



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



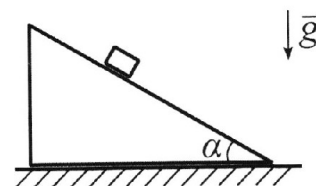
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t=T$.

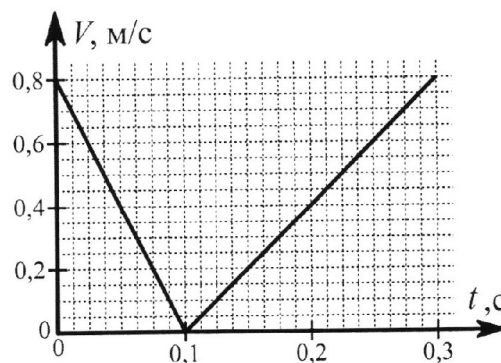
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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





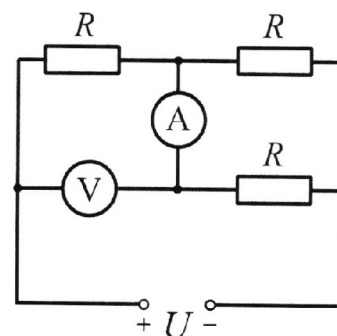
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.



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 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!

N1.

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right).$$

Дано:

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$T = 2 \text{ с}$$

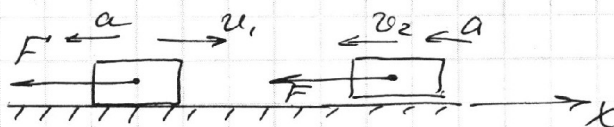
1) $S = ?$

2) $F = ?$

3) $A = ?$

$$t=0: \vec{v}_1 = \vec{v}_0; \quad \vec{v}_1 \uparrow \vec{v}_0.$$

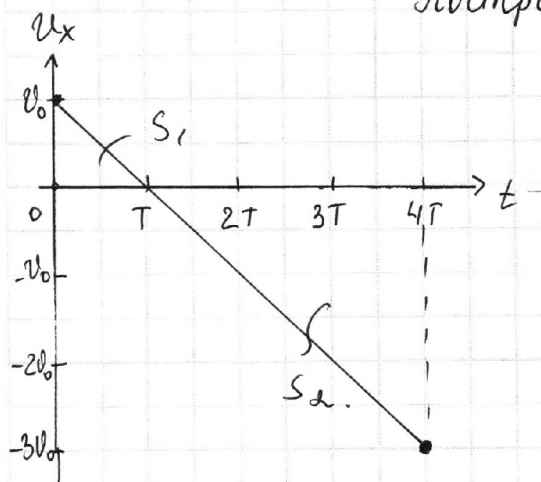
$$t=4T: \vec{v}_2 = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{4T}{T}\right) = -3\vec{v}_0; \quad \vec{v}_2 \uparrow \vec{v}_0.$$



Тело сначала тормозило, а потом разогнелось.

Введем ось Ox , направленную горизонтально вправо.

Построим график зависимости $v_x(t)$.



Площадь под графиком есть пройденной шайбой путь.

$$S = S_1 + S_2; \quad S_1 = \frac{1}{2} \cdot v_0 \cdot T = 0,5 v_0 T.$$

$$S_2 = \frac{1}{2} \cdot 3T \cdot |-3v_0| = 4,5 v_0 T.$$

$$\Rightarrow S = 5 v_0 T = 5 \cdot 4 \cdot 2 = 40 \text{ м.}$$

$$a_x = -\frac{v_0}{T} = -\frac{4}{2} = -2 \text{ м/с}^2 \quad \text{— проекция ускорения шайбы на ось } Ox.$$

(установив коэффициент)

$$\cancel{F_x} = \cancel{m a_x} \quad F_x = m a_x = 0,2 \cdot (-2) = -0,4 \text{ Н.}$$

$$\Rightarrow \text{модуль силы } F = 0,4 \text{ Н.}$$



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**.



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!

№1 (нроч.)

$$A = F \cdot s_1 \cdot \cos \alpha; \alpha = 180^\circ \Rightarrow A < 0.$$

$$A = -0,4 \cdot 4 = -1,6 \text{ Дж.}$$

Ответ: 1) $S = 40 \text{ м}$; 2) $F = 0,4 \text{ Н}$; 3) $A = -1,6 \text{ Дж}$.



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 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!

N2.

