



**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.

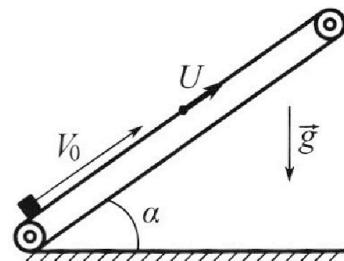
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

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

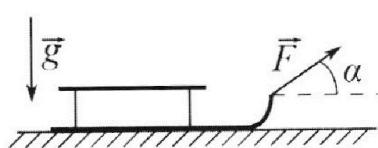
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

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.



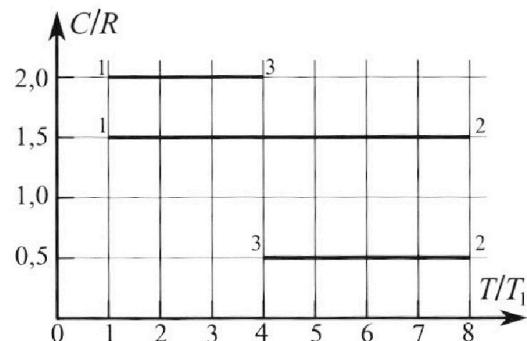
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**



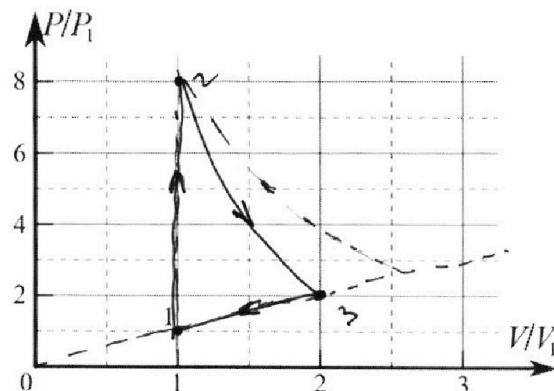
**Вариант 10-02**

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).

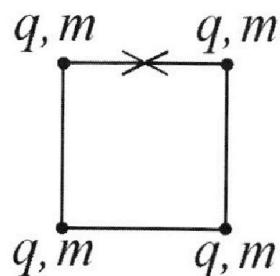


- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 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 вверху (на рисунке)? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

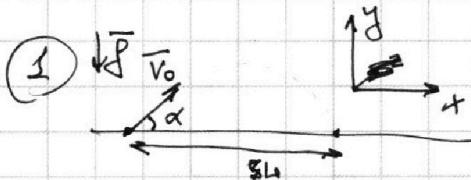




- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



1) Пускай  $t_1$ -брзина полета в первом

случае, тогда:

базарен оси  $x$  и  $y$ , согра  $v_x$  -  
перпендикулярно горизонту, а  $v_y$  - паралельна  $y$ -оси  
тогда  $\frac{dx}{dt} = v_x$  гело базарен  $\frac{dy}{dt} = v_y$  ~~базарен~~  $\frac{d^2y}{dt^2} = g$  ~~базарен~~  
~~а ускорение~~  $\frac{dv_y}{dt} = g$ , базарен  $v_y$  ~~базарен~~  $\frac{d^2v_y}{dt^2} = g$  ~~базарен~~  
-р по оси  $y$  и с начальным ускорением по оси  $y$ ,  
так как проекция  $\frac{d^2v_y}{dt^2}$  на оси  $y$ , а на  $x=0$ .

Тогда ~~базарен~~  $v_x$  - скорость тела по оси  $x$  неизменна,  
а  $v_y$  - скорость тела по оси  $y$  равна  $v_y = v_{0y} - gt$ ,  
где  $v_{0y}$  - начальная скорость по оси  $y$ , а  $t$  - время

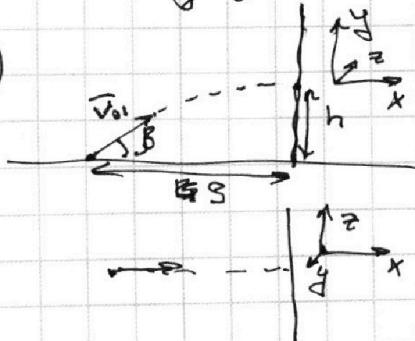
от начала движения до конкретного момента.  
В момент пуска  $v_y = -v_{0y}$  ббчду синтез и  
образуются ~~процесс~~ процесса, тогда ~~базарен~~  $v_y = v_{0y} - gt$ , где  
 $t_1 = \frac{2v_{0y}}{g} = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$ , так как  $v_{0y} = v_0 \cos \alpha$ , а  $\sin \alpha = v_0 \sin \alpha$ .

