Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119328

Шифр ______________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика (наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Снаговская Антонина Алексеевна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, ГБОУ СОШ № 1874

Регистрационный номер ШМ2078

Вариант задания 3

Дата проведения "19" март 2017 г.

Подпись участника

4 9 (сорок девять)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	8	5	10	-	3	3	-	12	-	49

119328

Шифр ____________________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

328

Вариант № 3

Задача 1.

Дано:

$\alpha = 45^\circ$

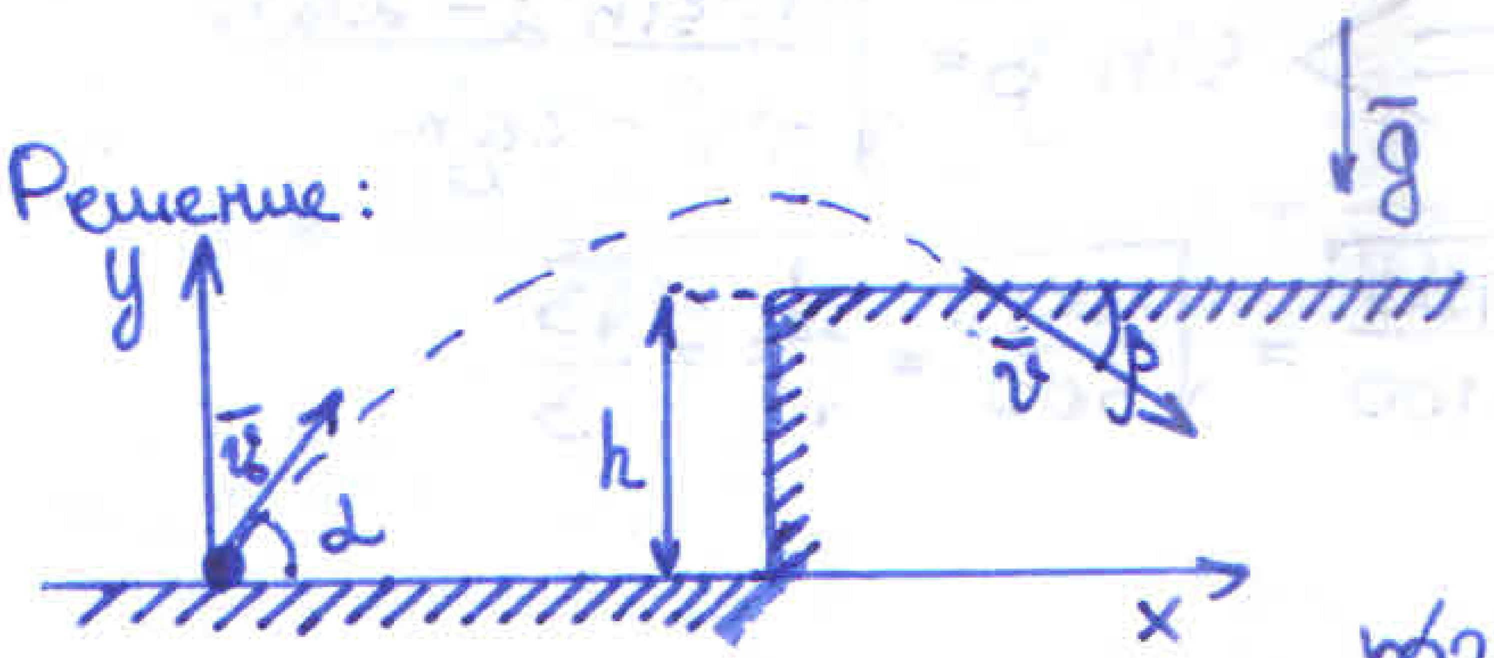
$v_0 = 20 \frac{м}{с}$

$h = 5$ м.

