



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.

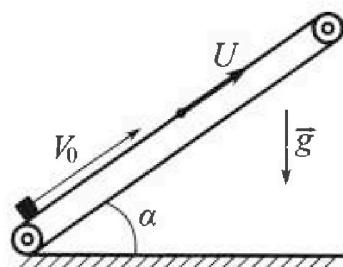
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 $g = 10$ м/с². 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 α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ 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 $S = 1$ м?

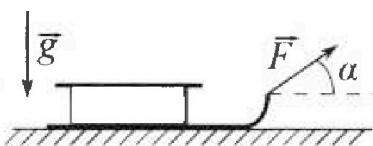
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

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

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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 α 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 μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

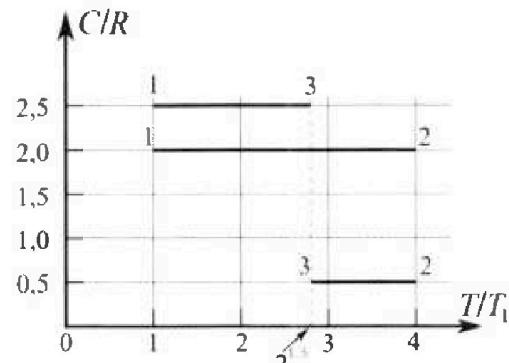
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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

Вариант 10-01

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

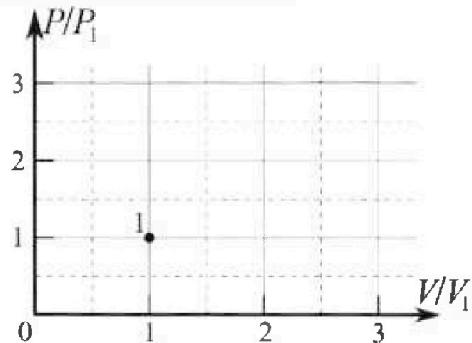
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



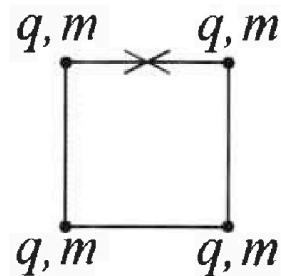
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.



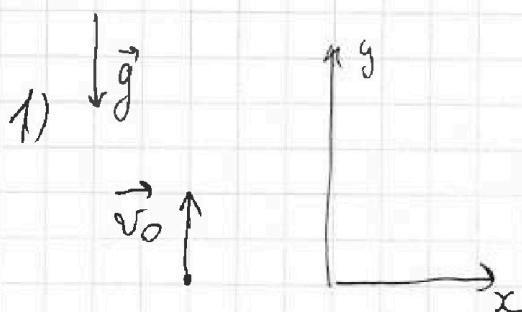
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



✓1

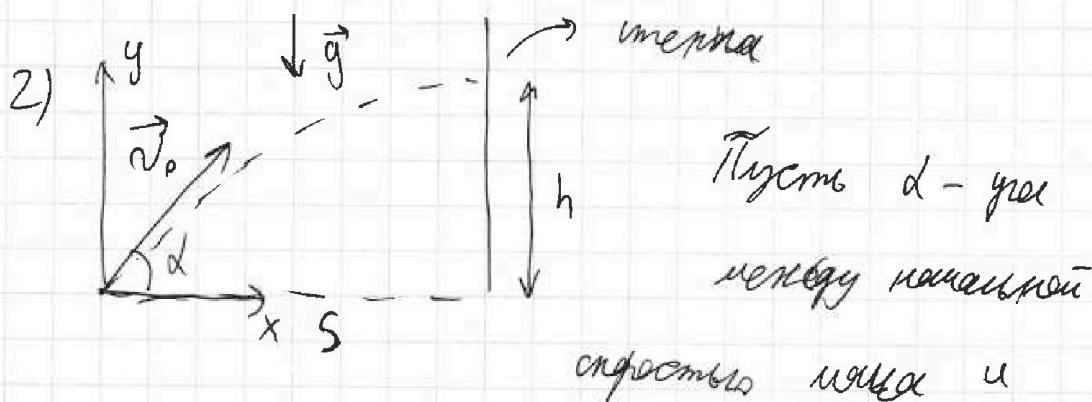
Пусть t - время,
прошедшее с начала
полёта, тогда :

$$v_y = v_0 - gt \quad \text{- вертикальная скорость мяча}$$

в момент времени t , тогда в момент,
когда высота мяча максимальна, $v_y = 0$:

$$0 = v_0 - gt \Rightarrow v_0 = gt = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2\text{с} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Однако : $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;



Пусть d - расстояние
между начальной
координатой мяча и
приземлением, тогда координаты мяча x и y ,

через время t после начала полёта :



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!

