



# 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.

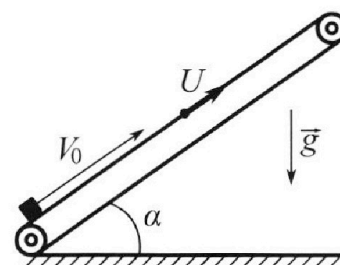
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение с вободного 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.).

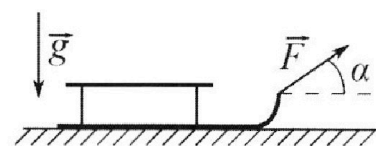
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.



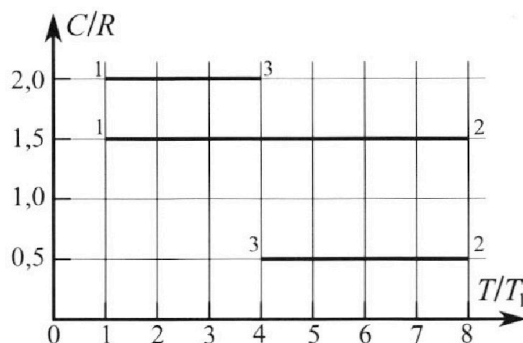
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-02

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



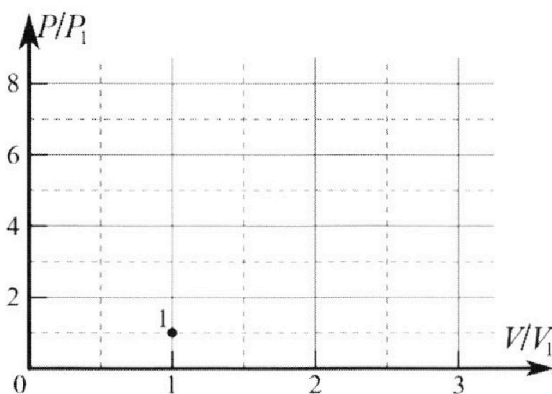
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

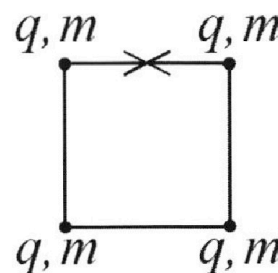
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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 сверху (на рисунке)?

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



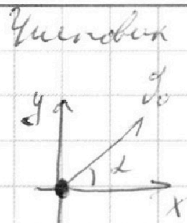
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" 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!



~~Условие~~ 1/17  
Ввести ЕК как на рисунке.  
тогда.

$$\begin{cases} y = l_0 \sin t - \frac{gt^2}{2} \\ x = l_0 \cos t \end{cases} \quad \text{где } t - \text{время} \\ \text{с начала полета.}$$

Когда мы уна

$$\begin{cases} 0 = l_0 \sin t - \frac{gt^2}{2} \\ l_0 = l_0 \cos t \\ t = \frac{l_0}{l_0 \cos t} \\ l_0 \sin t = \frac{g}{2} t^2 \end{cases}$$

$$l_0 \sin t = \frac{g}{2} \frac{l_0}{l_0 \cos t}$$

$$g_0 = \sqrt{\frac{gL}{2 \sin t \cos t}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}}} = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Составим в пересечении масса

от начального положения к тому

моменту, когда он перелетит через.

На этом работ!

Условие —  
— пропущенные  
массы (сверху)  
напряжения 5/47.

Другие массы —  
— черновики.



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

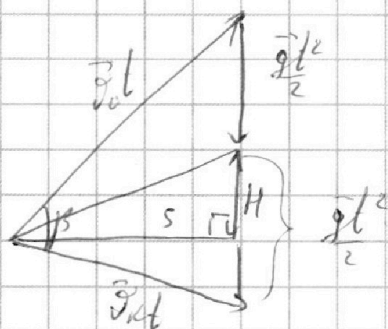
МФТИ

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

Черновик

Потом его

2/17



используем

$$\frac{1}{2} S \cdot g t^2 =$$

$$= \frac{1}{2} v_0 t v_x \sin \beta$$

$\beta$  - угол между  
 $\vec{v}_0$  и  $\vec{v}_x$

$$S \cdot g = v_0 v_x \sin \beta$$

$\vec{v}_x$  - скорость  
мяча во время

по ЗСЭ

упада над скл.

