

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

123666

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника ТатаринOV Владимир Павлович

Город, № школы (образовательного учреждения) РС (Я), г. Мирный, МБОУ «СОШ №12»
9 класс

Регистрационный номер ШМ9035

Вариант задания 10

Дата проведения « 23 » МАРТА 20 17 г.

Подпись участника

В. ТатаринOV

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
20	10	6	20	20						66

123666

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Всер

Вариант № 10

6666

Задача 1.

Дано:

α - угол к горизонту

v_0 - скорость шарика

v_c - скорость собаки

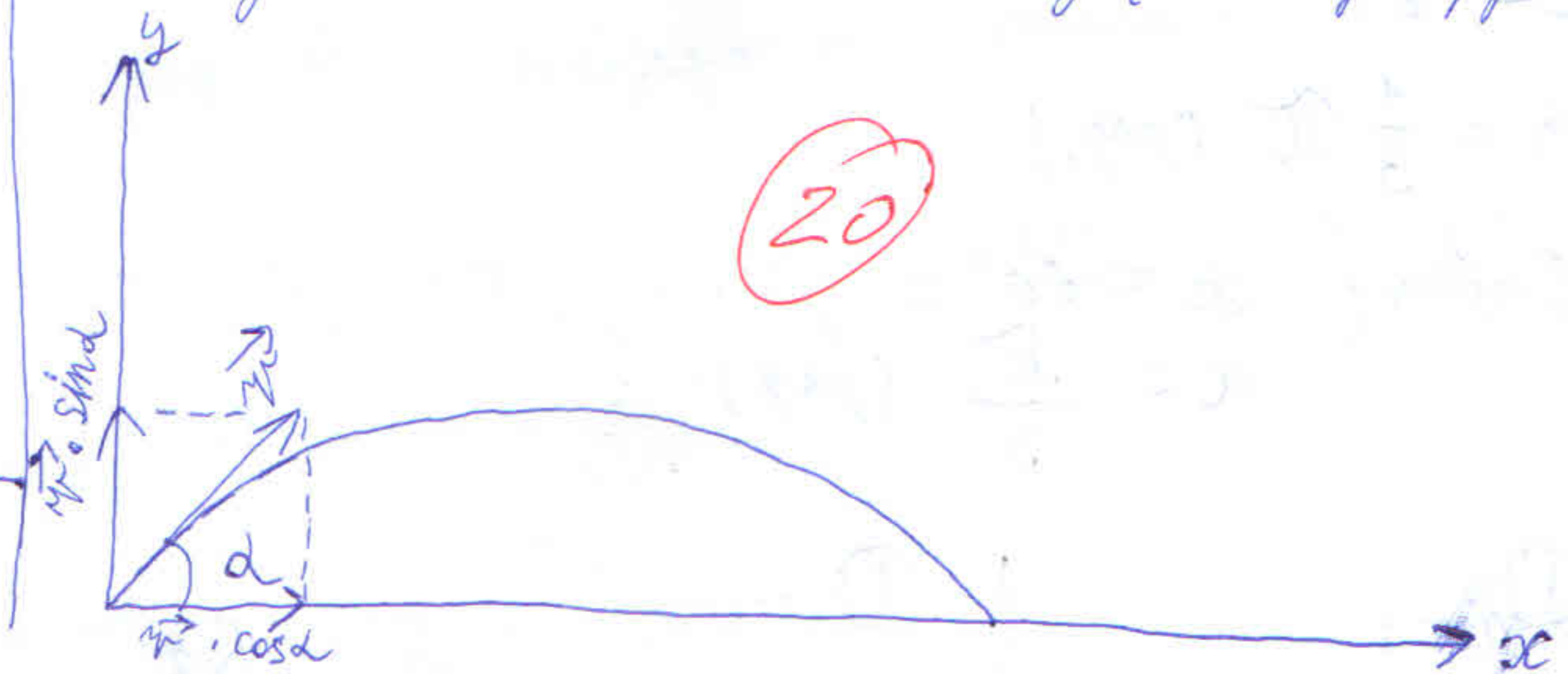
$$2v_c = v_0$$

Найти:

α - ?