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}, \quad x = v_0 \cos \alpha t; \quad ;$$

Пусть в момент времени t_0 , мяч удаляется

о стволу, тогда: $S = v_0 \cos \alpha t_0 \Rightarrow$

$$\text{Высота удара: } h = v_0 \sin \alpha t_0 - \frac{gt_0^2}{2} =$$

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

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

$$= - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \tan^2 \alpha + S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2}, \text{ заменим, что}$$

График

$\downarrow h(\tan \alpha)$ — парабола ветвями вниз, но есть

максимум h , достигается в вершине, т.е.

$$\text{при } \tan \alpha_0 = - \frac{S}{2 \cdot \frac{g S^2}{2 v_0^2}} = - \frac{v_0^2}{g S}, \text{ откуда}$$

максимальная высота: *



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!

$$\begin{aligned} h_{\max} &= - \frac{gs^2}{2v_0^2} t g^2 \alpha_0 + s t g \alpha_0 - \frac{gs^2}{2v_0^2} = \\ &= - \frac{gs^2}{2v_0^2} \frac{v_0^4}{g^2 s^2} + s \frac{v_0^2}{g s} = \frac{gs^2}{2v_0^2} = \\ &= - \frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2}{g} - \frac{gs^2}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{gs^2}{2v_0^2} = \\ &= \frac{400 \frac{u^2}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{u}{c^2}} - \frac{10 \frac{u}{c^2} \cdot 400 u^2}{2 \cdot 400 \frac{u^2}{c^2}} = 20u - 5u = 15u; \end{aligned}$$

Ответ: $h_{\max} = 15u$;



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

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

3) $\overline{H} \cdot k$ несе море, как спиралью вращающееся $\overline{g} \cdot \overline{v}$ со скоростью k , на него наклоняется \overline{v} сила притяжения, заменяющая составляющую энергии.

С указом этого царя империя наркем глубокое
и (Т.К. Чистяков. Народы Средней Азии и Южной Азии) предан ; Искажа из этого
записки запись сохранение Энергии : как всес

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \mu mg \cos\alpha L - \mu mg \cos\alpha \left(\frac{H}{\sin\alpha} - L \right)$$

$$= mgH + 2\mu mg \cos\alpha L - \mu mg \frac{H}{\tan\alpha} \Rightarrow$$

$$\text{Umkehr: } H = \frac{\frac{v_0^2}{2} - 2\mu g \cos \alpha L}{g \left(1 - \frac{\mu}{\epsilon g d}\right)} = \frac{\frac{v_0^2}{2} - 4 \mu g \cos \alpha L}{2g \left(1 - \frac{\frac{\mu}{3}}{\frac{4\sqrt{5}}{3\sqrt{5}}}\right)} =$$

$$= \frac{16 \frac{u^2}{c^2} - 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10 \frac{u}{c^2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 0,6u}{2 \cdot 10 \frac{u}{c^2} \left(1 - \frac{1}{9}\right)} =$$

$$= \frac{\frac{16}{c^2}u^2 - \frac{24}{5}\frac{u^2}{c^2}}{\frac{3}{4} \cdot 20 \frac{u}{c^2}} = \frac{16}{15}u - \frac{8}{25}u = \frac{16 \cdot 25 - 8 \cdot 15}{15 \cdot 25} u = \frac{56}{75} u$$

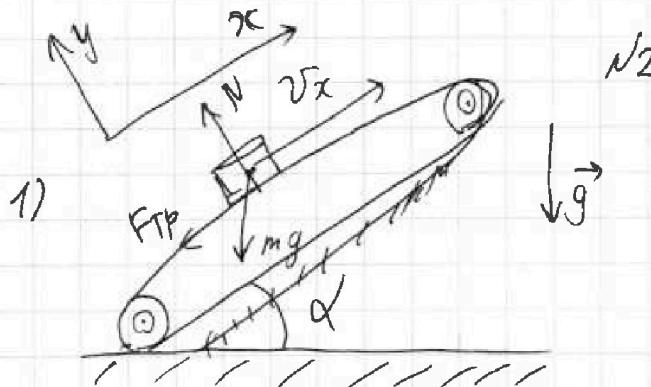
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Пусть ~~весом~~ массу m ;
на него действует

3 силы - сила тяжести mg , сила нормальной
реакции опоры N и сила трения F_{Tp} ;

Пусть ускорение и скорость коробки в
проекции на ось Ox равны a_x и v_x соответственно;
Пользуясь Второй законом Ньютона для коробки
в проекции на оси Ox и Oy :

$$Ox: ma_x = -F_{Tp} - mg \sin \alpha ;$$

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

т.к. коробка движется $F_{Tp} = \mu N$, получаем :

$$ma_x = -\mu N - mg \sin \alpha = -\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = \text{const}$$