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H + \frac{m v_x^2}{2}$$

$$v_x = \sqrt{v_0^2 - 2 g H}$$

$$S \cdot g = v_0 \sqrt{v_0^2 - 2 g H} \sin \beta$$

Видно, что  $g; v_0; H$  - const

$$S = k \sin \beta \quad k = \frac{v_0 \sqrt{v_0^2 - 2 g H}}{g} = \text{const}$$

Допустим в нашем случае  $\sin \beta \neq 1$

т.е.  $\sin \beta < 1$  тогда если  $\sin \beta = 1$

то из этого следует, что тело

может оказаться на большем расстоянии





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 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!

3/17  
На той же высоте, очевидно, что <sup>Условие</sup>  
из этого следует, что для  
этого случая ( $\sin \alpha = 1$ ) проекция высе  
зет  $H$ , что противоречит условию,  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$ , ~~что  $H$  не принимает~~ ~~всех~~  
||

$$\begin{aligned} \sin \alpha = 1 & \Rightarrow S = k = \frac{50 \sqrt{50^2 - 1911}}{9} = \\ &= \frac{10 \sqrt{2} \sqrt{100 - 2 \cdot 10 \cdot 56}}{9 \sqrt{2}} = \frac{10 \sqrt{2} \sqrt{100 - 72}}{9} = \\ &= 2 \sqrt{100 - 36} = 16 \text{ м.} \end{aligned}$$

Отв: 1)  $10 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) 16 м



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

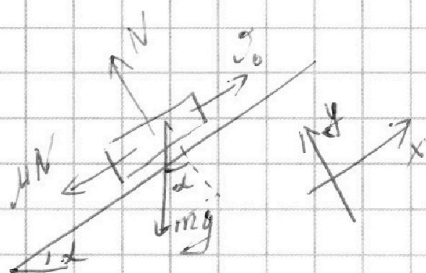
|                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------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

Условие

9/17



$m$  - масса коробки

$N$  -  $\perp$  плоскости скольжения  
покой силы равны нулю

Введем в ось  $x$

распишем силы по II Зак. Ньютона

ОУ:  $N - mg \cos \alpha = 0$

т.к. очевидно,  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ ,  $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$   
 $= \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$

$$N = mg \cos \alpha$$

Вдоль  $ox$ :

$a_1$  - ускорение груза

$$-\mu N - mg \sin \alpha = ma_1$$

$$-\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma$$

$$-a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \left( \frac{1}{2} (0,8 + 0,6) \right) =$$

$$= 10 \frac{m}{c^2} \quad \text{То} = 6 \frac{m}{c}$$

||

Груз в какой-то момент останавливается  
до возникновения т.с



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

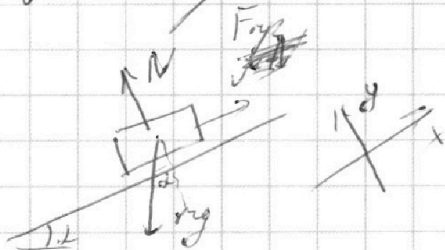
|                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------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



Рассмотрим силы во время остановки. 5/17



Почт.