Дано:

$$T = 4 \text{ с}$$

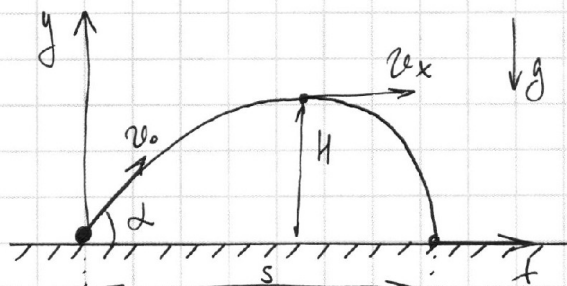
$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = n = 2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

1) H - ?

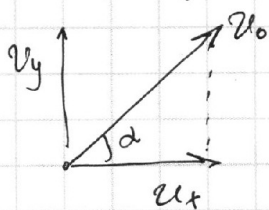
2) S - ?

3) R - ?



Скорость мяча минимальна в высшей точке траектории. В высшей точке отсутствует вертикальная компонента скорости $\Rightarrow v_{\min} = v_x = \text{const.}$ (горизонтальная компон. v_y)

Скорость мяча максимальна в начале и в конце движения $\Rightarrow v_{\max} = v_0$; $v_0 = n v_x$.



$$v_0^2 = v_x^2 + v_y^2. (1) \quad v_0 - \text{исх. скорость.}$$

Время полёта рассчитывается по формуле

$$T = \frac{2v_y}{g} \Rightarrow v_y = \frac{gT}{2} = \frac{10 \cdot 4}{2} = 20 \text{ м/с.}$$

Теперь из (1) найдем v_x и v_0 с учётом $v_0 = n v_x$.

$$v_x = \frac{v_y}{\sqrt{n^2 - 1}} = \frac{20}{\sqrt{2^2 - 1}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м/с}$$

$$v_0 = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ м/с.}$$



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!

N2 (прод.) Введём координатные оси Ox и Oy с началом в точке, где находится мишень сразу после удара (нач. полёта.)

$$\begin{cases} y(t) = v_y t - \frac{g t^2}{2} \\ x(t) = v_x t \end{cases}$$

Максимальная высота H достигается в момент времени $\frac{T}{2}$.

$$H = y\left(\frac{T}{2}\right) = v_y \cdot \frac{T}{2} - \frac{g T^2}{8} = 20 \cdot \frac{4}{2} - \frac{10 \cdot 4^2}{8} = 20 \text{ м.}$$

Найдём дальность полёта S :

$$S = x(T) = v_x \cdot T = \frac{20}{\sqrt{3}} \cdot 4 = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м.}$$

Введём угол α между $\vec{v}_0$ и горизонт. ($\vec{v}_0$ и $\vec{v}_x$).

$$\cos \alpha = \frac{v_x}{v_0} = \frac{20/\sqrt{3}}{40/\sqrt{3}} = \frac{1}{2}.$$

Определим радиус кривизны начального участка

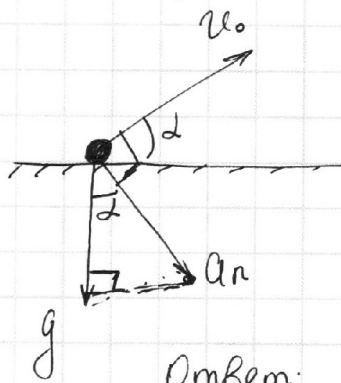
траектории R .

a_n — нормальное ускорение шара.

$$a_n = \frac{v_0^2}{R}; \quad a_n = \frac{g}{\cos \alpha}.$$

$$\Rightarrow R = \frac{v_0^2 \cdot \cos \alpha}{g} = \frac{40^2 \cdot 1}{(\sqrt{3})^2 \cdot 2 \cdot 10}$$

$$R = \frac{80}{3} \text{ м.}$$



Ответ: 1) $H = 20 \text{ м}$; 2) $S = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$; 3) $R = \frac{80}{3} \text{ м}$.



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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

N3.

Дано:

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v(t)$$

$$1) \sin \alpha - ?$$

$$2) F_{\text{тр}} - ?$$

$$3) \mu - ?$$

Из графика $v(t)$ получим,

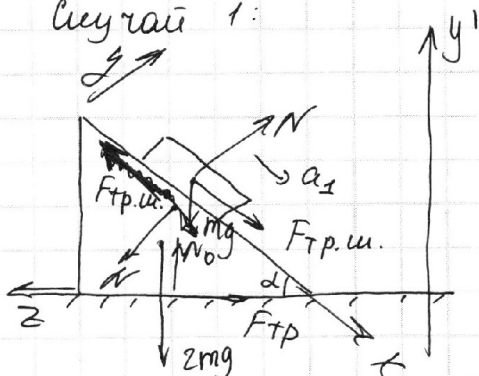
что сначала тело тормозило, двигаясь вверх по наклонной плоск., а затем ускорилось вниз по накл. плоск.

