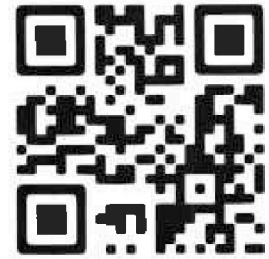




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.

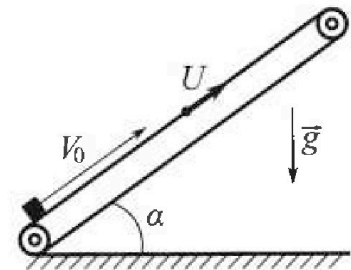
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

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.).

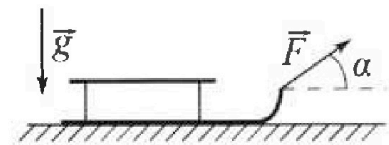
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.

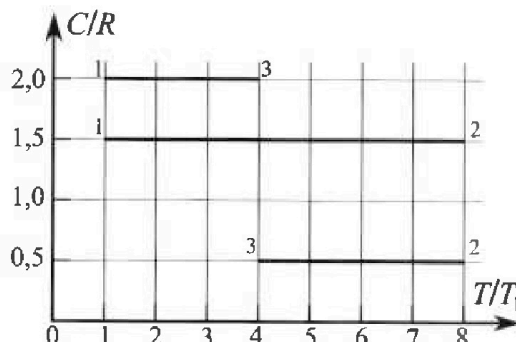
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



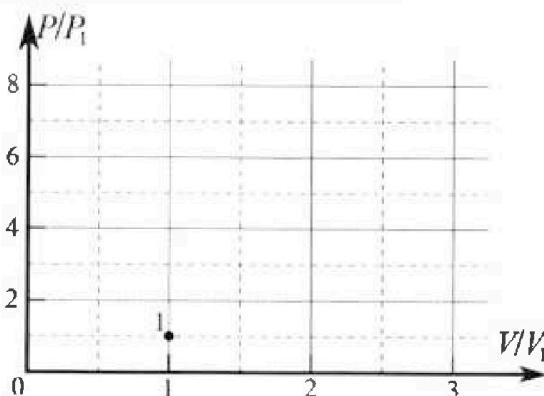
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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



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

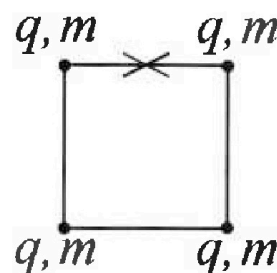
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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.

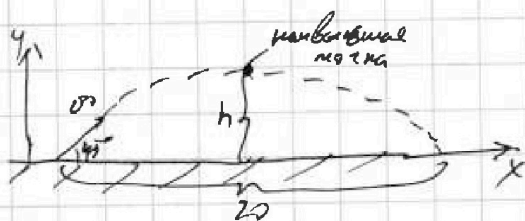




- 1  2  3  4  5  6  7

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

21



Пусть  $t$  — общее время полёта

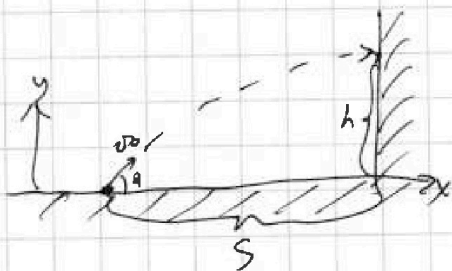
поэтому  $Ox: t \cdot v_0 \cos 45 = 20$

$Oy: 0 = v_0 \sin 45 - g \frac{t}{2}$

— когда мячик будет в максимальной точке.

$$\begin{cases} t \cdot v_0 \cos 45 = 20 \\ t = \frac{2v_0 \sin 45}{g} \end{cases} \Rightarrow \frac{2v_0^2 \cos^2 45}{g} = 20 \Rightarrow v_0^2 = \frac{100}{\cos^2 45} = \frac{100}{0,5} = 200$$

$$v_0 = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \frac{m}{s}$$



$T$  — время полёта

$Ox: v_0 \cos \alpha \cdot T = s \Rightarrow T = \frac{s}{v_0 \cos \alpha}$

$Oy: h = v_0 \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2}$

$$h = s \cdot \tan \alpha - \frac{g s^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