Польз.: Закон движения ~~коробки~~ по оси Ox через

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



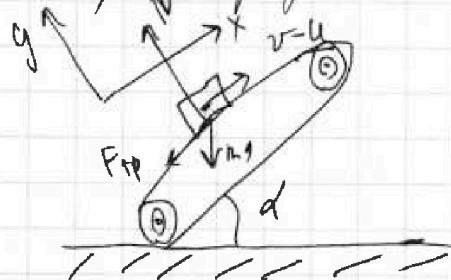
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

МФТИ

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

$$\text{Объем } T = t_0 + \sqrt{\frac{10(5-x_0)}{3g}} = \frac{10 \frac{u}{c^2} L}{g} + \sqrt{10 \left(14 - \frac{16 u^2}{2 \cdot 10 \frac{u}{c^2}} \right)} \\ = 0,4c + \sqrt{\frac{1-0,8}{3}} c = 0,4c + \sqrt{\frac{1}{15}} c ;$$

2) Перейдя в ИСО некий транспортёр:



Вспомним, когда спросил

когда ИСО составит u ,

в какой ИСО, передана

она же нестандартная
остановится, т.е. физический закон сохранения
энергии с учётом работы сил трения:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgL \sin \alpha + \frac{mu^2}{2} + \mu mg \cos \alpha L$$

$$\Rightarrow \text{Объем } L = \frac{\frac{v_0^2}{2} - \frac{u^2}{2}}{g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha} = \frac{16 \frac{u^2}{c^2} - 4 \frac{u^2}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{u^2}{c^2} \left(0,8 + \frac{1}{3} \frac{3}{5} \right)} =$$

$$= \frac{12 \frac{u^2}{c^2}}{20 \frac{u}{c}} = 0,6u ;$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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!

$x = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$, коробка остановится когда $v_x = 0$,

в момент времени:

$$t.e. \cancel{v_0} \sqrt{v_0 - gt_0} = 0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{g}, \text{ далее она}$$

начнёт двигаться обратно после прекращения:

$$x_0 = v_0 t_0 - \frac{gt_0^2}{2} = \cancel{\frac{v_0^2}{g}} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g};$$

Далее она будет двигаться с новым ускорением,

т.к. сила трения изменила направление, т.е.:

$$ma'_x = \mu mg \cos \alpha - mgs \sin \alpha \Rightarrow a'_x = g\left(\frac{1}{5} - \frac{1}{5}\right) = -\frac{3}{5}g$$

Закон движения: $x = x_0 + \frac{a'_x t'^2}{2}$, t' - момент времени, отсчитываемый после остановки, тогда

~~Начиная с момента времени в момент времени~~

$t'_0 = T - t_0$ - коробка пройдет путь S :

$$S = x_0 - x(t'_0) + x_0 = 2x_0 - x_0 - \frac{a'_x t'_0^2}{2} =$$

$$= x_0 + \frac{3}{10}g(T-t_0)^2, \text{ откуда:}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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!

$$\text{время } t \text{ полёта струи: } x = v_0 t + \frac{a_x t^2}{2}, \quad v_x = v_0 + a_x t$$

$$a_x = -\mu g \cos \alpha - g \sin \alpha = -g \left(\frac{1}{3} \sqrt{1 - 0.8^2} + 0.8 \right)$$

$$= -g \left(\frac{1}{3} \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \right) = -g, \quad \text{значит, } t = \frac{v_0}{g}$$

$$S = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow \frac{g t^2}{2} = v_0 t + S = 0$$

$$t = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2gS}}{g} \quad - \text{нас интересует положит.}$$

корень, т.к. первый соответствует исходному, когда мяч проходит бровку выше вернётся в эту же координату, тогда:

$$t = \frac{v_0}{g} - \sqrt{\frac{v_0^2}{g^2} - }$$

дискриминант:

$$D = v_0^2 - 4 \frac{g}{2} S = \frac{16}{c^2} - 2 \cdot 10 \frac{u^2}{c^2} < 0 =$$

корней нет, значит мяч не пройдет выше;

Ответ: Нет у нас времени;



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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

2) После прекращения действия силы:

$$ma_2 = -\mu mg \Rightarrow a_2 = -\mu g, \text{ скорость сок}$$

в проекции на ось: $v = v_0 - a_2 t$, где
 t - момент времени, начав с прекращ. действия силы

Очкуда в некое время T : $0 = v_0 - a_2 T$

$$\Rightarrow \text{решем: } T = \frac{v_0}{a_2} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

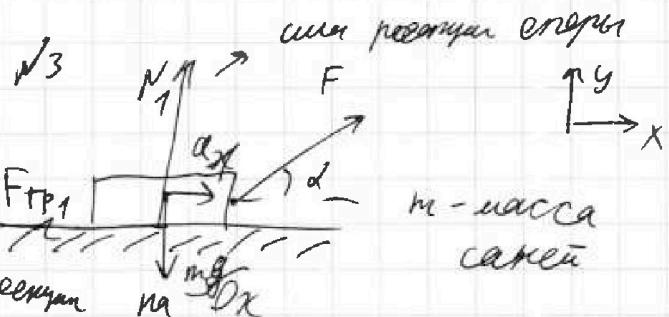
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" 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!