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

$$N = mg \cos \alpha$$

$F_{тр}$  - сила трения

$$F_{тр} \leq \mu N = \mu mg \cos \alpha = \frac{1}{2} m \cdot 10 \cdot 0,8 = 40 \text{ Н}$$

O X:

$$F_{тр} - mg \sin \alpha = m a_2$$

$$F_{тр} \leq \mu N = \mu mg \cos \alpha = 0,4 mg < mg \sin \alpha = 0,6 mg$$

зрус будет скользить вниз  
и  $F_{тр} = \mu N$

$$\mu N - mg \sin \alpha = m a_2$$

$$0,4 mg - 0,6 mg = -0,2 mg = m a_2$$

$$-a_2 = 0,2g = 2 \frac{m}{c^2}$$

П.е. найдём угол в начале зрус  
едет вверх и замедляется с  $a_1 = 10 \frac{m}{c^2}$ ,  
потом останавливается и, сбежав, разгоняется





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. Порча QR-кода недопустима!

6/17

$$C \quad a_2 = 2 \frac{u}{c^2}$$

$$\text{Итак} \quad S = S_1 + S_2$$

$S_1$  - путь до остановки

$S_2$  - после

$$S_1 = \frac{v_0^2}{2a_1}$$

$t_1$  - время от начала до остановки

$$S_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$t_2$  - время от остановки до момента начала движения

$$t_2 = T - t_1$$

$$v_0 = a_1 t_1$$

$$t_2 = T - \frac{v_0}{a_1}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2a_1} + \frac{a_2 \left(T - \frac{v_0}{a_1}\right)^2}{2} = \frac{6}{2 \cdot 10} + \frac{2 \left(1 - \frac{6}{10}\right)^2}{2} =$$

$$= 0,3 + 0,46 = 0,76 \text{ м.}$$

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"/> | <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!



7/17

Во 2 случае коробка так же

будет двигаться, замедлив с  $a_1$  и

свернуть с  $a_2$  при этом момент

перехода - остановка отн. лкнв.

Итак 1 случай когда скорость коробки  
равна  $1 \frac{m}{c}$ , то, когда она остановилась  
всего отн. лкнв. т.е.

$$\text{тогда } T_1 = \frac{(v_0 - u)^2}{2a_1} = \frac{25}{10} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ с,}$$

но будет еще один случай,

когда коробка начнет свернуть с

скорость в какой-то момент станет

равна  $1 \frac{m}{c}$  в лкнв. т.е. отн.

лкнв. скорость будет  $2 \frac{m}{c}$

$$\text{т.е. тогда } T_1 = 2,5 + \frac{2}{2a_2} = 2,5 +$$

время до остановки

$$+ \frac{2}{2} = 2,5 \text{ с.}$$

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"/> | <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!

8/17

Видно, что на коробку действует  
постоянно усилие то или иное, которое  
меняет его  $v_{\text{изм}} \Rightarrow$  будет только  
1 точка, где будет ноль (это  
обозначит начало ~~движения~~ <sup>ответа</sup> в 2  
пункте, ~~на а не более~~).

~~Итак,  $v_{\text{изм}}$  не  $\neq 0$~~

~~Итак если скорость коробки  $v \rightarrow$   
отн. зем.  $v = 1 \text{ м/с}$~~

~~или~~

Итак, вначале в лоб. с. пока

скорость коробки не равна  $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  (1 случай)

та его  $a_1 = a_1$ , а потом  $a_2$

$$L_1 \text{ можно рассчитать так: } = \frac{v_0^2 - v^2}{2a_1} +$$

$$+ \frac{v^2 - 0}{2a_2} = \frac{36 - 1}{2 \cdot 10} + \frac{1}{2 \cdot 2} = \frac{7}{4} + \frac{1}{4} =$$

$$= 2 \text{ м.}$$

Отв:

1) 9,46 м

2) 1,25 и 2,25 с.

3) 2 м





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

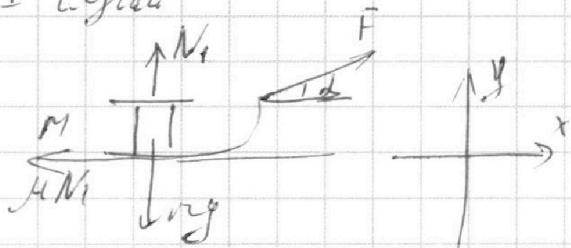
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

I случай



$N$  - реакция опоры.  
м. масса блока.

