

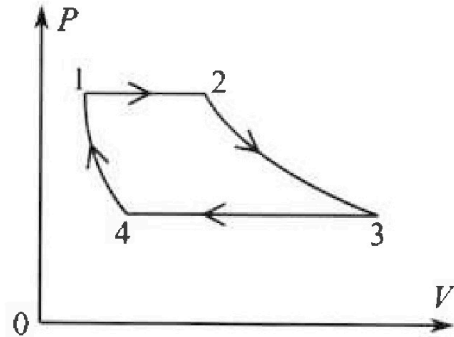
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-04

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

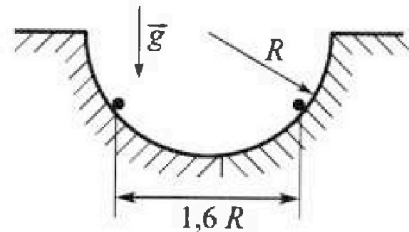


4. В цикле 1-2-3-4-1 тепловой машины две изобары и две изотермы (см. рис). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ. В процессе изобарного расширения объем газа увеличивается в четыре раза. В процессах изотермического расширения и изобарического сжатия газ совершает одинаковую по модулю работу  $A$ .



- 1) Найди те количество  $Q_{34}$  теплоты, отведенной от газа в процессе изобарического сжатия ( $Q_{34} > 0$ ).
- 2) Найдите количество  $Q_{\text{подв}}$  теплоты, подведенной к газу в процессах 1-2-3.
- 3) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

5. В гладкой горизонтальной плоскости сделана полусферическая лунка радиуса  $R$ , в которой на одном горизонтальном уровне удерживаются два заряженных шарика. Заряд каждого шарика  $Q$ , расстояние между шариками  $1,6R$ . Шарика одновременно отпускают, и они вылетают из лунки. Отсчитанная от края лунки максимальная высота, на которую поднимается в полете каждый шарик, равна  $2R$ . Шарика отрываются от гладких стенок лунки у краев.



- 1) Через какое время  $T$  после отрыва шарика впервые поднимется на максимальную высоту?
- 2) Найдите массу  $m$  каждого шарика.
- 3) Найдите наибольшую скорость  $V$  каждого шарика после вылета из лунки. Соударения шариков с горизонтальной плоскостью абсолютно упругие.

Ускорение свободного падения  $g$ . Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ .



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-04



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

1. Снаряд массой  $M = 5$  кг летит по вертикали и разбивается в высшей точке траектории на множество осколков, летящих во всевозможных направлениях с равными по модулю скоростями. Через  $t_1 = 0,6$  с после разрыва все осколки находятся в полете, в этот момент один из осколков движется по вертикали вниз, импульс осколка  $P_1 = 50$  кг·м/с.

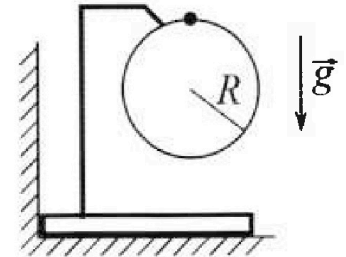
1) Найди те модуль  $P_2$  суммарного импульса  $\vec{P}_2$  всех остальных осколков в этот момент времени. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

2) Найдите угол  $\alpha$  между векторами  $\vec{P}_2$  и  $\vec{g}$  в этот момент времени.

Продолжительность полета осколков, упавших на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва,  $T = 3$  с.

3) На каком максимальном расстоянии  $d$  от точки разрыва такие осколки упали на горизонтальную поверхность? Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Брусок установлен вплотную к вертикальной стенке (см. рис.). На бруске закреплено в вертикальной плоскости кольцо радиуса  $R = 0,6$  м, на которое надет шарик. Массы шарика и бруска одинаковы и равны  $m = 0,2$  кг. Кольцо и держатель легкие. Трения нет. Из верхней точки кольца шарик скользит с пренебрежимо малой начальной скоростью.



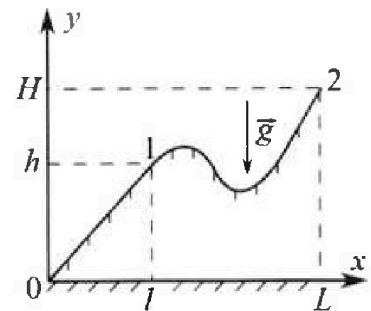
1) Найдите равнодействующую  $\vec{F}$  сил, приложенных к шарикю в тот момент, когда сила, с которой вертикальная стенка действует на брусок, обращается в ноль. В ответе укажите модуль  $F$  и направление вектора  $\vec{F}$ .