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

Найти: β

Решение:



$$\begin{cases} \bar{S} = \bar{v}_0 t + \frac{\bar{a}t^2}{2} \\ \bar{v} = \bar{v}_0 + \bar{a}t \end{cases}$$

$$y: \begin{cases} h = v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2} \quad (2) \\ -v \sin\beta = v_0 \sin\alpha - gt \end{cases}$$

$$gt = v_0 \sin\alpha + v \sin\beta$$

$$t = \frac{v_0 \sin\alpha + v \sin\beta}{g} \quad (3)$$

$(3) \rightarrow (1)$

$$t = \frac{v_0 \sin\alpha + \sqrt{v_0^2 - 2gh}\, \sin\beta}{g} \quad (4)$$

$(4) \rightarrow (2)$

По з-ну сохранение энергии:

$$K_1 + \Pi_1 = K_2 + \Pi_2$$

$$\frac{\cancel{m} v_0^2}{2} + 0 = \frac{\cancel{m} v^2}{2} + \cancel{m} gh$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{v^2}{2} + gh \quad |\cdot 2$$

$$v_0^2 = v^2 + 2gh$$

$$v^2 = v_0^2 - 2gh \implies v = \sqrt{v_0^2 - 2gh} \quad (1)$$

$$h = \frac{v_0 \sin\alpha \left(v_0 \sin\alpha + \sqrt{v_0^2 - 2gh}\, \sin\beta\right)}{g} - \frac{\cancel{g}}{2} \cdot \frac{\left(v_0 \sin\alpha + \sqrt{v_0^2 - 2gh}\, \sin\beta\right)^2}{g^{\cancel{2}}};$$

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} + \frac{v_0 \sin\alpha \cdot \sin\beta \sqrt{v_0^2 - 2gh}}{g} - \frac{\left(v_0^2 \sin\alpha^2 + 2 v_0 \sin\alpha \cdot \sin\beta \sqrt{v_0^2 - 2gh} + \sin^2\beta (v_0^2 - 2gh)\right)}{2g};$$

$$h=\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g}+\frac{v_0\sin\alpha\cdot\sin\beta\sqrt{v_0^2-2gh}}{g}-\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}-\frac{\cancel{2}v_0\sin\alpha\cdot\sin\beta\sqrt{v_0^2-2gh}}{\cancel{2}g}-$$

$$-\frac{\sin^2\beta(v_0^2-2gh)}{2g};$$

$$h=\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}-\frac{\sin^2\beta(v_0^2-2gh)}{2g}=\frac{v_0^2\sin^2\alpha-\sin^2\beta(v_0^2-2gh)}{2g};$$

$$2gh=v_0^2\sin^2\alpha-\sin^2\beta(v_0^2-2gh);$$

$$\sin^2\beta(v_0^2-2gh)=v_0^2\sin^2\alpha-2gh;$$

$$\sin^2\beta=\frac{v_0^2\sin^2\alpha-2gh}{v_0^2-2gh}; \Longrightarrow \sin\beta=\sqrt{\frac{v_0^2\sin^2\alpha-2gh}{v_0^2-2gh}};$$

$$\sin\beta=\sqrt{\frac{20^2\cdot 0,5-2\cdot 10\cdot 5}{20^2-2\cdot 10\cdot 5}}=\sqrt{\frac{200-100}{400-100}}=\sqrt{\frac{100}{300}}=\frac{1}{\sqrt3}=\frac{\sqrt3}{3}.$$

Сл-но, $\beta=\arcsin\frac{\sqrt3}{3}$. + 8

Ответ: $\arcsin\frac{\sqrt3}{3}$

Задача 2.

