

Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023



Вариант 10-02

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

1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

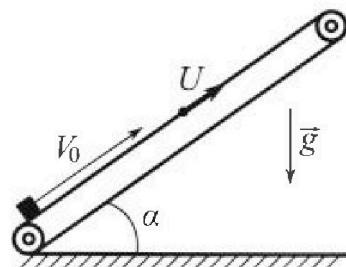
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α 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.).

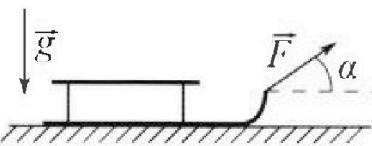
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки *во втором опыте* будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль *во втором опыте*? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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 α 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 μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

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

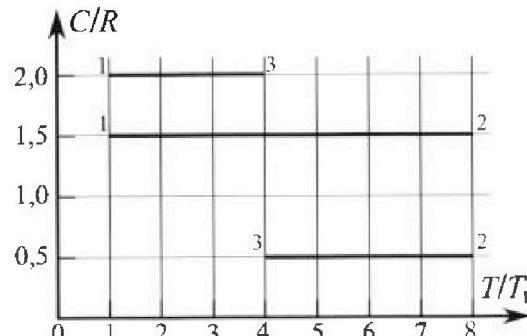
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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

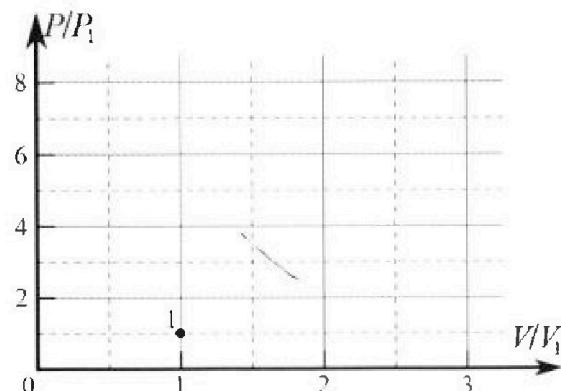
Вариант 10-02

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).

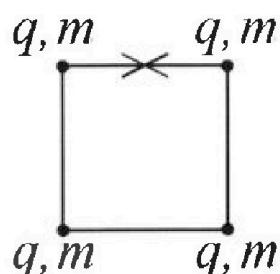


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



- 5.** Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной 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 ϵ_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"/> |

МФТИ.

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

Задача №1

Дано: $\alpha = 45^\circ$; $L = 20 \text{ м}$

Найти: v_0 — ?

$S - ?$

Решение:

1) Введем систему координат xy (Ox вдоль; $Oy \perp Ox$)
тогда координаты мяча в этих координатах

$$\begin{cases} x = v_{0x} t = v_0 \cos 45^\circ \cdot t \\ y = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin 45^\circ \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

В момент падения $y = 0$, тогда если x -ось
поката:

$$v_0 \sin 45^\circ t = \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{2v_0 \sin 45^\circ}{g}$$

$$\text{Максимальная дальность полета: } L = v_0 \cos 45^\circ \cdot \frac{2v_0 \sin 45^\circ}{g} = v_0^2 \cdot \frac{\sin 90^\circ}{g} =$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{Lg} = \sqrt{20 \cdot 10} = 10\sqrt{2} \approx 14,1 \text{ м/с}$$

2) В силу симметрии траектории полета мяча
наибольшая высота удара, когда мяч находится
в вершине траектории:

$$t_{\max} = \frac{v_0 \sin \beta}{g} - \text{время полета до вершины траектории}$$

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

$$\sin^2 \beta = \frac{2g \cdot H}{v_0^2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 3,6}{200} = \frac{72}{200}$$

$$\cos^2 \beta = 1 - \frac{72}{200} = \frac{128}{200}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2g} \sin 2\alpha = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{200}{10} \cdot \frac{\sqrt{72}}{200} \cdot \frac{\sqrt{128}}{200} = \frac{\sqrt{2 \cdot 36 \cdot 2^2}}{10} =$$

$$= \frac{2^2 \cdot 6}{10} = \frac{16 \cdot 6}{10} = 9,6 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$

$$S = 9,6 \text{ м}$$



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

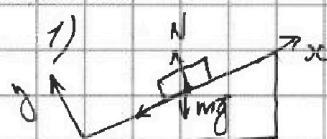
МФТИ

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

Задача №2

Дано: $\sin \alpha = 0,6$; $v_0 = 6 \text{ м/с}$; $\mu = 0,5$ Найти: $s - ?$ $L - ?$ $T_1 - ?$

Решение:



1) $\text{stro} \rightarrow \text{жакону Ньютона на оси:}$
 $\text{Ox: } \text{Силы} \leq \text{максималь} - F_f$
 $\text{Oy: } N - mg \cos \alpha = 0$

Ит. к сила тяжести скольжения: $F_f = \mu N = \mu g \cos \alpha$

Время до к-рая машина остановится

$$T = \frac{v_0}{a_x} = \frac{v_0}{g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha} = \frac{6}{10 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8} = 0,6 \text{ с}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 4/5 \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4} > \mu = 0,5 \Rightarrow$$

$$\text{Ит. о через } T = 1 \text{ с машина успеет развернуться:}$$

$$s = v_0 T - \frac{(g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha)^2}{2} (T - t)^2 =$$

$$= 6 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,6^2}{2} + \frac{10 \cdot 0,4^2}{2} = 3,6 - 1,8 = 2,8 \text{ м}$$

2) Если транспортер движется, то условие разворота машины: $v = u$. Если перейти в ИСО транспортера, то в соотв. с зак. СН - x СК - \bar{w} :

$$T_1 = \frac{v_0 - u}{g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ с}$$

3) После того, как $v = u$ машина разворачивается относительно транспортера:

$$T_2 = \frac{v_0}{g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha} = 0,6 \text{ с} - \text{время до остановки в ИСО}$$

$$4) L = v_0 T_2 - \frac{(g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha) T_2^2}{2} = 6 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,6^2}{2} = 1,5 \text{ м}$$

Ответ: $s = 2,8 \text{ м}$ $T_1 = 0,5 \text{ с}$ $L = 1,5 \text{ м}$

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 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!

Задача №3

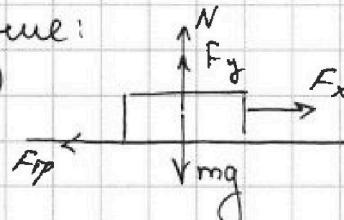
Дано: $K; \alpha; m$

Найти: $\mu - ?$

$S - ?$

Решение:

1)



В первом случае:

$$a_1 = \frac{F_x - F_{fp}}{m} = \frac{F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)}{m}$$

Во втором сл-е: $a_2 = \frac{F_x - F_{fp}}{m} = \frac{F - \mu mg}{m}$

из ур-й кинематики:

$$L = \frac{v^2}{2a_1} = \frac{v^2}{2a_2} \Rightarrow a_1 = a_2$$

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

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

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

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

2) из ур-й кинематики:

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

здесь прек. действ. F ,

$$a = \mu mg$$

из ЗСД:

$$K = \frac{mv^2}{2}$$

окончательно:

$$S = \frac{K}{m \cdot \mu mg} = \frac{K}{\mu m^2 g} = \frac{K \cos \alpha}{(1 - \sin \alpha) m^2 g}$$

Однако: $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$; $S = \frac{K \cos \alpha}{(1 - \sin \alpha) m^2 g}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

Задача №4

Дано: $T_1 = 200K$; $R = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$

Найти: ΔQ_1 ; η ; $f\left(\frac{V}{V_1}\right)$

Решение:

1) из 1^{го} начала ТД:

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta E$$

$$\Delta Q = C_v \Delta T = 2R$$

$$\Delta U = C_v \Delta T$$

$$\begin{aligned} \Delta Q &= (C - C_v) \Delta T = \left(2R - \frac{3}{2}R\right)(T_1 - T_2) = \frac{1}{2}R \cdot 3T_1 = \\ &= \frac{3}{2}RT_1 = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 200 \approx 2500 \text{ Дж} \end{aligned}$$

2) $\eta = \frac{\Delta Q}{\Delta H}$ В процессе 1-2: $C = C_v \Rightarrow$ процесс изохор. $\Rightarrow \Delta H = 0$

$$\begin{aligned} \Delta Q_{12} &= \Delta U_{12} = C_v (T_2 - T_1) = C_v \cdot 7T_1 = \frac{3}{2}RT_1 = \\ &= \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 200 \approx 2500 \text{ Дж} \approx 17,5 \text{ кДж} \end{aligned}$$

$$\Delta Q_{23} = C_v \Delta T = \frac{1}{2}R \cdot -4T_1 \leq 0 \Rightarrow \Delta Q_2 = \Delta Q_{12}$$

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Delta Q_{23} + \Delta Q_{31} = (\Delta Q_{23} - \Delta U_{23}) = \frac{1}{2}R \cdot -4T_1 - \frac{3}{2}R \cdot -4T_1 + \Delta Q_{31} = \\ &= 4T_1 \left(\frac{3}{2}R - \frac{1}{2}R \right) + \Delta Q_{31} = 4RT_1 - \frac{3}{2}RT_1 = \frac{5}{2}RT_1, \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{\Delta Q_2}{\Delta H} = \frac{5}{21}$$

