

Шифр

Ф<sub>11</sub> - 10

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

## Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

МУХИНА

Имя:

МАРИЯ

Отчество:

АНДРЕЕВНА

Учащийся

11 "А"

класса школы №

МБОУ "Инженерный лицей НГТУ"

г. Новосибирска

(города/села, района)

Новосибирской области

(области)

Дата рождения

13.08.1998

Контактная информация – телефон(ы):

8-905-958-76-13

E-mail:

Mary-Andr@yandex.ru

Пункт проведения этапа

НГТУ

Дата проведения этапа

21.02.2016

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e-mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись

Мухина



|    |    |   |   |   |   |    |
|----|----|---|---|---|---|----|
| 1  | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ  |
| 10 | 10 | 5 | 0 | 9 | 0 | 34 |

Шифр

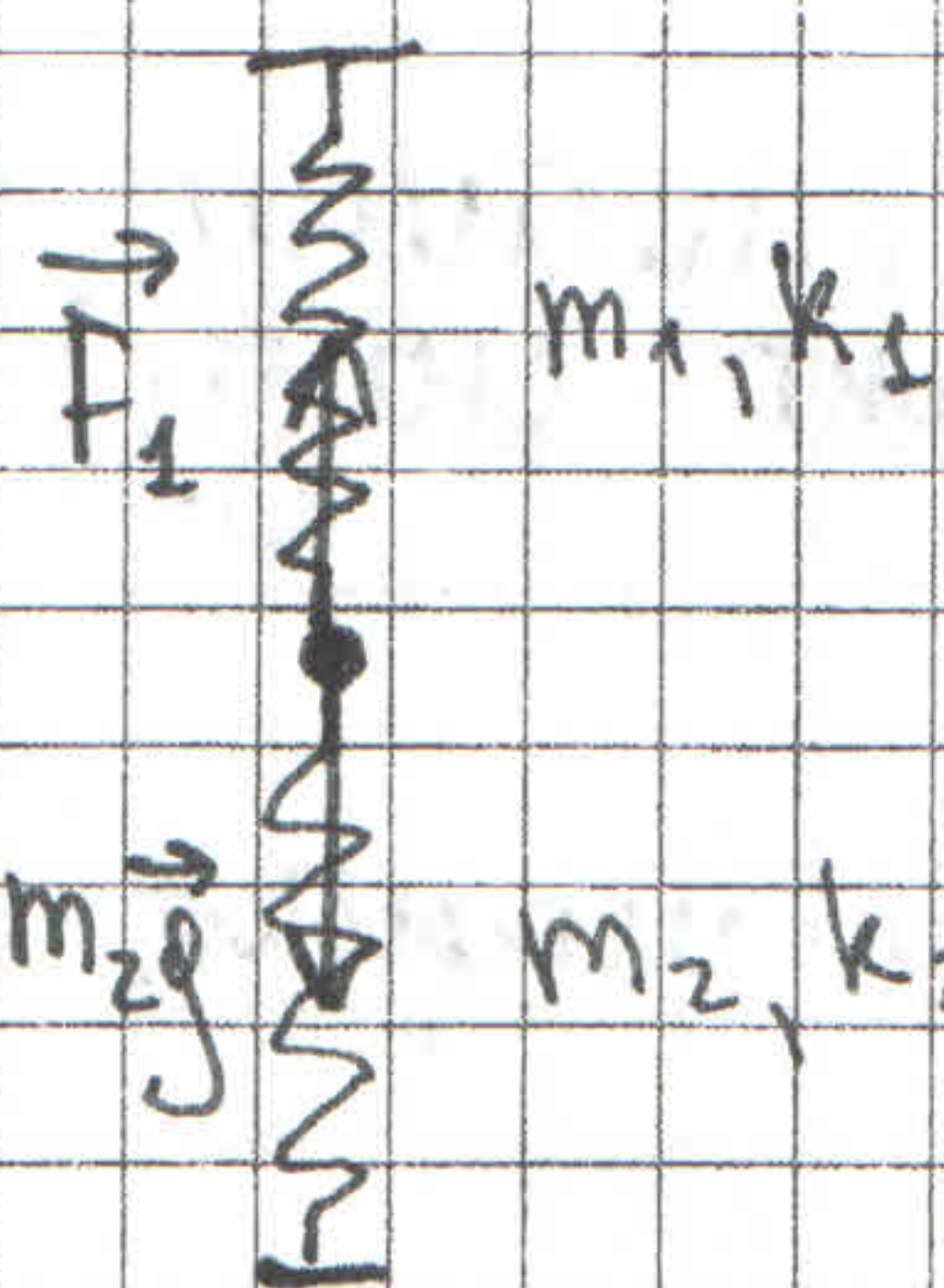
Ф.И.О. - 10

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

| Общий балл | Дата     | Ф.И.О. членов жюри         | Подписи членов жюри |
|------------|----------|----------------------------|---------------------|
| 34         | 04.03.16 | Колесово<br>Дуровский В.Г. | В.К.М.<br>Дуровский |

Задача 1

1 случай


где  $m_1$  - масса первой пружины

 $m_2$  - масса второй пружины

 $k_1$  и  $k_2$  - жесткости соответственно

в 1 случае пружина 2 действует

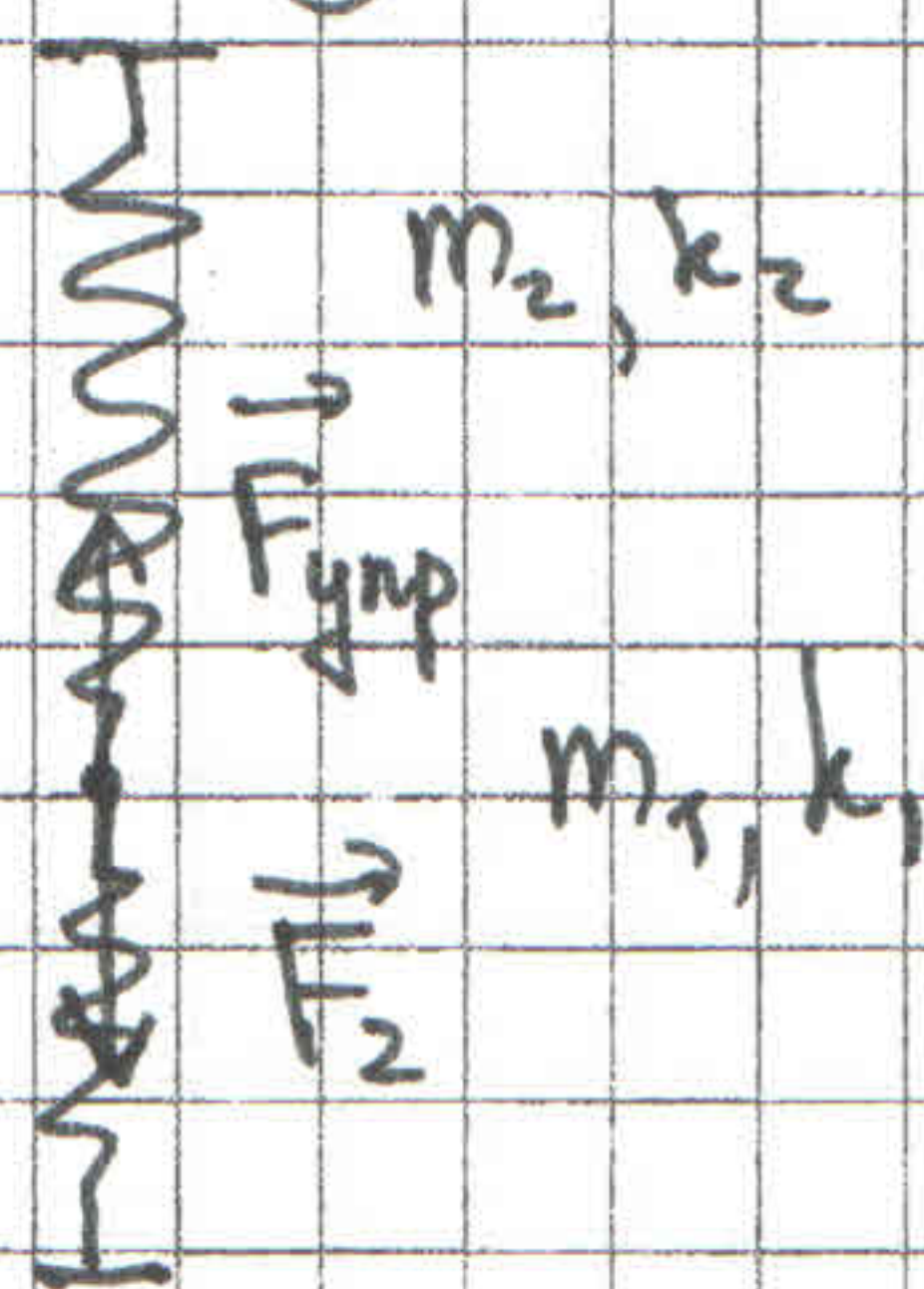
на первую с силой  $m_2 g$ .