$$a_1 = 8 \text{ м/с}^2 - \text{торможение (случ. 1)}$$

$$a_2 = 4 \text{ м/с}^2 - \text{ускорение (случ. 2)}$$

$$\vec{a}_1 \uparrow \uparrow \vec{a}_2$$

Случай 1:



II з.и.: шайба:

$$\vec{F}_{\text{тр.ш.}} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}_1$$

$$\vec{F}_{\text{тр.ш.}} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}_2$$

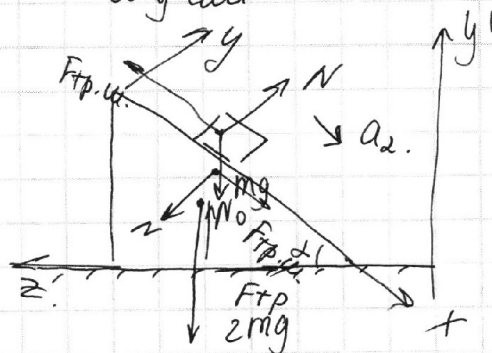
Введём оси $Ox; Oy; Oz$ (см. рисунки).

Шайба: 1^й случай: $Ox: F_{\text{тр.ш.}} + mg \sin \alpha = ma_1$ (1)

2^й случай: $Ox: -F_{\text{тр.ш.}} + mg \sin \alpha = ma_2$ (2)

$Oy: N = mg \cos \alpha$ (3)

Случай 2:



Клин:

$$2m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}_{\text{тр.ш.}} + \vec{N} = 0$$



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!

N3 (прод.)

Кинк: 1^й случай: ОЗ: (4) $F_{тр} = N \sin \alpha + F_{тр.ш.} \cos \alpha$.

$$Oy': (5) N_0 + F_{тр.ш.} \sin \alpha = 2mg + N \cos \alpha.$$

$$2^{й} \text{ случай: ОЗ: } F_{тр} = N \sin \alpha - F_{тр.ш.} \cdot \cos \alpha. \quad (6)$$

$$Oy' = N_0 = 2mg + N \cos \alpha + F_{тр.ш.} \cdot \sin \alpha. \quad (7)$$

Запишем II з.к. для шайбы в проекции на Ох

в импульсной форме $\Delta t = 1 \text{ с}$: $v_1 = 8 \text{ м/с}$

$$(F_{тр.ш.} + mg \sin \alpha) \Delta t = m(0 - (-v_1)) \quad (8) \quad \text{м. скор.}$$

$$(1) \text{ и } (2) \Rightarrow F_{тр.ш.} = \frac{m(a_1 - a_2)}{2} \quad (*) \rightarrow (8)$$

$$(8) \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_1 - \frac{a_1 - a_2}{2} \Delta t}{g \Delta t} = \frac{8 - \frac{8 - 4}{2} \cdot 1}{10 \cdot 1} = 0,6.$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = 0,8 \text{ (из ПТТ)}.$$

Заметим, что $F_{тр}$ наибольшая в 1^м случае.

С учетом (*) и (3) получим:

$$F_{тр} = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha + \frac{m(a_1 - a_2)}{2} \cdot \cos \alpha = 1,28 \text{ Н.}$$

Найдем критический коэффициент трения:

$$F_{тр} = \mu_{кр} N_0. \text{ С учетом } (*), (3), (5), \text{ получим: } \mu_{кр} = \frac{F_{тр}}{2mg + mg \cos^2 \alpha - \frac{m(a_1 - a_2)}{2} \cdot \sin \alpha} = \frac{2}{7}.$$

Ответ: 1) $\sin \alpha = 0,6$; 2) $F_{тр} = 1,28 \text{ Н}$; 3) $\mu \geq \frac{2}{7}$.



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!

№4 (прод.)

$$U_B = U_A - U_C = I \cdot R = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ В.}$$

Мощность, кот. рассеивается в цепи найдем по формуле $P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{30^2}{150} = 6 \text{ Вт.}$

Ответ: 1) $I = 0,2 \text{ А}$; 2) $U_B = 20 \text{ В}$; 3) $P = 6 \text{ Вт}$.



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**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

N4.

