on grid paper:

$\sqrt{2} = \frac{20 \cdot \sqrt{2}}{10 \sqrt{2}}$   
 $I = \sqrt{2}$   
 $\frac{20}{\sqrt{2}} t =$   
 $E = 144$   
 $T = 2V_0 \sin \alpha$   
 $V_0 \cos \alpha t = 20$   
 $8 h = 20$   
 $\frac{gt^2}{2} = V_0 t$   
 $\frac{gt}{2} = V_0$   
 $t = \frac{2V_0}{g}$   
 $k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$   
 $200 +$   
 $272$   
 $y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$   
 $x = V_0 \cos \alpha t \Rightarrow t =$   
 $P_1^2 V_1^2 = 8 P_1 V_1^2$   
 $P_1 V_1 = 0 R T_1$   
 $2 P_1 V_3 = 4 R T_1$

Diagrams include vector triangles, parabolic trajectories, and geometric constructions.