



# 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.

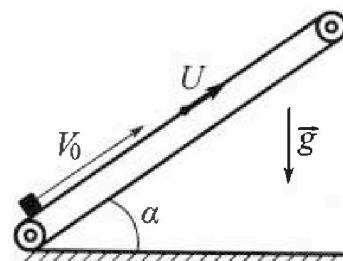
Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью  $V_0$  к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна  $H = 3,6$  м.

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.).

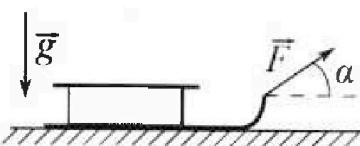
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1 \text{ м/с}$ ?

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.



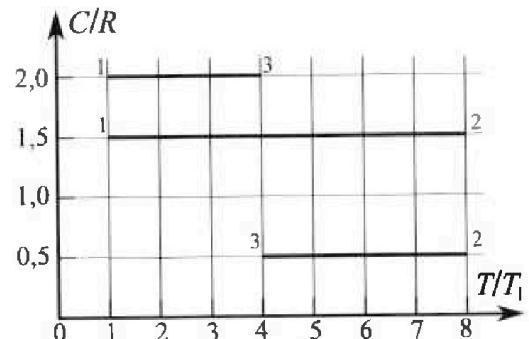
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

**Вариант 10-02**



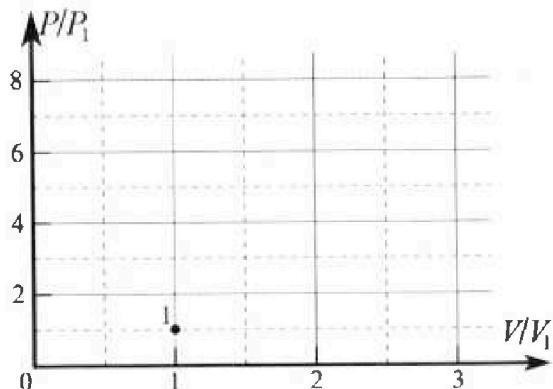
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 процессы: 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).



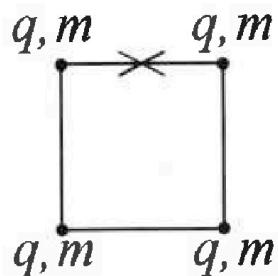
- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

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

МФТИ

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

$v^0 1$

1) Для начала т.к  
изображена горизонт. ил  
может удастся

$$Ox \quad L = V_0 \cos \alpha t_x$$

$$Oy \quad 0 = V_0 \sin \alpha t_x - \frac{gt^2}{2}$$

Откуда, выразив  $t_x$   
можно увидеться ( $t_x$  - время  
за которое прошёл шаг)

$$L = \frac{V_0 \sin \alpha t_x}{g} \Rightarrow t_x = \frac{L}{V_0 \sin \alpha}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$

$$H = 3,6 \text{ м}$$

$$V_0; S - ?$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{8L}{\sin 2\alpha}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

2) Заметим, что  $H$  будет  
находиться не в высоте  
а расстоянии.  
какое - то опре. траектории.  
При этом будем писать  $S$   
выведем уравнение траектории

$$\left. \begin{array}{l} S = V_0 \cos \beta t \\ H = V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow H = S \operatorname{tg} \beta - \frac{gS^2}{2V_0^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \beta)}$$

(+ время падения  
го спуска)

Ит.к синус падения на  
расстояние  $S$  и при  
макс  $H$  - макс. Возможен произв.



- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" 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!

но  $\operatorname{tg} \beta$  и превышение ее  
нуль.

