

### Физика. 10 класс

| Шифр         | ФИО                           | Итого балл | Статус             |
|--------------|-------------------------------|------------|--------------------|
| ФИ0002875826 | Орёл Сергей Викторович        | 100        | Победитель         |
| ФИ0002774826 | Образцов Евгений Михайлович   | 84         | Победитель         |
| ФИ0003122026 | Строганов Иван Александрович  | 79         | Победитель         |
| ФИ0002381226 | Мицюк Андрей Романович        | 78         | Победитель         |
| ФИ0003150526 | Фаткуллин Альберт Ринатович   | 78         | Победитель         |
| ФИ0002502326 | Цитронов Андрей Дмитриевич    | 75         | Победитель         |
| ФИ0002054126 | Максименко Владимир Андреевич | 73         | Победитель         |
| ФИ0002198626 | Закиров Артем Альбертович     | 73         | Победитель         |
| ФИ0002203126 | Монахов Владислав Андреевич   | 73         | Победитель         |
| ФИ0002349026 | Светцов Артемий Дмитриевич    | 72         | Призёр II степени  |
| ФИ0002483926 | Костров Филипп Юрьевич        | 72         | Призёр II степени  |
| ФИ0002512526 | Сорокина Борис Игоревич       | 72         | Призёр II степени  |
| ФИ0002121726 | Токарев Тарас Игоревич        | 69         | Призёр II степени  |
| ФИ0002702326 | Ковалев Алексей Дмитриевич    | 69         | Призёр II степени  |
| ФИ0002191526 | Могилев Иван Дмитриевич       | 67         | Призёр II степени  |
| ФИ0002655626 | Юзовчук Даниил Алексеевич     | 66         | Призёр II степени  |
| ФИ0002258826 | Костанда Ален Георгиевич      | 65         | Призёр III степени |
| ФИ0002442126 | Татаринцев Ян Валентинович    | 62         | Призёр III степени |
| ФИ0002576326 | Топунов Денис Андреевич       | 62         | Призёр III степени |
| ФИ0002117426 | Саханский Андрей Владимирович | 61         | Призёр III степени |
| ФИ0002934026 | Каткова Ксения Сергеевна      | 60         | Призёр III степени |
| ФИ0003114626 | Машуков Михаил Русланович     | 58         | Призёр III степени |
| ФИ0002119526 | Сырников Матвей Дмитриевич    | 55         | Призёр III степени |
| ФИ0002707526 | Апалеева Анастасия Андреевна  | 54         | Призёр III степени |
| ФИ0002995126 | Ткаченко Николай Игоревич     | 53         | Призёр III степени |
| ФИ0003282726 | Малясов Степан Евгеньевич     | 51         | Призёр III степени |
| ФИ0002298026 | Носов Владислав Романович     | 49         | Призёр III степени |
| ФИ0002636226 | Алешечкин Михаил Андреевич    | 49         | Призёр III степени |
| ФИ0002410126 | Фархшатов Тимур Эдуардович    | 48         | Призёр III степени |
| ФИ0002073226 | Зелепукин Иван Дмитриевич     | 47         | Призёр III степени |
| ФИ0002183526 | Захаронко Иван Николаевич     | 47         | Призёр III степени |
| ФИ0003026426 | Райчихин Вячеслав Антонович   | 47         | Призёр III степени |
| ФИ0003089626 | Кузнецов Николай Алексеевич   | 46         | Призёр III степени |

\*Сканы работ размещены по возрастанию шифра

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

9 2 0 0 0 2 0 5 4 1 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$P = P_0 \cdot e^{-\beta \cdot n \cdot e}$$

если  $n=0$ , то  $P=P_0 \Rightarrow P_0=582$  (мкА)

можно получить ~~зав-ть~~  $\frac{P_0}{P}$ ;  $\frac{P_0}{P} = e^{\beta \cdot n \cdot e}$

Так же  $\beta = \log_e n \cdot e \cdot \frac{P_0}{P}$

из графика, взяв несколько точек и проводя,

получилим (3; 0,4) получалим, что ?

$\beta \approx 0,23$

для помещенной осв-ти

$$\text{это: } 1 - \frac{P}{P_0} = 1 - e^{-\beta n e} = 1 - \frac{1}{1,5} \approx 0,5$$

Решо!

$$n = 0,30 \text{ см}^{-3}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Ответ: 0,23; 0,5.

Решо!

$$V_2 = 3V_1$$

$$P_1 = \kappa V_1$$

$$P_2 = \kappa V_2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow P_2 = 3P_1$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow P_1 V_1 = 3 P_1 V_1$$

$$3 P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_2 \Rightarrow P_3 V_3 = P_1 V_1$$

$$P_4 V_4 = \nu R T_2 \Rightarrow P_4 V_4 = P_1 V_1$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{P_4 V_4} = 3 \Rightarrow T_1 = 3 T_2$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{3 T_2 - T_2}{3 T_2} = \frac{2}{3}$$

Ответ:  $\frac{2}{3}$

| 1  | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|----|----|---|----|----|---|----|
| 13 | 12 | 8 | 10 | 30 |   | 73 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

по данным посчитали  $\frac{P_0}{P}$  и построили график:

| $n (\text{см}^{-3})$ | $\frac{P_0}{P}$ |
|----------------------|-----------------|
| 0                    | 1,03            |
| 0,02                 | 1,2             |
| 0,04                 | 1,32            |
| 0,06                 | 1,45            |
| 0,08                 | 1,58            |
| 0,1                  | 1,7             |
| 0,12                 | 1,84            |
| 0,14                 | 1,9             |
| 0,16                 | 2,1             |
| 0,18                 | 2,3             |
| 0,20                 | 2,53            |
| 0,22                 | 2,78            |
| 0,24                 | 3,0             |
| 0,26                 | 3,3             |
| 0,28                 | 3,64            |

Далее на миллиметровой.

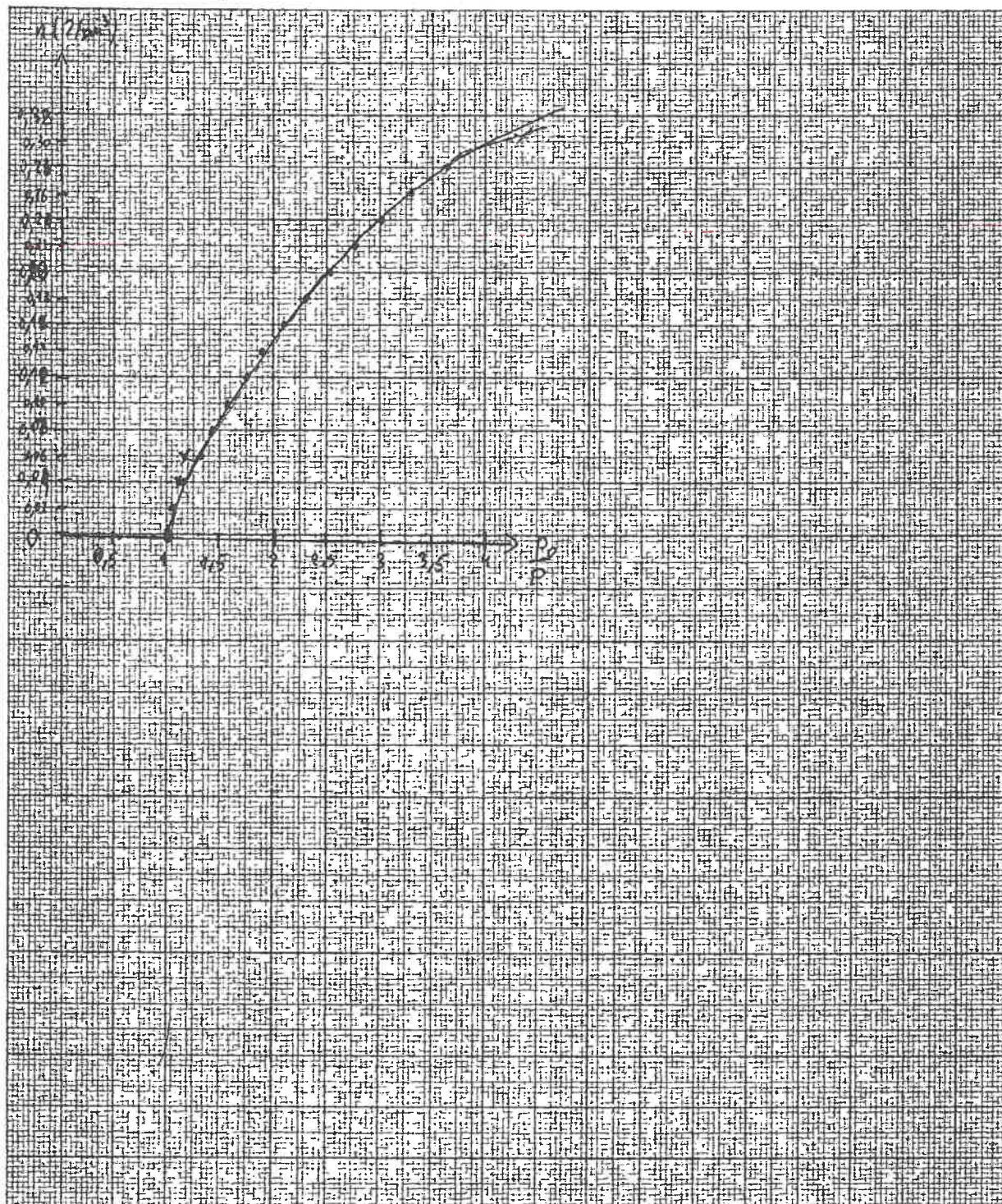


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 0 | 5 | 4 | 1 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 2 0 5 4 1 2 6

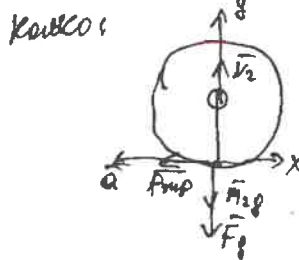
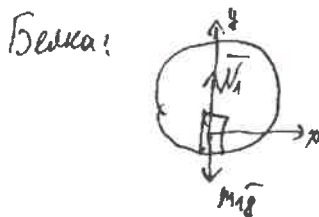
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамках справа

Число ускорения было  
максимальным, при этом  
на балку как-то не реагировало никаким образом  
а колесо вращалось за счет макс-ой силы трения!



Дано:  
 $m_2(\text{капса}) = 450 \text{ г}$   
 $m_1(\text{белка}) = 350 \text{ г}$   
 $\mu = 0,3$

по 1-й-й  
Ньютона!  $N_1 = m_1 g$

по 3-й-й  
Ньютона!  $|F_{g1}| = |N_1|$

$$N_2 = m_2 g + F_{trp}$$

$$F_{trp} = m_2 a$$

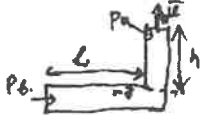
$$a = \frac{F_{trp}}{m_2} = \frac{m_1 N_2}{m_2} = \frac{m_1 (m_1 g + m_1 g)}{m_2} =$$

$$= \frac{m_1 g}{m_2} (m_1 + m_2) = \frac{0,35 \cdot 9,8}{0,45} = \frac{3,43}{0,45} = 7,62 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $5 \frac{1}{3} \text{ м/с}^2$

из размерности силы,  
или

$$Q = \frac{P_a \cdot A^2}{A \cdot P_a \cdot c} = \frac{\Delta P \cdot S}{L \cdot \eta}$$



$$\Delta P = P_b - P_a$$

$$P_b = \rho \cdot g \cdot (h + r)$$

$$P_b - P_a = \frac{Q \cdot L \cdot \eta}{S} = \frac{Q \cdot \eta \cdot (L + h)}{S}$$

Дано:  $\eta = 0,46 \text{ мПа} \cdot \text{с}$   
 $L = 10 \text{ см}$ ,  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$   
 $P_a = 10^5 \text{ Па}$ ,  $r = 0,01 \text{ м}$

S - площадь  
трубы.

$$P_b \cdot g \cdot (h + r) - P_a = \frac{Q \cdot \eta \cdot (L + h)}{S}$$

$$S \cdot \rho \cdot g \cdot r + S \cdot \rho \cdot g \cdot h - P_a \cdot S = Q \cdot \eta \cdot L + Q \cdot \eta \cdot h$$

$$h (S \cdot \rho \cdot g - Q \cdot \eta) = Q \cdot \eta \cdot L + P_a \cdot S - S \cdot \rho \cdot g \cdot r$$

$$h = \frac{Q \cdot \eta \cdot L + P_a \cdot S - S \cdot \rho \cdot g \cdot r}{S \cdot \rho \cdot g - Q \cdot \eta} \approx \frac{0,46 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 + 10^5 \cdot 0,01 - 1000 \cdot 9,8 \cdot 0,01}{1000 \cdot 9,8 - 0,46 \cdot 10^{-3}} \approx 9,385$$

$$P_b = \rho \cdot g \cdot (h + r) \approx 10^3 (9,385 + 0,01) \approx 9,395 \cdot 10^3 \approx 10^4 \text{ (Па)}$$

Ответ:  $10^5 \text{ Па}$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 0 5 4 1 2 6

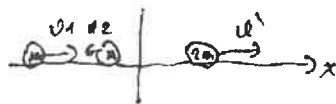
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



№7.

Исходное состояние:



$$mv_1 - mv_2 = 2mv_1$$

$$v_1 = \frac{v_1 - v_2}{2}$$

$$\beta \cdot s_1 = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\beta \cdot s_2 = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{s_1}{s_2}} v_2$$

Ускорение тела!

$$a_s = \frac{v^2}{R} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{4R}$$

$$v_1 = v_0 + a(t + \Delta t)$$

$$v_2 = v_0 + a \Delta t$$

$$v_1 - v_2 = a \Delta t$$

Дано!  
 $\Delta t = 1 \text{ с.}$

$$2 + 2 + 2 + 2 + 2$$

$$+ 2$$

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 1

9 6 0 0 0 2 0 7 3 2 2 6

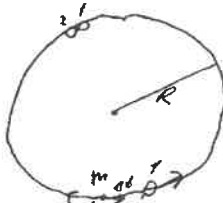
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|---|----|---|----|----|---|----|
| 9 | 10 | 4 | 10 | 14 |   | 47 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№2.



Откуда  
 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

Пусть масса каждого тела  $m$ , перед столкновением  
 первое тело им. скор.  $V_1$ , второе  $V_2$ , а вместе  $V$ .

$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{2mV^2}{2}$  - 3-е. сохр. 2-е. им.

3-е. сохр. импульса:  
 $mV_1 - mV_2 = 2mV \Rightarrow \frac{V_1 - V_2}{2} = V$

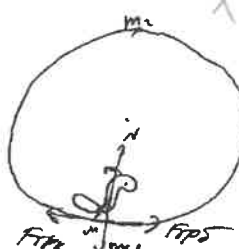
$V_1^2 + V_2^2 = 2V^2$   
 $V_1^2 + V_2^2 = 2\left(\frac{V_1 - V_2}{2}\right)^2$   
 $V_1^2 + V_2^2 = \frac{V_1^2 - 2V_1V_2 + V_2^2}{2}$   
 $2V_1^2 + 2V_2^2 = V_1^2 - 2V_1V_2 + V_2^2$   
 $V_1^2 + 2V_1V_2 + V_2^2 = 0$   
 $(V_1 + V_2)^2 = 0$   
 $V_1 + V_2 = 0$   
 $V_1 = -V_2$  - означает при  $V_1 - V_2 = 0$ . Значит,  $V = 0$ .

После соударения тела останавливаются. Это происходит из-за  
 внутреннего трения, которое действует на поверхности.

$a_y = \frac{V^2}{R} = \frac{0}{R} = 0 \text{ м/с}^2$

Ответ: 0 м/с<sup>2</sup>.

№3



$m_2 = 450 \text{ г}$   
 $m_1 = 350 \text{ г}$   
 $\mu = 0,3$

На шар будет действовать со стороны  
 колеса  $F_{тр\delta}$ . Значит, на колесо будет  
 действовать  $F_{тр\kappa}$ . Она равна по модулю  $F_{тр\delta}$  и  
 противоположна по направлению (по III-му  
 закону Ньютона).

$F_{тр\delta} = F_{тр\kappa} = \mu N = \mu mg$   
 $F_{тр\kappa} = \mu (N_1 + N_2) = \mu (m_1 + m_2)g = \frac{0,3 \cdot (0,35 + 0,45) \cdot 10}{1} = 2,25 \text{ Н}$  Ответ: 2,25 Н

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

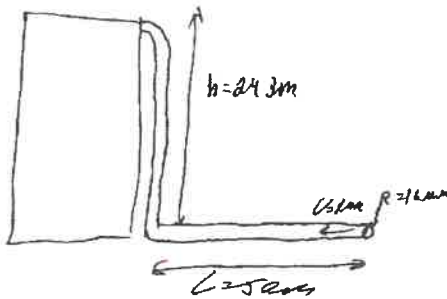
Ф 4 0 0 0 2 0 7 3 2 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$$\chi(20^\circ\text{C}) = 9463 \text{ мПа} \cdot \text{с}$$

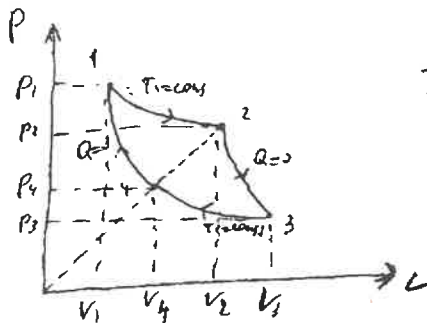
$$P_0 = 1005 \text{ Па}$$

$$V = \frac{\kappa \cdot R^2 \Delta P}{\eta L} \quad (\text{мм})$$

возьмем за сс. плоск. трубки с с.м.

$$\text{Итого } V = \frac{R^2(P_0 - P)}{\eta L} \Rightarrow P_0 = \frac{\eta L V + R^2 P}{R^2} = 1000,952 \text{ Па}$$

Ответ: 1000,952 Па



$$\frac{V_2}{V_1} = 3$$

$$\eta_{\text{кр}} = 1 - \frac{T_{\text{к}}}{T_{\text{н}}} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$$

$$P_1 = \kappa V_1 \quad \Rightarrow \quad T_2 = \frac{\kappa V_4^2}{P R}$$

$$P_2 = \kappa V_2 \quad \Rightarrow \quad T_1 = \frac{\kappa V_1^2}{P R}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\kappa V_4^2}{P R} \cdot \frac{P R}{\kappa V_1^2} = \frac{V_4^2}{V_1^2} = \frac{1}{9}$$

Ответ:  $\frac{2}{3}$

$$P_0 = 582$$

Возьмем тогда не удержив, берем формулу

$$P = P_0 \cdot e^{-\beta x L}$$

$$\frac{P}{P_0} = e^{-\beta x L} \quad 0,302 = e^{-\beta x L} \quad -\beta x L = -1$$

$$\beta = \frac{1}{x L} = \frac{1}{92,2 \text{ см}}$$

+2+9+3+

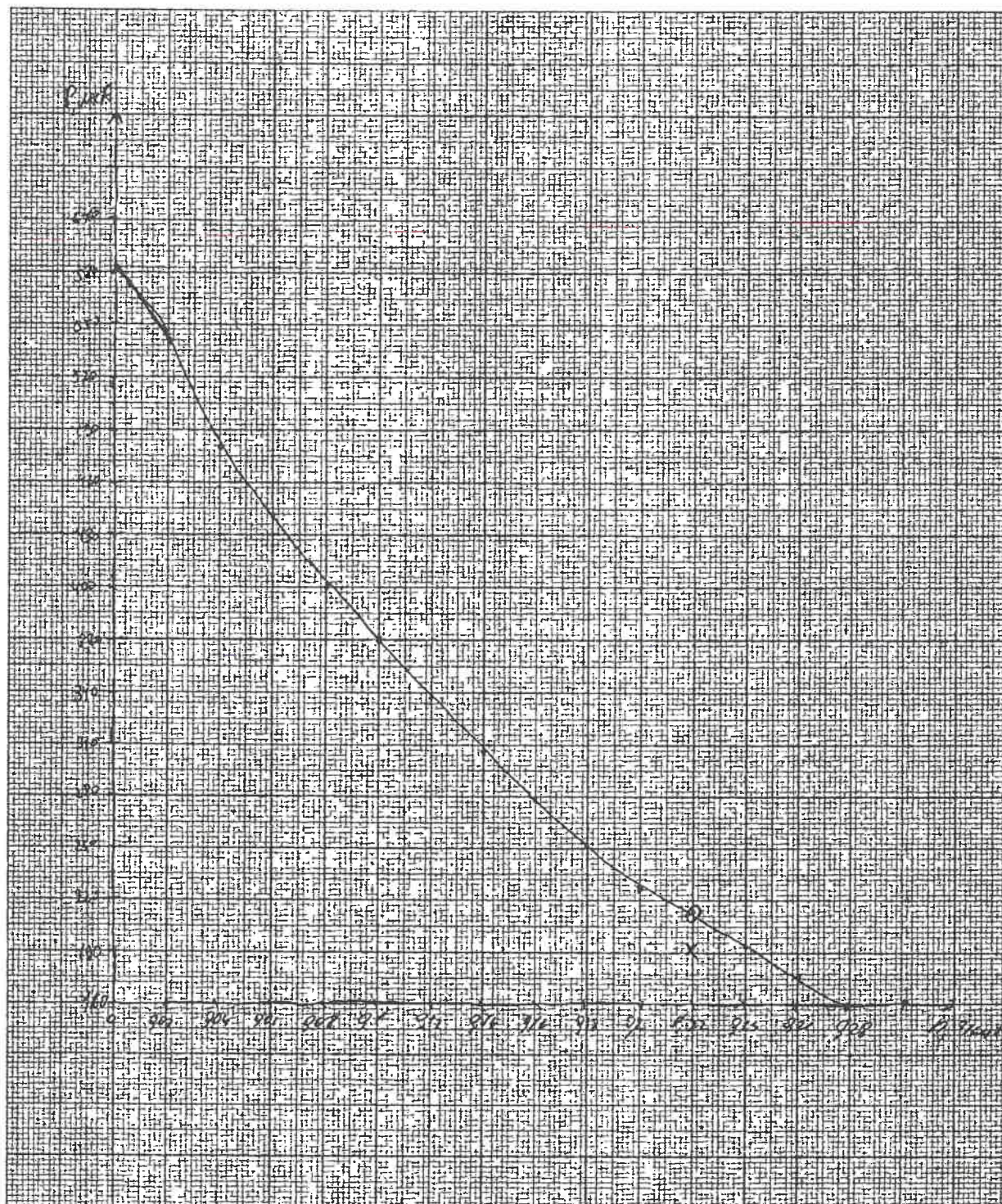


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № \_\_\_\_\_

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 7 | 3 | 2 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 2 1 1 7 4 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2 | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|----|---|---|----|----|---|----|
| 10 | 4 | 7 | 10 | 30 |   | 61 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 1.

Дано:

$$l = 50 \text{ м.}$$

$$v_2 = 1 \text{ м/с.}$$

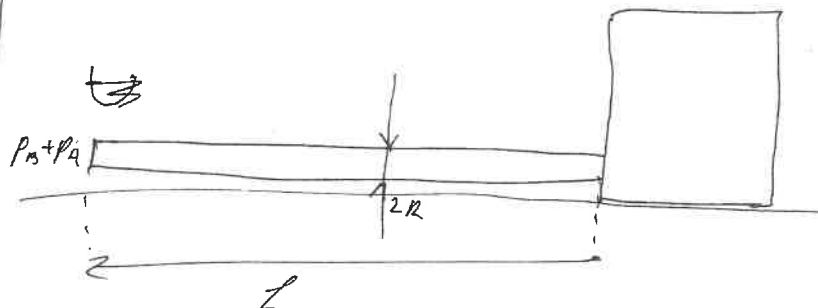
$$\gamma = 0,462 \cdot 10^{-3} \text{ Па.с.}$$

$$p = 10^5 \text{ Па}$$

$$R = 16 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$p_B = ?$

$p - e$



Для нахождения зависимости

$v$  от параметров из условия, используем метод размерностей. Проверим теор. зав. - то:

$$v = \frac{\Delta p}{l \gamma} \cdot \pi R^2$$

$\left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right] = \left[ \frac{\text{Па}}{\text{м} \cdot \text{Па.с}} \cdot \text{м}^2 \right] = \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$ . Получили <sup>верное</sup> равенство, поэтому <sup>зависимость</sup> скорости имеет вид:

$$v = \frac{\Delta p}{l \gamma} \cdot \pi R^2$$

$$\Delta p = p_B + p_A - p_0$$

см. лист 2.

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 1 1 7 4 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$V = \frac{p_0 + p_0 - p_0 \cdot l}{l \cdot \gamma} \cdot \pi R^2 \Rightarrow p_0 = \frac{V \cdot l \cdot \gamma}{\pi R^2} - p_0 + p_0 \cdot l \cdot \gamma$$

$$p_0 = 400029 \text{ Па} \approx 400 \text{ кПа}$$

Ответ:  $p_0 = 400 \text{ кПа}$

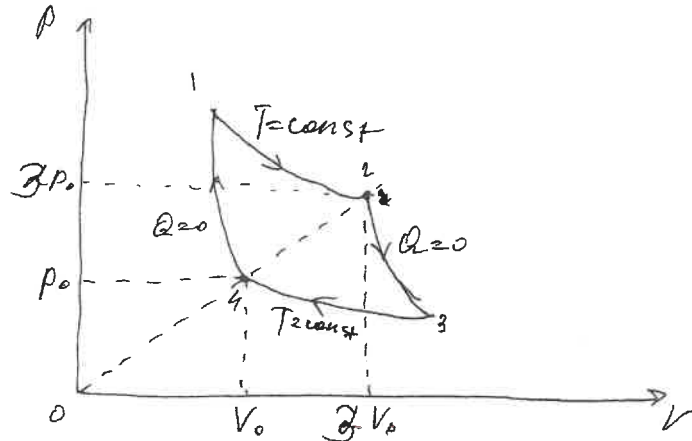
Задача 4.

Дано:

$$\frac{V_2}{V_4} = 3$$

Решение:

γ = ?



Т.к. 2 и 4 лежат на прямой, проходящей через начало координат, то

$$\frac{V_2}{V_4} = \frac{p_2}{p_4} \quad \text{Пусть } V_4 = V_0, p_4 = p_0.$$

Тогда из укл.  $\frac{V_2}{V_4} = 3 \Rightarrow V_2 = 3V_0$  и  $p_2 = 3p_0$

вс. см. 3.

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 000 211 7426

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



~~Запишем~~ ~~у нас~~ ~~для~~

для цикла Карно:  $\eta = 1 - \frac{T_x}{T_H}$ , где

$T_x$  - температура хол. (внеш. сл.  $T_H$ ),

$T_H$  - температура нагрев. (внеш. сл.  $T_2$ ).

Тогда:  $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

Запишем ~~у нас~~ ~~у нас~~ ~~для~~ ~~сост.~~ ~~244~~:

$$p_2 V_2 = \nu R T_2; \quad p_0 V_0 = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$p_4 V_4 = \nu R T_4; \quad p_0 V_0 = \nu R T_4 \Rightarrow T_4 = \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

$$\eta = 1 - \frac{\frac{p_0 V_0}{\nu R}}{\frac{p_0 V_0}{\nu R}} = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9} \approx 0,889$$

Тогда  $\eta = 88,9\%$ .

Ответ:  $\eta = 88,9\%$ .

см. лист 4.



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 1 1 7 4 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

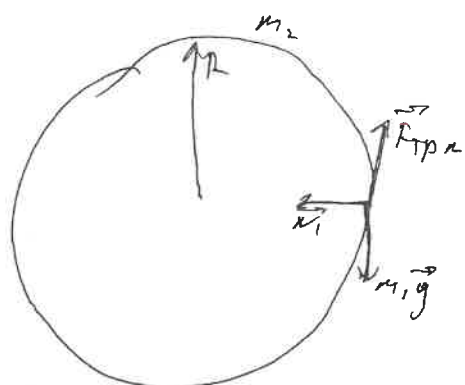
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 3

Дано:  
 $r = 0,3$   
 $m_1 = 0,35 \text{ кг}$   
 $m_2 = 0,45 \text{ кг}$

Ответ: ?

Р-е:



$F_{тр}$  всегда направл. против относ. движения тел. Тогда пусть белочка бежит по часовой стрелке, тогда  $F_{тр}$  направлена против часовой стрелки. То III з. Косаточка на камень действует такая же  $F_{тр}$ , но направл. по часовой стрелке. Запишем осн. ур-е моментов вращение:

$$\sum M_F = I \varepsilon, \text{ где } I = \sum m_i r_i^2$$

В нашем случае  $I = m_2 R^2$ , где  $R$  - рад. камня.

