



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



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

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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

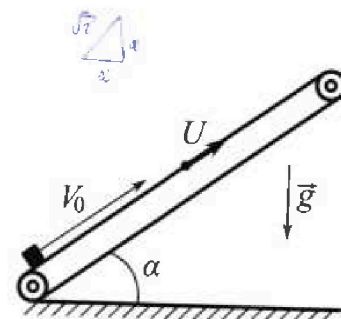
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

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

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

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

Движение коробки прямолинейное.



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

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

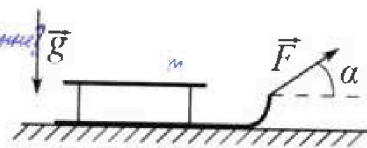
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.

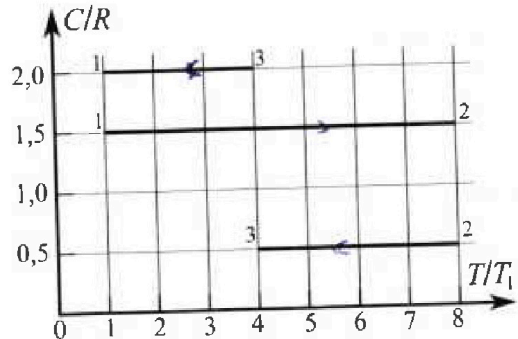
2) Найдите перемещение  $S$  санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения  $g$ . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-02

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

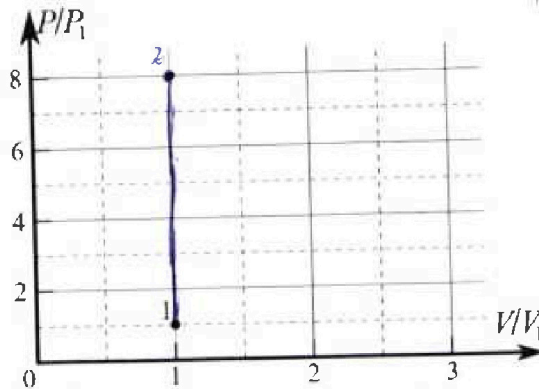
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 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.



$$Q = \frac{3}{2} p_1 V_1$$

$$Q = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$Q = \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1) = \frac{3}{2} p_1 (T_2 - T_1)$$

$$Q = \frac{3}{2} p_1 (V_1 - V_2) + p_1 (V_1 - V_2) = \frac{5}{2} p_1 (V_1 - V_2)$$

$$C_p = C_v + R$$

5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $a$  (см. рис.). Сила натяжения каждой нити  $T$ .

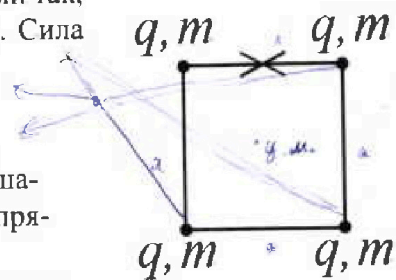
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию  $K$  любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии  $d$  от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?

Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



$$2,5 = 3,5 - h$$

$$h = \frac{3I}{3I} = \frac{5}{7}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

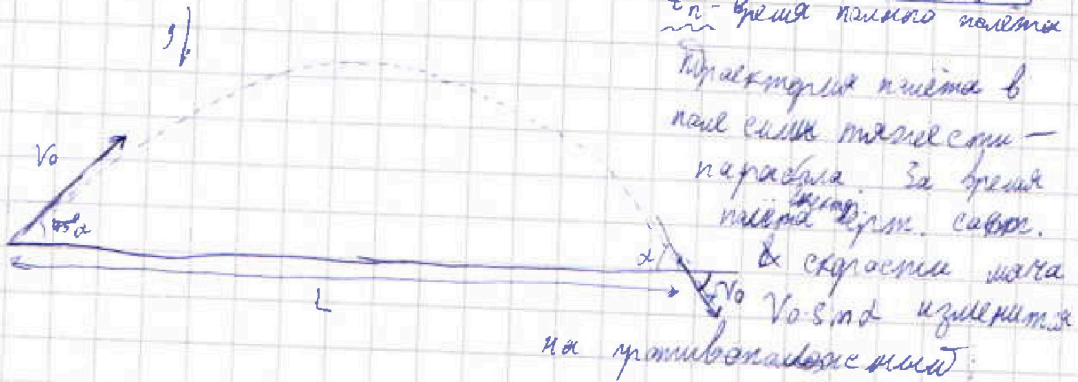
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

