



# 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.

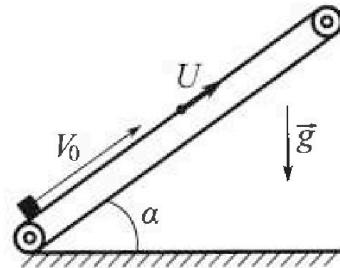
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . 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  $V_0 = 6 \text{ м/с}$ . Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = 0,5$ .

Движение коробки прямолинейное.



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

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

2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна

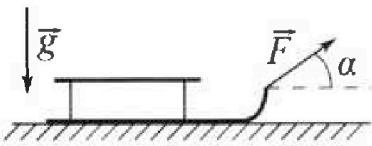
$$U = 1 \text{ м/с}$$

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . 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.).

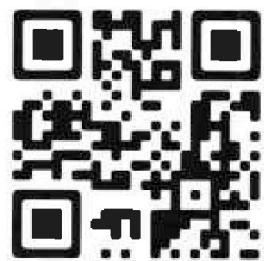
Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии  $K$  действие внешней силы прекращается.



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.



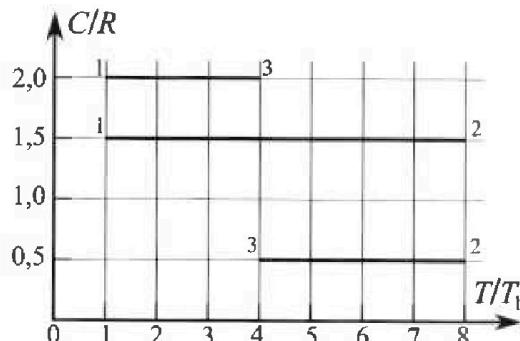
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

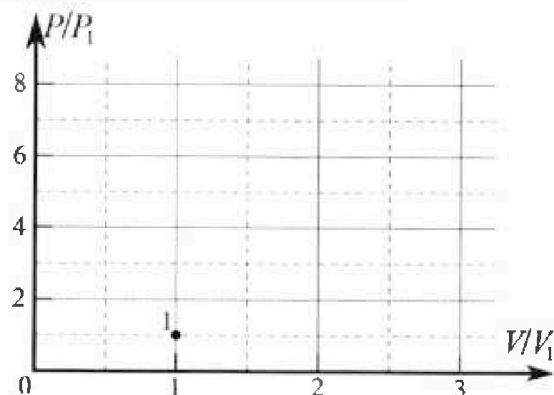


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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).

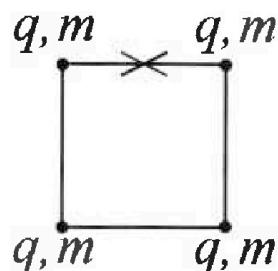


- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка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



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

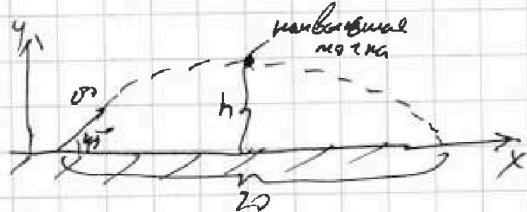


- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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



Пусть  $\frac{t}{T}$ -общее время полёта

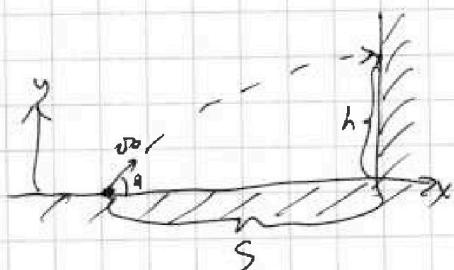
тогда  $0x : t \cdot V_0 \cos 45 = 20$

$$0y : V_0 \sin 45 - g \frac{T}{2} = 0 = V_0 \cos 45 - g \frac{t}{2}$$

- когда мячик будет в наибольшей точке.

$$\begin{cases} t \cdot V_0 \cos 45 = 20 \\ t = 2 \frac{V_0 \sin 45}{g} \end{cases} \Rightarrow \frac{2 V_0^2 \cos^2 45}{g} = 20 \Rightarrow V_0^2 = \frac{100}{\cos^2 45} = \frac{100}{0,5} = 200$$

$$V_0 = \sqrt{200} = 20 \sqrt{2} \frac{m}{s}$$



T- время полёта

$$0x : V_0 \cos 2 \cdot T = s \Rightarrow T = \frac{s}{V_0 \cos 2}$$

$$0y : h = V_0 \sin 2 \cdot T - \frac{g T^2}{2}$$

$$h = s \cdot \operatorname{tg} 2 - \frac{g s^2}{2 V_0^2 \cos^2 2}$$

Используем формулу  $s \cdot \operatorname{tg} 2 - \frac{g s^2}{2 V_0^2 \cos^2 2}$  - возвратим выражение