Возникает сила упругости, противодействующая этой и равная  $F_1$ . Система находится

в равновесии.  $\sum \vec{F} = 0$ ,  $\vec{F}_1 + m_2 \vec{g} = 0$ 
 $F_1 = m_2 g$ , при этом  $F_1$  равна по модулю

 $F_{уп2} = k_2 \Delta x_1$ , т.е.  $F_1 = k_2 \Delta x_1$  (1) 40

2 случай



Аналогично

 $\vec{F}_{уп} + \vec{F}_2 = 0$ ,  $F_{уп} = F_2$ 
 $F_{уп} = k_2 \Delta x_2$ ,  $F_2 = k_2 \Delta x_2$  (2) 40

Разделив полученные выражения 1 на 2

получим:  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{k_2 \Delta x_1}{k_2 \Delta x_2}$ ;  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}$ 

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot \Delta x_2}{\Delta x_1}$$

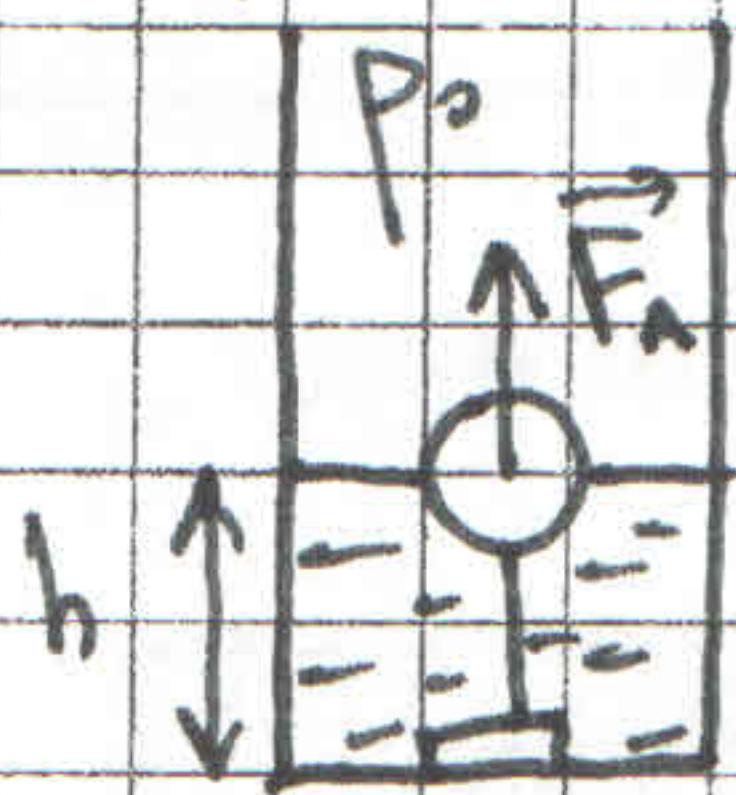
Ответ:  $F_2 = \frac{F_1 \cdot \Delta x_2}{\Delta x_1}$  20

Σ = 100

Председатель жюри



## Задача 2



в 1 случае: на шарик действуют сила Архимеда и атмосферное давление, на пластину давление жидкости и атмосферное. Если пластинка всплывает, то сумма сил, действующих на шарик  $\geq$  сумме сил,  $\geq$  на пластинку

Т.к.  $F = p \cdot S$ , где  $p$  - давление,  $S$  - площадь поверхности ~~и~~ пластинки только начинает отрываться, то

$$\sum \vec{F}_{\text{шарик}} \neq \sum \vec{F}_{\text{пластина}} = 0$$

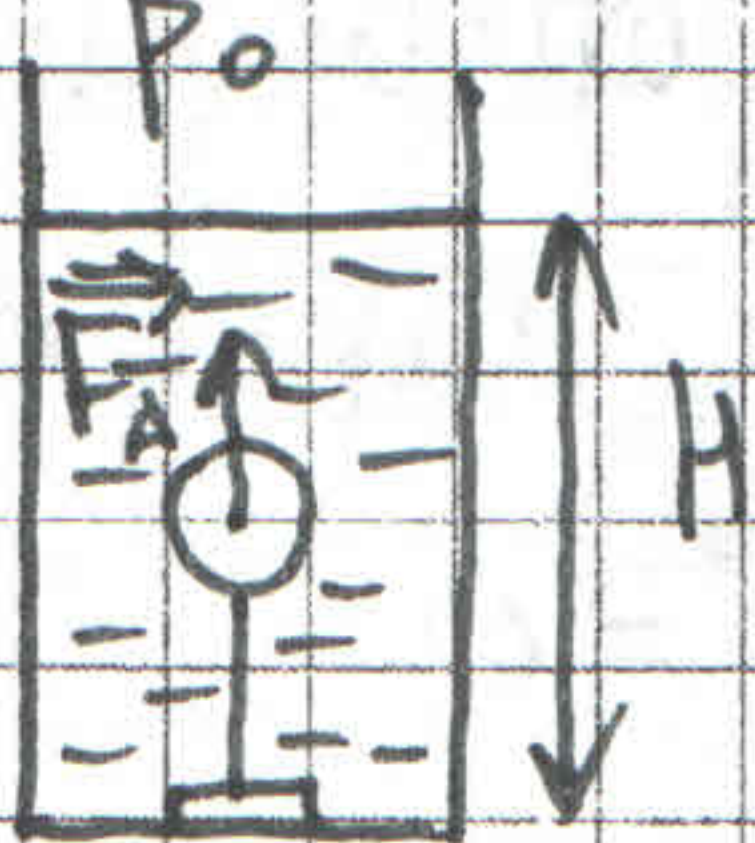
(на шарик  $p_0$  действует со всех сторон, на пластинку только снизу)

30

$$F_A - \rho g h \cdot S - p_0 \cdot S = 0$$

$$\rho g \frac{V}{2} = S(\rho g h + p_0) \quad (1), \text{ где } V - \text{объем шарика}$$

2 случай:



Аналогично. Крайний случай, когда пластинка не отрывается:

$$\sum \vec{F}_{\text{шарик}} + \sum \vec{F}_{\text{пластина}} = 0$$

$$F_A - \rho g H \cdot S - p_0 \cdot S = 0$$

$$\rho g V = S(\rho g H + p_0) \quad (2)$$

Разделив 1 на 2 получим:

$$\frac{\rho g V}{2 \rho g V} = \frac{S(\rho g h + p_0)}{S(\rho g H + p_0)}; \quad 20$$