2) Найдите горизонтальное перемещение  $S$  шарика к этому моменту времени.

3) Найдите скорость  $V$  шарика в тот момент, когда скорость бруска наибольшая. Брусок безотрывно движется по гладкой горизонтальной плоскости.

Все перемещения происходят в одной вертикальной плоскости. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. В процессе движения брусок не отрывается от гладкой горизонтальной плоскости.

3. На рисунке к задаче показан в вертикальной плоскости профиль горки, на которую школьник втаскивает санки. Масса санок  $m = 7$  кг, вертикальная координата точки 1  $h = 5$  м. Из точки 1 санки съезжают с нулевой начальной скоростью и достигают у основания горки в точке 0 скорости  $V = 6$  м/с. Коэффициент трения скольжения санок по горке одинаков на всей поверхности горки. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



1) Какую работу  $A_1$  следует совершить, чтобы медленно втащить санки на горку из точки 0 в точку 1 по линии скатывания, прикладывая силу вдоль плоской поверхности горки?

Школьник медленно перемещает санки по горке из точки 1 в точку 2. На этом перемещении работа внешней силы  $A_2 = 1,4$  кДж.

2) На какую высоту  $H$  школьник втащил санки?

Горизонтальные координаты точек 1 и 2 связаны соотношением  $L=6l$ . На каждом элементарном перемещении вектор силы, которую школьник прикладывает к санкам, и вектор перемещения санок лежат на одной прямой. Все перемещения происходят в одной вертикальной плоскости.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

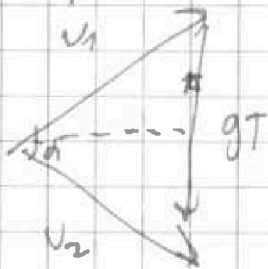
Во время с землей реформа Кука <sup>г.м.</sup> ~~шмента~~  
 оманов ~~шмента~~ диаметр диаметра как шару  $\Rightarrow$   
 в Р диаметр  $d_{шар} = R \sin(\alpha + \gamma \sin \alpha) \approx 30 \frac{\text{мм}}{\text{м/с}}$   $\Rightarrow$  и направл  
 шар, м.к.  $\Rightarrow$   $R_0$  напр. шар и  $R_1$  шар  $\Rightarrow$  R напе по  
 Републики  $\Rightarrow$   $R \leq R_0 - R_1 \approx -20 \frac{\text{мм}}{\text{м/с}}$ ,  $\alpha \approx 0^\circ$

Рассмотрим случай галло параллельном сечении  $\perp$

прелом. угол.

прелом. рефракц.!

$v_1$ -нап. шар,  $v_2$ -нап.



$\Rightarrow \frac{d}{T}$  - величина в  
 прелом. угол.

диаметр шару диаметра!

$$\frac{v_1^2 - v_2^2}{2} \approx \frac{v_1^2 - v_2^2 - 2v_1 v_2 \alpha}{2}, \text{ г.м.}$$

так  $\alpha \approx 0 \Rightarrow \alpha \approx 90^\circ \Rightarrow d \approx \frac{gt}{2} \approx 45 \text{ м}$

Ответ 1)  $20 \frac{\text{мм}}{\text{м/с}}$  2)  $0^\circ$  3)  $45 \text{ м}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7



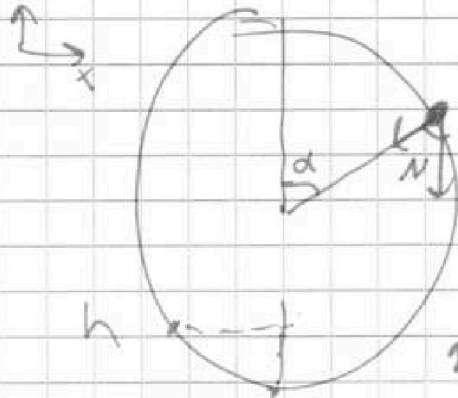
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