Дано:

$$R = 100 \text{ л.}$$

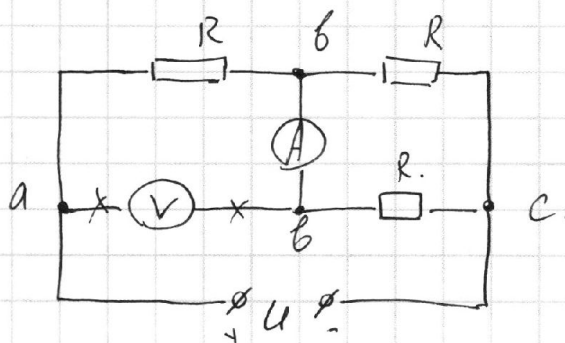
$$U = 30 \text{ В}$$

$$R_A \ll R; R_V \gg R.$$

$$1) I - ?$$

$$2) U_B - ?$$

$$3) P - ?$$



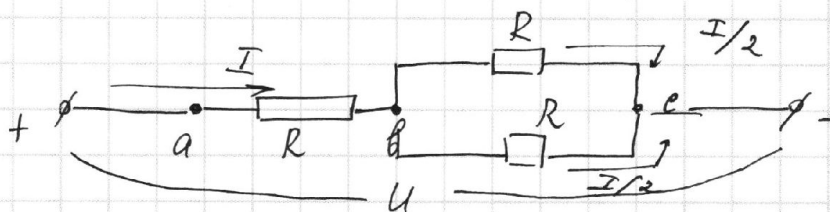
R_A - сопротивление амперметра;
 R_V - сопротивление вольтметра.

Из условия: $R_A \ll R \Rightarrow$ амперметр можно заменить на идеальный провод,

$R_V \gg R \Rightarrow$ через вольтметр ток не течёт.

Обозначим потенциалы a, b, c с учётом того, что амперметр - идеальный провод.

Эквивалентная схема:



R_0 - эквивалентное сопротивление цепи.

$$R_0 = \frac{R}{2} + R = 1,5R = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ л.}$$

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{30}{150} = 0,2 \text{ А.}$$

Показания вольтметра - разность потенциалов a и b ($U_a - U_b$).



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!

№5 (прод.)

$$t_2 = - \frac{8 \cdot 4200 \cdot 10 + 336000}{8 \cdot 2100} = -40^\circ\text{C}.$$

Ответ: 1) $\delta = \frac{1}{8}$; 2) $t_2 = -40^\circ\text{C}.$



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!

№5.

Дано:

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$m_l = m_v = m$$

$$\frac{m'_l}{m'_v} = n = \frac{9}{7}$$

$$c_l = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_v = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

1) $\delta = ?$

2) $t_2 = ?$

m'_l — масса льда после установившегося теплового равновесия;

m'_v — масса воды после установившегося теплового равновесия;

Δm — масса воды, превратившаяся в лёд.

$$\left\{ \begin{array}{l} m'_l = m_l + \Delta m = m + \Delta m \\ m'_v = m_v - \Delta m = m - \Delta m \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m'_l = m_l + \Delta m = m + \Delta m \\ m'_v = m_v - \Delta m = m - \Delta m \end{array} \right.$$

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

$$\delta = \frac{\Delta m}{m} = \frac{n-1}{n+1} = \frac{9/7 - 1}{9/7 + 1} = \frac{1}{8}$$

Конечная температура льда равна t_0 , т.к. не вся вода превратилась в лёд.

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{отг}}$$

$$c_l m_l (t_0 - t_2) = c_v m_v (t_1 - t_0) + \lambda \Delta m$$

Учитывая, что $m_l = m_v = m$; $\Delta m = \frac{m}{8}$; $t_0 = 0$,

получим:
$$t_2 = - \frac{8 c_v t_1 + \lambda}{8 c_l}$$



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.

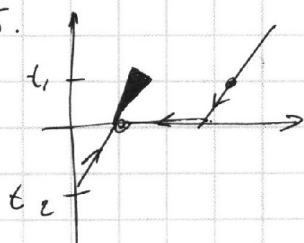
1 2 3 4 5 6 7

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!

Черновик.

15.



Его можно. Типа уже $t_k = t_0$
т.к. гайка ~~уже~~ превратилась
в лед полностью, не все.