$$\rho g H + p_0 = 2 \rho g h + 2 p_0$$

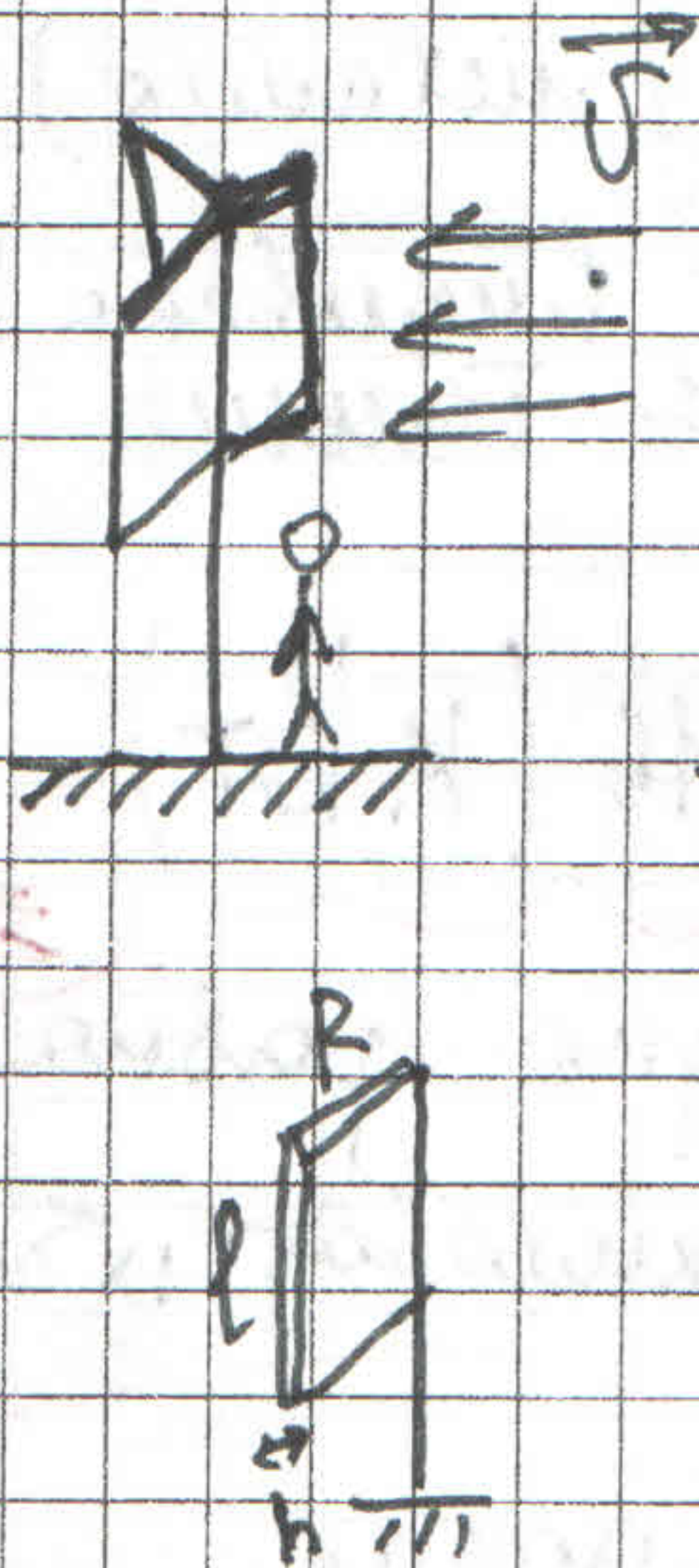
$$H = \frac{2 \rho g h + p_0}{\rho g}$$

$$\text{Ответ: } H = \frac{2 \rho g h + p_0}{\rho g} \quad 20$$

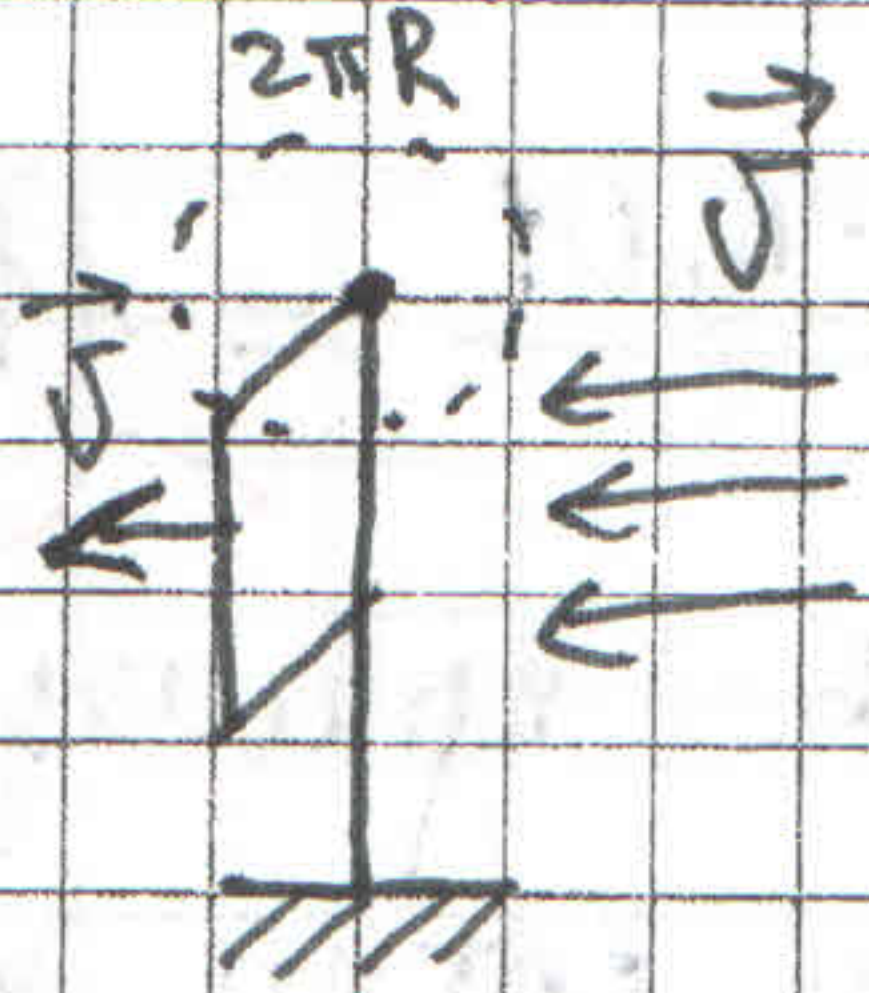
$$\Sigma = 100$$



## Задача 5



Ветер, дующий на лопасти, заставляет их раскручиваться. Рассмотрим одну из лопастей:



Предположим, что ветер заставляет раскручиваться крайние точки лопасти и двигаться со скоростью  $v$ , т.е. со скоростью ветра.

Механическая энергия переходит в электрическую.

Т.к. мы рассматриваем одну лопасть, то путь она проходит  $\frac{1}{3} l_{\text{окр}} = \frac{1}{3} \cdot 2\pi R$  за  $\frac{1}{3} t_{\text{оборота}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{2\pi R}{v}$

Лопасть движется, она обладает импульсом:

$$\Delta p = F \Delta t, \quad p = m v, \quad F \cdot \Delta t = m v, \quad \text{где } m - \text{масса одной лопасти}$$

$$F = A/S = A / \frac{2\pi R}{3}; \quad F = \frac{m v}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{2\pi R}{3v}; \quad F = \frac{m v \cdot 3v}{2\pi R} = \frac{3v^2 \cdot m}{2\pi R}$$

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = F \cdot v$$

где  $N$  - мощность, вырабатываемая одной турбиной

$$N = \frac{3v^3 m}{2\pi R}$$

Мощность одной лопасти

при этом есть существенные потери.

$$\eta = \frac{N_{\text{вырабатываемая}}}{3 \cdot N_{\text{одной лопасти}}}$$

предположим, что  $\eta = 0,2$  КПД ветр. мель. мало

$$N_{\text{выр-я}} = \eta \cdot \frac{9v^3 m}{2\pi R}$$

$$m = \rho V = \rho \cdot R \cdot l \cdot h$$

$\rho$  - плотность материала лопастей

$$N_{\text{выр-я}} = \frac{\eta \cdot 9v^3 \cdot \rho \cdot R \cdot l \cdot h}{2\pi R}$$

$$N_{\text{выр-я}} = \frac{9 \cdot \eta \cdot v^3 \cdot \rho \cdot l \cdot h}{2\pi}$$