Решение:

Введём на плоскости ось xOy (систему координат).



Напишем зависимости координат x (по горизонтали) и y (по вертикали) от времени. Для этого разложим скорость v_0 на горизонтальную и вертикальную составляющие.

Гор-ая: $v_0 \cos \alpha$

Верт-ая: $v_0 \sin \alpha$

$$\begin{cases} y(t) = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} & (1) \\ x(t) = v_0 t \cos \alpha & (2) \end{cases}$$

Далее, можно заметить, что нас сильно не интересует высота. Поэтому, будем рассматривать (2)

Собака движется со скоростью v_c по горизонтали.

Поэтому её зависимости $x(t)$ и $y(t)$ будут:

$$\begin{cases} y(t) = 0 \\ x(t) = v_c t & (3) \end{cases}$$

Поскольку собака и мяч должны встретиться не только в одном месте, но и в одно время, то x и t остаются одинаковыми. Пусть τ - время встречи

1. (продолжение)

Приведем (3) к (2) где $t = \tau$.

$$r_0 \tau \cos \alpha = r_c \tau, \quad \tau \neq 0$$

$$r_0 \cos \alpha = r_c$$

$$2 r_c \cos \alpha = r_0$$

$$2 \cos \alpha = 1$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\alpha = \frac{1}{3} \pi \text{ (рад.)}$$

Ответ: $\alpha = 60^\circ$

$$\alpha = \frac{\pi}{3} \text{ (рад.)}$$

2. Дано:

$$R_1 = 3 \text{ (Ом)}$$

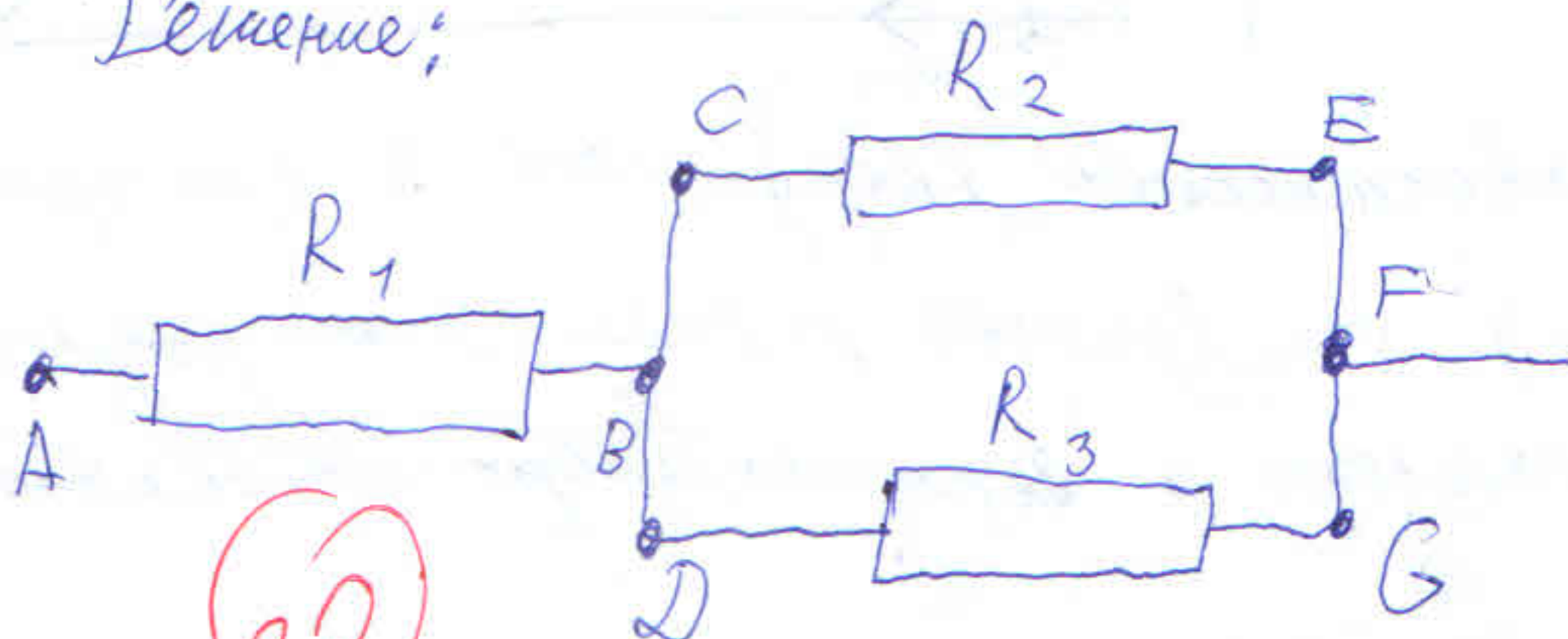
$$R_2 = 2 \text{ (Ом)}$$

$$R_3 = 4 \text{ (Ом)}$$

$$P_{R_1} = 27 \text{ (Вт)}$$

Найти: $P_{R_3} - ?$

Решение:



Временно заменим резисторы R_2 и R_3 одним резистором R_4 для простоты

$$R_{BF} = R_4$$

$$\frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) \left(\frac{1}{\text{Ом}} \right) = \frac{3}{4} \left(\frac{1}{\text{Ом}} \right)$$

$$R_4 = \frac{4}{3} = 1 \frac{1}{3} \text{ (Ом)}$$



Поскольку в данной схеме ток на R_1 и R_4 одинаков, то по закону Джоуля - Ленца:

$$P_{R_1} = I_{A'C'}^2 R_1 \Rightarrow I_{A'C'}^2 = \frac{P_{R_1}}{R_1} \Rightarrow I_{A'C'} = \sqrt{\frac{P_{R_1}}{R_1}} =$$

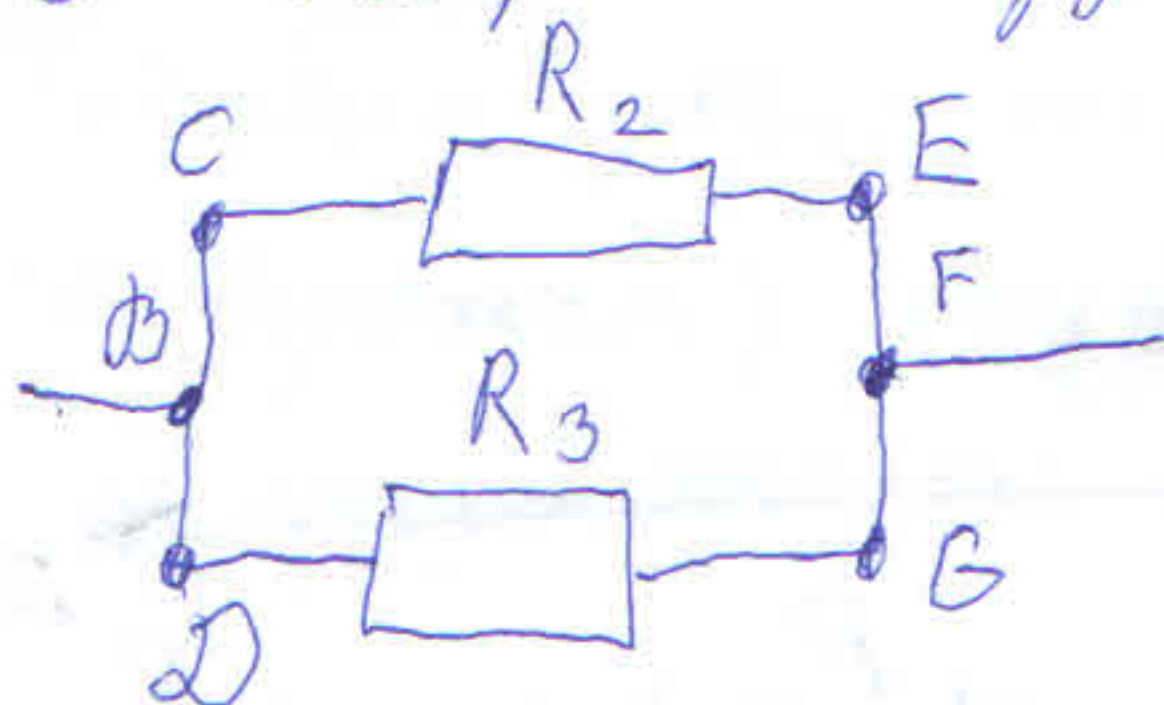
$$= \sqrt{\frac{27}{3}} \text{ (A)} = \sqrt{9} \text{ (A)} = 3 \text{ (A)}$$

