



# 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.

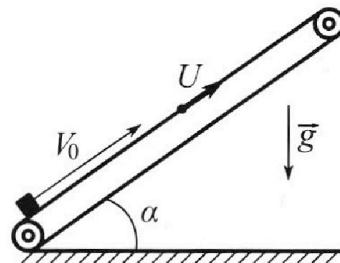
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение с вободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

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

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

Движение коробки прямолинейное.



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

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

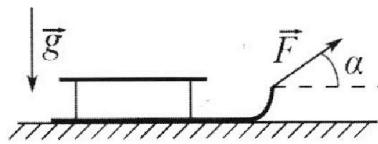
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки *во втором опыте* будет равна  $U = 1 \text{ м/с}$ ?

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль *во втором опыте*? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

**3.** Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии  $K$  на одинаковых участках пути.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии  $K$  действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение  $S$  санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения  $g$ .

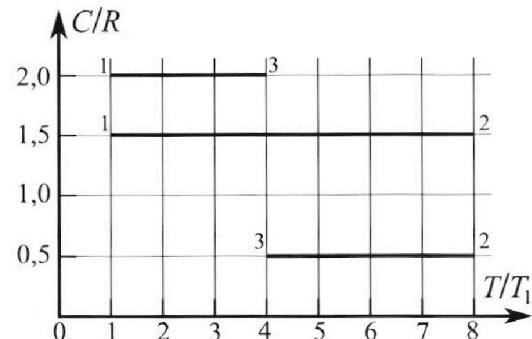
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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

**Вариант 10-02**

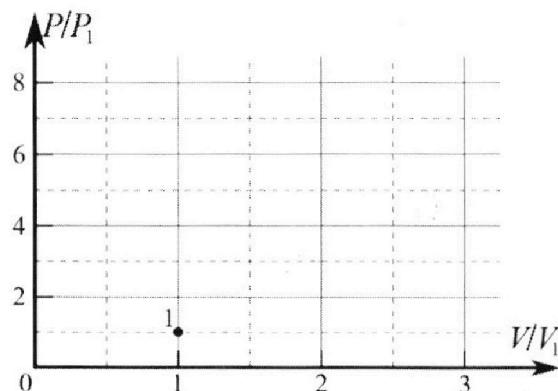
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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



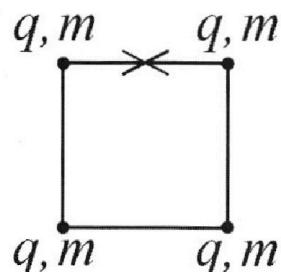
- 5.** Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $a$  (см. рис.). Сила натяжения каждой нити  $T$ .

- 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.



На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДИНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ.**

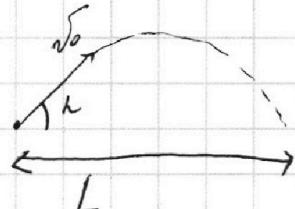
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N1

1)

$$V_0 - ? \quad \text{Рано: } L = 20 \text{ м}$$

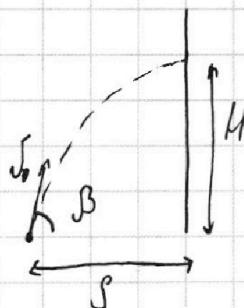
$$\alpha = 45^\circ$$



$$\begin{aligned} L &= V_0 \cos \alpha \cdot t \\ t &= 2 \cdot \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{где } t - \\ \text{- время полёта} \\ \text{ мяча} \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow L = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{L \cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{\sin 90^\circ}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

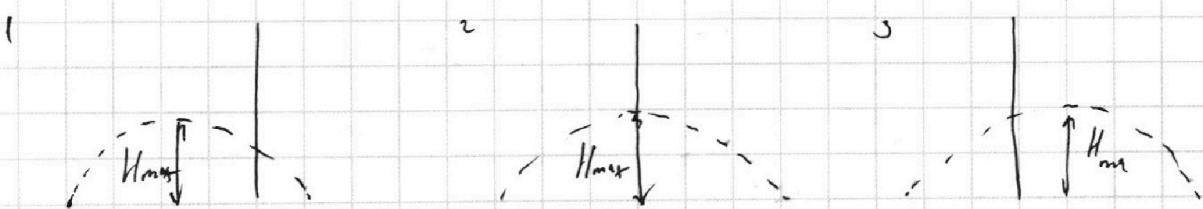
2)



$$S - ? \quad \text{Рано: } V_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$H = 3,6 \text{ м.}$$

Как он мог бросить мяч?



$$\begin{aligned} S &= V_0 \cos \beta \cdot t \\ H &= V_0 \sin \beta \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} t - \text{время полёта мяча} \\ 90^\circ \text{ улара в стену.} \end{array} \right\}$$

МСТ 1/14

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"/> |

**МФТИ.**

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

6. ~~2~~ в 3-м случае броска мяча. можно  
бросить мяч еще выше  $\Rightarrow$  этот вариант не подходит.