и приведём её к нулю,

$$\text{После этого получим, что } \left( s \cdot \operatorname{tg} 2 - \frac{g s^2}{2 V_0^2 \cos^2 2} \right)^2 = \operatorname{tg}^2 2 - \frac{g s \sin 2}{2 V_0^2 \cos^2 2} + 1 = 0$$

$$\sin^2 2 - \frac{g s \sin 2}{2 V_0^2 \cos^2 2} + \cos^2 2 = 0 \Rightarrow \frac{g s \sin 2}{2 V_0^2 \cos^2 2} = 1 \Rightarrow g s \sin 2 = 40 \Rightarrow \sin 2 = \frac{40}{g}$$

$$h = V_0 \sin 2 \cdot T - \frac{g T^2}{2}$$

$$3,6 = V_0 \cdot \frac{40}{g} \cdot \frac{\operatorname{tg}^2 2}{\cos^2 2} - 5 \cdot \frac{g^2}{V_0^2 \cos^2 2} = \frac{40}{\cos^2 2} - \frac{g^2}{40 \cdot (1 - \frac{1600}{g^2})} = \frac{40}{\cos^2 2} - \frac{g^4}{40(g^2 - 1600)} =$$

$$= \frac{40}{\sqrt{1 - \frac{1600}{g^2}}} - \frac{g^4}{40(g^2 - 1600)} = \frac{40s^2}{\sqrt{g^2 - 1600}} - \frac{g^4}{40(s^2 - 1600)} = \frac{1600s^2 \sqrt{g^2 - 1600}}{40(s^2 - 1600)} - \frac{g^4}{40(s^2 - 1600)}$$

$$3,6 = \frac{1600s^2 \sqrt{g^2 - 1600}}{40(s^2 - 1600)} - \frac{g^4}{40(s^2 - 1600)} - \text{получим ур-е из которого выражение } s$$

$$\text{Ответ: } V_0 = 20 \sqrt{2} \frac{m}{s}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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

~2

Рассмотрим, какие силы действ. на коробку, когда она  
двиг. вверх и вниз (отн. линии транспортира)

вверх:



$$ma_1 = F_{\text{up}} + mg \sin \theta = \mu N + mg \sin \theta = \\ = \mu mg \cos \theta + mg \sin \theta$$

$$a_1 = g (\mu \cos \theta + \sin \theta) = (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) \cdot 10$$

$$= 10 \frac{m}{s^2}$$

$$0 = V_0 - a_1 t \Rightarrow t = 0,6 \text{ сек}$$

$$S_1 = V_0 t - \frac{a_1 t^2}{2} = 3,6 - \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ м} \quad \text{- путь подъем коробки вверх по конвейеру.}$$

$$S_2 = \frac{a_2 (t-t')^2}{2} = \frac{2 \cdot 0,4^2}{2} = 0,16 \text{ м}$$

$$S = S_1 + S_2 = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ м}$$

Если положить коробку на конвейер и придать ей скорость <sup>движущий</sup>  
 движущий

$$V_0 = 6 \frac{m}{s}, \text{ то отн. конвейера скользит коробки будем } V_0 - V = 5 \frac{m}{s}$$

Скорость коробки во 2-ом случае будет  $V = 1 \frac{m}{s}$ , если коробка

неподвижна отн. линии конвейера, что она движется

вниз по конвейеру со скор.  $2 \frac{m}{s}$  (относительно конвейера)

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!

1) коробка не движ. относ. конвейера

$$\theta = (v_0 - v) - a_1 t_1$$

$$5 = 10 \cdot t_1 \Rightarrow t_1 = 0,5 \text{ сек.}$$

$$T_1 = t_1 = 0,5 \text{ сек.}$$

2) Коробка движ. вниз по конвейеру со скор.  $v_0$  относ. конвейера

конвейера

$$2 = 0 + a_2 \cdot t_2$$

$$t_2 = 1 \text{ сек.}$$

$$T_2 = t_1 + t_2 = 1,5 \text{ сек.}$$

таким обр. коробка будет иметь скорость  $v = 1,5 \text{ м/с}$

0,5 сек и 1,5 сек

\* Но виноград имеет скорость коробки будет равна нулю, если  
они будут двигаться вниз по ленте конвейера со скор.  $v_0$   
(отн. конвейера)

