

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



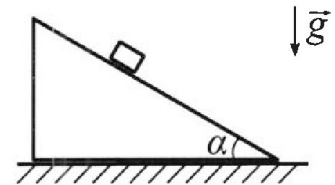
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{v}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $v_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

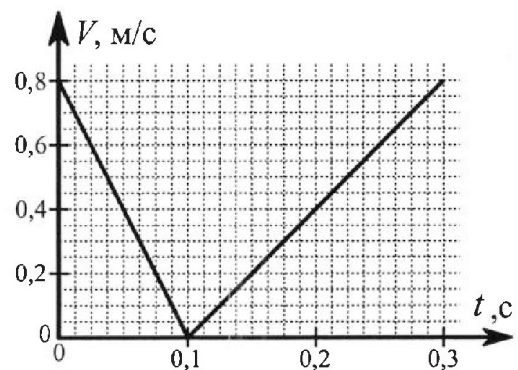
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{v_{MAX}}{v_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите максимальную высоту H полета.
2. Найдите горизонтальную дальность S полета.
3. Найдите радиус R кривизны начального участка траектории.

3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы $m = 0,2$ кг, масса клина $2m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
2. Найдите модуль $F_{тр}$ наибольшей силы трения, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,3$ с.
3. При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?



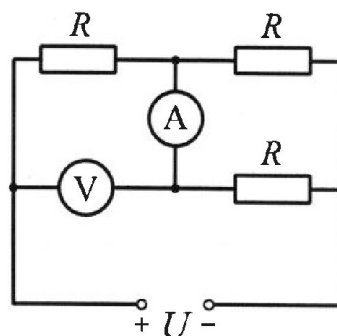
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 100$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 30$ В. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R .



1 Найдите силу I тока, текущего через источник.

2 Найдите показание U_V вольтметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при температуре $t_1 = 10$ °С, помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды $n = 9/7$.

1. Найдите долю δ массы воды, превратившейся в лед.

2. Найдите начальную температуру t_2 льда.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, температура плавления льда $t_0 = 0$ °С.



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1.

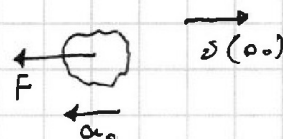
$$S(t) = S_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right).$$

Найдём ускорение $a = \dot{S}(t) = -\frac{S_0}{T}$ и $a_0 = \frac{S_0}{T}$ против начального направления движения.

Пусть на тело действует сила F . Запишем 2й 3-й Ньютона для тела:

$$m a_0 = F \Rightarrow F = \frac{m S_0}{T} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 4 \text{ м/с}}{2 \text{ с}} = 0,4 \text{ Н} \text{ и}$$

направлена против начальной скорости.



~~Обратим, что за время от $t=0$ до $t=T$ $S(t) > 0$ и $a < 0$, т.е. тело движется против действия силы.~~

Запишем 3-й закон сохранения энергии для моментов $t=0$ и $t=T$:

$$\frac{m \dot{S}^2(0)}{2} + A = 0 \quad \left(\frac{m \dot{S}^2(T)}{2} \right)$$

где A — сумма работ внешних сил, т.е. трение отвечает, то суммарная кинетическая работа в силе F .

Тогда работа силы F $A = -\frac{m \dot{S}_0^2}{2} = -\frac{0,2 \cdot 4^2}{2} \text{ Дж} = -1,6 \text{ Дж}$ или по модулю $1,6 \text{ Дж}$

Разобьём движение за время от $t=0$ до $t=4T$ на два этапа: от $t=0$ до T (скорость $\uparrow \uparrow$ с $\dot{S}_0$) и от $t=T$ до $t=4T$ (скор. $\uparrow \downarrow$ $\dot{S}_0$)

От $t=0$ до T : $S_1 = \dot{S}_0 T - \frac{a_0 T^2}{2}$ ~~$(S) = \int_0^T \dot{S}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) dt = \left(\dot{S}_0 t - \frac{t^2}{2T} \dot{S}_0\right) \Big|_0^T$~~

От T до $4T$: $S_2 = \frac{a_0 T^2 (3T)^2}{2}$ (Есть в течение $3T$ с нулевой нач. ср.)

$$S = S_1 + S_2 = \dot{S}_0 T - \frac{a_0 T^2}{2} + \frac{9 a_0 T^2}{2} = \dot{S}_0 T + \frac{8 a_0 T^2}{2} = \dot{S}_0 T + 4 a_0 T^2$$

$$= 5 \dot{S}_0 T = 5 \cdot 4 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} = 40 \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2.