вариант 2:

$t$  - время полёта мяча до стены.

$$t = \frac{v_0 \sin \beta}{g}$$
$$s = \frac{v_0 \sin 2\beta}{2g}$$
$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g}$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{9H}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{72}{200}} = \sqrt{\frac{36}{100}} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

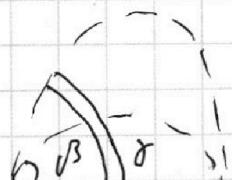
$$\Rightarrow \cos \beta = \frac{4}{5}$$

$$s = \frac{v_0^2 \cdot 2 \cdot \frac{4}{5}}{2 \cdot 10} = \frac{12 \cdot (10 \sqrt{2})^2}{25 \cdot 10} = \frac{120 \sqrt{2}}{25} \text{ м.}$$

Но! в этом случае  $\sin \beta < \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \beta < 45^\circ$

$\Rightarrow$  я могу бросить мяч под углом

таким, что  $\sin \delta = \cos \beta$  и он прилетит в  
 $\cos \delta = \sin \beta$  то же место, но  
на большую  
высоту



$\Rightarrow$  не подходит.

оценка 2/4

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

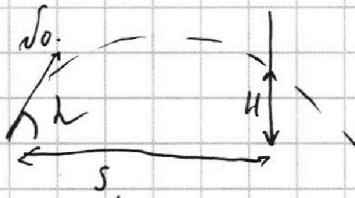
- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------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

**МФТИ**



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

Вариант 3:



$$S = V_0 \cos \alpha t \quad | t - время полета$$

$$H = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad | \text{максимальное} \text{ до} \text{удара об} \text{стену}$$

$$t = \frac{s}{V_0 \cos \alpha}$$

$$H = S \tan \alpha - \frac{s^2 g}{2V_0^2} \cdot \left( \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right) = S \tan \alpha - \frac{s^2 g}{2V_0^2} (\tan^2 \alpha + 1)$$

- в исходную формулу производная не

- это true, в тоже исходную формулу производная равна 0 и H- максимум

$$0 = S (\tan \alpha)' - \frac{s^2 g}{2V_0^2} (\tan^2 \alpha)' = - \frac{s^2 g}{2V_0^2}$$

$$0 = \frac{-1}{\cos^2 \alpha} S - \frac{s^2 g}{2V_0^2} \left( 2 \tan \alpha \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)$$

$$S (\tan^2 \alpha + 1) = \frac{s^2 g}{2V_0^2} \cdot 2 \tan \alpha \cdot (+1) \cdot (\tan^2 \alpha + 1)$$

$$S = \frac{+s^2 g}{V_0^2} \cdot \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{+sV_0^2}{s^2 g} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{V_0^2}{sg}$$

~~$$\sin \alpha = \frac{+V_0^2}{sg} \cdot \cos \alpha$$~~

~~$$1 = \cos^2 \alpha + \frac{V_0^4}{sg^2} \cos^2 \alpha \cdot \cos \alpha = \sqrt{1 + \frac{V_0^4}{sg^2}} =$$~~

$$= \sqrt{\frac{sg^2 + V_0^4}{sg^2}} \text{ ищет } 3/4$$



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 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!

$$\Rightarrow S = \lambda \cdot \sin \lambda = \sqrt{1 - \cos^2 \lambda} = \sqrt{\tan \frac{\lambda}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 g^2 + v_0^4}{v_0^2 + g^2}}$$

$$U = v_0 \cdot \frac{v_0^2}{\sqrt{v_0^2 + g^2}} \cdot \frac{s}{v_0 \cdot s^2 g} \cdot \sqrt{s^2 g^2 + v_0^4} - \frac{g \cdot s^2}{2 v_0^2}$$

$$U = s \operatorname{tg} \lambda - \frac{s^2 g}{2 v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \lambda + 1)$$

$$U = \frac{s \cdot v_0^2}{s^2 g} - \frac{s^2 g}{2 v_0^2} \cdot \frac{v_0^2}{\operatorname{tg}^2 \lambda} - \frac{s^2 g}{2 v_0^2}$$

$$U = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2 g} - \frac{s^2 g}{2 v_0^2}$$

$$\frac{s^2 g}{2 v_0^2} = \frac{v_0^2}{2 g} - U$$

$$s^2 = \left( \frac{200}{20} - 3,6 \right) \cdot \frac{2 \cdot 200}{10} = 64 \cdot 4 \text{ m}^2$$

$$s = 8 \cdot 2 \text{ m} = 16 \text{ m}$$

$$\text{Ответ: } 10 \sqrt{2} \text{ м/c}$$

$$16 \text{ м.}$$

макс 4/14



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

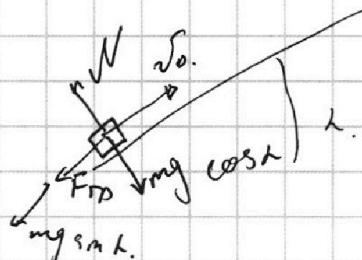
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