найдем максимум  $s \cdot \tan \alpha - \frac{g s^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$  — возьмем производную и приравняем её к нулю,

После этого получим, что  $\left( s \tan \alpha - \frac{g s^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \right)' = \tan^2 \alpha - \frac{2g s \sin \alpha}{v_0^2 \cos^3 \alpha} + 1 = 0$

$$\sin^2 \alpha - \frac{2g s \sin \alpha}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + \cos^2 \alpha = 0 \Rightarrow \frac{2g s \sin \alpha}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = 1 \Rightarrow 2g s \sin \alpha = v_0^2 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_0^2}{2g s}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2}$$

$$3,6 = v_0 \cdot \frac{40}{s} \cdot \frac{g}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{40^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{40}{\cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{40^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{40}{\cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{40^2}{v_0^2 (1 - \frac{v_0^2}{2g s})} = \frac{40}{\cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{40^2}{v_0^2 (1 - \frac{v_0^2}{2g s})}$$

$$3,6 = \frac{1600 g \sqrt{5^2 - 1600}}{40 (5^2 - 1600)} - \frac{g}{2} \cdot \frac{40^2}{v_0^2 (1 - \frac{v_0^2}{2g s})}$$

получим уравнение относительно  $s$

Ответ:  $v_0 = 10\sqrt{2} \frac{m}{s}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

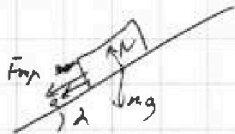
МФТИ

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

р2

Рассмотрим, какие силы действ. на коробку, когда она  
движ. вверх и вниз (отн. ленты транспортера)

вверх:



$$m a_1 = F_{\text{тр}} + m g \sin \alpha = \mu N + m g \sin \alpha =$$

$$= \mu m g \cos \alpha + m g \sin \alpha$$

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

$$= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$0 = v_0 - a_1 t \Rightarrow t = 0,6 \text{ сек}$$

$$s_1 = v_0 t - \frac{a_1 t^2}{2} = 3,6 - \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ м} - \text{пройдет коробка вверх по конвейеру.}$$

$$s_2 = \frac{a_2 (t-t)^2}{2} = \frac{2 \cdot 0,4^2}{2} = 0,16 \text{ м}$$

$$s = s_1 + s_2 = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ м}$$

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

$v_0 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , то отн. конвейера скорость коробки будет  $v_0 - v = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Скорость коробки во 2-ом опыте будет  $v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , если коробка

неподвижна отн. к ленте конвейера, медь она движется

вниз по конвейеру со скор.  $2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  (относительно конвейера)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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



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. <sup>лента</sup> отн.  $V$  конвейера

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

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

$$T_1 = t_1 = 0,5 \text{ сек}$$

2) коробка движ. вниз по конвейеру со скор.  $2 \frac{m}{c}$  отн. 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  $U = 1 \frac{m}{c}$  через  $0,5 \text{ сек}$  и  $1,5 \text{ сек}$

• По второму опыту скорость коробки будет равна нулю, если она будет двигаться вниз по ленте конвейера со скор.  $1 \frac{m}{c}$

(отн. конвейера)

$$0 = (V_0 - U) - a_1 T_3$$

$$1 = a_2 T_3 \Rightarrow T_3 = 0,5 \text{ сек.}$$

$$T_{0,0} = T_1 + T_3 = 1 \text{ сек.}$$

$$S_1 = (V_0 - U) T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2} = 5 \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,25}{2} = 2,5 - 1,25 = 1,25 \text{ м (отн. ленты)}$$

$$S_{1,1} = S_1 + U \cdot T_1 = 1,25 + 0,5 = 1,75 \text{ м (отн. земли)}$$

$$S_3 = \frac{a_2 T_3^2}{2} - \frac{v \cdot 0,25}{2} = 0,25 \text{ м (отн. лента)}$$

$$S_{3,1} = S_3 - U \cdot T_3 = 0,25 - 0,5 = -0,25 \Rightarrow \text{отн. земли коробка прошла вверх.}$$

$$L = S_{1,1} + S_{3,1} = 1,75 + 0,25 = 2 \text{ м. Ответ: } S = 1,96 \text{ м; } T_1 = 0,5 \text{ с; } 1,5 \text{ с; } L = 2 \text{ м.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