Пусть сразу после удара у тела оказалась скорость $\vec{v}_0$, которая оказалась направлена под углом α к горизонту

На вертикальную ось нам оказал скорости $\vec{v}_0 \sin \alpha$ и ускорение g против скорости, во время движения тело очевидно будет снова обладать проекцией скорости по модулю $\vec{v}_0 \sin \alpha$, но в др. напр.

Тогда: $2\vec{v}_0 \sin \alpha = gT$. Помимо, что макс. выск. достигается за время $\frac{T}{2}$, тогда $H = \vec{v}_0 \sin \alpha \cdot \frac{T}{2} - \frac{gT^2}{8} = \frac{2T^2}{4} - \frac{2T^2}{8} = \frac{2T^2}{8} = 10 \cdot 2 \text{ м} = 20 \text{ м}$

Запишем 3-м сокращения энергии: $\frac{m\vec{v}_0^2}{2} = \frac{m\vec{v}^2}{2} + mgh$, где m - масса мяча (то, т.е. тело приземлилось), а $\vec{v}$ и h - скорость и высота тела в некий момент времени, тогда очевидно, что $\vec{v}$ достигает макс. зам. при $h=0$ и равно $\vec{v}_0$, а минимально при $h=H$ (макс.), когда на верт. сост. скорости отсутствует и присутствует только горизонт. сост. $\vec{v}_0 \cos \alpha$.

$$\frac{\vec{v}_0}{\vec{v}_0 \cos \alpha} = 2 \Rightarrow 2 \cos \alpha = \frac{1}{2}, \alpha = 60^\circ$$

$$\text{Т.н. горизонт. сост. } \vec{v}_0 \cos \alpha = \text{const}, \text{ то } S = \vec{v}_0 \cos \alpha \cdot T = \frac{\vec{v}_0 T}{2}$$

$$\text{Или ЗСЭ: } \frac{m\vec{v}_0^2}{2} = \frac{m\vec{v}_0^2 \cos^2 \alpha}{2} + mgh \Rightarrow \frac{m\vec{v}_0^2 \sin^2 \alpha}{2} = mgh$$

$$\vec{v}_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20}}{\frac{1}{2}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{40}{\frac{1}{2}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow S = \frac{80}{\sqrt{3}} \cdot 4 \text{ м} = \frac{320}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

В начальный момент тело обладает ускорением g , заметим, что т.н. это можно с ускорением тела, то это проекция на нормаль $g \cos \alpha$ является нормальным ускорением, которое сф. хорой равно $\frac{\vec{v}_0^2}{R}$

$$g \cos \alpha = \frac{\vec{v}_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{\vec{v}_0^2}{g \cos \alpha} = \frac{1600}{3 \cdot 10 \cdot 2} \text{ м} = \frac{160}{6} \text{ м} =$$

$$= \frac{80}{3} \text{ м}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

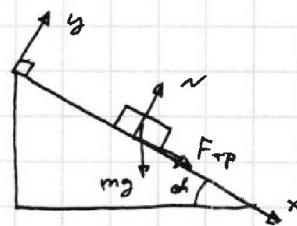
Задача 3.

Заметим, что сила трения направлена против скорости, а скорость исходя из графика сменит свое направление в процессе движения, ведь единственной ситуацией, когда тело остановится, когда тело толкнет вверх по клин, тогда от 0 до 0,1 с клин будет скользить вверх по клину, а от 0,1 с до 0,3 с вниз по клину.