1)



$$\sin \lambda = \frac{3}{5} \quad \cos \lambda = \frac{4}{5}$$

$$F = mg \sin \theta + \cancel{\mu mg \cos \theta} = mg$$

$\mu g$

$F_{\text{pp}}$

*N*-каркас планируем опоры  
на 1993 г.

$$V = mg \cos \theta$$

Fip-cane spredet, jævnt og  
299349.

$$F_{sp} = \mu N$$

came N.L nob-nu u  
pabua my cost no II. U.

$$= g(\sin \lambda + \mu \cos \lambda) = g.$$

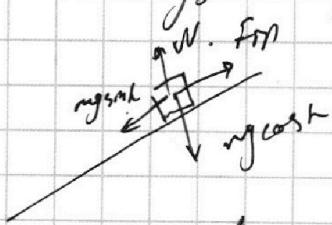
ярким будет на макушке  
бескорыстного бремени

$$f = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{g} = \frac{6 \text{ m/s}^2}{10 \text{ m/s}^2 \left( \frac{3}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} \right)} =$$

и эта же группа гёт пассажирами

$$L_1 = V_o \cdot t - \frac{1}{2} a t^2 \quad | = \quad \frac{V_o^2}{2a} = \frac{36}{20} = 18 \text{ ms}$$

→ ganz wie Syget singt.



$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = \frac{mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta}{I} = \frac{-g}{5}$$

$$L_2 = \frac{a_2 (T - t)^2}{2} = \frac{g (1 - 0,6)^2}{5,2} = 0,16 \text{ m.}$$

$$S = L_1 + L_2 = 1,8 \mu + 0,16 \mu = 1,96 \mu$$

meo 5/4

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



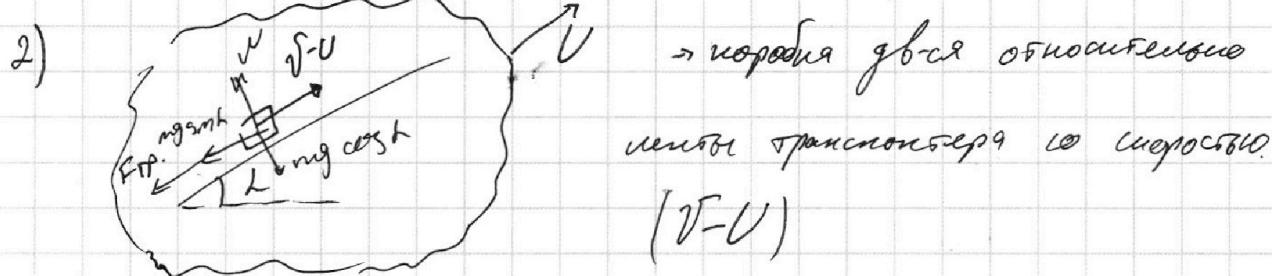
- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

МФТИ

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

числ 6 / 14

✓2 (продолжение)



→ горбина движется относительно  
цепи транспортёра со скоростью  
 $(V-U)$

В момент когда скорость горбины 0 то. момент

будет равна идти ее скорости в над CO будет  
равна  $1 \text{ м/c} = V$

$$a_1 = \frac{mg \sin L + F_{Fp}}{m} = g \sin L + g \cos L \cdot \mu = g (\sin L + \mu \cos L) = g \left( \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} \right) = g$$

$$T_1 = \frac{V-U}{a_1} = \frac{V-U}{g} = \frac{6 \text{ м/c} - 1 \text{ м/c}}{10 \text{ м/c}^2} = 0,5 \text{ с.}$$

3) В момент времени  $T_1$  горбина относительно  
цепи разворачивается и начинает ехать назад

$$\Rightarrow a_2 = \frac{mg \sin L - F_{Fp}}{m} = g (\sin L - \mu \cos L) = \frac{g}{5}$$

$$T_2 = \frac{U}{a_2} = \frac{1 \text{ м/c}}{10 \text{ м/c}^2 / 5} = \frac{5}{10} \text{ с} = 0,5 \text{ с.} \rightarrow \text{время, через которое}$$

после  $T_1$  скорость горбины станет 0.

$$\Rightarrow L = L_1 - L_2 = (V-U) T_1 - \frac{a_1 T_1^2}{2} - \frac{a_2 T_2^2}{2} = 5 \text{ м/c} \cdot 0,5 \text{ с} - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2}$$

↑      ↓  
горбина едет в обратную  
направление относительно  
цепи.

$$= \frac{-10}{2 \cdot 5} \cdot 0,5^2 =$$

горбина едет  
в направлении с цепью

= 1 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

Отвр. 1,96 м.