Задача n1



$t_n$  - время полета мяча

Траектория мяча в поле зрения наблюдателя - парабола. За время полета мяча  $t_n$  скорость мяча на противоположных матах:

$$-V_0 \sin \alpha = V_0 \sin \alpha - g t_n$$

$$t_n = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

$V_0 \cos \alpha$  - горизонт. составляющая скорости мяча на протяжении всего полета:

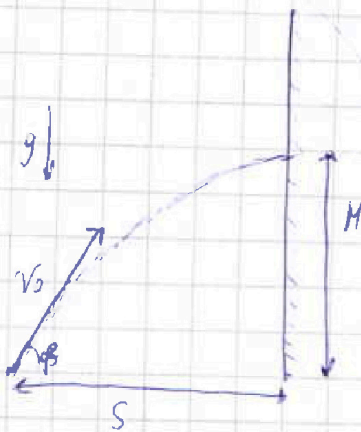
$$L = V_0 \cos \alpha \cdot t_n$$

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

$$V_0 = \sqrt{\frac{L \cdot g}{2 \cos \alpha \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{20 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot \cos 45^\circ \sin 45^\circ}}$$

$$= \sqrt{\frac{200 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}}} = \sqrt{200 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}$$

Оконч.  $V_0 = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
~~Оконч.  $V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$~~



Наибольшая возможная высота - на вершине параболы траектории, т.е.  $V_y$  мяча обращается в нуль в момент, когда верт. составляющая скорости равна нулю.

$$0 = V_0 \sin \beta - g t_{em}$$

$$t_{em} = \frac{V_0 \sin \beta}{g}$$

$t_{em}$  - время полета мяча  $\beta$  - угол наклона мат. к гориз. мяча с гориз. мат.

$$H = V_0 \sin \beta \cdot t_{em} - \frac{g t_{em}^2}{2}$$

$$H = V_0 \sin \beta \cdot \frac{V_0 \sin \beta}{g} - \frac{g V_0^2 \sin^2 \beta}{2 g^2}$$

$$H = \frac{1}{2} \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{g}$$

или (продолж. на след. странице)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!



Задача 1 продолжение

$$M = \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{g} \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{2M \cdot g}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,6 \cdot 10}{20^2 (10 \sqrt{2})^2}} = \sqrt{\frac{72}{200}}$$

$$t_{\text{см}} = \frac{v_0 \cdot \sin \beta}{g}$$

$v_0 \cos \beta$  - горизонт. сост. скор. мяча в момент смещения.



$$S = v_0 \cos \beta \cdot t_{\text{см}}$$

$$S = v_0 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \cdot \frac{v_0 \cdot \sin \beta}{g} = \frac{v_0^2}{g} \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \cdot \sin \beta = \frac{(10 \sqrt{2})^2}{10} \sqrt{1 - \frac{72}{200}} \cdot \sqrt{\frac{72}{200}}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{200}{10} \sqrt{\frac{128}{200}} \sqrt{\frac{72}{200}} &= \frac{\sqrt{128 \cdot 72}}{10} = \frac{\sqrt{4 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 2}}{10} = \frac{4 \cdot 8 \cdot 2 \sqrt{2}}{10} = 6,4 \sqrt{2} \text{ м} \end{aligned}$$

Ответ:  $S = 6,4 \sqrt{2} \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

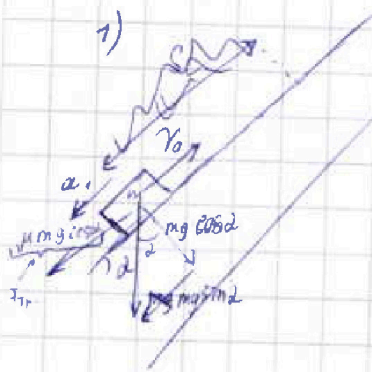
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



Задача 12



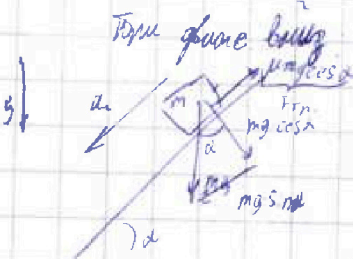
Пусть  $m$  - масса коробки  $13 \text{ кг}$ ,  $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{36}{100}} = \sqrt{\frac{64}{100}} = 0,8$   
 $S$  - путь, путь за время  $T = \dots$   
 При скольжении сила трения равна  $F_{fr} = \mu mg \cos \alpha$   
 Тогда коробка движется вверх