• От 0 до 0,1 с:

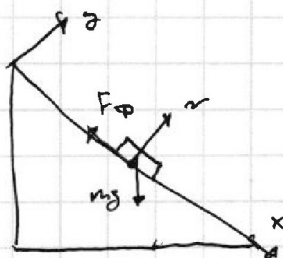
$$O_y: N = mg \cos \alpha$$

$$O_x: ma_1 = F_{тр} + mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \quad (1)$$



• $O_2: N = mg \cos \alpha$ (от 0,1 с до 0,3 с)

$$O_x: ma_2 = mg \sin \alpha - F_{тр} = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \quad (2)$$



Заметим, что $ma_1 + ma_2 = 2mg \sin \alpha$ (сложим (1) и (2))

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}$$

Заметим, что $a_1 = -\frac{dv}{dt}$ на участке от 0 до 0,1 с, т.е. из графика (коэффициент наклона $\times -1$) $a_1 = -\frac{0,8}{0,1} \text{ м/с}^2 = -8 \text{ м/с}^2$

$$A \quad a_2 = \frac{dv}{dt} \text{ на уч. от } 0,1 \text{ с до } 0,3 \text{ с} \Rightarrow a_2 = \frac{(0,8-0)}{(0,3-0,1)} \text{ м/с}^2 = \frac{0,8}{0,2} \text{ м/с}^2 = 4 \text{ м/с}^2$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

Т.к. сила трения зависит от коэф. трения μ и силы реакции $\Rightarrow$ при сползании вверх и вниз модуль силы трения одинаков и равен μN , т.е. $\mu mg \cos \alpha$. Максимальная сила трения рассматривается от 0 до 0,1 с и является максимальной.

$$ma_2 + ma_1 = 2\mu mg \cos \alpha \Rightarrow \mu = \frac{-a_2 + a_1}{2g \cos \alpha} = \frac{4}{2 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5}} = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$\Rightarrow F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha = \frac{1}{4} \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} \text{ Н} = 0,4 \text{ Н}$$



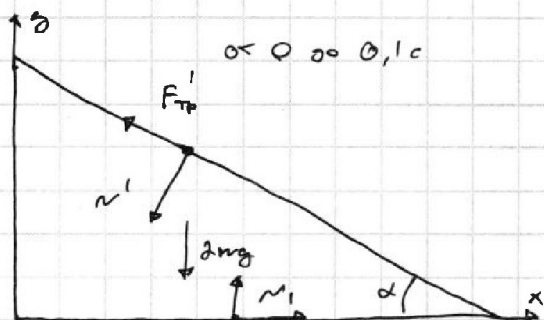
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Заметим, что майбы будет действовать на клин с противоположной по направлению $\vec{N}$ силой $\vec{N}'$ равной $\vec{N}$ по модулю, а значит $F_{TP} = -F_{TP}'$



$$N' = N = mg \cos \alpha$$

Клин начнёт скользить, когда $F_1 = \mu N_1$

$$O_y: N' \cos \alpha + 2mg - F_{TP}' \sin \alpha = N_1$$

$$O_x: F_1 = N_1' \sin \alpha + F_{TP}' \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{|F_1|}{N_1} = \frac{|N_1' \sin \alpha + F_{TP}' \cos \alpha|}{N' \cos \alpha + 2mg - F_{TP}' \sin \alpha} = \frac{mg \sin \alpha + F_{TP} \cos \alpha}{mg \cos^2 \alpha + 2mg - F_{TP} \sin \alpha}$$

$$= \frac{mg \sin \alpha + \beta mg \cos^2 \alpha}{mg \cos^2 \alpha + 2mg - \beta mg \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha + \beta \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha + 2 - \beta \sin \alpha \cos \alpha}$$

$$= \frac{\frac{3}{5} + \frac{1}{4} \cdot \frac{16}{25}}{\frac{16}{25} + 2 - \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}} = \frac{\frac{3}{5} + \frac{4}{25}}{\frac{16}{25} + 2 - \frac{3}{25}} = \frac{15 + 4}{16 + 50 - 3} = \frac{19}{63}$$