1) Первый случай:

α_x - ускорение саней в проекции на Ox

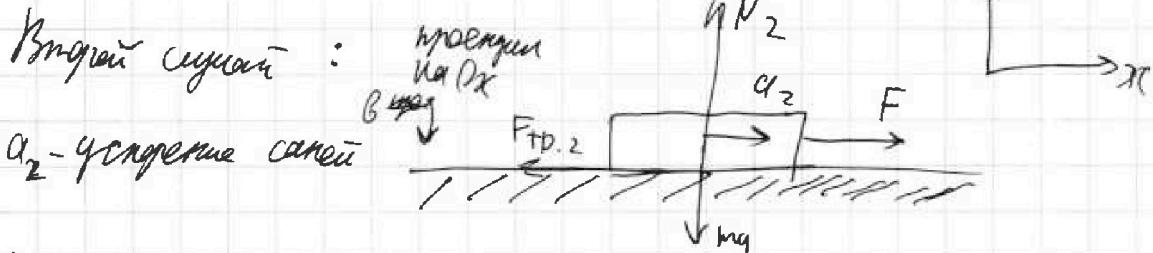
m - масса
саней

Второй закон Ньютона в проекциях на Ox и Oy :

$$Oy: N_1 + FS \sin \alpha - mg = 0; Ox: m \alpha_x = F \cos \alpha - F_{tp1}, F_{tp1} = \mu N_1$$

$$N_1 = mg - FS \sin \alpha \Rightarrow m \alpha_x = F \cos \alpha - \mu mg + \mu FS \sin \alpha \neq \text{const}$$

Второй случай:



Второй закон Ньютона:

$$Oy: N_2 - mg = 0; Ox: m \alpha_2 = F - F_{tp2} \Rightarrow F_{tp2} = \mu N_2$$

$$\Rightarrow m \alpha_2 = F - \mu mg; \text{ т.к. условие врем. равн. охранено}$$

$$\Rightarrow \alpha_1 = \alpha_2 \quad (\text{т.к. движение равноускоренное}), \text{ откуда:}$$

$$F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha = F - \mu mg \Rightarrow \cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha};$$



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!

N4

1) Первое начало термодинамики для процесса $C = \text{const}$:

$$\delta Q = \delta U + A, \text{ где } \delta Q - \text{внешняя работа;}$$

δU - изменение внутренней энергии газов, A - работа

Иногда ~~если~~ ⁽¹⁾ $C \delta T = \frac{3}{2} R \delta T + p \delta V$, δT -изменение температуры

Для процесса $1 \rightarrow 2$: δU - изменение энергии, $A_{1 \rightarrow 2}$ - работа 1 шага;

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

$$\Rightarrow \text{Определим } A_{1 \rightarrow 2} = \frac{1}{2} 3T_1 = \frac{3 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 400\text{K}}{2} =$$

$$= 6 \cdot 831 \text{ Дж} = 4986 \text{ Дж};$$

2) Дайт работу в единицах из процессов:

$$\frac{3}{2} RT_1 = A_{1 \rightarrow 2} = 4986 \text{ Дж}; \quad \cancel{A_{2 \rightarrow 3} = 0,5R(3T_1 - 4T_1) = \frac{3}{2} R(3T_1 - 4T_1)}$$

~~$$-\frac{1}{2} RT_1 + \frac{3}{2} RT_1 = RT_1; \text{ и } A_{2 \rightarrow 3} = 0,5R(2^{\frac{3}{2}} T_1 - 4T_1)$$~~

$$-\frac{3}{2} R(2^{\frac{3}{2}} T_1 - 4T_1) = (4 - 2^{\frac{3}{2}}) RT_1;$$



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!

$$A_{3 \rightarrow 1} = 2,5R(T_1 - 2^{\frac{3}{2}}T_1) - 1,5R(T_1 - 2^{\frac{3}{2}}T_1) =$$

$$= (T_1 - 2^{\frac{3}{2}}T_1) R , \text{ работа разделяется на две:}$$

$$A_{\text{цикл}} = A_{1 \rightarrow 2} + A_{2 \rightarrow 3} + A_{3 \rightarrow 1} = \frac{3}{2}RT_1 + RT_1(4 - 2^{\frac{3}{2}}) + RT_1(1 - 2^{\frac{3}{2}})$$