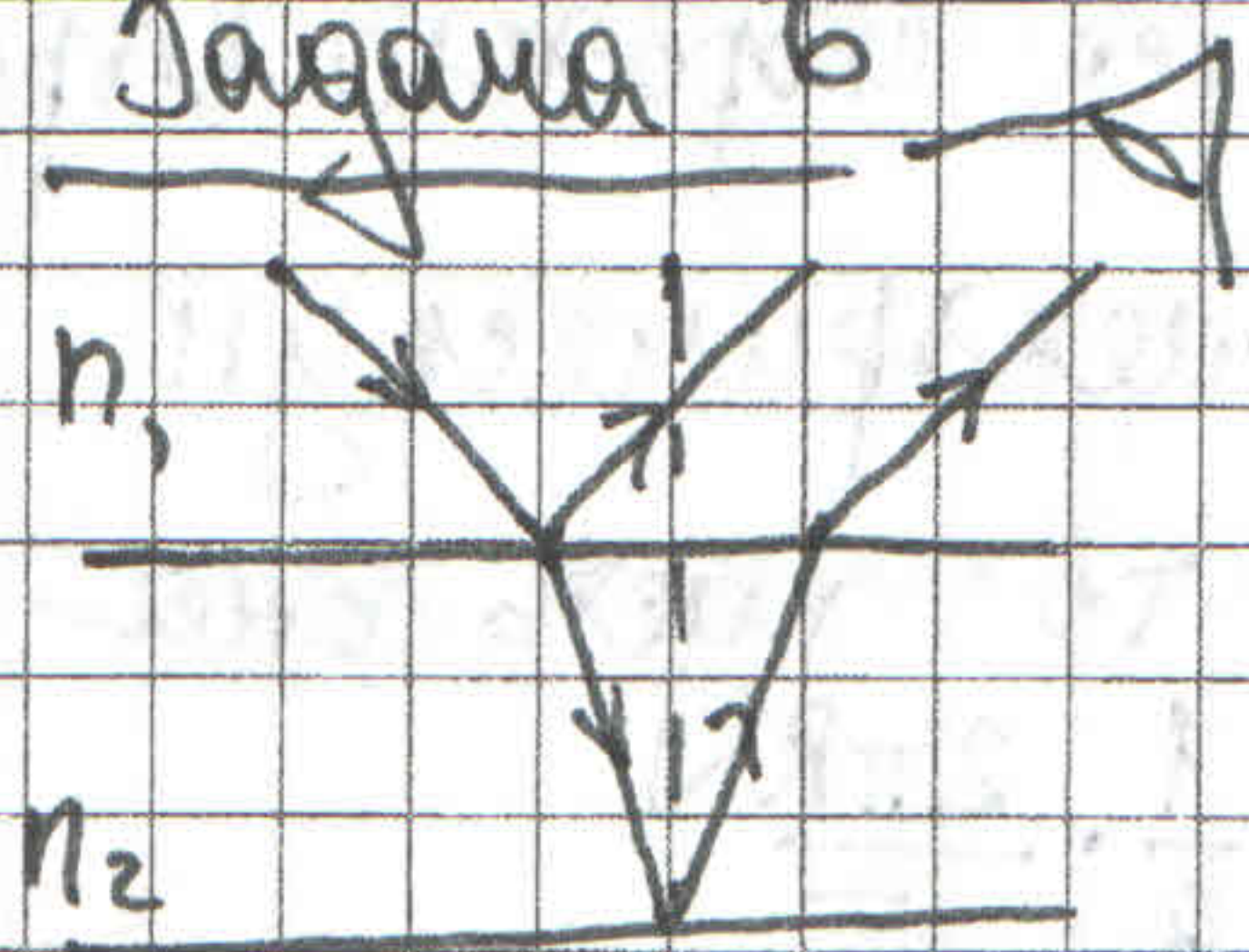


Пусть скорость ветра в ветреную погоду равна  $V = 15 \text{ м/с}$   
 плотность материала  $\rho = 6000 \text{ кг/м}^3$  (как у металла)  
 высота  $l = 2 \text{ м}$  (по рисунку видно, что  $l \approx l_{\text{человека}}$  или чуть больше)  
 толщина  $h = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$

Тогда  $N_{\text{вир-я}} = \frac{9 \cdot 0,2 \cdot 15^3 \cdot 6000 \cdot 2 \cdot 0,01}{2 \cdot 3,14} \approx 116 \text{ (кВт)}$

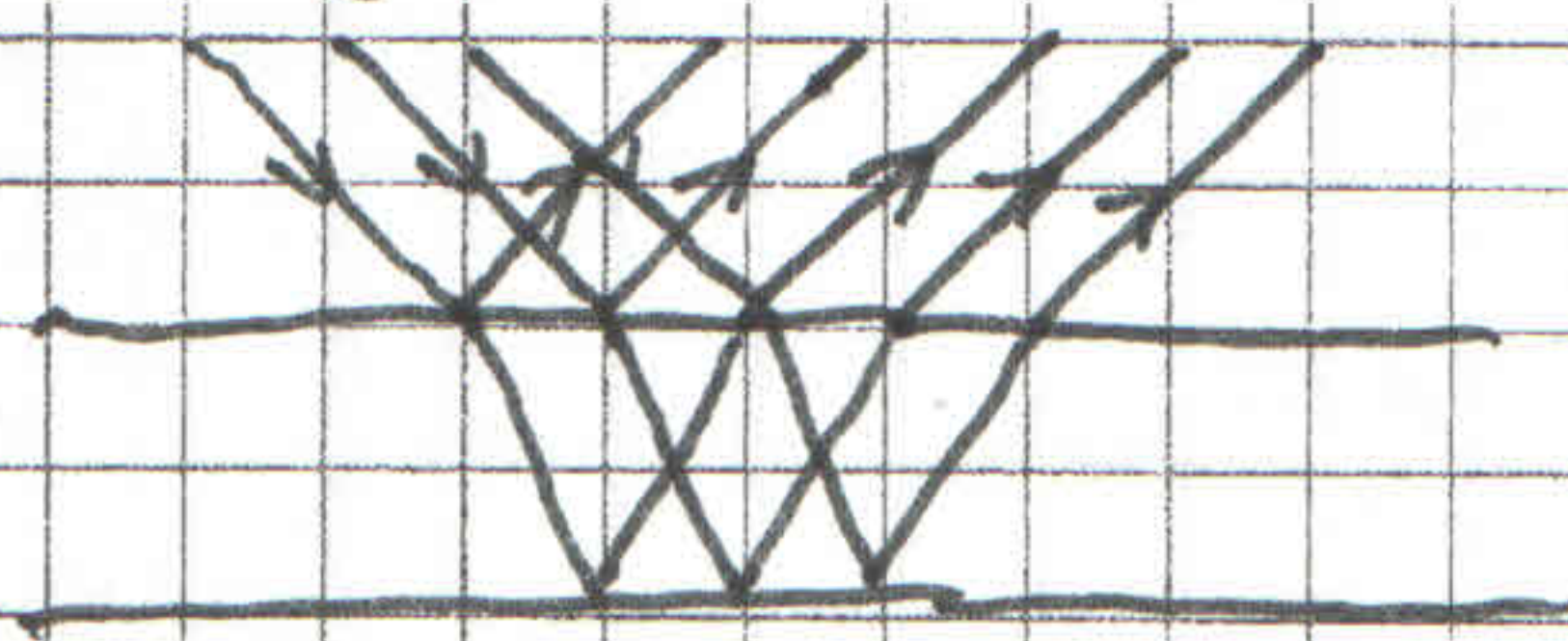
Ответ: Электрическая мощность примерно равна  $N = 116 \text{ кВт}$ , т.е. около сотни киловатт и больше.  $\Sigma = 90$

Задача 6



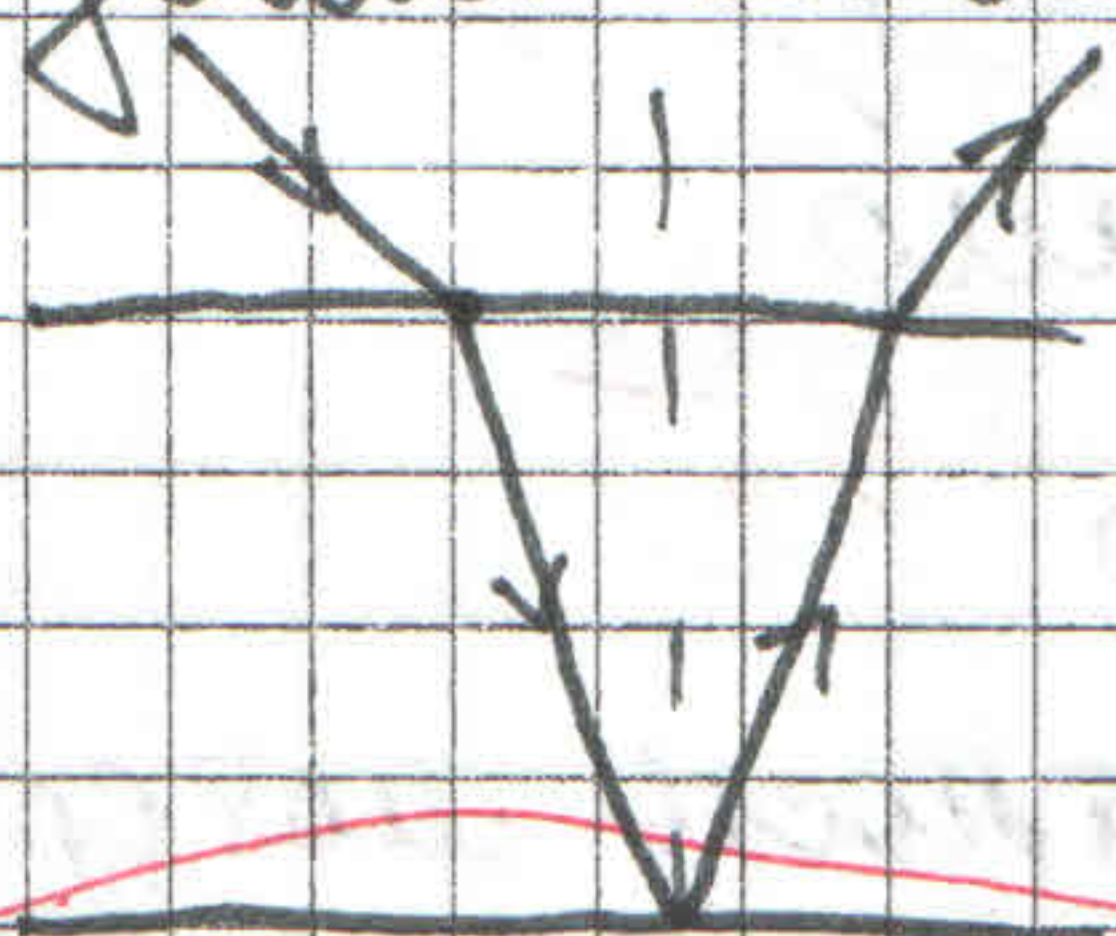
в случае, когда в близи человека вода, человеку в море приходит луч, отраженный от воды и от дна близи. Т.к. луч света имеет некоторое размер, и падает в