Произв:  $s - \frac{8s^2}{v_0^2} + g \beta = 0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow \operatorname{tg} \beta = \frac{v_0 s}{g s^2} = \frac{v_0^2}{8s}$ . Тогда в  
 $\operatorname{tg} \beta$  в выражении уравн.  
 проекции и получим:

$$s \cdot \frac{v_0^2}{8s} - \frac{8s^2}{2v_0^2} - \frac{8s^2 \cdot v_0^4}{2v_0^2 \cdot 8^2 s^2} = H = \frac{v_0^2}{8s} - \frac{v_0^2}{2g} - \frac{8s^2}{2v_0^2} =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{8s^2}{2v_0^2} = H. \text{ Член } s.$$

$$2v_0^4 - 2g^2 s^2 = 4g v_0^2 H \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s = \frac{v_0^4 - 2g v_0^2 H}{8^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 10000 - 20 \cdot 3,6 \cdot 200}{100}} =$$

$$= \sqrt{\frac{40000 - 14400}{100}} = \sqrt{256} = 16 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с} \approx 14,1 \text{ м/с}$ .  
 2)  $s = 16 \text{ м.}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

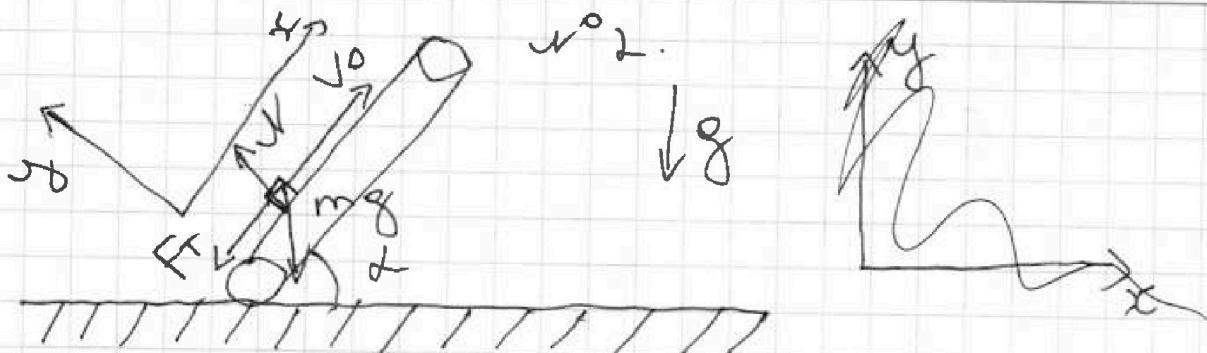
5

6

7

МФТИ

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



№ 2.

↓ g

↓ g

III. < опр. склон. скорость. Большое число  $\mu$ )  
 $\Rightarrow F_f = F_T \cos \alpha = \mu v$ . Заменим, что  
 $\tan \alpha = 0,75$ .  $\tan \alpha > \mu \Rightarrow$  после  
однократного сокращения  $v > 0$  неиз-  
вестное  $v$  убывает.  
Найдем по ВЗУ:

$$Oy: N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$Ox: m \frac{dv}{dt} = -mg \sin \alpha - F_f =$$

$$= -mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

Заменим  $\frac{dv}{dt}$  <sup>бесконечное уравнение</sup>  
 $S = \vec{V}_0 t + \frac{\vec{a} + \vec{v}}{2} t^2$ . В проекции на

ось  $x$  и полагаем  $v_0 = 0$   
находим  $S$  на конечную траекторию.

$$S = V_0 T - \frac{1}{2} g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T^2 =$$

$$= 6 - 5 \cdot \left( \frac{0,75}{0,8} + \frac{0,64}{0,8} \cdot 0,5 \right) = 1,6 \text{ м.}$$

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"/> |

**МФТИ**

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

2) Скорость во второй момент  
будет  $\vec{v}_1$ , когда скорость останов.