Выделяется теплота при нагреве: $Q_{1 \rightarrow 2} =$

$$= 2R(4T_1 - T_1) = 6RT_1 , \text{ откуда } KPD :$$

$$\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_{1 \rightarrow 2}} = \frac{\frac{3}{2} + 4 - 2^{\frac{3}{2}} + 1 - 2^{\frac{3}{2}}}{6} =$$

$$= \frac{3 + 8 - 4 \cdot 2^{\frac{3}{2}} + 2}{12} = \frac{13 - 4 \cdot 2\sqrt{2}}{12} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$$

3) Используя выражение (1): $(C - \frac{3}{2}R)dT = p dV$

Уп-фи сопротивление разделяется: $pV = RT \Rightarrow pdV + Vdp = p dT$

Из этого: $(C - \frac{3}{2}R)p dV + (\frac{C}{R} - \frac{3}{2})V dp = p dV$ изменение

$$(C - \frac{3}{2})V dp = \left(\frac{C}{2} - \frac{C}{R}\right)p dV \quad (2)$$

Для интегрирования $\int \frac{dp}{p} = \frac{5R - 2C}{C - 3R} \int \frac{dV}{V}$, приводим к общему знаменателю:

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



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

$$\ln\left(\frac{p}{p_0}\right) = \frac{(5k-2c)}{(c-3k)} \ln\left(\frac{V}{V_0}\right) \quad \text{действие и сжатие вначале}$$

$$\Rightarrow \frac{pV}{c-3k} = \text{const} \quad ; \quad \text{для процесса } 1 \rightarrow 2 :$$

$$\frac{p_2 V_2}{c-3k} = \text{const} \quad ; \quad \text{для процесса } 1 \rightarrow 2 :$$

$$-\frac{RdT}{2} = p dV \Rightarrow p dV + V dp = -2pdV \Rightarrow V dp = -3pdV$$

$$\Rightarrow \frac{RdT}{2} = p dV \Rightarrow p dV + V dp = 2pdV$$

$$\Rightarrow p dV = V dp \Rightarrow \int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{p} = \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} \Rightarrow \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \Rightarrow$$

$$\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1}, \quad p_2 V_2 = 4RT_1 \Rightarrow \frac{4RT_1}{V_2^2} = \frac{p_1}{V_1} = \frac{4p_1 V_1}{V_2^2}$$

$$\Rightarrow V_2^2 = 4V_1^2 \Rightarrow V_2 = 2V_1, \quad p_2 = 2p_1 \quad (\text{процес 1} \rightarrow 2)$$

на графике $p(V)$ - прямая ; Процесс $2 \rightarrow 3$:

$$-RdT = p dV \Rightarrow -p dV - V dp = 2pdV = -V dp \Rightarrow$$

$$\int_{p_2}^{p_3} \frac{dp}{p} = - \int_{V_2}^{V_3} \frac{2dV}{V} \Rightarrow \frac{p_3}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^2 \Rightarrow p_3 = \frac{2^{3/2} RT_1}{V_3}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

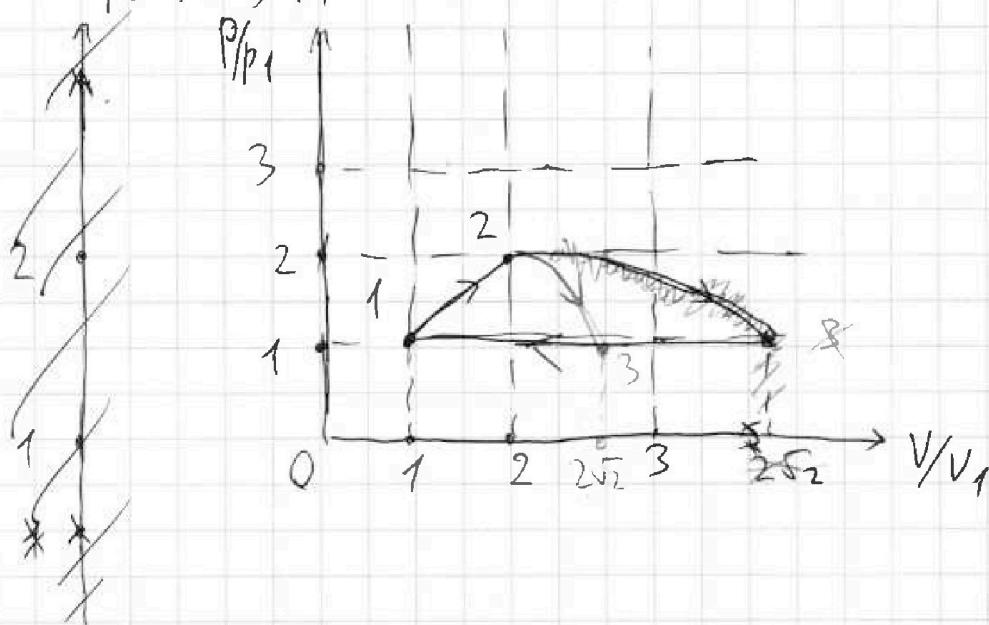
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow \frac{2^{3/2} p_1 T_1 V_3^2}{V_3 p_2} = V_2^2 \Rightarrow V_3 = \frac{p_2 V_2^2}{2^{3/2} p_1 T_1} = \frac{2 p_1 4 V_1^2}{2^{3/2} p_1 T_1} =$$

