



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



## Вариант 10-01

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

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.

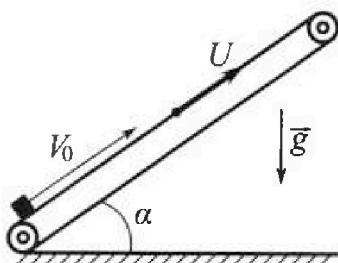
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

2) Теннисист посыпает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ . Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в первом опыте путь  $S = 1 \text{ м}$ ?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2 \text{ м/с}$ , и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ .

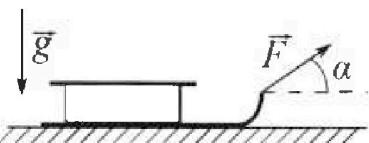
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2 \text{ м/с}$ ?

3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? 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 скорости  $V_0$  за одинаковое время.

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 скорости  $V_0$  действие внешней силы прекращается.



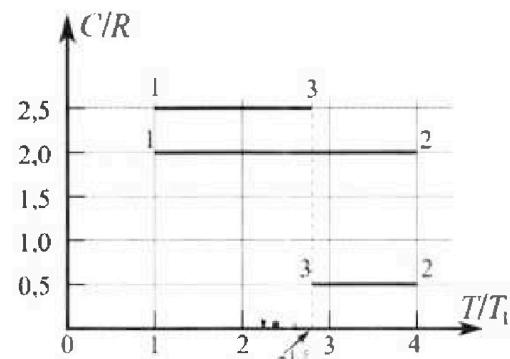
- 1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
- 2) Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения  $g$ .
- Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

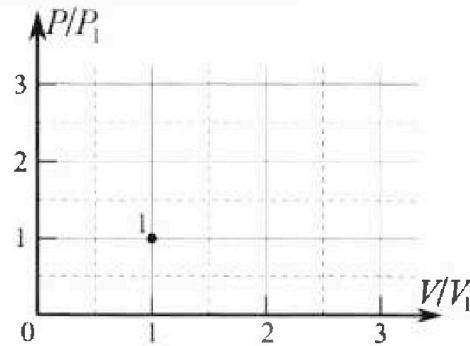
## Вариант 10-01

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  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1  $T_1 = 400$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).

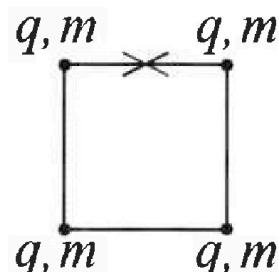


- 1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

- 1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите скорость  $V$  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)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . 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

1)

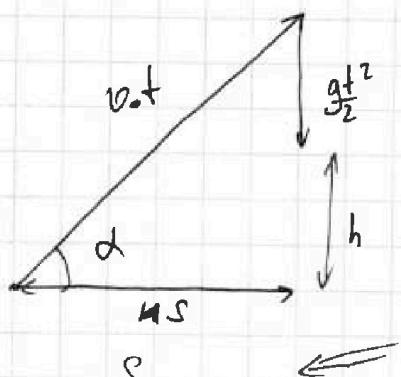
Макс бессонна - когда ось движущегося

$v_0 \uparrow$

$v_K$  - конечная = 0

$$v_K = g t = 20 \text{ м/с}$$

2)



Нарисуйте векторную

длительности

Возьмите через уравн:

$$v_0 t \cos \alpha = S \quad (1)$$

$$v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = h \quad (2)$$

$$t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

Подставим в (2)

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

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

$$= \tan^2 \alpha + 1$$

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

$h(\tan \alpha)$  - параллельная зависимость

Значит максимум в вершине.

Найдем ее в здравом смысле  
и приравняв к 0.  $h' = \frac{2 g S^2 \tan \alpha}{v_0^2} - S = 0$

$$\frac{2 g S^2}{v_0^2} \tan \alpha = S \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_0^2}{2 g S}$$

Подставим:

$$h = S \left( \frac{v_0^2}{g S} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \left( 1 + \frac{v_0^2}{g^2 S^2} \right) \right) = S \left( \frac{g S}{2 v_0^2} + \frac{v_0^2}{2 g S} \right) =$$

$$= S \left( \frac{v_0^2}{2 g S} - \frac{g S}{2 v_0^2} \right) = 20 \left( \frac{400}{2 \cdot 200} - \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 400} \right) = \frac{3}{4} \cdot 20 = 15 \text{ м}$$

Ответ: 1) 20 м/с 2) 15 м

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



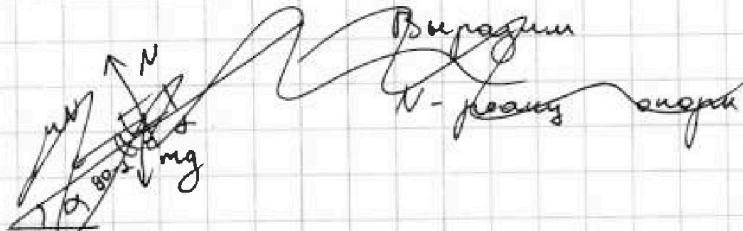
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