(2)  $\mu = 0,5$  на ось отсчитываем с транспортером)  
 ускор. коробки направл. вверх.  
 $m a_1 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$   
 $a_1 = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = g (0,6 + 0,5 \cdot 0,8) = 9,9$   
 $t_1$  - время получения скорости

$0 = v_0 - a_1 t_1$ ,  $t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ с}$  (т.е. до об. отсчитываем)

$S_n$  - путь при подъеме

$S_n = v_0 \cdot t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2}$



(2)  $\mu = 0,5$  на ось отсчитываем с транспортером)  
 ускор. при спуске вниз.  
 $m a_2 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$   
 $a_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = g (0,6 - 0,5 \cdot 0,8) = 0,2g$

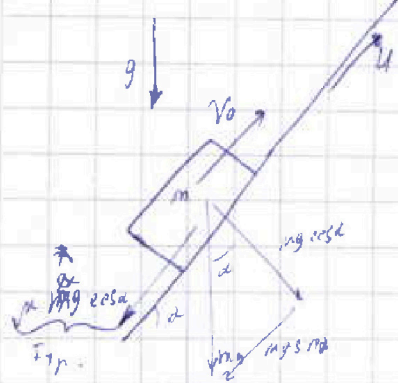
$S_{en}$  - путь при спуске

$S_{en} = \frac{a_2 t_1^2}{2} = \frac{0,2g \cdot t_1^2}{2}$

$S = S_n \neq S_{en} = v_0 \cdot t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} + \frac{a_2 t_1^2}{2} = \left( 6 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,6^2}{2} \right) + \frac{0,2 \cdot 10 \cdot 0,6^2}{2} = 3,6 - 5 \cdot 0,36 + 0,18 = 0,52 - 1,8 = 0,34 \text{ м}$

Отв.  $S = 0,34 \text{ м}$

2)



Скор. коробки станет 0, т.е. равняется скорости транспортера, т.е. прекратит скользить отн. транспортера (в.о. транспортера).  
 Коробка до тех пор будет двигаться отн. транспортера вверх, т.е. с ускор.  $a_1 = g$  по осм отсчитываем с транспортера (напр. коробки в.о. отн. ра.  $m a_1 = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$ )

$0 = v_0 - a_1 T_1$   
 $T_1 = \frac{v_0 - 0}{a_1} = \frac{6 - 0}{10} = 0,6 \text{ с}$  (Отв.  $T_1 = 0,5 \text{ с}$ )  
 (время на осм отсчитываем)

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

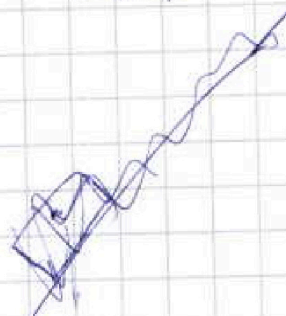
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача №2 продолжение.

14.10

3) Предположим в с.о. транслятора. В ней нулевой или минимальной скорости «крючки» — момент, когда её скорость —  $U$  (напр. вверх, от пр.-ра)

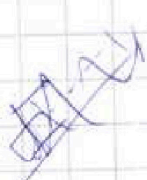


Такая скорость (отн. пр.-ра) и ускорения. Вверх  $a_1 = 9$  и просядет путь  $L_1$  и это займёт время  $t_1$ .

Такая скорость «крючки» отн. пр.-ра является от 0 до  $U$  вниз, она движется с укс  $a_2 = 0,2g$  и просядет путь  $L_2$  за время  $t_2$ .