рассм. ~~какого~~

в некоторый момент времени

сила, с которой действует бусина на

картыго  $N(d) = mg \cdot \cos(\alpha)$



~~$N(d) = mg \cdot \cos(\alpha)$~~

на момент времени  $t$  - элемент картыго

действует 3 силы:  $F_{cp}$ ,  $N(d)$  и сила

тяжести  $F_{тяж}$   $F_{тяж} = 0$ , когда  $N(d) = 0$  (элемент картыго

направлен, иначе  $F_{тяж}$  действующим горизонтально)  $\alpha = 90^\circ$

$0 < \alpha < 90^\circ \Rightarrow \alpha < 90^\circ \Rightarrow F = mg$  и направлена <sup>верт.</sup> вниз

Этот элемент картыго претерп.  $R$  по радиусу

вниз. Как бусина движется вниз  $F_{тяж}$  ~~направлена~~ ~~вниз~~

на это элемент картыго:  $P_x = \cos \alpha = 0$ , т.к. элемент картыго

по нему, его карт. в этот момент направлена ~~вниз~~

$v_1$  - карт. шарика в кон. мом.  $t$ ,  $h$  - высота.

~~но  $P_x$  направлена горизонтально с силой  $mg \cdot \cos(\alpha)$~~   $\Rightarrow$  т.к. при моме  $t$

$a = 0 \Rightarrow P = m u + m v_1 = 0$  ~~полн.  $u = 0$~~

$\Rightarrow u = -v_1$  ~~Поскольку карт. в момент моме  $t$  движется <sup>на высоте  $h$</sup>~~

~~тогда  $u = -v_1$~~   $\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m u^2}{2} + mg h = mg 2R$

$m u^2 + m v_1^2 = mg(2R - h)$ , где моме  $u = h = 0$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7



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

$$\Rightarrow \omega L^2 = \pi g z k \Rightarrow \omega \sqrt{z g k}$$

Ответы: 1) 2 А,

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

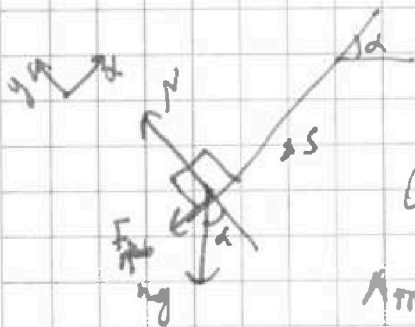


- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Вам предстоит маленький квадратик горит <sup>масса</sup>  $0.5$  массой, при её наклон не успеет измениться:



удл. санкт. перпенд. негдетно:  $\vec{a} = 0$ ,

м.к. перпенд:  ~~$F_{тр} = \mu N$~~   $F_{тр} = \mu N$

$$Ox: N = mg \cdot \cos \alpha \Rightarrow F_{тр} = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow$$

$$A_{тр} = \mu mg \cos \alpha (-\alpha) = -\mu mg \cdot \alpha \cos \alpha, \alpha \sin \alpha$$

расст., ~~когда~~ ~~перпенд~~ ~~по~~ ~~перпенд~~

$$A_{тр} = -\mu mg \alpha, \text{ где } \alpha - \text{перпенд. по хор.}$$

$$E_k - E_k = A_{тр} \Rightarrow \frac{mv^2}{2} - mgh = -\mu mg \cos \alpha \cdot l$$

Для измерения перпенд надо запомнить работу на перпенд.

$$F_{тр} \text{ и } mg: \mu mg l + mgh = \frac{mv^2}{2} = \frac{10^2}{2} = 50 \text{ Дж}$$

$$\text{Уг } 1 \text{ б } 2: A_2 = \mu mg (L-l) + mg (H-l) = 5 \mu mg l + mgh - mgh$$

$$= \frac{5 \mu mv^2}{2} - mgh + mgh - mgh \Rightarrow mgh = A_2 + 5 \mu mgh - \frac{5 \mu mv^2}{2}$$

$$H = \frac{A_2}{mg} + 5 \frac{mv^2}{2g} - 4h = 9 \text{ м}$$

$$\text{Вариант } 1) \text{ 926 Уг } 0 \text{ б } 1: A_1 = mgh + \mu mg l = 2mgh - \frac{mv^2}{2}$$

$$= 200 - 100 = 100 \text{ Дж}$$

Вариант 1) 574 Дж 2) 9 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



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

$P_{12} = P_1$     1-2)  $P = \text{const}$  с)  $V \sim T$  с)  $T_2 = 4T_1$ , м.к.  $V_2 = 4V_1$   
 $P_{34} = P_2$     3-4)  $V = \text{const}$  с)  $V \sim T$  с)  $V_3 = 4V_1$ , м.к.  $T_3 = 4T_1$   
 $T_{14} = T_1$   
 $T_{23} = T_2$      $\Rightarrow A_{34} = P_2 (V_3 - V_1) / c - P_2 \cdot V_1 = -A$  (по ум.)