По закону ОМА на R_4 напряжение равно:

$$I_{A'C'} = \frac{U_{R_4}}{R_4} \Rightarrow U_{R_4} = I_{A'C'} \cdot R_4 = \left(\frac{4}{3} \cdot 3\right) \text{ (B)} =$$

$$= 4 \text{ (B)}$$

Рассмотрим следующую схему:



Отсюда, зная, что в данной схеме напряжение будет одинаково из-за параллельного подключения резисторов можно найти мощность на резисторе R_3 с помощью закона Джоуля - Ленца.

$$P_{R_3} = U_{BF} \cdot I_{DG} = U_{BF} \cdot \frac{U_{BF}}{R_3} = \frac{U_{BF}^2}{R_3} = \frac{U_{R_4}^2}{R_3} =$$

$$= \frac{(4 \cdot 4) \text{ (B}^2\text{)}}{4 \text{ (Ом)}} = \frac{16}{4} \text{ (Вт)} = 4 \text{ (Вт)}$$

Ответ: мощность на R_3 равна $P_{R_3} = 4 \text{ (Вт)}$.

3.

Дано:

 m — масса бруска F — действующая сила α — угол к горизонту μ — коэффициент трения брусков

Найти:

 $T = ?$ на два бруска, которая $\geq 2mg\mu$. ✓

Решение:

Давайте сразу уменьшим кол-во брусков. Пусть вместо двух брусков массой m будет один брусок массой $2m$, поскольку это не влияет на данную механику нашей модели. Сразу скажем про силу трения. Сила трения у двух брусков будет равна $F_{\text{тр}} = mg\mu + mg\mu = 2mg\mu =$

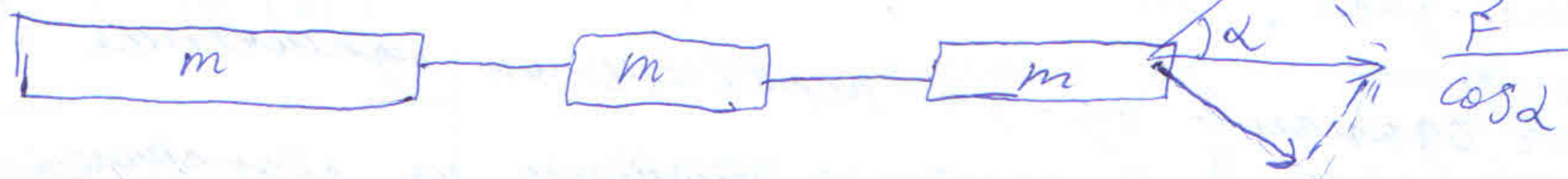
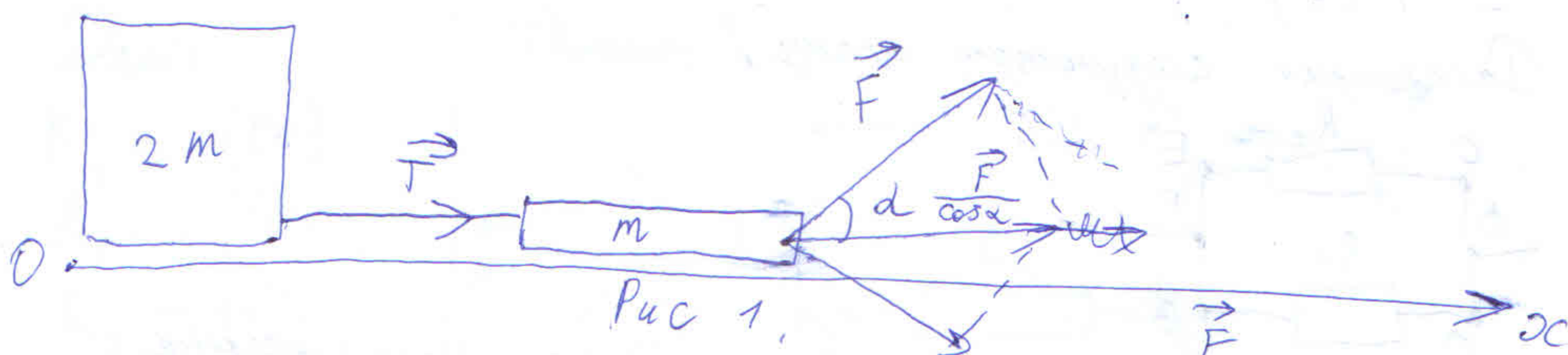
 $= 2N\mu$, при силе действующей