ох:

$$F \cos \alpha - \mu N_1 = ma_1$$

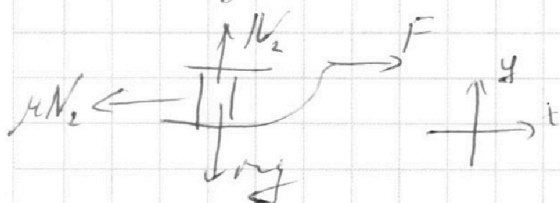
$$a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu N}{m}$$

II пункт задания

$$k = \frac{mg^2}{2}$$

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

II случай



оу:  $N_2 - mg = 0$

$$N_2 = mg$$

ох:  $ma_2 = F - \mu N_2$

Введём осн.

по II зак. Ньютона.

оу:  $N - mg = 0$   
 $N = mg$

оу:  $N_1 + F \sin \alpha - mg = 0$

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

$$\frac{g^2}{2a_1} = \frac{k}{ma_1} = \frac{k}{F \cos \alpha - \mu N_1}$$

$$= \frac{k}{F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

19/17

$$a_z = \frac{F - \mu N_z}{m}$$

$$\text{пусть } \text{разность} = \frac{g^2}{2 a_z} = \frac{K}{m a_z} =$$

$$K = \frac{m g^2}{2}$$

$$= \frac{K}{F - \mu N_z} = \frac{K}{F - \mu m g}$$

$$\text{У условия } \frac{K}{F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu m g} = \frac{K}{F - \mu m g}$$

$$F = F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$$

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

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}} =$$

$$= \tan \frac{\alpha}{2}$$

~~Ответ:  $\mu = \tan \frac{\alpha}{2}$~~



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

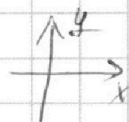
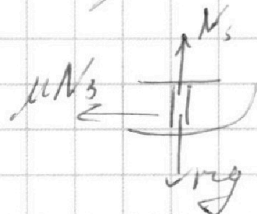
|                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------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

Порчокение:

11/17



$$\text{Оу: } N_s - mg = 0$$

$$N_s = mg$$

$$\text{Ох: } ma = -\mu N_s$$

$$-a = \mu g$$

$$K = \frac{m g^2}{2}$$

$$g = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

↗

кор. перед косинус

порчокение

$$\tilde{\text{Путь порчокения}} = \frac{g^2}{2|a|} = \frac{\frac{2K}{m}}{2\mu g} =$$

$$= \frac{K}{\mu mg}$$

Оул:

$$1) \mu = \lg \frac{1}{2}$$

$$2) \frac{K}{\mu mg}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

Условие  $Q = A + \Delta U$

12/17

$$\nu P_{43} \Delta T_{13} = -A_{31} + \frac{1}{2} \nu R \Delta T_{13}$$

$\nu$  - кол-во молей

$$\Delta T_{13} = T_1 - T_3 = -600 \text{ К}$$

$$-A_{31} = \cancel{2R} 600 \left( \nu C_{13} - \frac{1}{2} \nu R \right) \Delta T_{13} =$$

$$= \left( 2R - \frac{3}{2} R \right) (-600) = -\frac{1}{2} R 600 =$$

$$= -300R$$

$$A_{31} = 2493 \text{ Дж}$$

По известной формуле  $P V^{\frac{C_p - C_v}{C_v}} = \text{const}$

для нашего случая

$$P V^{\frac{2R - R}{2R - R}} = \text{const}$$

заменим  $C_{12} = C_v \Rightarrow V^{\frac{C_p - C_v}{C_v}} = \text{const}$  на 1-2.

на 2-3

$$P V^{\frac{1-R}{1-R}} = \text{const}$$

$$P V^2 = \text{const}$$

на 3-1

$$P V^{\frac{4-R}{4-R}} = \text{const}$$

$$P V^{-1} = \text{const}$$





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!

до того проведённый.

14/17

||  
можно пользоваться законами.