В нашем случае белочка сообщает камню тангенциальное ускорение. Тогда:

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{dv}{R dt} = \frac{av}{R} + 1$$

м. м. с.

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 1 1 7 4 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамках справа



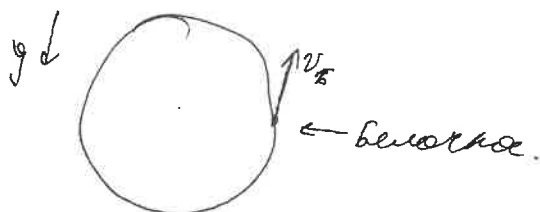
$$\sum M_F = m_2 R^2 \cdot \frac{a_z}{R} = m_2 a_z R$$

$$a_z = \frac{\sum M_F}{R m_2}$$

$$\sum M_F = M_{mg} - M_{Fr}$$

$a_z$  достигнет своего максимума при максимальном  $F_r$ .  $F_r = m_1 v$ . Значит  $v$  должно быть максимальным.

Тогда белочка должна бежать так, ~~чтобы~~ 25



Тогда  $\sum M_F = M_{mg} = m_1 g R$

$$a_z = \frac{m_1 g R}{m_2 R} = \frac{m_1 g}{m_2} = \frac{70}{9} = 7,8 \text{ м/с}^2. \text{ — это}$$

и будет макс.  $a_z$ , т.к. в случае разбегающей проезжающей силы  $mg$ , её момент относительно  $O$  и вращения будет уменьшаться, и тогда не будет достигаться макс.  $a_z$ .

Ответ:  $a_{\text{max}} = a_{z \text{ max}} \approx 7,8 \text{ м/с}^2$ .

м.м.б.

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 7

ФИО 0002117426

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 2.

Дано:

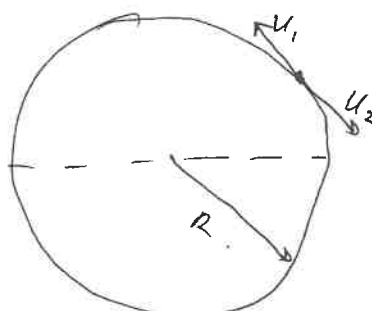
$R, m, \mu_1, \mu_2$

$E_k = \mu S$

$a_n = ?$

Р-е:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \mu S \quad (*)$$



Пусть  $u_1$  и  $u_2$  - скорости тел ~~в~~ через соударением,  $u$  - ск-ть после соуд.

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

$$u_1^2 (*) : \frac{mu_1^2}{2} = \mu S_1, \quad u_2^2 : \frac{mu_2^2}{2} = \mu S_2$$

То же:

$$\frac{mu_1^2}{2} + \frac{mu_2^2}{2} = \frac{2mu^2}{2} \Rightarrow u_1^2 + u_2^2 = 2u^2 = \frac{2\mu}{m} (S_1 + S_2)$$

$$u^2 = \frac{\mu}{m} (S_1 + S_2)$$

$$S_1 + S_2 = 2\pi R$$

$$\Rightarrow u^2 = \frac{2\pi R \mu}{m}$$

или иначе



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002117426

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$\alpha_n = \frac{25R}{mR} = \frac{25J3}{m}$$

~~правильно~~

Ответ:  $\alpha_n = \frac{25J3}{m}$

Задача 5.

Дано

$$l = 20 \text{ см}$$

$$l' = 10 \text{ см}$$

$$n = 0,3 \text{ 1/см}$$

Решение:

$$1) \rho = \rho_0 e^{-n l}$$

Определим  $\rho_0$  по первой строке таблицы, где  $n = 0 \text{ 1/см}$ ,  $\rho = 582 \text{ мкФ}$ :

$$582 = \rho_0 e^{-0 \cdot l} = \rho_0 e^0 = \rho_0 \Rightarrow \rho_0 = 582 \text{ мкФ}$$

Построим нек. точки на графике (см. лист 8)

Для нахождения в точке проводим касательные графику, являющиеся производной иск. ф-ии:  $\rho' = \rho_0 e^{-n l}$

Тогда, подставив значения под касат.-ные, получим, что:  $-0,3 \cdot l \approx -4,6 \Rightarrow \rho = \frac{4,6}{l} = 0,23$ .

см. лист 8

ВНИМАНИЕ: Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

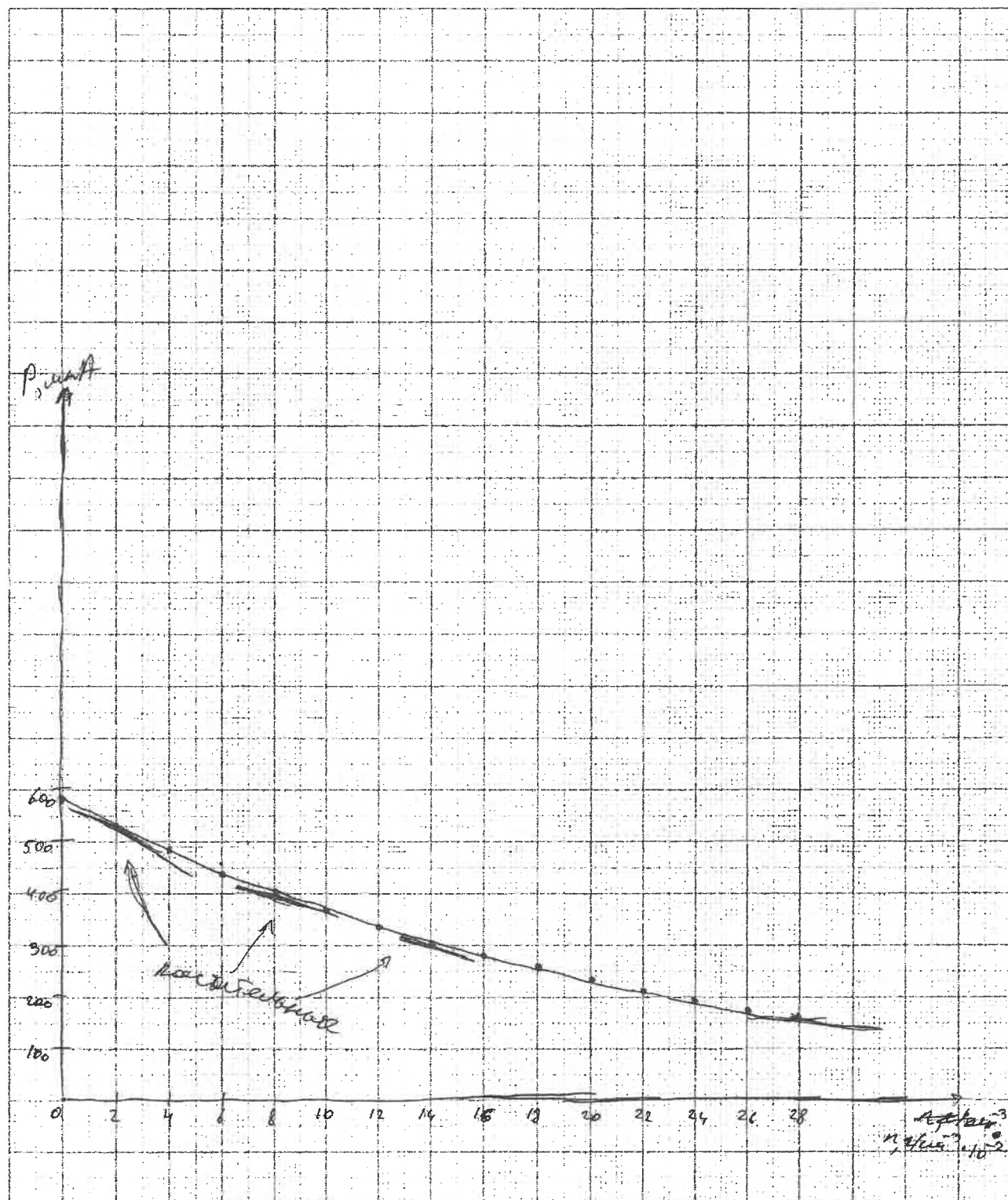


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 7 | 4 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 1 1 7 4 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

2)  $P_1 (n = 0,3 \text{ чм}^{-3}, l = 10 \text{ см}) = 582 \cdot e^{-0,23 \cdot 0,3 \cdot 10} \approx 291,9 \text{ мкА.}$   
 Здесь  $P_1$  — тор. освещенность.

Тогда  $\eta \approx$

Тогда  $\eta$  — полн. освещенность:

$$\eta = 1 - \frac{P_1}{P_0} = 1 - \frac{291,9}{582} \approx 0,5$$

Тогда  $\eta \approx 50\%$ .

Ответ: 1)  $\eta \approx 0,23$  ; 2)  $\eta \approx 50\%$ .

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 1 1 9 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



N1

Заметим, что средняя скорость течения зависит от некоторого коэффициента пропорциональности (const), от радиуса (м) и от коэффициента вязкости (Па·с), передающего давление  $(\frac{4P}{\epsilon}) (\frac{\pi a}{m})$ , то есть:

$$v = \text{const} \cdot \left(\frac{4P}{\epsilon}\right)^{\alpha} \cdot (R)^{\beta} \cdot (\eta)^{\gamma}$$

где  $\alpha, \beta, \gamma$  степени перемноженных параметров, где  $[v] = \text{м/с}$ , и единицы измерения остальных параметров, можно найти  $\alpha, \beta, \gamma$ .

$$\text{м/с} = \left(\frac{\text{Па}}{\text{м}}\right)^{\alpha} \cdot (\text{м})^{\beta} \cdot (\text{Па} \cdot \text{с})^{\gamma}$$

Составим систему уравнений относительно  $\alpha, \beta, \gamma$ :

$$\begin{cases} \alpha + \gamma = 0 \\ \alpha + \beta = 1 \\ \gamma = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} \alpha = 1 \\ \beta = 2 \end{matrix}$$

$\Rightarrow$  искомая зависимость —  $v = \frac{4P \cdot R^2}{\epsilon \cdot \eta} \cdot \text{const}$ , где, что константу берем за один:  $v = \frac{4P \cdot R^2}{\epsilon \cdot \eta} \Rightarrow 4P = \frac{v \cdot \epsilon \cdot \eta}{R^2} \Rightarrow$

$$P = \frac{v \cdot \epsilon \cdot \eta}{R^2} + P + 1$$

$$P = 10^5 \text{ Па} + \frac{1 \text{ м/с} \cdot 467000 \text{ Па} \cdot \text{с}}{(0,016 \text{ м})^2} \approx 9,121 \cdot 10^{10} \text{ Па}$$

Ответ  $9,121 \cdot 10^{10} \text{ Па}$

| 1  | 2  | 3 | 4 | 5  | 6 | Σ  |
|----|----|---|---|----|---|----|
| 10 | 18 | 4 | 3 | 20 |   | 55 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

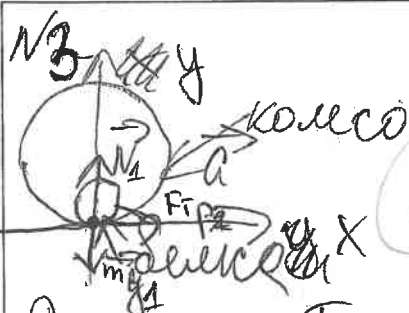
90 0 0 0 2 1 1 9 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Запишем II закон Ньютона для тела:

$$\begin{cases} x: F_{тр2} = m_1 a_{1x}(2) \text{ где } F_{тр2} = \text{трение колеса об тело} \\ y: N_1 = m_1 g \end{cases}$$

(все силы ускор. с индексом 1-тело, 2-колесо)



Запишем II закон Ньютона для колеса:

$$\begin{cases} x: -F_{тр2} = -m_2 a_{2x}(2) \text{ где } a_{2x} \text{ и } a_{2y} \text{ проекции ускорения} \\ y: m_2 g + P_1 = N_2 + m_2 a_{2y}(1) \text{ по оси.} \end{cases}$$

Поскольку  $|P_1| = |N_2|$  по III закону Ньютона, то (1)  $m_2 g = m_2 a_{2y}$

Если тела имеют одинаковый тип ускорения  $\Rightarrow a_{2y} = g$

$F_{тр1} = F_{тр2}$  (т.к. указанный тип ускорения системы)

$$F_{тр2} = m_1 g \sin \alpha = m_2 a_{2x} \Rightarrow a_{2x} = \frac{m_1 g \sin \alpha}{m_2}$$

$$a_2 = \sqrt{\left(\frac{m_1 g \sin \alpha}{m_2}\right)^2 + g^2} \approx 10,3 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $10,3 \text{ м/с}^2$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

00 00 00 2 1 1 9 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



№5

Исходя из всех данных и из построенной на миллиметровой бумаге графика  $\beta \approx -\ln \frac{531}{582} \approx 0,23$ .

не ш графика! —

2) Зная, что  $P_0 = 582 \text{ мкА}$ ,  $n = 0,3 \text{ з/см}^{-3}$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$  и  $\beta = -0,23$ , можно найти  $P$  для данной мощности света через  $\frac{P}{P_0}$ :

$$P = P_0 \cdot e^{-\beta n l} = 582 \cdot e^{-0,23 \cdot 0,3 \cdot 10} \approx 291,917 \text{ мкА} \Rightarrow$$

$$\frac{P_0}{P} \approx 0,5 \text{ или же } 50\%$$

Ответ: 1) 0,23  
2) 50% (0,5)

$$2 + 3 + 3 + 1 + 5 + 2$$

№2

так как  $E_k = \beta \gamma$ , то  $\frac{m v^2}{2} = \beta \gamma$  ( $m$  — масса тела),  
зная что  $v = \gamma$ , а  $a_T = \gamma^2$  ( $v = \frac{ds}{dt}$ ;  $a_T = \frac{dv}{dt}$ ), то  
можно продифференцировать уравнение по  $dt$ :

$$\frac{m v dv}{2 dt} = \beta \frac{d\gamma}{dt} \Rightarrow m \gamma a_T = 2 \beta \gamma \Rightarrow a_T = \frac{2\beta}{m}$$

Зная, что тело движется из начальной скорости:  
 $v = a_T \cdot t = \frac{2\beta}{m} t$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 1 1 9 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



№2 (прод)

$$U = \frac{2\beta}{m} t \quad (1)$$

Разложим 3CU для двух тел и симметрично:

$$\vec{U}_1 - U_2 = 2U_3$$

$U_1 - U_2 = 2U_3$ , зная что  $t$  прошел время  $t$  и второй  $(t-1)$ , вместо  $U_{1/2}$  подставим (1):

$$\frac{2\beta}{m} t - \frac{2\beta}{m} (t-1) = 2U_3$$

$$\frac{\beta}{m} t - \frac{\beta}{m} t + \frac{\beta}{m} = U_3$$

$\frac{\beta}{m} = U_3$ , зная что  $\vec{a}_{корн} = \frac{\vec{U}_2}{R}$ , найдем  $\vec{a}_{корн3} =$

$$\frac{\vec{U}_3^2}{R} = \frac{\beta^2}{m^2 R} \quad \text{Ответ: } \frac{\beta^2}{m^2 R} \quad \pm 180$$

№4

В точке 2 U (внутреннее жерние) равно  $\frac{1}{2} V R T_1$ , в точке 4  $\frac{1}{2} V R T_2 \Rightarrow U_2 = \frac{1}{2} P_2 V_2$  (по закону Менделеева-Клапейрона)

а  $U_4 = \frac{1}{2} P_4 V_4$ , зная, что  $\frac{V_2}{V_4} = 2$  и то, что  $U$  имеет одинаковую

прямую с каленой координат (прямая пропорциональна

кость)  $\frac{U_2}{U_4} = \frac{P_2}{P_4} = 2 \Rightarrow P_2 = 2P_4$ , а  $V_2 = 2V_4 \Rightarrow$

$\frac{1}{2} 2P_4 V_4 = \frac{1}{2} V R T_1$  и  $\frac{1}{2} P_2 V_4 = \frac{1}{2} V R T_2$  (поделим уравнение

сверху дну, получим:  $\eta = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$  (м.а.

диск Карно)  $\Rightarrow \eta = 0,75$  Ответ: 0,75 (25%)

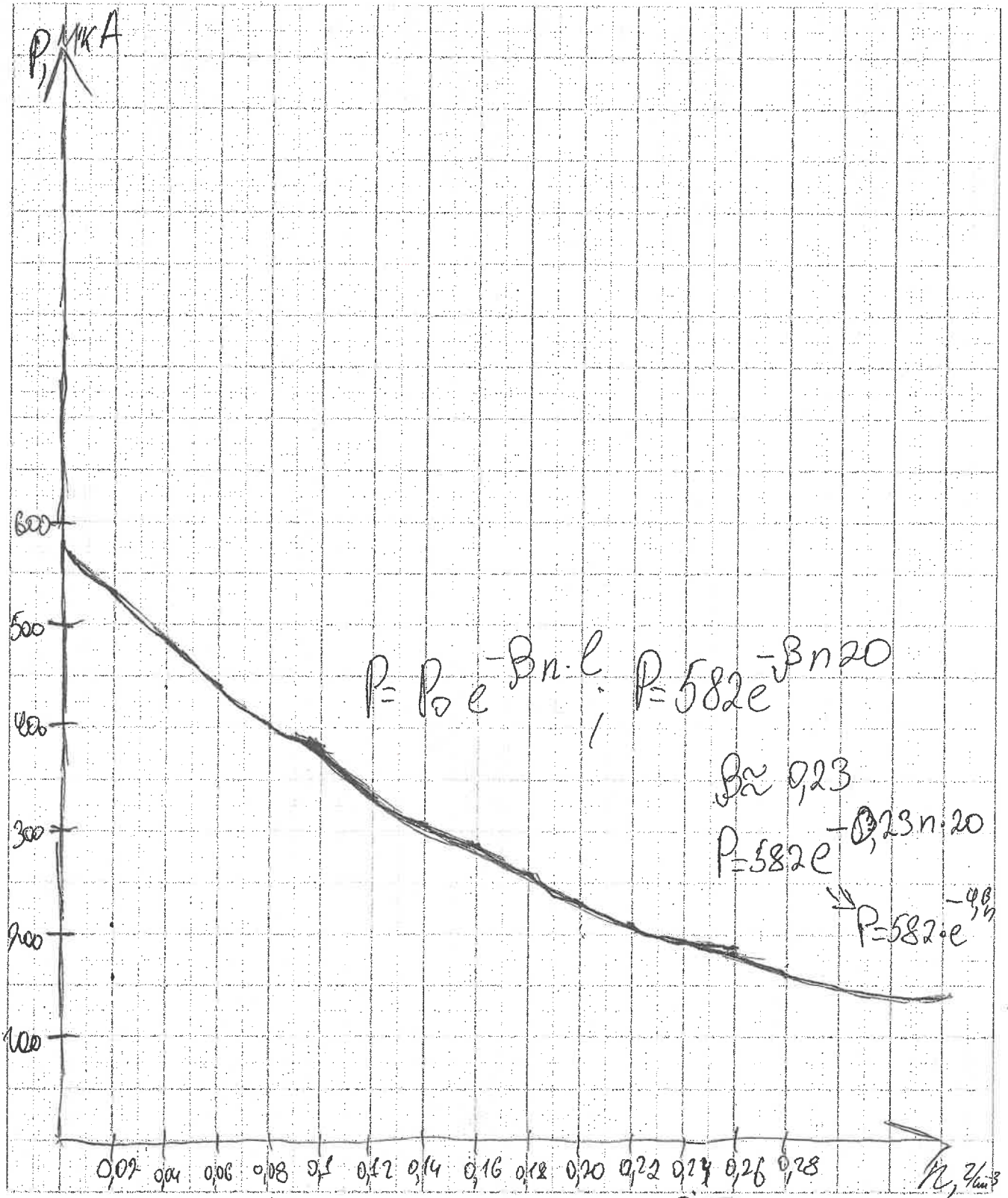


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 1 | 1 | 9 | 5 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



88



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 1 2 1 7 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|---|----|---|----|----|---|----|
| 9 | 14 | 6 | 10 | 30 |   | 69 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №2

Дано:

$$\Delta t_0 = 1 \text{ с}$$

$$E_k = \beta \cdot S$$

R

Решение:

1) Запишем формулу равновесия  $E_k$

$$E_k = \frac{m v^2}{2} \quad E_k = \beta \cdot S$$

2) Раз тела начали покоиться, то:  
 $v_0$  - начальные их скорости.

$$v_0 = 0$$

А тела ускорялись с равным ускорением  $\alpha$ .

3) Пусть есть ( $\alpha$  малый  $\Delta t$ , т.к.  $\alpha$  мала и известна  $\alpha$ )  
 $\Delta S = \alpha \frac{(\Delta t)^2}{2}$  - малый промежуток времени, когда  
 $\alpha = \text{const}$

$$v = \Delta v = \alpha \cdot \Delta t$$

Подставим:

$$E_k = \frac{m \alpha^2 (\Delta t)^2}{2} \quad E_k = \beta \cdot \frac{(\Delta t)^2}{2} \alpha$$

$$\frac{m \alpha^2 (\Delta t)^2}{2} = \alpha \beta \cdot \frac{(\Delta t)^2}{2}$$

$$m \alpha = \beta$$

$$\alpha = \frac{\beta}{m}$$

+85

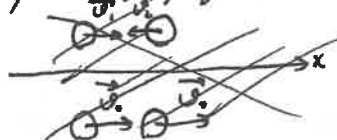
4) Найдем скорости тел при их соударении:

$\Delta t$  - время промежутка от старта 2-ого тела и до встречи.

$$v_2 = \alpha \cdot t$$

$$v_1 = \alpha \cdot (t + \Delta t_0)$$

5) Запишем Закон Сохранения Энергии:  
(при неупругом ударе их скорости равны.)



$$E_{k1} = \beta \cdot S_1$$

$$E_{k1} + E_{k2} = \frac{(2m) v^2}{2}$$

$$E_{k2} = \beta \cdot S_2$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

90 4 0 0 0 2 1 2 1 7 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №2 (продолжение)

~~Решение:~~  $S_1 + S_2 = 2\pi R \Rightarrow$

$v_0^2 = \frac{\beta}{m} \cdot (S_1 + S_2)$

~~$v_1 \cdot m - v_2 \cdot m = 2v_0 \cdot m$~~

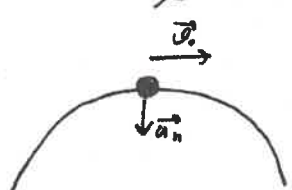
~~$(\alpha \cdot t + \alpha) - \alpha \cdot t = 2v_0$~~

~~$v_0 = \frac{\alpha \cdot t}{2}$~~

$v_0 = \sqrt{\frac{2\pi R \beta}{m}}$

( $m$  - масса одного тела)

6)



~~$a_n = \frac{v_0^2}{R} = \frac{\alpha^2 t^2}{R} = \frac{\beta^2 t^2}{m^2 R}$~~

$a_n = \frac{v_0^2}{R} = \frac{2\pi R \beta}{R m} = \frac{2\pi \beta}{m}$

7) ~~Посчитаем  $a_n$ :~~

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

$a_n = \frac{2\pi \beta}{m}$

Ответ:  ~~$a_n = \frac{v_0^2}{R}$~~ , где  $m$  - масса 1-ого из тел.

Задача №3

Дано:

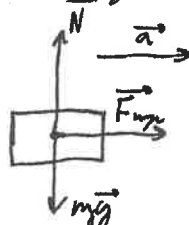
$m_f = 350 \text{ г}$

$m_k = 450 \text{ г}$

$\mu = 0,32$

Решение:

1) Рассмотрим силы, действующие на ленту:



Лента движется с ускорением  $a$ :

$F_{fr} = m_f \cdot a$

$F_{fr} = m_f \cdot g$

$F_{fr} \leq N \cdot \mu$

$N + m_f \cdot g = 0$

$N = m_f \cdot g$

$F_{fr} = m_f a \leq \mu \cdot m_f \cdot g$

2) Рассмотрим какие силы действуют на колесо:

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

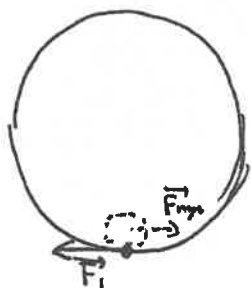
040002121726

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача № 3 (продолжение)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



$$\vec{F}_{mp} = -\vec{F}_1$$

$$F_{mp} = F_1$$

3) Представим, что вся масса колеса находится в 1 точке, на которую действует силой  $F_1$ .

$$F_1 = m_k \cdot a_1$$

$$F_1 = F_{mp} \leq g \mu_f m_s$$

$$m_k \cdot a_1 \leq g \mu_f m_s$$

$$a_1 \leq g \cdot \mu_f \cdot \frac{m_s}{m_k}$$

4)  $a_1$  - max:

$$a_1 = g \cdot \mu_f \cdot \frac{m_s}{m_k}$$

$$g = 9,81 \frac{m}{c^2}$$

$$\mu_f = 0,3$$

$$m_s = 350 \text{ кг}$$

$$m_k = 450 \text{ кг}$$

$$a_1 = 9,81 \cdot 0,3 \cdot \frac{350}{450} \approx 2,3 \frac{m}{c^2}$$

$$\text{Ответ: } 2,3 \frac{m}{c^2}$$

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

9040002121726

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача N 4

Дано: Решение:

$$\frac{V_2}{V_4} = 3$$

1) Дана машина работающая по циклу Карно; это идеальная тепловая машина.

$\eta$  - КПД ид. теп. маш.

$$\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$$

2)  $T_{\min}$  и  $T_{\max}$  достигаются в точке 1 и 3.