виде пятнышка:



человек видит чередование светлых и темных (полученных в результате интерференции, т.е. наложением двух лучей с разностью хода  $(2k+1) \frac{\lambda}{2}$ ) колец.

Когда вода становится больше, смещение луча увеличивается, поэтому кольца расходятся на большее расстояние.



$\Sigma = 05$

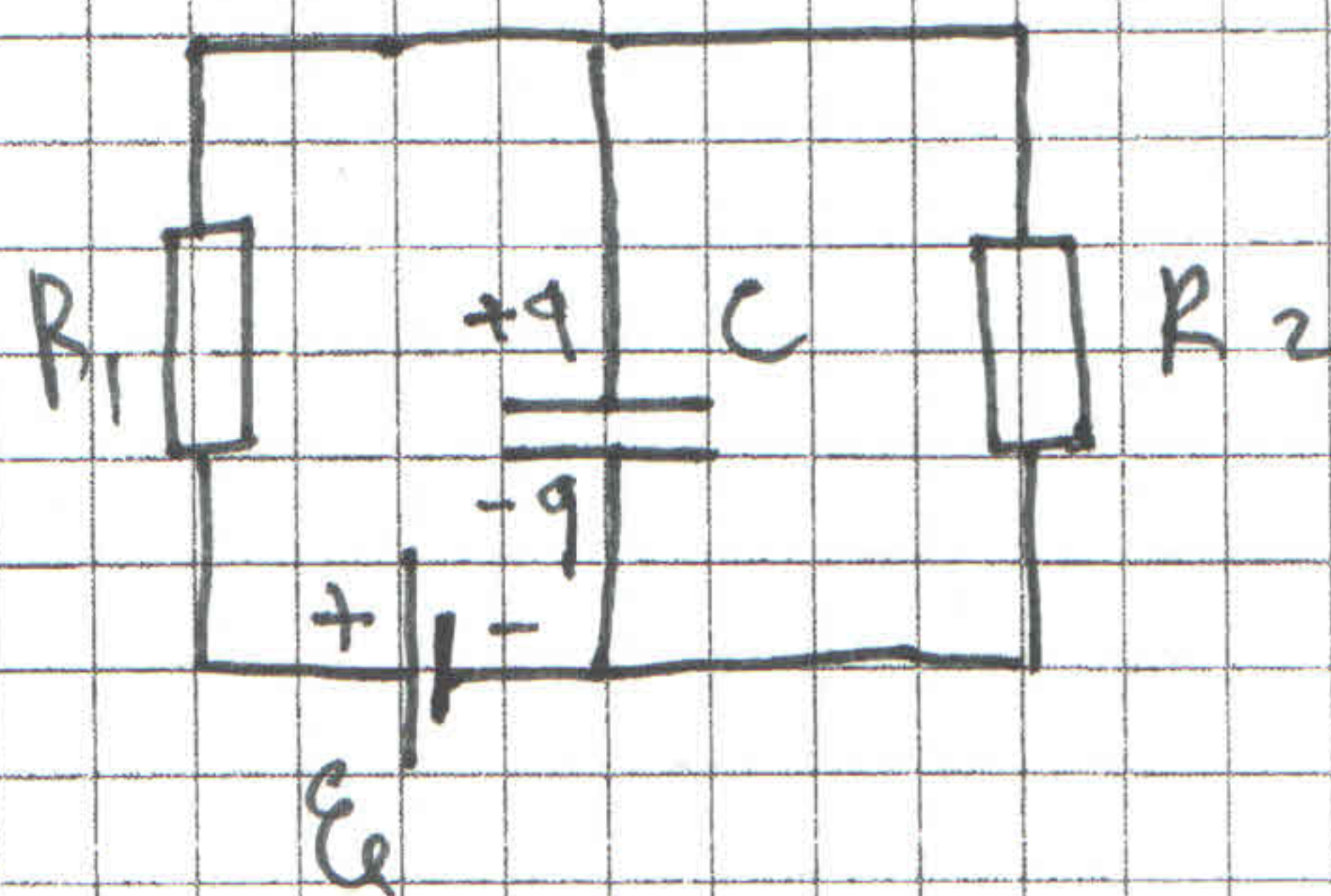
Задача 3

Батареи идеальные, ее внутреннее сопротивление  $r = 0$ . Когда цепь замкнута:



# Чистовик

## 3 задача продолжение



Через  $R_1$  начинает течь ток  $u_c = \frac{q}{C}$  (10)

$$y_1 = \frac{U_{\text{наб}}}{R_1} = \frac{q}{C \cdot R_1} \quad \ominus$$

более ~~тоже~~ в установившемся режиме напряжения на  $R_1, C, R_2$  уравниваются.

Через  $R_1$  и  $R_2$  течет один ток.

$$E_0 = y_2 R_1 + y_2 R_2 \quad \text{— по 2 закону Кирхгофа}$$

$$y_2 = \frac{E_0}{R_1 + R_2} \quad \text{40}$$

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{q(R_1 + R_2)}{C \cdot R_1 \cdot E_0}$$