Рис 2.

Введём на плоскость ось Ox .Сила \vec{F} с осью Ox составляет угол α .Поскольку бруски движутся вдоль оси Ox , то существует сила, которая перпендикулярна \vec{F} и в результате её действия, бруски движутся параллельно Ox .Значит, на первый брусок действует сила $\frac{\vec{F}}{\cos \alpha}$. **Это неверно!**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

123666

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

3. (продолжение)

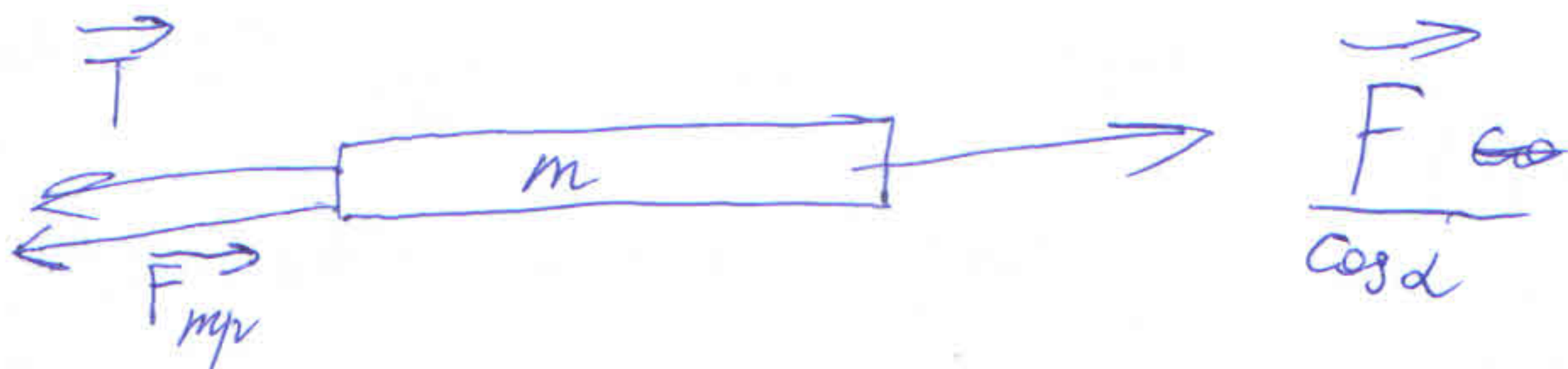
Вариант № 10

Рассмотрим рис. 1.

Поскольку бруски ~~двигаются~~ движатся, то

$$\frac{F}{\cos \alpha} \geq 3mg$$

Поскольку по третьему закону Ньютона сила действует на нить и на брусок тоже, то рассмотрим механику первого бруска.