$$c_{лм} \cdot (t_2 - t_0) = c_{в.м.} \cdot (t_1 - t_0) + \lambda \cdot m.$$

В условии, что $t_0 = 0^\circ\text{C}$:

$$- c_{лм} \cdot m \cdot t_2 = c_{в.м.} \cdot t_1 + \lambda \cdot \frac{m}{8}$$

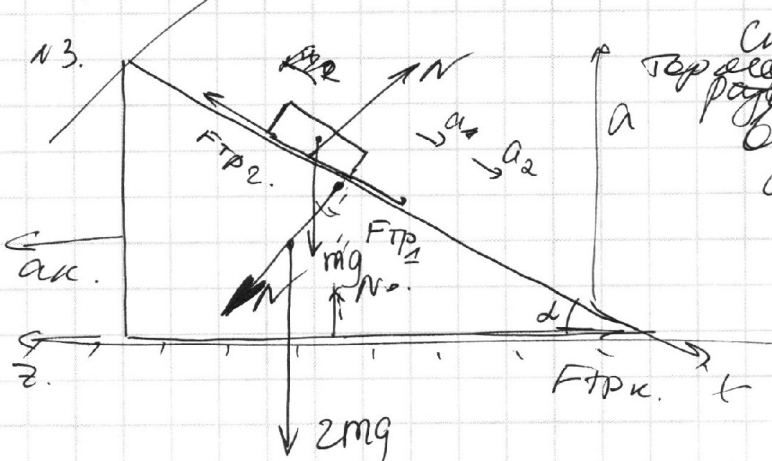
$$t_2 = - \frac{8 c_{в} t_1 + \lambda}{8 c_{л}} = - \frac{8 \cdot 4200 \cdot 10 + 336000}{8 \cdot 2100} = -40^\circ\text{C}$$

$$\begin{array}{r} 42000 \\ + 18 \\ \hline 336000 \\ \times 8 \\ \hline 672000 \\ \times 168 \\ \hline 67200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2400 \\ + 16800 \\ \hline 16800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 672000 \\ 16800 \\ \hline 6720 \end{array} \quad \begin{array}{r} 168 \\ 40 \end{array} \quad t_2 = -40^\circ\text{C}.$$

13. $m = 0,2 \text{ кг}; 2 \text{ м.}$ $g = 10 \text{ м/с}^2$.



Сначала тело
равномерно движется
вверх, а потом
скачет вниз с
ускорением

$$a_1 = 8 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = 4 \text{ м/с}^2$$

$$\begin{cases} m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр1,2} = m\vec{a}_{1,2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \vec{N} + \vec{N}_0 + 2m\vec{g} + \vec{F}_{трк} = 2m\vec{a}_k = 0 \end{cases}$$

$a_k = 0$
по усл. - положено

Ускорение нити равно нулю?



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!

№3 / Чертков

Матча:

$$F_{tp1} = \mu_0 N = F_{tp2}$$

1й шар: Ох: $F_{tp1} + mg \sin \alpha = ma_1$

2й ; Ох: $-F_{tp2} + mg \sin \alpha = ma_2$

Оу: $mg \cos \alpha = N$

$$F_{tp1} + F_{tp2} = ma_1 - ma_2$$

$$2\mu_0 N = m(a_1 - a_2); \quad \frac{m(a_1 - a_2)}{2} = F_{tp}$$

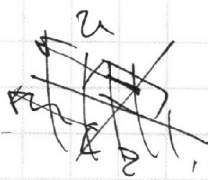
$$2\mu_0 g \cos \alpha = a_1 - a_2$$

Клин:

F_{tp}

Ох: $N \sin \alpha - \mu N_0 = 2ma_{кл} = 0$

ОА: $N_0 = 2mg + N \cos \alpha$



$$N \sin \alpha - 2\mu mg - \mu N \cos \alpha = 0$$

$$N \sin \alpha = F_{tp}$$

$$F_{tp} = mg \cos \alpha \sin \alpha =$$

$$= 0,2 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 0,96 \text{ Н}$$

~~Мом~~ $\Delta v = \mu_0 N \Delta t = m \Delta v$

$$\mu_0 N = 8m = 1,6$$

~~4,8 - 2 = m~~

$$\mu_0 N = \frac{m \cdot 4}{2} = 0,4$$

$$\begin{array}{r} 0,48 \\ \times 0,96 \\ \hline 0,96 \end{array}$$



$$F_{tp} \Delta t + mg \sin \alpha \Delta t = m \cdot v_{кл}$$

$$F_{tp} = \frac{mv_{кл} - mg \sin \alpha \Delta t}{\Delta t}$$

$$\frac{v_{кл}}{\Delta t} - g \sin \alpha = \frac{a_1 - a_2}{2}$$

$\sin \alpha =$

$$\frac{v_{кл}}{\Delta t} = \frac{a_1 - a_2}{2}$$

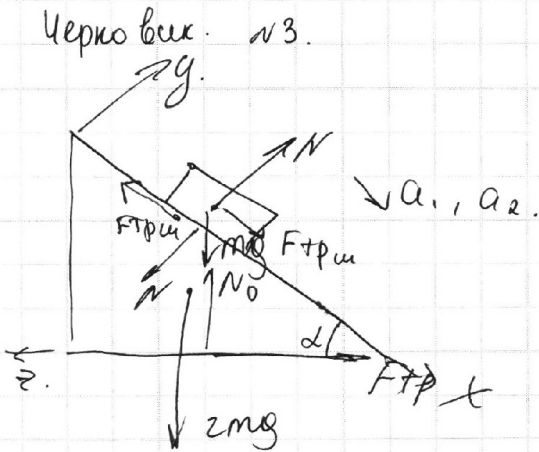
$$\frac{8-2}{10} = 0,6 \Rightarrow \cos \alpha = 0,8$$



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!