Ответ:  $\frac{y_1}{y_2} = \frac{q(R_1 + R_2)}{C R_1 E_0}$

$\Sigma = 50$

## Задача 4

Энергия взаимодействия зарядов

$$W = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

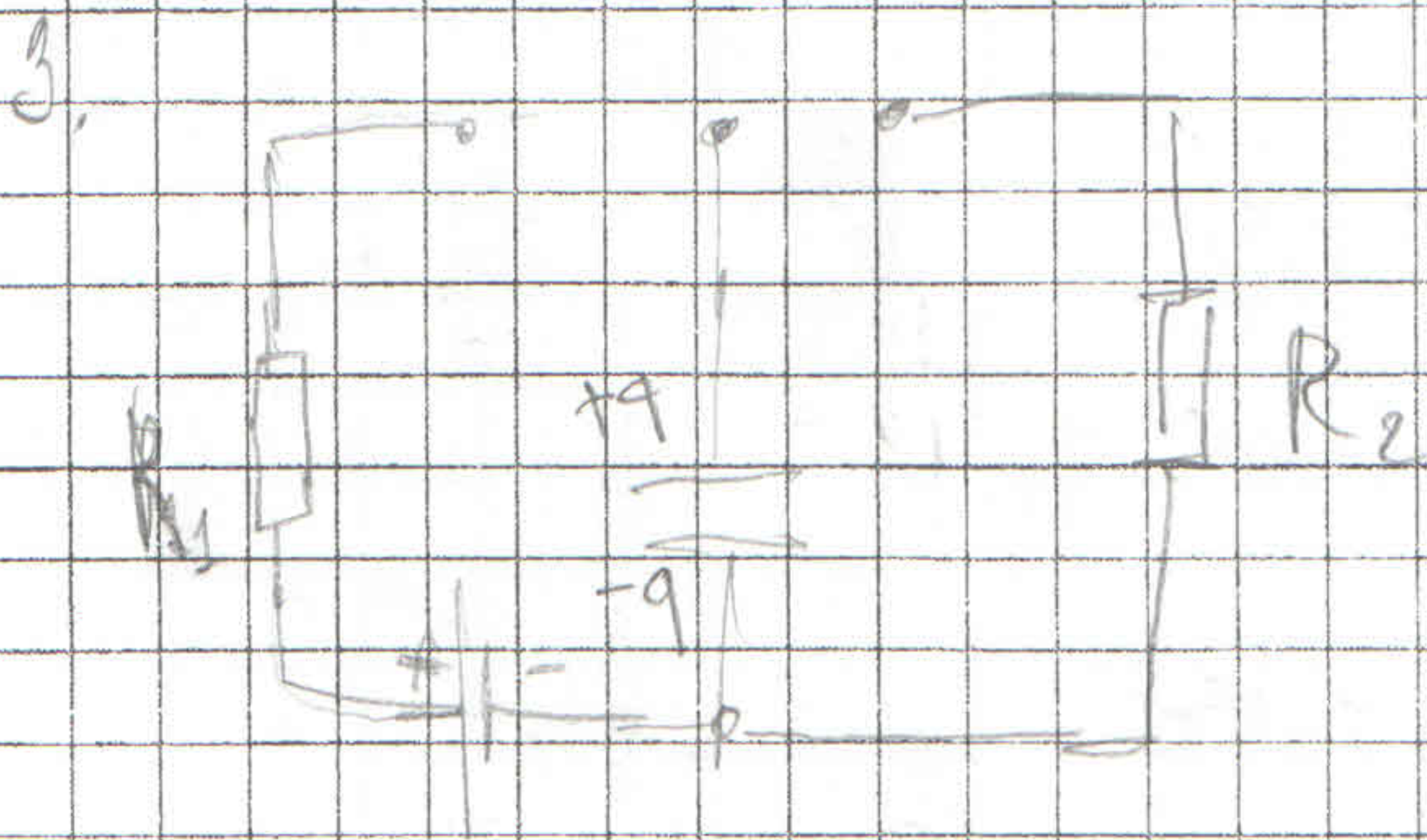
, где  $r$  — расстояние между ними

⊖

100



5.  $P = \frac{A}{t}$  ,  $A = F \cdot S$  ,  $F \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$  Черновик



в 1 момент:  $\varphi_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r}$

$r = 0$

$\varphi_1 = \frac{\varepsilon}{R_1}$

во 2 момент:

$q = CU$  ;  $U_1 = U_2 = U_3$   
 $U = \frac{q}{C}$

$\frac{q}{C} = U_1 R_1 = U_2 R_2$

$W = k \frac{q_1 q_2}{R}$

$P = \frac{r U^2}{2}$   
 $U = \frac{q}{C}$

5.  $P = \frac{A}{t} = \frac{E}{t} = \frac{m \cdot v^2}{2t}$

$F \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$   $\Delta \vec{p} = m \Delta \vec{v}$

$q = CU$   
 $U = \frac{q}{C}$

$N = \frac{A}{t} = F \cdot v$

$F \cdot t = m \cdot v$  ,  $m = \frac{F \cdot t}{v}$

$\frac{A}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{F \cdot v}{2}$

$U \Rightarrow E$  ?

$E = \frac{m v^2}{2}$   $F t = m v$

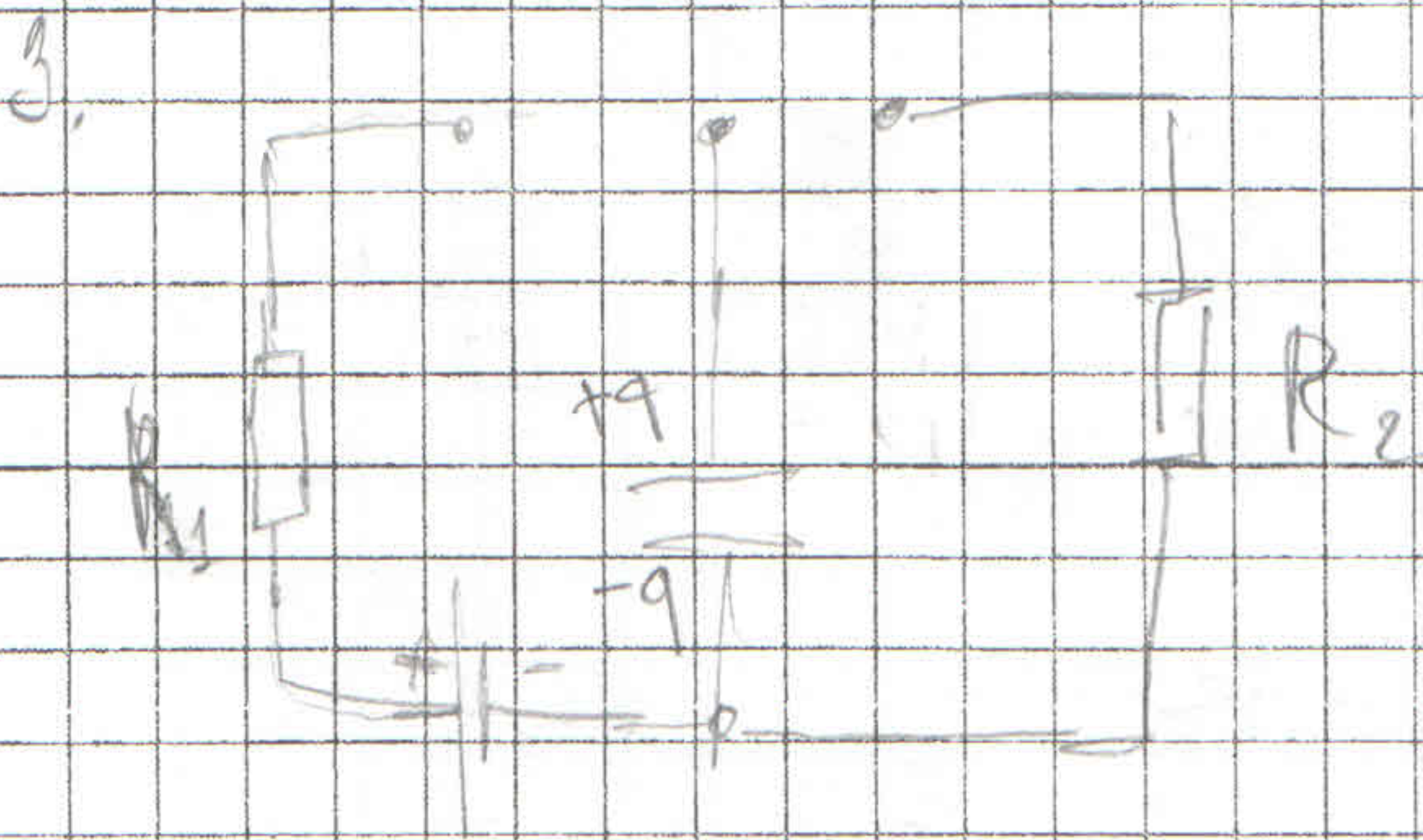
$E = \frac{m v^2}{2}$  ,  $E =$

6.





5.  $P = \frac{A}{t}$  ;  $A = F \cdot S$  ;  $F \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$  Череповик



в 1 момент:  $y_1 = \frac{q}{R_1 + R_2}$

$r = 0$

$y_1 = \frac{\epsilon \epsilon}{R_1}$

во 2 момент:

$q = CU$  ;  $U_1 = U_2 = U_3$   
 $U = \frac{q}{C}$

$\frac{q}{C} = \frac{U_1 R_1}{R_1} = \frac{U_2 R_2}{R_2}$

$W = k \frac{q_1 q_2}{R}$

$P = \frac{r U^2}{2}$   
 $y = \frac{U}{R}$

5.  $P = \frac{A}{t} = \frac{E}{t} = \frac{m \cdot v^2}{2t}$

$F \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$

$\Delta \vec{p} = m \Delta \vec{v}$

$q = CU$   
 $U = \frac{q}{C}$

$N = \frac{A}{t} = F \cdot v$

$F \cdot t = m \cdot v$  ;  $m = \frac{F \cdot t}{v}$

$\frac{A}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = \frac{F \cdot v \cdot t}{t} = F \cdot v$