$\Delta U_{34} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R T_1$

дм. 4)  $P_2 \cdot V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow \nu R T_1 = P_2 \cdot V_1$

по 1-3 и 2-4)  $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = -\frac{3}{2} \nu R V_1 + \frac{3}{2} \nu R V_1 = 0$

$Q_{12} = 2,5A$

$\Delta U_{23} = 0$ , м.к.  $T = \text{const}$ ,  $A_{23} = A = P_1 \cdot V_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} = 4P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$

2-3 изотерм.:  $P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = P_4 V_4 \Rightarrow$

$P_2 \cdot 3V_1 = A = 4P_1 V_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{4}$

$A_{12} = P_1 \cdot 3V_1 = 3 \cdot P_2 V_1 = A$ ,  $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot 3T_1 = \frac{9}{2} \cdot P_1 V_1 = \frac{9}{2} A$

$A_{23} = A$ ,  $\Delta U_{23} = 0$  с)  $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} + A_{23} + \Delta U_{23} = \frac{7}{2} A$

$A_{41} = P_2 \cdot V_1 \cdot \ln \frac{V_1}{V_2} = -P_2 V_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} = -\frac{A}{4}$

$A_{41} = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = A + A - A - \frac{A}{4} = \frac{3A}{4}$

$\eta = \frac{A_0}{Q_H} = \frac{2}{7}$

Ответ: 1)  $2,5A$ ; 2)  $3,5A$ ; 3)  $\frac{3}{7}$ .



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!

Нормы вынесем к верт. скорости, ~~и~~. В силу симметрии один ~~из~~ <sup>из</sup> не мож. получить выше груза  $\Rightarrow$   $F_{\text{н}}$  вынесем к вертикали  $\Rightarrow$

$$V_y = gT(H), \quad V_y T - \frac{gT^2}{2} = 2R \quad (1); \quad \frac{V_y T}{2} - \frac{gT^2}{2} = 0$$

$$(2): \quad \frac{V_y T}{2} = 2R \Rightarrow V_y = \frac{4R}{T} \Rightarrow \frac{4R}{T} = gT \Rightarrow T = 2\sqrt{\frac{R}{g}} = V_y = 2\sqrt{gR}$$

Сила реакции струны всегда была направлена вертикаль.

заменимо  $\Rightarrow E = \cos \alpha \cdot E_0 = \frac{kQ^2}{1,6R}$ ;  $E_1 = \frac{kQ^2}{2R} + \frac{mg}{2}$

$$E_n - E_1 = A \cos \alpha \Rightarrow \frac{kQ^2}{1,6R} - \frac{kQ^2}{2R} - \frac{2mg}{2} = 0$$

$$h = \sqrt{R^2 - \left(\frac{1,6R}{2}\right)^2} = 0,6R$$

$$5) \quad \frac{kQ^2}{R} \cdot \frac{1}{8} - mg \cdot 0,6R = 0$$

$$\Rightarrow \frac{kQ^2}{R} \cdot \frac{1}{8} = 5,2 mgR \Rightarrow kQ^2 = 8,52 \cdot gR^2$$

Кинетическая энергия груза, когда струна на грани. струны

Решим задачу при мин. струне:  $\frac{kQ^2}{1,6R} - 5,2 mgR = \frac{2mv^2}{2}$

$$\frac{kQ^2}{1,6R} - \frac{1,6kQ^2}{8,52R} = \frac{kQ^2}{8,52R} \cdot v^2 \Rightarrow \frac{1}{1,6} - \frac{1,6}{8,52} = \frac{v^2}{8,52 \cdot gR}$$

$$v^2 = (26 - 1,6) \cdot gR \Rightarrow v = \sqrt{24,4 gR}$$

Ответ: 1)  $2\sqrt{\frac{R}{g}}$ ; 2)  $\frac{kQ^2}{4,25gR^2}$ ; 3)  $\sqrt{24,4 gR}$ .