шайба:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}_{1,2}$$

клен:

$$\vec{N}_0 + 2m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} = 0.$$

акт уст. кинем. клем. клем. клем.

$a_1 = 8 \text{ м/с}^2$ — торможение
 $a_2 = 4 \text{ м/с}^2$ — ускорение

шайба:

1^й шайба: $Ox: F_{тр\parallel} = ma_1 + mg \cdot \sin \alpha$

2^й шайба: $Ox: -F_{тр\parallel} + mg \cdot \sin \alpha = ma_2$

$$\Rightarrow 2F_{тр\parallel} = m(a_1 - a_2); \quad F_{тр\parallel} = \frac{m(a_1 - a_2)}{2}$$

отс: $N = mg \cdot \cos \alpha$

клен:

$Oz: F_{тр} = N \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha + F_{тр\parallel} \cdot \cos \alpha$

$$N_0 = 2mg + N \cdot \cos \alpha - F_{тр\parallel} \cdot \sin \alpha$$

Заменим α заменим 2 з.и. б.и.и. формулу шайба $g \sin \alpha$ пром. $\Delta t = 10$

$Ox: (F_{тр\parallel} + mg \cdot \sin \alpha) \cdot \Delta t = m(0 - (-u_1))$

$$\frac{a_1 - a_2}{2} + g \cdot \sin \alpha \cdot \Delta t = u_1$$



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
__ 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!

$$\sin \alpha = \frac{a_1 - \frac{a_1 + a_2}{2}}{g \Delta t} = \frac{8 - \frac{8 - 4}{2}}{10 - 1} = 0,6.$$

$$\text{по ОТТ} \Rightarrow \cos \alpha = 0,8.$$

$$F_{\text{тр}} = mg \cos \alpha \sin \alpha = 0,2 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 0,96 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{тр}} = mg \cos \alpha \sin \alpha = \dots = 0,96 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{тр}} = \underbrace{mg \cos \alpha \sin \alpha}_{0,96} + \frac{m(a_1 - a_2)}{2} \cos \alpha =$$

$$= 0,96 + 2 \cdot 0,2 \cdot 0,8 = 0,96 + 0,32 = 1,28 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N_0 = \mu_{\text{кр}} (2mg + N \cdot \cos \alpha) - \frac{m(a_1 - a_2)}{2} \sin \alpha.$$

$$\mu_{\text{кр}} \frac{F_{\text{тр}}}{2mg + N \cdot \cos \alpha - \frac{m(a_1 - a_2)}{2} \sin \alpha} =$$

$$= \frac{1,28}{2 \cdot 4 + 2 \cdot 0,8^2 - 0,4 \cdot 0,6}$$

$$\mu_{\text{кр}} \frac{1,28}{5,04} = \frac{128}{504} = \frac{2}{7}$$

$$\mu \geq \frac{2}{7}.$$

$$\begin{array}{r} 504 \overline{) 128} \\ 252 \\ \hline 126 \\ 63 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 128 \overline{) 504} \\ 64 \\ \hline 32 \\ 16 \\ \hline 8 \\ 4 \\ \hline 2 \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,8 \\ \times 0,64 \\ \hline 1,28 \\ 1,28 \\ \hline 0,24 \\ 1,04 \\ \hline 1,28 \\ 428 \end{array}$$



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!

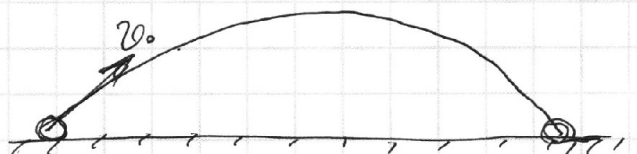
№2. Черновик.

$$T = 4 \text{ с} \quad \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = n = 2. \quad g = 10 \text{ м/с}^2.$$

1) H - ?

2) S - ?

3) R - ?

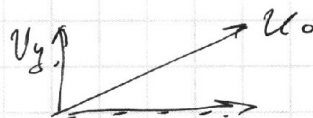


$v_{\min}$ в крайней точке; $v_{\min} = v_x = \text{const}$

$v_{\max}$ в начале: $v_{\max} = v_0$.