3) Запишем закон Менделеева Клайперона для точек 1 и 3:

$$p_1 \cdot V_1 = \nu R T_1$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$R \cdot \nu = \text{const}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

4) Запишем уравнение изотермы для 12 и 34:

$$T_1 = \text{const}$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$p_3 V_3 = p_4 V_4$$

5) Для 2 и 4:

$$p_2 = k \cdot V_2$$

$$p_4 = k \cdot V_4$$

$$\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_4}{V_4}$$

6) Обьединим все выражения:

$$\frac{p_2 V_2}{T_1} = \frac{p_4 V_4}{T_3}$$

$$\frac{p_4 \cdot \frac{V_2}{V_4}}{T_1} = \frac{p_4 V_4}{T_3}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{V_4^2}{V_2^2} = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

$$T_1 - \text{max}$$

$$T_3 - \text{min}$$





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

90 40 00 21 21 72 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача № 4 (продолжение)

$$7) \eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}} = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9} = 88,9\%$$

Ответ: 88,9%

Задача № 5

Дано:

$$l = 20 \text{ см} \\ = 0,2 \text{ м}$$

Решение:

1) Перепишем формулу:

$$P = P_0 \cdot e^{-\beta n l}$$

$$\frac{P}{P_0} = e^{-\beta n l}$$

$$\ln\left(\frac{P}{P_0}\right) = -\beta n l$$

$$\ln(P) = \ln(P_0) - \beta n l \Rightarrow \ln(P) = -\beta n l + \text{const}$$

$$\ln(P_0) = \text{const}$$

2) Пересчитаем таблицу:

от  $P$  в  $n l$  от  $\ln(P)$

| $n l, \text{ см}$ | $P, \text{ мкА}$ | $n l, \text{ см}$ | $\ln(P), \text{ дБ}$ |
|-------------------|------------------|-------------------|----------------------|
| 0                 | 592              | 0                 | 6,3                  |
| 0,02              | 531              | 0,4               | 6,3                  |
| 0,04              | 484              | 0,8               | 6,2                  |
| 0,06              | 440              | 1,2               | 6,1                  |
| 0,08              | 400              | 1,6               | 6                    |
| 0,1               | 370              | 2                 | 5,9                  |
| 0,12              | 335              | 2,4               | 5,8                  |
| 0,14              | 306              | 2,8               | 5,7                  |
| 0,16              | 279              | 3,2               | 5,6                  |
| 0,18              | 254              | 3,6               | 5,5                  |
| 0,2               | 230              | 4                 | 5,4                  |
| 0,22              | 210              | 4,4               | 5,3                  |
| 0,24              | 195              | 4,8               | 5,3                  |
| 0,26              | 176              | 5,2               | 5,2                  |
| 0,28              | 160              | 5,6               | 5                    |

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002121726

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №5 (продолжение)

3) Проверим график:

$\ln p$  от  $nl$

4) Найдём коэффициент наклона ( $k$ )

$$k = (-\beta)$$

$$k = \frac{5,4 - 6,4}{4,4 - 0} = \frac{-1}{4,4} \approx -0,2273 \text{ з.м}^{-1} \approx -0,23 \text{ з.м}^{-1}$$

↓

5)  $\beta = 0,23 \text{ з.м}^{-1}$

6) Запишем формулу для доли падающей освещённости:

$$\Delta p = p_0 - p = p_0 - p_0 \cdot e^{-\beta nl}$$

$$J = \frac{\Delta p}{p_0} = \frac{(1 - e^{-\beta nl}) \cdot p_0}{p_0} = 1 - e^{-\beta nl}$$

$$n = 0,3 \frac{\text{з}}{\text{см}^2} \quad \beta = 0,23 \text{ з.м}^{-1}$$

$$l_1 = 10 \text{ см}$$

$$J = 1 - e^{-0,23 \cdot 0,3 \cdot 10} = 0,498$$

Ответ: 1.  $\beta = 0,23 \text{ з.м}^{-1}$   
2.  $J = 0,498$

Р.С. График см. на листе:

График нарисован по ручке (т.к. линейки у нас не имеется)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФФЦООО2121726

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №1

Дано:

$$L = 50 \text{ м}$$

$$h = 24 \text{ м}$$

$$\eta = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\eta = 0,467 \frac{\text{мПа} \cdot \text{с}}{\text{мПа} \cdot \text{с}}$$

$$= 0,467 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

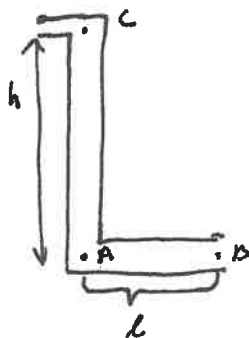
Решение:

- Поймём, какая у нас зависимость для  $\eta$ . В условии сказано, что  $\eta$  зависит от  $\frac{\Delta P}{L}$  и от  $\eta$ , большего ничего. Поскольку нам не сказано, какие там зависимости, то будем считать, что линейно.

$$\eta = k \cdot \frac{\Delta P}{L} \cdot \eta$$

$$k = 1 \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{Па} \cdot \text{с}} \cdot \frac{1}{\text{Па} \cdot \text{с}} \right] = 1 \left[ \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{Па} \cdot \text{с}} \right]$$

- Сделаем картинку нашего дома:



$h$  - высота 24 этажей

$b(\cdot)$  - давление воды считаем равным атмосферному:  $P_c = P_0$

$b(\cdot) A$ :

$$P_A = \rho g h + P_0$$

$P_0$  - возникает из-за  $\frac{\Delta P}{L}$ , которое возникает из-за  $\frac{\Delta P}{L} = \text{const}$ , но в любой точке

$b(\cdot) B$ :

$$P_0 = ?$$

- Раз  $\frac{\Delta P}{L} = \text{const}$ , тогда запишем.

$$\frac{P_1 - P_c}{h} = \frac{P_0 - P_A}{L}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

00002121726

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача n1 (продолжение)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

3)

$$\frac{P_A - \rho g h - P_0}{h} = \frac{P_0 - P_A}{l}$$

$$P_A \cdot l - \rho g h l - P_0 l = P_0 \cdot h - P_A \cdot h$$

$$P_A \cdot (l+h) = P_0 \cdot h + P_0 l + \rho g h l$$

$$P_A = \frac{P_0 \cdot h + P_0 l + \rho g h l}{l+h}$$

+4

4) Из 1 пункта:

$$U = k \cdot \frac{P_A - P_0}{h} \cdot \eta = k \cdot \frac{\frac{P_0 \cdot h + P_0 l + \rho g h l}{l+h} - P_0}{h} \cdot \eta = k \cdot \frac{P_0 + \rho g l}{l+h} \cdot \eta$$

5) для оценки давления считаем, что высота 1 этажа  $h_0 \approx 2$  м.  $n=24$  - кол-во этажей

$$U = \frac{k}{l+h_0 n} \cdot (P_0 + \rho g l) \cdot \eta$$

$$\frac{(l+h_0 n) U}{\eta k} + P_0 + \rho g l = P_0$$

$$P_0 = \frac{50 + 24 \cdot 2}{1.9467 \cdot 10^3} \cdot 1 + 10^5 + 10 \cdot 1000 \cdot 50 \approx 800000 \text{ Па}$$

Ответ: 800000 Па.

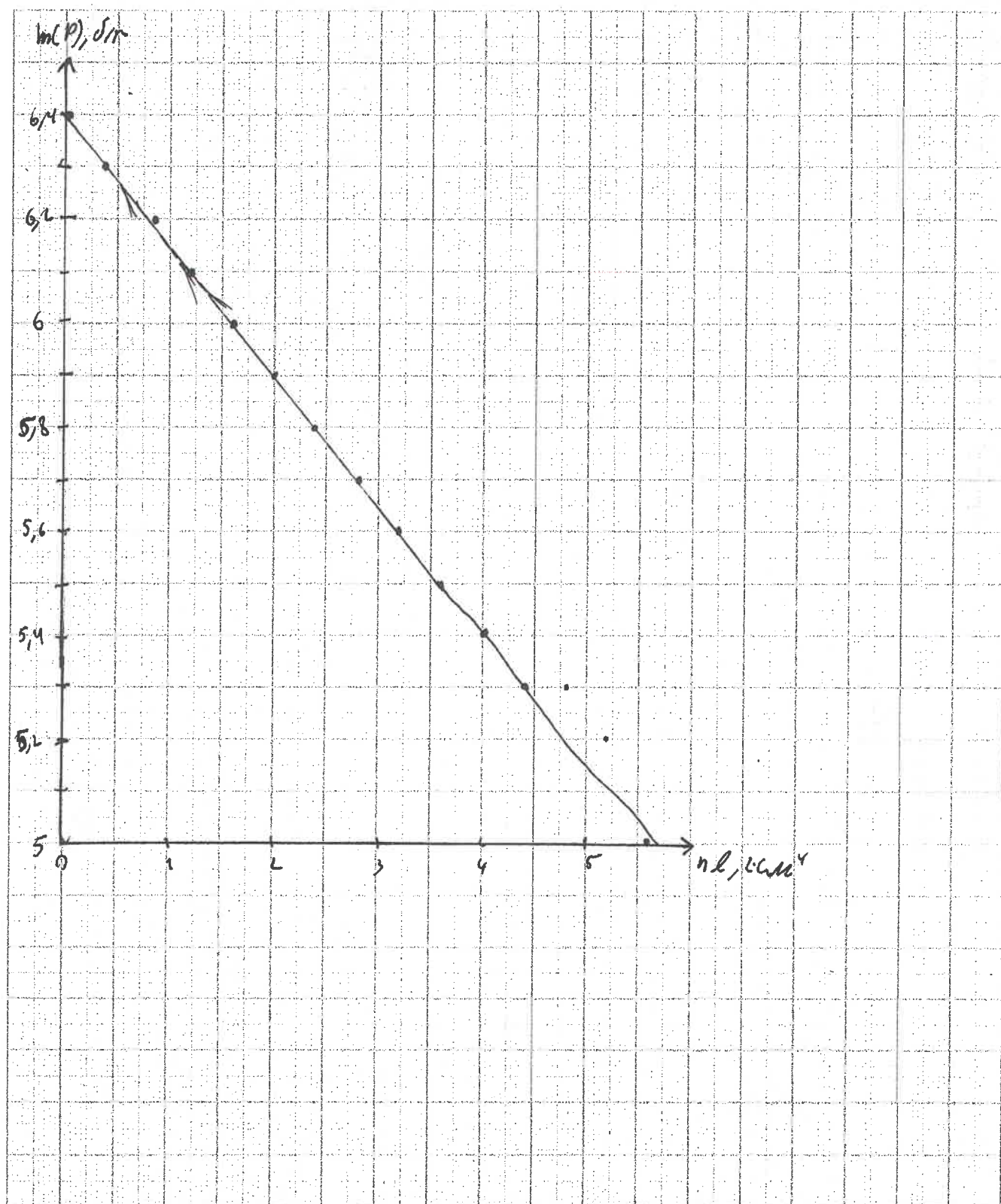


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 1 2 1 7 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

ФИО 0002183526

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5  | 6 | Σ  |
|---|---|---|---|----|---|----|
| 5 | 8 | 4 | 9 | 21 |   | 47 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№ 5 (График прикреплен 5-м листом)

Дано:

$$\kappa_1 = 0,2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$P = P_0 e^{-\beta \kappa_1 L}$$

$$\kappa_2 = 0,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$L_1 = 15 \text{ см}$$

$$\frac{P}{P_0} = e^{-\beta \kappa_1 L}$$

1). При первом измерении  $L = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow P = P_0 \cdot e^0 = P_0 = 700 \text{ мкА}$$

Возьмём любую точку графика и определим  $\beta$ :

$$\Rightarrow -\beta \kappa_1 L = \ln\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

$$\beta = \frac{\ln\left(\frac{P}{P_0}\right)}{-\kappa_1 L} = \frac{\ln\left(\frac{340,6}{700}\right)}{-0,2 \cdot 24} \approx 0,15$$

2). Для показанной энергии будет считаться как отношение разности по интенсивности

$$\Delta P = \frac{P_0 - P}{P_0} = 1 - \frac{P}{P_0} = 1 - \frac{P_0 e^{-\beta \kappa_2 L_1}}{P_0} = 1 - e^{-\beta \kappa_2 L_1} \approx 0,49 \approx 49\%$$

Ответ: 1).  $\beta \approx 0,15$  2).  $\Delta P \approx 49\%$

Дано:

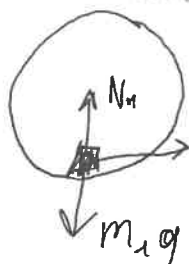
$$\alpha = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\mu = 0,3$$

$$\frac{m_2}{m_1} = ?$$

$$\frac{m_2}{m_1} = ?$$

Решение: Обозначим массу бейки  $m_1$ , а массу колеса -  $m_2$



Бейка толкает колесо ногой, и максимальная сила, с которой она может толкать, не сдвигая, будет равна  $\mu$  макс. силе трения какая:  $F = F_{\text{тр}1} = \mu N_1 = \mu m_1 g$

Бейка задает, силой  $F$  задает ускорение колесу

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 2 1 8 3 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$F = m_2 a$$

$$\mu m_1 g = m_2 a$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{\mu g}{a} = \frac{10 \cdot 0,3}{0,4} = 7,5$$

Ответ: 7,5

N 1

Дано:

$$v = \frac{\Delta P}{L} \eta$$

$$P_{\text{ж}} = 8 \text{ атм}$$

$$L_1 = 100 \text{ м}$$

$$v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$P_A = 10^5 \text{ Па}$$

$$R = 16 \text{ мм}$$

$$\eta = 0,547 \text{ мПа} \cdot \text{с}$$

Решение:

$$v = \frac{\Delta P}{L} \eta \quad \frac{\Delta P}{L} = \frac{v}{\eta} = \frac{1}{5 \cdot 47 \cdot 10^{-9}} = 1828,15$$

$$L = L_1 + h$$

$$\Delta P = P_{\text{ж}} - P_{\text{жизн}} = P_{\text{ж}} - \rho g h - P_A =$$

$$= 8 \text{ атм} - \rho g h - \text{атм} = 7 \cdot 10^5 - 10000 h$$

$$\frac{7 \cdot 10^5 - 10000 h}{L_1 + h} = 1828,15$$

$$7 \cdot 10^5 - 10000 h = 1828,15 L_1 + 1828,15 h$$

$$7 \cdot 10^5 - 1828,15 L_1 = 10000 h + 1828,15 h$$

$$517185 = 11828,15 h$$

$$h = 43,7 \text{ м}$$

Ответ: 43,7 м

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 2 1 8 3 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№ 2

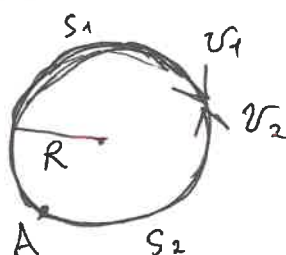
Дано:

$$v = \beta \sqrt{S}$$

$$a_n = \frac{\beta^4}{4R}$$

$t_1 = ?$

Решение:



$$v_1 = \beta \sqrt{S_1} \quad S_1 = v_1 t$$

Пусть  $t$  будет время движения тела с начала наблюдения, тогда время отставшего тела  $t - t_1$  ( $t_1$  — то, что мы ищем)

$$v_1 = \beta \sqrt{S_1} \quad S_1 = v_1 t$$

$$v_2 = \beta \sqrt{S_2} \quad S_2 = v_2 (t - t_1)$$

$$v_1 = \beta \sqrt{v_1 t} \quad | : \sqrt{v_1}$$

$$v_2 = \beta \sqrt{v_2 (t - t_1)} \quad | : \sqrt{v_2}$$

$$\sqrt{v_1} = \beta \sqrt{t}$$

$$\sqrt{v_2} = \beta \sqrt{t - t_1}$$

$$v_1 = \beta^2 t$$

$$v_2 = \beta^2 (t - t_1)$$

$$a_n = \frac{\beta^4}{4R}, \text{ т.к. } a_{g.c} = \frac{v_2}{R}, \text{ мы можем найти скорости}$$

двух тел после столкновения

$$v = \sqrt{a_n \cdot R} = \sqrt{\frac{\beta^4}{4R} \cdot R} = \frac{\beta^2}{2}$$

В момент столкновения скорости тел были направлены противоположно. Закон сохранения импульса:

$$mv_1 - mv_2 = 2mv \quad | : m$$

$$v_1 - v_2 = 2v$$

$$\beta^2 t - \beta^2 (t - t_1) = 2 \frac{\beta^2}{2}$$

$$\beta^2 (t - t + t_1) = \beta^2$$

$$\beta^2 t_1 = \beta^2$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

Ответ: 1с



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

09 11 00 02 18 3 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№4

Дано:

$$P = \alpha V^2$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 3$$

Решение:

Если точки 2 и 4 лежат на кривой  $P = \alpha V^2$ , найдем отношение их давлений:

$$\frac{P_2}{P_4} = \frac{\alpha V_2^2}{\alpha V_4^2} = \left(\frac{V_2}{V_4}\right)^2 = 3^2 = 9$$

Теперь найдем отношения температур:

$$P_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow R T_2 = \frac{P_2 V_2}{\nu}$$

$$P_4 V_4 = \nu R T_4 \Rightarrow T_4 = \frac{P_4 V_4}{\nu R}$$

$$\frac{T_2}{T_4} = \frac{P_2 V_2}{P_4 V_4} = 9 \cdot 3 = 27 \Rightarrow T_2 = 27 T_4$$

КПД ~~определяется~~ в цикле Карно определяется как отношение температуры в конце цикла к температуре в начале:

$$\eta = \frac{T_4}{T_2} = \frac{T_4}{27 T_4} = \frac{1}{27} \approx 0,037 \approx 3,7\%$$

Ответ: 3,7%

1-1/27

98

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

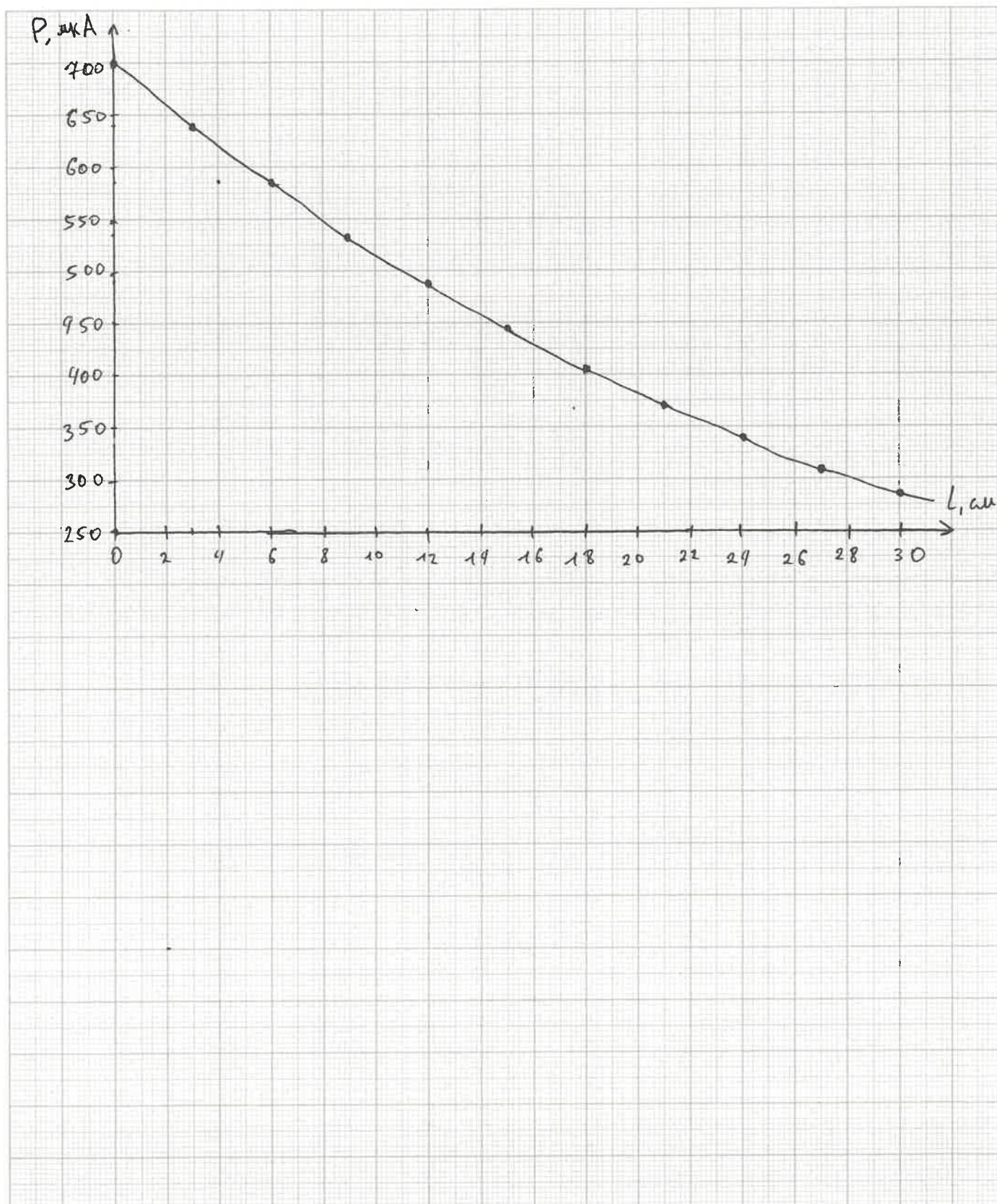


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 1 | 8 | 3 | 5 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

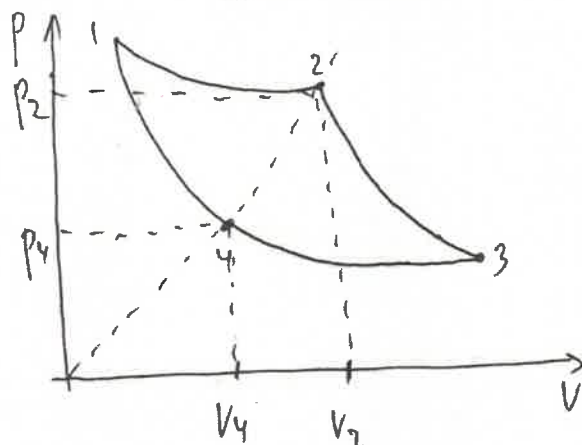
Вариант № 1

ФИО 0002191526

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задание №4



3) Т.к. 1-2 - изотерма, наивысшая в цикле Карно, то

$T_2 = T_1 = T_H$  - температура нагревателя.

4) Т.к. 3-4 - изотерма, ниже другой в цикле Карно, то  $T_3 = T_4 = T_X$  - температура холодильника.

$$5) \frac{T_4}{T_2} = \frac{T_X}{T_H} = \frac{1}{9}.$$

6)  $\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H}$  - КПД машины, работающей по циклу Карно.

$$\eta = 1 - \frac{T_X}{T_H} = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9}.$$

Ответ:  $\frac{8}{9}$ .

$$\sigma_{cp} = \frac{\Delta P}{(e+h) \cdot \eta}$$

$$P_B = P_0 + \frac{\sigma_{cp}(e+h)}{\eta}$$

$h$  - высота 24 этажа.

Задание №1



$$P = P_0 + \rho g h, \Delta P = \rho g h$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\Delta P}{(e+h)} \cdot \eta = \frac{\rho g h}{e+h} \cdot \eta$$

$$\rho g h = \frac{\sigma_{cp}(e+h)}{\eta}$$

+3

| 1 | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|---|----|---|----|----|---|----|
| 3 | 18 | 6 | 10 | 30 |   | 67 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1) Т.к. точки 2 и 4 лежат на одной прямой, выходящей из нуля, то  $\frac{V_2}{V_4} = \frac{P_2}{P_4} = 3$ .

2) уравнение Менделеева - Клапейрона

для газа в точке 2:  $P_2 V_2 = \nu R T_2$ .

для газа в точке 4:  $P_4 V_4 = \nu R T_4$ .

$$3 = \frac{P_2 V_2}{P_4 V_4} = \frac{\nu R T_2}{\nu R T_4}$$

$$\frac{T_2}{T_4} = 9, \frac{T_4}{T_2} = \frac{1}{9}.$$



## Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

0000 2191526

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1)  $P = P_0 e^{-\lambda n_d}$  - заданная зависимость

$P(n)$  - представляет собой экспоненту.

$P(n)$  - представляет собой истинность.  
Чтобы найти коэффициент  $\beta$ , минимизируем  $\epsilon$ :

$$\ln p = \ln(p_0 \cdot e^{-\beta n L})$$

$$\ln p = \ln p_0 + \ln e^{-\beta n \Delta}$$

$\ln p = \ln p_0 + \ln e$   
 $\ln p = \ln p_0 - \beta \ln V$  - данная зависимость  $\ln p(n)$  - представляет собой прямую с отрицательным коэффициентом наклона.

Переоформили таблицу <sup>по условию</sup> из условия, для построения кривого графика,

взв. логарифм от  $P$   
(натуральный)

Затем построим данные точки на графике. (см. лист №3)

$$\frac{2}{\pi} n \ln p(\text{мкА})$$

На полученном графике выберем  
"хорошую" точку (хорошие числа) и поставим  
ее тангенс данной прямой. Полученное  
числовое значение будет равно произведению  
(632-535)  
В.С.

$$\epsilon_{gd} = \frac{(6,37 - 5,35)}{(0,22 - 0)} = \beta \cdot l, \text{ где } l = 20 \text{ см}$$

$$\beta = \frac{6,37 - 5,35}{0,22 \cdot 20} = 0,23$$

$$[\beta] = \frac{\mu \text{KA}}{(\frac{2}{\pi a}) \cdot a} \cdot a$$

$$[B] = \frac{\mu \text{KA} \cdot \text{cm}^{-3}}{2 \cdot \text{cm}} = \frac{A \cdot 10^{-6} \cdot (1 \cdot 10^{-6})^3}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-2}} =$$

$$[\beta] = \frac{A \cdot m^3}{kr \cdot M} \cdot 10^{-19} = \frac{A \cdot m^2}{kr} \cdot 10^{-19}$$

$$2) \underline{p = p_0 \cdot e^{-\beta n \epsilon}}$$

$$\frac{P}{P_0} = e^{-\rho_{\text{He}} \cdot L} \quad \frac{P}{P_0} = e^{-923 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3}} = 0,69 = 2,71 \approx 0,5$$

Отверстия:  $\beta = 0,23 \frac{\text{мкА} \cdot \text{см}^{-3}}{\text{г} \cdot \text{см} \cdot \text{г}}$ ;  $\frac{p}{p_0} = 0,5$

**ВНИМАНИЕ!** Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



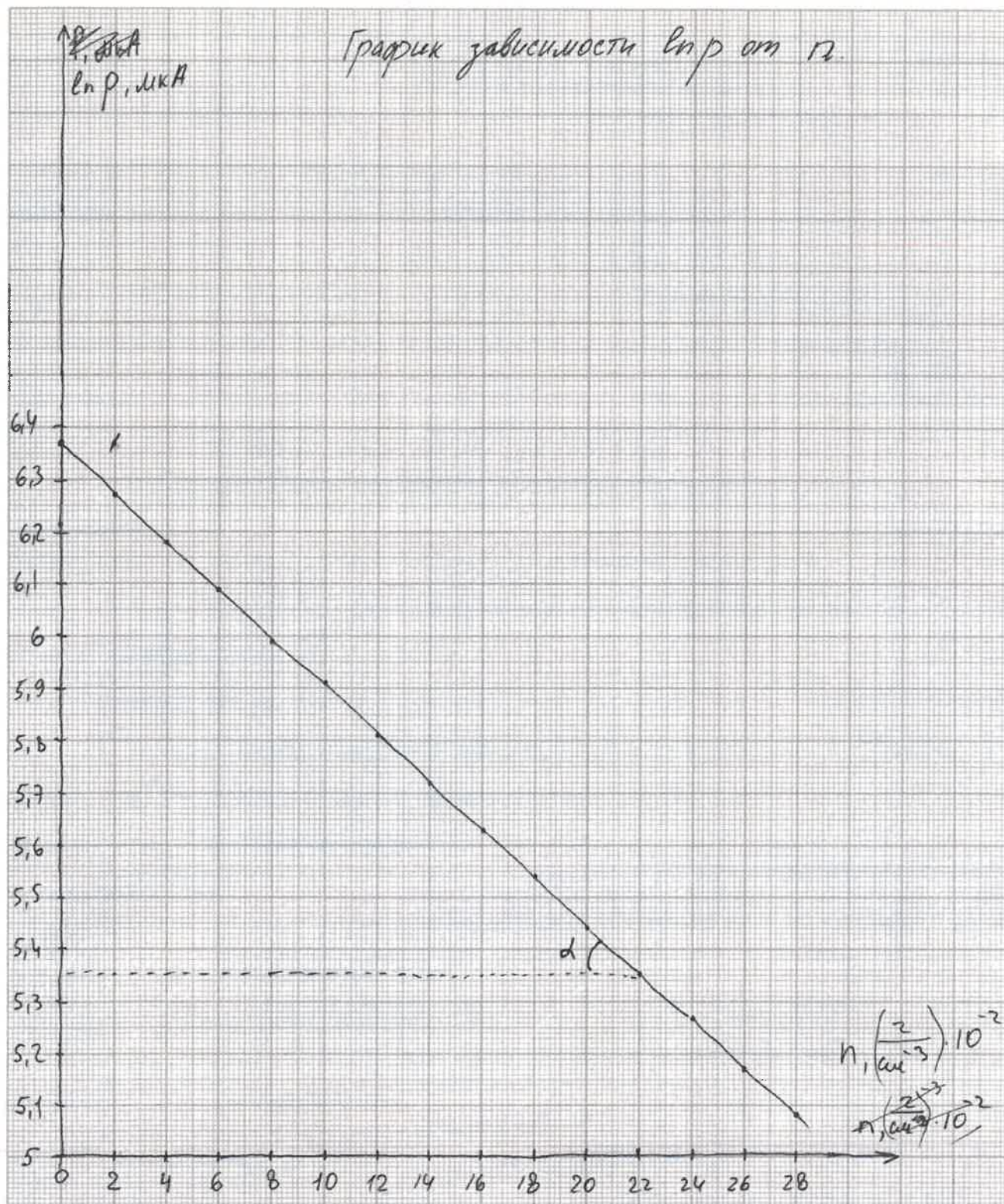


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

010002191526

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002191526

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

## Задача №3

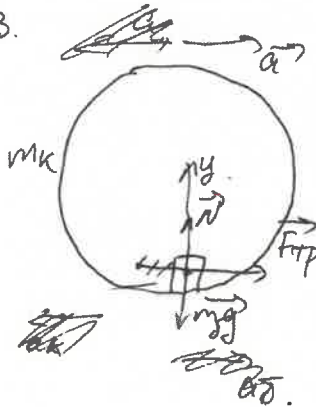
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$m_b = m_1 = 0,35 \text{ кг}$  - масса бечки.

$m_k = m_2 = 0,45 \text{ кг}$  - масса колеса.

$\mu = 0,3$ .



Бечка с помощью силы трения раскручивает колесо. Сила трения зависит от силы  $N$ .  $N$  принимает наибольшее значение при  $N = m_b g$  (II закон Ньютона на  $O_y$ .)

$$F_{tr} = \mu N = \mu m_b g.$$

~~Ускорение бечки направлено противоположно ускорению колеса.~~

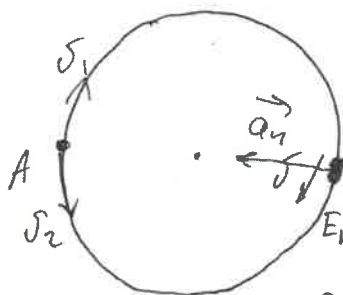
II закон Ньютона для ~~бечки~~ колеса:  $F_{tr} = m_k a$   
 $\mu m_b g = m_k a.$

$$a = \frac{0,3 \cdot 0,35 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,45 \text{ кг}} \approx 2,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

$$a = \frac{\mu m_b g}{m_k}$$

Ответ:  $2,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$

## Задача №2



$s_1 = \int_0^t \omega dt$  - расстояние I тела.