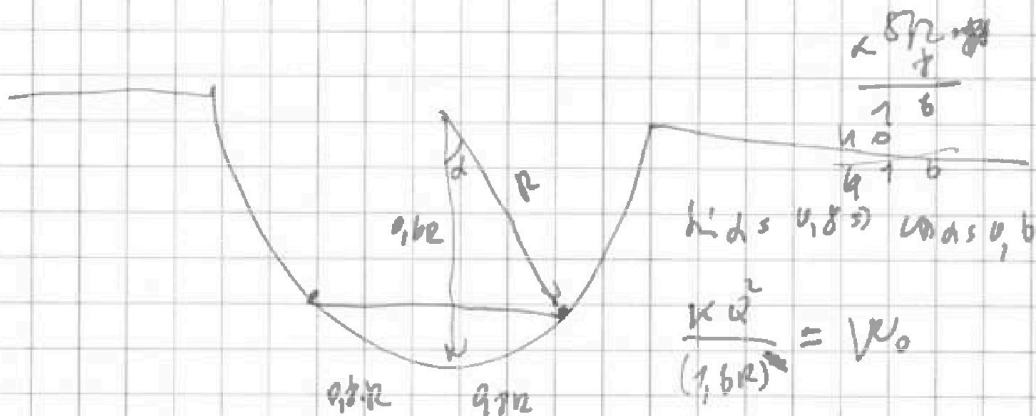
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{\frac{1}{2} \frac{d^2 y}{dx^2}} = \frac{2}{g} = 2R$$

$$h = 1,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$$

$$\frac{m v^2}{(1,6R)} = m g$$

$$v - g h = 0 \Rightarrow \frac{v}{g} = h$$

$$v h - \frac{g R}{2} = 2R \Rightarrow \frac{v^2}{g} + h \left( \frac{v}{g} - g h \right) = \frac{v^2}{g} = 2R$$

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \quad \Rightarrow \quad W_3 = \frac{m v_x^2}{2}$$

$$-2mgR + \frac{m v^2}{1,6R} = \frac{m v^2}{2R} + \frac{2m v^2}{2}$$

$$L \downarrow v \quad \frac{m v^2}{2} = m g L \quad , \quad v = g h \quad , \quad v \frac{v}{2} = L = \frac{g R}{2} \Rightarrow h = \sqrt{\frac{2L}{g}} = \sqrt{\frac{4R}{g}}$$

$$v = g h = \sqrt{4 g R}$$

$$\frac{m v^2}{1,6R} - 42 m g R = \frac{m v^2}{2R} + \frac{2 m v^2}{2}$$

$$\frac{\ln 2}{1,6} = \frac{31}{2}$$

$$\frac{\ln 2}{1,6} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{\ln 2}{1,6} = \frac{6,2}{2}$$

$$\frac{m v^2}{R} \left( \frac{2-1,6}{2-1,6} \right) = 5,2 m g R$$

$$\frac{m v^2}{g R \cdot 4,16} = 5,2 m$$

$$\frac{26 \cdot 1}{1,6} = \frac{15,6}{1,6} = \frac{9,75}{1,6}$$

$$\frac{m v^2}{3,6 R} - 42 m g R = \frac{m v^2}{1,6 R} - \frac{42 \cdot m v^2}{4,16 \cdot R} = \frac{(26-42) m v^2}{4,16 R}$$

$$= \frac{16 m v^2}{4,16 R} = \frac{2 m v^2}{R} \Rightarrow \frac{16 m v^2}{52 R} = \frac{2 m v^2}{R} \Rightarrow \frac{16}{52} = \frac{2}{1} \Rightarrow v = \sqrt{4,16 g R}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



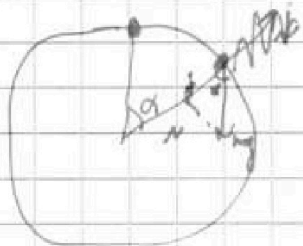
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$\frac{7.36}{2} = 12.6 = 12.6 / 350$

$mg = 224$   
 $mg = 1120$

$(h-h_0)g \cdot m \cdot s \quad (h-h_0) \cdot 20 \cdot s \quad (h-h_0) \cdot 20 \cdot s \quad h-h_0 \cdot 20 \cdot s \quad h-h_0 \cdot 20 \cdot s$



$mg \cdot \cos \alpha = N(d)$   
 $N(d) = 0 \Rightarrow \cos \alpha = \dots + \pi$