$$= \frac{p_1 4 V_1^2}{\sqrt{2} p_1 V_1} = 2\sqrt{2} p_1 \quad \text{и} \quad p_3 = \frac{2^{3/2} p_1 T_1}{2^{3/2} V_1} = p_1$$

Процесс 3 → 1: $p dT = p dV - p dV + V dp \Rightarrow p = \text{const}$

$\Rightarrow p_3 = p_1$, $p_1 V_1 = \text{const}$ Изменение графика этого:



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

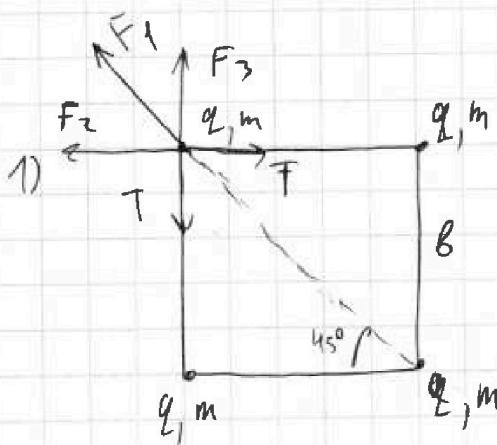
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



N5

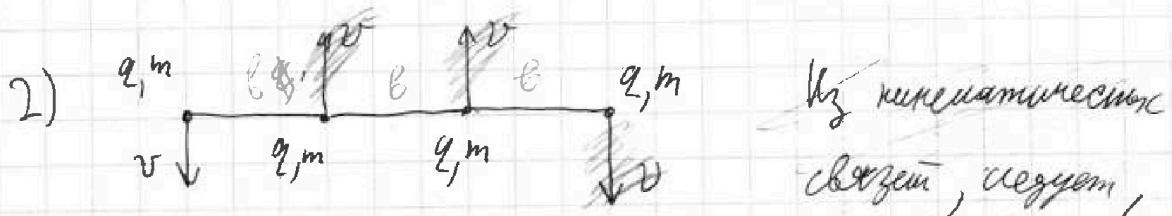
Пусть F_1, F_2, F_3 - силы
кулоновского взаимодействия:

$$F_1 = \frac{kq^2}{(6\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{24}$$

$F_2 = F_3 = \frac{kq^2}{6^2}$, тогда из условия равновесия

имеем: $F_3 + F_1 \cos 45^\circ = T$, откуда:

$$\text{Ответ: } T = \frac{kq^2}{6^2} + \frac{kq^2}{24} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kq^2}{6^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$



из кинематических
связей, получим,

что в момент нахождения на одной прямой, скорость
всех шариков равна v , тогда из закона сохранения

Энергии получим, что искомая сила T :

$$\text{имеет: } \frac{kq^2}{6} + \frac{kq^2}{6} + \frac{kq^2}{6\sqrt{2}} = \frac{m_1 v^2}{2} + \frac{kq^2}{6} + \frac{kq^2}{24} + \frac{kq^2}{36}$$

Поменявшиеся энергии взаимодействия с основными



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!

$$\text{Откуда: } v^2 = \frac{2kg^2}{mb} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} - 1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right) =$$