$s_2 = \int_0^{t-\Delta t} \omega dt$  - расстояние II тела.

$$s_1 + s_2 = 2\pi R.$$

$$E_{k1} = \frac{m \omega_1^2}{2} = \beta s_1, \quad m \omega_1^2 = 2\beta \int_0^t \omega dt, \quad m \omega_1 = 2\beta t$$

$$E_{k2} = \frac{m \omega_2^2}{2} = \beta s_2, \quad m \omega_2^2 = 2\beta \int_0^{t-\Delta t} \omega dt, \quad m \omega_2 = 2\beta (t - \Delta t)$$

$$p_1 = m \omega_1 = 2\beta t.$$

$$p_2 = 2\beta (t - \Delta t) = m \omega_2 \quad \text{или угловой мен.}$$

$$p_3 = p_1 - p_2 = 2\beta \Delta t = 3\beta R, \quad 2\beta \Delta t = 2m \omega, \quad \alpha_n = \frac{\omega^2}{R}, \quad \alpha_n = \frac{4\beta^2 \Delta t^2}{m^2 R}$$

18

⊕





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 2 1 9 8 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

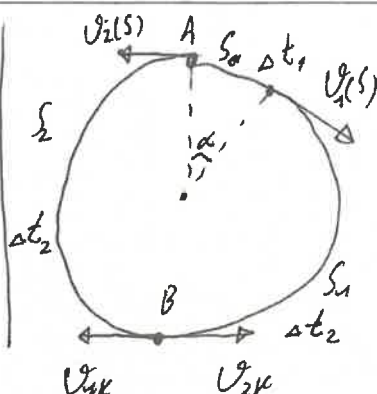
Задача №2:

$$v(s) = \alpha \sqrt{s}$$

$$\Delta t_1 = 1 \text{ сек}$$

$$a_{\text{нк}} = ?$$

R



| 1  | 2  | 3  | 4 | 5  | 6 | Σ  |
|----|----|----|---|----|---|----|
| 10 | 20 | 13 | 5 | 25 |   | 73 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Пусть тело столкнется в Т.В;

$$3 \text{ СИ: } m v_{1\text{к}} - m v_{2\text{к}} = 2m v_k$$

$$a_n = \frac{v_k^2}{R} = \frac{(v_{1\text{к}} - v_{2\text{к}})^2}{4R}$$

Так как ускорения равны в начале пути:  $\frac{v_{10}^2}{R} = \frac{v_{20}^2}{R} \Rightarrow v_{10} = v_{20} = v_0 = 0$

$$l = 2\pi R; \quad v(s) = \alpha \sqrt{s} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$s_0 + s_1 + s_2 = l = 2\pi R$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{\alpha \sqrt{s}} = \frac{1}{\alpha} \times \frac{1}{s^{\frac{1}{2}}} \times \Delta s$$

$$\Delta t = \frac{1}{\alpha} \times s^{-\frac{1}{2}} \times \Delta s$$

$$\Delta t_1 = \sum \Delta t = \frac{1}{\alpha} \sum (s^{-\frac{1}{2}} \Delta s) = \frac{1}{\alpha} \times \sum \Delta \left( \frac{s^{1-\frac{1}{2}}}{1-\frac{1}{2}} \right) = \frac{s_0^{\frac{1}{2}}}{\alpha \times \frac{1}{2}} = \frac{2\sqrt{s_0}}{\alpha}$$

$$s_0 = \left( \frac{\alpha \Delta t_1}{2} \right)^2; \quad \Delta t_2 - \text{время за которое тело столкнется.}$$

Аналогично для второго тела и для первого найдем:

$$\Delta t_2 = \frac{2\sqrt{s_2}}{\alpha}; \quad \Delta t_2 + \Delta t_1 = \frac{2\sqrt{s_0 + s_1}}{\alpha} \Rightarrow \frac{2\sqrt{s_2}}{\alpha} - \frac{2\sqrt{s_0 + s_1}}{\alpha} = -\Delta t_1$$

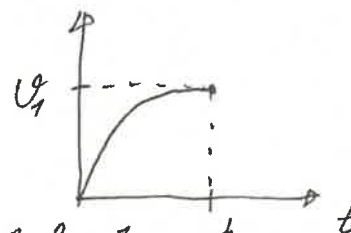
$$\sqrt{s_0 + s_1} - \sqrt{s_2} = \frac{\alpha \Delta t_1}{2}$$

$$\text{Найдем: } v_{1\text{к}} = \alpha \sqrt{s_0 + s_1}; \quad v_{2\text{к}} = \alpha \sqrt{s_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v_{1\text{к}}}{\alpha} - \frac{v_{2\text{к}}}{\alpha} = \frac{\alpha \Delta t_1}{2} \Rightarrow (v_{1\text{к}} - v_{2\text{к}}) = \frac{\alpha^2 \Delta t_1}{2} - \text{искали} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_n = \frac{(v_{1\text{к}} - v_{2\text{к}})^2}{4R} = \frac{\alpha^4 \Delta t_1^2}{16R}$$

$$2\pi R = \left( \frac{\alpha \Delta t_1}{2} \right)^2$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

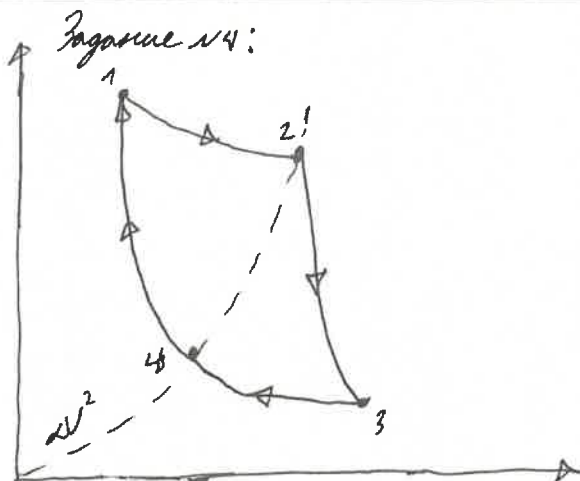
Вариант № 2

Ф И О О О 2 1 9 8 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



$$\begin{cases} p_2 = \alpha V_2^2 \\ p_4 = \alpha V_4^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{p_2}{p_4} = \left(\frac{V_2}{V_4}\right)^2 = 4$$

$$\begin{cases} 12) Q_{12} = A_{12} \\ 23) Q_{23} = 0 = A_{23} + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) \\ 34) Q_{34} = A_{34} \\ 41) Q_{41} = 0 = A_{41} + \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) \end{cases} \Rightarrow$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{хол}}{Q_{нагр}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A_{41} = -A_{23} \\ Q_{12} = A_{14} \\ Q_{34} = A_{34} \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_4 V_4 = T_2 \nu R \\ p_2 V_2 = T_1 \nu R \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = 4 \times 2 = 8$$

Уравнения состояния:

$$\begin{cases} 14) p_4 V_4^{5/3} = p_1 V_1^{5/3} \\ 23) p_2 V_2^{5/3} = p_3 V_3^{5/3} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\frac{p_2}{p_4}\right) \left(\frac{V_2}{V_4}\right)^{5/3} = \left(\frac{p_3}{p_1}\right) \left(\frac{V_3}{V_1}\right)^{5/3} = 4 \times 3\sqrt{2}^5 \Rightarrow \frac{p_3}{p_1} = \frac{V_1}{8V_3}$$

$$\begin{cases} p_3 V_3 = T_2 \nu R \\ p_1 V_1 = T_1 \nu R \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1}{p_3} \times \frac{V_1}{V_3} = 8 \Rightarrow \frac{p_3}{p_1} = \frac{V_1}{8V_3}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{8V_3} \times \left(\frac{V_3}{V_1}\right)^{5/3} = 4 \times 3\sqrt{2}^5 = \frac{7}{8} \times 3 \sqrt{\frac{V_1^3}{V_3^3} \times \frac{V_3^5}{V_1^5}} = \frac{7}{8} \times 3 \sqrt{\frac{V_3^2}{V_1^2}} = 4 \times 3\sqrt{2}^5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3 \sqrt{\frac{V_3^2}{V_1^2}} = 32 \times 3\sqrt{2}^5 \Rightarrow \left(\frac{V_3}{V_1}\right)^2 = 32^2 \times 2^5 \Rightarrow \frac{V_3}{V_1} = \sqrt{32^2 \times 2^5} = 32^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_1}{p_3} = 8 \times 32^2$$

$$\eta = 1 - \frac{4 \times 32^2}{8 \times 32^2 \times 2} = 1 - \frac{4}{16} = 0,75$$

Ответ: 75%

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 2 1 9 8 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

$$\bar{Q} = \alpha \frac{\Delta P}{l} = \left[ \frac{\text{М}}{\text{сек}} \right] = \left[ \frac{\text{М}^2}{\text{Па} \cdot \text{сек}} \cdot \frac{\text{Па}}{\text{М}} \right]$$

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$\eta = [\text{Па} \cdot \text{сек}]$$

$$\Rightarrow \bar{Q} = \frac{\pi}{4} \times \frac{\Delta P}{l} = \frac{\pi R^2 \Delta P}{4 l}$$

$$\left( \frac{\Delta P}{l} \right)_{\text{ср}} = 30 \frac{\text{Па}}{\text{м}} \Leftrightarrow Q = 2,4 \frac{\text{М}}{\text{сек}}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{\pi R^2}{4} \left( \frac{\Delta P}{l} \right)_{\text{ср}} \Rightarrow \eta = \frac{\pi R^2}{4 Q} \left( \frac{\Delta P}{l} \right)_{\text{ср}} = 1,54 \frac{\text{Па} \cdot \text{сек}}{\text{М}^2}$$

Дано:  $P_0 = 3,14$ ;  $R = 0,2 \text{ м}$ ;  $Q = 2,4 \frac{\text{М}}{\text{сек}}$ ;  $\left( \frac{\Delta P}{l} \right)_{\text{ср}} = 30 \frac{\text{Па}}{\text{м}}$ ;  $\eta = ?$ ;  $T = ?$

Рассмотрим модуль:  $\eta(T) = \frac{\pi R^2}{4 Q} \left( \frac{\Delta P}{l} \right)_{\text{ср}}$   $T = \Delta P \times \gamma$ , где  $\gamma = \gamma(\text{у.е.})$

$$\eta(T) = [\text{Па} \cdot \text{сек}] = \left[ \frac{\text{М}^2}{\text{Па} \cdot \text{сек}} \cdot \frac{\text{Па}}{\text{М}} \right] \Rightarrow \gamma = \left[ \frac{\text{сек}}{\text{°C}} \right] = 1$$

$$\eta(30^\circ\text{C}) = 0,798 = 30^\circ\text{C} \cdot \Delta P$$

Пок кон:

$$T = \frac{1}{\eta} \times \Delta P \times \gamma, \text{ где } \gamma = 1$$

$$40 \times 0,4 = 28$$

$$60 \times 0,467 = 28$$

$$50 \times 0,547 = 27,35$$

$$\Rightarrow T = \frac{1}{\eta} \Delta P \times \gamma = \left[ \frac{\text{Па} \cdot \text{сек} \cdot \text{°C}}{\text{Па} \cdot \text{сек}} \right] \Rightarrow \gamma = [\text{сек} \cdot \text{°C}]$$

$$\Delta P \times \gamma = T(\eta) \eta = 30 \frac{\text{Па} \cdot \text{сек}}{\text{М}^2} \cdot \text{Па} \cdot \text{сек} \cdot \text{°C} =$$

$T(\eta) \eta$  - увеличивается  
с ростом температуры

$$\Rightarrow T(357 \text{ Па} \cdot \text{сек}) = \frac{30}{357} = 1,1^\circ\text{C}$$

$$20 \times 1,002 = 20$$

Ответ:  $T(\eta) = 1,1^\circ\text{C}$ ;  $\eta = 1,54 \text{ Па} \cdot \text{сек}$ .

ВНИМАНИЕ! Проверять только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 2 1 9 8 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 5:

1) Нормализуем график:  $P(n)$

Внутрикан обласе токск проводим линию линейной зависимости и на ней отмечаем координаты точки А и В, которые не входят в данные условия.

$$\begin{cases} T.A = (0,28; 370) \\ T.B = (0,3; 350) \end{cases} \Rightarrow \tan \angle CAB = \frac{BC}{AC} = \frac{350-370}{0,28-0,3} = 1000 \frac{\text{мкАсм}^2}{\text{с}}^2$$

$$\Rightarrow P(n) = P_0 - \tan \angle CAB \cdot n - \text{т.к. функция убывающая, } (-)^{''}$$

$T.O = (0; 685)$  - точка пересечения с вертикальной осью  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow P_0 = 685 \text{ мкА}$$

$$\Rightarrow P(n) = 685 \text{ мкА} - 1000 \frac{\text{мкАсм}^2}{\text{с}}^2 \times n = P_0 \cdot e^{-\beta n \Delta}$$

$$P(n) = P_0 \cdot e^{-\beta n \Delta}$$

~~$P(0,28) = 370$~~

$$P(0,28) = 370 = 685 \cdot (e^{-\beta \Delta})^{0,28}; \ln 370 = \ln 685 - \beta \cdot 0,28 \cdot \ln e$$

$$\ln 370 = \ln 685 - \beta \cdot 0,28 \cdot \ln e \Rightarrow \beta = \frac{\ln 685 - \ln 370}{0,28 \cdot \ln e} = 0,22 \frac{\text{см}^2}{\text{с}}^2$$

$$\textcircled{2} P(0,3) = P_0 \cdot e^{-\beta \cdot 0,3 \cdot \ln e} = 254,53 \text{ мА} \quad 678,25 \text{ мА} \quad 254,53 \text{ мА}$$

$$\text{Ответ: } \beta = 0,22 \frac{\text{см}^2}{\text{с}}^2$$

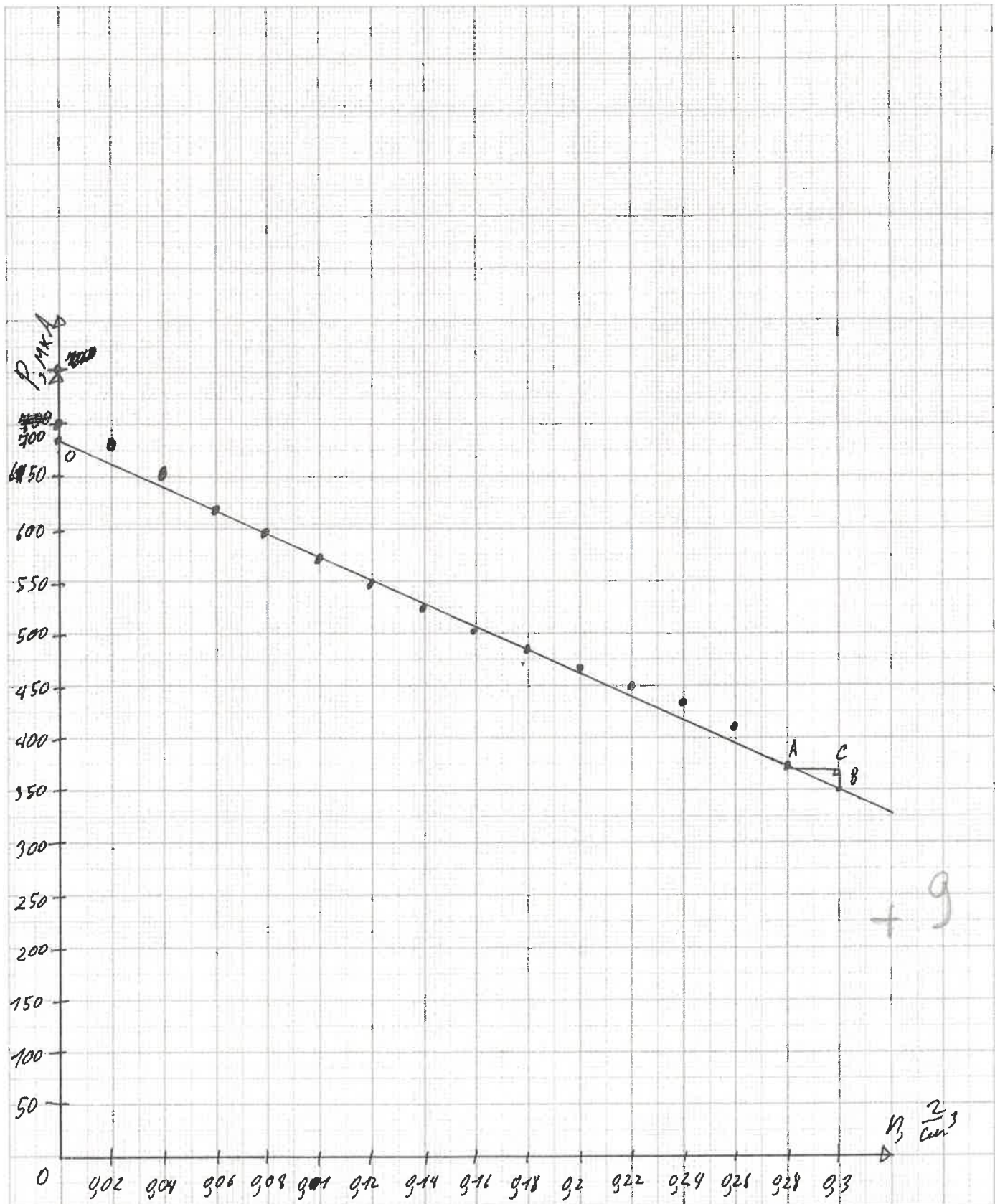
$$P(0,3 \frac{\text{с}}{\text{см}^3}) = 254,53 \text{ мА.}$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 1 | 9 | 8 | 6 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 2 1 9 8 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 3:

$\mu = ?$   
 $m_1 = 2002$   
 $m_2 = 4002$   
 $\alpha = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Колесо состоит из спиц и обода.

Спицы соединяют вал колеса с ободом, то есть вал это переключатель между двумя колесами, но если это колесо где лежит бегом то:

Бегом:  $\begin{cases} m_1 g \cos \alpha = N \end{cases} \Rightarrow \tan \alpha = \mu$   
 $\begin{cases} F_{тр}' = m_1 g \sin \alpha = N \mu \end{cases}$

Т.к. у колеса есть малое  $\alpha$ , то  $\omega = \cos \alpha \approx 1$   
 $\Rightarrow E = 0 \Rightarrow \Sigma M = 0$

$P = N \mu = m_1 g \cos \alpha$ ;  $\gamma = 180^\circ - 2\alpha$ ;  $\sin \gamma = \frac{x}{R}$ ;  $\cos \gamma = \frac{R-y}{R}$

Относительно т.О:  $xP = yF_{тр}$

$\sin \gamma R m_1 g \cos \alpha = R(1 - \cos \gamma) \times N \mu = \sin \gamma R N \mu \Rightarrow$

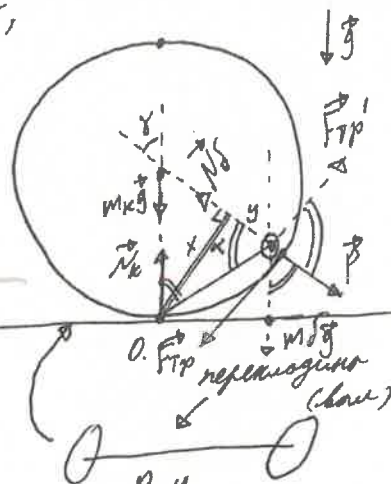
$\Rightarrow \mu = \frac{\sin \gamma}{1 - \cos \gamma} = \tan \alpha$

$\gamma = 2(90^\circ - \alpha) \Rightarrow \sin \gamma = 2 \sin \alpha \cos \alpha$ ;  $\cos \gamma = 1 - 2 \sin^2 \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha}{1 - 1 + 2 \sin^2 \alpha} = \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha}{2 \sin^2 \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1}{\tan \alpha} \Rightarrow$

$\Rightarrow \tan^2 \alpha = 1 \Rightarrow \mu = 1$

444



+2

+1

+2

+2



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0 0 0 0 2 2 0 3 1 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|----|----|---|----|----|---|----|
| 15 | 20 | 6 | 10 | 22 |   | 73 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№2

Дано:

$$v = \beta \sqrt{s}$$

$$a_n = \frac{\beta}{4R}$$

Найти:

$\tau$

Решение

1) Закон сохранения движения каждого тела:

$$v = \frac{ds}{dt} = \beta \sqrt{s}$$

2) Разделим переменные и интегрируем (считая  $s(0) = 0$ ):

$$\frac{ds}{\sqrt{s}} = \beta dt \Rightarrow \int_0^s s^{-1/2} ds = \int_0^t \beta$$

$$2\sqrt{s} = \beta t \Rightarrow \sqrt{s} = \frac{\beta t}{2} \Rightarrow \text{Закон движения:}$$

$$s(t) = \frac{\beta^2 t^2}{4} \Rightarrow v = \beta \sqrt{s} = \beta \cdot \frac{\beta t}{2}$$

$$v = \frac{\beta^2 t}{2}$$

3) Скорости тел перед столкновением:

$$v_1 = \frac{\beta^2 t_c}{2}$$

$$v_2 = \frac{\beta^2 (t_c - \tau)}{2}$$

3) Закон сохранения импульса:

$$mv_1 - mv_2 = (m + m)u$$

$$u = \frac{v_1 - v_2}{2}$$

$$u = \frac{1}{2} \left( \frac{\beta^2 t_c}{2} - \frac{\beta^2 (t_c - \tau)}{2} \right)$$

$$u = \frac{\beta^2}{4} (t_c - (t_c - \tau)) = \frac{\beta^2 \tau}{4}$$

$$4) a_n = \frac{1}{R} \cdot \left( \frac{\beta^2 \tau}{4} \right)^2 = \frac{\beta^4 \tau^2}{16R}$$

$$\frac{\beta^4 \tau^2}{16R} = \frac{\beta^4}{4R}$$

$$\frac{\tau^2}{16} = \frac{1}{4}$$

$$\tau^2 = \frac{16}{4} = 4$$

$$\tau = 2c$$

ответ: 2с

+

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

ФИО 0002203126

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1

Дано:

$$P_M = 8 \text{ атм}$$

$$P_{атм} = 10^5 \text{ Па}$$

$$L = 100 \text{ м}$$

$$\mu = 1 \text{ мкс}$$

$$R = 16 \text{ мм}$$

$$t = 50^\circ \text{C}$$

$$\eta = 0,547 \text{ мПа}\cdot\text{с}; \text{ г. водн.}$$

коэф. пропорциональности = 1  
Найти:

h?

Решение:

1) Для ламинарного течения:

Заком Пуазейля: средняя скорость:

$$v \sim \frac{R^2 \Delta P}{\eta L}$$

Найти перепад давления на участке 100 м

$$\Delta P = \frac{2 \eta L}{R^2}$$

$$\Delta P = \frac{1,547 \cdot 10^{-4} \cdot 100}{2,56 \cdot 10^{-4}} \approx 214 \text{ Па}$$

2) Давление у донда:

На магистральной:

$$P_M = 8 \text{ атм} = 8 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

у донда:

$$P_1 = P_M - \Delta P \approx 8 \cdot 10^5 - 2,1 \cdot 10^2 \approx 7,998 \cdot 10^5 \text{ Па} \approx 8 \text{ атм}$$

3) Подъём воды на высоту h

$$P_{атм} = 10^5 \text{ Па}$$

$$\Delta P = \rho g h \Rightarrow 8 \cdot 10^5 - 10^5 = 1000 \cdot 9,8 \cdot h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = \frac{\Delta P}{\rho g} \Rightarrow h = \frac{7 \cdot 10^5}{9800} \approx 71,4 \text{ м}$$

ответ: h = 71,4 м.

№3 Дано:

$$a = 0,4 \text{ м/с}^2$$

$$\mu = 0,3$$

m - масса бочки

M - масса колеса

Найти:

$$\frac{M}{m} - ?$$

Решение:

$$1) F_{max} = \mu N = \mu mg$$

$$F_{max} = \mu mg$$

2) Масса сосредоточена на ободе - момент инерции:

$$I = MR^2$$

Момент силы:

$$T = FR$$

уравнение динамики вращения:

$$T = I a_1 \Rightarrow FR = MR^2 a_1 \Rightarrow F = MR a_1$$

продолжение на листе 2

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 2 2 0 3 1 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

3) А связь линейного и углового ускорения:

$$a = a_t \cdot R$$

$$a_t = \frac{a}{R}$$

Подставляем  $F = MR \cdot \frac{a}{R} \Rightarrow F = Ma$

4) При предельном ускорении:

$$Ma = \mu mg \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{\mu g}{a} = \frac{0,3 \cdot 9,8}{0,4} \approx 7,4$$

Ответ: 7,4

~4

Дано:

$$p = \Delta V$$

$$\frac{V_2}{V_4} = 3$$

Найти:

$\eta$ ?

1) формула КПД цикла Карно

$$\eta = \frac{T_H - T_C}{T_H} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_4}{T_2}$$

$$\sim) \Delta V^2 \cdot V = \nu R T$$

$$\Delta V^3 = \nu R T \Rightarrow T = \frac{\Delta V^3}{\nu R}$$

$$\Rightarrow \frac{T_4}{T_2} = \frac{\frac{\Delta V}{\nu R} V_4^3}{\frac{\Delta V}{\nu R} V_2^3} = \left( \frac{V_4}{V_2} \right)^3 = \frac{1}{27}$$

$$\frac{V_2}{V_4} = 3 \Rightarrow \frac{V_4}{V_2} = \frac{1}{3}$$

$$\eta = 1 - \frac{1}{27} = \frac{26}{27} \approx 0,96 \approx 96\%$$

Ответ: 96%

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 2 2 0 3 1 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

N5

Дано:

$$n_1 = 0,20 \text{ нм}^2$$

$$P_0 = 700 \text{ мкА при } l = 0 \text{ см}$$

$$l = 15 \text{ см, } P = 446,2 \text{ мкА}$$

$$l = 30 \text{ см, } P = 284 \text{ мкА}$$

$$l_2 = 150 \text{ см, } n_2 = 0,3 \text{ нм}^2$$

Найти

долю поглощенной энергии.