Откуда  $\frac{1}{2}S = v_{0x} t_1 = \frac{1}{2}S = \frac{1}{2}v_0 x$ , значит  $\frac{1}{2}v_0 \sin \alpha$ .

$$\cdot v_0 \cos \alpha = \frac{1}{2}v_0 \sin \alpha, \text{ ббчду}$$

$$200 = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cos^2 \alpha} \cdot \sin 90^\circ, \text{ откуда } 200 \frac{4}{9} = v_0^2, v_0 = 10\sqrt{\frac{4}{9}} \approx 14 \frac{4}{9}$$

2)



~~базарен~~ ббчду форму оси  $z$ , перпендикулярную оси  $x$  и  $y$ , согласно условию  $v_{0z} = 0$ , а так  
как проекция  $\frac{d^2v_z}{dt^2}$  на  $z$  равна 0, то:  
нужно угол между  $v_0$  и  $v_z$  равен в чубен углу между  $v_0$  и  
плоскостью ОАВ ( $v_0$ , по чубен равен

$v_0$ , но  $v_{0z} \neq v_0$ , поэтому ббчду новый вектор,  $v_0$  - начальная  
скорость тела), тогда:  $v_{0y} = v_0 \sin \beta$ ,  $v_{0x} = v_0 \cos \beta$ , откуда

$T_1$  - брзина полета,  $s = v_{0x} T_1$ , тогда  $T_1 = \frac{s}{v_{0x}}$ , значит  $T_1 = \frac{v_0 \cos \beta}{v_0 \sin \beta - \frac{1}{2} \frac{g s^2}{v_0^2}}$

$$= \frac{g \beta s}{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{s^2}{v_0^2 \cos^2 \beta} = \frac{s \sin \beta \cos \beta}{\cos^2 \beta} - \frac{s^2}{2 v_0^2} = \frac{s}{\cos^2 \beta} \left( \frac{\sin 2 \beta}{2} - \frac{s}{2 v_0^2} \right)$$

$$= \frac{g \beta s}{2} - \frac{s^2}{2 v_0^2} \left( 1 + \tan^2 \beta \right) = - \frac{g^2 \beta}{2} \cdot \frac{s^2}{2 v_0^2} + g \beta s - \frac{g s^2}{2 v_0^2} = - s \left( \frac{g^2 \beta}{2 v_0^2} + g \beta + \frac{g s}{2 v_0^2} \right), \text{ рав-}$$

ные ббчду  $\frac{g^2 \beta}{2 v_0^2} + g \beta + \frac{g s}{2 v_0^2} = 0$  при  $\beta = \frac{1}{2} \arctan \frac{2 v_0^2}{g s}$

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!

~~V<sub>0</sub>~~ ~~100~~ ~~100~~

$$S \cos \alpha + \frac{1}{2} \cdot \frac{S^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{V_0^2}{PS} = \frac{200 \frac{m^2}{s^2}}{\cos^2 \alpha \cdot S} = \frac{200}{S}, \text{ тогда потребляемое } \frac{200}{S} \text{ б.мощение}$$

найдутся из уравнения:  $S \left( \frac{400 m^2}{S^2} - \frac{P}{2V_0^2} - \frac{200}{S} + \frac{P}{2V_0^2} \right) = 3,6 M$

$$- 400 \frac{m^2}{S^2} \cdot \frac{10 \frac{m}{s}}{400 \frac{m^2}{s^2}} + 200 \frac{m^2}{S^2} = 3,6 M$$

$$\frac{S^2}{40} = 3,6 M \quad 6,4 M^2$$

$$S^2 = 4 \cdot 6,4 M^2$$

$$S = 2 \cdot \sqrt{16} M$$

~~$$S = 16 M$$~~

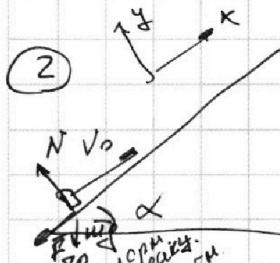
~~$$16 M : 16 M$$~~

$$S \cos \alpha + \frac{S^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} = 1$$
$$- \frac{6}{20} = \frac{-3}{2} = \frac{20}{S}$$
$$- \frac{400}{S^2} \cdot \frac{37}{40} + 5 \cdot \frac{20}{S} - \frac{S^2}{40} = 3,6$$
$$- 10 + 20 - \frac{S^2}{40}$$
$$16,4 = \frac{S^2}{4}$$
$$16,4 = \frac{S^2}{4}$$

- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



Введем оси как показано на рисунке, тогда решением II з-на будет:

$$\text{Оч: } \mathbf{N} = \text{нормаль силы} = N - \text{норма} \alpha / g_y - \text{уср. на} g_y$$

$$\text{Дж: } m a_x = \cancel{N} - \text{норма} \alpha - m N (\alpha_x - \text{уср. на} \alpha)$$

$$\begin{aligned} N &= \text{норма} \alpha \\ -m a_x &= -\text{норма} \alpha - \text{норма} \alpha = -6 \frac{m}{s^2} - \\ -0,5 \cdot 10 \cdot (1-0,6^2) &= -10 \frac{m}{s^2} \end{aligned}$$

по начальному уравнению, тогда  $t = \frac{6 \frac{m}{s^2}}{10 \frac{m}{s^2}} = 0,6 \text{ с} - \text{время до остановки.}$

Проверим, будет ли скользить тело 6 м/с, ~~до~~

тогда скользило бы сила  $F_{ap} = \text{норма} \alpha = 6 \frac{m}{s^2} > 4 \frac{m}{s^2}$ ,

значит тело будет скользить, значит

$m a_{x1} = \text{норма} \alpha + \text{норма} \alpha = 2 \frac{m}{s^2}$  ( $a_x - \text{ускорение при скольжении}$ )

значит  $t_1 = T - t = 0,4 \text{ с} - \text{время скользления} - \frac{\text{расстоян.}}{\text{скорость}}$

$$V_{t1} = a_{x1} t_1 = -0,8 \frac{m}{s} - \text{скорость через } t_1, \text{ значит}$$

$$S_1 - \text{расстояние до остановки} \quad S_2 - \text{расстояние до остановки} \quad 1 \text{ сек.}$$

$$S_1 = \left| \frac{V_0 + V_{t1}}{2} \right| = 1,8 \text{ м}; \quad S_2 = \frac{V_{t1} + 0}{2} = 0,16 \text{ м}, \text{ откуда } S = S_1 + S_2 = 1,96 \text{ м}$$

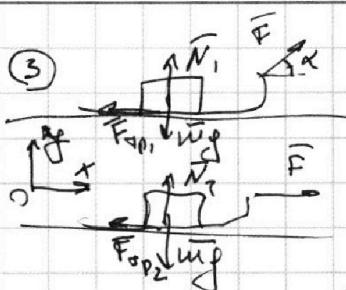
2) перенесем в ИСО ленту, ~~тогда  $t_1 = 0,6 \text{ с}$~~  - скорость  
погоняется транспортера равнинах получится  
такие  $V_{oc} = V - u = 5 \frac{m}{s}$  - начальная скорость в ИСО ленты.  
но т.к. как система неравнодвижная то  $a_{xe} - \text{ускорение}$   
в системе ленты)  $a_{xe} = a_x$ , тогда  $T_1 = \frac{V_{oc}}{a_x} = 0,5 \text{ с}$

3) чтобы скорость коробки стала 0, надо ~~задать~~  
~~в ИСО ленты~~  $V_{1c} = u = 1 \frac{m}{s}$  и направляем против  
 $V_{1c} + u = 2 \frac{m}{s}$ , где  $V_{1c} - \text{скорость коробки в ИСО ленты}$ , ~~задать~~  
заданной скоростью движется 0  $V_{1c} = -1 \frac{m}{s}$  по оси  $x$ ,  
а т.к.  $a_{1c} = a_x$ , где  $a_{1c} - \text{ускорение скользящейся в}$   
ИСО ленты, то  $T_2 - \text{время от остановки до на-}$   
~~до~~  $\text{до}$  скорости 0  $s \frac{m}{s}$ , то  $V_{1c} = a_x \cdot s \cdot T_2$ , значит  $T_2 = 0,5 \text{ с}$ ,  
~~задать~~  $T_1 + T_2 + t_1 = T_3$  (время, значит  $S_3 = \frac{V_{1c} \cdot T_3}{2} = 2,5 \text{ м}$   
(расстояние до остановки в ИСО ленты) и  $S_{1c} = \frac{V_{1c} \cdot T_2}{2} = 0,25 \text{ м}$ ,  
значит  $S_3$  (расстояние до нового скорости  $\frac{1}{2} \text{ м}$  в ИСО ленты)  
значит  $u_1 - S_3 - S_{1c} = 1 \text{ м}$  (перемещение в ИСО ленты), а лента  
перемещалась на  $u_2 = u_1 (T_1 + T_2) = 1 \text{ м}$ , значит  $u_1 = u_2 = 2 \text{ м}$