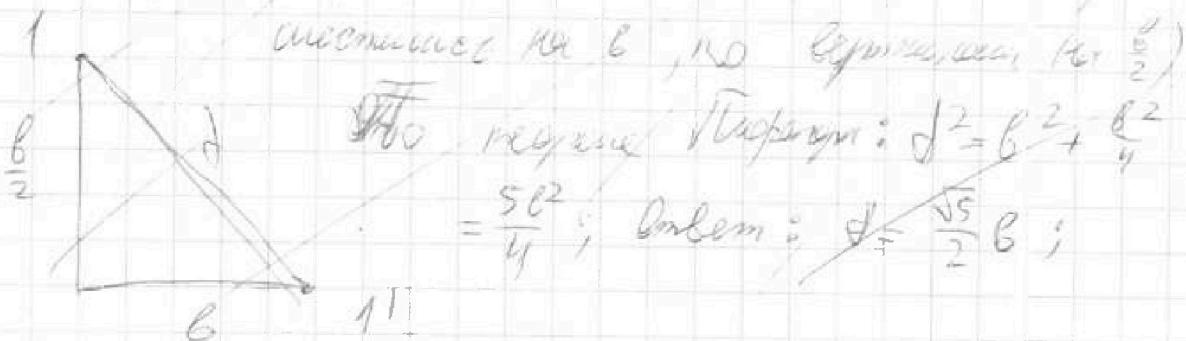
$$= \frac{2kg^2}{mb} \left(1 - \frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{kg^2}{mb} \left(\frac{5}{3} + \sqrt{2} \right),$$

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{\frac{kg^2}{mb} \left(\frac{5}{3} + \sqrt{2} \right)};$$

3) Из кинематической схемы (т.к. Косинус края),
первые зеркала ~~показаны~~ 1, 2 и 3, 4 образуют изображение

~~Причем~~ Изображение на рисунке не является рисунком,
но в реальности изображение зеркал, это

Значит, что в реальном мире зеркала должны
составлять квадрат, некий, соединяющий их,
должен симметрически с симметрией изображенного
изображения, ~~то есть~~ ^{то есть} вершина верхней стороны



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"/> |

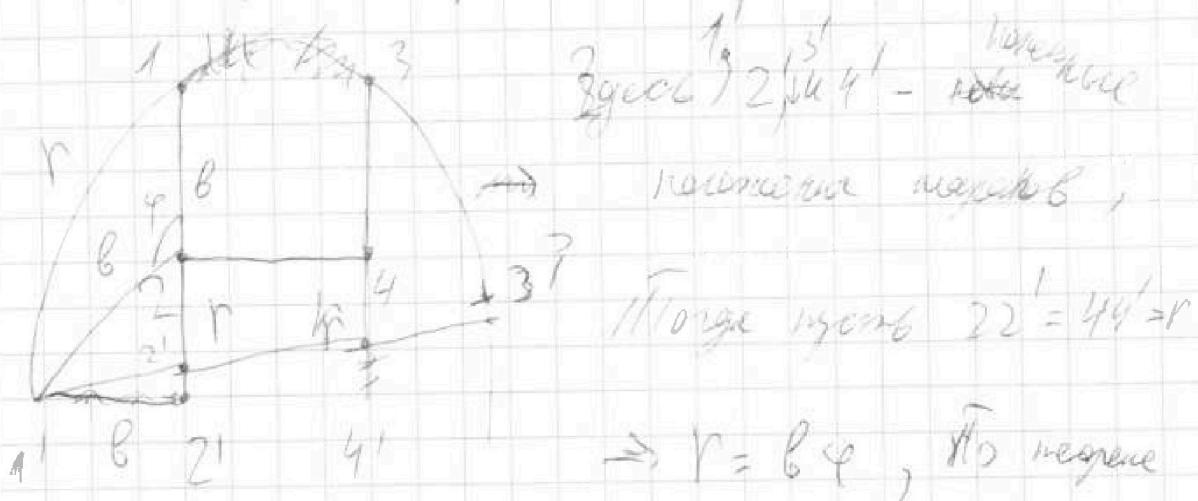
МФТИ

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



3) После развода линий, получены все
шестиугольники, кроме такого $2,4,4$ узловидного
вершиной
такой (из-за этого оно отмечено),
а также $1,3$ узловидные 10 орнаментальные
разделы 6 отс. вершин $2,4,4$ соединяющие;

Помимо них осталось 6 сквозь.



$$\text{коэффициент: } r^2 = 26^2 \left(1 - \cos(2\varphi - 180^\circ)\right) = 26^2 / 4 \cos^2 \varphi$$

$$= 26^2 / 4 \sin^2 \varphi \Rightarrow h = 6 \sin \varphi \Rightarrow \varphi = \arcsin \frac{h}{6}$$



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 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!

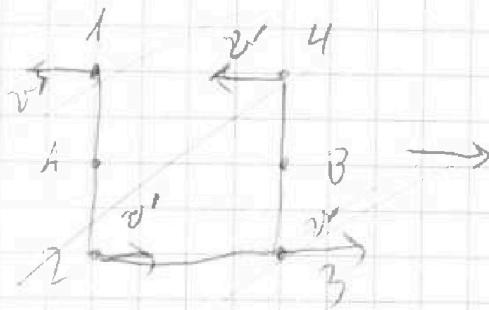
3) Несе разработка имеет, марки будут.