1) ~~Скорость на длине N5~~

$$v = \frac{K}{n_1} = \frac{0,03}{0,2} = 0,15 \frac{\text{см}^2}{\text{с}}$$

2) Расчет доли поглощенной энергии.

$$1. \eta = 1 - T$$

(T - коэф. пропускания (P/P<sub>0</sub>))

$$\mu = 0,15 \cdot 0,30 \cdot 15 = 0,675$$

$$2. T = \frac{P}{P_0} = e^{-\mu} = e^{-0,675} \approx 0,509$$

$$\eta = 1 - 0,509 = 0,491 = 49\%$$

$$0 \text{ + если } 1) \quad 0,15 \frac{\text{см}^2}{\text{с}}$$

$$2) \quad 49\%$$

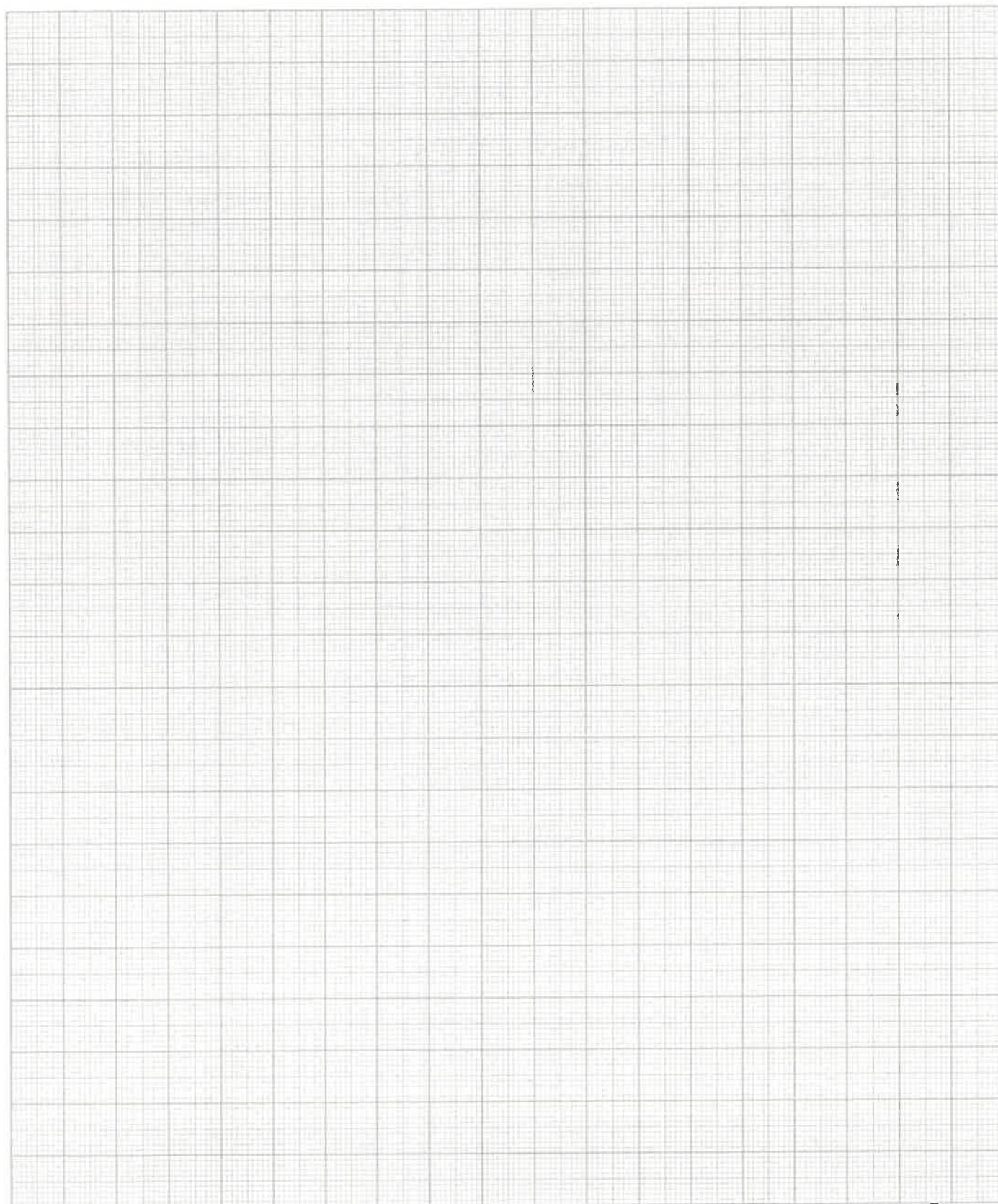


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | Ч | О | О | О | 2 | 2 | 0 | 3 | 1 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 2 5 8 8 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|----|----|----|----|----|---|----|
| 10 | 18 | 12 | 10 | 15 |   | 65 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №4

Дано:

$$\frac{V_2}{V_1} = 3;$$

прямая  $p(V) = KV$

Решение:

$$1. p_1 = K V_1; p_2 = K V_2$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{K V_2}{K V_1} = 3$$

2. По закону Менг. Кл.:

$$pV = \nu RT$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = 3 \cdot 3 = 9 \Rightarrow T_2 = 9 T_1$$

П.к. в процессах 1-2 и 3-4  $T = \text{const}$ , и машина работает по циклу Карно, но справедливо, что ККД;

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} \cdot 100\% = \frac{9 T_1 - T_1}{9 T_1} \cdot 100\% = \frac{8}{9} \cdot 100\% \approx 88,89\%$$

Задача №5

$$p = p_0 e^{-\beta n L} = \frac{p_0}{e^{\beta n L}}$$

1. При  $n=0$   $p = p_0 \Rightarrow p_0 = 582 \text{ мкА}$  (исходя из данных таблицы)

$L = 0,2 \text{ м}$ , графически определить  $\beta$ , для этого

построим график зависимости  $p(n)$

Функция является обратной показательной

$$\Rightarrow \beta = \frac{\ln \frac{p_0}{p}}{n L} \approx 0,23 \left( \frac{1}{\text{м}} \right)^{-1}$$

2.  $L = 10 \text{ см}$ ;  $n = 0,3 \frac{1}{\text{см}}$

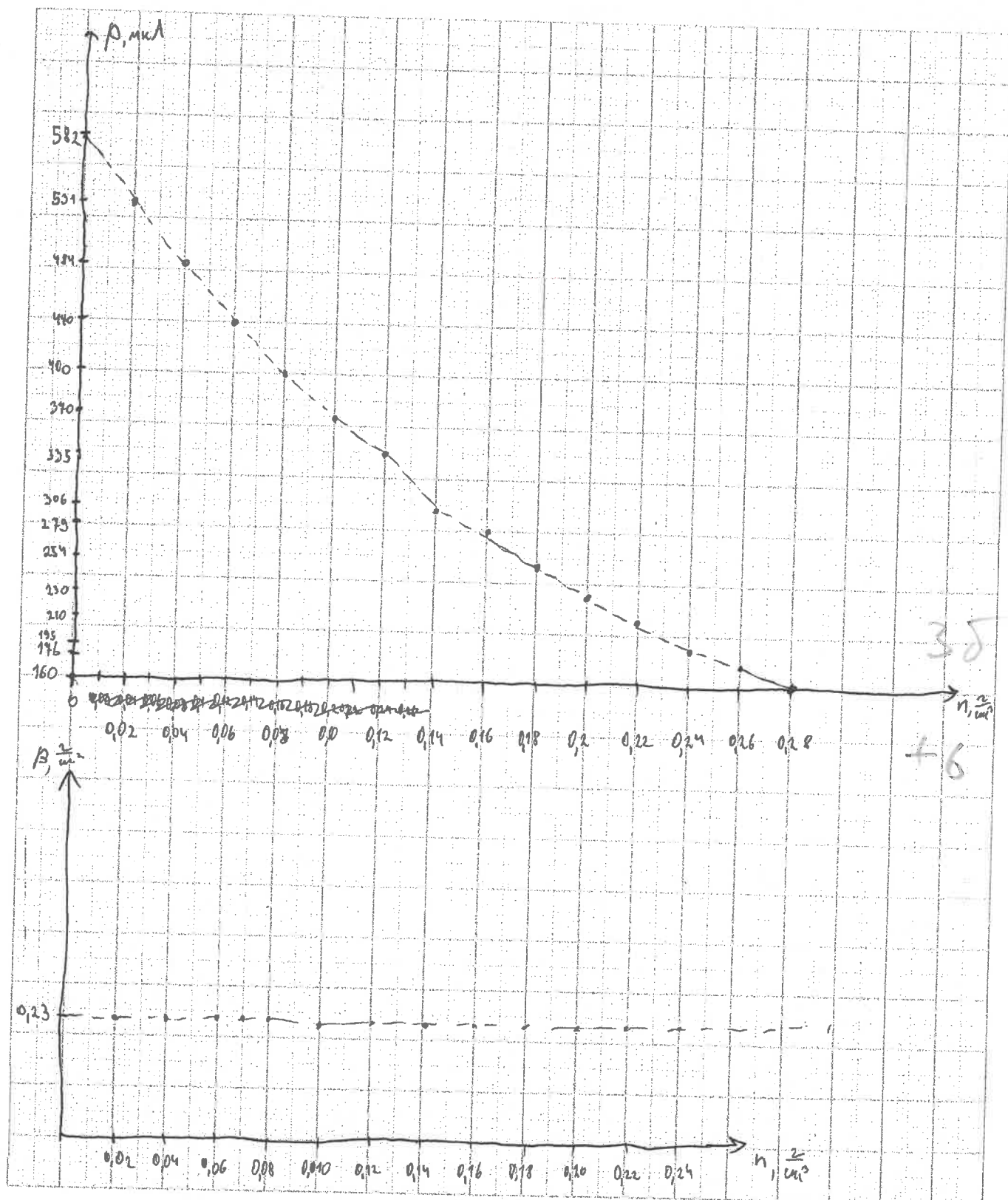
$$p = p_0 e^{-\beta n L} = 582 \cdot 2,718^{-10 \cdot 0,3 \cdot 0,23} \approx 291,9 \text{ мкА}$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 2 5 8 8 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 2 5 8 8 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 1.

Дано:

$$V_{\text{ж}} \approx \left(\frac{\Delta P}{L}\right)^{\pm 1} \eta^{\pm 1}$$

$$V = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$L = 50 \text{ м}$$

$$t = 60^\circ \text{C}$$

$$\eta = 0,467 \text{ мПа} \cdot \text{с}$$

$$P_0 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$R = 16 \text{ мм} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$P_B = ?$

Решение:

Предполагается исходя из ум., что  $\eta$  зависит от  $t \Rightarrow t$  нам не нужно.

$R$  характеризует площадь поперечного сеч.

$$\Rightarrow V_{\text{ж}} \approx R^{\pm 2}$$

Составим уравнение и посмотрим на единицы измерения:

$$\left[\frac{\text{м}}{\text{с}}\right] = \left[\frac{\text{Па}}{\text{м}}\right]^{\pm 1} \cdot [\text{Па} \cdot \text{с}]^{\pm 1} \cdot [\text{м}^2]^{\pm 1}$$

Секунда есть только у  $\eta \Rightarrow V_{\text{ж}} \approx \eta^1$ ,

в этом случае, для того, чтобы сократились  $[\text{Па}]$ , у  $\left(\frac{\Delta P}{L}\right)$  будет 1 степень (это также логично предположить изначально, ведь  $\Delta P \Rightarrow E_{\text{ж}}$ )

Итак:

$$\frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{Па}}{\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{Па}} \cdot [\text{м}^2]^{\pm 1} \Rightarrow$$

$$V_{\text{ж}} = \frac{\Delta P \cdot \pi R^2}{L \eta} ; \Delta P = |P_0 - P_B|, \text{ предположим, что}$$

$P_B > P_0$  (предположение 1)!, тогда

$$V_{\text{ж}} = \frac{(P_0 - P_B) \pi R^2}{L \eta} \Rightarrow L \eta V = P_0 \pi R^2 - P_B \pi R^2 \Rightarrow P_B = \frac{L \eta V + P_0 \pi R^2}{\pi R^2}$$

$$\Rightarrow P_B = \frac{L \eta V}{\pi R^2} + P_0 \approx \frac{50 \cdot 0,467 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (0,016)^2} + 10^5 \approx \frac{5 \cdot 467 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot 10^{-6} \cdot 16^2} + 10^5 =$$

$$= 100000 + 29 = 100029 \text{ Па} > 0 \Rightarrow \text{предположение 1 верно, иначе}$$

$$P_B = 100000 - 29 = 99971 \text{ Па}$$

Ответ: 100029 Па или 99971 Па



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 2 5 8 8 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 2

Дано:

$R; t=1c$

$E_k = \beta S$

$a = ?$

Решение:

$$1) S_1 = \frac{a(t+\Delta t)^2}{2}$$

$$S_2 = \frac{a t^2}{2}$$

$$S = 2\pi R = S_1 + S_2$$

$$E_k = \beta S = \beta (S_1 + S_2) = 2\beta \pi R$$

$$E_k = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}; S = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v_k^2}{2a} \quad (\text{т.к. } v_0 = 0) \Rightarrow v_k^2 = 2Sa$$

$$\Rightarrow E_k = m(S_1 a + S_2 a) = ma(S_1 + S_2) = ma \pi R$$

$$2ma \pi R = 2\beta \pi R \Rightarrow a = \frac{\beta}{m} \quad \text{минимальное ускорение}$$

Ответ:  $a = \frac{\beta}{m} \Rightarrow a_y = \frac{2\pi\beta}{m}$

2) По 3CU для неупругого столкновения:

$$m v_1 - m v_1' = 2m v' \quad (\text{т.к. } m_1 = m_2 = m, a_1 = a_2 = a \Rightarrow v_1 > v_2 \text{ т.к. } t_1 > t_2 (t_1 + \Delta t > t))$$

$$v_1 - v_2 = 2v'$$

$$v_1 = a(t + \Delta t); v_2 = a t \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} v_1 = a(t + \Delta t) \\ v_2 = a t \end{matrix}} \right\} 2v' = a \Delta t$$

По 3CU

$$E_k = \beta S = \frac{2m v'^2}{2} = m v'^2 \Rightarrow v' = \sqrt{\frac{\beta S}{m}}$$

$$a_y = \frac{v'^2}{R} = \frac{\beta S}{m R} = \frac{2\pi R \beta}{m R} = \frac{2\pi \beta}{m} \quad \text{ответ совпадает}$$

Ответ:  $\frac{2\pi\beta}{m}$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

9040002258826

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

## Задача 3

Дано:

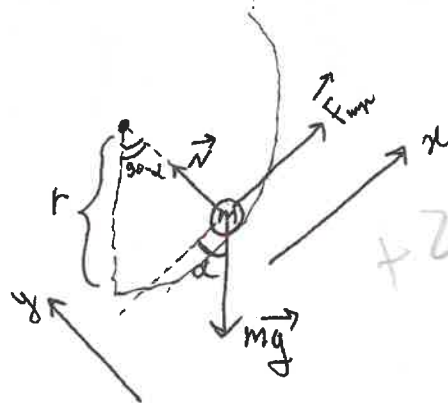
$$m = 350 \text{ г} = 0,35 \text{ кг}$$

$$M = 450 \text{ г} = 0,45 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,3$$

Решение:

$a_{\text{кmax}} = ?$



Выберем оси  $ox$  и  $oy$ :  $oy \parallel N$ ;  $ox \parallel F_{\text{тр}}$  ( $N \perp F_{\text{тр}}$ ),  
Одозначим  $z$  на рисунке ( $x/y$   $mg$  и проецируем  
 $F_{\text{тр max}}$ , т.е.  $\alpha \leq 90^\circ$ );  $mg \parallel t \Rightarrow$  одозначим угол  $90^\circ - \alpha$   
 $\vec{m}a = \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{mg}$  - по II з-ну Ньютона;

$ox$ :

$$mg \cos \alpha = F_{\text{тр}} = \mu N$$

$oy$ :

$$N = mg \cdot \sin \alpha$$

$mg \cos \alpha \leq mg \sin \alpha \mu$   
т.е. для того, чтобы телка не  
проскальзывала  $\Rightarrow$  критика

$$\cos \alpha \leq \mu \sin \alpha \Rightarrow 1 - \sin^2 \alpha \leq \sin^2 \alpha \mu \quad (\alpha \in (0; \frac{\pi}{2}))$$

$$\sin^2 \alpha \geq \frac{1}{\mu+1} \Rightarrow \sin^2 \alpha \geq \frac{1}{\mu+1}$$

$$\sin \alpha \geq 0,46$$

$$\alpha \geq 27,4^\circ$$

Для наименьшего эффективного вращения нужно  
минимизировать  $\angle (90^\circ - \alpha) \Rightarrow$  берем  $\min \alpha = 27,4^\circ$

$$M_{\text{акmax}} = mg \cdot \cos \alpha_{\min} \Rightarrow a_{\text{кmax}} = \frac{mg \cdot \cos \alpha_{\min}}{m} = \frac{0,35 \cdot 9,8 \cdot \cos 27,4^\circ}{0,45} =$$

$$= 6,767 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad \text{Ответ: } 6,767 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф. И. О. П. И. М. И. Ш. Ф. И. О. П. И. М. И. Ш. Ф. И. О. П. И. М. И. Ш.

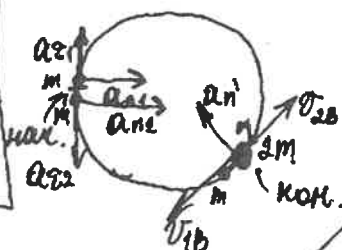
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|---|----|---|----|----|---|----|
| — | 18 | 2 | 10 | 19 |   | 49 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

2. Дано:  
 $R, t_p = t_c$   
 $E_k = \beta S$   
 $a_n' = ?$

Решение:



1) Т.к. тела стартуют, то их нач. скорости равны нулю.  
 $E_k = \beta S$ ,  $S$  постоянно растёт  $\Rightarrow$  растёт и  $E_k$ , а значит увеличив. скорость тел.

Значит, есть тангенциальная составляющая ускорения  $a_t$  и нормальная  $a_n$ .  $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$   
 $v_0 = 0 \Rightarrow S = \frac{at^2}{2}$ ;  $E_k = \frac{mv^2}{2}$ ;  $E_k = \beta S \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \beta \frac{at^2}{2} \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \beta \frac{at^2}{2}$   
 $mv^2 = \beta at^2$ ;  $v = at \Rightarrow m a t^2 = \beta a t^2 \Rightarrow \beta = m a$   
 Т.к.  $\beta = \text{const}$ , то и  $a = \text{const}$ . Найдём  $a$ .  
 $S = lR$ , где  $l$  — угол от нач. точка до произвольной.  
 $\frac{mv^2}{2} = \beta S = \beta l R = m a l R \Rightarrow v^2 = 2 a l R$ . Пусть  $l = \pi$   
 $v^2 = 2 \pi R a$

2) ЗСЦ на  $x$  в момент сближения:  $m v_{2B} - m v_{1B} = 2 m v'$   
 $v' = \frac{v_{2B} - v_{1B}}{2}$   
 Пусть  $\tau$  — время движения 2-х тел:  $v_{2B} = \tau a$   
 $v_{1B} = (\pi + 1) a$   
 $v_{2B} - v_{1B} = a$   
 $v' = \frac{a}{2}$

$$a_n' = \frac{v'^2}{R} = \frac{a^2}{4R}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 2 2 9 8 0 2 6

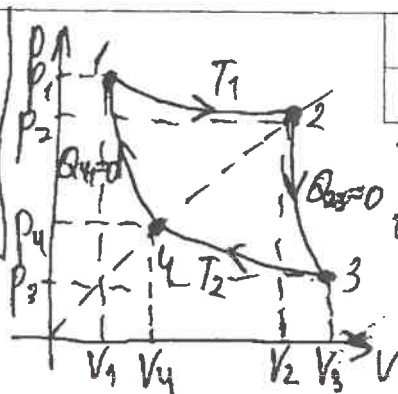
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

у.ч. Дано:  
 $\frac{V_2}{V_4} = 3$   
 $\eta = ?$



$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_K}{Q_H} = 1 - \frac{Q_K}{Q_H}$$

$$Q_H = Q_{12} = A_{12}$$

$$Q_K = -Q_{34} = -A_{34}$$

2) Работу можно найти как площадь под графиком:

$$\left. \begin{aligned} A_{12} &= \nu R T_1 \cdot \ln k_1 \\ A_{34} &= -\nu R T_2 \ln k_2 \end{aligned} \right\} \eta = 1 - \frac{T_2 \ln k_2}{T_1 \ln k_1}$$

$$k_1 = \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2} \text{ (т.к. } p_2 V_2 = p_1 V_1) \quad k_2 = \frac{V_3}{V_4} = \frac{p_4}{p_3} \text{ (т.к. } p_3 V_3 = p_4 V_4)$$

3) Уравнение адиабаты:  $p V^{\frac{5}{3}} = \text{const}$

$$p_4 V_4^{\frac{5}{3}} = p_1 V_1^{\frac{5}{3}}$$

$V_4 = \frac{V_2}{3}$ , а  $V$  прямо пропорц.  $p$ , т.к. проходят через одну точку (бт. 2 и 4)  $\Rightarrow p_4 = \frac{p_2}{3}$

$$\frac{p_2}{3} \cdot \left(\frac{V_2}{3}\right)^{\frac{5}{3}} = p_1 V_1^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{p_1 V_1^{\frac{5}{3}}}{p_2 V_2^{\frac{5}{3}}} = \frac{1}{3 \cdot 3^{\frac{5}{3}}} \Rightarrow k_1 \cdot k_1^{-\frac{5}{3}} = 3^{-\frac{8}{3}} \Rightarrow k_1^{-\frac{2}{3}} = 3^{-\frac{8}{3}} \Rightarrow k_1 = 81$$

Аналогично найдем  $k_2 = 81$ .

$$4) \frac{V_2}{V_4} = 3, \frac{p_1}{p_4} = 3 \Rightarrow \left. \begin{aligned} p_2 V_2 &= \nu R T_1 \\ p_4 V_4 &= \nu R T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = 9 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{9}$$

$$5) \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{\ln k_2}{\ln k_1} = 1 - \frac{1}{9} \cdot \frac{81}{81} = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9}$$

Ответ:  $\frac{8}{9}$ .



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 2 2 9 8 0 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверка только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

в/з. Дано:  
 $m_1 = 350 \text{ г}$   
 $m_2 = 450 \text{ г}$   
 $\mu = 0,3$

$a_{\max} = ?$

$$1) F_{\text{тр}} \leq \mu N$$

$a_{\max}$  будет достигаться при  $F_{\text{тр}} = \mu N$

$$N = m_2 g \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu m_2 g = 1,05 \text{ Н.}$$

$$2) \text{ Теорема Кёнига: } E_k = m v_k^2$$



$$\text{II 3. Н. на } y: N - m_2 g = 0$$

$$N = m_2 g$$

$$\text{в/з. 1) } P = P_0 \cdot e^{-\beta n \cdot L} \Rightarrow \beta = -\ln \sqrt{\frac{P}{P_0}}$$

$$\beta = -\ln \sqrt{\frac{531}{582}} \approx 23 \text{ eq.}$$

$$2) L = 0,1 \text{ м}$$

$$n = 0,3 \text{ см}^{-1}$$

$$P_0 = 582 \text{ мкА}$$

$$\beta = 23 \text{ eq.}$$

$$\Rightarrow P = 582 \cdot e^{-23 \cdot 0,3 \cdot 0,1} \approx 292 \text{ мкА}$$

$$P_{\text{порт}} = P_0 - P \approx 582 - 292 = 290$$

$$\alpha = \frac{P_{\text{порт}}}{P_0} = \frac{290}{582} \approx 0,498$$

Ответ:  $\beta \approx 23 \text{ eq.}$ ;  $\alpha \approx 0,498$ .

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

+2

2 + 9 + 8

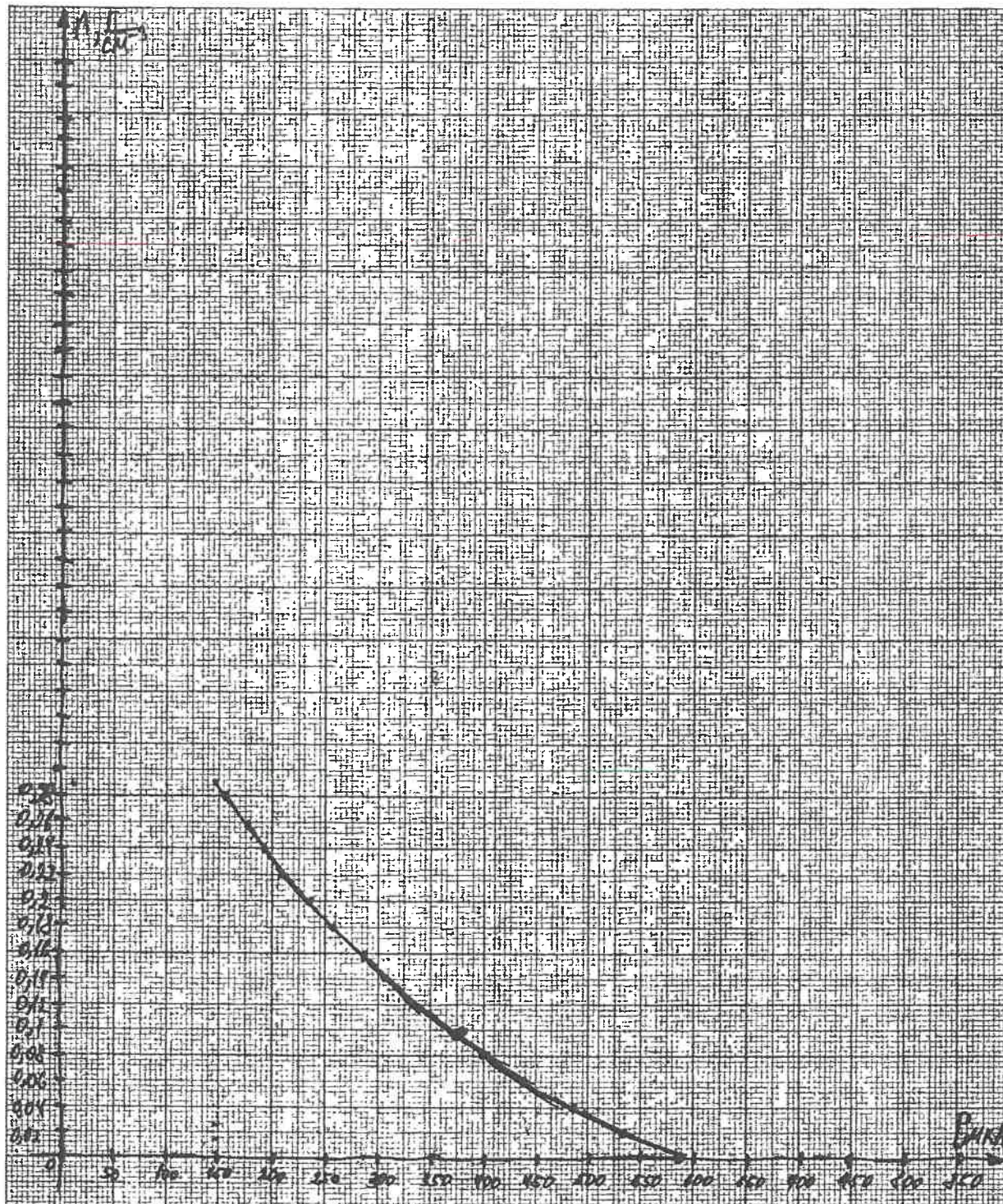


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

95 4 0 0 0 2 2 9 8 0 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



95



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

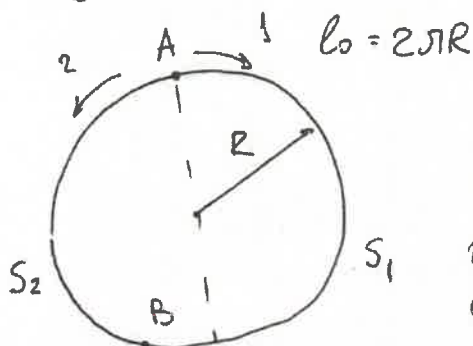
ФИО 0002349026

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2  | 3 | 4 | 5  | 6 | Σ  |
|----|----|---|---|----|---|----|
| 11 | 20 | 6 | 5 | 30 |   | 72 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 2.



Дано:  $R$ ;  $\Delta t = 1 \text{ с}$ ;  $E_k = \beta S$ ;  $a_{\text{кп}} = ?$

$B$  - точка столкновения

$v_k$  - скорость тела, образовавшегося в результате неупругого столкновения

$m$  - масса тел

Внешние силы отсутствуют в момент столкновения.