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

МФТИ

№2 проблема №1

1) Если  $\sin \alpha = 0,8$ , то  $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6$



2) Скорость и коробка доски

Конус опирается она линии  
Значит

$$\frac{v_0^2 - u^2}{2a} = L, \text{значит, что } g_0$$

конус проскальзывает  $a = g$   
на  $b = m \cdot 1$

$$L = \frac{v_0^2 - u^2}{2g} = \frac{4^2 - 2^2}{20} \text{ м} = \frac{12}{20} \text{ м} = 0,6 \text{ м}$$

Существует еще одна точка  $L$   
которой скорость равна  $u$ .  
Найдем ее посредством решения п. 3

3) После конус проскальзывает  
коробка. Будем подумать о том, что  
она движется. Будем направлена  
в гр. против т.к. она лежит  
она будем знать землю в гр.  
сторону.

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha = 0,2mg$$

$$\text{Значит } F_a = ma = (0,8 - 0,2)mg = ma$$

(ускорение)  $a$  после достичения скорости  
 $= 2 \text{ м/с}$  будем равен  $0,6 \text{ г}$ .



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

1)

Комиссия  
шина  
действует  
на скользкую MN

Если  $\sin \alpha = 0,8$ , то  
 $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$   
 $= \sqrt{1 - 0,64} =$   
 $= \sqrt{0,36} = 0,6$   
 $mg \cos \alpha = N$  значит  $\cos \alpha = 0,6$

Выражение:  
 $F_u = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$

$F_u = \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8\right) \cdot mg = mg$

а значит  $g = \frac{F_u}{m} = g$

Задачи  
что коротка  
не успевает  
ногами встать на линии:  $1 = 4x - 5x^2$

$S = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$5x^2 - 4x + 1 = 0$

$D = 16 - 20 < 0$

$v_0 = gR$

$\frac{16 \cdot 4t^2}{20 \cdot 4t^2} = S = 0,8 \text{ м} \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{g} = 0,4 \text{ с}$

первый раз вспомни проекции

$S_0 = 0,2 \text{ м}$  — это сумма проекций

$t_2 = \sqrt{\frac{2S_0}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{9,8}} = 0,2 \text{ с}$

второй раз вспомни проекции

$x_0 = \frac{v_0}{g} \cdot \frac{1}{3} S_0$

$= 0,4 \text{ с} \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,2 \text{ м} \approx 0,04 \text{ м}$

$t_2 = \sqrt{\frac{2S_0}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{9,8}} = 0,2 \text{ с}$

$t_{\text{общее}} = 0,2 \text{ с} + 0,4 \text{ с} =$   
 $[= 0,6 \text{ с}]$



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 ни одна задача,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 2 продолжение № 2

При  $S$  ~~помогла~~ коробка идёт  
вправо по линии

$$\alpha \frac{u^2 - 0^2}{2 \cdot 0,6g} = \frac{u}{1,2 \cdot g} u = \frac{1}{3} u$$

При высота подъема:

$$H = (L + S) \sin \alpha = \left(\frac{3}{5} + \frac{1}{3}\right) \cdot \frac{4}{5} = \\ = \left(\frac{9}{15} + \frac{5}{15}\right) \cdot \frac{4}{5} = \boxed{\frac{56}{75} \text{ м}}$$

Так найдем первое расстояние  
для № 2:

(коробка) Она движется разной  $g = 2 \text{ м/с}^2$ ,  
ускорение все еще  $0,6g$ .

$\frac{u^2}{2 \cdot 0,6g} = L_2 \Rightarrow L_2 = \frac{1}{3} u = S \Rightarrow$  скорость и  
расстояние досчитаны в этой же  
самой точке.

Ответ: 1)  $0,6 \text{ с}$  2)  $0,6 \text{ м}$  3)  $\frac{56}{75} \text{ м}$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



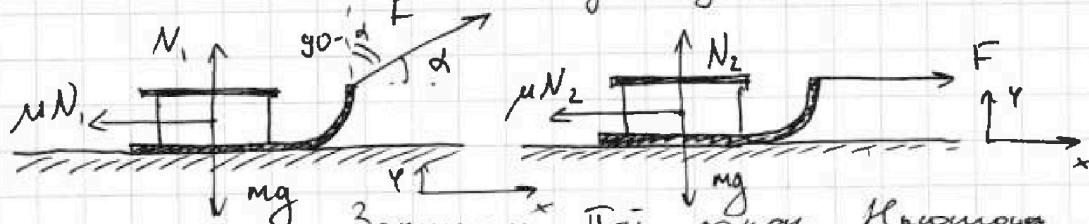
- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

№3

На рисунке отмечены все силы действующие на сканер.