$$0 < 0,1 < 0,3 = :$$

$$O_y: N' \cos \alpha + 2mg + F_{TP}' \sin \alpha = N_1$$

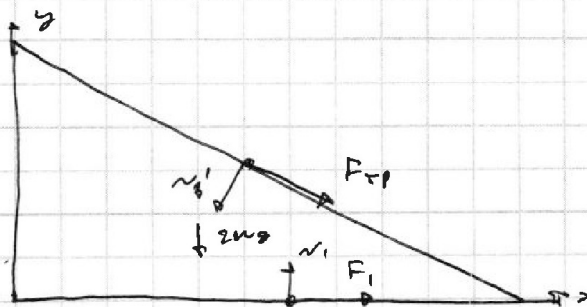
$$O_x: F_1 = N_1' \sin \alpha - F_{TP}' \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{|F_1|}{N_1} = \frac{|mg \cos \alpha \sin \alpha - \beta mg \cos^2 \alpha|}{mg \cos^2 \alpha + 2mg + \beta mg \cos \alpha \sin \alpha}$$

$$= \frac{\cos \alpha |\sin \alpha - \beta \cos \alpha|}{\cos^2 \alpha + 2 + \beta \cos \alpha \sin \alpha}$$

$$= \frac{\frac{4}{5} \cdot \left| \frac{3}{5} - \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{5} \right|}{\frac{16}{25} + 2 + \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}} = \frac{\frac{8}{5}}{\frac{16}{25} + 2 + \frac{3}{25}} = \frac{\frac{8}{5}}{\frac{19}{25} + 2} = \frac{40}{19 + 50} = \frac{40}{69}$$

$$\mu_1 < \mu_2 \Rightarrow \text{поэтому } \mu_{\text{нужно}} > \mu_2 = \frac{40}{69}$$





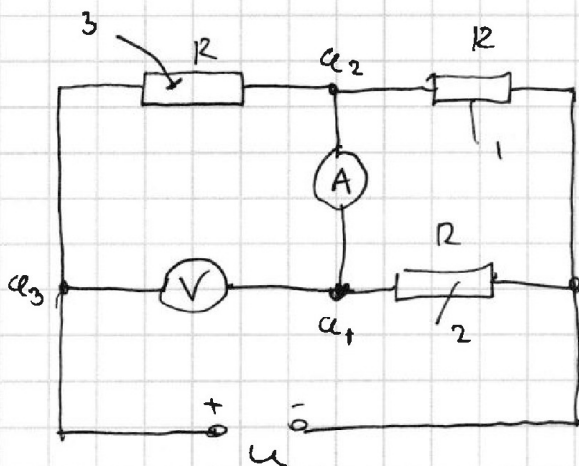
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

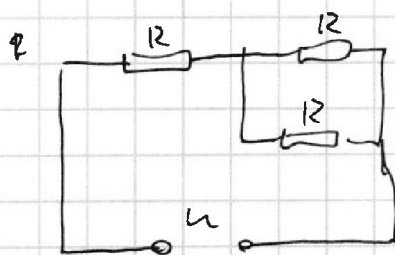
Задача 4.



Т.к. сопр. $R_0 \ll V$ велико, то через него почти не может течь ток, а т.к. R мало, то он характерен не меняет.

Уберем V и заменим A на перемычку и ничего не изменится.

Экв. сопр. цепи



$$R_0 = R + \frac{R^2}{2R} = 1,5R$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{R_0} = \frac{U}{1,5R} = \frac{30 \text{ A}}{150 \Omega} = \frac{3 \text{ A}}{150} = \frac{1}{5} \text{ A} = 0,2 \text{ A}$$

Потенциалы a_1 и a_2 равны, а вольтметр показывает $U_3 - a_1 = IR$, т.к. через рез. 3 пройдет ток I .

$$U_3 = IR = \frac{U}{1,5} = \frac{2}{3}U = 20 \text{ В}$$

Т.к. резисторы 1 и 2 одинаковы, то через них течет ток по $\frac{I}{2} \Rightarrow$ на них равняется мощность

Эв. Т.к. рез. 1 и 2 одинаковы, то через них течет ток по $\frac{I}{2} \Rightarrow$ в них же один разв. мощность по $(\frac{I}{2})^2 R = \frac{I^2 R}{4} \Rightarrow$ вместе $\frac{I^2 R}{2}$

Рез. 3 разв. $I^2 R \Rightarrow$ вся система $1,5 I^2 R$

$$\text{Эв. сопр. } R_0 \Rightarrow \text{разв. мощность } P = I^2 R_0 = 1,5 I^2 R = \frac{3}{2} \cdot 0,04 \cdot 100 \text{ Вт} = 6 \text{ Вт}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5.