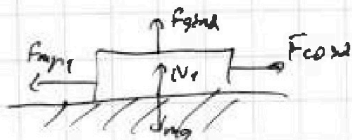


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



~3

Рассм. случ. 2, когда  $\vec{F}$  напр. под углом  $\lambda$ . Обозначим длину разгона за  $S_1$  ( $l = \frac{mV^2}{2}$ )



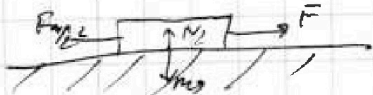
$$N + F \sin \lambda = mg$$

$$F_{\text{тр}1} = \mu N_1 = \mu (mg - F \sin \lambda)$$

по ЗСЭ:

$$\frac{mV^2}{2} + F_{\text{тр}1} S_1 = F \cos \lambda S_1 \quad (1)$$

Рассм. случ. 1, когда  $\vec{F}$  направлено горизонтально



$$N_2 = mg$$

$$F_{\text{тр}2} = \mu N_2 = \mu mg$$

по ЗСЭ

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

из ур-ий (1) и (2) получ., что  $F \cos \lambda S_1 - F_{\text{тр}1} S_1 = F S_1 - F_{\text{тр}2} S_1$  | :  $S_1$   
получаем, что

$$F \cos \lambda - F_{\text{тр}1} = F - F_{\text{тр}2}$$

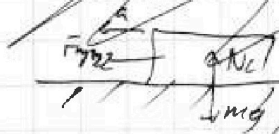
$$F \cos \lambda - \mu (mg - F \sin \lambda) = F - \mu mg$$

$$F \cos \lambda + \mu F \sin \lambda = F \quad || : F$$

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

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

После расстановки на санки начинают действо. силы:



$$m a = F_{\text{тр}2}$$

$$N_2 = mg$$

$$F_{\text{тр}2} = \mu N_2 = \mu mg \Rightarrow a = \frac{F_{\text{тр}2}}{m} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

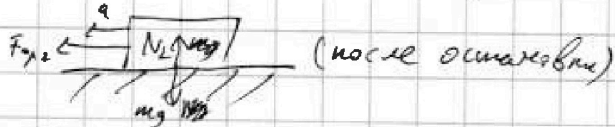
МФТИ

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

~~$$S = \frac{v^2}{2a} = \frac{aT^2}{2}$$
  
$$S = \frac{v^2}{2a}$$~~

По ЗСЭ:  $k = F_{\text{упр}} \cdot S$  (куда сила  $F$  перестала  
действовать)

$$S = \frac{k}{F_{\text{упр}}} = \frac{k}{\mu N_2}$$



$$F_{\text{упр}} = \mu N_2 = \mu mg = \frac{1 - \cos 2}{\sin 2} mg$$

$$S = \frac{k}{F_{\text{упр}}} = \frac{k \cdot \sin 2}{(1 - \cos 2) mg}$$

Ответ:  $\mu = \frac{1 - \cos 2}{\sin 2}$  ;  $S = \frac{k \sin 2}{(1 - \cos 2) mg}$







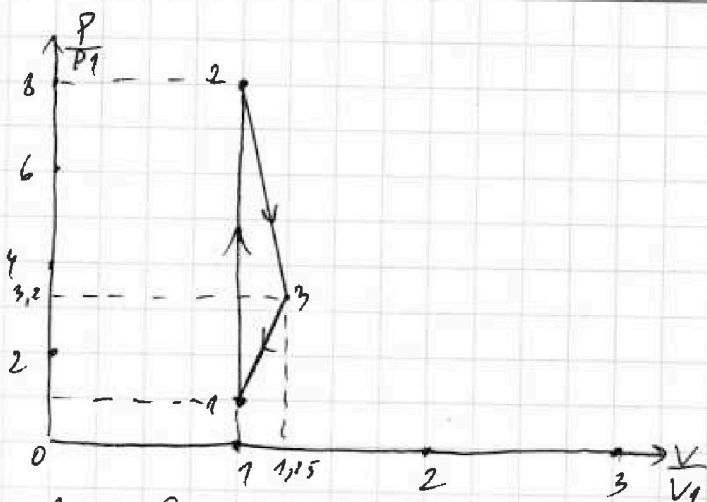
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