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |



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



и - масса самок

3) Так как  $\bar{F}$  сонаправлен  $\bar{S}$ , то тогда  $A = \bar{F} \bar{S} L = F S L$ , где  $A$  - работа силы  $F$ , я  $S$  - перемещение, так как движение прямолинейное, то и это и перемещение работе по модулю (чтоб так же движение было нормальным направлением). всегда

1) Рассмотрим  $N_1$  и  $F_{1p1}$  - силы ~~нормальной~~ действующие вдоль и вдоль, а  $N_2$  и  $F_{2p2}$  - боковые:

тогда движением по контейнеру, что приведет к рисунку:

$$2: \alpha_y = \frac{m a_y}{m} = -\mu g + \mu N_2 = 0, \text{значит } N_2 = \mu m g \quad (\text{одно уравнение})$$
~~1:  $\alpha_y = \frac{F_{1p1}}{m} = \mu N_1 = \mu m g$~~

1:  $\alpha_y : m a_y = -\mu g + N_1 + F \sin \alpha = 0, \text{значит } N_1 = \mu m g - F \sin \alpha \quad (\text{где } a_y - \text{ускорение по оси } y), \text{ а } F \sin \alpha - \text{ проекция } F \text{ на ось } y.$

значит  $F_{1p1} = \mu N_1 = \mu m g - \mu F \sin \alpha \quad (\text{т.к. проекции } F \text{ совпадают})$

запишем  $SC3 :$

$$1: A_1 - A_{1p1} = K = L ( \mu g \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha )$$

$$2: A_2 - A_{2p2} = K = L ( \mu F - \mu m g )$$

откуда  $F = F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha$

$$1 = \cos \alpha + \mu \sin \alpha$$

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

2) при  $F = 0$   $F_{1p1} = \mu m g$  аналогично 2 случаю

$\exists \mu p_3 F$  - сила трения в процессе горношахтерства.

тогда из  $SC3$ :  $K = A_p = \mu m g S, \text{т.к. } \bar{S} \text{ и } \bar{F} \text{ сонаправлены}$

$$S = \frac{K}{\mu m g} = \frac{\mu m g S}{\mu m g (1 - \cos \alpha)}$$



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"/> |

МФТИ

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

(4) Пользуясь тем, что все процессы политропиче-  
ские  $PV^n = \text{const}$ , уравнение политропы  
 $PV^n = C$  — константа, для 1-го цикла  $C_1 = 1,58$   
 $C_p = 1,01$ , для 2-го цикла  $C_2 = 1,25$ , для 3-го цикла  $C_3 = 1,01$ ,  
 $n_1 = n_2 = n_3 = -1$ .  
 $n_{in} = \infty$ :  $n_{zz} = 2$ , откуда  $\frac{1}{n_{zz}} = \frac{1}{2}$ ;  $\frac{1}{n_{in}} = \frac{1}{\infty} = 0$ ,  
 $z=3$ :  $PV^2 = \text{const}$  и  $1-z: V = \text{const}$ .

Также из графика б процесса 1-2  $T \downarrow 6$  в раз  
значит  $\Delta T = \text{const}$ , то  $\frac{P}{T} = \text{const}$ , значит  $P$  тоже в 6 раз.  
В процессе 3-1  $T \downarrow 6$  в раза и в.к.  $P$  в 6 раза а  
 $\frac{P}{V} = \text{const}$ , то  $P$  в 6 раза и в  $V$  в 6 раза.