0,5 с

1 м.

лист 7/14

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



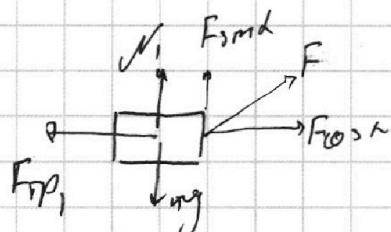
- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

N<sub>3</sub>

1)



$$mg = N_1 + F_{\text{sm} \angle}$$

$$F_{\text{Tp}_1} = \mu N_1 = \mu (mg - F_{\text{sm} \angle})$$

$$m a_1 = F_{\cos \angle} - F_{\text{Tp}_1} =$$

$$= F_{\cos \angle} - \mu (mg - F_{\text{sm} \angle})$$

$a_1 = a_2$ , т.к. same reaction force

на одинаковость гравитации.

$$\Rightarrow m a_1 = m a_2$$

$$F_{\text{cos} \angle} - \mu (mg - F_{\text{sm} \angle}) = F - \mu mg$$

$$F_{\cos \angle} + \mu F_{\text{sm} \angle} = F$$

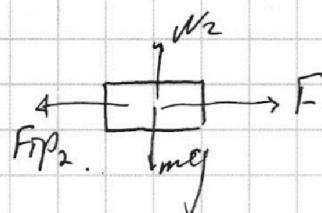
$$\cos \angle + \mu \sin \angle = 1 \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \angle}{\sin \angle}$$

$$2) \text{ кинетическая энергия } K = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

$$S = vt - \frac{\frac{F_{\text{Tp}}}{m} t^2}{2}, \text{ где } t - время от приступления движений башней силы до остановки.$$

$$t = \frac{v}{F_{\text{Tp}}/m}$$

Числ 8/14



$$mg = N_2$$

$$F_{\text{Tp}_2} = \mu N_2 = \mu mg$$

$$m a_2 = F - F_{\text{Tp}_2} =$$

$$= F - \mu mg$$

m - масса  
самолет  
 $F_{\text{Tp}_1}, F_{\text{Tp}_2}$  -  
-анты трения,  
действующие во  
время полета  
 $N_1, N_2$  - сила  
реакции  
отпора



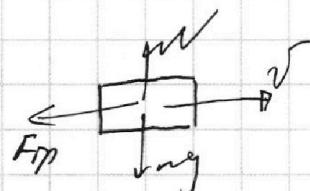
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$N = mg$$

$$F_{fp} = \mu mg$$

$$\Rightarrow t = \frac{v}{F_{fp}/m} = \frac{v}{\mu mg/m} = \frac{v}{\mu g}$$

$$s = vt - \frac{\mu g t^2}{2} = \frac{v^2}{\mu g} - \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{2k}{m} : 2\mu g = \frac{k}{\mu mg}$$

Имеет 9/4



- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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! $\sqrt{4}$ газу подводящий тепло  $Q = cV\Delta T = \Delta V + A$ . $\Delta T$  (изменение температуры газа) $V$  - начальное газа $\Delta V$  - изменение тепрции газа $A$  - работа газа.

$$1) cV\Delta T_{31} = \frac{i}{2}VR\Delta T_{31} + A_{31} \quad C = 2R \text{ в процессе } 31$$

$$0,5VR\Delta T_{31} = A_{31} = \frac{1 \text{ ккал}}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{кмоль}} \cdot 8T_{31} \Rightarrow$$

$$\Delta T_{31} = T_{(1)} - T_{(3)} = 1 \cdot T_1 - 4 \cdot T_1 = -3T_1 = -600 \text{ K}$$

$$\Rightarrow A = \frac{8,31}{2} \frac{\text{Дж}}{\text{кмоль}} \cdot (-600 \text{ K}) = -24930 \text{ Дж}$$

 $A$  - работа газа

2493.

 $A' = -A = \cancel{24930} \text{ Дж} - \text{работка на газу.}$ 

~~2)  $\mu \eta = \frac{A}{Q_u}$ , где  $A$  - работа газа за бесконечное время~~

~~$Q_u$  - тепло подводимое к газу.~~

макс 10/19

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!