1)  $Ox:$  Запишем в проекции на ось  $x$  при движении сканера:

$$\begin{cases} ma_1 = F \cos \alpha - \mu N_1 \\ Oy: mg = N_1 + F \sin \alpha \end{cases}$$

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

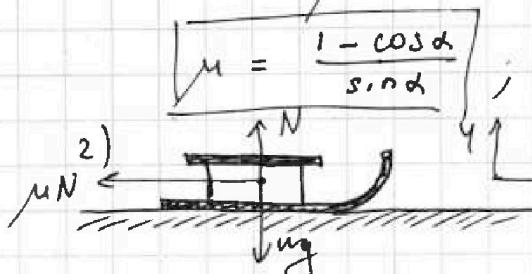
$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) \quad ma_2 = F - \mu mg$$

Поскольку в обоих случаях  $a = \text{const}$ ,  
то  $v_0 = at \Rightarrow a_1 = a_2 \Rightarrow v_0 = a t$ ,  $v_0$  - огне

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

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

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



при  $\alpha \geq 90^\circ$   
один сканер  
не будет в  
движении

$\alpha < 90^\circ$  гр. сканеру  
второй сканер  
не будет в  
движении

$$Ox: ma = \mu N$$

не будет

$$Oy: N = mg$$

$$ma = \mu mg$$

$$a = \mu g$$

$$v_0 = a \tau = \mu g \tau =$$

$$= \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot g \tau \Rightarrow \tau = \frac{v_0}{g} \cdot \left( \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} \right)$$

$$\text{Ответ: 1)} \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad 2) \tau = \frac{v_0}{g} \left( \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} \right)$$



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!

№ 4 продолжение № 2

Рассмотрим (1); (2) для участка 1-2:

$$PdV + VdP = \sigma RdT$$

$$2\sigma RdT = \frac{3}{2}\sigma RdT + PdV \Rightarrow \frac{1}{2}(PdV + VdP) = PdV \Rightarrow VdP = PdV$$

Можно записать в виде:  $\frac{dV}{V} = \frac{dP}{P}$

$$\int_{V_0}^{V_k} \frac{dV}{V} = \int_{P_0}^{P_k} \frac{dP}{P} \Rightarrow \ln \frac{V_k}{V_0} = \ln \frac{P_k}{P_0} \Rightarrow \frac{V_k}{V_0} = \frac{P_k}{P_0}, \text{ т.е.}$$

$V_k; P_k - P, V$  в некоторой  
момент времени

Значит функция  $P(V) = \frac{P_0}{V_0} V_k$

Рассмотрим то же самое, для  
второго участка (2-3)

$$PdV + VdP = \sigma RdT \quad \frac{1}{2}\sigma RdT = \frac{3}{2}\sigma RdT + PdV$$

$$\left(\frac{1}{2} - \frac{3}{2}\right)(PdV + VdP) = PdV \text{ ошибка!}$$

$$2PdV = -VdP \Rightarrow \int_{2V_0}^{V_k} -2 \frac{dV}{V} = \int_{2P_0}^{P_k} \frac{dP}{P}$$

$$e^{-2x} = (e^{-x})^2 = \left(\frac{1}{e^x}\right)^2; \quad e^{-2\ln x} = (e^{-\ln x})^2 = \left(\frac{1}{e^{\ln x}}\right)^2 = \frac{1}{x^2}$$

Итак интегрируем

$$\frac{(2V_0)^2}{V_k^2} = \frac{2P_0 P_k}{2P_0}$$

$$\frac{4V_0^2 \cdot 2P_0}{V_k^2} = P_k$$

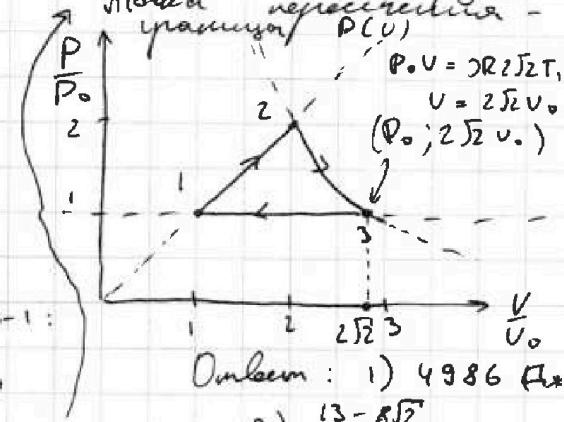
$$\frac{8V_0^2 P_0}{V_k^2} = P_k$$

Рассмотрим то же для 3-1:

$$PdV + VdP = \sigma RdT$$

$$\frac{1}{2}\sigma RdT = \frac{3}{2}\sigma RdT + PdV$$

$$\sigma RdT = PdV \Rightarrow PdV + VdP = PdV \quad \downarrow \quad P = \text{const} = P_0$$