$$\theta = (v_0 - v) - a_1 T_1$$

$$1 = a_2 T_2 \Rightarrow T_2 = 0,5 \text{ сек.}$$

$$T_0 = T_1 + T_2 = 1,5 \text{ сек.}$$

$$S_1 = (v_0 - v) T_1 - a_1 T_1^2 = 5 \cdot 0,5 - 10 \cdot 0,25 = 2,5 - 2,5 = 0 \text{ м (отн. ленты)}$$

$$S_{1,2} = S_1 + v_0 T_2 = 0,25 + 0,5 = 0,75 \text{ м (отн. земли)}$$

$$S_2 = \frac{a_2 T_2^2}{2} = \frac{0,25}{2} = 0,25 \text{ м (отн. земли)}$$

$$S_{2,3} = S_2 - v_0 T_3 = 0,25 - 0,5 = -0,25 \Rightarrow \text{отн. земли коробка движется вверх.}$$

$$L = S_{1,2} + S_{2,3} = 0,75 + 0,25 = 1 \text{ м} \quad (\text{отн. } S = 1,96 \text{ м}; T_0 = 0,5 \text{ с}, 1,5 \text{ с}; L = 2 \text{ м})$$



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 checked="" 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!

н3

Рассл. слу. 1, когда  $\vec{F}$  направл. под углом  $\alpha$ . Обозначим  
длину разгона за  $S_1$  ( $k = \frac{mV^2}{2}$ )



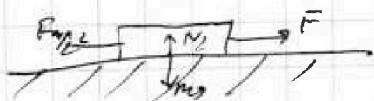
$$N_1 + F \sin \alpha = mg$$

$$F_{\text{f},1} = \mu N_1 = \mu(mg - F \sin \alpha)$$

~~так как~~

$$\text{т.о. 3с7: } \frac{mV^2}{2} + F_{\text{f},1} S_1 = F \cos \alpha S_1 \quad (1)$$

Рассл. слу. 2, когда  $\vec{F}$  направл. вдоль разгона



$$N_2 = mg$$

$$F_{\text{f},2} = \mu N_2 = \mu mg$$

т.о. 3с9

$$\frac{mV^2}{2} + F_{\text{f},2} S_1 = F S_1 \quad (2)$$

из ур-ий (1) и (2) получ., что  $F \cos \alpha S_1 - F_{\text{f},1} S_1 = F S_1 - F_{\text{f},2} S_1 \Rightarrow S_1$   
получен, что

$$F \cos \alpha - F_{\text{f},1} = F - F_{\text{f},2}$$

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

$$F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha = F \quad || \quad F$$

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

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

т.о. де лосмаковки на санки наложат дейсв. след. слу.!

$$\begin{aligned} F_{\text{f},2} &= \mu N_2 = \mu mg \\ F_{\text{f},2} &= \mu(mg - F \sin \alpha) = \mu(mg - F \cos \alpha) = \mu mg - \mu F \cos \alpha \\ F \cos \alpha &= mg \end{aligned}$$



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 checked="" 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!

$$\begin{aligned} \theta &= \varphi - \alpha \\ \theta &= 2\varphi - \alpha \end{aligned}$$

то есть  $k = F_{\text{нр2}} / S$  (когда сила  $F$  пересекла  
действование)

$$S = \frac{k}{F_{\text{нр2}}} = \frac{k}{k \cos \alpha}$$

$$\begin{array}{c} F_{\text{нр2}} \leftarrow N_2 \cos \alpha \\ mg \downarrow \end{array} \quad (\text{после освобождения})$$

$$F_{\text{нр2}} = \mu N_2 = \mu mg = \frac{(1-\cos \alpha)mg}{\sin \alpha}$$

$$S = \frac{k}{F_{\text{нр2}}} = \frac{k \cdot \sin \alpha}{(1-\cos \alpha)mg}$$

$$\text{Ошибки: } \mu = \frac{1-\cos \alpha}{\sin \alpha}, \quad S = \frac{k \sin \alpha}{(1-\cos \alpha)mg}$$

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 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

$$Q_{3-1} = C_3 \cdot \Delta T_3 = 2R \cdot 1 \cdot 600 = 1200 \text{ R} - \text{воздухом теплоемкость}$$

выделилась, а не поглотилась, т.к. темп. по шкале уменьшилась

$$\Delta U_{3-1} = \frac{1}{2} \nu R \Delta T_3 = 1,5 \cdot 1 \cdot 600 \cdot 12 = 900 \text{ R} - \text{на сколько уменьшилась}$$

~~т.к. температура по шкале уменьшилась.~~

$$Q_{3-1} = \Delta U_{3-1} + A_{3-1} \Rightarrow A_{3-1} = 1200 \text{ R} - 900 \text{ R} = 300 \text{ R} = 300 \cdot 3,57 = 2493 \text{ J}$$