$20 + 50 = \frac{140}{20} s$

$1) \quad mg = 2h \quad 2) \quad NR$

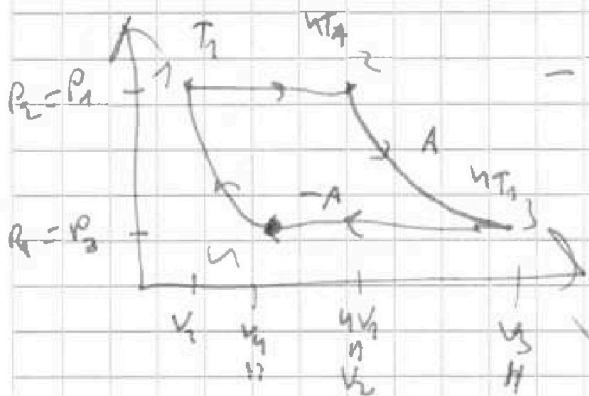
$mgR = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 90} = 2\sqrt{3} \text{ m/s}$

$mV = P = \text{const} \quad m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_3 v_3 \Rightarrow \dots$

$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{m v^2}{2} = m g R$

$v_1^2 + v_2^2 - v^2 = 2gR$

$P_3 v_3 = 2R T_2 \quad P_3 v_3 = 2R T_1 - A$



$- \rho_3 (v_3 - v_2) = A$

$\rho_3 v_3 = \frac{2R T_2}{v_3} = \frac{2R T_1}{v_3} - A$

$\rho_3 v_3 - \rho_3 v_2 = \rho_3 v_2 \cdot \ln \frac{v_3}{v_2}$

$v_3 - v_2 = \ln \frac{v_3}{v_2} = \ln v_3 - \ln v_2$

$v_3 \ln v_3 - v_2 \ln v_2 = v_3 - v_2$

$Q = \Delta U + A = 2R(T_2 - T_1) - A = \dots$

$2) \quad Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} 2R \cdot 3T_1 + P_1 \cdot 3V_1 = \frac{3}{2} \rho_1 V_1$

$P_1 v_1 = 2R T_1 \Rightarrow \dots$

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!



$$u^2 - \sqrt{8gR} u = \sqrt{gR} (u^2 \alpha + u \alpha^3 - 2) \quad \text{конца}$$

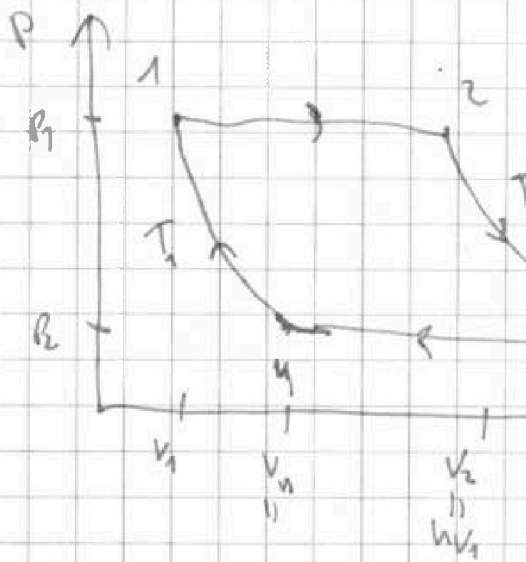
$$2s \quad 8gR - u \cdot 1 \cdot (-gR(u^2 \alpha + u \alpha^3 - 2)) =$$

$$= 8gR + \sqrt{gR} (u^2 \alpha + u \alpha^3 - 2) = gR \cdot u \alpha^2 (2 + u \alpha)$$

$$u = \frac{\sqrt{8gR} \pm \sqrt{gR \cdot u \alpha^2 (2 + u \alpha)}}{2}$$

$$u = \sqrt{8gR} = 2\sqrt{2gR}$$

$$V_{2c} = \sqrt{2gR} - 2\sqrt{gR} = -\sqrt{2gR}$$



$$A_{12} = P_1 \Delta V_1 = P_1 (V_2 - V_1) = \frac{2}{3} P_1 V_1$$

$$A_{23} = P_2 \Delta V_2 = P_2 (V_3 - V_2) = -\frac{1}{3} P_2 V_2$$

$$T_2 = 4T_1 \quad A_{31} = -A, \quad \Delta U_{31} = \frac{P}{2} (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} P (V_3 - V_1)$$

$$s = -\frac{9}{2} R \ln T_1 = -\frac{9}{2} R \ln 4V_1$$

$$Q_{123} = A_{12} + A_{23} + A_{31} + \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + \Delta U_{31}$$