$L_1$  и  $L_2$  — отн. пр.-ра.

$$0 = (V_0 - U) - a_1 t_1;$$



$$L_1 = (V_0 - U) t_1 - \frac{a_1 \cdot t_1^2}{2} = \frac{1}{2} \frac{(V_0 - U)^2}{9}$$

$$U = 0 + a_2 \cdot t_2; \quad t_2 = \frac{U}{0,2g}$$

и мин. скор. сближения

$$L_2 = \frac{a_2 \cdot t_2^2}{2} = \frac{U^2}{2 \cdot 0,2g}$$

сложим самого пр.-ра

слож. отн. пр.-ра

$$L = (L_1 - L_2) + U \cdot (t_1 + t_2) = \frac{1}{2} \frac{(V_0 - U)^2}{9} - \frac{U^2}{2 \cdot 0,2g} + U \left( \frac{V_0 - U}{9} + \frac{U}{0,2g} \right)$$

$$L = \frac{(6-1)^2}{2 \cdot 10} - \frac{1^2}{2 \cdot 0,2 \cdot 10} + 1 \cdot \left( \frac{6-1}{10} + \frac{1}{0,2 \cdot 10} \right) = 1,25 - \frac{1}{4} + 0,5 + \frac{1}{2} = 1,75 \text{ м}$$

Отв:  $L = 1,75 \text{ м}$ .



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

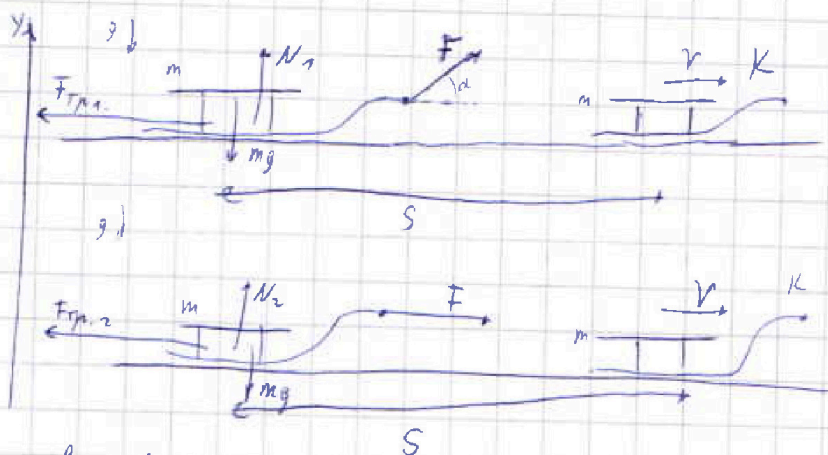
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

Задача №3



$v$ -изг.  $\Delta S$  изг.  $\Delta S$  изг.  $\Delta S$  изг.

$$K = \frac{mv^2}{2}$$

Путь  $S$  - длина участка пути разгона

В первом случае сила норм. реакции опоры  $N_1 \approx mg$ , а сила трения  $F_{тр1} = \mu N_1$

$$0x \text{ } 2^{\text{ой}} \text{ } \mu mg + N_1 + F \sin \alpha = 0$$

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

$$F_{тр1} = \mu N_1 = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

Во втором случае сила норм. реакции опоры  $N_2$ , а сила трения  $F_{тр2} = \mu N_2$

$$F_{тр2} - mg + N_2 = 0$$

$$N_2 = mg$$

$$F_{тр2} = \mu N_2 = \mu mg$$

4.д. 3.с.7 для 1<sup>ого</sup> сл.)

$$1) F \cos \alpha \cdot S - F_{тр1} \cdot S = K \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{изг. кин. эн. равно сумм. работе} \\ \text{выполн. сил} \end{array} \right.$$

$$F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = \frac{K}{S}$$

3.с.7 для 2<sup>ого</sup> сл.)

$$2) F \cdot S - F_{тр2} \cdot S = K$$

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

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

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

$$\mu F \sin \alpha = F (1 - \cos \alpha)$$

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Задача из предыдущей вкл.

16 из 10

$$(1) F \cdot \cos \alpha \cdot S - F_{T1} \cdot S = K$$

$$(2) F \cdot S - F_{T2} \cdot S = K$$

$$\downarrow$$

$$F = \frac{K - F_{T2} \cdot S}{S}$$

подстав. в (1) ↓

$$\left(\frac{K}{S} - F_{T2}\right) \cos \alpha \cdot S - F_{T1} \cdot S = K;$$

$$\frac{K \cdot \cos \alpha}{S} \cdot S - F_{T2} \cdot \cos \alpha \cdot S - F_{T1} \cdot S = K$$

$$S \left( \frac{K \cdot \cos \alpha}{S} - F_{T2} \cdot \cos \alpha - F_{T1} \right) = K$$

$$S \left( \frac{K \cdot \cos \alpha}{S} - \mu mg - \mu (mg + F \cdot \sin \alpha) \right) = K$$

$$S \left( \frac{K \cdot \cos \alpha}{S} - \mu mg - \mu \left( mg - \left( \frac{K}{S} - F_{T2} \right) \cdot \sin \alpha \right) \right) = K;$$