Паров масса воды m .

$$c_{в} m (t_1 - t_0) = \lambda \Delta m, \text{ где } t_0 - \text{температура в тепл. диапазоне, т.е. } t_0 = 0^\circ\text{C},$$

$$\frac{m + \Delta m}{m - \Delta m} = n$$

а Δm - масса воды, которая растаяла

$$c_{в} m t_1 = \lambda \Delta m$$

$$m + \Delta m = n m - n \Delta m$$

$$(n+1) \Delta m = (n-1) m \Rightarrow \Delta m = \frac{n-1}{n+1} m \Rightarrow \rho = \frac{\Delta m}{m} = \frac{n-1}{n+1}$$

$$c_{в} m t_1 = \lambda \cdot \frac{n-1}{n+1}$$

Задача 5.

Паров масса воды m .

Переведем всё в воду при температуре 0°C , на это потребуется тепло $Q = c_{л} m t_2 - c_{в} m t_1 + \lambda m$

Все тепло уйдет на превращение этой воды в лёд.

$$\lambda \Delta m = Q \Rightarrow \Delta m = \frac{Q}{\lambda} = m - \frac{c_{л} m t_2 + c_{в} m t_1}{\lambda} = m \left(1 - \frac{c_{л} t_2 + c_{в} t_1}{\lambda} \right)$$

$$n = \frac{\Delta m}{m - \Delta m} = \frac{1 - \frac{c_{л} t_2 + c_{в} t_1}{\lambda}}{2 - 1 + \frac{c_{л} t_2 + c_{в} t_1}{\lambda}} = \frac{1 - \frac{c_{л} t_2 + c_{в} t_1}{\lambda}}{1 + \frac{c_{л} t_2 + c_{в} t_1}{\lambda}}$$

$$n + n \cdot \frac{c_{л} t_2 + c_{в} t_1}{\lambda} = 1 - \frac{c_{л} t_2 + c_{в} t_1}{\lambda}$$

$$n \lambda + n c_{л} t_2 + n c_{в} t_1 = \lambda - c_{л} t_2 - c_{в} t_1$$

$$t_2 (n c_{л} + c_{л}) = \lambda - c_{в} t_1 - n c_{в} t_1 - \lambda n$$

$$t_2 = \frac{\lambda - c_{в} t_1 - n c_{в} t_1 - \lambda n}{c_{л} (1+n)} = \frac{-\lambda (n-1) - c_{в} t_1 (n+1)}{c_{л} (n+1)}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☐5
☒6
☐7
☐СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5 (мрз.)

$$t_2 = -\frac{\lambda(n-1)}{c_n(n+1)} - \frac{c_b t_1}{c_n} = \left(-\frac{3,36 \cdot 10^5 \cdot \frac{2}{7}}{2,1 \cdot 10^3 \cdot \frac{16}{7}} - \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 10^4}{2,1 \cdot 10^{35}} \right)^\circ \text{C} =$$

$$= \left(-\frac{3,36 \cdot 10^2 \cdot 2}{2,1 \cdot 16} - 20 \right)^\circ \text{C} = \left(-\frac{336}{2,1 \cdot 8} - 20 \right)^\circ \text{C} =$$

$$= \left(-\frac{3360}{21 \cdot 8} - 20 \right)^\circ \text{C} = \left(-\frac{440}{21} - 20 \right)^\circ \text{C} \approx \left(-\frac{440}{20} - 20 \right)^\circ \text{C} =$$