Поэтому запишем ЗСД на  $Ox$ :

$$mv_1 - mv_2 = 2mv_k$$

$$\Rightarrow v_k = \frac{v_1 - v_2}{2}$$

$$S_1 + S_2 = l_0 = 2\pi R$$

$$E_{k1} = \beta S_1 = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$E_{k2} = \beta S_2 = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$E_1 = \beta \Delta S = \frac{mv^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_1^2 - v_2^2 = v^2$$

$$v_1 = at_1; v_2 = at_2$$

$$\beta S_1 = \frac{ma^2 t_1^2}{2} \Rightarrow \beta \cdot \frac{at_1^2}{2} = \frac{ma^2 t_1^2}{2}$$

Запишем Запишем ЗСД:

$$\Rightarrow a = \frac{\beta}{m} \Rightarrow$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv_k^2}{2} \Rightarrow v_1^2 + v_2^2 = 2v_k^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_1^2 + v_2^2 = 2 \left( \frac{v_1 - v_2}{2} \right)^2 \Rightarrow v_1^2 + v_2^2 = \frac{1}{2} (v_1^2 - v_2^2)^2$$

$$\Rightarrow v_1^2 \cdot \frac{1}{2} + v_2^2 \cdot \frac{1}{2} = -v_1 v_2$$

$$v_1 - v_2 = a \Delta t \Rightarrow$$

$$a_{\text{кп}} = \frac{v_k^2}{R}$$

$$\Rightarrow v_k = \frac{a \Delta t}{2} = \frac{\beta \Delta t}{2m}$$

$$a_{\text{кп}} = \frac{\beta^2 \Delta t^2}{4m^2 R}$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

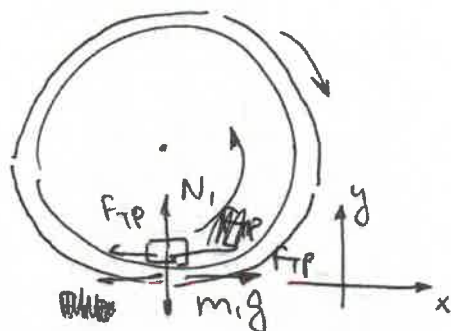
Ф И О О О 2 3 4 9 0 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

## Задание 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



Дано:  $m_1 = 350 \text{ г}$ ;  $m_2 = 450 \text{ г}$

$\mu = 0,3$

+2  $a_{\max} = ?$

$a_{\max}$  - ускорение, которое будет сообщать бेलка колесу

перейдем в СО колеса и найдем максимальное ускорение с которым движется белка (может двигаться)

~~в нижней точке колеса (она как-бы по кругу бежит, но мы рассматриваем момент когда она внизу)~~

пусть изначальное колесо вращается по часовой стрелке, тогда отн. колеса белка движется против часовой стрелки

\* колесо вращается с максимальным ускорением когда на него действует максимальная сила трения от латок белки, т.е. когда давление белки на колесо максимальное  $\Rightarrow$  белка находится внизу колеса

II 3-й Ньютон для белки на

$$Oy: N_1 - m_2 g = 0 \Rightarrow N_1 = m_2 g \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N = \mu m_2 g \quad +2$$

$$Ox: F_{\text{тр}} = m_1 a \Rightarrow a = \frac{F_{\text{тр}}}{m_1} = 0,3 \cdot 0,35 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1,05 \text{ м/с}^2 \quad +2$$

$$= \mu g = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \text{ускорение белки в нижней точке отн. колеса} \quad \Rightarrow 0,3 \cdot 0,35 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 1,05 \text{ м/с}^2$$





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002349026

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа  
в рамке справа



но относительно  
качелы бейка  
бегит на месте  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  ускорение

но относительно качелы  
бейка будет бегать на  
месте  $\Rightarrow$  ускорение качелы равно ускорению  
бейки относительно него  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow a_{\text{max}} = 3 \frac{u}{c^2}$$

Ответ:  $3 \frac{u}{c^2}$

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | $\Sigma$ |
|---|---|---|---|---|---|----------|
|   |   |   |   |   |   |          |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

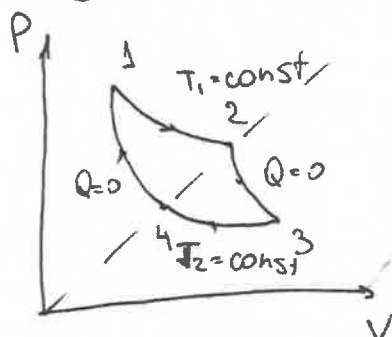
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 00002349026

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 4.



$$\frac{V_2}{V_4} = 3 \Rightarrow \frac{P_2}{P_4} = 3$$

(по условию)

$$P_2 V_2 = \nu R T_1 \quad | \quad \frac{T_1}{T_2} = 3 \cdot 3 = 9$$

$$P_4 V_4 = \nu R T_2$$

$$\Rightarrow 9 T_2 = T_1$$

у-е адиабаты:

$$P V^\gamma = \text{const}$$

$$P V = \nu R T \Rightarrow V = \frac{\nu R T}{P}$$

$$\Rightarrow P \cdot \left( \frac{\nu R T}{P} \right)^\gamma = \text{const}$$

$$\frac{P}{P^\gamma} \cdot T^\gamma = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P^{1-\gamma} T^\gamma = \text{const} \quad | \quad \Rightarrow P_4^{1-\gamma} T_2^\gamma = P_1^{1-\gamma} T_1^\gamma$$

$$\Rightarrow P_2^{1-\gamma} T_1^\gamma = P_3^{1-\gamma} T_2^\gamma \quad | \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_4}{P_3} = \frac{P_1}{P_2} \quad ; \quad P_3 V_3 = P_4 V_4 \quad | \quad \Rightarrow \frac{V_3}{V_4} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_H} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_H} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}} = 1 - \frac{A_{34}}{A_{12}} = \frac{A_{12} - A_{34}}{A_{12}}$$

$$\text{ИТ } 12: Q_{12} = \cancel{\Delta U_{12}} + A_{12} \Rightarrow Q_{12} = A_{12}$$

$$\text{ИТ } 34: Q_{34} = \cancel{\Delta U_{34}} + A_{34} \Rightarrow Q_{34} = A_{34}$$

$$\text{ИТ } 23: \cancel{Q_{23}} = \cancel{\Delta U_{23}} + A_{23} \Rightarrow A_{23} = -\Delta U_{23}$$

$$= \frac{1}{2} R (T_3 - T_2) = -4 \nu R T_2$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 3 | 4 | 9 | 0 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

  
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 7 -  
продолжение

$$* A_0 = A_{12} + A_{23} - A_{34} - A_{41}$$

$$A_0 = A_{12} - A_{34} \quad \Rightarrow \quad A_{23} = A_{41}$$

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа  
в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002349026

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 5.

$$P = P_0 e^{-\beta n l} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln(P) = \ln(P_0 \cdot e^{-\beta n l}) \Rightarrow \ln(P) = \ln(P_0) + (-\beta n l) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln(P) = \ln(P_0) - \beta \cdot n l \Rightarrow \ln(P)(n) - \text{линейная зависимость}$$

по данным из условия построим таблицу  $\ln(P)(n)$

| $n, \frac{2}{\text{см}^3}$ | $\ln(P)$ |
|----------------------------|----------|
| 0                          | 6,37     |
| 0,02                       | 6,27     |
| 0,04                       | 6,18     |
| 0,06                       | 6,09     |
| 0,08                       | 5,99     |
| 0,1                        | 5,91     |
| 0,12                       | 5,81     |
| 0,14                       | 5,72     |
| 0,16                       | 5,63     |
| 0,18                       | 5,54     |
| 0,2                        | 5,44     |
| 0,22                       | 5,35     |
| 0,24                       | 5,27     |
| 0,26                       | 5,17     |

$$0,28 \quad 5,08 \quad l_2 = 10 \text{ см}; n_2 = 0,30 \frac{2}{\text{см}^3}; k - ?$$

$$P_1 = P_0 e^{-\beta n_1 l_1} - \text{светимость при отсутствии зелени}$$

$$\Rightarrow P_1 = P_0 = 582 \text{ мкА}$$

$$P_2 = P_0 e^{-\beta n_2 l_2} = 582 \text{ мкА} \cdot e^{-0,23 \frac{\text{см}^{-4}}{2} \cdot 0,30 \frac{2}{\text{см}^3} \cdot 10 \text{ см}} = 291,92 \text{ мкА}$$

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | $\Sigma$ |
|---|---|---|---|---|---|----------|
|   |   |   |   |   |   |          |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



где  $-\beta \cdot l$  - коэффициент наклона графика

$$-\beta = \frac{6,37 - 5,08}{0 \frac{2}{\text{см}^3} - 0,28 \frac{2}{\text{см}^3}} \cdot \frac{1}{20 \text{ см}} = -4,61 \frac{\text{см}^{-3}}{2}$$

$$\Rightarrow \beta = 4,61 \frac{\text{см}^{-3}}{2} - \text{удельный коэффициент пропускания}$$

$$\Rightarrow -0,23 \frac{\text{см}^{-4}}{2}$$

$$\Rightarrow \beta = 0,23 \frac{\text{см}^{-4}}{2} - \text{удельный коэффициент пропускания}$$

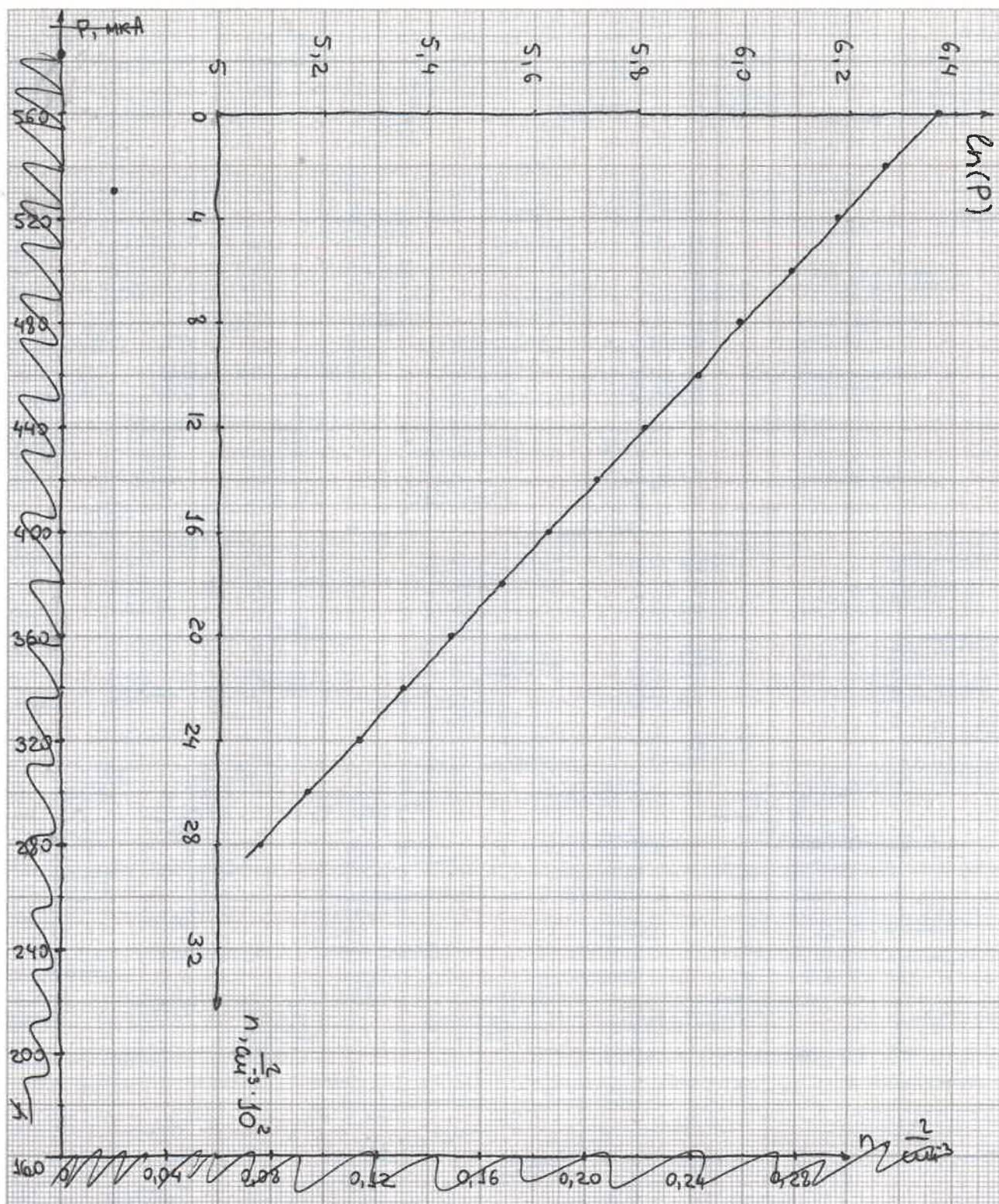


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002349026

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 3 4 9 0 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$P_2$  - освещенность

при высоте  $h_2 = 30 \text{ см}$  и

концентрации  $n_2 = 0,30 \frac{1}{\text{см}^3}$

$\Rightarrow k = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$  - относительная освещенность

$$= \frac{582 \text{ мкА} - 291,92 \text{ мкА}}{582 \text{ мкА}} = 0,498 \approx 0,5$$

Ответ:  $\beta = 0,23 \frac{\text{см}^4}{2}$ ;  $k = 0,5$  +

Задание 1

Дано:  $v \sim (\frac{\Delta P}{\ell})^a$ ;  $v \sim (\eta)^b$

$[v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $[\frac{\Delta P}{\ell}] = \frac{\text{Па}}{\text{м}}$ ;  $[\eta] = \text{Па} \cdot \text{с}$

$a+b=0$

$a=-1$

$b=-1$

- невозможно, так  $\Rightarrow$  коэффициент пропорциональности имеет

размерность  $[\frac{1}{\text{Па}^2}]$   $[\text{Па}^2] \Rightarrow k = 1 \text{ Па}^2$

$\Rightarrow a=-1; b=-1; k=1 \text{ Па}^2 \Rightarrow v = k (\frac{\Delta P}{\ell})^a (\eta)^b \Rightarrow$

$\Rightarrow v = k \frac{\ell}{\Delta P} \cdot \frac{1}{\eta}$

~~$P = \frac{8}{\pi} R \tau$  - уравнение для вязкости~~

~~$\Delta P = P_2 - (P_1 + P_0)$~~

~~давление не из этого~~

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

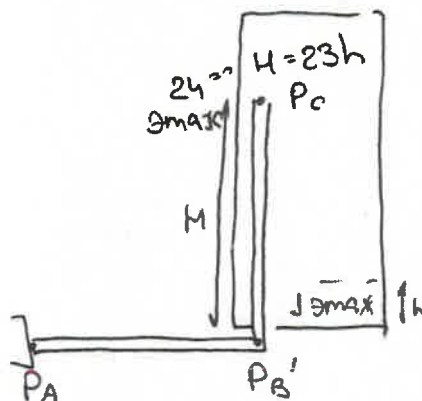
Вариант № 1

ФИО 0002349026

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



$$\rho_B \approx 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$P_C = P_0$$

$$v = k \frac{P_B' - P_C}{24 \cdot 23h} \cdot \frac{1}{\eta} = k \frac{\rho_B g \cdot 23h}{23h} \cdot \frac{1}{\eta} = k \rho_B g \cdot \frac{1}{\eta}$$

$P_A \approx P_B'$  скорость воды в точке В' тоже примерно равна  $v$

$$\Rightarrow v = k \frac{P_A - P_B'}{l} \cdot \frac{1}{\eta} = k \frac{P_B - \rho_B g \cdot 23h}{l} \cdot \frac{1}{\eta} =$$

$$= k \frac{P_B - \frac{\eta v}{k} \cdot 23h}{l} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{k P_B}{l \eta} - \frac{23h \cdot v}{l k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v \left( 1 + \frac{23h}{l k} \right) = \frac{k P_B}{l \eta} \Rightarrow P_B = \frac{v l \eta}{k} \left( 1 + \frac{23h}{l k} \right) =$$

$$= \frac{1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 50 \text{ м} \cdot 0,467 \frac{\text{Па} \cdot \text{с}}{\text{Па}^2}}{1 \text{ Па}^2} \left( 1 + \frac{23 \cdot 3 \text{ м}}{50 \text{ м} \cdot 1 \text{ Па}^2} \right) = 0,056 \text{ Па}$$

Ответ: 0,056 Па

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

ФИО 0002381226

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|----|----|---|----|----|---|----|
| 15 | 20 | 8 | 10 | 25 |   | 78 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№1

~~Характеристики~~;  $\delta$  - единица длины между станциями

По условию скорости течения нефти зависят от 3х параметров:

- радиус трубы ( $R$ )
- $\frac{\Delta P}{L}$  (перепад давления на единицу длины трубы)
- коэффициент вязкости ( $\eta$ )

Получаем зависимость:

$$V_{cp} = k \left( \frac{\Delta P}{L} \right)^a R^b \eta^c \quad (k - \text{коэффициент пропорциональности (по условию } = 1))$$

Обратим внимание на размерной величины:

$$[V] = \text{м} \cdot \text{с}^{-1} (\text{м/с})$$

$$\left[ \frac{\Delta P}{L} \right] = \frac{\text{Па}}{\text{м}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^{-2}}{\text{м}} = \text{Н} \cdot \text{м}^{-3} = \text{Па/м}$$

$$[R] = \text{м}$$

$$[\eta] = \text{Па} \cdot \text{с} = \text{Н} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}$$

Продолжение решения на листе №5

№2

$$F_k = \beta S$$

Для равноускоренного движения:  $V^2 = 2aS$

$$\frac{mV^2}{2} = \beta S$$

$$V^2 = \frac{2\beta S}{m} = 2aS$$

$$V^2 = \frac{2\beta S}{m}$$

$$a = \frac{\beta}{m} \Rightarrow V(t) = at = \frac{\beta t}{m}$$

Допустим первое тело стартовало в момент  $t=0$ , а второе -

в момент  $t=\tau$ , а столкновение произошло в момент  $T$  (от начала движения первого тела)

Скорости тел:

$$V_1 = \frac{\beta T}{m}$$

$$V_2 = \frac{\beta(T-\tau)}{m}$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф 4 0 0 0 2 3 8 1 2 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Пройденный путь тел:

$$S_1 = \frac{a_1 T^2}{2}$$

$$S_2 = \frac{a_2 (T-t)^2}{2}$$

При неупругом ударе тела слипаются, поэтому их можно считать  
ЗСЧ:

$$mV_1 - mV_2 = (m+n)V_3$$

$$V_3 = \frac{m(V_1 - V_2)}{2m} = \frac{V_1 - V_2}{2} = \frac{\frac{gT}{m} - \frac{g(T-t)}{m}}{2} = \frac{gt}{2m}$$

$$a_{\text{ЗСЧ}} = \frac{V_3^2}{R}$$

$$\frac{\left(\frac{gt}{2m}\right)^2}{R} = \frac{g^2}{m^2 R}$$

$$\frac{g^2 t^2}{4m^2 R} = \frac{g^2}{m^2 R}$$

$$\frac{t^2}{4} = 1$$

$$t^2 = 4$$

$$t = 2 \text{ c}$$

Ответ: разность между стартами тел = 2 с

№3

$$m_1 = 0,35 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,15 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,13$$

$$a = 0,35 \text{ м/с}^2$$

$$g = ?$$

Удобно считать, что белиз толкает колесо с максимальной силой, она должна находить в нижней точке обода, т.к. в нижней точке у белиз и обода будет максимальный коэффициент трения.  
Для максимального ускорения белиз толкает колесо с силой  $F = F_{\text{тр}}$ .

+2



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф4 000238 1226

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Уравнение вращательного движения

колеса (т.к. масса сосредоточена на ободе  $\Rightarrow$  момент инерции  $I = m_2 R^2$ ):

$$M = I \epsilon \Rightarrow F_{тр} \cdot R = (m_2 R^2) \cdot \frac{a}{R} \Rightarrow F_{тр} = m_2 a$$

$$F_{тр} \leq \mu m_1 g$$

+2+2

$$m_2 a = \mu m_1 g$$

$$a = \frac{\mu m_1 g}{m_2} = \frac{0,75 \cdot 0,35}{0,3 \cdot 0,35} = \frac{0,75}{0,3} = 1,5 \text{ м/с}^2$$

+2

Ответ: 1,5 м/с<sup>2</sup>

N 4

$$P = \alpha \Delta V^3$$

Запишем урав-е состояния идеального газа для точек

2 и 4:

$$2) P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$4) P_4 V_4 = \nu R T_4$$

Т.к. эти точки лежат на кривой  $P = \alpha \Delta V^3$ , подставим данные:

$$1) \Delta V_2^3 \cdot V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow \Delta V_2^4 = \nu R T_2$$

$$2) \Delta V_4^3 \cdot V_4 = \nu R T_4 \Rightarrow \Delta V_4^4 = \nu R T_4$$

$$\frac{\Delta V_4^4}{\Delta V_2^4} = \frac{\nu R T_4}{\nu R T_2} \Rightarrow \frac{T_4}{T_2} = \left( \frac{V_4}{V_2} \right)^4$$

$$\frac{V_2}{V_4} = 2 \Rightarrow \frac{V_4}{V_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{1}{2} \right)^4 = \frac{1}{16}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{1}{16} = \frac{15}{16} \approx 0,9375$$

$$\begin{array}{r} 0,0625 \\ 15 \\ \hline 150,16 \\ 150,16 \\ \hline 0,9375 \end{array}$$

Ответ:  $\frac{15}{16}$   $\eta = \frac{15}{16} = 0,9375$

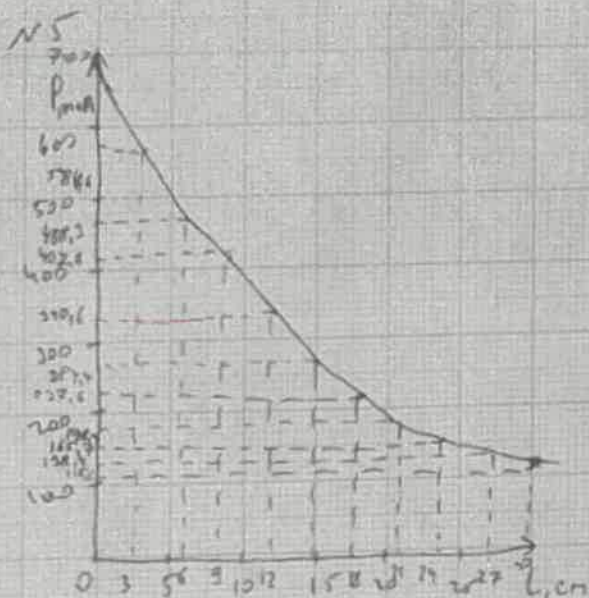


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф40002381226

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



$$L=0 \rightarrow P=700$$

$$L=15 \rightarrow P=281,7 \text{ (указано } 700/2,46 \approx 281,7 \text{ раз)}$$

$$L=30 \rightarrow P=115,6 \text{ (указано } 700/6 \approx 115,6 \text{ раз)}$$

Вывод: с одинаковым интервалом падения  $L$ ,  $P$  падает в одинаковое кон-во раз

$$P = P_0 \cdot e^{-\beta n L} \Rightarrow e^{\beta n L} = 2,46$$

$$\text{т.к. } e^{0,9} = 2,46 \Rightarrow \beta n \cdot 15 = 0,9$$

$$\beta \cdot 0,3 \cdot 15 = 0,9 \Rightarrow \beta \cdot 4,5 = 0,9 \Rightarrow \beta = 0,2 \text{ см}^2/\text{г}$$

$$L = 15 \text{ см}, n = 0,20$$

В первом  $P = P_0 e^{-\beta n L}$  произведение  $nL$  определяет степень ослабления

$$\text{В первом случае: } L = 15, n = 0,3 \Rightarrow nL = 0,3 \cdot 15 = 4,5$$

$$\text{Во втором случае: } L = 15, n = 0,25 \Rightarrow nL = 0,25 \cdot 15 = 3,75$$

Если при  $nL = 4,5$  интенсивность падает до 0,406 от начальной  $e^{-1}$ , то при  $nL = 3,0$  (2/3 от первого) падение составит

$$(e^{-4,5})^{2/3} = e^{-3,0} \approx 0,5$$

$$A = 1 - 0,5 = 0,5 \text{ (45\%)}$$

$$9 + 3 + 2 + 7$$

- О.лет. 1) 0,2 см<sup>2</sup>/г  
2) 45%

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

ФИО 0002381226

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N 1 (продолжение)

Составил уравнение размерностей:

$$L^a \cdot T^{-1} = (ML^{-2}T^{-2})^a \cdot L^b \cdot (ML^{-1}T^{-1})^c$$

$$M^0 L^1 T^{-1} = M^{a+c} L^{-2a+b-c} T^{-2a-c}$$

1. M:  $a+c=0 \Rightarrow c=-a$

2. T:  $-2a-c=-1 \Rightarrow -2a-(-a)=-1 \Rightarrow a=1$

3.  $c=-a$   
 $a=1 \Rightarrow c=-1$

4. L:  $-2a+b-c=1 \Rightarrow -2(1)+b-(-1)=1 \Rightarrow -2+b+1=1 \Rightarrow b=2$

$$V = \frac{\Delta P}{L} \cdot \frac{R^2}{2}$$

Т.к. нецелесообразно передавать в резервуар  $\Rightarrow \Delta P = P_H - P$

$$P_H = P_0 + \frac{V \cdot \rho \cdot L}{R^2} \quad \times$$

$$\Delta P = \frac{3 \cdot 0,778 \cdot 70000}{(1,42)^2} = \frac{210000 - 0,438}{2,0164} \approx 45600 \text{ Па}$$

$$P_H = P_0 + P = 100000 + 45600 = 145600 \text{ Па}$$

Ответ: Необходимое давление = 145,6 кПа

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с этой стороны листа в разное время





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 0 2 4 1 0 1 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|---|---|---|----|----|---|----|
| 1 | 6 | 6 | 10 | 25 |   | 48 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача N1

Дано:

$$\frac{\Delta P}{l} = 30 \frac{\text{Па}}{\text{м}}$$

$$v_{\text{кр}} = 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$R = 200 \text{ м} = 0,2 \text{ км}$$

$$L = 1$$

Земель  $\eta$ ;  $t^\circ$

эмиссию температуры  $70^\circ \text{C}$

Ответ: 0,404; 70

Решение

$$v_{\text{кр}} \sim \frac{\Delta P}{l} \cdot \eta \cdot R$$

$$v_{\text{кр}} = L \cdot \eta \cdot \frac{\Delta P}{l} \cdot R ; \quad \frac{\Delta P}{l} = \beta$$

$$\eta = \frac{v_{\text{кр}}}{L \cdot \beta \cdot R} = \frac{2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1 \cdot 30 \frac{\text{Па}}{\text{м}} \cdot 0,2 \text{ км}} = 0,4 \text{ Па} \cdot \text{с} / 10^3$$

$\eta = 0,4$  - это соответствует максимальной

Задача N2

Дано:

$$m_1 = m_2 = m$$

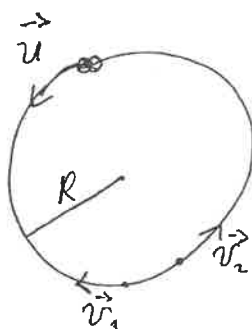
$$t_1 = t_2 + 1$$

$$V = 2\sqrt{5}$$

$$R$$

$$a_1 = a_2 = a$$

$$a_n = ?$$



$$V = 2\sqrt{5} = 2\sqrt{\frac{at^2}{2}} = 2t \cdot \sqrt{\frac{a}{2}}$$

ЗСЭ:

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{2m V^2}{2} \Rightarrow v_1^2 + v_2^2 = 2V^2$$

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$S = \frac{at^2}{2}$$

$$S_1 + S_2 = 2\pi R - \text{до столкновения}$$

в сумме прошли всю окружность

$$\frac{at^2}{2} + \frac{a(t+1)^2}{2} = 2\pi R$$

$$at^2 + a(t^2 + 2t + 1) = 4\pi R$$

$$a(2t^2 + 2t + 1) = 4\pi R \quad (1)$$

см. след. лист

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 2 4 1 0 1 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Продолжение задачи №2

$$v_1^2 + v_2^2 = 2U^2$$

$$U = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{2}}$$

$$U = \sqrt{\frac{d^2 t^2 \frac{a}{2} + d^2 t^2 \frac{a}{2} + d^2 2t \frac{a}{2} + d^2 \frac{a}{2}}{2}} = \sqrt{\frac{d^2 \frac{a}{2} (2t^2 + 2t + 1)}{2}} = \frac{d}{2} \sqrt{a(2t^2 + 2t + 1)}$$

Подставим из (1):

$$U = \frac{d}{2} \sqrt{4\pi R} = d \sqrt{\pi R}$$

$$a_n = \frac{U^2}{R} = \frac{d^2 \pi R}{R} = d^2 \pi$$

Ответ:  $d^2 \pi$

Задача №3

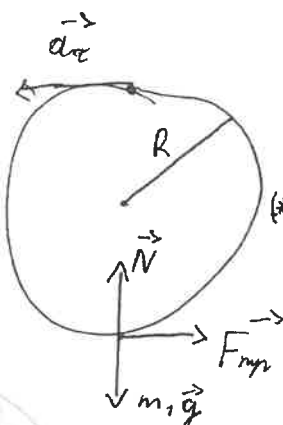
Дано:

$$a_{\tau} = 0,4 \text{ м/с}^2$$

$$m_1 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$$

$\mu$  - ?