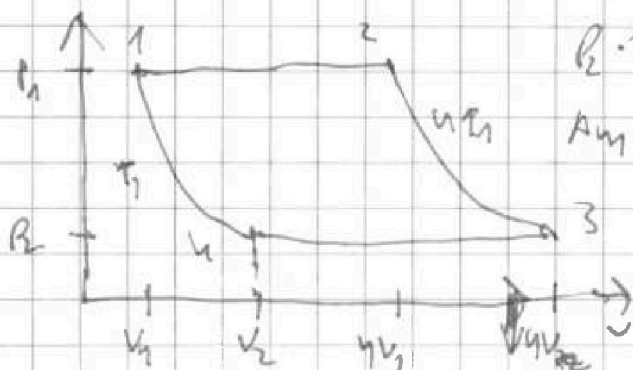
$$= \frac{2}{3} P_1 V_1 + A - A + \frac{9}{2} P_2 V_2 + \frac{9}{2} P_1 V_1$$

$$Q (V_2 - V_1) = -A$$

$$P_1 \cdot u V_1 = P_2 \cdot V_3$$

$$P_1 V_1 \leq P_2 V_2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} R \ln 4 = R \ln T_1 \\ P_2 V_2 \leq R \ln T_2 = R \ln 4T_1 \end{array} \right. \Rightarrow V_3 \leq 4V_1$$



$$P_2 \cdot 3V_2 = A \leq P_1 \cdot u V_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} = P_1 \cdot u V_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$A_{12} = -A_{23} + A_{31} \leq P_1 V_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow A_{12} = -\frac{A}{4}$$

$$P_1 \cdot 3V_1$$



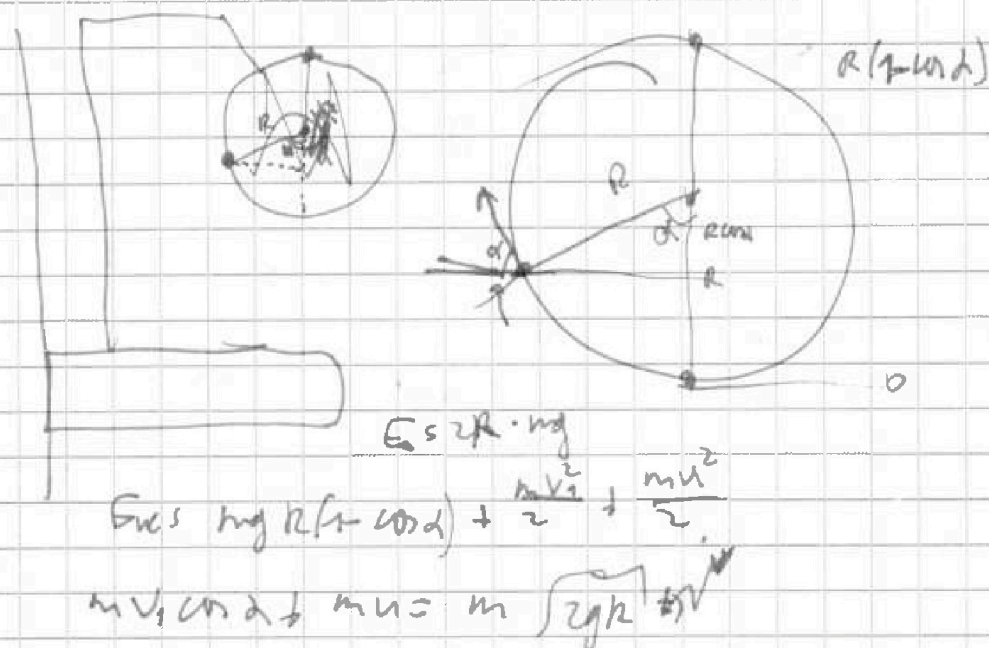
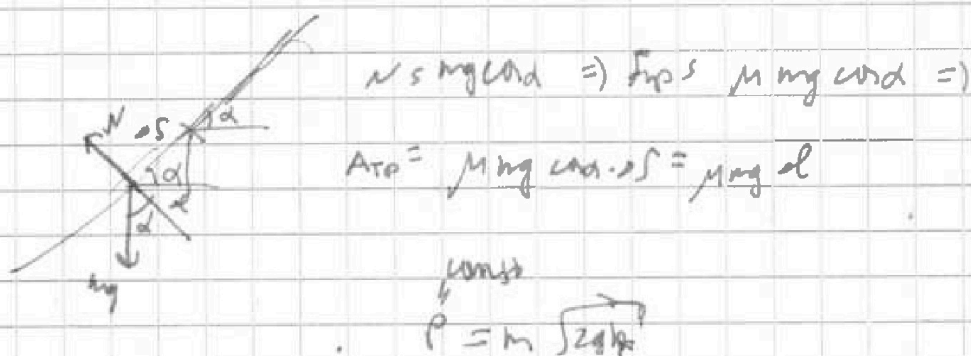
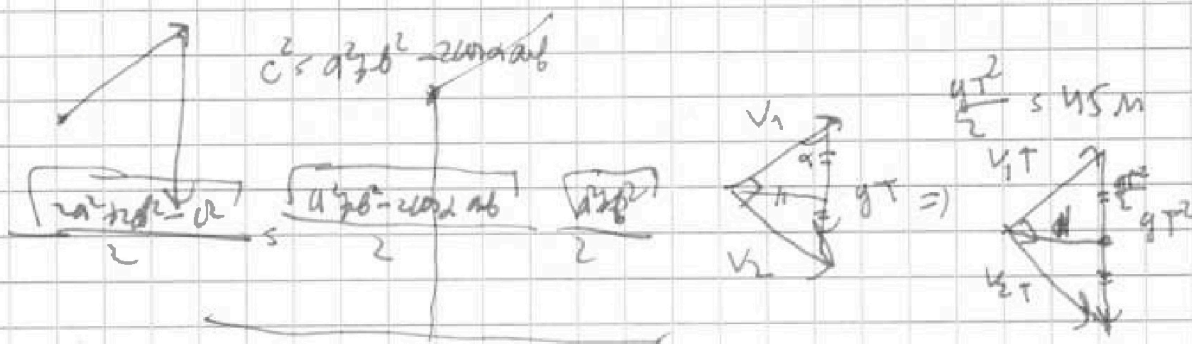
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