$$S \left( \frac{K \cdot \cos \alpha}{S} - \mu mg - \mu \left( mg - \frac{K}{S} \sin \alpha + \mu mg \sin \alpha \right) \right) = K$$

$$S \left( \frac{K \cdot \cos \alpha}{S} - \mu mg - \mu mg - \mu \frac{K}{S} \sin \alpha + \mu^2 mg \sin \alpha \right) = K$$

$$\mu K \sin \alpha + S \left( \frac{K \cdot \cos \alpha}{S} - 2 \mu mg + \mu^2 mg \sin \alpha \right) = K$$

$$S \left( \frac{K \cdot \cos \alpha}{S} + \mu mg (\mu \sin \alpha - 2) \right) = K (1 + \mu \sin \alpha)$$

$$S = \frac{K (1 + \mu \sin \alpha)}{K \cdot \cos \alpha - \mu mg (2 - \mu \sin \alpha)}$$

$$\text{Omb. } S = \frac{K (1 + \mu \sin \alpha)}{K \cos \alpha - \mu mg (2 - \mu \sin \alpha)}$$

$$S \cdot \mu mg (\mu \sin \alpha - 2) = K (1 + \mu \sin \alpha - \cos \alpha)$$

$$K \cos \alpha + S \left( -\mu mg - \mu mg + \frac{K}{S} \sin \alpha - \mu^2 mg \sin \alpha \right) = K$$

$$K \cos \alpha + K \sin \alpha + S \left( -2 \mu mg - \mu^2 mg \sin \alpha \right) = K$$

$$S = \frac{K (1 - \cos \alpha - \sin \alpha)}{-\mu mg (2 + \mu \sin \alpha)} = \frac{K (\cos \alpha + \sin \alpha - 1)}{mg \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} (2 + \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \sin \alpha)} = \frac{K (\cos \alpha + \sin \alpha - 1) \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) (3 - \cos \alpha)}$$

$$\text{Omb. } S = \frac{K (\cos \alpha + \sin \alpha - 1) \sin \alpha}{mg (1 - \cos \alpha) (3 - \cos \alpha)}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

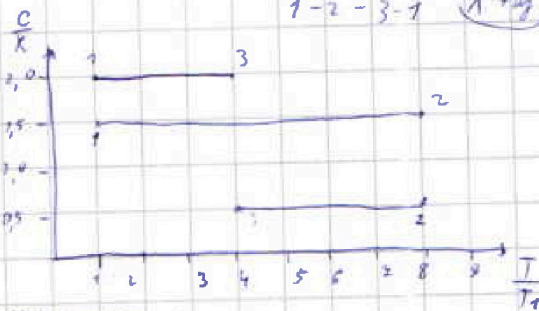
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 4

$\sqrt{1}$  дано

\* Пусть  $p_1, V_1, T_1, p_2, V_2, T_2, p_3, V_3, T_3$  -  
давление, объём, темп. в состояниях (точках) в цикле.



1-2-3-1  $\sqrt{1}$  дано

1-3)  $T_3 = 4T_1$ ;  $T_2 = 8T_1$   
 $Q_{13}$  - ств. тепло, отданное кал. в процессе на участке 1-3

$Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13}$  ув. внут. эн. газа на 1-3;  
 $Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{31}$  работа выт. сил при переходе

$Q_{13} = C_{p3} \cdot \sqrt{1} \cdot (T_1 - T_3) = 2R \cdot \sqrt{1} \cdot (T_1 - 4T_1) = -6R\sqrt{1}T_1$

$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} \sqrt{1} R T_1 - \frac{3}{2} \sqrt{1} R T_3 = \frac{3}{2} \sqrt{1} R (T_1 - 4T_1) = -\frac{9}{2} \sqrt{1} R T_1$

$A_{31} = \Delta U_{13} - Q_{13} = -\frac{9}{2} \sqrt{1} R T_1 - (-6 \sqrt{1} R T_1) = 1,5 \sqrt{1} R T_1 = 1,5 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200 \text{ Дж}$

работа сил при переходе (сжимаемости)