$$= -\frac{480}{20}^\circ \text{C} = -24^\circ \text{C} = -24^\circ \text{C}$$

$$\delta = \frac{\Delta m_{\text{н}} - m}{m} \Leftrightarrow$$

$$n = \frac{\Delta m}{2m - \Delta m} \Rightarrow 2mn - n\Delta m = \Delta m \Rightarrow \Delta m = \frac{2mn}{n+1}$$

$$\delta = \frac{\frac{2mn}{n+1} - m}{m} = \frac{2n}{n+1} - 1 = \frac{2n - n - 1}{n+1} = \frac{n-1}{n+1} = \frac{\frac{2}{7}}{\frac{16}{7}} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8} = 0,125$$



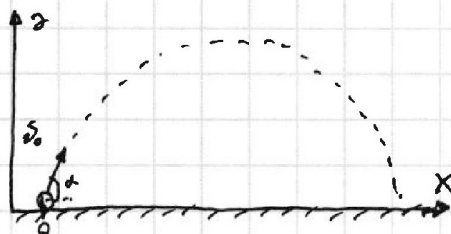
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2.



Ударив по мячу, футболист прездал мячу скорость $\vec{v}_0$ направленную под углом α к горизонту. ~~Мяч движется по параболе, которую можно считать~~

Пусть мяч обладает массой m , ~~и пусть он в некоторый момент оказался~~

на высоте h над горизонтом, запишем 3-ю сохр. энергии, где v - его скорость в этот момент времени:

$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh$, т.к. $h \geq 0$, то ожидаем, что максимальное значение скорости достигается при $h=0$ и равно v_0 , а минимальное при макс. h , т.е. когда мяч в него отбрасывает вертикальная скорость, т.е. у него присутствует только горизонтальная скорость $v_0 \cos \alpha = \text{const}$.

$$\text{Тогда } \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{v_0}{v_0 \cos \alpha} = n = 2 \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

~~Узнаем сохр. энергии: $\frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh$~~

$$\text{Из 3-ей сохр. энергии: } \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh$$

$$1) = \frac{v_{\max}^2 - v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2 - v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} =$$



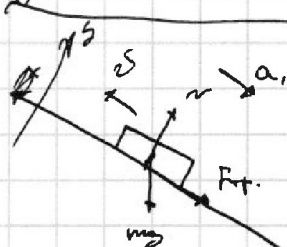
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3.



Т.н. в какой-то момент масса останавливалась, то ей придали начальную скорость вверх по накл. Из промежутке $0 \leq v \leq 0,1$ с скорость v $\uparrow$ и $\downarrow$ направлена вверх по накл., а затем может направиться.

$$\text{от } 0 \leq v \leq 0,1 \text{ с: На } O_x: m a_1 = F_{\text{тр}} + m g \sin \alpha = \mu N + m g \sin \alpha$$

$$O_y: m g \cos \alpha = N$$

$$m a_1 = \mu m g \cos \alpha + m g \sin \alpha$$

$$a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

от $0,1 \leq v \leq 0,3$ с:

$$\text{На } O_y: N = m g \cos \alpha$$

$$\text{На } O_x: m a_2 = F_{\text{тр}} - F_{\text{г}} + m g \sin \alpha$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$\Rightarrow a_1, a_2 = 2 g \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}$$

Т.н. $\frac{d^2 s}{dt^2} = a$, то коэф. накл. μ от $0 \leq v \leq 0,1$ с μ ~~равен~~ равен a_1 , а от $0,1 \leq v \leq 0,3$ a_2 .

$$a_1 = \frac{0,8}{0,1} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{12}{20} = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$a_2 = \frac{0,8}{0,2} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\text{Выразим } F_{\text{тр}} \text{ в обоих случаях: от } 0 \leq v \leq 0,1 \text{ с: } F_{\text{тр}} = m g \sin \alpha - m a_2 =$$

$$= m(g \sin \alpha - a_2) = 0,2 \cdot (10 \cdot \frac{3}{5} - 4) \text{ Н} = 0,4 \text{ Н}$$

$$\text{от } 0,1 \leq v \leq 0,3 \text{ с: } F_{\text{тр}} = m a_1 - m g \sin \alpha = m(a_1 - g \sin \alpha) =$$