- малую работу совершил ~~т.к. температура по шкале уменьшилась~~  
~~затем в процессе 3-1 совершена работа~~ ~~затем в процессе 3-1 совершена работа~~

$$\eta = \frac{Q_{1-2} - Q_{2-3}}{Q_{1-2}} = \frac{Q_{1-2} - Q_{2-3} - Q_{3-1}}{Q_{1-2}} \quad (\text{т.к. при } Q_{1-2} \text{ теплоемкость})$$

составила теплоемкость, а при  $Q_{2-3} + Q_{3-1}$  из изобарии  
выделилась теплоемкость //, т.к. ~~в~~ в процессе 1-2 темп. убывает,  
а в процессах 2-3 и 3-1 температура уменьшилась)

$$Q_{2-3} = 0,5 R \cdot \nu \cdot \Delta T_2 = 0,5 \cdot 1 \cdot 800 \text{ R} = 400 \text{ R}$$

$$Q_{1-2} = 1,5 R \cdot \nu \cdot \Delta T_1 = 1,5 \cdot 1 \cdot 400 \text{ R} = 2250 \text{ R}$$

$$\eta = \frac{Q_{1-2} - Q_{2-3} - Q_{3-1}}{Q_{1-2}} = \frac{2250 \text{ R} - 400 \text{ R} - 1200 \text{ R}}{2250 \text{ R}} = \frac{550}{2250} = \frac{5}{21}$$

Замечу, что  $Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} = 1,5 R \cdot \nu \cdot \Delta T_2 \Rightarrow A=0$  и 1-2 это

изохорический процесс  $\Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = 8P_1$  -

- отмечали на графике  $\frac{P}{P_1} = 8$  и  $\frac{V}{V_1} = 1$

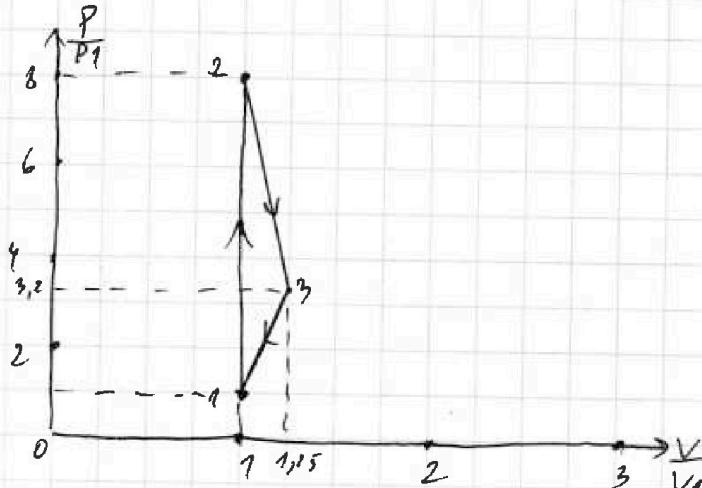
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

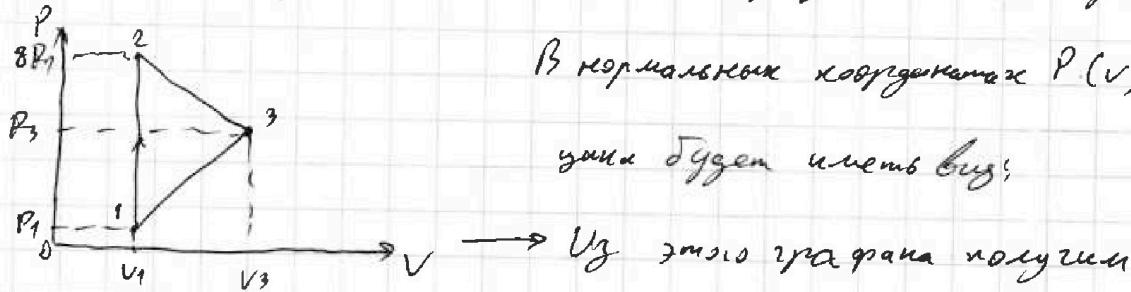
МФТИ

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



$$A_{2-3} = Q_{2-3} - \Delta U_{2-3} = \cancel{1000 \text{ Дж}} - 400 \text{ Дж} = 600 \text{ Дж} - \text{такую работу}$$

составляет из 6 преслов 2-3  $\Rightarrow$  в процессе 2-3 объем увеличился



В нормальных координатах  $P(V)$

зона будет иметь вид:

Уз это зона получила

ура-я зде работа  $A_{2-3}$  и  $A_{3-1}$

$$\left\{ \begin{array}{l} -600 = P_1(V_1 - V_3) + \frac{(P_3 - P_1)(V_4 - V_2)}{2} \\ 600 = P_3(V_3 - V_1) + \frac{(8P_1 - P_3)(V_2 - V_4)}{2} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\frac{P_3 + 4P_1}{2}}{\frac{P_3 + P_1}{2}} = \frac{600}{-600} \Rightarrow \frac{P_3 + 8P_1}{P_3 + P_1} = \frac{2}{3}$$

$$3P_3 + 24P_1 = 8P_3 + 8P_1 \Rightarrow 16P_1 = 5P_3 \Rightarrow \frac{P_3}{P_1} = \frac{16}{5} = 3,2$$

такж.  $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_3V_3}{T_3}$ , т.е.  $\frac{P_1V_1}{P_3V_3} = 4 \Rightarrow \frac{16}{5} \frac{V_3}{V_1} = 4 \Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = \frac{20}{16} = \frac{5}{4} = 1,25$

$$\text{Получаем, что } \frac{P_3}{P_1} = 3,2 \text{, а } \frac{V_3}{V_1} = 1,25$$

$$\text{Итак; } A_{3-1} = 2493 \text{ Дж; } \eta = \frac{5}{27};$$



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

Огметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

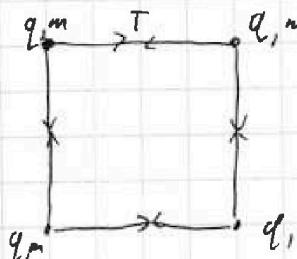
- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" 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!

№5

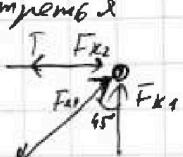
Веселка, имеющая заряды под колесами, подвешена  
на вертикальных проводниках, то  
какой заряд наход. в верхних изображениях, то



3 силы действуют. Две из них определяют

1) силу друг - груз, и третий

сост. угол 45° с направлением извес.!



2) силу супр. равновесие, когда грузом

(из-за симметрии)

уравновешиваются груз груза  $\Rightarrow F_{x1} = F_{x2}$ , а  $F_{x1} = F_{x2} = F_y$

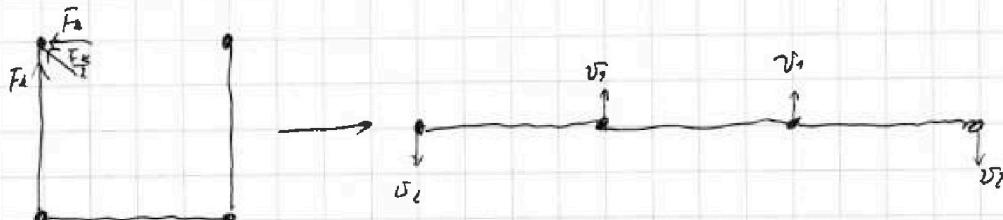
$$F_{x1} \cos 45^\circ + F_{x2} = T$$

значит, что если обе 2 машины будут подключены  
заряженными, то они притянутся груз к грузу  $\Rightarrow$  все  
заряженные машины, подвешен.

$$F_{x1} = \frac{kq^2}{a^2}; F_{x2} = \frac{kq^2}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{kq^2}{2a^2}$$

$$T = \frac{kq^2}{a^2} \left( \cos 45^\circ + 1 \right) = \frac{kq^2}{a^2} \left( \frac{\sqrt{2}}{2} + 1 \right)$$

$$|q| = \sqrt{\frac{T a^2}{k \left( \frac{\sqrt{2}}{2} + 1 \right)}} = \sqrt{\frac{4a^2 T}{k(\sqrt{2}+1)}} = 2a \sqrt{\frac{T}{k(\sqrt{2}+1)}}$$





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!



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 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!

*Ответ: № 2*

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- |                          |                                     |                          |                                     |                                     |                                     |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" 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. Использование QR-кода недопустимо!

Рассмотрим, какие силы действуют на коробку при  
неподвижном конвейере.



$$ma = F_{\text{up}} + mg \sin \alpha$$

$$F_{\text{up}} = \mu N = \mu \cdot \mu \cdot mg \cos \alpha$$

$$a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = 0,5 \cdot 0,8 + 0,6 = 10 \cdot 1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{ОХ}, S = -V_0 T + \frac{a T^2}{2} = -6 \cdot 1 + \frac{10 \cdot 1^2}{2} = -1 \text{ m} \Rightarrow \text{за 1 с коробка}$$

перемещалась на 1 м вверх по транспортиру, но т.к.