Итак, считаем как и  $A_{3-1}$  посчитаем  $A_{2-3}$ ,  
запомним, что  $A_{1-2} = 0$  т.к.  $V = \text{const}$ .

$$A_{2-3} = \nu C_{2-3} \Delta T_{23} - \frac{i}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$\Delta T_{23} = T_3 - T_2 = 800 \text{ K}$$

$$A_{2-3} = \Delta T_{23} \left( \frac{R}{2} - \frac{3}{2} R \right) = 800 \cdot \frac{R}{2} =$$

$$= 400 R \approx 29$$

$$A_{\text{агрег}} = A_{2-3} + A_{3-1} = 100 R = 831 \text{ Дж.}$$

$$\text{При том } Q^+ (\text{подведённое}) = \nu C_{2-1} \Delta T_{2-1} =$$
$$= 1,5 R \cdot 200 \cdot 4$$

$$\eta = 100\% \cdot \frac{A_{\text{агрег}}}{Q^+} = 100 \cdot \frac{100 R}{4 \cdot 1,5 R \cdot 200} =$$
$$= \frac{100}{24} \% \approx 4,16 \%$$

Реш: 1) 2493 Дж

2)  $\approx 4,16 \%$

3) ил. решение.



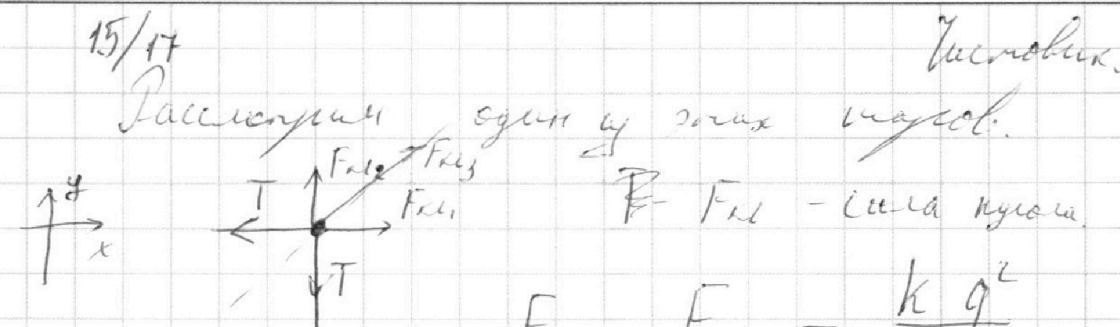
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$F_{k12} = F_{k13} = \frac{k q^2}{a^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Вдоль оси

$$\text{оу: } F_{k12} + \cos 45^\circ F_{k13} - T = 0$$

$$\frac{k q^2}{a^2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{k q^2}{2 a^2} = T$$

$$\frac{k q^2}{a^2} \cdot \frac{1 + \sqrt{2}}{\sqrt{2}} = T$$

$$|q| = \sqrt{\frac{2\sqrt{2} T a^2}{(1 + \sqrt{2}) k}} = \sqrt{\frac{2\sqrt{2} T 4\pi\epsilon_0 a^2}{(1 + \sqrt{2})}}$$

Очевидно, что заряды одного знака и  
расталкиваются.

~~Записать, что потенциалы нулевые~~

~~Рассчитать потенциал АС до и после.~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

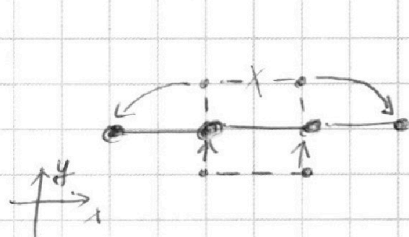
|                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------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



16/17  
Итак, центр масс системы не движется.  
т.е. система замкнута.



$$d = \sqrt{a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \frac{a}{2} \sqrt{5}$$

Значит, что система симметрична.