$R$  - радиус колеса

Вращение колеса:

$$(*) M = I \varepsilon; \text{ где } \varepsilon = \frac{a_{\tau}}{R}, I = \frac{m_2 R^2}{2}$$

Момент силы  $F_{\text{тр}}$ :

$$M = F_{\text{тр}} \cdot R = \mu N \cdot R \quad (1)$$

По III з-му Ньютона:

$$N = m_1 g; \text{ подставляем в (1):}$$

$M = \mu m_1 g R$ ; подставляем все в (\*):

$$\mu m_1 g R = \frac{m_2 R^2}{2} \cdot \frac{a_{\tau}}{R} \Rightarrow \mu = \frac{a_{\tau} m_2}{2 m_1 g} = \frac{0,4 \text{ м/с}^2 \cdot 0,4 \text{ кг}}{2 \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 0,04$$

Ответ: 0,04

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 2 4 1 0 1 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №4:

Дано:

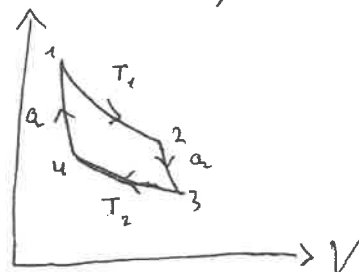
Цикл Карно

$$p = \lambda V^2$$

$$V_2 = 2V_4$$

$\eta = ?$

1-2 а нагрев  
3-4 а выхв



$$p = \lambda V^2 \Rightarrow pV^{-2} = \text{const}$$

Показатель полиноми:  $n = -2$

$$V = \sqrt{\frac{p}{\lambda}} \Rightarrow \sqrt{\frac{p_2 \cdot x}{p_4 \cdot p_4}} = 2 \Rightarrow p_2 = 4p_4$$

Упр. мену Тисп.:

$$\left. \begin{array}{l} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_1 \\ p_3 V_3 = \nu R T_2 \\ p_4 V_4 = \nu R T_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} p_1 V_1 = p_2 V_2 \\ p_3 V_3 = p_4 V_4 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_4 V_4} = \frac{p_1 V_1}{p_3 V_3} \cdot \frac{8 p_4 V_4}{p_4 V_4} = \frac{p_1 V_1}{p_3 V_3}$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_3 V_3} = 8 \Rightarrow \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} = 8 \Rightarrow T_1 = 8 T_2$$

$\eta_{\text{макс}} \leq \eta_{\text{Карно}}$ ; в задаче на цикл Карно, поэтому идеальное право

$$\text{написать } \eta = \eta_{\text{Карно}} = \eta_{\text{max}} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{8 T_2} = \frac{8}{8} - \frac{1}{8} = \frac{7}{8} = 0,875$$

Ответ:  $\frac{7}{8}$  или 0,875 +

Задача №5 (см график)

По графику видно, что его можно описать линейной функ-ей  $y = kx + b$

При  $n = 0$ :  $p = p_0 \cdot e^0 = p_0 \Rightarrow p_0 = 700 \text{ мкА}$  - это "b" в лм функции

На усреднённом графике я взял т. А с координатами (22; 45)

$$k = \text{tg } \alpha = \frac{700 - 450}{0,22} \approx 1136$$

Наклон отриц  $\Rightarrow k \approx -1136$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф Ц О О О Л И 1 0 1 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Продолжение задачи №5:

$$P = P_0 - kn = P_0 \cdot e^{-kn}$$

$$P_0 \cdot e^{-kn} = P_0 - kn \Rightarrow e^{-kn} = 1 - \frac{kn}{P_0} ; \text{возьму значение } n \text{ что и для } k$$

Плотности в СИ:

$$\frac{2}{\mu^3} = \frac{\mu}{\mu^3} \cdot 10^3$$

$$\mu \mu A = A \cdot 10^{-6}$$

~~$$e^{-kn} = 1 - \frac{kn}{P_0} = 1 - \frac{1136 \cdot 0,22 \cdot 10^{-3}}{7 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6}} = 1 - 357028 = -357027$$~~

~~Реш~~  
 $P \approx 1 \mu A$  при  $n = 0,6 \frac{2}{\mu^3}$  ( $y = b - kx$ ;  $y = 0 \Rightarrow x = \frac{b}{k}$ )

$$1 \cdot 10^{-6} = e^{-B \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1}}$$

$$\frac{1}{10^6} = \frac{1}{e^{B \cdot 6 \cdot 10^{-5}}} \Rightarrow e^{6B \cdot 10^{-5}} = 10^6 ; e^{11} \approx 10^6$$

~~$$6B \cdot 10^{-5} = 11$$~~

$$6B \cdot 10^{-5} = 11 \Rightarrow B = \frac{11}{6 \cdot 10^{-5}} \approx 2 \cdot 10^5$$

2) При  $n = 0,30 \frac{2}{\mu^3}$ :  $0,3 \frac{2}{\mu^3} = \frac{0,3 \cdot 1000}{10^2 \cdot 10^3 \cdot 10^3} = \frac{0,3}{10} = 0,03 \frac{\mu}{\mu^3}$

$$P = P_0 e^{-2 \cdot 10^5 \cdot 0,03 \cdot 0,15} = P_0 e^{-2 \cdot 3 \cdot 15 \cdot 10^5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2}} = P_0 e^{-900} = 703 \cdot 10^{-6} \cdot 2,71^{-900}$$

см график лист 5



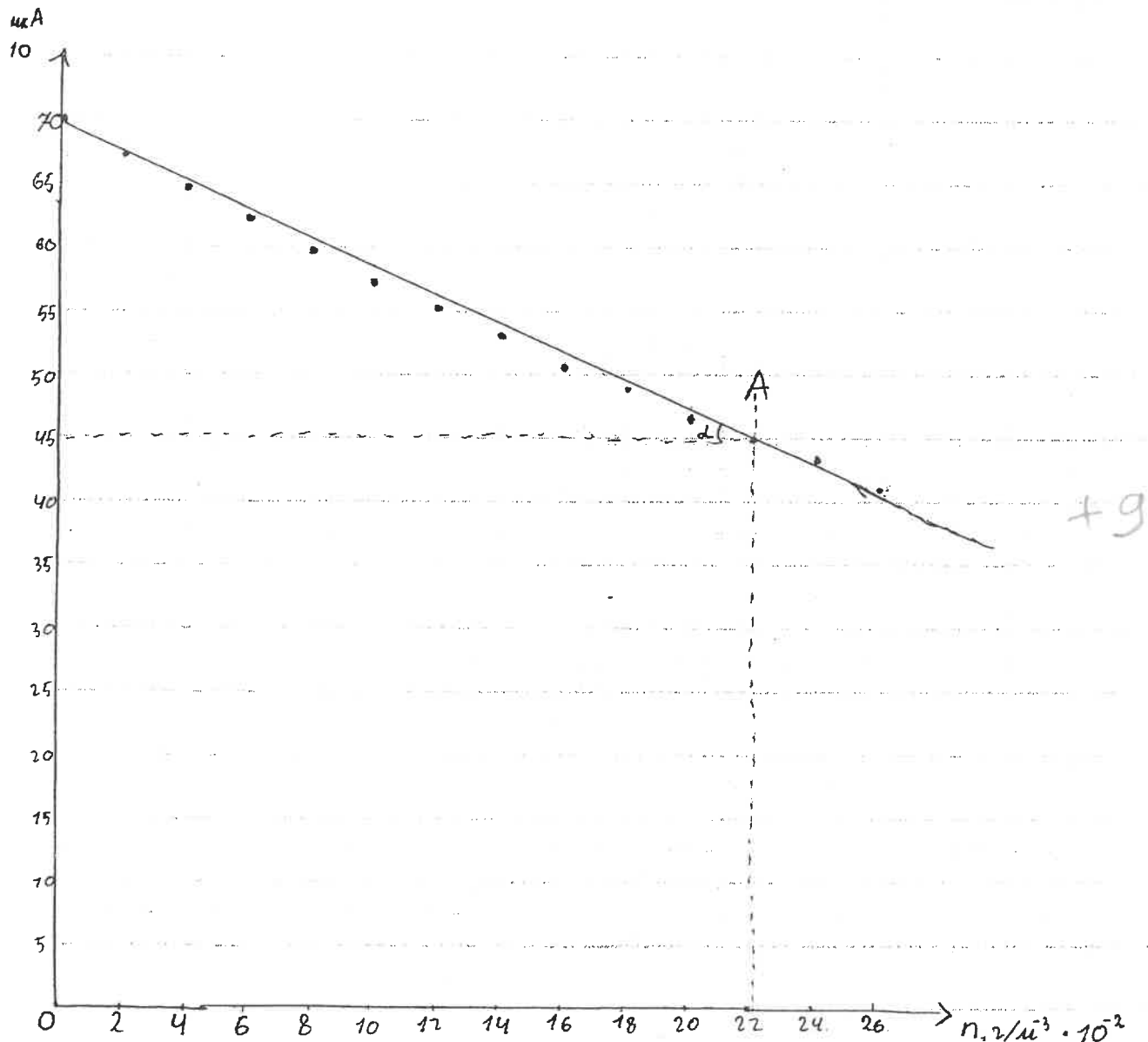


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 4 | 1 | 0 | 1 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф 4 0 0 0 2 4 4 2 1 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2 | 3  | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|----|---|----|----|----|---|----|
| 12 | — | 25 | 10 | 15 |   | 62 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

### Задание 3

Дано:  
 $m_1 = 350 \text{ кг}$   
 $M = 450 \text{ кг}$   
 $\mu = 0,3$

$\alpha = ?$

Решение:

Радиус, проведенный к точке, касания, перпендикулярен к некоторой прямой  $\perp$ .

По II зак. Ньютона:

$N = mg \cos \alpha$   
 $F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha$  } для неподвижной точки

По  $F_{\text{тр}} = \mu N \Rightarrow mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \mu \cos \alpha$ , и  $\tan \alpha = \mu$

$\alpha = \arctg(\mu) = \arctg(0,3) \approx 16,7^\circ$

$F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha = 0,35 \cdot 10 \cdot \sin 16,7^\circ \approx 1 \text{ Н}$  (точнее 1,006 Н)

По основному уравнению вращ. движения:

$M = J \epsilon \Rightarrow F_{\text{тр}} r = Mr^2 \cdot \frac{a}{r} \Rightarrow F_{\text{тр}} = Ma$

( $F_{\text{тр}}$  действует на колесо по III зак. Ньютона)

$a = \frac{F_{\text{тр}}}{M} = \frac{1,006}{0,45} = 2,235 \text{ м/с}^2$

### Задание 1

Дано:  
 $S = 50 \text{ м}$ ,  $P_0 = 10^5 \text{ Па}$

$V = 1 \text{ м/с}$

$r = 16 \text{ мм}$   
 $= 0,016 \text{ м}$

$\eta = 0,467 \text{ Па} \cdot \text{с}$   
 $= 0,000467 \text{ Па} \cdot \text{с}$

$p = ?$

Решение:

П.к. поршневый находится на 23 этаже высотного здания, то логично, что 50 м - высота водопровода.

Тогда:  $p = p_{\text{атм}} + p_{\text{выс}} + p_{\text{вих}} + 2$

$p_{\text{атм}} = P_0 = 10^5 \text{ Па}$

$p_{\text{выс}} = \rho gh = \rho g S = 1000 \cdot 10 \cdot 50 = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}$

Теперь составим формулу для  $p_{\text{вих}}$

~~$p_{\text{вих}} = \frac{\rho V^2}{2} = \frac{1000 \cdot 1^2}{2} = 500 \text{ Па}$~~

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 4 4 2 1 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



~~Равенство  $\frac{\Delta p}{l} = \frac{\Delta p}{l}$ , найдем  $\Delta p$~~   
 ~~$\frac{\Delta p}{l} = \frac{Pa}{m}$  зависит от "Па·с", "м" и от радиуса R = ...~~  
 ~~$\frac{Pa}{m} = Pa \cdot \frac{с}{m} ? = Pa \cdot m \cdot \frac{с}{m^2}$  где м - Струна~~  
 ~~$\frac{\Delta p}{l} = \frac{\Delta p}{l} = \frac{\Delta p}{l} = "Па", зависит от "м/с", "Па·с", "м"$~~   
~~"Па" = "Па·с" · "м"/"м"  $\Rightarrow \frac{\Delta p}{l} = \eta v/r$~~   
 ~~$\Delta p = 0,000457 \cdot 1/0,016 = 0,03 \text{ Па}$~~   
 ~~$\frac{\Delta p}{l} = \Delta p = 0,03 \text{ Па}$~~   
 ~~$p = 10^5 + 10^5 + 0,03 = 200000,03 \text{ Па}$~~

Это НЕ рассматривать!

## Задание 5:

- 1) Найдем значение  $\beta$ , вошедшее его для 2 токов:  $n=0,1$  и  $n=0,2$ .

При  $n=0,1$ :  $370 = P_0 e^{-\beta \cdot nL} = 582 \cdot e^{-\beta \cdot 0,1 \cdot 20} = 582 e^{-2\beta}$   
 $-2\beta = \ln(370/582) \approx -0,453 \Rightarrow \beta = 0,2265 \frac{\text{см}^2}{\text{л}}$

При  $n=0,2$ :  $230 = P_0 e^{-\beta \cdot nL} = 582 \cdot e^{-\beta \cdot 0,2 \cdot 20} = 582 \cdot e^{-4\beta}$   
 $-4\beta = \ln(230/582) = -0,74 \Rightarrow \beta = 0,185 \frac{\text{см}^2}{\text{л}}$

$\beta \approx 0,2 \frac{\text{см}^2}{\text{л}}$

- 2) Найдем освещенность при  $L=10 \text{ см}$ ,  $n=0,3 \text{ л/см}^3$

$P = 582 \cdot e^{-0,2 \cdot 10 \cdot 0,3} = 582 e^{-0,6} \approx 320 \text{ мкА}$

$\frac{P}{P_0} = \frac{320}{582} = 0,55$

$\frac{P_{\text{пот}}}{P_0} = 1 - \frac{P}{P_0} = 1 - 0,55 = 0,45$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 Ч Ч 2 1 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 1 (продолжение)

$$p_{\text{вих}} = \frac{\Delta p}{l} \cdot l, \text{ где } \frac{\Delta p}{l} = \frac{\text{Па}}{\text{м}} \text{ и зависит от } \eta, V, r$$

$$\frac{\text{Па}}{\text{м}} = \text{Па} \cdot \text{с} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} / \text{м}^2 \Rightarrow \frac{\Delta p}{l} = \eta V / S_{\text{труб}} = \eta V / \pi R^2$$

$$\frac{\Delta p}{l} = 0,000467 \cdot 1 / \pi \cdot 0,016^2 = 0,58 \frac{\text{Па}}{\text{м}}$$

$$p_{\text{вих}} = 0,58 \cdot 50 = 29 \text{ Па.}$$

$$p = 10^5 + 5 \cdot 10^5 + 29 = 600'029 \text{ Па.}$$

Задача 4

Дано:

$$\frac{V_2}{V_4} = 3$$

$\mu = ?$

Решение:

$$\mu = \frac{\Delta T}{T_{\text{нар}}} = 1 - \frac{T_{\text{хол}}}{T_{\text{нар}}} = 1 - \frac{T_2}{T_4}$$

Для точек 2, 4;  $p/V = \text{const.}$

$$\text{Значит, } p_2 = 3p_4, \text{ и } p_2 V_2 = 3p_4 V_4.$$

По зак. Менделеева-Клапейрона  $pV = \nu RT \Rightarrow T \sim pV$

$$T_2 = 3T_4 \Rightarrow \frac{T_2}{T_4} = 3$$

$$\mu = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}.$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



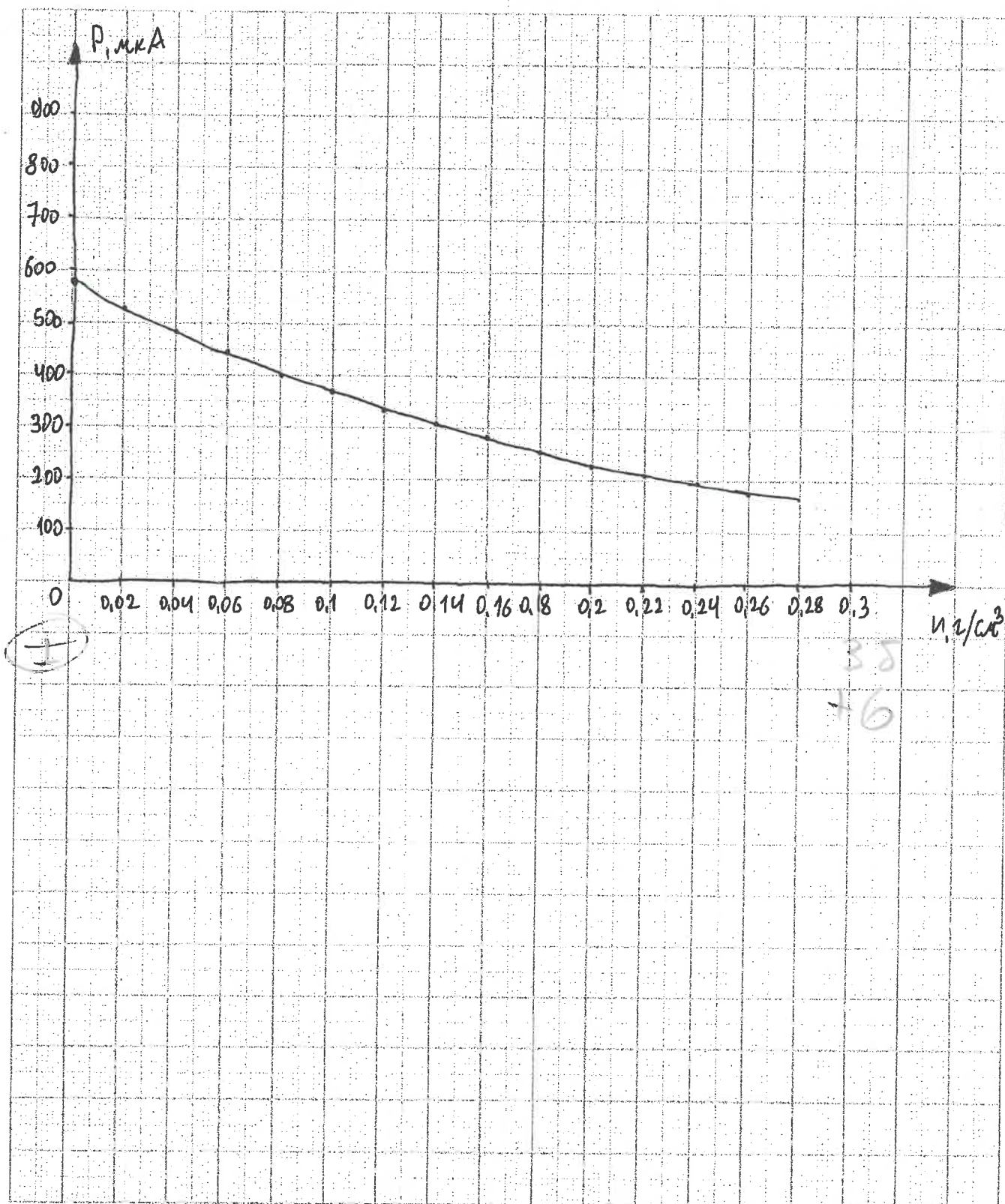


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



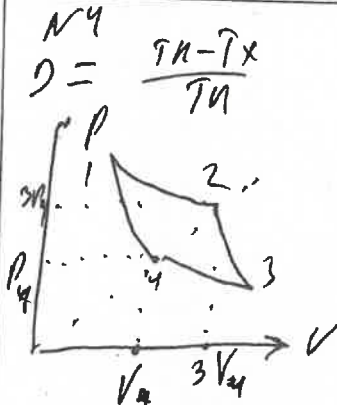
# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 4 8 3 9 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



найдем отношение давлений  $\frac{P_2}{P_1}$   
т.к. точки 1 и 2 лежат на  $P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma}$ , проходящей  
через начало координат, то

$$P = \frac{2}{3} V \Rightarrow P_2 = \frac{2}{3} V_2; P_1 = \frac{2}{3} V_1$$

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

|    |    |   |    |    |    |
|----|----|---|----|----|----|
| 1  | 2  | 3 | 4  | 5  | Σ  |
| 10 | 14 | 8 | 10 | 30 | 72 |

закон Менделеева-Клапейрона

$$P_1 V_1 = \nu R T_1; P_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow \nu R T_2 = 3 \cdot P_1 \cdot 3 V_1 \Rightarrow T_2 = 9 T_1$$

$$\alpha = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{T_1 - 9 T_1}{T_1} = \frac{-8 T_1}{T_1} = -8$$

Ответ:  $\frac{8}{9}$

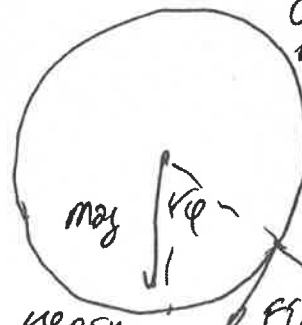
N3

$m$  - масса баян  
 $m_1$  - масса колеса

$\varphi$  - угол, на котором сила  
толкает колесо



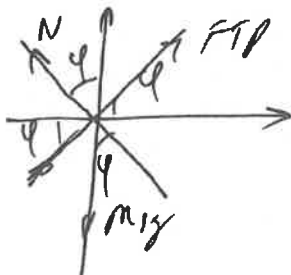
силы, действующие  
на баян



силы, действующие  
на колесо

Рассмотрим, чтобы баян преобразовал поступательное ускорение, нулю,  
всю энергию вращения на ускорение колеса  
 $\Rightarrow$  ускорение баяна  $= 0$  ( $a = 0$ )

Рассмотрим силы, действующие на баян



$$\left. \begin{aligned} N &= m_1 \cdot \cos \varphi \\ F_{тр} &= m_1 \cdot \sin \varphi \\ F_{тр} &= \mu N \\ F_{тр} &= \mu m_1 \cdot \cos \varphi \end{aligned} \right\} \varphi = \mu$$

$$\frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \mu$$

$$\sin \varphi = \mu \cos \varphi$$

$$\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi = 1$$

$$1 + \mu^2 \cos^2 \varphi = 1$$

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \mu^2}}$$

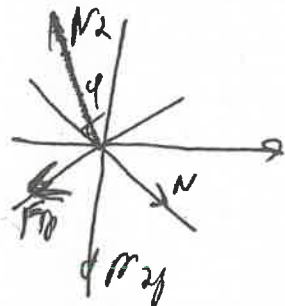
Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 8 | 3 | 9 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

нз произведение

$$F_{\text{sp}} = 10 \text{ N} \cos 4 = 10 \text{ N} \cdot \frac{\sqrt{1.05}}{1.05}$$



Рассмотрим силы, действующие на колесо ~~сидящего~~ ~~находящегося~~  
 $N_2$  — сила реакции почвы, перпендикулярная кривой,  
 центр которой проходит ось колеса.

Рассмотрим моменты сил относительно точки крепления верёвки.

Момент создаст пополю  $F_{\text{пр}} \rightarrow$  он и ускорит аорело

$$F_{ip} = m_2 \cdot a \quad m_1, g$$

$$a = \frac{F_{TP}}{m_2} = \frac{m_1 \cdot g \cdot \cos 49^\circ}{m_2} = \frac{0,3 \cdot 9,85 \cdot \sqrt{1,05}}{0,45 \cdot 1,09} \approx 3,23 \frac{m}{s^2}$$

Volume: ~~0.00022~~  $2,23 \frac{M}{C_2}$

площадь сечения трубы

$$\frac{AFI}{n^2} \cdot \frac{\partial P}{\partial} \cdot (10)^{-1} \cdot \sqrt{K^2} \left[ \frac{\pi A \cdot n^2}{M \cdot \pi A^2 C} = \frac{M}{C} \right]$$

$$= 0.0000018 \text{ mA} = 1.8 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$\frac{(P_0 - P) R \frac{2}{\pi}}{e \cdot \eta} = u \Rightarrow P_0 = \frac{1000 \cdot e \cdot \eta}{R^2} + P \approx 100273 \text{ Pa}$$

Ch. 65: 10000 ~~PA~~  
100273PA

 $g+1$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 4 8 3 9 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N 2

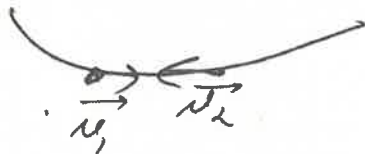
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



$E_{кин} = \beta |2\pi R - S| + \beta \cdot S$ , где  $S$  - расстояние пройденное телом  
 $= 2\pi R \beta$

З. С. 11 (в момент столкновения)  
 $m_1 u_1 - m_2 u_2 = 2m_1 u$



З. С. 3

$\frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2} = E_{кин} = 2\pi R \beta$

$\frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2} = E_{кин} = 2\pi R \beta$

~~З. С. 11~~

$u_1 - u_2 = a \cdot t = a \cdot 1$   
 (по условию)  
 $\Rightarrow 2m \cdot u^2 = m(u_1 - u_2)$   
 $\Rightarrow t \cdot a \cdot m$ ,  $a$  - ускорение тела

$u = \frac{a \cdot t}{2}$

при равном скоростном движении  
 $2aS = u^2 - u_0^2 = 0$

$\Rightarrow \frac{u^2}{2} = aS \quad | \quad E_k = \frac{m u^2}{2}$

$E_k = a \cdot m \cdot S = \beta \cdot S \Rightarrow \beta = m \cdot a$   
 $\Rightarrow$  выведем два равносрешения  
 $\beta = m a$  и  $2 \beta a$  отсюда и по те  
 ускорение,  $\beta$  и  $2 \beta a$  первого тела  
 равен коэф. трения.

З. С. 3.

$\frac{2m u^2}{2} = \frac{m u_1^2}{2} + \frac{m u_2^2}{2} = E_{кин} = 2\pi R \beta$

Обозначения:  $t$  - время старта тела по условию  
 $u_1, u_2$  - скорости тела в момент встречи  
 $u$  - скорость 1-го тела;  $a$  - ускорение тела  
 $S$  - расстояние пройденное телом  
 $E_k$  - кинетическая энергия



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 4 8 3 9 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамках строки

N2

прозрачение

$$u = cu \cdot \rho ; \beta = ma$$

$$\frac{mu^2}{2} = 2\pi R \cdot \beta$$

$$mu^2 = 2\pi R \cdot \beta$$

$$\frac{m \cdot c^2 a^2}{4} = 2\pi R \cdot m \cdot a$$

$$a = \frac{8\pi R \cdot c^2}{c^2} \Rightarrow u = \frac{a \cdot \hat{c}}{2} = \frac{4\pi R}{c}$$

A - ~~прозрачение~~ нормальное ускорение порчиивается ГЕЛА.

$$A = \frac{u^2}{R} = \frac{16\pi^2 R^2}{c^2 \cdot R} = \frac{16\pi^2 R}{c^2} = 16\pi^2 R, \text{ т. е. } \hat{c} = 1 \text{ с/с}$$

$$\text{Ответ: } 16\pi^2 R \frac{m}{c^2}$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 4 8 3 9 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№ 5

поиск максимума

вспомогательная

$$P = P_0 \cdot e^{-\beta \cdot n \cdot l}$$

$$\ln P = \ln P_0 + (-\beta \cdot n \cdot l)$$

~~вспомогательная~~

$$\text{Кликлон} = \frac{\ln P_0 - \ln P}{n \cdot l} = \beta$$

Построим зависимость  $\ln P$  от  $n$

она линейна.

$$K = \frac{6,360 - 0,025}{0 - 0,28} = -22,357$$

$$2 - 4,61$$

коэффициент наклона

$$\text{Кликлон} = -\beta \cdot l \Rightarrow \beta = \frac{-\text{Кликлон}}{l} = \frac{4,61}{20} = 0,2305 \text{ см}^{-1}$$

$$P_0 = 582 \text{ мкА}$$

$$l = 10 \text{ см}$$

$$P = P_0 \cdot e^{-\beta \cdot n \cdot l}$$

$$\beta = 0,2305$$

$$n = 0,3 \text{ г/см}^3$$

$$\Rightarrow P = 582 \cdot e^{-0,2305 \cdot 10 \cdot 0,3} = 291,48 \text{ мкА}$$

Ответ:  ~~$\beta = 0,2305 \text{ см}^{-1}$~~ ,  $P = 291,48 \text{ мкА}$

Дополнительная освещенность лампы

$$\frac{P_0 - P}{P_0} \approx 0,5$$

Следит: Допл. освещенность лампы 0,5

Худшей котр пропускация равен 0,2305  $\frac{\text{см}^2}{\text{г}}$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 4 8 3 9 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№5  
Приложение  
значимость  $\ln(P)/\sigma n$

| $\ln P$ | $\ln, \Gamma/cm^3$ |
|---------|--------------------|
| 6,366   | 0                  |
| 6,278   | 0,02               |
| 6,182   | 0,04               |
| 6,087   | 0,06               |
| 6,0     | 0,08               |
| 5,914   | 0,1                |
| 5,814   | 0,12               |
| 5,72    | 0,14               |
| 5,631   | 0,16               |
| 5,537   | 0,18               |
| 5,437   | 0,2                |
| 5,347   | 0,22               |
| 5,272   | 0,24               |
| 5,17    | 0,26               |
| 5,075   | 0,28               |

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа  
в рамке справа

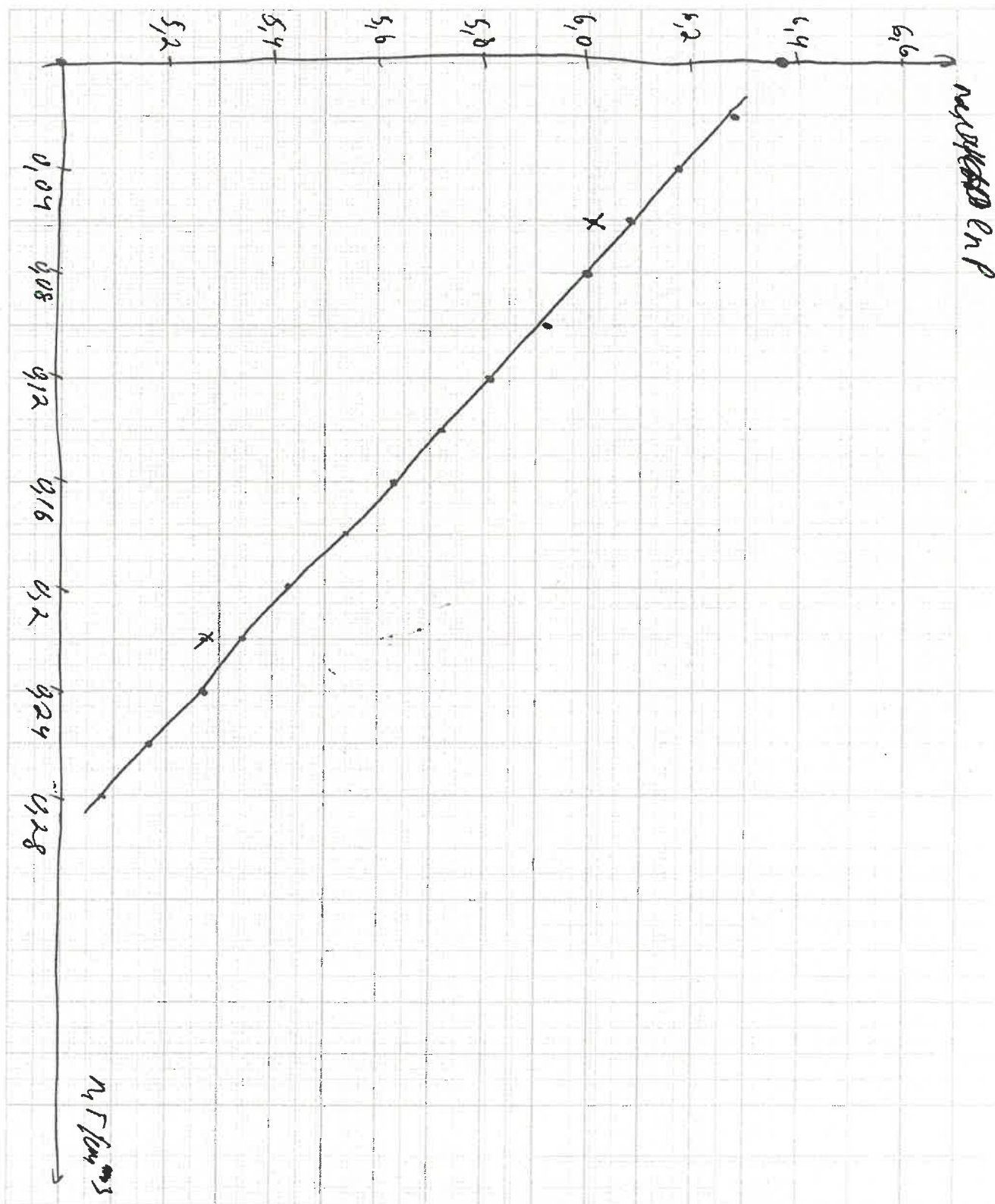


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 4 | 8 | 3 | 9 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 5 | 0 | 2 | 3 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 1. Скорость истечения  $v$  зависит от:

$R, \frac{\Delta P}{\rho}, \eta$ .  $k=1$  — это значит, что все константы в формуле в итоге дадут 1.