и в конце
(по 3СЭ)

$$\Rightarrow v_0 = n v_x$$



$$v_0^2 = v_y^2 + v_x^2; \quad v_y^2 = v_0^2 - v_x^2 = v_x^2 (n^2 - 1)$$

$$T = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2 v_y}{g} \Rightarrow v_y = \frac{gT}{2} = \frac{10 \cdot 4}{2} = 20 \text{ м/с}$$

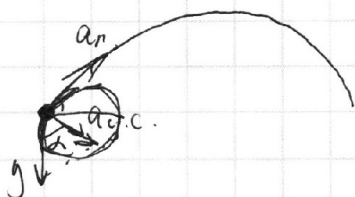
$$v_x^2 = \frac{v_y^2}{n^2 - 1} = \frac{400}{3} \text{ (м/с)}^2, \quad v_x = \frac{20}{\sqrt{3}} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ м/с}$$

$$H = \frac{v_y^2}{2g} \text{ по 3СЭ: } H = \frac{v_y^2}{2g}; \quad H = \frac{v_y^2}{2g} = \frac{400}{2 \cdot 10} = 20 \text{ м}$$

$$\begin{cases} y(t) = v_y t - \frac{gT^2}{2} \\ x(t) = v_x t \end{cases}$$

$$H = y\left(\frac{T}{2}\right) = v_y \frac{T}{2} - \frac{g \cdot T^2}{8} = 20 \cdot 2 - 10 \cdot 2 = 20 \text{ м}$$

$$S = x(T) = v_x \cdot T = \frac{20\sqrt{3}}{3} \cdot 4 = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$



$$a_n = \frac{v_0^2}{R}$$





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!

Черновик.

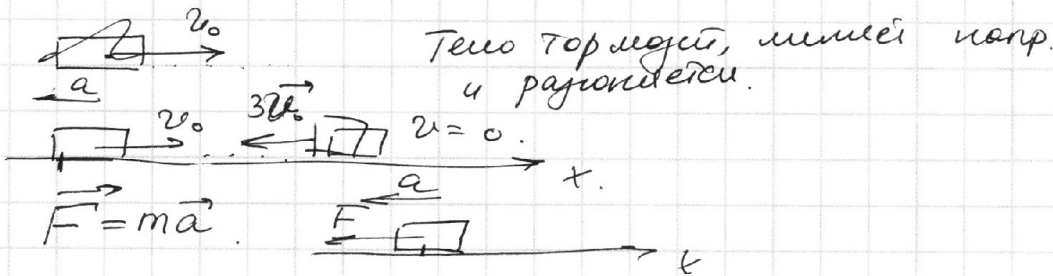
~1. $m = 0,2 \text{ кг}$; $v_0 = 4 \text{ м/с}$; $T = 2 \text{ с}$.

$$\vec{v} = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

1. $t = 4T$:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{4T}{T}\right) = -3\vec{v}_0; \text{ т.е. } \vec{v} \uparrow \downarrow \vec{v}_0$$

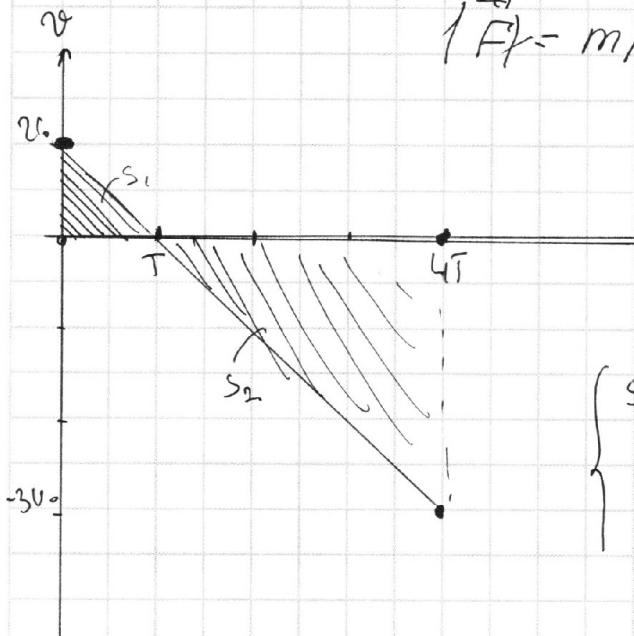
$$t=0: \vec{v} = \vec{v}_0; \text{ т.е. } \vec{v} \uparrow \vec{v}_0$$



Ох: $v_1 = v_0$; $v_2 = -3v_0$.