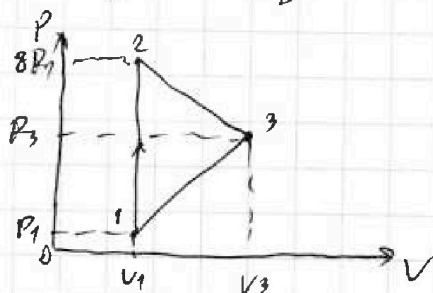


$$A_{2-3} = Q_{2-3} - \nu U_{2-3} = \text{---} - 400 \text{ J} = 800 \text{ J} - \text{такую работу}$$

совершает газ в процессе 2-3  $\Rightarrow$  в процессе 2-3 объем увели

В нормальных координатах  $p(v)$

линия будет иметь вид:



уравн для работ  $A_{2-3}$  и  $A_{3-1}$

$$\begin{cases} -900 = p_1(v_1 - v_3) + \frac{(p_3 - p_1)(v_1 - v_3)}{2} \\ 800 = p_3(v_3 - v_1) + \frac{(8p_1 - p_3)(v_3 - v_1)}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{p_3 + 4p_1}{p_3 + p_1} = \frac{800}{300} \Rightarrow \frac{p_3 + 8p_1}{p_1 + p_1} = \frac{8}{3}$$

$$3p_3 + 2p_1 = 8p_3 + 8p_1 \Rightarrow 16p_1 = 5p_3 \Rightarrow \frac{p_3}{p_1} = \frac{16}{5} = 3,2$$

Так,  $\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_3 v_3}{T_3}$ , то  $\frac{p_3 v_3}{p_1 v_1} = 4 \Rightarrow \frac{16}{5} \frac{v_3}{v_1} = 4 \Rightarrow \frac{v_3}{v_1} = \frac{20}{16} = \frac{5}{4} = 1,25$

получил, что  $\frac{p_3}{p_1} = 3,2$ , а  $\frac{v_3}{v_1} = 1,25$

Ответ:  $A_{1-2} = 2493 \text{ Дж}$ ;  $\eta = \frac{5}{21}$ ;