2) 1 → 2:

$$1,5 R_1 J_A \Gamma_{12} = i R_1 J_A \Gamma_{12} + A_{12} > 0 \Rightarrow \text{Окончебасен} \\ (\text{тепло подводится})$$

$$A_{12} = \cancel{0.5 R_1 J_A \Gamma_{12}} < 0$$

2 → 3

$$0,5 R_1 J_A \Gamma_{23} = i R_1 J_A \Gamma_{23} + A_{23} < 0 \Rightarrow \text{Q}_+ \\ (\text{тепло отводится})$$

$$A_{23} = \cancel{-0.5 R_1 J_A \Gamma_{23}}$$

3 → 1

$$2 J_A \Gamma_{31} = i R_1 J_A \Gamma_{31} + A_{31} < 0 \Rightarrow \text{Q}_+ \\ (\text{тепло отводится})$$

$$A_{31} = -0.5 J_A \Gamma_{31}$$

$$\eta = \frac{E_A}{\sum \text{Окончебасен}}$$

$$= \frac{R_1 (A_{31} - A_{23} - A_{12})}{1,5 R_1 J_A \Gamma_{12}}$$

$$1,5 R_1 J_A \Gamma_{12}$$

$$0,5 \cdot 7.200 K - 0,5 \cdot f^4 \cdot 200 K +$$

=

0

$$= \frac{0,5 \cdot 200 K \cdot (f^4 - 1) - 0,5 \cdot 200 K \cdot (4-f^4) + 1 \cdot 200 K \cdot (1-f^4)}{1,5 R_1 J_A \Gamma_{12}} =$$

$$1,5 \cdot 200 K \cdot (f^4 - 1)$$

$$= \frac{0 + 4 \cdot 200 K - 3}{1,5} = \frac{5 \cdot 5 - 3}{105} = \frac{25 - 3}{105} = \frac{22}{105}$$

$$= \frac{2,5}{7,5} = \frac{5}{7 \cdot 3} = \frac{5}{21}$$

дисб 11/14

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

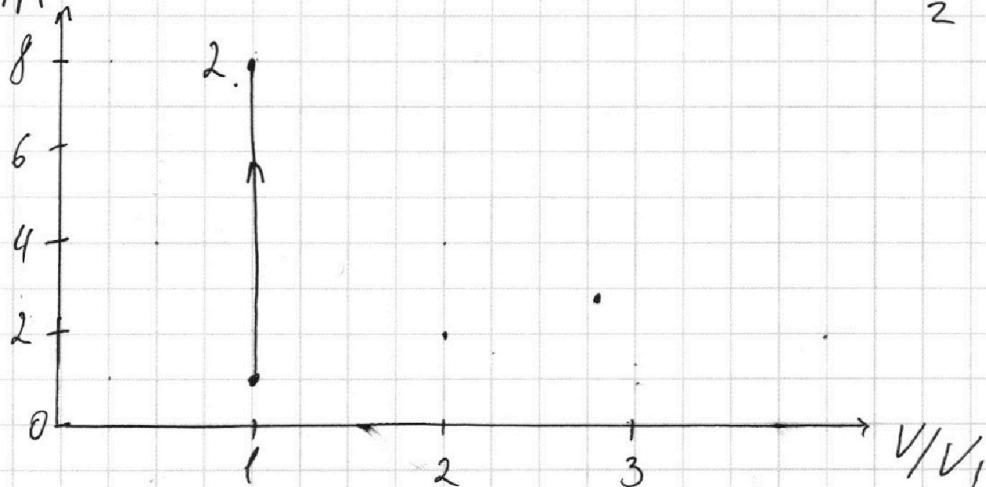
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$3) \sqrt{RT_1} = P_1 V_1$$

$$\sqrt{RT_2} = P_2 V_2 = 8\sqrt{R T_1} = 8P_1 V_1$$

$$\sqrt{RT_3} = P_3 V_3 = 4\sqrt{R T_1} = 4P_1 V_1$$

$P/P_1$



$$A_{12} = \frac{\partial P}{\partial V} \Big| T_1 = \frac{1}{V_1} \cdot 8P_1 V_1 = 8P_1$$

$$A_{23} = \frac{\partial P}{\partial V} \Big| T_2 = \frac{1}{V_2} \cdot 4P_1 V_1 = \frac{4P_1 V_1}{2} = 2P_1$$

$$A_{31} = \frac{\partial P}{\partial V} \Big| T_3 = \frac{1}{V_3} \cdot 8P_1 V_1 = -\frac{8P_1 V_1}{2} = -4P_1$$

~~3-ий~~ 2-ой процесс  $\Rightarrow$  барометрический

6 процесс  $1 \rightarrow 2$   $A=0 \Rightarrow$  изотермический.