1) ~~Пусть~~ пусть  $A_{31}$  - радиус зоны на 3-1, тогда  
 $A_{31} = -A_{31}$  и равна площади под графиком, где  
 $A_{31} = -1,5 \frac{P}{R} \cdot \frac{V}{V_1} \cdot P_1 V_1 = -1,5 P_1 V_1$ , так как  $V \downarrow$   
~~из ур. К-К:  $P_1 V_1 = \gamma R T_1$ ,  $\frac{P_1 V_1}{\gamma R T_1} =$~~   $\text{площадь } A_{31} = -1,5 \gamma R T_1$   
 $= -300 R \cdot K \cdot \text{моль.} = -32500 \text{ см}^2 = -2,5 \text{ м}^2$ ,  $= -A_{31}$ , откуда  
 $\underline{\underline{A_{31} = 2,5 \text{ м}^2}}$

2) Так как  $PV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$  - свойство идеального газа, то  $P = \frac{\text{const}}{V^{\frac{5}{3}}} = \text{const} \cdot V^{\frac{1}{3}}$ , а следовательно  $P \propto \frac{\text{const}}{V^{\frac{2}{3}}}$ , т.е. давление уменьшается пропорционально  $V^{\frac{2}{3}}$ .

Осьcura ~~также~~ в процессе 2-3 цикла изображаются две линии, одна из которых изогнута, а другая прямая, что означает, что в первом цикле изображена работа, а во втором - теплообмен.

Из уравнения  $PV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$  получаем  $V_1^{\frac{5}{3}} = V_2^{\frac{5}{3}}$ , откуда  $V_2 = V_1^{\frac{3}{5}}$ . Тогда  $A_{1-2} = P_1 V_1 - P_2 V_2 = P_1 V_1 - P_1 V_1^{\frac{3}{5}} = P_1 V_1 \left(1 - \frac{1}{\sqrt[5]{V_1}}\right)$ .

В процессе 3-4 изображена работа, т.е.  $A_{3-4} = P_3 V_3 - P_4 V_4 = P_3 V_3 - P_3 V_4 = P_3 V_3 \left(1 - \frac{1}{\sqrt[5]{V_4}}\right)$ .

Следовательно,  $A_{1-2} + A_{3-4} = P_1 V_1 \left(1 - \frac{1}{\sqrt[5]{V_1}}\right) + P_3 V_3 \left(1 - \frac{1}{\sqrt[5]{V_4}}\right)$ .

•  $(\frac{V_2}{V_1} - 1) = 10,5 \Delta RT_1$ ,  
 В пределах 2-3  $P_2 = \frac{\Delta RT_1}{V_2} = \frac{\Delta RT_1 V_1}{V_2^2}$ , где  $\Delta RT_1 = 8 \Delta RT_1, V_1 = 8 \Delta RT_1, V_1$ ,  
 где  $P = \frac{8 \Delta RT_1, V_1}{V_2^2}$ , где  $dA = \frac{8 \Delta RT_1, V_1}{V_2^2} dV$ , где  $A = -\frac{8 \Delta RT_1, V_1}{V_2}$ ,  
 где  $A_{2-3} = \frac{8 \Delta RT_1, V_1}{V_2} - \frac{8 \Delta RT_1, V_1}{V_3} = 4 \Delta RT_1$ , а  $A_{31} = -1,5 \Delta RT_1$ ,  
 где  $P_3 = \frac{A}{Q_+} = \frac{2,5 \Delta RT_1}{10,5 \Delta RT_1} = \frac{5}{21} \approx 19\%$ .

38

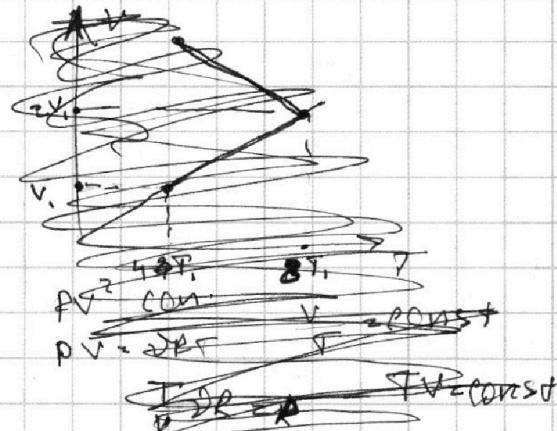
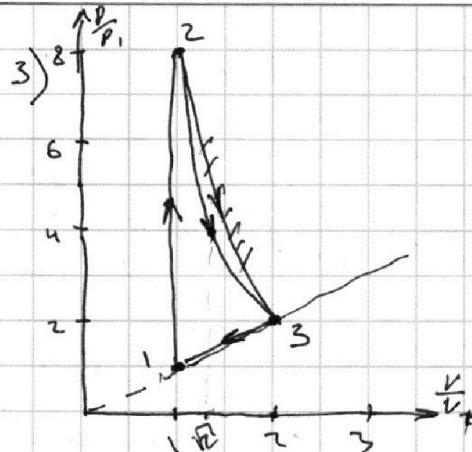
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

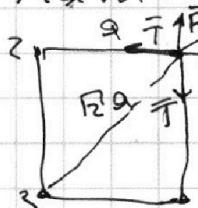


- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

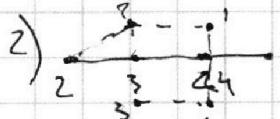


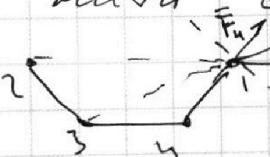
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

(2) (5) 1) Вбирау симетричности конструкции силы  
наглядно видны всея беревок  $T$ , тогра!