Масса $F_{\text{тр}}$ в моменты $\mu m g \cos \alpha = \text{const}$ в обоих случаях a_1 и a_2



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3 (продолж. №2)

$$\begin{aligned} & \left(10,4 \cdot \frac{4}{5} + 0,2 \cdot \frac{3}{5} \right) \cdot 10 = \\ & \left(10,4 \cdot 0,2 \cdot 2 \cdot 10 + 0,2 \cdot 10 \cdot \frac{16}{25} + 0,4 \cdot \frac{3}{5} \right) \cdot 10 = \\ & = \frac{-\frac{1,6}{5} + \frac{2,4}{25}}{4 + \frac{32}{5} + \frac{1,2}{5}} = \frac{\frac{-8 + 2,4}{25}}{\frac{100 + 32 + 6}{25}} = \frac{5,6}{138} = \\ & = \frac{56}{1380} = \frac{14}{345} < \frac{26}{315} \\ & \Rightarrow \text{При } \mu < \frac{26}{315} \end{aligned}$$

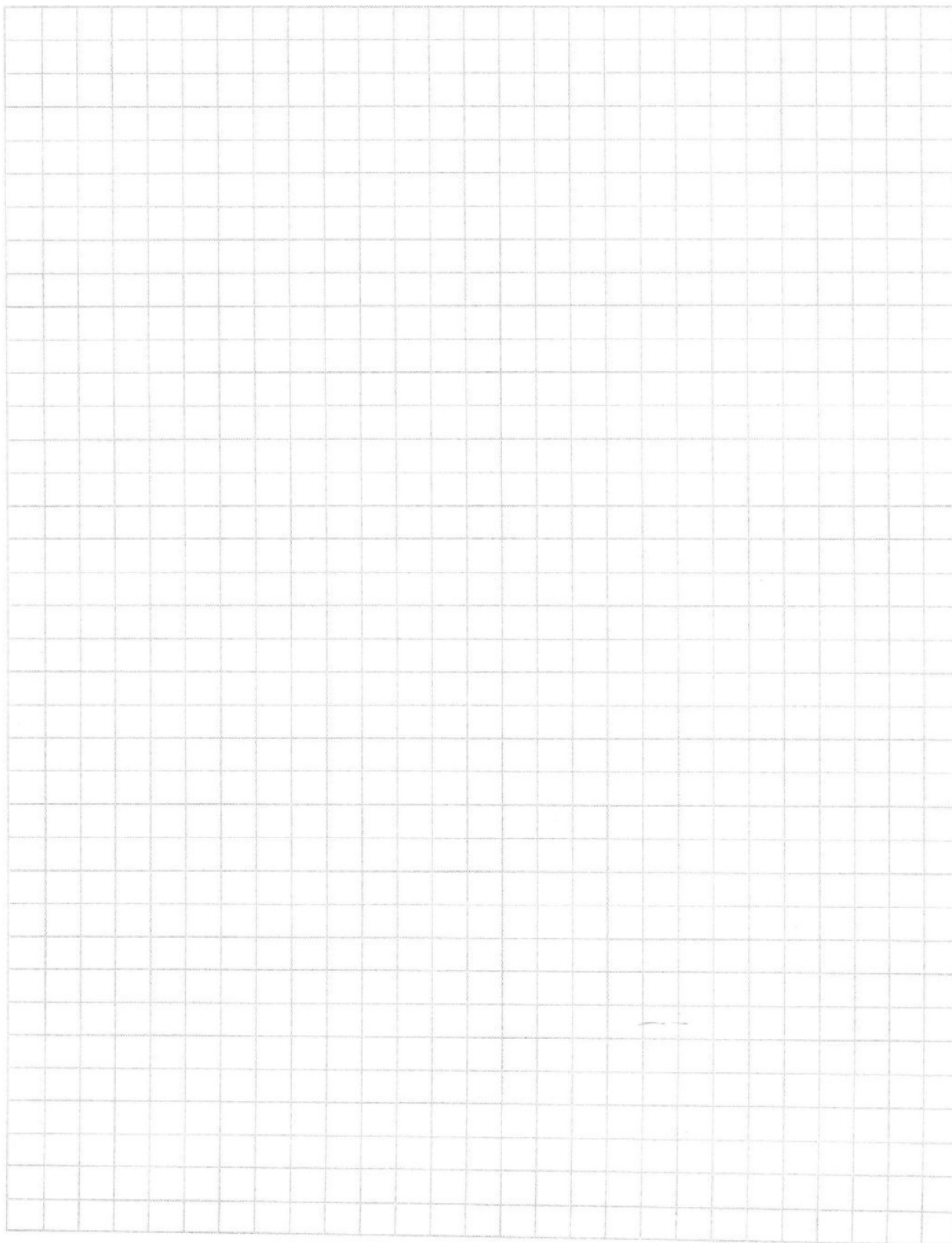


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3 (продолжение).

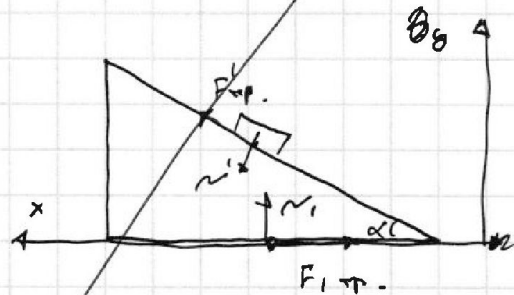
$$F_{\text{тр}} = ma_{\text{т}} - mg \sin \alpha = m(a_{\text{т}} - g \sin \alpha) = m(0,2 - g \sin \alpha) = 0,2(8 - \frac{6}{5}) \cdot 10 = 0,4 \text{ Н}$$

На клин будет действовать сила реакции со стороны маляды по модулю равная N

Запомним, что клин находится в движении, тогда $F_{\text{тр}}$ достигнет значения μN .

При $F_{\text{тр}}$ макс. вверх

Примем, что если $F_{\text{тр}}$ будет макс. вниз по наклону, то N_1 будет больше, чем если вверх, а проекция результирующей силы Q на ось x будет меньше. $\Rightarrow$ максимальное значение μ при $F_{\text{тр}}$ вверх.