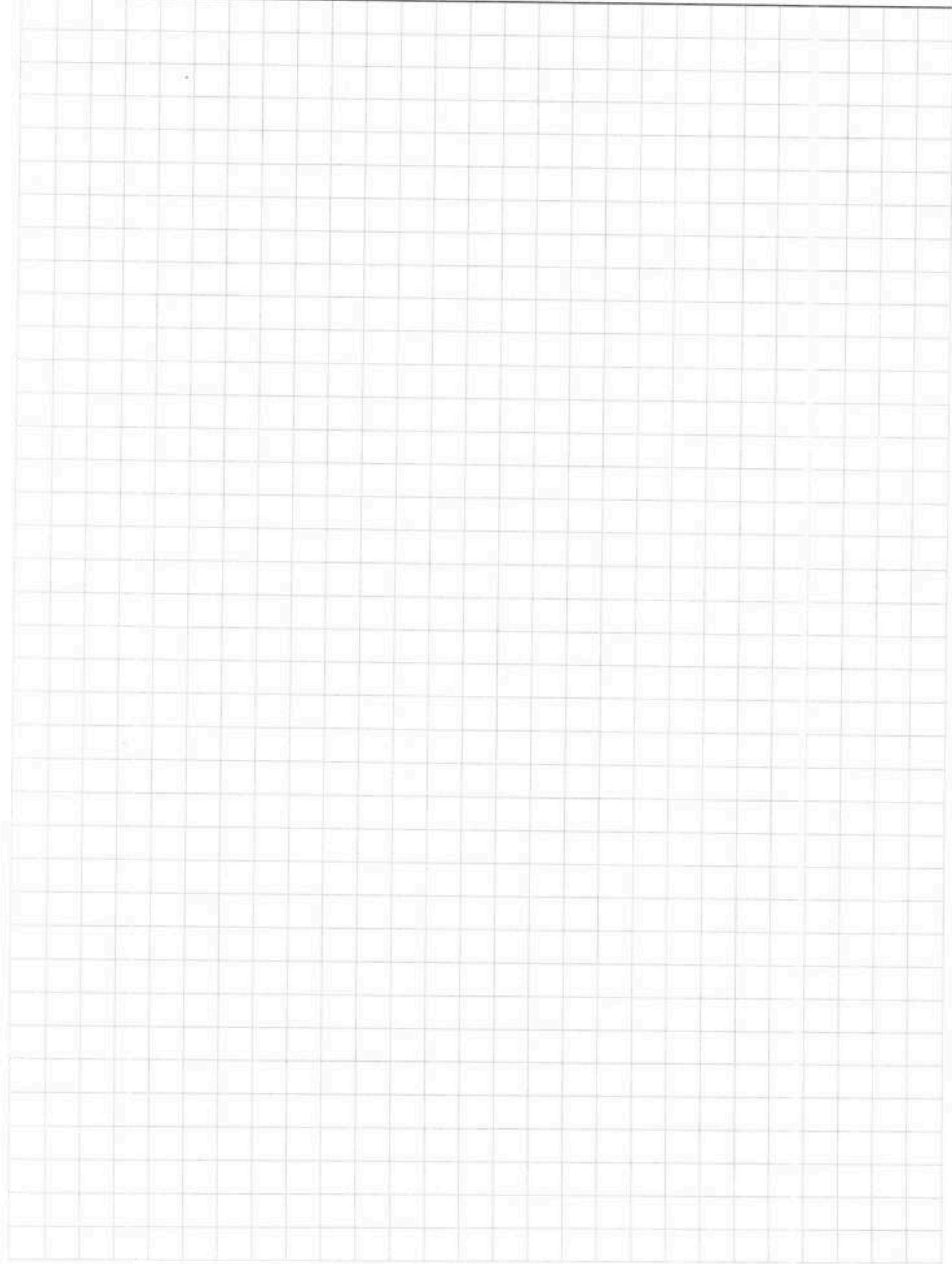
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

 **МФТИ**

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





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"/>



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

*Ответ: 1, 2, 3*

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

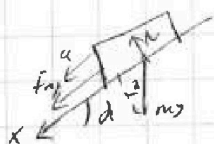
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Рассмотрим, какие силы действуют на коробку при неподвижном конвейере.



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

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

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

$$\text{сх. } S = -v_0 T + \frac{aT^2}{2} = -6 \cdot 1 + \frac{10 \cdot 1^2}{2} = -1 \text{ м} \Rightarrow \text{ за 1 сек коробка}$$

смещается на 1 метр вверх по транспортеру, т.е.

в самой высокой точке она ~~остановится~~ ~~на~~ ~~крае~~ ~~проекала~~

$$\text{по транспортеру вверх } S_1 = v_0 \cdot \frac{v_0}{a} - \frac{a}{2} \left( \frac{v_0}{a} \right)^2 = 1,8 \text{ м,}$$

$$(\text{т.к. } 0 = v_0 - at \text{ и } S_1 = v_0 \cdot t - \frac{at^2}{2})$$

то получим, что сначала коробка проехала 1,8 м вверх

по транспортеру, и потом  $1,8 - 1 = 0,8$  м вниз.

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

Если поставить коробку на движ. кон. транспортер и сойти в л. в лабораторной системе отс., то отн. транспортера

коробка поедет в л.  $v_0 - u = 6 - 1 = 5 \text{ м/с}$ . В этом случ. на коробку действ. абсолютно те же силы. Скорость коробки будет равна  $U = 1 \text{ м/с}$  в л. случ.