  
одинакичник заряды наклонами и силы  
чл суплоческого блаиндрейсбия (однобер-  
сивено тогра):  $F_2 = k \frac{q^2}{a^2} = F_4$ ,  $F_3 = k \frac{q^2}{2a^2}$   
берен оси сас чл рисунке, тогра  
 $F_{14}, F_{34}, F_{24}$  - проекции эш  $\bar{F}_4, \bar{F}_3$  и  $\bar{F}_2$  на ось оу,  
 $F_{1A}, F_{3A}, F_{2A}$  - на ось оз, тогра: данием  
и  $\bar{F}_{1A}$ :  
2)  $\sum F_x = 0 = F_2 + \frac{F_3}{2\sqrt{2}}$ ,  $F_2 = F_3 + \frac{F_3}{2\sqrt{2}} - T = F_3 \sqrt{1 + \frac{1}{2}}$

$$\text{тогра } q^2 = \frac{T a^2}{k(1 + \frac{1}{2})}, \text{ тогра } q = a \sqrt{\frac{T}{k(1 + \frac{1}{2})}}$$

2)   
Вбирау тогро, эш на симетричну чл  
нигей и шароб. Всемаше силы не решегбу-  
ют, тог центр масс эшси системи наклоняется  
(шарема блаиндрейс чентра масс), тогра  
центр обисе сваррата (ра первии тоинци) это  
эш центр, я центр масс прямой - б ее сере-  
риже, тогресть положение ~~которое~~ тогресть  
прямая из идел покояца на рисунке  
отно симетрии аварролта. Такие занятия, что  
расстояние <sup>нешеста</sup> ~~изменяется~~ только чит. Значит ~~изменение~~  
изменение энергии чл блаиндрейсбия ~~уше~~  
уб к шароб. Такие сюда обмечить, эш  
ниги берега начинчай, так как бее силы,  
кроне  $T$  и идей положительную  
проекцию на ось чл (содержающую  
чи, шар и направление из чес)  
вбирау симетричности, 1 и 2 шар имену дримайд-  
бую скоростю в со зишира (зин тоже имену  
дриада будю скоростю вбирау симетрии), тогра  
в ломом, когда эти рахиславаются на

  
вбирау симетричности, 1 и 2 шар имену дримайд-  
бую скоростю в со зишира (зин тоже имену  
дриада будю скоростю вбирау симетрии), тогра  
в ломом, когда эти рахиславаются на



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 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!

одной из самых известных скрипачей мира —  $\overline{V}$ .

тогда  $\frac{V_1}{V_{\text{н.н.}}} = \frac{\frac{2}{3} \cdot \frac{k}{m}}{\frac{4}{3} m} = \frac{V_1}{2}$ , но так как центр масс неизменяется, то скорость звукоподводного аппарата  $V_1$  должна быть вдвое больше скорости звука в воде  $\frac{V_1}{2}$ , значит в движении центра масс  $V_1 = \sqrt{\frac{4}{3} m k}$ , значит в движении центра масс  $V_1 = \sqrt{\frac{4}{3} m k}$ , т.к.  $\frac{V_1}{2} = \sqrt{\frac{4}{3} m k}$ .

$$V_1 = \sqrt{\frac{24kq^2}{3\mu m}}, \text{ откуда } \frac{V_1}{2} = \sqrt{\frac{kq^2}{3\mu m}} = \sqrt{\frac{k}{3\mu m} \cdot \frac{q^2}{k(1 + \frac{1}{2})}} = \sqrt{\frac{q^2}{3\mu m (1 + \frac{1}{2})}}$$

$$\text{Однор} \quad \frac{m \left( \frac{V_1}{2} \right)^2}{2} = \frac{\alpha T}{6 \left( 1 + \frac{1}{2 R^2} \right)} = K$$



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"/> |

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

МФТИ



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!





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!

МФТИ