закон будем равна нулю  
в CO законы:  $v_0' = 5 \text{ м/с}$ .  
 $a_x = -g(\sin \alpha + \rho \cos \alpha)$ . Тогда.

$$0 - v_0' = -g(\sin \alpha + \rho \cos \alpha) \cdot T_1 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow T_1 = \frac{v_0'}{g(\sin \alpha + \rho \cos \alpha)} = \frac{5}{10 \cdot (0,6 + 0,4)} =$$
$$= 0,5 \text{ с}$$

3) Скорость в А(0 с), когда  
останов. законы  $v' = -1 = \vec{u} = \vec{u}$ .

Заметим, что после этого как  
скорость  $= 0$  ускорение  
изменяется на  $-g(\sin \alpha - \rho \cos \alpha)$   
Тогда разобьем расчет на  
2 этапа.

$$v_0' = -a_{1x} \cdot T_{1x} \Rightarrow T_{1x} = \frac{v_0'}{a_{1x}} = 0,5 \text{ с}.$$

$$-u = -a_{2x} T_{2x} \Rightarrow T_{2x} = \frac{u}{a_{2x}} =$$
$$= \frac{u}{g(\sin \alpha - \rho \cos \alpha)}$$

$= 0,5 \text{ с}$ . Чертежи к открытым.

$$L_{\text{отн}} = \frac{\frac{v_0'^2}{2}}{Lg(\sin \alpha + \rho \cos \alpha)} = \frac{1,25 \text{ м}}{2,5 \text{ м}}$$



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"/> |

МФТИ

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

$$L_{\text{отн}_2} = - \frac{U^2}{2g(\sin \varphi - \rho \cos \varphi)} = - \frac{1}{4} =$$

$$\approx -0,25 \Rightarrow L_{\text{отн}} = L_{\text{отн}_1} + L_{\text{отн}_2} = 1 \text{ м.} \Rightarrow$$

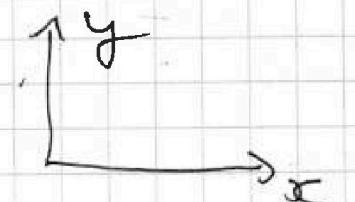
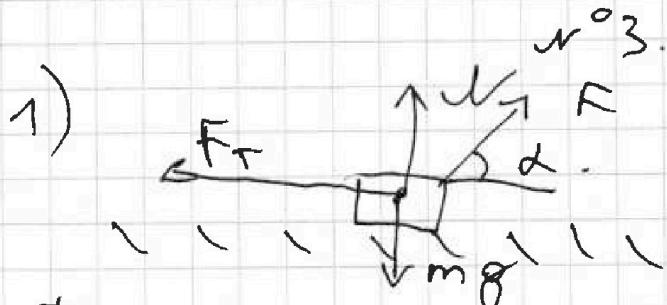
$$\Rightarrow L = L_{\text{отн}} + L_{\text{чертеж}} = L_{\text{отн}} + \\ + U(T_{1x} + T_{2x}) = 2 \text{ м.}$$

Ответ:  $S = 1 \text{ м.}; T_1 = 0,5 \text{ с.};$   
 $L = 2 \text{ м.}$



- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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 черношапкой и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



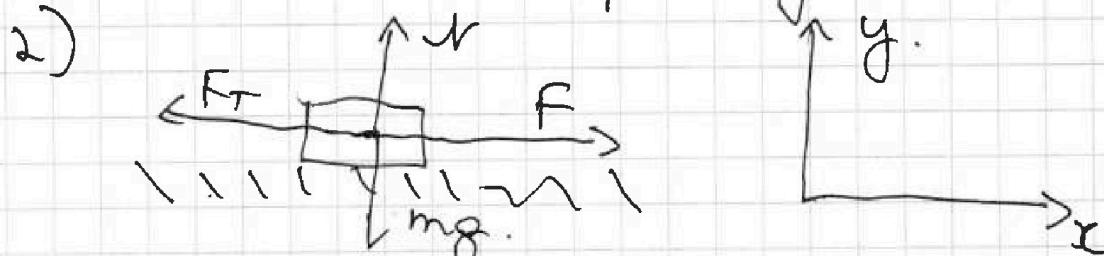
$$\text{П.к. } v_{\text{ нач}} > 0 \Rightarrow [F_T = \mu N]$$

По 3-му:  $-F \sin \alpha$ .

$$\text{Oy: } N = mg \Rightarrow F_T = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

Задача решена.