по выражению $\frac{b}{2}$

двигается с одинаковым ускорением (т.к. massa

пересекаются), тогда марки 1,2 будут это

делать вокруг A, а марки 3,4 вокруг B;



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

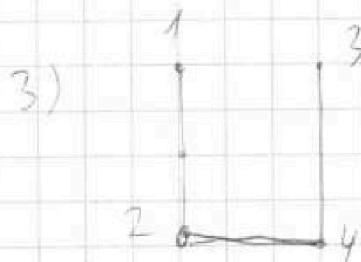
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ



После разрезов квадрат 1-3,

шаги 1, 2 и 3, 4 будут

разделены друг 2, 4 будут разделены между
~~другими~~ ^{1, 3} оставшимися

с одинаковой площадью ~~также~~, т.к. ~~площадь~~ ^{1, 3} 2-4

~~занимают одинаковую~~ ^{1, 3} ~~площадь~~ ² ~~и~~

не изменяется, при этом ~~площадь~~ ^{1, 3} 2-4

разделена по ~~одинаковой~~ ^{1, 3} радиусу в отношении

площади 2-4 соответственно;

Причём площадь 1-2 равна площади 3-4,

значит ~~одинаковой~~ ^{1, 3} радиус не меняется

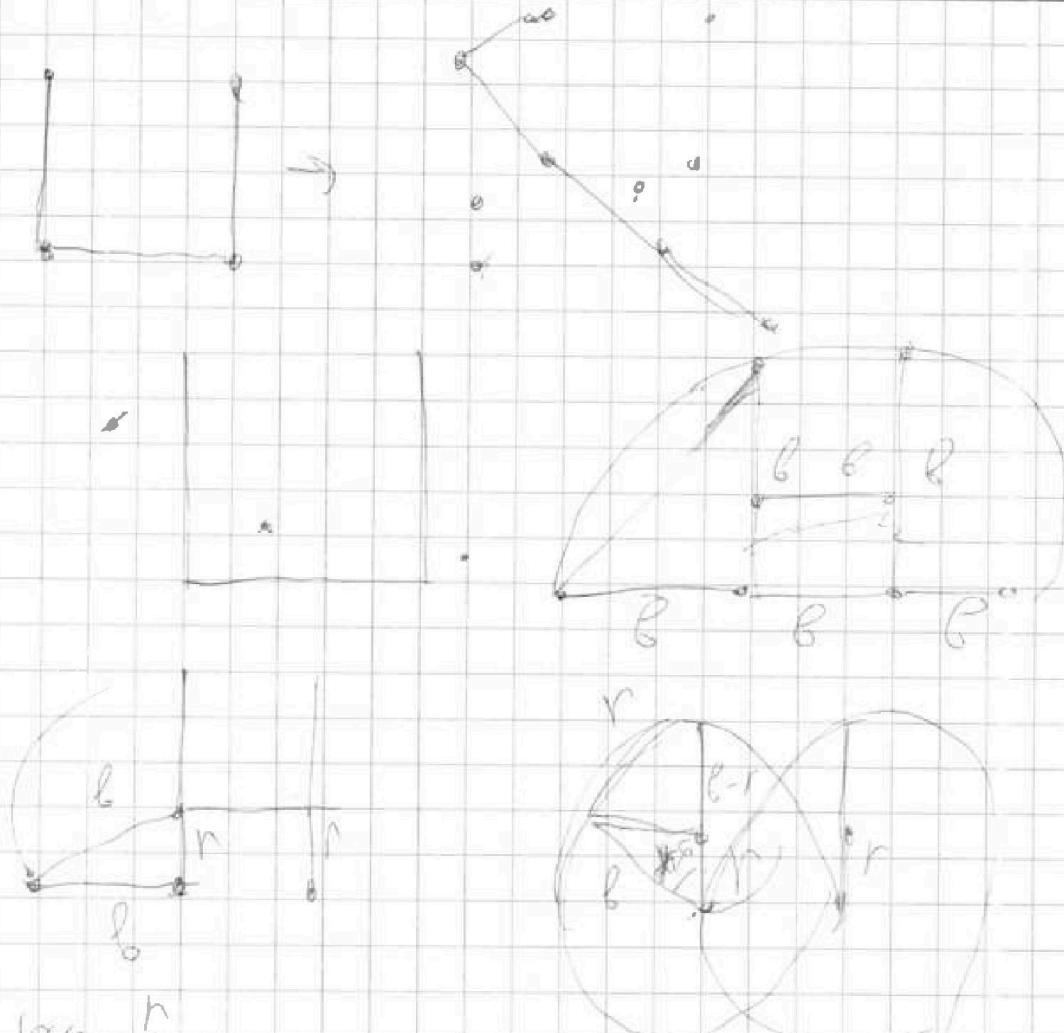
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$\text{tg} \beta = \frac{r}{r'} \Rightarrow$$