в самой ящиковатке есть ограничение на длину погрузки

по транспортиру вверх  $S_l = 6 \cdot \frac{V_0}{a} - \frac{a}{2} \left( \frac{V_0}{a} \right)^2 = 1,8 \text{ m}$ ,

$$(т.к. 0 = V_0 - at \text{ и } S_l = V_0 t - \frac{a t^2}{2})$$

то получим, что начала коробка погрузила 1,8 м вверх  
по транспортиру, а потом  $1,8 - 1 = 0,8 \text{ m}$  вниз.

$$\text{Итого } S = 1,8 + 0,8 = 2,6 \text{ m}$$

Если поставить коробку на движущийся транспортиру и  
сдвинуть её в квадратной системе axes, то она, движ. транспортиру  
коробка поедет вправо  $V_0 - U_0 = 6 - 1 = 5 \text{ m}$ . В этом случае коробку  
действует одинаково на все силы  
Скорость коробки будет равна  $U = \frac{1}{2} \text{ m}$  вправо вдоль axes.

1) Если коробка неподвижна относ. движ. транспортира

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

2) Решить коробка будем едино вниз они, лежащая о шар  
2 м они, крё.

Рассчит. 1-6-й шаги:

$$\theta = (U_0 - U) \cdot T_1$$

$$\cos \alpha = \frac{S}{T U_0}$$

$$4 \cdot \frac{\pi}{2} =$$

$$S/m = \sqrt{1 - \frac{g^2}{T^2 U_0}}$$

$$\rho T = 2$$

$$h = \sqrt{U_0 T + 1 - \frac{S^2}{T^2 U_0}} - \frac{g T^2}{2}$$

$$h = \sqrt{U_0 T^2 - S^2} - \frac{g T^2}{2} - \text{ макс}$$

$$\text{но } \sqrt{200 T^2 - S^2} - 5 T^2 - \text{ макс}$$

$$3,6 = \sqrt{200 T^2 - S^2} - 5 T^2$$

$$200 T^2 - S^2 = (3,6 + 5 T^2)^2$$

$$200 T^2 - S^2 = h^2 + 25 T^4 - 210 h T$$

$$-S^2 = h^2 + 25 T^4 - T(200 + 210 h)$$

$$\frac{m U_0^2}{2} = \frac{m U_1^2}{2} + m g H$$

$$U_0^2 = U_1^2 + 2 g h$$

$$U_{1y} = U_0 \sin \alpha - g T$$

$$U_{1y}^2 + U_{1z}^2 \cos^2 \alpha = U_1^2$$

$$U_0^2 \sin^2 \alpha + g^2 T^2 - 2 g T U_0 \sin \alpha + U_0^2 \cos^2 \alpha = 2 g h + U_0^2$$

$$g T^2 - 2 T U_0 \sin \alpha = 2 h$$

$$T = \frac{S}{2 \sqrt{U_0} \cos \alpha}$$

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!

$$\frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60} = S^2 \cdot \frac{1}{2400} \rightarrow \text{расстояние между пунктами}$$

$$2100 - 1200 - 400 = 500$$

$$h = S t_{xy} - \frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60} = S \left( t_{xy} - \frac{S}{2400} \right)$$

$$S t_{xy} = \frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60} + \frac{1}{2400} \left( S^2 - S \right) = \frac{S^2}{2400}$$

~~$$S t_{xy} = g x \cdot f_{xy} + g x \cdot f_{xy} = \frac{1}{2} \left( P_{xy} - \frac{g}{f_{xy}} \right) + \frac{1}{2} \cdot 500 =$$~~

~~$$= -1 + \frac{1}{2} \cdot 500 = 249.5$$~~

5

$$V_{\text{косинус}} \cdot T = S \Rightarrow T = \frac{S}{V_{\text{косинус}}}$$

$$h = V_{\text{косинус}} T = \frac{g T^2}{2} = \frac{V_{\text{косинус}}^2 S}{2 V_{\text{косинус}}} = \frac{5 S^2}{2 V_{\text{косинус}}}$$

5

$$h = S t_{xy} - \frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60}$$

$$\frac{P_3 \cdot V_3}{P_1 \cdot V_1} = 4$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{40}{S}$$

$$h = x \cdot S$$

$$x = t_{xy} = \frac{S}{40 \cdot 60}$$

$$3,2 \frac{V_3}{V_1} = 4$$

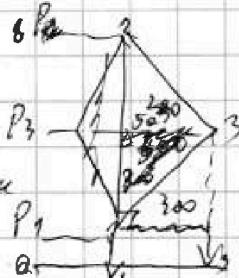
$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{4}{3,2} = \frac{1}{0,8} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