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



$$F_T = \mu mg. \quad (\text{По аналогии}),$$

$$K = F \cdot S - \mu mg \cdot S.$$

3)

$$S = \frac{K}{F - \mu mg}$$

$$K = \frac{F \cos \alpha - K}{F - \mu mg} - \frac{\mu mg K}{F - \mu mg} +$$

$$+ \frac{F \sin \alpha \cdot K}{F - \mu mg} \Rightarrow K F - K \mu mg =$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

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

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

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

Заменить 3C2.

$$-K = -\mu mg s \Rightarrow s = \frac{K}{\mu mg} =$$

$$= \frac{K \sin \alpha}{mg - mg \cos \alpha} = \frac{K \sin \alpha}{mg (1 - \cos \alpha)}$$

$$\text{Omben: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; s = \frac{K \sin \alpha}{mg (1 - \cos \alpha)}$$



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

$\nu^0 \text{Ч}$

1)  $A_{\text{вн.с.}} \Delta U_{1231} = 0$ . Теренесий  
все известное из  
таблицы. старый известной работы работы

$\# Q_{13} = C_{13} \cdot J \cdot \Delta T_{13} =$   
 $= 2R \cdot 1 \cdot 3T_1 = 6RT_1$

$Q_{12} = C_{12} \cdot J \cdot \Delta T_{12} =$   
 $= 1,5R \cdot 7T_1 = 10,5RT_1$

$Q_{32} = -Q_{23} = C_{32} \cdot J \cdot \Delta T_{32} =$   
 $= 0,5R \cdot 4T_1 \Rightarrow Q_{23} = -2RT_1$

$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} JR \Delta T_{13} = \frac{9}{2} RT_1$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} JR \Delta T_{12} = \frac{15}{2} RT_1$

$\Delta U_{32} = \frac{3}{2} JR \Delta T_{32} = 6RT_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta U_{23} = -6RT_1$

Замечание, что  $A_{12} = 0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow 12 - \text{изолир}$

$A_{31} \cdot Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} \Rightarrow$

$\Rightarrow A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = -A_{13}^{B\text{н.с.}} =$   
 $= -A_{13} \Rightarrow A_{13} = A_{\text{вн.с.} \cdot 31} = Q_{13} - \Delta U_{13} =$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$$= 6RT_1 - 4,5RT_1 = 1,5RT_1 = \\ = 300 \cdot R = 831 \cdot 3 = 2493 \text{ Дж.}$$

2) Для  $\Delta U_{1231} = 0$  построим  
таблицу. Для  $Q = A + \Delta U$

A	$Q$	$\Delta U$
12	$10,5 RT_1$	$+10,5 RT_1$
23	$-2RT_1$	$-6RT_1$
31	$-6RT_1$	$-4,5RT_1$
$\Sigma$	$2,5RT_1$	0

Из выражения

$$\frac{Q}{\eta} = \frac{Q_{12}}{\Sigma A} = \frac{10,5 RT_1}{2,5 RT_1} = \frac{21}{5} RT_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{5}{21} \#$$