Если коробка неподвижна отн. л. кон. транспортера



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

1  2  3  4  5  6  7



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

2) Если коробка будет скользить вниз отн. левому скату  
2-го отн. кед.

Рисунки 1-6 см. ниже:

$$0 = (v_0 - v) \cdot T$$

$$\cos 2 = \frac{S}{TV_0}$$

$$S \sin \alpha = \sqrt{TV_0^2 - S^2}$$

$$H \cdot \frac{1}{2} = \frac{PT}{2} = S$$

$$h = \sqrt{TV_0^2 - S^2} - \frac{gT^2}{2}$$

$$h = \sqrt{200^2 - S^2} - \frac{gT^2}{2} \text{ макс}$$

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

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

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

$$200x - S^2 = h^2 + 25x^2 - 2 \cdot 10 \cdot hx$$

$$-S^2 = h^2 + 25x^2 - x(200 + 10h)$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + mgh$$

$$V_0^2 = V_1^2 + 2gh$$

$$V_{1y} = V_0 \sin \alpha - gT$$

$$V_{1y}^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha = V_1^2$$

$$V_0^2 \sin^2 \alpha + g^2 T^2 - 2gT V_0 \sin \alpha + V_0^2 \cos^2 \alpha = 2gh + V_0^2$$

$$gT^2 - 2T V_0 \sin \alpha = 2h$$

$$T = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



$\frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60} = S \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{60} - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60^2}$

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

$2100 - 1200 - 400 = \frac{5^2 \cdot 60}{7100}$

$S \cdot \frac{1}{60} = \frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60} + \frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{60^2}$

$\frac{1}{60} = \frac{S}{40} + \frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{S}{40} \cdot \frac{1}{60}$   
 $= -1 \cdot \frac{S}{40} \cdot \frac{1}{60} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

5

$V \cos \alpha \cdot T = S \Rightarrow T = \frac{S}{V \cos \alpha}$



$h = V \sin \alpha \cdot T - \frac{g T^2}{2} = \frac{V \sin \alpha \cdot S}{V \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 V^2 \cos^2 \alpha}$

$h = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{4 V^2 \cos^2 \alpha}$

$\frac{P_2 \cdot V_2}{P_1 \cdot V_1} = 4$

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

$h = x \cdot S$

$3.2 \cdot V_2 = 4$

$x = \tan \alpha = \frac{S}{40 \cos^2 \alpha}$

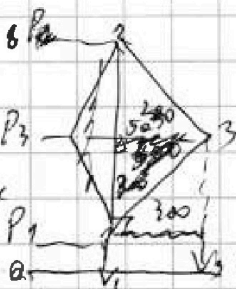
$\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{3.2} = \frac{1}{0.8} = \frac{10}{8} = 1.25$

$f_{ix} = \frac{5 \sin \alpha \cdot (v_2 \cos \alpha - \frac{S}{40}) - g = 0$

$g \cdot \frac{1}{40} = \frac{5 \sin \alpha}{40 \cos^2 \alpha} + g = 0$

$\frac{P_2 + 3P_1}{P_3 + P_1} = \frac{8}{3}$

3-1) Оуменьши, 6 Оуменьши



$3P_2 + 24P_1 = 8P_2 + 8P_1$

$5P_2 = 16P_1$

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{16}{5} = 3.2$

f<sub>30</sub>

1-1  $-1200 = -500 - 300 \quad A_1 > 0$

2-3  $-800 = -1200 + 800 \quad A_2 > 0$

~~P<sub>2</sub> + P<sub>1</sub>~~

если  $0 < V < 10$ , то  $A_2 > 0$   
 если  $0 < V < 10$ , то  $A_2 < 0$

$\frac{P_2 + 4P_1}{P_1 + P_1} = \frac{600}{300}$

$P_1 \cdot (V_2 - V_1) + (P_2 - P_1) \cdot (V_2 - V_1) = 300$

$(V_2 - V_1) \left( \frac{P_1 + P_2}{2} - \frac{P_1}{2} \right) = (V_2 - V_1) \left( \frac{P_1 + P_2}{2} \right) = 300$