6  $2 \rightarrow 3$  под. давление растёт однозначно,  
потому ~~энергия~~ энтропия увеличивается  
а работа многочленом

$6 \rightarrow 2$  под. однозначно и давление.

$$A_{23} = \frac{8P_1 + P_3}{2} + (V_3 - V_1) \alpha$$

4/12

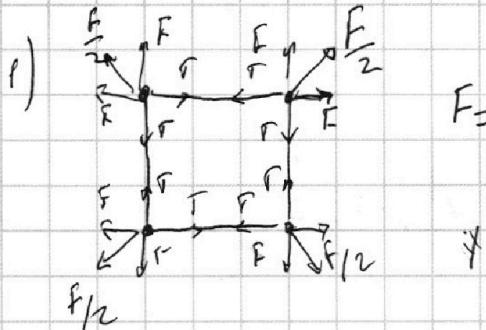
число 12/14

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



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

№6.



$$F = K g^2 / a^2$$

$$\frac{K g^2}{(R^2 g)^2} = \frac{F}{2}$$

F - сила с  
изогнутой дейс-  
тующей ближней  
стороной

$\frac{F}{2}$  - сила с изогнутой дейс-  
тующей дальней  
стороной  
(по диагонали)

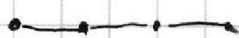
$$T = F + \frac{F}{2} \cdot \cos 45^\circ = F + F \frac{\sqrt{2}}{4} = \frac{K g^2}{a^2} \left( \frac{4+\sqrt{2}}{4} \right)$$

$$g^2 = \frac{4 a^2 T}{K(4+\sqrt{2})} \Rightarrow g = 2 a \sqrt{\frac{T}{K(4+\sqrt{2})}} \quad (k = \frac{1}{4\pi E_0}) = a \sqrt{\frac{T}{\pi E_0 (4+\sqrt{2})}}$$

Образ:  $2 a \sqrt{\frac{T}{K(4+\sqrt{2})}} = a \sqrt{\frac{T}{\pi E_0 (4+\sqrt{2})}}$

2) из начальной энергии С-шар

$$E_{\text{н}} = \underbrace{2 \frac{K g^2}{a}}_{\substack{\text{сила в 3-я} \\ \text{левое бедро} \\ \text{с соседом}}} + \underbrace{2 \frac{K g^2}{a}}_{\substack{\text{сила в 3-я} \\ \text{правого бедра} \\ \text{с соседом}}} + \underbrace{\frac{2 K g^2}{\sqrt{2} a}}_{\substack{\text{сила в 3-я} \\ \text{шаров на} \\ \text{заслонка}}} = \frac{a g^2}{a} (4 + \sqrt{2})$$



Конечная энергия С-шар

$$E_{\text{н}} = \frac{2 m V^2}{2} + 2 \frac{m V^2}{2} + K g^2 \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{2a} + \frac{1}{3a} \right) + 4 g^2 \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{2a} \right) + K g^2 \cdot \frac{1}{a} = m (V^2 + U^2) + 4 g^2 \left( \frac{3}{a} + \frac{1}{a} + \frac{1}{3a} \right) + \cancel{4 g^2} \quad \text{шар 1/4}$$



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 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!

✓5 (правильное)

$$E_A = E_a$$

$$\frac{kg^2}{a} (4 + \sqrt{2}) = \frac{kg^2}{a} \left(4 + \frac{1}{3}\right) + m(\dot{V}^2 + V^2)$$

$$m(\dot{V}^2 + V^2) = \frac{kg^2}{a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right)$$

$$2m\dot{V}_y = 2mV_y \quad \dot{V}_y = V_y \quad (\text{т.к. по } \text{ДИ из-за симметрии  
скорости вращающегося  
тела одинаковы в горизонтальном  
и вертикальном направлениях})$$

~~Учебник~~

т.к. в это  
момент  
скорости по  $\theta + \varphi$   
будут равны.

$$\Rightarrow \frac{kg^2}{a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right) = 2mV^2 \Rightarrow mV^2 = \frac{kg^2}{2} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right)$$

$$\text{Ober: } \frac{kg^2}{4a} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right) = \frac{g^2}{16\pi E_0 G} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right)$$

МСБ 19/14

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!

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

$$H = s \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{s^2 \cdot g}{V_0^2 \cdot 2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} \quad \left| \frac{1}{\cos^2 \beta} = \operatorname{tg}^2 \beta + 1 \right. = \frac{4}{5}$$

$$H = s \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{s^2 \cdot s}{V_0^2 \cdot 2} \cdot (\operatorname{tg}^2 \beta + 1) - \text{берём произведение}$$

$$(\operatorname{tg} \beta)' = \left( \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \right)' = \frac{\sin \beta \cdot (\cos \beta)' - \cos \beta (\sin \beta)'}{(\cos \beta)^2} = \frac{-\sin^2 \beta - \cos^2 \beta}{\cos^2 \beta} = -\frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$0 = s \cdot \frac{-1}{\cos^2 \beta} - 0 - \frac{g s^2}{2 V_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2 \beta) = \frac{V_0^2}{g} \cdot \boxed{\sin 2 \beta}$$

$$0 = s \cdot (-(\operatorname{tg}^2 \beta + 1)) - \frac{g s^2}{2 V_0^2} \cdot 2 \operatorname{tg} \beta \cdot (-(\operatorname{tg}^2 \beta + 1))$$

чертёж

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{2gH}{V_0^2}} = \frac{\sqrt{V_0^2 - 2gH}}{V_0} = \frac{\sqrt{200 - 20 \cdot 36}}{V_0} = \frac{\sqrt{200 - 20 \cdot 36}}{V_0}$$

$$s = \frac{V_0 \cdot \sin 2 \beta}{2g} = \frac{V_0 \cdot 2 \sin \beta \cos \beta}{2g} = \frac{\sqrt{2gH}}{g} \cdot \cos \beta$$

$$s = \frac{V_0 \cdot 2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}{2g} = \frac{\sqrt{2gH}}{g} \cdot \cos \beta$$



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!