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

1) Запишем вначало термодинамический закон  
тогда:  $\text{так означает звездочка} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow i = 3$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

Значит

$$Q_{12} = \Delta U_{12} - A_{12} - \frac{1}{2} \sigma R \Delta T_{12}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 6 \\ \hline 49,86 \end{array}$$

$$\sigma C \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \sigma R \Delta T_{12} + A_{12}$$

$$2R(4T_1 - T_1) = \frac{3}{2} \sigma R(4T_1 - T_1) + A_{12}$$

$$\frac{1}{2} \sigma R 3T_1 = A_{12}$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} \sigma R T_1 = \frac{3 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400}{2} = 600 \cdot 8,31 =$$

$$= 4986 \text{ Дж}$$

2) Найдем рабочую звездочку  $A_{12}; A_{23}; A_{31}$

$$A_{12} = \frac{3}{2} \sigma R T_1 \Rightarrow \text{усл. } n. 1$$

$A_{23} :$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} \quad - \text{аналогично } n. 1$$

$$\frac{1}{2} \sigma R \Delta T_{23} = \frac{3}{2} \sigma R \Delta T_{23} + A_{23}$$

$$- \sigma R \Delta T_{23} = A_{23}$$

$$- \sigma R (-4T_1 + 2T_2) = - \sigma R T_1 (4 - \sqrt{8}) =$$

$$= \sigma R T_1 (-\sqrt{8} + 4) = 2 \sigma R T_1 (\sqrt{2} + 2) = 2 \sigma R T_1 (2 + \sqrt{2})$$

$A_{31} :$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} \Rightarrow \frac{5}{2} \sigma R \Delta T_{31} = \frac{3}{2} \sigma R \Delta T_{31} + A_{31}$$

$$A_{31} = + \sigma R T_{31} = \sigma R (T_1 - 2\sqrt{2}T_1) = \sigma R T_1 (1 - 2\sqrt{2})$$

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 предложение № 1

$$\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_n}, \text{ где } Q_n - \text{ полученная теплота}$$

для этого цикла  $Q_n$  - теплота на  
участке 1-2 т.к. на остальных  
т. уменьшается, а  $C > 0 \Rightarrow dQ < 0$

$$\eta = \frac{\frac{3}{2} \Delta RT_1 + 2 \Delta RT_1 (2 - \sqrt{2}) + \Delta RT_1 (1 - \sqrt{2})}{\frac{3}{2} \Delta RT_{12} + A_{12}} =$$

$$= \frac{\frac{3}{2} \Delta RT_1 + 4 \Delta RT_1 - 2\sqrt{2} \Delta RT_1 + \Delta RT_1 - 2\sqrt{2} \Delta RT_1}{\frac{3}{2} \Delta R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} \Delta RT_1} =$$

$$= \frac{\frac{3}{2} + 4 - 4\sqrt{2} + 1}{6} = \frac{\frac{13}{2} - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$$

3) Задача нахождение

для идеального газа:

для  $P, V, T$  найти  $dP, dV, dT$  - нахождение

$$\text{Причина: } PV = RT$$

$$(P + dP)(V - dV) = RT(T + dT)$$

$$dV + VdP, PdV + dVdP = \cancel{RT} + \cancel{RdT}$$

Определяем:

важное нахождение

$$VdP + PdV = RdT \quad (1)$$

Причина нахождения, что

$C \cancel{dT} = \frac{3}{2} \cancel{RdT} + PdV \quad (2)$ , нахождение термо-  
динамики в дифференциаль-  
ной форме.



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!

$$1) Q_{12} = \Delta U_2 + A_{12}$$

$$\Delta U_{\Delta T} = \frac{3}{2} \Delta R_{\Delta T} + A_{12}$$

$$\Delta T \left( C - \frac{3}{2} R \right) = A_{12}$$

$$2) \left( 2R - \frac{3}{2} R \right) \cdot (4T_1 - T_1) = A_{12}$$

$$3) \left( \frac{1}{2} R \right) (3T_1) = A_{12}$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} \Delta R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 400 = 3 \cdot 8,31 \cdot 200 =$$

$$= 600 \cdot 8,31 = \boxed{4986 \text{ дж}}$$

$$1 \\ 8,31 \\ 6 \\ 4986$$

$$2) \eta = \frac{A_{13} + A_{12} + A_{32}}{Q_n} = \frac{\frac{3}{2} 2RT_1 + 2\sqrt{2}RT_1(\sqrt{2}-2) + 2\sqrt{2}T_1(\frac{1}{2}-\sqrt{2})}{2\sqrt{2}(4T_1 - T_1)} =$$
~~A\_{23}:~~