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_k - \vec{v}_{ik}}{\Delta t} = \frac{-3v_0 - v_0}{4T} = -\frac{v_0}{T} = -2 \text{ м/с}^2$$

$$|F| = m|a_x| = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ Н}$$



$$A = F \cdot S_1 \cdot \cos \alpha$$

$$\alpha = 180^\circ \Rightarrow A = 0,4 \cdot 4 = 1,6 \text{ Дж}$$

Пройденный путь - площадь под графиком.

$$\begin{cases} S = S_1 + S_2 \\ S_1 = \frac{1}{2} \cdot v_0 \cdot T = \frac{v_0 T}{2} = 4 \text{ м} \\ S_2 = \frac{1}{2} \cdot 3T \cdot |3v_0| = \frac{9v_0 T}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow S = 5v_0 T = 5 \cdot 4 \cdot 2 = 40 \text{ м}$$



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
__ 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!

13. Черновик.

$$R_n \cos \alpha = \frac{a_n}{g}; a_n = g \cdot \cos \alpha.$$

$$\cos \alpha = \frac{u_x}{u_0}; u_0 = \sqrt{\frac{400}{3} + 400^2} = \frac{40\sqrt{3}}{3} \text{ м/с.}$$

$$\cos \alpha = \frac{20 \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{3} \cdot 40} = \frac{1}{2}$$

$$a_n = g \cdot \cos \alpha = \frac{g}{2}$$

$$R = \frac{u_0^2}{a_n} = \frac{1600 \cdot 2}{3 \cdot 10} = \frac{320}{3} \text{ м.}$$

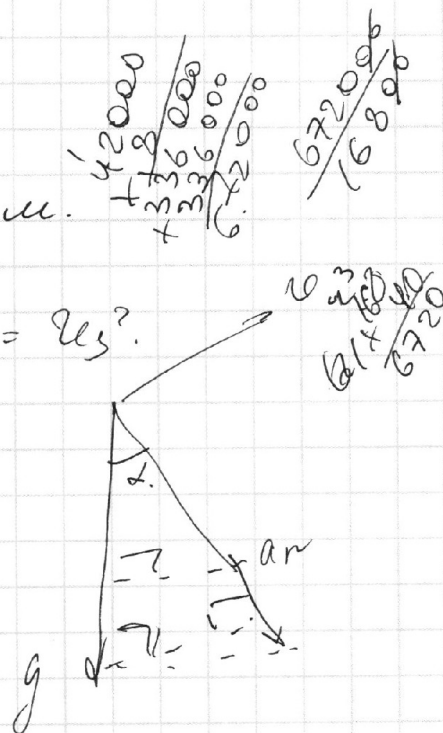
$$n^2 u_x^2 = u_x^2 + u_y^2; u_x^2 (n^2 - 1) = u_y^2.$$

$$a_n = g / \cos \alpha; g = a_n \cdot \cos \alpha.$$

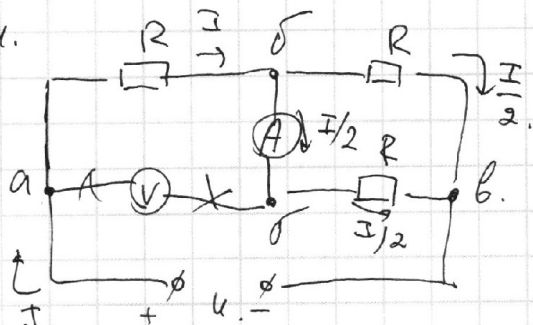
$$\cos \alpha = \frac{g}{a_n}; a_n = 2g.$$

$$R = \frac{1600}{3 \cdot 2 \cdot 10} = \frac{80}{3} \text{ м.}$$

$$\frac{1600}{3 \cdot 20} = \frac{80}{3}$$



14.



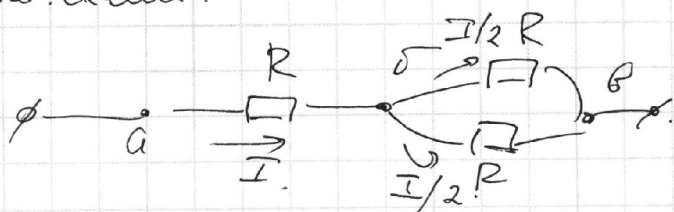
$$R_A \ll R, R_V \gg R.$$

Ампер-метр

Вольтметр

$$U_B = U$$

Экв. схема.



$$R_0 = \frac{R}{2} + R = 1.5R = 150 \Omega.$$

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{75}{150} = 0.5 \text{ А.}$$