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!

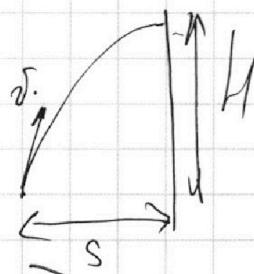
М.Ю.И.И (2)  
М.Ю.И.И (2)

$$\text{Период} = \frac{2\pi}{\sqrt{g^2 + g \cdot \text{const}}} = \frac{2\pi}{\sqrt{g^2 + 4 \cdot \text{const}}}$$

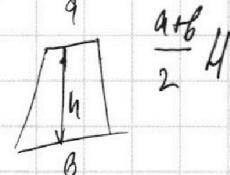
$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$t_{\max} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}, \quad t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

2)



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



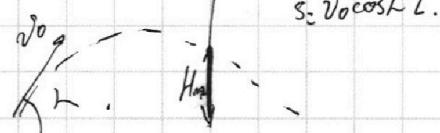
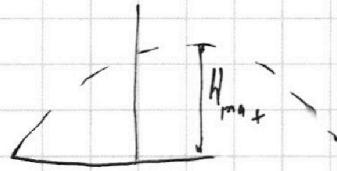
$$s = v_0 \cos \alpha \cdot t_{\max}$$

$$t_{\max} = \frac{\pi}{2 \tan \alpha}, \quad t_{\max} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot t_{\max} - \frac{gt_{\max}^2}{2}$$

$$H_{\max} = v_0 \sin \alpha \cdot t_{\max}$$

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



$$H =$$

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

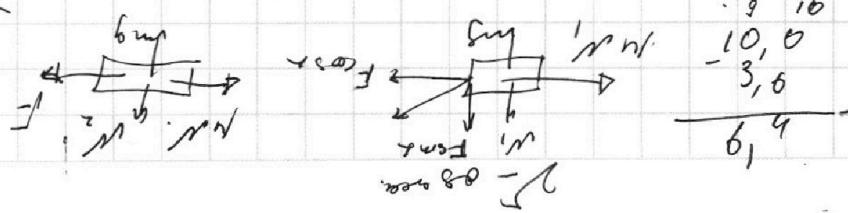
$$t_{\max} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{g \cdot (v_0 \sin \alpha)^2}{2g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

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

$$= \frac{100 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 10} = 5 \quad 6, 9, 4, 10$$

М.Ю.И.И (2)



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

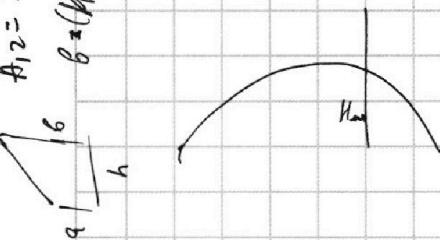
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



решение

$$H = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$S = V_0 \cos \alpha t$$

$$\frac{3}{5} + \frac{2}{5} = 1$$

$$\frac{3}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} = 1$$

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

$$t = \frac{s \tan \alpha}{V_0} = \frac{1}{\cos \alpha}$$

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

$$H = S \tan \alpha - \frac{g}{2} \frac{s^2}{V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\tan^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha + 1 - 1}{1 - \sin^2 \alpha} =$$

$$H = S \tan \alpha - \frac{s^2 \cdot g}{2 V_0^2} (\tan^2 \alpha + 1)$$

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

$$n_a = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = \frac{V_0 \sin^2 \alpha}{2a}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + 1$$

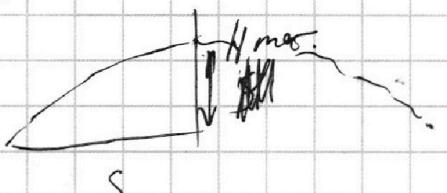
$$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{a}$$

$$\left( \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)' = \frac{\tan' - g \alpha'}{g^2} = \frac{\sin(-\sin) - \cos(+\cos)}{\cos^2} = \frac{-\sin^2 - \cos^2}{\cos^2} =$$

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

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

$$H = \frac{V_0^2 \sin \alpha}{2g} \cdot \frac{2 \sin^2 \alpha}{\sin 2\alpha} = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$



$$S = V_0 \cos \alpha t$$

$$H_{max} = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$g(g(g)) = g(g') \cdot g(t)' =$$

$$g(g) = g^2 = 2g \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$g(t) = g \cos \beta$$

$$\frac{3}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= \frac{1}{5}$$

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!