$$= \frac{\frac{3}{2} + 2\sqrt{2} - 4 + 1 - 2\sqrt{2}}{6} = -\frac{3}{2} =$$

$$= \boxed{-\frac{1}{4}}$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$+ \frac{1}{2} R (2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) = + \frac{3}{2} \Delta R (2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) + A_{23}$$

$$\left( \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \right) \Delta R T_1 (2\sqrt{2} - 4) = A_{13} = 2\Delta R T_1 (\sqrt{2} - 2)$$

$$A_{321}:$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$\frac{5}{2} \Delta R \Delta T_3 = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T_3 + A_{31}$$

$$\left( \frac{5}{2} - \frac{3}{2} \right) \Delta R (-2\sqrt{2}T_1 + T_1) = A_{31} = 2\Delta R \left( \sqrt{2} - \frac{1}{2} \right) T_1$$

$$A_{31} = 2\Delta R T_1 \left( \frac{1}{2} - \sqrt{2} \right)$$

$$2^{1,5} = \sqrt{3^1} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2} \approx$$

$$2 \cdot 1,41 \approx \boxed{2,82}$$

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

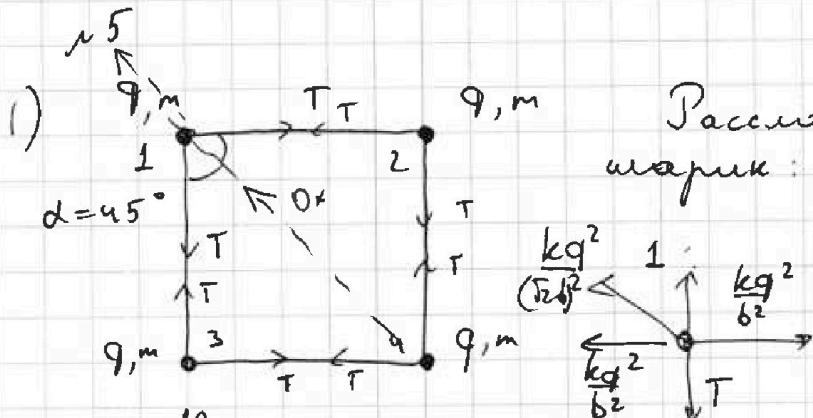
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

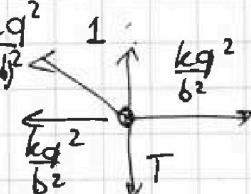
**МФТИ.**



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



Рассмотрим  
шарик: 1



На него  
действуют сила со стороны  
3-х других шариков  
и 2 силы нормали  
направлены силы на Ox (шарик еще  
в равновесии)

$$2T \cos 45^\circ = \frac{kq^2}{b^2} \cdot \cos 45^\circ + \frac{kq^2}{(\sqrt{2}b)^2}$$

$$\frac{2T\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{b^2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\sqrt{2}T = \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right) \frac{kq^2}{b^2} \Rightarrow T = \frac{kq^2}{b^2} \cdot \frac{\left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right)}{\sqrt{2}} =$$

$$= \frac{kq^2}{b^2} \cdot \left(\frac{2+\sqrt{2}}{2}\right)$$

3) получим 2) решем по другим данным  
центр масс малого квадрата  
• • • посередине и получим (последовательно)  
• • •

В п. 2 я показал, что

Шарик висит в вогнутой форме, значит  
 $xM_1 = xM_2$  (y.m. постоянна)

$$xM_1 = xM_2 \quad \text{или} \quad d = \sqrt{b^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{5}b}{2}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{2+\sqrt{2}}{2}\right) \quad 2) \frac{\sqrt{5}b}{2} \quad 3) \frac{\sqrt{5}b}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

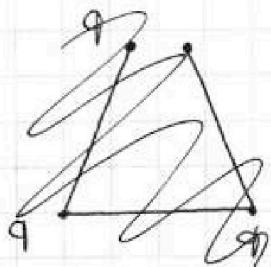
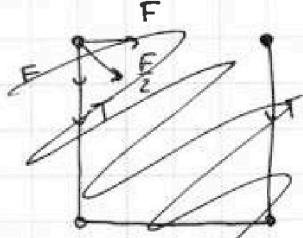


- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------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



Замечание, что изначально  
мерки на верху будут  
сдвигаться вправо

т.к. из отмаки-  
е какое в радиус  
силы сдвиг  
сдвигается и  
что никогда не прави-  
шем (сдвиг всегда останав-  
ливается в ради-  
справа)

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_3 = -\vec{v}_2 = -\vec{v}_4 \text{ и } \text{тако , что}$$