$F = m \cdot a$

$m = \frac{F \cdot t}{v}$  ;  $\frac{m v^2}{2} = \frac{F \cdot t \cdot v}{2}$

$U = \frac{q}{C}$

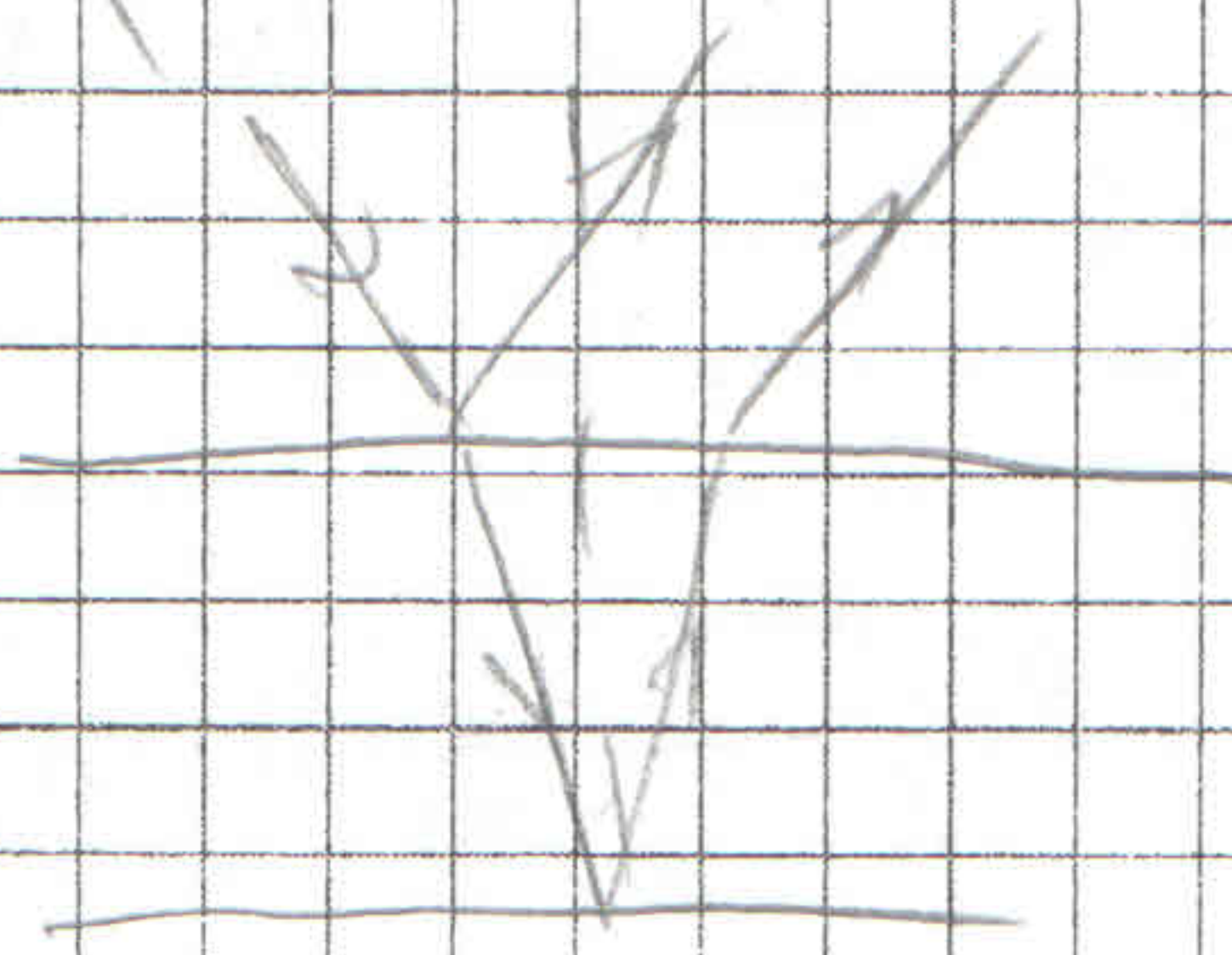
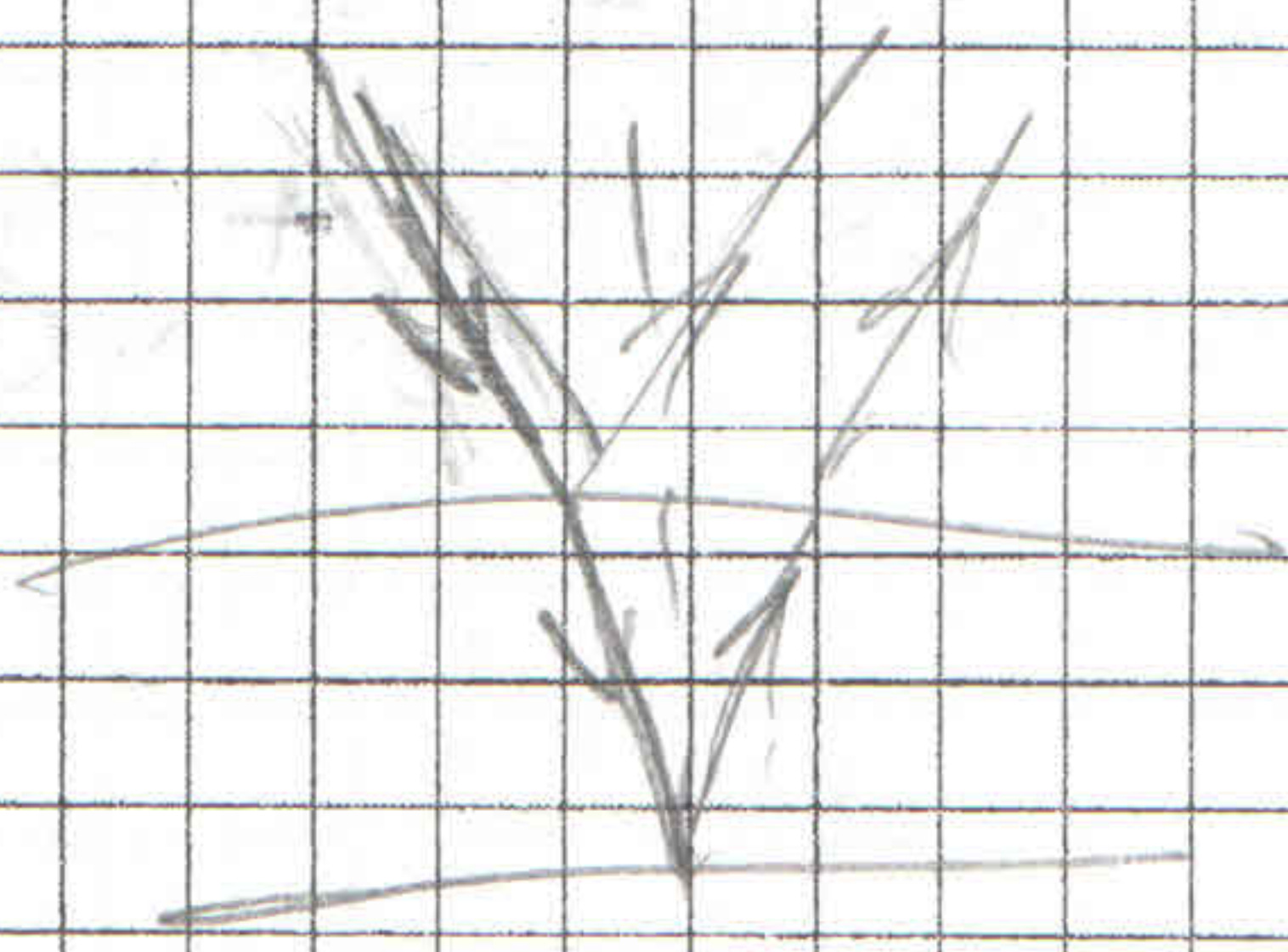
$v \Rightarrow E$  ?