$$Q = cm\Delta T = JR_{AT} = \rho p \alpha V.$$

$$Q = \frac{R}{\Delta T}$$

$$(4\rho V - 2\sqrt{2})(2\sqrt{2} + c) = 4$$

$$cV_1 \Delta T = Q_1 R_{AT}$$

$$\frac{8\sqrt{2}}{c} + 4 - c = 4$$

$$c = \frac{8\sqrt{2}}{2} + 8 = \frac{8\sqrt{2} + 16}{2}$$

$$\rho = 64 \cdot 2 - 4 \cdot 8 = \frac{128 - 32}{2} = \frac{96}{2} = 48$$

$$U = \frac{48 + 4\sqrt{6}}{2} = 24 + 2\sqrt{6}$$

$$cm\Delta T = JR_{AT} + A.$$

$$C = R + \frac{A}{(c\Delta T)}$$

$$\frac{A}{c\Delta T} = R \quad \frac{8}{6} = R \quad R = 8 \quad b = 2\sqrt{2}$$

$$A = cJR_{AT}$$

$$(1+8)h = 7 = \left(\frac{1+8}{6}\right)(8-1)$$

$$= \frac{5}{6} + 8 - 1 = 7$$

$$11 \cdot 0,5 = \frac{11}{2} =$$

$$8 \cdot \frac{1}{8} + 6$$

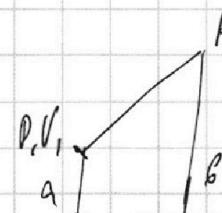
$$= 5,5.$$

$$\overbrace{\begin{array}{r} 5 \\ 2 \end{array}}^{5-3} \sum$$

$$\begin{array}{r} 1,4 \\ + 1,2 \\ \hline 2,6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,5 \\ + 7 \\ \hline 10,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ 10 \end{array} \sum$$



$$\frac{P_1 + P_2}{\rho g V_2} (V_2 - V_1) = \frac{7}{2} \rho_1 V_1$$

$$(1+8)h = 7 =$$

$$A_{1,2} = \frac{1+6}{2} h = \frac{7}{2}$$

$$6 \cdot (H+1) = 8 \cdot H = 8 - 1$$

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!

1

2

3

4

5

6

7

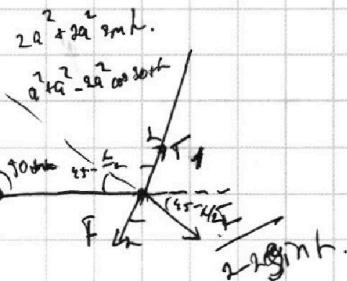
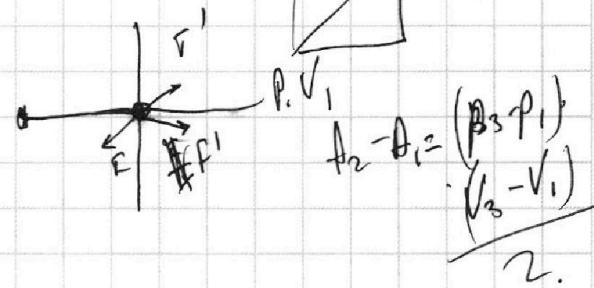
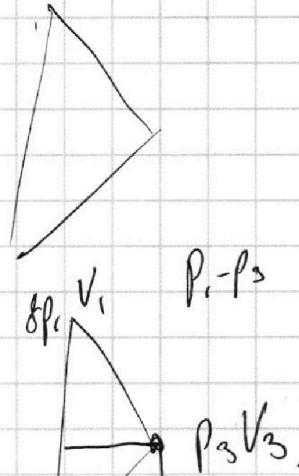
$$(\rho + \rho_0)(V + \Delta V) = V R_0 \Gamma.$$

$$2R(V_0\Gamma) = \frac{3}{2} V R_0 \Gamma.$$

$$\int_{i=3}^3$$

$$A = \rho(V) dV.$$

$$\frac{R_0 + \rho_0 V_3}{29.93}$$



$$T_1 = F \left( \sin \alpha - \frac{\cos \beta}{2(1 - \sin \alpha)} \right)$$

$\sin \alpha$

$$T_1 = F - \frac{\cos \beta}{\sqrt{1 + 2 \sin \alpha - 2 \sin^2 \alpha}} F$$

$$F \cos \beta + F \sin \alpha = F \sin \alpha$$

$2 - 2 \sin \alpha$

$$? T_1 \cos \alpha = F \cos \alpha + \frac{F}{2 - 2 \sin \alpha} \cdot \sin \beta$$

$$T_1 = F + F \frac{\sin \beta}{2 - 2 \sin \alpha}$$