теперешні:  $v_1^2 + v_2^2 = mgR(1 + \cos \alpha)$  (1)

в минулий:  ~~$v_1^2 \cos^2 \alpha + v_2^2 + 2v_1 v_2 \cos \alpha = 2gR$~~   $v_1 \leq \frac{2gR}{\cos \alpha}$

(1):  $\frac{2gR(1-\cos \alpha) - 2gR \cos \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{2gR(1-\cos \alpha)}{\cos^2 \alpha} = \frac{2gR(1-\cos \alpha)}{\cos^2 \alpha}$



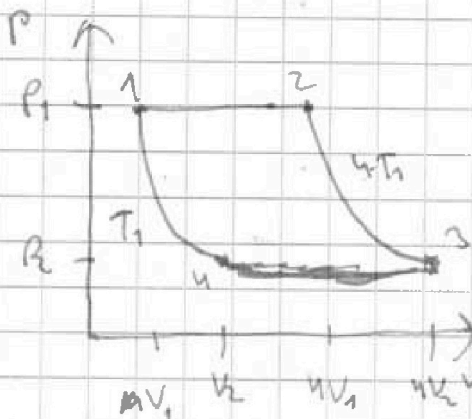
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$P_1 \cdot 3V_2 = P_2 \cdot 4V_2 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{4} \Rightarrow 2V_2 = 3V_1$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \frac{A}{3}$$

$$A_{12} = P_1 \cdot 3V_1, A_{23} = A, A_{34} = -A$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} P_1 3V_1, \Delta U_{23} = 0, \Delta U_{34} = -\frac{3}{2} P_2 \cdot 3V_2$$

$$Q_{12} = 2.5A, Q_{23} = A, Q_{34} = -2.5A$$

$$A_{12} = P_1 \cdot 3V_1, A_{23} = P_2 V_2 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} = -P_2 V_2 \cdot \ln \frac{V_1}{V_2} = -\frac{A}{4}$$

$$\Delta U_{11} = 0 \Rightarrow Q_{11} = -\frac{A}{4}$$



$$A_{net} = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = A + A - A - \frac{A}{4} = \frac{3A}{4}$$

$$Q_H = Q_{12} = 2.5A \Rightarrow \eta = \frac{A_{net}}{Q_H} = \frac{\frac{3A}{4}}{2.5A} = \frac{3}{10} = 0.3$$

$$\frac{11A}{4} - \frac{3}{4}A = \frac{3}{4}A$$

$$\begin{array}{r} 30/24 \\ 24 \overline{) 24} \\ \underline{24} \\ 0 \\ 74 \\ \underline{60} \\ 14 \\ \underline{12} \\ 24 \\ \underline{24} \\ 0 \end{array}$$



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 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!