$E = \frac{m v^2}{2}$

$F t = m v$

$E = \frac{m v^2}{2}$  ;  $E =$

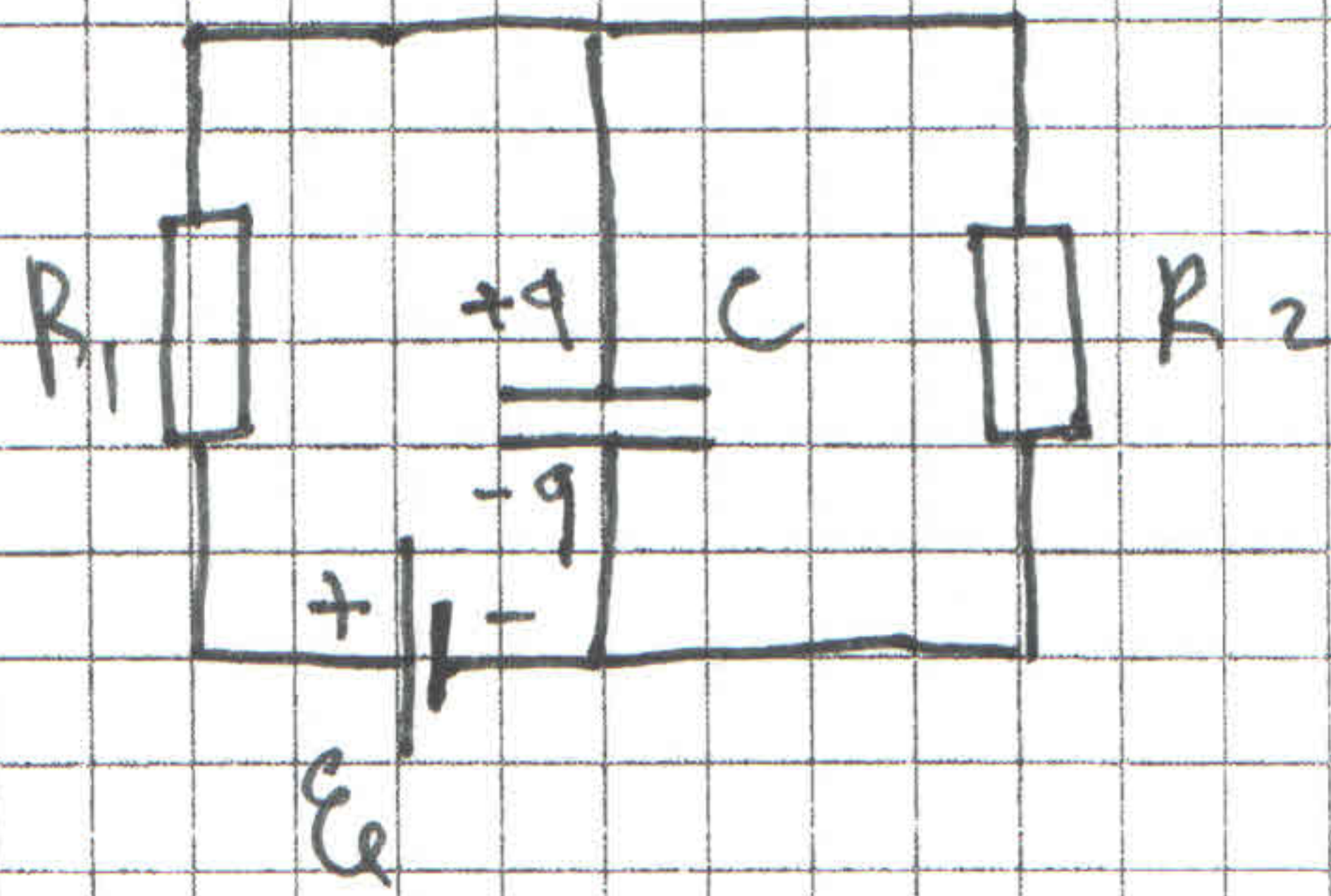
6.





# Числовик

3 задача продолжение



Через  $R_1$  течет ток

$$I_C = \frac{U}{C} \quad (10)$$

$$I_1 = \frac{U_{\text{на } R_1}}{R_1} = \frac{q}{C \cdot R_1} \quad (10)$$

В установившемся режиме напряжения на  $R_1$ ,  $C$ ,  $R_2$  уравниваются.

Через  $R_1$  и  $R_2$  течет один ток.

$$E_0 = I_2 R_1 + I_2 R_2 \quad \text{— по 2 закону Кирхгофа}$$

$$I_2 = \frac{E_0}{R_1 + R_2} \quad (40)$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{q(R_1 + R_2)}{C \cdot R_1 \cdot E_0}$$

Ответ:  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{q(R_1 + R_2)}{C R_1 E_0}$

$$\Sigma = 50$$

## Задача 4

Энергия взаимодействия зарядов

зарядов

$$W = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

, где  $r$  — расстояние между ними

$$\Sigma = 50$$



Упроблем



$\vec{F}, \vec{s}$

$$E = F \cdot s$$

$$F \cdot t = m \vec{v}$$

$\Delta t$

$s = v \cdot t$

$$2\pi R = v \cdot t \quad ; \quad t = \frac{2\pi R}{v}$$

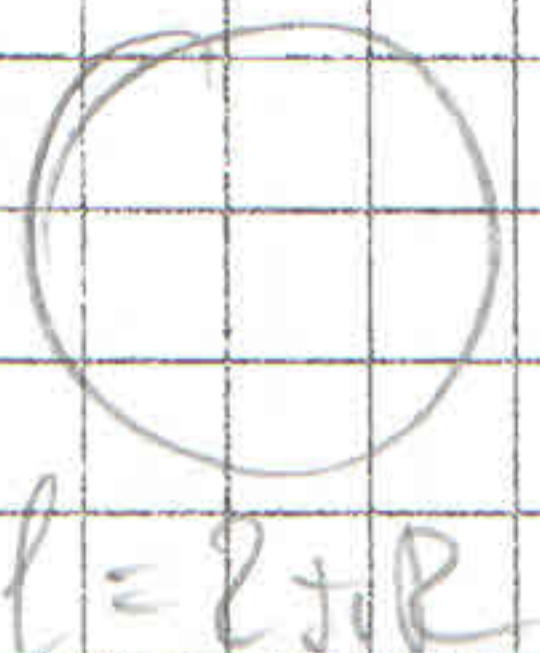


$$p = m_m \cdot \vec{v}_{\text{центр}}$$

$$\vec{p}_m = \vec{F} \cdot \Delta t$$

$$A = F \cdot s$$

$$F = \frac{A}{s} \cdot \Delta t \quad ; \quad \Delta t =$$



$$l = 2\pi R$$

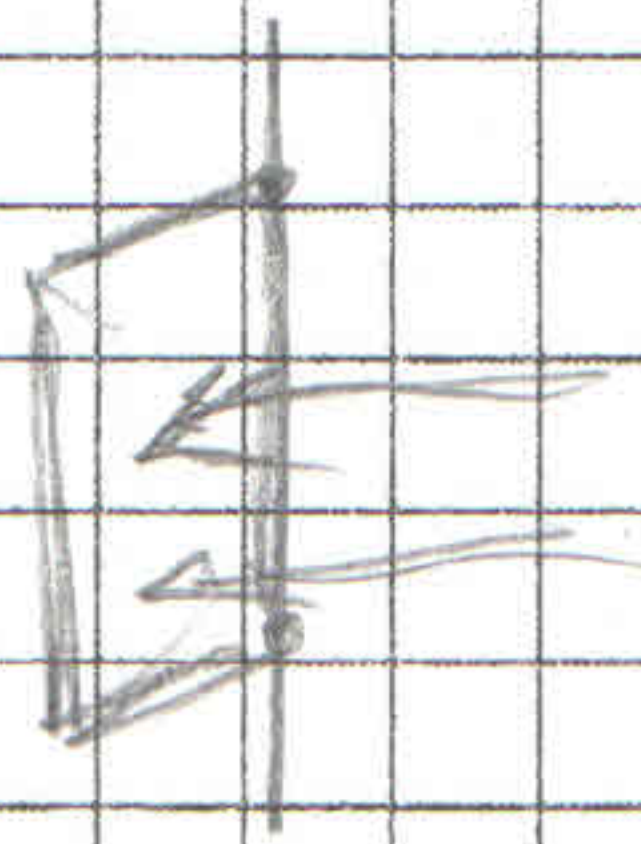
$$N = \frac{E \cdot s}{\Delta t} \quad ; \quad s = \frac{1}{3} 2\pi R$$

$$N = \frac{F \cdot 2\pi R \cdot v}{3 \cdot 2\pi R} = \frac{F \cdot v}{3}$$

$$N = \frac{3m\vec{v}}{2\pi R}$$

$$F = \frac{m_m \cdot \vec{v}_e}{t}$$

$$A = \frac{m_m \cdot \vec{v}_e \cdot \vec{v}_e}{t \cdot 3} = \frac{m \vec{v}^2 \cdot \vec{v}}{3 \cdot 2\pi R \cdot 6\pi R}$$



$$\vec{F} = \frac{A}{t} \cdot N = \frac{m_m \cdot \vec{v}^2}{t^2 \cdot 3}$$

$$E = \frac{m \vec{v}^2}{2} = \frac{m_m \vec{v}^2}{8}$$

$$N = \frac{F \cdot v}{3} = \frac{3m\vec{v}^2 \cdot v}{2\pi R}$$

$$A = \frac{m \vec{v} \cdot 3}{t \cdot 2\pi R}$$

$$N = \frac{A}{s} = \frac{R \cdot s}{t} = F \cdot v$$

$$F = A \cdot s = A \cdot v \cdot t$$

$$B_r = \frac{\omega^3 \cdot m}{c^3 \cdot \omega} = \frac{\omega^2 \cdot m}{c^3}$$

$$A = \frac{m \vec{v}}{\Delta \cdot v \cdot t} = \frac{m \vec{v}}{t \cdot s}$$