$A_{13} = -A_{31} = -1,5 \sqrt{1} R T_1$

Отв:  $A_{31} = 1,5 \sqrt{1} R T_1 = 2493 \text{ Дж}$

Заметим, что на участке 1-2 темп. растёт, т.е. тепло поглощается,

а на участках 2-3 и 3-1 - темп. падает, т.е. тепло выделяется

2-3) 1-2)  $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$Q_{12} = C_{v12} \cdot \sqrt{1} \cdot (T_2 - T_1) = 1,5R \cdot \sqrt{1} \cdot (8T_1 - T_1) = 10,5 R T_1$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{1} R T_2 - \frac{3}{2} \sqrt{1} R T_1 = \frac{3}{2} \sqrt{1} R (8T_1 - T_1) = 10,5 R T_1$

$(A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 10,5 \sqrt{1} R T_1 - 10,5 \sqrt{1} R T_1 = 0) \Rightarrow$  1-2 - изохорический процесс.  
 $V_1 = V_2$

2-3)  $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$

$Q_{23} = C_{p23} \cdot \sqrt{1} \cdot (T_3 - T_2) = 2,5R \cdot \sqrt{1} \cdot (4T_1 - 8T_1) = -2 R T_1$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \sqrt{1} R T_3 - \frac{3}{2} \sqrt{1} R T_2 = \frac{3}{2} \sqrt{1} R (4T_1 - 8T_1) = -6 R T_1$

$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = -2 R T_1 - (-6 R T_1) = 4 R T_1$

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!

18 из 10

Задача 4 из предыдущей.  
находящая работа соверш. за цикл.

$$A_{\text{к}} = A_{23} + A_{31} = 4RT_1 - 1,5RT_1 = 2,5RT_1$$

к-во переданной тепла за цикл

$$Q_{\text{затр.}} = Q_{12} = 10,5RT_1$$

$$\eta = \frac{A_{\text{к}}}{Q_{\text{затр.}}} = \frac{2,5 \cdot 4 RT_1}{10,5 RT_1} = \frac{10}{21}$$

Ответ  $\eta = \frac{10}{21}$

1-2 — изотерма,  $\mu \Delta \mu V_1 = V_2$

$$p_1 V_1 = \nu RT_1 \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{T_2}{T_1} p_1 = \frac{4T_1}{T_1} p_1$$

$T_2 = 4T_1$

$$p_1 V_1 = \nu RT_1 \quad p_1 V_2 = \nu RT_1 \quad p_3 V_3 = 4 p_1 V_1$$

$$p_2 V_2 = \nu RT_2 \Rightarrow p_3 V_3 = 4 \nu RT_1$$

$$p_3 V_3 = \nu RT_3$$

$$\Rightarrow p_2 V_2 = p_3 V_3 \text{ и } p_2 V_3 = p_1 V_1, \text{ где}$$

на процесс — п-изотерма.

Точка в процессе — радиусов под графиком p(V)

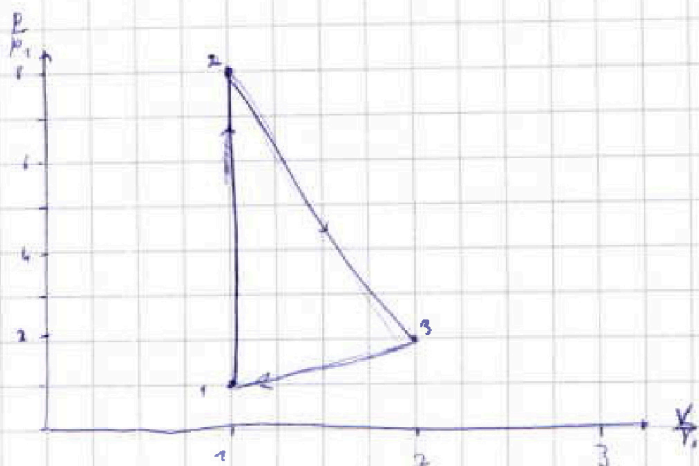
в-направление по часовой

2-3, а — показатель расширения 3-1

$$\alpha = \frac{C_{23}}{C_V} = \frac{0,5R}{1,5R} = \frac{1}{3}$$

$$\alpha = \frac{C_{13}}{C_V} = \frac{2R}{1,5R} = \frac{4}{3}$$

$$\begin{cases} p_1 \cdot V_1^{\frac{1}{3}} = p_3 \cdot V_3^{\frac{1}{3}} \\ p_2 V_3^{\frac{4}{3}} = p_1 V_1^{\frac{4}{3}} \\ p_3 V_3 = 4 p_1 V_1 \end{cases}$$









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"/>



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

110 из 10