$P_2 \cdot (V_2 - V_1) + (8P_1 - P_2) \cdot (V_2 - V_1) = (V_2 - V_1) (P_2 + 4P_1 - \frac{P_2}{2}) = 0$   
 $= (V_2 - V_1) \left( \frac{P_2}{2} + 4P_1 \right) = 300$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

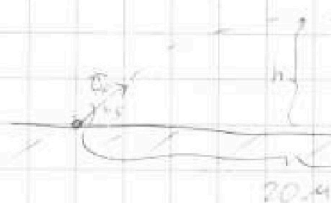
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



1



$t = 0.5 \text{ сек}$  в начале

$$v_{0x} t + v_0 \cos \alpha t = 20.4$$

$$v_0 = \frac{20.4}{\cos \alpha} = \frac{20.4}{\frac{4}{5}} = 25.5$$

$$v_{0y} t = v_0 \sin \alpha t = \frac{g t^2}{2}$$

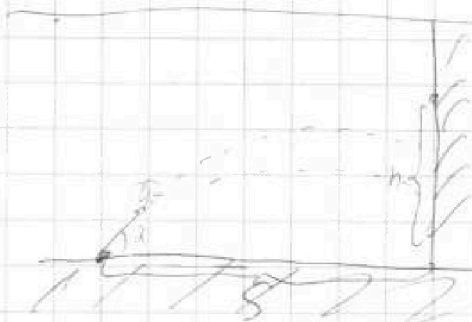
$$g t = 2 v_0 \sin \alpha$$

$$t = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = 20.4$$

$$v_0^2 = \frac{10 \cdot 20.4}{2 \cdot \frac{16}{25}} = \frac{100}{\frac{2}{5}} = 2500$$

$$v_0 = \sqrt{2500} = 50 \text{ м/с}$$



Пуск со скоростью  $v_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту. Когда старт  $T$ -время падения

$$v_0 \cos \alpha T = S \Rightarrow T = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$h = v_0 \sin \alpha T - \frac{g T^2}{2}$$

$$0 \leq \alpha \leq 90^\circ$$

$$h = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$t_{y1} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$t_{y2} = \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1}$$

$$h = S \cdot \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$5 \frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} - S \cdot \tan \alpha + 3.6 = 0$$

$$\frac{S^2}{40} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} - S \cdot \tan \alpha + 3.6 = 0$$

$$= \frac{g \sin \alpha}{\cos^3 \alpha}$$

$$\sin \alpha = \cos \alpha$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha}$$

$$\frac{\sin \alpha \cdot g \sin \alpha - \cos \alpha \cdot g \cos \alpha}{\cos^3 \alpha} = \frac{0 - g \sin^2 \alpha}{\cos^3 \alpha}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

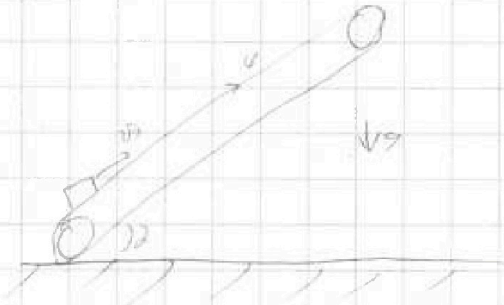
1  2  3  4  5  6  7



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



2.2



1)



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = 0,5 mg \cos \alpha$$

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

$$0,5g \cos \alpha + g \sin \alpha = a = 0,5 \cdot 0,8 + 0,6 \cdot 0,8 =$$

$$= g = a$$

$$s = v_0 T - \frac{a T^2}{2} = 6 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 6 - 5 = 1 \text{ м}$$

1) м.к. отн. к гориз. коридору едет  $6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  и т.к. отн. к стене  $v_{\text{стены}}$  отсюда  $v_{\text{стены}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  во все время, так и в 1-ой секунде скорость коридора  $v_{\text{коридора}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  и т.к. отн. отн. отн. коридора

$$0 = 5 - gT_1 \Rightarrow 0 = 5 - 10T_1 \Rightarrow 0 = 1 - 2T_1 \Rightarrow T_1 = 0,5 \text{ с}$$