0 —————→ x

Таким образом

$$\frac{\vec{F}}{\cos \alpha} - \vec{T} - \vec{F}_{tr} = \vec{R}, \text{ где } \vec{R} - \text{равнодействующая.}$$

Можно считать, что бруски движатся без ускорения, то

$$\frac{\vec{F}}{\cos \alpha} - \vec{T} - \vec{F}_{tr} = 0$$

3. (продолжение).

$$\frac{F}{\cos \alpha} - F_{\text{тр}} = T$$

6

$$\frac{F}{\cos \alpha} - mg\mu = T, \text{ поскольку трение у нас}$$

использует первый блок. Это есть,

$$T = \frac{F}{\cos \alpha} - mg\mu \text{ при } \frac{F}{\cos \alpha} = 3 mg\mu.$$

Ответ: $T = \frac{F}{\cos \alpha} - mg\mu.$

5. Дано:

$$V_1 = 10 (\text{дм}^3)$$

$$t_1 = 100 (^\circ\text{C})$$

$$V_2 = 3 (\text{дм}^3)$$

$$t_2 = 24 (^\circ\text{C})$$

$$T = 70 (^\circ\text{C})$$

$$V_3 = 4,5 (\text{дм}^3)$$

$$T_2 = 20 (^\circ\text{C})$$

$$\rho = 1000 \left(\frac{\text{кг}}{\text{дм}^3}\right)$$

Найти:

$$T_3 = ?$$

$$t_3 = ?$$

Решение:

Пусть Δm — порция воды в кране за единицу времени в холодном.

Найдём температуру теплового равновесия.

Пусть Δt — единица времени.

Δm_x — порция холодной воды за единицу времени, Δm_r — порция горячей воды за единицу времени.

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\Delta m_x}{\Delta t} + \frac{\Delta m_r}{\Delta t}$$

Поскольку Δt — это единица времени, то

численно $\frac{\Delta m_x}{\Delta t}$ будет равно Δm_x , но где с другой

$$\frac{\Delta m_r}{\Delta t} = \frac{V_1 \rho_\theta}{t_1} \Rightarrow \rho_\theta = 1 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$$

$$V_1 \rho_\theta = 100 \text{ (кг)}$$

$$\frac{\Delta m_r}{\Delta t} = \frac{10 \text{ (кг)}}{100 \text{ (с)}} = 0,1 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

$$\frac{\Delta m_x}{\Delta t} = \frac{V_2 \rho_\theta}{t_2} = \frac{3}{24} \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right) =$$

$$= 0,125 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

• Δ Построим температурную мензурку теплового равновесия T :

$$\sum_i Q_i = 0$$

$$\frac{c_\theta \Delta m_x (T - T_2)}{\Delta t} = \frac{c_\theta \Delta m_r (T_1 - T)}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta m_x}{\Delta t} T - \frac{\Delta m_x}{\Delta t} T_2 = \frac{\Delta m_r}{\Delta t} T_1 - \frac{\Delta m_r}{\Delta t} T$$

$$\frac{\Delta m_x + \Delta m_r}{\Delta t} T = \frac{\Delta m_r}{\Delta t} T_1 + \frac{\Delta m_x}{\Delta t} T_2$$

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{\Delta m_r T_1 + \Delta m_x T_2}{\Delta m_x + \Delta m_r} = \\
 &= \frac{((0,1 \cdot 70) + (0,125 \cdot 20))(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})}{0,225 (\text{кг})} = \\
 &= \frac{40 \left(7 + \frac{5}{2}\right) (\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})}{\frac{9}{40} (\text{кг})} = \frac{40 \left(\frac{14+5}{2}\right) (\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})}{9 (\text{кг})} = \\
 &= \frac{\frac{40 \cdot 19}{2}}{9} (^\circ\text{C}) = \frac{20 \cdot 19}{9} (^\circ\text{C}) = \\
 &= \frac{380}{9} (^\circ\text{C}) = 42,2 (^\circ\text{C}) \approx 42 (^\circ\text{C}).
 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = 0,225 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}}\right) = \frac{9}{40} \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}}\right)$$

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{V \rho}{t_3} \Rightarrow t_3 = \frac{\Delta t}{\Delta m} \cdot V \rho =$$

$$= \frac{40 \cdot \frac{9}{2} (\text{с} \cdot \text{кг})}{9 (\text{кг})} = \frac{40 \cdot 4,5 (\text{с} \cdot \text{кг})}{9 (\text{кг})} =$$

$$= 20 (\text{с})$$

Ответ: время запаривания $t_3 = 20 (\text{с})$, температура $T_3 \approx 42$