Дано:

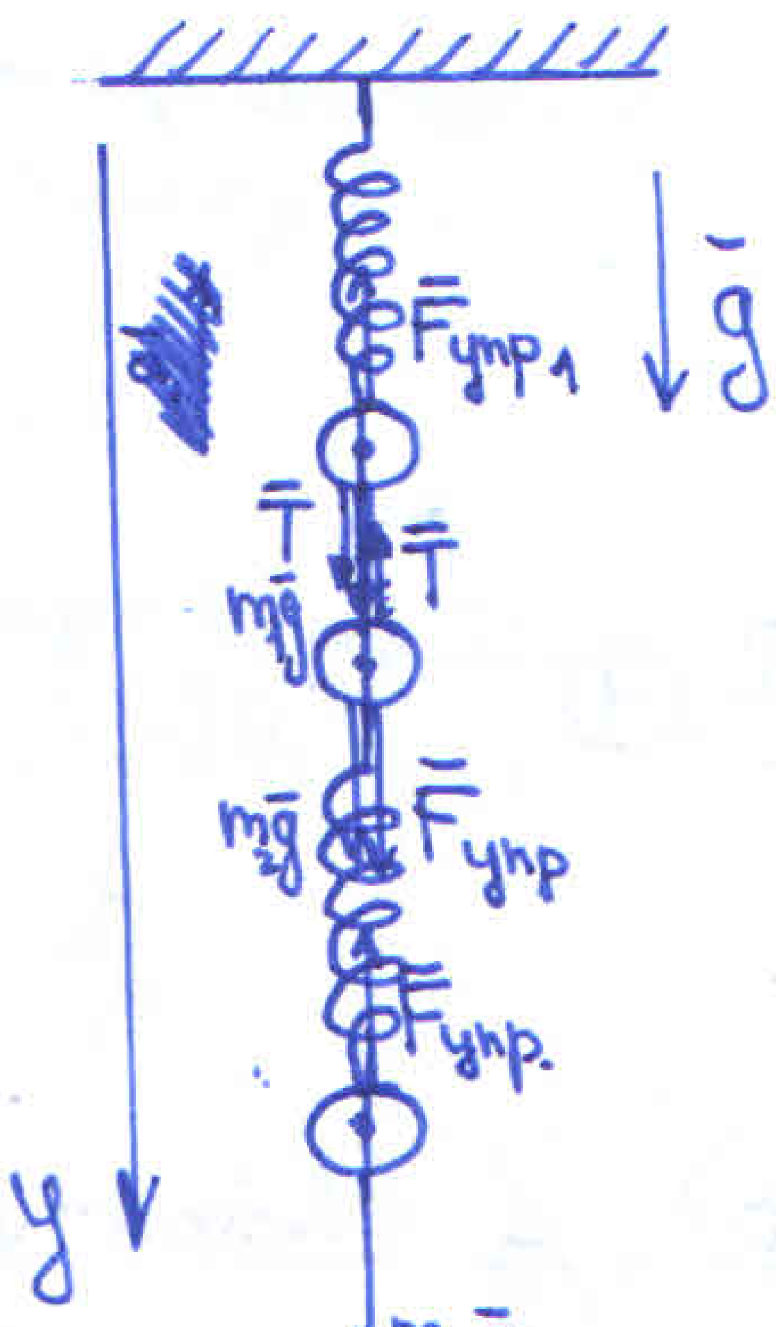
$m_1=2$ кг

$m_2=5$ кг

$m_3=1$ кг

Найти: T; a_1.

Решение:



По второму з-ну Ньютона:

y: $m_2g+F_{упр}=T$ ①; $m_1g+T=F_{упр}$

$F_{упр}=m_3g$. ②

② → ①

$m_2g+m_3g=T$

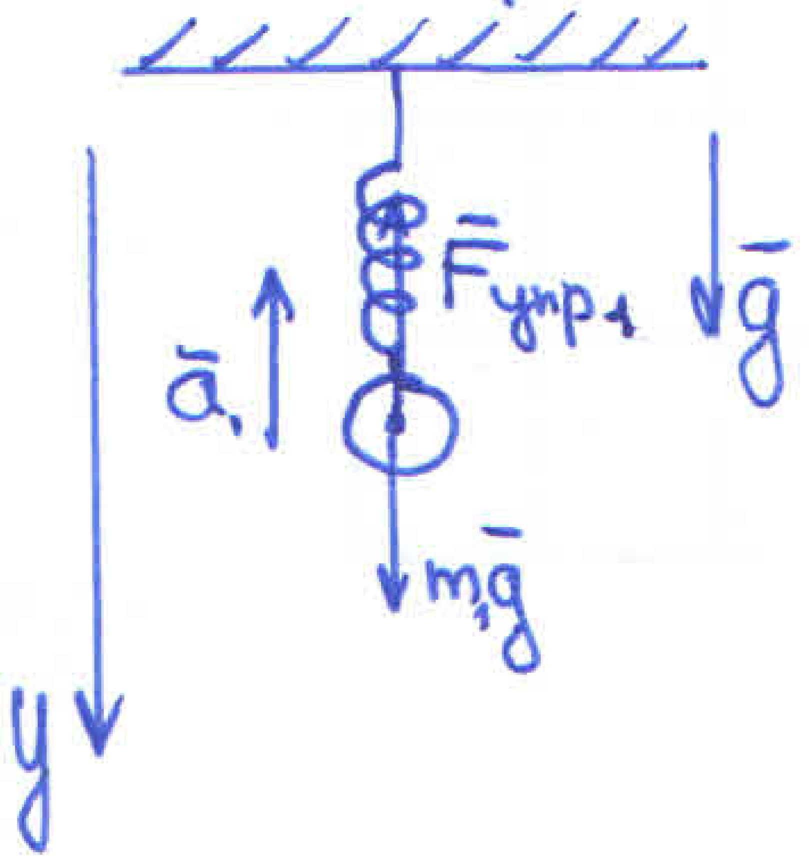
$T=g(m_2+m_3)$

Примем ускорение свободного падение $g=10\ \frac{м}{с^2}$

$T=10(5+1)=60$ (Н)

До пережигания нити пружина, закреплённая между потолком и шариком массой m_1, была растянута на некоторое расстояния. После пережигания нити пружина стремится восстановится, сл-но она начнёт стиматься. Значит ускорение шарика массой m_1 будет направлено вверх.

После пережигания нити.



По второму з-ну Ньютона:

$$y:\ m_1 g - F_{упр 1} = -m_1 a_1 \quad | \cdot (-1)$$

$$F_{упр 1} - m_1 g = m_1 a_1 \quad (4)$$

$$(3) \longrightarrow (4)$$

$$m_1 g + T - m_1 g = m_1 a_1$$

$$a_1 = \frac{m_1 g + T - m_1 g}{m_1} = g + \frac{T}{m_1} - g = \frac{T}{m_1}$$

$$a_1 = \frac{60}{2} = 30 \left(\frac{м}{с^2}\right)$$

Ответ: 60 Н; 30 $\frac{м}{с^2}$; вверх.

№ 4

Дано:

$m = 2$ кг

$h = 20$ м

$M = 10$ кг

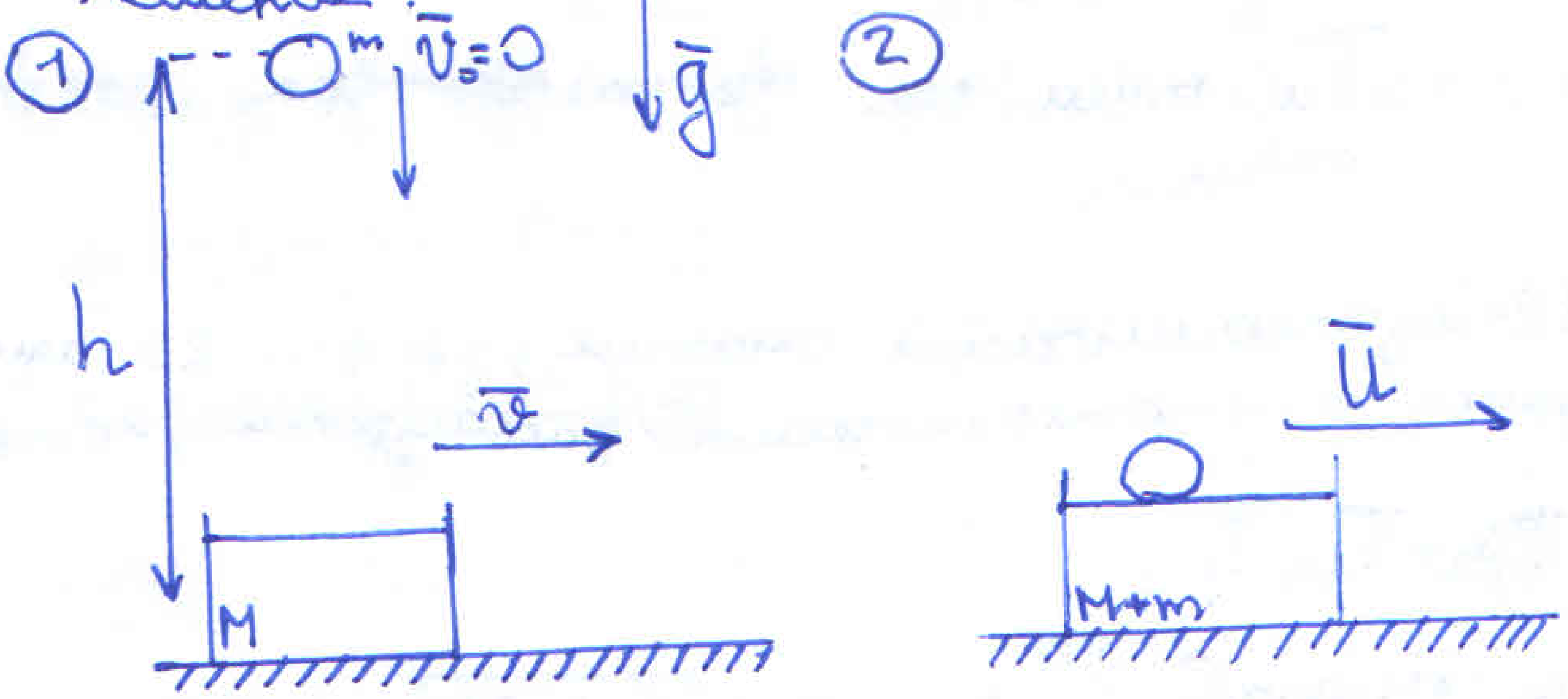
$v_0 = 0$

$v = 6\ \frac{м}{с}$

Найти:

ΔE

Решение:



По з-ну сохранения импульса:

$$\cancel{m v_0}^{0} + Mv = (M+m)U$$

$$Mv = (M+m)U \implies U = \frac{Mv}{M+m} \quad (1)$$

По з-ну сохранения энергии:

$$K_1 + \Pi_1 = K_2 + \Pi_2$$

$$\cancel{\frac{m v_0^2}{2}}^{0} + \frac{Mv^2}{2} + mgh = \frac{(M+m)U^2}{2} + 0$$

$$\frac{Mv^2}{2} + mgh = \frac{(M+m)U^2}{2}$$

$$\Delta E = \Sigma E_2 - \Sigma E_1$$

$$\Sigma E_1 = \frac{Mv^2}{2} + mgh$$

$$\Sigma E_2 = \frac{(M+m)U^2}{2}$$

$$\Delta E = \frac{(M+m)U^2}{2} - \left(\frac{Mv^2}{2} + mgh\right) \quad (2)$$

① → ②

$$\Delta E=\frac{\cancel{(M+m)}M^2v^2}{2(M+m)^{\cancel{2}}}-\left(\frac{Mv^2}{2}+mgh\right)=\frac{M^2v^2}{2(M+v)}-\frac{Mv^2}{2}-mgh$$

$$\Delta E=\frac{10^2\cdot 6^2}{2(10+2)}-\frac{10\cdot 6^2}{2}-2\cdot 10\cdot 20=150-180-400$$

0 10

Задача 6.