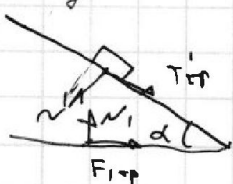
$$\text{На } O_y: F_{\text{тр}} \cos \alpha + N_1 = 2mg + N' \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} \sin \alpha + N_1 = 2mg + N' \cos \alpha - F_{\text{тр}} \sin \alpha$$

$$\text{На } O_x: F_{\text{тр}} = F' \cos \alpha + N' \sin \alpha$$

$$\begin{aligned} \mu & \Rightarrow \mu = \frac{F_{\text{тр}} \cos \alpha + N' \sin \alpha}{2mg + N' \cos \alpha - F_{\text{тр}} \sin \alpha} = \frac{0,4 \cdot \frac{4}{5} + 0,2 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}}{2 \cdot 0,2 \cdot 10 + 0,2 \cdot 10 \cdot \frac{16}{25} - 0,4 \cdot \frac{3}{5}} = \frac{\frac{1,6}{5} + \frac{2,4}{25}}{4 + \frac{32}{25} - \frac{1,2}{5}} = \frac{\frac{10,4}{25}}{\frac{100+32-6}{25}} = \\ & = \frac{10,4}{126} = \frac{104}{1260} = \frac{26}{315} \end{aligned}$$

При $F_{\text{тр}}$ вниз:



$$\text{Аналогично } F_{\text{тр}} = N' \sin \alpha - F_{\text{тр}} \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{N' \sin \alpha - F_{\text{тр}} \cos \alpha}{2mg + N' \cos \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha} = \frac{mg \cos \alpha \sin \alpha - F_{\text{тр}} \cos \alpha}{2mg + N' \cos \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha}$$