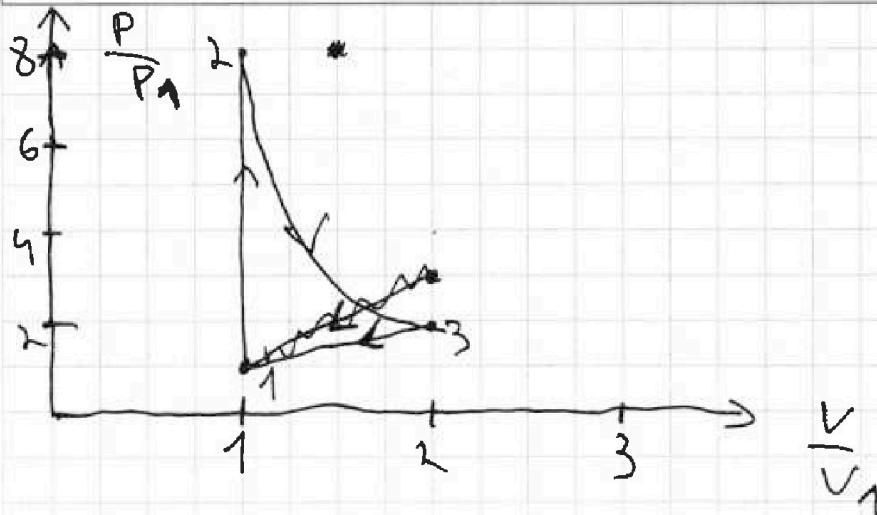
На одной странице можно оформлять только одну задачу

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!



$$P_1 V_1 = \text{const} \Rightarrow P_1 V_1 = R T_1 (\text{V} = 1 \text{ моль})$$

1-2 изобарка хорда  $\Rightarrow$  Конечное значение =

= 8  $P_1$ . 1-3 политропа  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{если} \quad n = \frac{C_p - C}{C_v - C} = \frac{\frac{5}{2}R - 2R}{\frac{3}{2}R - 2R} =$$

$$= -1 \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const} \Rightarrow \text{также} \quad \text{предполагаем}$$

$$\text{также} \quad n = 2 \Rightarrow P V^2 = \text{const}.$$

$A_{31} = 1,5 R T_1 \Rightarrow$  проведем

предыдущую так:  $\Delta P V = P V$  в 2 раза

$$= -3 \text{JRT} = -3 RT \Rightarrow 3 P_1 V_1 = \text{const} = 4 P_1 V_1$$

также для 2-3  $P V^2 = \text{const} \Rightarrow$

также предполагаем.

$\Rightarrow$  это оправдание

$$\text{также} \quad T_2 = T_3. \text{ т.к. для 2-3 } P V^2 = \text{const} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  это замкнутый круговой цикл

Объем:  $A_{31} \text{ сис} = 2493 \text{ дм}^3; \eta = \frac{5}{21}$

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

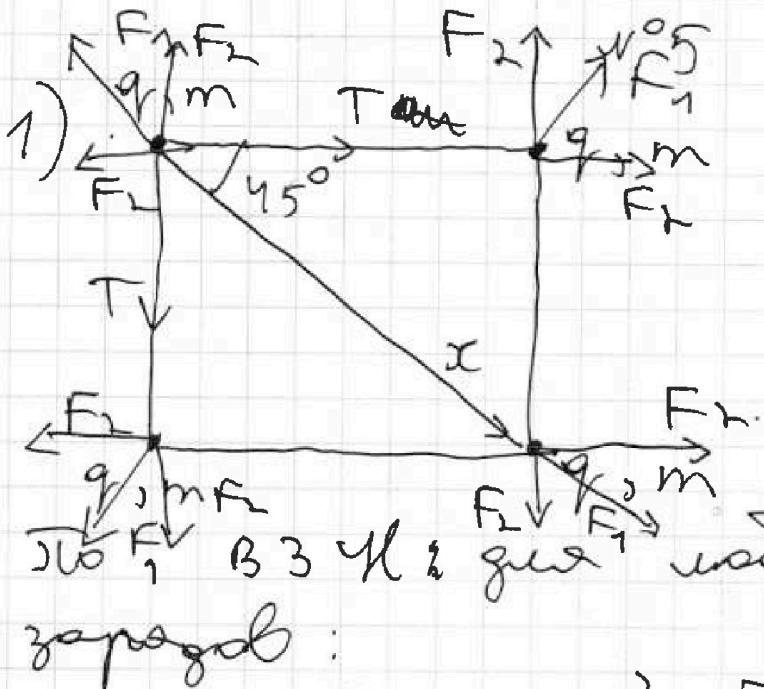
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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