6

$$\frac{5 \sin 2 \cdot (5 \sin 2 - 8)}{40 \cdot 60} + 9 = 2$$

$$\operatorname{tg}^2 2 - \frac{3 \sin 2}{40 \cdot 60} + 7 = 0$$

3-1) 0 ученик, 6 ученик



$$\frac{P_3 + 8P_1}{P_3 + P_1} = \frac{8}{3}$$

$$3P_3 + 24P_1 = 8P_3 + 8P_1$$

$$5P_3 = 16P_1$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{16}{5} = 3,2$$

если  $\Delta V > 0$ , то  $A_1 < 0$

если  $\Delta V < 0$ , то  $A_2 < 0$

$$1-1 - 1200 = -500 - 300 A_3 < 0$$

$$P_3 > P_1$$

$$\frac{P_3 + 4P_1}{P_3 + P_1} = \frac{800}{300}$$

$$1-3 - 400 = -1200 + 800 A_2 > 0$$

$$P_1 \cdot (V_3 - V_1) + (P_1 - P_3) \cdot (V_3 - V_1) = 300$$

$$(V_3 - V_1) \left( P_1 + P_3 - \frac{P_1 + P_3}{2} \right) = (V_3 - V_1) (P_1 + P_3) = 300$$

$$P_3 \cdot (V_3 - V_1) + (8P_1 - P_3) \cdot (V_3 - V_1) - \frac{(V_3 - V_1)(P_3 + 4P_1 - P_3)}{2} = 0$$

$$= (V_3 - V_1) \left( \frac{P_1}{2} + 4P_1 \right) = 800$$

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!



$t = \frac{V_0 \sin \alpha_0}{g}$  время полёта

$$(x, t, V_0 \cos \alpha_0 = 20)$$

20.4

$$h = V_0 \sin \alpha_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\log 0 = 20 - gt$$

$$\frac{gt}{2} = V_0 \cos \alpha_0$$

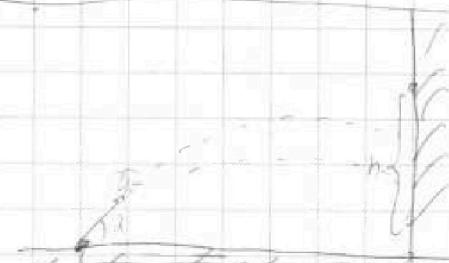
$$t = \frac{2 V_0 \cos \alpha_0}{g}$$

$$20^2 \cos^2 45^\circ = \frac{20}{9}$$

$$V_0^2 = \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot \frac{10}{9}} = \frac{180}{2} = 90$$

$$V_0 = \sqrt{90} = 3\sqrt{10} \approx 17.8$$

Угол наклона траектории  
для этого угла не существует  
тогда есть 1 реш  
чтобы



$$77872 \rightarrow 2 \text{ for } T, V_0 \cos \alpha_0 = S \Rightarrow T \cdot S$$

$$\log h = V_0 \sin \alpha_0 T - \frac{gt^2}{2}$$

$$0 < \alpha_0 < 90^\circ$$

онда

$$h = \frac{V_0 \sin \alpha_0 \cdot S}{V_0 \cos \alpha_0} - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha_0}$$

$$\tan \alpha_0 = \frac{S}{T} = \frac{S}{\frac{V_0 \sin \alpha_0}{V_0 \cos \alpha_0}}$$

$$h = S \cdot \tan \alpha_0 - \frac{g}{2} \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha_0}$$

$$\tan \alpha_0 = \frac{S}{T} = \frac{S}{\frac{V_0 \sin \alpha_0}{V_0 \cos \alpha_0}}$$

$$5 \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha_0} - S \cdot \tan \alpha_0 + 3,6 = 0$$

$$\sin \alpha_0 = \frac{S}{T}$$

$$\frac{S^2}{40} - S \cdot \frac{S}{T} + 3,6 = 0$$

$$\frac{S^2}{40} - S \cdot \frac{S}{T} + 3,6 = \frac{0 - S \cdot S}{T^2}$$

$$= \frac{\sin^2 \alpha_0}{\cos^2 \alpha_0}$$

$$\cos \alpha_0 = -S/T$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

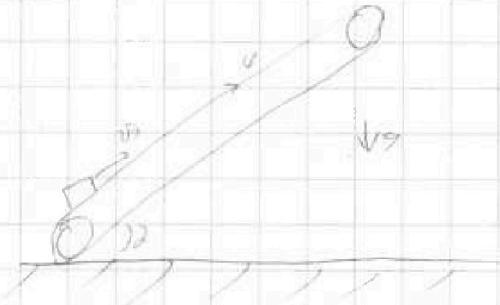
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1    2    3    4    5    6    7