ускорение масс  $\rightarrow$  постоянное

$\Delta E_{kin} = \Delta E_{pot}$ ; где  $E_n = \frac{kq^2}{b}$

$$\frac{4mb^2}{2} = \left( \frac{2kq^2}{b} + \frac{kq^2}{\frac{b}{2}} \right) 4 - 2 \left( \frac{kq^2}{b} \cdot \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} \right) -$$

$$- 2 \left( 2 \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} \right)$$

$$2mb^2 = \left( (8 + 4\sqrt{2}) 4 - 2 - 4 - 2 - 1 - \frac{2}{3} \right) \frac{kq^2}{b} =$$

$$= \left( 8 - 7 + 4\sqrt{2} - \frac{2}{3} \right) \frac{kq^2}{b} = \left( 4\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right) \frac{kq^2}{b}$$

$$v^2 = \left( 2\sqrt{2} - \frac{1}{6} \right) \frac{kq^2}{mb}$$

$$v = q \sqrt{\frac{k(2\sqrt{2} - \frac{1}{6})}{mb}}$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{kq^2}{b^2} \left( \frac{2 + \sqrt{2}}{2} \right), 2) q \sqrt{\frac{k(2\sqrt{2} - \frac{1}{6})}{mb}}, 3) \frac{\sqrt{5}}{2} b$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

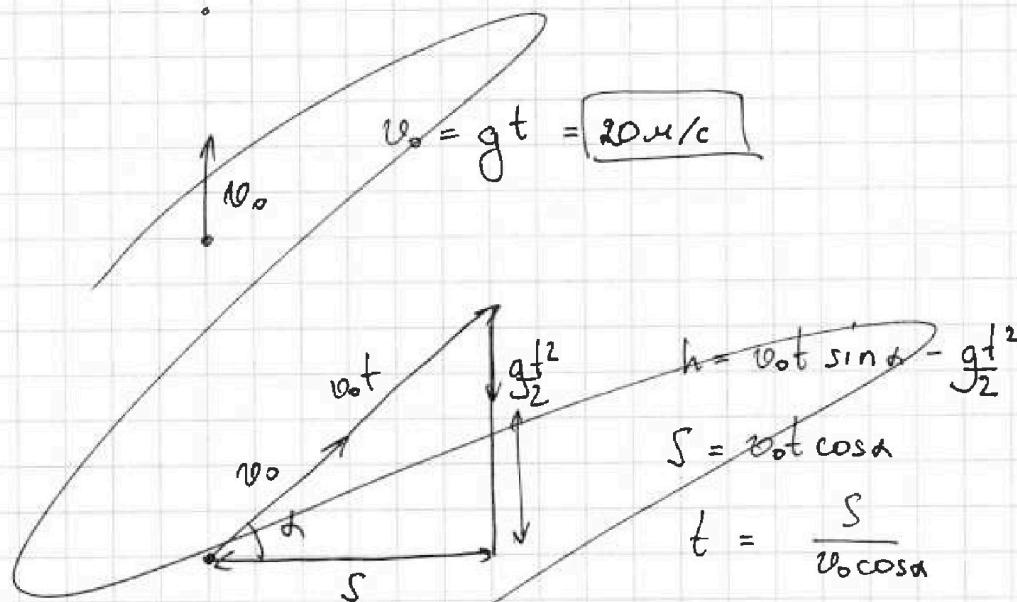
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



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

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

$$h = S \left( \frac{v_0^2}{g S} - \frac{g S}{2 v_0^2} \left( \frac{v_0^4}{g^2 S^2} + 1 \right) \right)$$

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

$$= S \left( \frac{v_0^2}{g S} - \frac{v_0^2}{2 g S} - \frac{g S}{2 v_0^2} \right) \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + 1 = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{1}{2} \left( \frac{v_0^2}{g S} - \frac{g S}{v_0^2} \right) =$$

$$h = S \left( \tan^2 \alpha - \frac{g S}{2 v_0^2} \cdot (\tan^2 \alpha + 1) \right)$$

$$= \frac{20}{2} \left( \frac{400}{10 \cdot 20} - \frac{10 \cdot 20}{400} \right) = h = 0$$

$$S - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot 2 \tan^2 \alpha = 0$$

$$= 10 \left( 2 - \frac{1}{2} \right) = 15 \text{ м}$$

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

$$\tan^2 \alpha = \frac{v_0^2}{g S}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

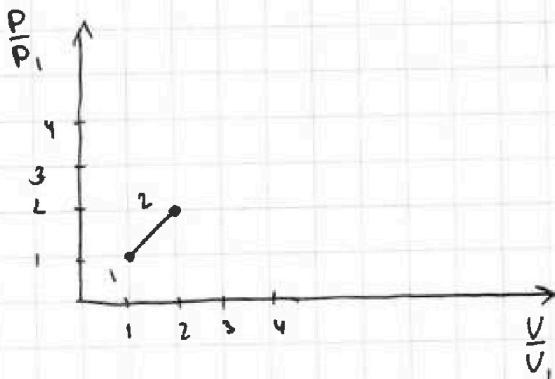
решение которой представлено на странице:



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

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

МФТИ



12:

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$$

$$2\sigma R(T_f - T_i) = \frac{3}{2} \sigma R(T_f - T_i) + PdV$$

$$PdV + VdP = \sigma RdT$$

$$2\sigma RdT = \frac{3}{2} \sigma RdT + PdV$$

$$\frac{1}{2} \sigma RdT = PdV$$

$$\sigma RdT = 2PdV$$

$$VdP = PdV$$

$$\frac{dP}{P} = \frac{dV}{V}$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{V}{V_0}$$

$$P \cdot \frac{V_0}{P_0} = V$$

$$P_0 V_0 = \sigma RT_0$$

$$\frac{P^2 V_0}{P_0} = 4\sigma RT_0 = 4P_0 V_0$$

$$P^2 = 4 \frac{P_0^2}{V_0}$$

$$P = 2P_0$$

$$23: PdV + VdP = \sigma RdT$$

$$\frac{1}{2} \sigma RdT = \frac{3}{2} \sigma RdT + PdV$$

$$\frac{dP}{V} + \frac{dV}{P} = \frac{4\sigma}{T} \quad PdV = -\sigma RdT$$

$$PdV = -PdV - VdP$$

$$2PdV = -VdP$$

$$\frac{\sigma dV}{V} = \frac{dP}{P}$$

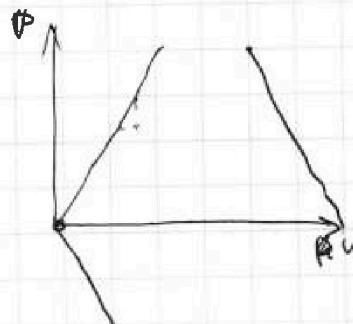
$$\frac{dP}{dV} = -\frac{2P}{V}$$

$$\frac{3dV}{V} = \frac{dT}{T}$$

$$\frac{dT}{P} = \frac{dP}{V}$$

$$\ln \frac{V_f}{V_0} = \frac{3}{2} \ln T$$

$$\frac{dV}{V} = \frac{dP}{2P}$$



$$dQ = dU + dA$$

$$PdV + VdP = \sigma RdT$$

$$2\sigma RdT = \frac{3}{2} \sigma RdT + PdV$$

$$\frac{1}{2} \sigma RdT = PdV$$

$$\frac{1}{2} PdV + \frac{1}{2} VdP = PdV$$

$$VdP = PdV$$

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!

$$\frac{2dV}{V} = - \frac{dP}{P}$$

$$\int \frac{2dV}{V} = \int \frac{dP}{P}$$

$$2 \cdot \int \frac{dV}{V} = \int \frac{dP}{P}$$

$$d \ln \frac{V_e}{V_0} = \ln \frac{P_e}{P_0}$$

~~$$\frac{V_e^2}{V_0^2} = \frac{P_e}{P_0}$$~~

~~$$V_e^2 = \frac{V_0^2}{P_0} \cdot P$$~~

~~$$P = P_0 \frac{V^2}{V_0^2}$$~~

$$\frac{V_0^2}{V_e^2} = \frac{P_e}{P_0}$$

$$2P_0 2V_0 = \partial R \cdot 4T_0$$

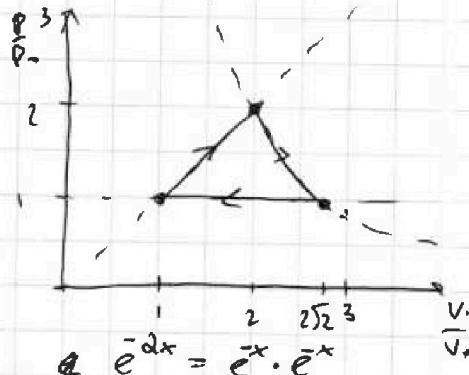
$$\frac{8P_0 V_0^2}{V^2} \cdot V = \partial R T$$