$$Ox: \frac{2T\sqrt{2}}{\lambda} = \frac{2Kq^2}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{Kq^2}{2a^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}Kq^2}{a^2} + \frac{Kq^2}{2a^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2\sqrt{2}Ta^2 = (2\sqrt{2} + 1)Kq^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}Ta^2}{K(2\sqrt{2} + 1)}} \quad K_x' \sim \text{коэффициент жесткости}$$

2)  $\Sigma F_x = 0$

$$\frac{4Kq^2}{a^2} + \frac{2Kq^2}{\sqrt{2}a} = 4K_x + \frac{Kq^2}{\frac{9a^2}{3a}} +$$

$$+ \frac{3Kq^2}{a^2} + \frac{2Kq^2}{\frac{4a^2}{4a+2a}}$$

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!

$$\begin{aligned}4K_x' &= \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2 \cdot \sqrt{2}}{a} - \frac{kq^2}{3a} - \frac{2kq^2}{2a} = \\&= \frac{3\sqrt{2} kq^2 - kq^2}{3a} = 4K_x' \Rightarrow \\&\Rightarrow K_x' = \frac{kq^2(3\sqrt{2} - 1)}{12a} = \\&= \frac{k(3\sqrt{2} - 1) \cdot \pi \sqrt{2} T_0 R}{\frac{\pi}{6} a \cdot k} = \\&= \frac{(6 - \sqrt{2}) T_0}{6} \cdot K_x' \text{ - кинем.}\end{aligned}$$

Энергия неоднократно <sup>занесение зарядов</sup> не будут фиг.  $\Rightarrow d = \sqrt{2}a$

$$\text{Отвем: } q = \sqrt{\frac{2\sqrt{2} T_0^2 \cdot 4\pi \epsilon_0}{\pi a (2\sqrt{2} + 1)}}$$

$$\text{Кинем. энергия} = \frac{(6 - \sqrt{2}) T_0}{6}$$

$$d = \sqrt{2}a$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

$$v^2 \cdot 2.$$

~~$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$~~

1)  ~~$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$~~

$N = mg \cos \alpha \Rightarrow F_T = \mu mg \cos \alpha$ .

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

$$\Rightarrow a = \cancel{mg \cos \alpha} + g \sin \alpha = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

~~$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$~~

$$2) s = v_0 t - \frac{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)t^2}{2}$$

~~на~~ № 30 В СО чертёж.

$v^3.$

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

$$= FS - \mu mg$$

$$\mu = \frac{\frac{3}{2}R - c}{\frac{5}{2}R - c} = -1 \text{; } j = \frac{1}{2}.$$



$$\frac{S}{21} = 0,20$$

• o • o • o •

$$\begin{array}{r} 50121 \\ 420203 \\ \hline 80203 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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)  $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \approx 14,2 \text{ м/c.}$

2)  $S = v_0 \cos \alpha + t, \quad H = \frac{v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2}}{v_0 \cos \alpha} -$

$$-\frac{g \cdot \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}}{1 - \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha)$$
$$\frac{S}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha \Rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + 1$$
$$S - \frac{g S^2}{v_0^2} \tan \alpha = 0 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_0^2}{g S}$$
$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} = \frac{v_0^2}{g} + \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} = \frac{2 v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} = H \text{ при } S.$$

~~48~~  $48 v_0^2 H = 2 v_0^4 - 2 g S^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow S^2 = \frac{48 v_0^2 H}{48 v_0^2 - 2 v_0^4} = \frac{48 v_0^2 H}{2 v_0^2 (24 - v_0^2)} = \frac{24 v_0^2 H}{v_0^2 (12 - v_0^2)}$$