МФТИ

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



1)



$$\cos \theta = \sqrt{1 - 0.36} = \sqrt{0.64} = 0.8$$

$$N = mg \cos \theta$$

$$F_f = 0.4 mg \cos \theta$$

$$F_{\text{up}} = \mu N \sin \theta = ma$$

$$0.4 g (0.8 + 0.6 \sin \theta) = a = (0.5 \cdot 0.8 + 0.6) g = \\ = g = a$$

$$S = V_0 T - \frac{a T^2}{2} = 6 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 6 - 5 = 1 \text{ m}$$

2) М.к. о.н. движ. корабля один  $\theta = 45^\circ$  и о.н. движ. течения  $U = 5 \text{ м/с}$ . Все сущ. неизв., кроме  $v_0$  и  $t$  - они определены. Требуется найти  $v_0$ ,  $t$ ,  $s$ . Для этого надо сначала определить движ. корабля

$$0 = 5 - gT \Rightarrow 0 = 5 - 10T \Rightarrow T = 0.5 \text{ с.}$$

3) Найти скорость корабля  $v_0$  (м/с),  $t$  (с)

$$0 = 6 - 10t \Rightarrow$$

$$\frac{m v^2}{2} - \frac{g \sin \theta}{40 \cos^2 \theta} + t = 0 \quad | \cdot \cos^2 \theta$$

$$0 = 6 - gt$$

$$\sin^2 \theta - \frac{g \sin \theta}{40} + \cos^2 \theta = 0$$

$$t = 0.6$$

$$\sin^2 \theta - \frac{g}{40} \sin \theta + 1 - \sin^2 \theta = 0$$

$$S = 6 \cdot 0.6 - \frac{10 \cdot 0.56}{2} = 3.6 - \frac{3.6}{2} = \frac{3.6}{2} = 1.8 \text{ м}$$

$$\frac{S}{40} \sin \theta = 1$$

$$\boxed{\sin \theta = 40}$$

тогда

$$\sin \theta = 0.5 \text{ иначе } 0.8 \text{ и т.д.}$$

$$\sin \left( \frac{\pi}{4} \right) = \sin \left( \frac{\pi}{2} \right)$$

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!

$$1-2) T_k = 200 \text{ K}$$

$$T_k = 1600 \text{ K}$$

$$\dot{Q} = \rho V \Delta T,$$

$$\Delta T_3 = 800 - 200 = 600 \text{ K}$$

$$Q = 2R(1) \cdot 600 = -1200 \text{ Дж} \Rightarrow \text{газ} \text{ совершает} \text{ работу}, \text{ тепло} \text{ выделяется}$$

$$\dot{Q} = \rho U + A$$

$$\rho U = \frac{1}{2} \rho R \Delta T = 1,5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 600 - \text{на столько уменьши} \text{ вну} \text{р. эн} \text{тажа}$$

$$A = Q - \rho U = 1200 - 900 = 300 \text{ Дж} - \text{малую работу совершил газ}$$

$$A_{31} = 300 \text{ Дж} - \text{газ} \text{ совершил малую работу}$$

$$8,31 \cdot 3 = 249,3 \text{ Дж}$$

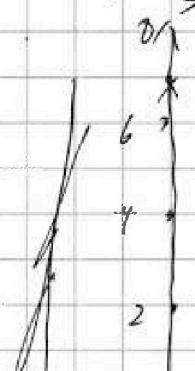
Нагрев газом совершил работу - 2493 Дж.

$$\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} = \frac{Q_{23} - Q_{13} - Q_{12}}{Q_{12}} = \frac{1400 - 1200 - 400}{1200} = \frac{200}{1200} = \frac{1}{6}$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} \rho R V_0 T_2 = 1400 \text{ Дж} - \text{выделено}$$

$$Q_{12} = 1,5 \cdot R \cdot 1 \cdot 1600 = 2400 \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{1}{6}$$



$$1-2) \frac{P_1 V_1}{200} = \frac{P_2 V_2}{1600} \Rightarrow P_2 = 8 P_1$$

$$2-3) \frac{P_2 V_2}{1600} = \frac{P_3 V_3}{800} \Rightarrow P_3 = 2 P_2 V_3$$

$$3-1) \frac{P_3 V_3}{800} = \frac{P_1 V_1}{200} \Rightarrow P_1 V_1 = P_3 V_3$$

$$P_1 V_1 = 200 \text{ Дж}$$

$$P_3 V_3 = 800 \text{ Дж}$$

$$P_3 \cdot V_3 = 800 \text{ Дж}$$

$$\frac{P_3 \cdot V_3}{P_1 V_1} = 4$$

1  
2  
3

V1  
V2  
V3