составляющей скорости  $y$  на  $x$  нем  
т.е. если баллоны  $\Rightarrow$  либо нить  
равна ~~бесконечности~~ равна либо  
у.м. идет куда-то

Везде все скорости вдоль  $y$

они все равны т.к. если нем.  
то у.м. идет.

можем записать ЗСЗ.

$$\frac{4m \cdot v^2}{2} = \sum \Delta \varphi q = 2kq^2 \left( \frac{1}{\sqrt{5}a} - \frac{1}{2a} \right) + kq^2 \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{2a} \right)$$

$$4K = 2m \cdot v^2 = \frac{kq^2}{a} \left( \frac{2}{\sqrt{5}} - \frac{2}{2} + 1 - \frac{1}{2} \right) = \frac{kq^2}{a} \frac{2\sqrt{5}-1}{2}$$

$$\frac{2K}{m} = v^2 = \frac{kq^2}{4ma} \frac{2\sqrt{5}-1}{2} = \frac{2\sqrt{5}}{1428} \text{Ta} \frac{2\sqrt{5}-1}{9m} =$$



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!

$$= \frac{I a}{\sqrt{2} m^2} \frac{2\sqrt{2}-1}{2\sqrt{2}+1} = \frac{I I a (9-4\sqrt{2})}{\sqrt{2} m^2 (9-1)} = 17/17$$

$$= \frac{I a}{m^2} \frac{9-4\sqrt{2}}{8\sqrt{2}}$$

Реш:

$$1) |q| = \sqrt{\frac{8\sqrt{2} \pi \epsilon_0 I a^2}{2\sqrt{2}-1}}$$

$$2) \kappa = \frac{9-4\sqrt{2}}{16\sqrt{2}} I a$$

$$3) d = \frac{\sqrt{5}}{2} a$$





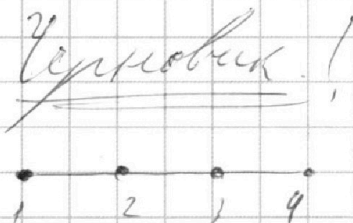
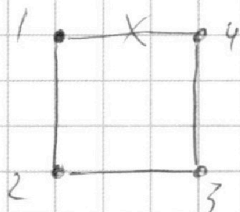
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



**МФТИ**

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

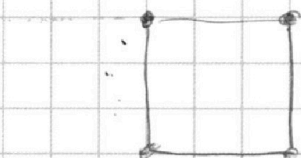


Задача, что  $\Delta \varphi$  между соседними  
узлами не изменяется ( $\Delta \varphi_{12} = \Delta \varphi_{23} = \Delta \varphi_{34} = 0$ )

нужно  $\Delta \varphi$  для 3

$$\Delta \varphi_{13} = kq^2 \left( \frac{1}{\sqrt{2}a} - \frac{1}{2a} \right)$$

П.р. сила по III зак. Насколько действует на  
оба узла по д.с. этого случая



$$kq^2$$



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

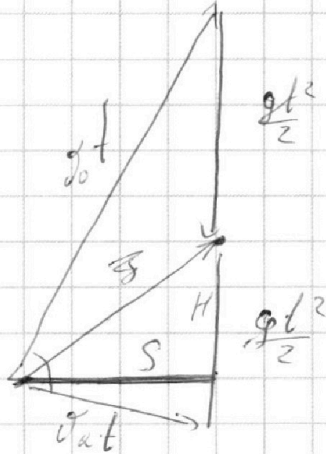
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

~~$\varphi = \int \frac{kg^2}{e^2} dt$~~   
 $\varphi = \int \left( \frac{kg^2}{e^2} \right) dt$



$\frac{1}{2} S \cdot gt^2 =$   
 $= S_0 t \cos \alpha$

$\frac{1}{2} S \cdot gt^2 =$

$\frac{1}{2} S_0 \cos \alpha \cdot gt^2 =$   
 $\frac{1}{2} S_0 \cos \alpha \cdot gt^2 =$   
 $\frac{1}{2} S_0 \cos \alpha \cdot gt^2 =$