Дано:

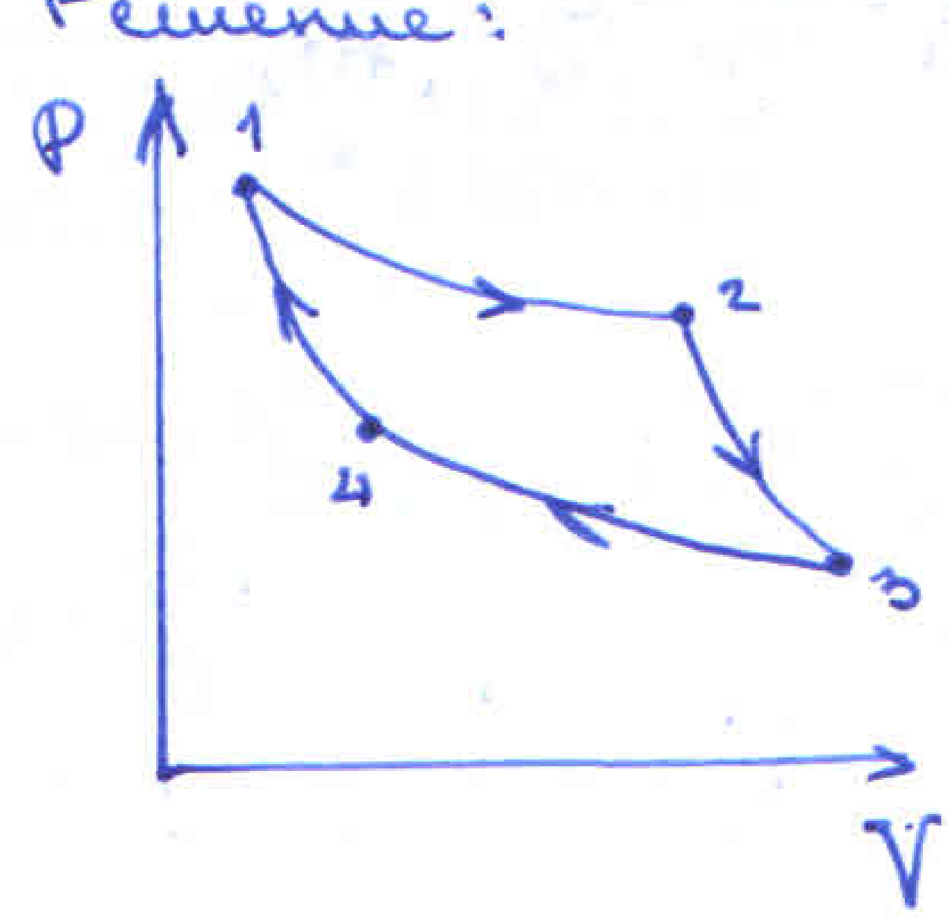
η

A

$\nu = 2$ моль

Найти: T_x

Решение:



КПД, по циклу Карно:

$$\eta = 1-\frac{T_x}{T_н}$$

$$\frac{T_x}{T_н}=1-\eta\ ;\ T_x=T_н(1-\eta)$$

Тн там, где температура растёт в процессе.

Процесс 12-изотермическое сжатие, процесс 23-адиабатное сжатие, процесс 34-изотермическое расширение, процесс 14-адиабатн расширение.

$T_н=T_{12}+\cancel{T_{34}}+T_{14}$

Т.к. процесс 14 адиабатный, то:

$A=\Delta U=\frac{3}{2}\nu RT_{14}$ 0 T_{23}

$T_{14}=\frac{A}{\nu R}$ 0

3

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

119328

Шифр ______________________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

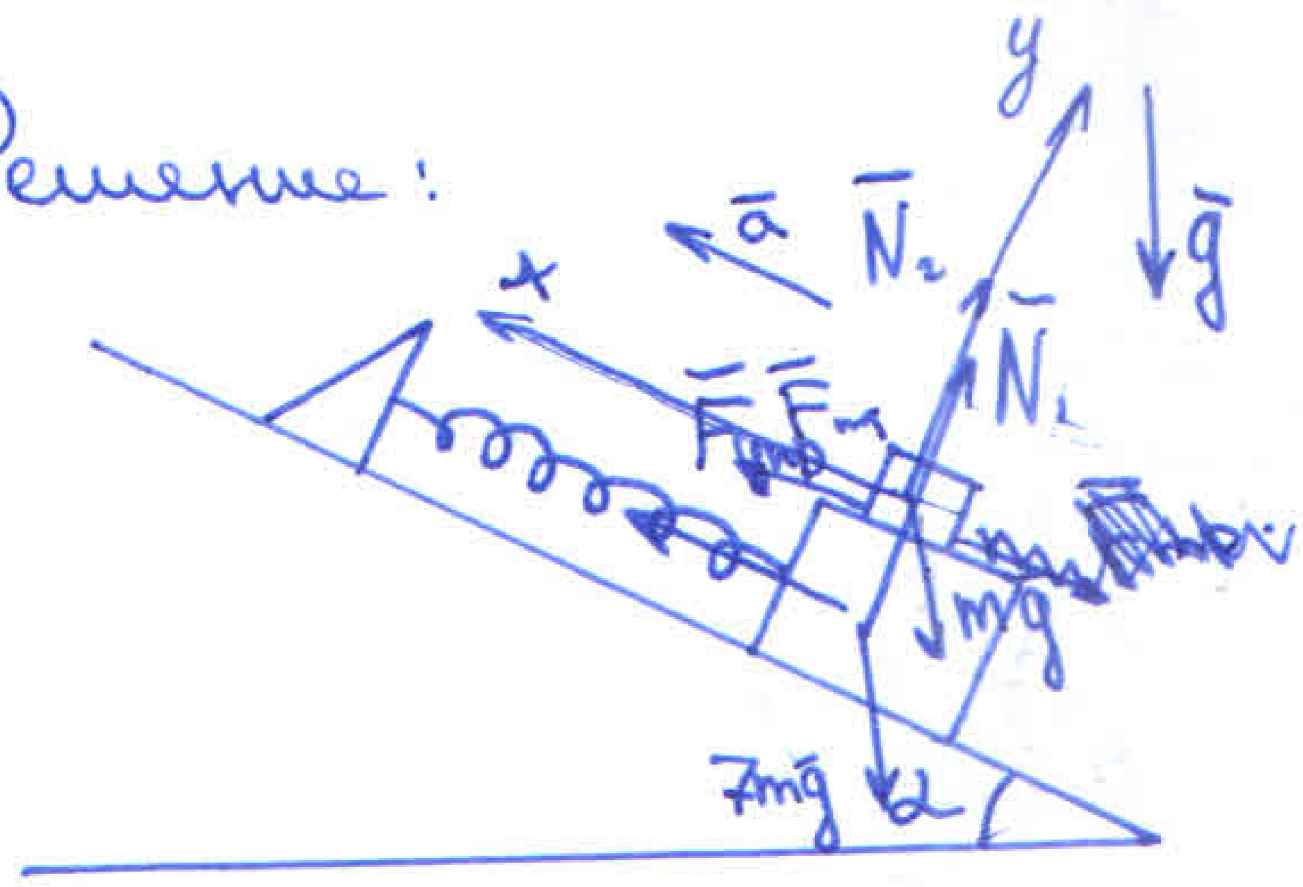
Вариант № 3

Задача 3.

Дано:
α
$7m$
m
k
A

Найти: μ

Решение:



~~Пример колебания пружины гарм~~

Пусть колебания пружины гармонические.

Тогда:

$$x = A\sin(\omega t - \varphi_0)$$

$$v = x' = A\omega\cos(\omega t - \varphi_0)$$

$$a = v' = -A\omega^2\cos(\omega t - \varphi_0)$$

$$a_{max} = A\omega^2$$

Скольжение между шайбой и бруском:

$x: F_{тр} + mg\sin\alpha = ma_{max}$

$y: N_1 = mg\cos\alpha.$

$F_{тр} = \mu N_1 = \mu mg\cos\alpha$

$\mu mg\cos\alpha + mg\sin\alpha = ma_{max}$

$a_{max} = \dfrac{\mu mg\cos\alpha - mg\sin\alpha}{m} = \dfrac{\mu g\cos\alpha - g\sin\alpha}{1}$

$A\omega^2 = \mu g\cos\alpha - g\sin\alpha$

? ответ.