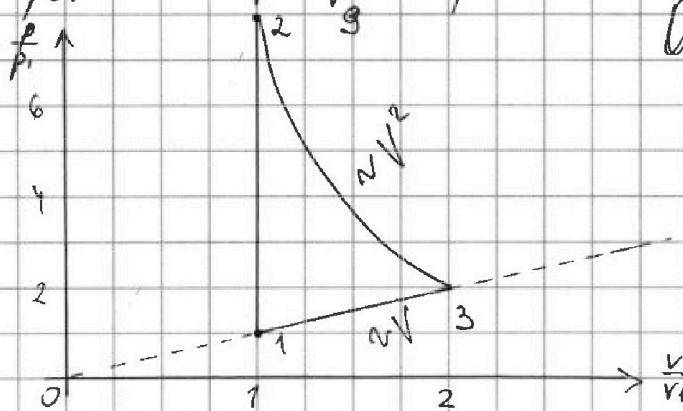
3) процесс 1 → 2 изохор. процесс

$$\text{процесс } 2 \rightarrow 3: C = C_v + \frac{R}{1 + \frac{Vdp}{pdV}} \Rightarrow 1 + \frac{Vdp}{pdV} = \left(\frac{C}{C_v}\right)^{-1} - 1$$

$$\frac{Vdp}{pdV} = 2 \Rightarrow \frac{p}{p_2} = \left(\frac{V}{V_2}\right)^2 \Rightarrow pV^{-2} = \text{const} \Rightarrow \text{изотермич. процесс} \quad (p \propto V^{-2})$$

$$\text{процесс } 3 \rightarrow 1: C = C_v + \frac{R}{1 + \frac{Vdp}{pdV}} \Rightarrow 1 + \frac{Vdp}{pdV} = \left(\frac{C}{C_v}\right)^{-1} - 1$$

$$\frac{Vdp}{pdV} = 1 \Rightarrow \frac{p}{p_1} = \frac{p_3}{V_3} \Rightarrow p \propto V$$



Ответ: $\Delta Q_{31} = -2500 \text{ Дж}$

$$\eta = \frac{5}{21}$$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!**Задача №5**Дано: T ; a Найти: $|q|$; K ; d

Решение:

$$1) |q| \rightarrow$$

 T $|q|$ T



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.



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!

Задача 3:

Дано: k ; ~~μ~~ ; α ; m

Найти: μ ; s

Решение:

1) В случае когда сила направлена под углом α :

$$F \cos \alpha \cdot L = \mu (mg - F \cos \alpha) L + k - F \sin \alpha \cdot s \quad \text{с 3СД}$$

2) Из ур-й кинематики:

$$\cancel{\frac{v^2}{L}} \cancel{m} \cancel{L} = \frac{v^2 \cdot m}{\cancel{2}(mg - F \cos \alpha) \mu}$$

3) Во втором случае:

$$L = \frac{v^2 \cdot m}{2 \mu mg}$$

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

$$A = \Delta Q - \Delta U = (C - C_0) \Delta T = \cancel{p \cancel{dV}} \cancel{f \cancel{dV}}$$
$$pdV + Vdp = \cancel{f} \cancel{dV} \Delta T$$

$$\cancel{f} = 8$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



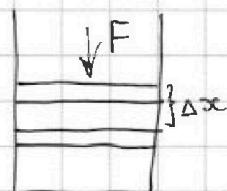
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

3) Скорость корабля обратится в 0 в ИСО, когда
в вогнутой части ИСО, она равна $v_2 = 1 \frac{m}{s}$
в соответствии с законом сохранения скорости
тогда время движения до этого момента

$$T_2 = \frac{v_0 - u - v_2}{(g \sin \alpha + u \cos \alpha)} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ с}$$



$$\Delta Q = p S \Delta x$$

$$\Delta Q = \Delta U$$

$T_k = \text{const}$ $p = \text{const}$

$$\Delta U = 0$$

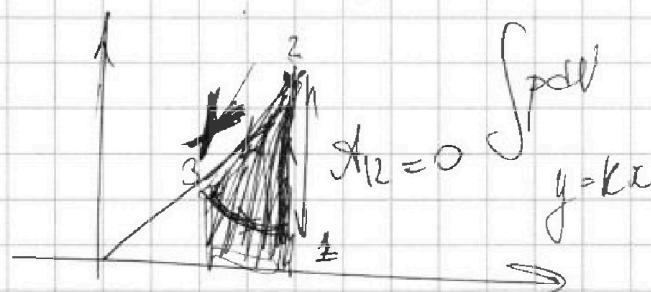
$$C_p (T_k - T_n) = C_v (T_k - T_n) + \lambda t$$

$$(C_p - C_v)(T_k - T_n) > 0 \quad \lambda > 0$$

$$\Delta Q$$

$$C_p = C_v + \lambda$$

ΔQ_{12}



$$d\Delta_{23} + d\Delta_{31}$$

$$-\frac{y}{2} + -4T_1 \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{2} \right)$$

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

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

$$4T_1 R$$

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!