$$\frac{8P_0 V_0^2}{V} = \partial R \cdot 2\sqrt{2} T_0$$

$$\frac{8P_0 V_0^2}{V} = 2\sqrt{2} P_0 V_0$$

$$\delta V_0 = 2\sqrt{2} V$$

$$2\sqrt{2} V_0 = V$$



$$\partial \tilde{e}^{dx} = \tilde{e}^x \cdot \tilde{e}^x$$

~~$$\partial \tilde{e}^{dx} = (\tilde{e}^x)^2$$~~

$$\frac{1}{\tilde{e}^x \cdot e^x} = \frac{1}{(\tilde{e}^x)^2} = \frac{1}{y^2}$$

$$P_0 \quad P = P_0' V_0'^2 \cdot \frac{1}{V^2}$$

$$P_0' = 2P_0 \quad V_0' = 2V_0$$

$$P = \frac{8P_0 V_0^2}{V^2}$$

$$P = \frac{8P_0 V_0^2}{9V_0^2} = \frac{8}{9} P_0$$

$$P = \frac{8P_0 V_0^2}{4 \cdot 2 V_0^2} = P_0$$

$$2,5 \partial R dT = 1,5 \partial R dT + P dV$$

$$\partial R dT = P dV$$

$$\partial dU + V dP = P dU$$

$$dP = 0; \quad P = \text{const}$$



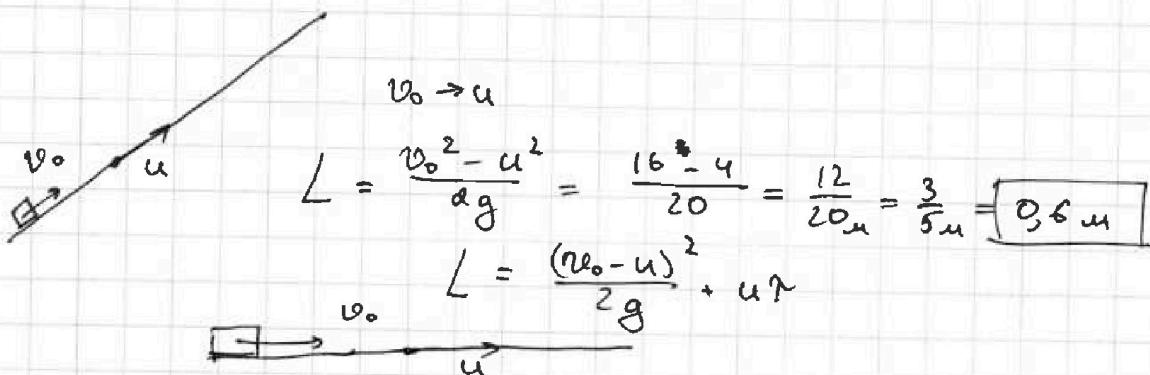
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\frac{(v_0 - u)}{g} \quad L = \frac{(v_0 - u)^2}{2g} + \frac{u(v_0 - u)}{g} =$$

$$= \frac{(v_0 - u)(v_0 - u + 2u)}{2g} = \frac{v_0^2 - u^2}{2g}$$

$\sin \alpha > \cos \alpha$   
 $0,8 > 0,2$

$$\frac{u^2 - 0^2}{2g} = S$$

$$\frac{4 \cdot 10}{12 \cdot 10} = S = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$(L + S) \sin \alpha = H$$

$$(0,6 + \frac{1}{3}) / 0,8$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + F_{\text{тр}}(L - S) + mgH$$

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

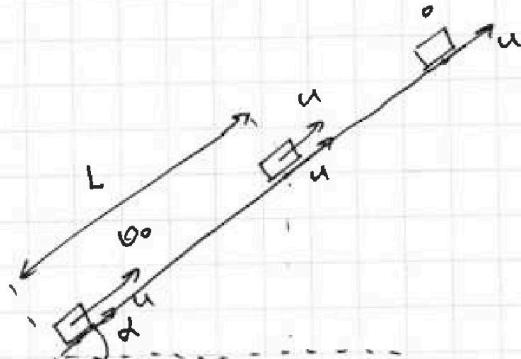
Огметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



$$L = \frac{v_0^2 - u^2}{2a}$$

$$a = \frac{mg \sin \alpha + \frac{1}{3} \mu g \cos \alpha}{m} = g$$

$$L = \frac{16 - 4}{20} u = 0,6 \text{ м}$$

$$\frac{u^2}{2 \cdot 0,6g} = S = \frac{4}{12} u = \frac{1}{3} u$$

$$u = (L + S) \sin \alpha = \left(0,6 + \frac{1}{3}\right) 0,8 =$$

$$= \left(\frac{9}{15} + \frac{5}{15}\right) 0,8 = \frac{14}{15} \cdot \frac{4}{5} = \boxed{\frac{56}{75} \text{ м}}$$

$$\frac{0,6g t^2}{2} = S_2$$

$$v_i = g t = u$$

$$t = \frac{u}{g} \quad S_2 = \frac{0,6 u^2}{2g} = \frac{0,3 \cdot 4}{10} = 0,12 \text{ м}$$

$$L_2 = \left(0,6 + 0,12 + \frac{1}{3}\right) = 0,48 + \frac{1}{3} =$$

$$= \frac{12}{25} + \frac{1}{3} = \frac{36}{75} + \frac{25}{75} =$$

$$\boxed{\frac{61}{75} \text{ м}}$$

$$E = mgh$$

$$g = \frac{6 M_2}{r^2}$$

$$\frac{kq}{B^2} \cdot q \cdot b = \frac{kq^2}{B}$$