0,5

5

Задача 9

Дано:

$T = 6\pi \cdot 10^{-4}$ с

$I_m = 5 \cdot 10^{-3}$ А

$I = 3 \cdot 10^{-3}$ А

Найти: q

Решение:

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad (1)$$

$$\frac{q^2}{C} + LI^2 = LI_m^2$$

$$\frac{q^2}{C} = LI_m^2 - LI^2 = L(I_m^2 - I^2)$$

$$\cancel{q = \sqrt{\frac{L(I_m^2 - I^2)}{C}}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$T^2 = 4\pi^2 LC$$

$$LC = \frac{T^2}{4\pi^2}$$

Из (1):

$$\frac{q^2}{C} + LI^2 = LI_m^2$$

$$q^2 + LCI^2 = LCI_m^2$$

$$q^2 = LC(I_m^2 - I^2)$$

$$q = \sqrt{LC(I_m^2 - I^2)} = \sqrt{\frac{T^2}{4\pi^2}(I_m^2 - I^2)} = \frac{T}{2\pi}\sqrt{(I_m^2 - I^2)}$$

$$q = \frac{\cancel{6}^{3}\cdot\cancel{\pi}\cdot 10^{-4}}{\cancel{2}\cancel{\pi}}\sqrt{25\cdot 10^{-6} - 9\cdot 10^{-6}} = 10^{-4}\cdot 3\cdot 4\cdot 10^{-3} = 12\cdot 10^{-7} \text{ (Кл)}$$

Ответ: $12 \cdot 10^{-7}$ Кл.

+

10

Задача 7

Дано:

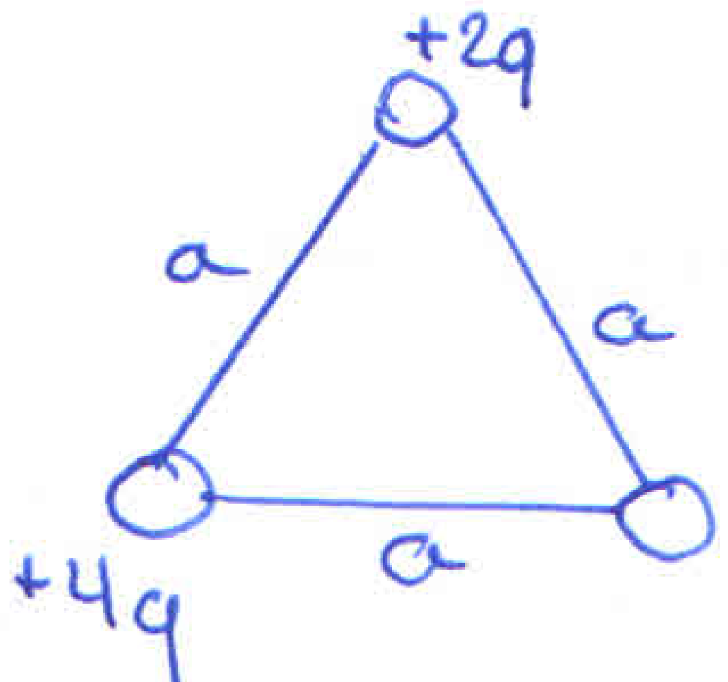
a

2q

4q

Найти: ΔW

Решение:



$\Delta W = q_1(\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3)$, где q_1 - заряд, появившийся на незаряженном шарике после соединения его тонким проводником с первым шариком.

$$\varphi = \frac{kq^2}{a}$$

$$\varphi_1 = \frac{k\cdot 8q}{a}; \quad \varphi_2 =$$

3