$xgh = \frac{A g^2}{2}$

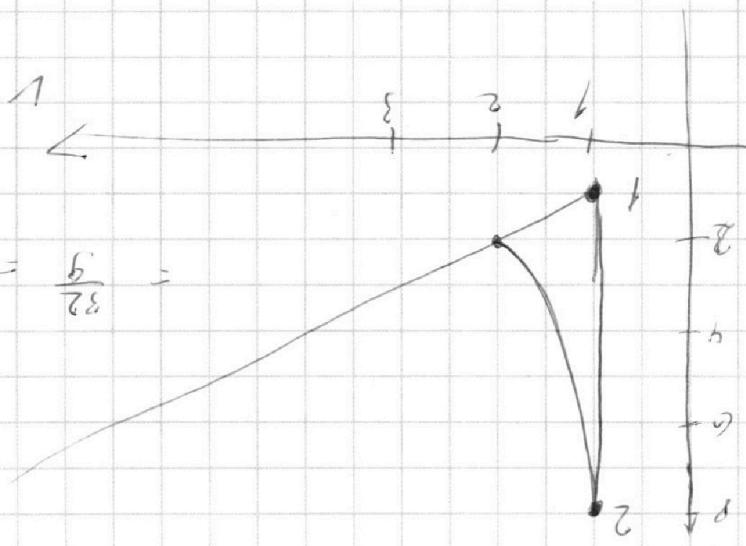
$xgh + \frac{x g^2}{2} = \frac{A g^2}{2}$

$v_k = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$   $\frac{1}{2} S \cdot g = S_0 \cos \alpha$

$\frac{1}{2} S \cdot g = S_0 \sqrt{v_0^2 - 2gh} \sin \alpha$

$\frac{1}{8} = \frac{1}{2}$

$V = \frac{1}{2}$



$\frac{6}{3} = \frac{6}{32}$   
 $= \frac{6}{4}$



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!

Условие!

1 -  $\cos \alpha$

$$\frac{G}{2 \cdot 10} + \frac{2}{2} \left(1 - \frac{G}{10}\right)^2 = G \cdot 3 + \left(\frac{4}{10}\right)^2$$

$\frac{C - \frac{1}{2}R}{P} \frac{C - \frac{1}{2}R}{V} = \text{const}$   
 $\frac{C - \frac{1}{2}R}{P} \frac{C - \frac{1}{2}R}{V} = \text{const}$   
 $\frac{C - \frac{1}{2}R}{P} \frac{C - \frac{1}{2}R}{V} = \text{const}$

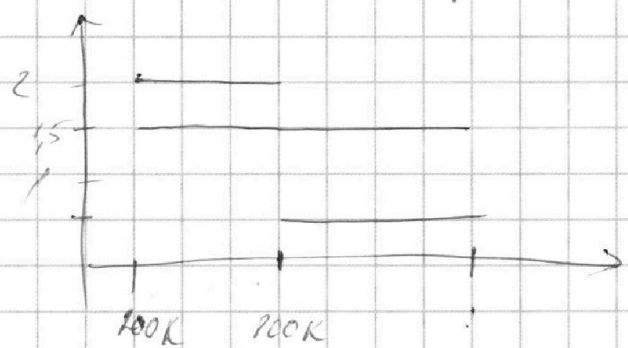
$$\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} =$$

$$T = \frac{PV}{\frac{1}{2}R} = \frac{25 \cdot 10^5}{25 \cdot 10^5 \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$PV^{\frac{2C+5}{2C-3}} = \text{const}$$

$$Q = A + \Delta U$$

$$2C dT = A + \frac{1}{2} 2R dT$$



$\frac{251}{3}$

$$p = \frac{\nu RT}{V}$$

$$2C dT = PdV + \frac{1}{2} 2R dT$$

$$2(C - \frac{1}{2}R) dT = \frac{\nu RT}{V} dV$$

$A_{312}$

$$\frac{C - \frac{1}{2}R}{R} \frac{dT}{T} = \frac{dV}{V}$$

$$T = V$$