Задача 2

Дано: $\sin\alpha = 0,6$; $v_0 = 6 \text{ м/с}$; $\mu = 0,5$

Найти:

Решение:



1) \vec{F}_N \vec{f} закон Ньютона в проекциях на ось:

$N - mg\cos\alpha = 0$
 $\vec{f} = m\sin\alpha$ \vec{N} и Ньютона в проекциях на ось:

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

И.к. другого движется, то $F_f = \mu N = \mu mg\cos\alpha$

Изгиба: время за которое скорость коробки по оси x станет равной 0:

$$t = \frac{v_0}{g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha} = \frac{6}{10 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8} = \frac{6}{6+4} = 0,6 \text{ с}$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

При $t = 0,6 \text{ с}$ коробка разберется и ноги

$$s = v_0 t - \frac{(g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha)t^2}{2} + \frac{(g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha)(T-t)^2}{2} = 6 \cdot 0,6 - \frac{10 \cdot 0,6^2}{2} + \frac{10 \cdot 0,4^2}{2} = 3,6 - 2,1 + 0,8 = 2,3 \text{ м}$$

2) Переходим в CO, движущуюся со скоростью транспортера v , сдвинувшись интервалом, а значит:

$$v_{AC} = v_{\text{тран}} + v_{\text{пер}}$$

$$v = (v_0 - v) - (g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha)t$$

$$v_{\text{тран}} = v - v$$

В этой CO если скорость коробки равна 0, то в CO она равна $v = \frac{v_0 - v}{g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ с}$

$$T_2 = \frac{v_0 - v}{g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ с}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

Задача №1

Дано: $\alpha = 45^\circ$; $L = 20 \text{ м}$; $H = 3,6 \text{ м}$

Найти: v_0 ?; s ?

Решение:

1) Запишем уравнения зависимости координат мяча от времени:

$$\begin{cases} x = v_{0x} t = v_0 \cos 45^\circ \cdot t \\ y = v_{0y} t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin 45^\circ \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

В момент приземления $y=0$:

$$v_0 \sin 45^\circ \cdot t = \frac{gt^2}{2}, \text{ где } t - \text{ время полета}$$

$$2v_0 \sin 45^\circ = gt$$

$$t = \frac{2v_0 \sin 45^\circ}{g}$$

$$2v_0^2 \sin^2 45^\circ = \frac{g t^2}{2}$$

$$2v_0^2 \sin^2 45^\circ = \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{2v_0^2 \sin^2 45^\circ}{g} = \frac{2v_0^2 \sin^2 45^\circ}{2v_0^2 \sin^2 45^\circ} = \frac{1}{\sin^2 45^\circ}$$

$$\frac{s^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{H}{(-2 \cos \alpha)^{-1}} \cdot \frac{1}{\sin^2 \alpha}$$

$$s^2 = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2v_0^2 \sin^2 \alpha}$$

$$s^2 = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2v_0^2}$$

$$s^2 = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{v_0^2}$$

$$s^2 = \cos^2 \alpha$$

$$s = \sqrt{\cos^2 \alpha}$$

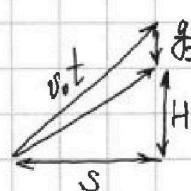
Тогда для дальности полета имеем:

$$L = v_0 \cos 45^\circ \cdot t = \frac{v_0^2 \cdot 2 \sin 45^\circ \cos 45^\circ}{g} = \frac{v_0^2 \sin 90^\circ}{g} =$$

$$= \frac{v_0^2}{g}$$

Таким образом $v_0 = \sqrt{Lg} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \approx 14,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) Когда физиком запускает мяч к стенке изобразим векторный треугольник начиная с момента удара:



Заметим, что в силу симметрии полета наибольшая высота удара достигается в случае, когда к моменту достижения высоты мяч находится в наивысшей точке траектории, тогда

$t_{\text{max}} = \frac{v_0}{g}$ — время полета до момента удара

$$s = \sqrt{\left(\frac{v_0}{g}\right)^2 - \left(\frac{g}{2} \frac{v_0^2}{g} + H\right)^2} = \sqrt{20^2 - 13,6^2} =$$