2) когда скорости коридора равны  $0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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

$$0 = 6 - gt$$

$$t = 0,6$$

$$s = 6 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,6^2}{2} = 3,6 - \frac{3,6}{2} = \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ м}$$

$$\frac{m v^2}{2} - \frac{3 \sin \alpha}{40 \cos \alpha} + 1 = 0 \quad | \cdot \cos^2 \alpha$$

$$\sin^2 \alpha - \frac{3 \sin \alpha}{40} + \cos^2 \alpha = 0$$

$$2 \sin^2 \alpha - \frac{3}{40} \sin \alpha + 1 = 0$$

$$\frac{3}{40} \sin \alpha = 1$$

$$\boxed{3 \sin \alpha = 40}$$

нет

нужно  $\frac{p}{2} = 2,5$  м/с. и т.к.  $v_{\text{коридора}} = 0,6$  м/с

$$f\left(\frac{2}{17}\right) \text{ м} \cdot g\left(\frac{2}{17}\right)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



1-2)  $T_1 = 200 \text{ K}$   
 $T_2 = 1600 \text{ K}$

$Q = \nu R \Delta T_2$

$\Delta T_2 = 800 - 200 = 600 \text{ K}$

$Q = 2R \cdot 1 \cdot 600 = 1200R$

$Q = \delta U + A$

$\delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = 1,5 \cdot 1 \cdot 3,31 \cdot 600$  — на столько уменьшилась внутр. энергия газа

$A = Q - \delta U = 1200R - 900R$  — столько работы совершил газ

$A_{1-2} = 300R$  — газ совершил столько работы

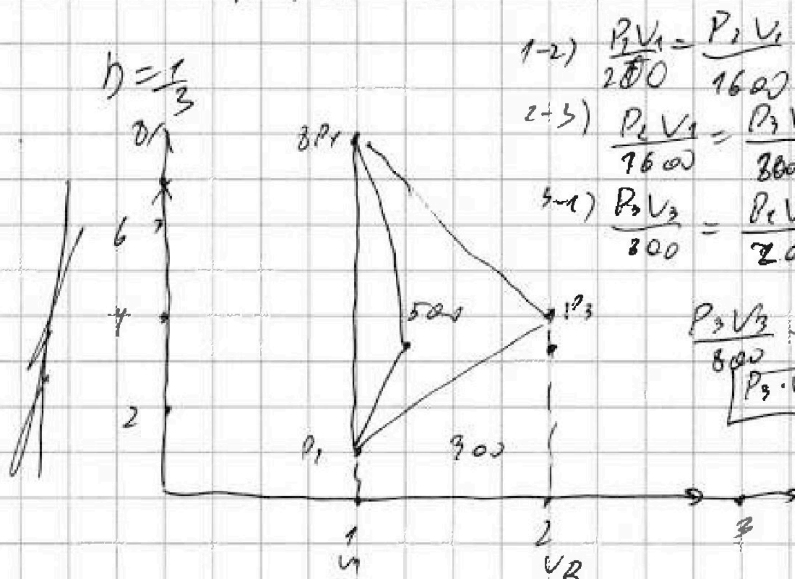
$3,31 \cdot 3 = 9,93$

Наз. газом совершил работу — 2493 Дж.

$\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} = \frac{Q_{1-2} - Q_{2-3} - Q_{3-1}}{Q_{1-2}} = \frac{1400R - 200R - 400R}{2400R}$

$Q_{2-3} = \frac{1200R}{1,5} = 800R$  — выделилось  $\frac{300R}{1400R} = \frac{1}{3}$

$Q_{1-2} = 1,5 \cdot R \cdot 1 \cdot 1600 = 2400R$



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

2-3)  $\frac{P_2 V_2}{9600} = \frac{P_3 V_3}{800} \Rightarrow P_2 V_2 = 2 P_3 V_3$   
 $4 P_1 V_1 = P_3 V_3$

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

$P_1 V_1 = 200R$

$\frac{P_3 V_3}{800} = 2R$

$P_3 \cdot V_3 = 800R$

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