Значит нет никаких  $\pi$  и т.д.

Из размерности найдем формулу для скорости:

$$[v] = \frac{m}{c}; [R] = m; [\eta] = Pa \cdot c; [\frac{\Delta P}{\rho}] = \frac{Pa}{m}$$

$$\frac{m}{c} = \frac{m^2 \cdot \frac{Pa}{m}}{Pa \cdot c} \text{ — верно } \Rightarrow v = \frac{R^2 \cdot \frac{\Delta P}{\rho}}{\eta}$$

$$\text{Найдем } \Delta P: \Delta P = \frac{v \eta \rho}{R^2} = \frac{1 \frac{m}{c} \cdot 0,467 \cdot 10^{-3} Pa \cdot c \cdot 50 m}{16 m^2} =$$

$$= 91,21 Pa$$



$l = 50 m$

$$P_B = P + \Delta P = 10^5 Pa + 91,21 Pa =$$

$$= 100091,21 Pa$$

$$\approx 100,091 kPa$$

Ответ: 100,091 kPa

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002502326

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 2.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$E_k = \beta S$$

$$\frac{mv^2}{2} = \beta S$$

$$v = \sqrt{\frac{2\beta S}{m}} = \sqrt{\frac{2\beta}{m}} \cdot \sqrt{S}$$

$$\frac{dS}{dt} = \sqrt{\frac{2\beta}{m}} \cdot \sqrt{S}$$

$$\frac{dS}{\sqrt{S}} = \sqrt{\frac{2\beta}{m}} dt$$

$$\int_0^S \frac{dS}{\sqrt{S}} = \int_0^t \sqrt{\frac{2\beta}{m}} dt$$

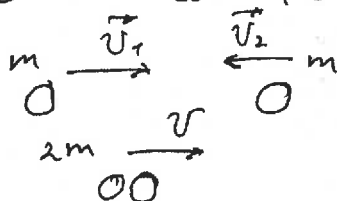
$$2\sqrt{S} = \sqrt{\frac{2\beta}{m}} t$$

$$2\sqrt{S} = \sqrt{\frac{2\beta}{m}} t^2$$

$$S = \frac{\beta}{2m} t^2 \text{ (равноускорен. движение)}$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{t_1^2}{t_2^2} = \frac{(t_2+1)^2}{t_2^2} = \frac{t_2^2 + 2t_2 + 1}{t_2^2}$$

Они не упругое столкновение:

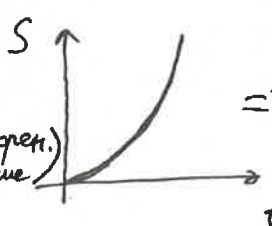
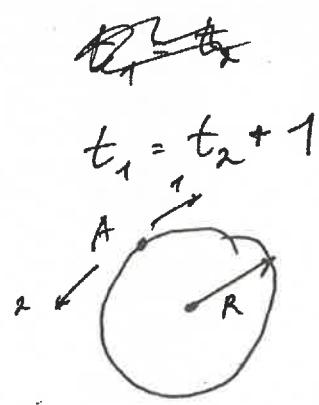
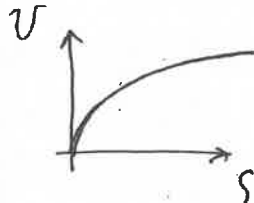


$$v_1 > v_2$$

$$mv_1 - mv_2 = 2mv$$

$$v = \frac{v_1 - v_2}{2}; a_n = \frac{v^2}{R}$$

см. продолжение



$$\frac{dS}{dt} = \frac{\beta}{m} \cdot t = \frac{\beta}{m} t = v(t)$$

$$\frac{dv(t)}{dt} = \frac{\beta}{m} = a_c$$

ускорение тела  $a_c = \text{const}$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 5 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 2 продолжение

Распишем всё, что знаем:

$$v_0 = 0; a_T = \frac{\beta}{m}$$

Пусть I тело движется t, а второе t - T, тогда

$$S_1 = \frac{a_T t^2}{2} = \frac{\beta t^2}{2m}; S_2 = \frac{\beta (t-T)^2}{2m}$$

$$S_1 + S_2 = 2\pi R$$

$$\frac{\beta t^2}{2m} + \frac{\beta (t-T)^2}{2m} = 2\pi R$$

$$\beta (t^2 + t^2 - 2t + 1) = 2\pi R$$

$$\frac{\beta}{2m} \cdot (2t^2 - 2t + 1) = 2\pi R$$

$$2t^2 - 2t + 1 = \frac{2\pi R \cdot 2m}{\beta} = \frac{4\pi R m}{\beta}$$

В равноускоренном движении  $v_{cp} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{v_0 + v}{2}$

$$v_0 = 0 \Rightarrow v_{cp} = \frac{v}{2}$$

Пусть тела стартовали одновременно, найдем, сколько в среднем они проедут за t c.

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\beta}{m}} \cdot \sqrt{\pi R} = \sqrt{\frac{2\beta \pi R}{m}}; v_{cp} = \sqrt{\frac{2\beta \pi R}{m}} : 2 = \sqrt{\frac{\beta \pi R}{2m}}$$

$$S_{cp}(t) = \sqrt{\frac{\beta \pi R}{2m}} \cdot t = \sqrt{\frac{\beta \pi R}{2m}}$$

Найдем  $S_1 - S_2 = \frac{\beta \pi R}{2m} - \frac{\beta \pi R}{2m} = 0$

$$S_1 \approx \pi R + \sqrt{\frac{\beta \pi R}{2m}}$$

$$S_2 \approx \pi R - \sqrt{\frac{\beta \pi R}{2m}}$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 5 | 0 | 2 | 3 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

продолжение Заг. 2.

$$m.k. a_c = \text{const}$$

$$v_1 = \frac{\beta}{m} \cdot t$$

Найдем сколько проедет тело I за 1 секунду  
до старта второго:

$$s_0 = \frac{at^2}{2} = \frac{\frac{\beta}{m} \cdot 1c}{2} = \frac{\beta}{2m}$$

~~$$v_1 = \frac{\beta}{m} \cdot t$$~~

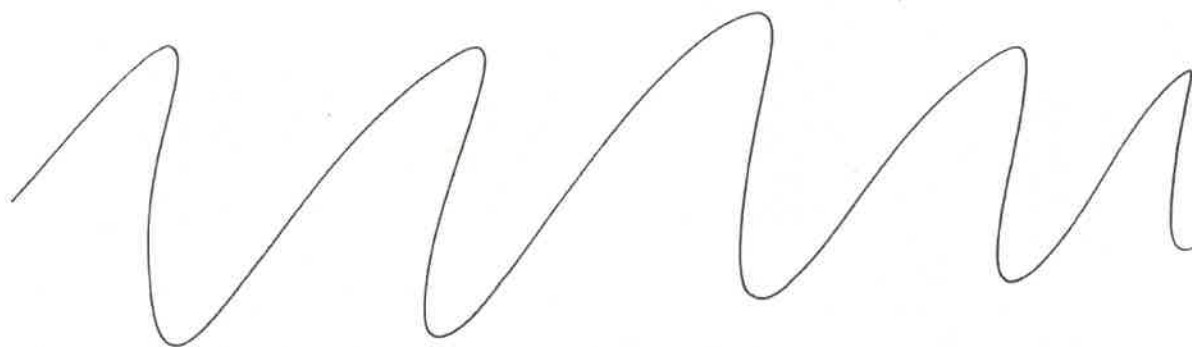
$$v_1 = a_c \cdot 1c + a_c t$$

$$v_2 = a_c \cdot t$$

$$v_1 - v_2 = a_c = \frac{\beta}{m}$$

$$v = \frac{v_1 - v_2}{2} = \frac{\beta}{2m}$$

$$a_n = \left( \frac{\beta}{2m} \right)^2 : R = \frac{\beta^2}{4m^2 R} +$$





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

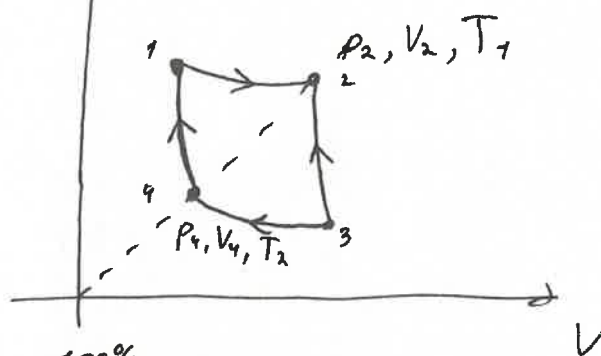
Ф И О О О 2 5 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Задача 4. Р



$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \cdot 100\%$$

Точки 2 и 4 принадлежат зависимости  $P \sim V$

$$P = kV \Rightarrow P_4 = kV_4; P_2 = kV_2$$

$$\frac{P_2}{P_4} = \frac{kV_2}{kV_4} = 3$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_1; P_4 V_4 = \nu R T_2$$

$$\frac{P_2 V_2}{P_4 V_4} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} = 3 \cdot 3 = 9 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{9}$$

~~$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{1}{9}$$~~

$$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1}{9}\right) \cdot 100\% = 0,889 \cdot 100\% = \underline{\underline{88,9\%}}$$

Ответ: 88,9%

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

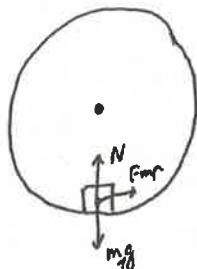
Ф И О О О 2 5 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 3:  $m_1 = 0,35 \text{ кг}$   
 $m_2 = 0,45 \text{ кг}; \mu = 0,3$

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | $\Sigma$ |
|---|---|---|---|---|---|----------|
|   |   |   |   |   |   |          |

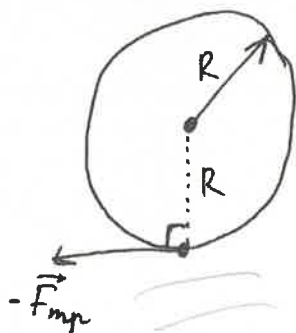
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



Найдем  $F_{\text{тр}}$ , которая создает  
белка, и с которой белка действует  
на колесо:

$$N = mg; F_{\text{тр}} = F = \mu m_1 g$$

Далее наша задача сводится к тому, чтобы  
изучить динамику вращения колеса.



$$M = F_{\text{тр}} \cdot R$$

$$M = \epsilon \cdot I$$

$\epsilon$  - угловое ускорение  
(нам нужно найти)

$$\epsilon = \frac{M}{I} = \frac{F_{\text{тр}} \cdot R}{m_2 R^2} = \frac{F_{\text{тр}}}{m_2 R} = \frac{\mu m_1 g}{m_2 R}$$

Вся сила трения белка идет на вращение  
кальца, т.к.  $F_{\text{тр}}$  - касательная

$$\text{Значит: } a = \epsilon R = \frac{\mu m_1 g}{m_2} = 2,33 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\text{Ответ: } 2,33 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 5 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 5.  $l = 20 \text{ см}$

$$n = \frac{2}{\text{см}^3}$$

Найти размерность  $\beta$ :

$$P = P_0 e^{-\beta n l} \quad (P_0 = 582 \text{ мкА})$$

$$\frac{P}{P_0} = e^{-\beta n l}$$

$$\frac{P}{P_0} - \text{без ед. изм} \Rightarrow \beta n l - \text{без ед. изм.}$$

$$\frac{2}{\text{см}^3} \cdot \text{см} = \frac{2}{\text{см}^2} \Rightarrow [\beta] = \frac{\text{см}^2}{2}$$

Начертить график зависимости  $\frac{P}{P_0}$  от  $n$   
(см. миллиметровку)

Для каждой точки находим  $\frac{P}{P_0}$

$$1) \frac{P}{P_0} \approx 1$$

$$2) \frac{P}{P_0} = \frac{531}{582} \approx 0,91$$

$$3) \approx 0,83$$

$$4) \approx 0,76$$

$$5) \approx 0,69$$

$$6) \approx 0,64$$

$$7) \approx 0,58$$

$$8) \approx 0,53$$

$$9) \approx 0,48$$

$$10) \approx 0,44$$

$$11) \approx 0,40$$

$$12) \approx 0,36$$

$$13) \approx 0,34$$

$$14) \approx 0,30$$

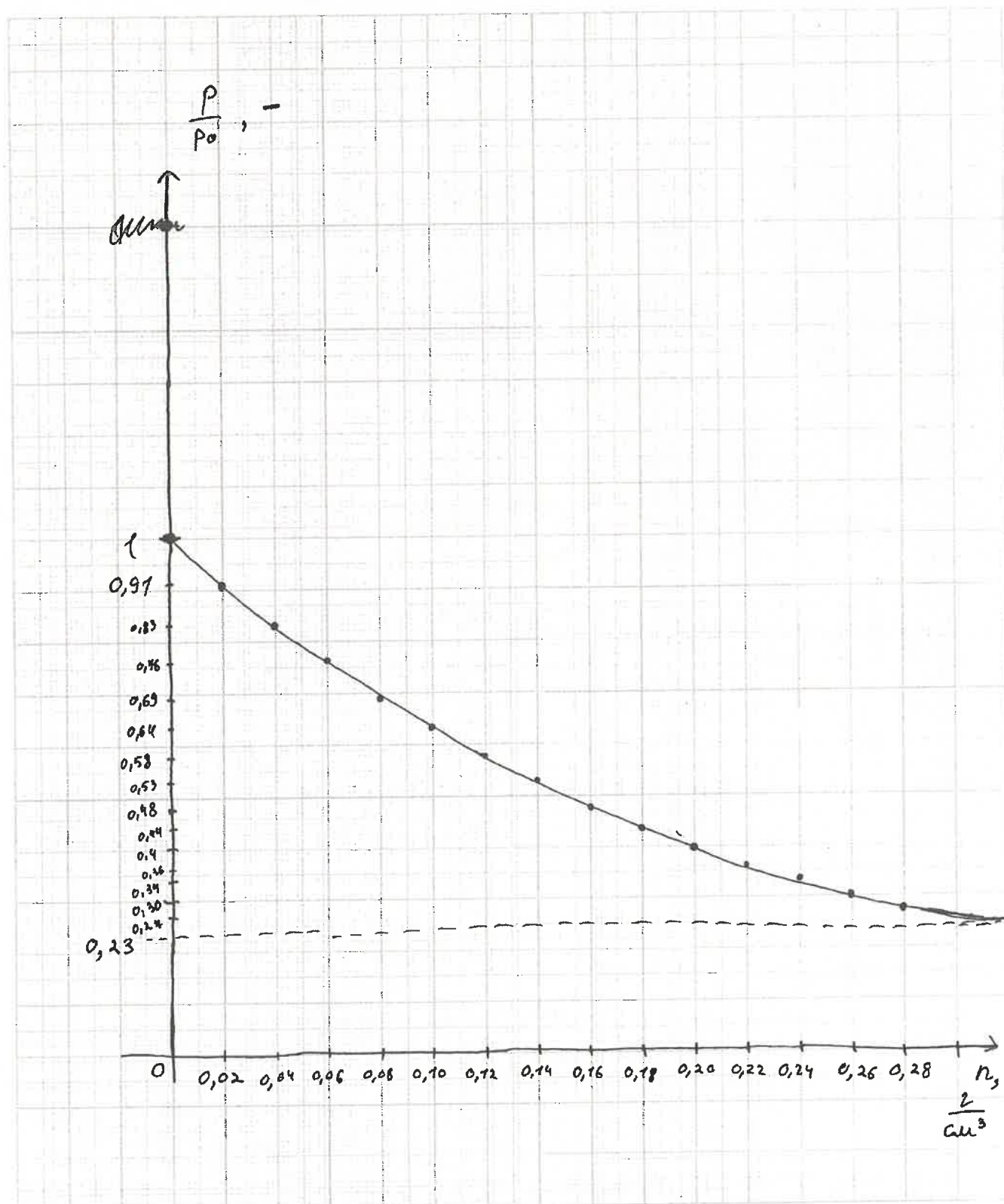
$$15) 0,27$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 5 | 0 | 2 | 3 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 5 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задание 5.

По графику видно, что

~~при~~  $\frac{P}{P_0} \approx 0,23$  — прямая к которой стремится наш график, но не касается её (как гипербола и оси координат).

Это значит, что  $\beta \approx 0,23 \frac{\text{см}^2}{2}$

Проверим аналитически:  $l = 20 \text{ см}$

I.  $n = 0,28$ ;  $\frac{P}{P_0} = 0,27$

$$0,27 = e^{-\beta \cdot n} = e^{-\beta \cdot 20 \cdot 0,28} = e^{-\beta \cdot 5,6}$$

$$\log_{e^{5,6}} 0,27 = -\beta \Rightarrow \beta = -\log_{e^{5,6}} 0,27 \approx 0,23$$

II.  $n = 0,02$ ;  $\frac{P}{P_0} = 0,91$

$$\beta = -\log_{e^{0,4}} 0,91 = 0,236$$

III.  $n = 0,1$ ;  $\frac{P}{P_0} = 0,64$

$$\beta = -\log_{e^2} 0,64 = 0,223$$

Совпадает  $\Rightarrow \beta \approx 0,23 \frac{\text{см}^2}{2}$

см. продолжение

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 5 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 5 прозвучит.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Найдем долю падающей освещенности при  $\ell = 10 \text{ см}$ ;  $n = 0,3 \frac{2}{\text{см}}$ ;  $P_0 = 582 \text{ мкВ}$

$$\frac{P}{P_0} = e^{-\beta n \ell} = e^{-0,23 \cdot 0,3 \cdot 10} = 0,5 - \text{доля прошедшего света}$$

Значит  $\frac{P'}{P_0}$  - доля падающей, равна

$$\tau - \frac{P}{P_0} = 0,5$$

Ответ:  $\beta = 0,23 \frac{\text{см}^2}{2}$

$$\frac{P'}{P_0} = 0,5$$

+ 55  
- 25

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф 4 0 0 0 2 5 1 2 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|---|----|----|----|----|---|----|
| 9 | 10 | 24 | 10 | 19 |   | 72 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№1 Судя по тому, что скорости зависят от  $R, e, \rho, \eta$ . И учитывая размерности

$$v = \frac{\rho R}{e \eta} \cdot \pi R^2 [\text{м/с}]. \Rightarrow l = \frac{\rho \cdot \pi R^2}{v \cdot \eta}$$

Для корректной работы водопровода давление воды в трубе должно быть минимально (атмосферное). Чуть меньше за счёт массы воды.

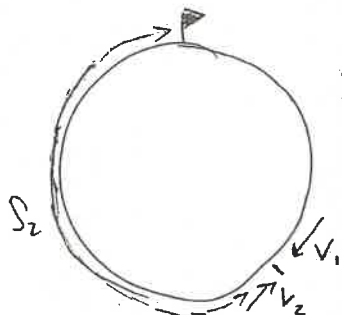
$$l = \frac{(800000 - 100000) \cdot 3.14 \cdot (0.016)^2}{1 \cdot \frac{0.547}{1000}} = \frac{800000 \cdot 3.14 \cdot (0.016)^2 \cdot 1000}{1 \cdot 0.547} = 1029201,8 \text{ м}$$

(с учетом 100 м).

$H = e - 100 = 1029102 \text{ м}$  - максимальная высота, с учетом давления в трубе  $P_a$ .

Ответ:  $H = 1029102 \text{ м}$  - максимальная высота.

№2.



Разобьем путь на части с равными  $v$  тогда

$$dS = v dt$$

$$dS = \beta \sqrt{S} dt$$

$$\frac{dS}{\sqrt{S}} = \beta dt$$

$$2\sqrt{S_1} + \beta t = 2\sqrt{2\pi R - S_1}$$

$$(2\sqrt{S_1} + \beta t)^2 = 4(2\pi R - S_1)$$

$$4S_1 + 4\beta t \sqrt{S_1} + \beta^2 t^2 = 8\pi R - 4S_1$$

$$8S_1 + 4\beta t \sqrt{S_1} + \beta^2 t^2 = 8\pi R$$

$$4\beta t \sqrt{S_1} = 8\pi R - 8S_1 - \beta^2 t^2$$

$$16\beta^2 t^2 S_1 = (8\pi R - 8S_1 - \beta^2 t^2)^2$$

$$2\sqrt{S_1} = 2\sqrt{2\pi R - S_1} - \beta t$$

$$4S_1 = 4(2\pi R - S_1) + 4\beta t \sqrt{2\pi R - S_1} + \beta^2 t^2$$

$$4S_1 = 8\pi R - 4S_1 + 4\beta t \sqrt{2\pi R - S_1} + \beta^2 t^2$$

$$4\beta t \sqrt{2\pi R - S_1} = \beta^2 t^2 + 8\pi R - 8S_1$$

$$16\beta^2 t^2 (2\pi R - S_1) = (\beta^2 t^2 + 8\pi R - 8S_1)^2$$

$$16\beta^2 t^2 (2\pi R - S_1) = \beta^4 t^4 + 16\beta^2 t^2 (2\pi R - S_1) + 64(\pi R - S_1)^2$$

Прод по след. листе.

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 2 5 1 2 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$32B^2T^2\pi R - 16B^2T^2S_1 = B^4T^4 + 16B^2T^2\pi R - 16B^2T^2S_1 + 64\pi^2R^2 - 128\pi RS_1 + 64S_1^2$$

$$64S_1^2 + 16 - 128\pi RS_1 - 16B^2T^2\pi R + 64\pi^2R^2 + B^4T^4 = 0$$

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$D = 16384\pi^2R^2 + 4096B^2T^2\pi R - 16384\pi^2R^2 - 256B^4T^4 = 0$$

$$4096B^2T^2\pi R - 256B^4T^4 = 256B^2T^2(16\pi R - B^2T^2)$$

$$S_1 = \frac{128\pi R + 16BT\sqrt{16\pi R - B^2T^2}}{128} = \pi R + \frac{1}{8}\sqrt{16\pi R - B^2T^2} \quad (S_1 < \pi R)$$

$$S_2 = 2\pi R - S_1 = \pi R + \frac{1}{8}\sqrt{16\pi R - B^2T^2} \quad (S_2 > \pi R)$$

Т.к. удар неупругий то сохраняется только импульс, а тела слипаются.

$$mV_2 - mV_1 = 2mV$$

$$a_n = \frac{V^2}{R} = \frac{B^4}{4R}; \quad V^2 = \frac{B^4}{4} \Rightarrow V = \frac{B^2}{2}$$

$$V_1 = B\sqrt{S_1} = \sqrt{\pi R - 0,125\sqrt{16\pi R - B^2T^2}}$$

$$V_2 = B\sqrt{S_2} = \sqrt{\pi R + 0,125\sqrt{16\pi R - B^2T^2}}$$

$$B^2 = \sqrt{\pi R + 0,125\sqrt{16\pi R - B^2T^2}} - \sqrt{\pi R - 0,125\sqrt{16\pi R - B^2T^2}}$$

Отсюда выразим  $T$ . Ну а я же буду вращаться.

Ускорение колеса достигает максимума когда баша остановится относительно земли на колесе под неким углом  $\alpha$ .

Поскольку край колеса крутится с ускорением  $a$ , то его угловое ускорение  $\beta = \frac{a}{R}$ . Запишем уравнения вращательного движения для колеса относительно Г.О.

$$J\beta = M = F_{тр} \cdot R$$

$$J = \sum m_i r_i^2 = MR^2$$

$$MR^2 \cdot \frac{a}{R} = F_{тр} \cdot R$$

$$Ma = F_{тр}$$

$$Ox: F_{тр} = mg \sin \alpha$$

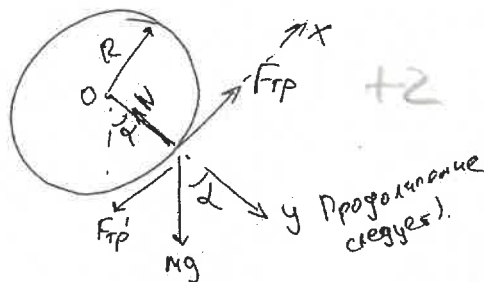
$$mN = mg \sin \alpha$$

$$Oy: N = mg \cos \alpha$$

$$m \cdot mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

$$m = \tan \alpha = 0,3$$

$$\sin \alpha = \sin(\arcsin 0,3)$$





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф 4 0 0 0 2 5 1 2 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№3  $Ma = F_{тр} = \mu N = \mu g \sin \alpha$

$Ma = \mu g \sin \alpha$

$\mu = \frac{M}{m} = \frac{g \sin \alpha}{a} = \frac{10 \cdot 0,284}{0,4} = 7,18$

Ответ:  $\frac{M}{m} = 7,18$

№5 В точке  $e=0$   $P = P_0 \cdot e^0 = P_0 \Rightarrow P_0 = 400 \text{ мкА}$

Судя по формуле  $e$  - константа Эйлера  $\approx 2,718281828...$

Возьмем точку  $e=3$

$639,4 = 400 \cdot e^{-0,2 \cdot 3}$

$\frac{639,4}{400} = e^{-0,6}$

$\frac{400}{639,4} = e^{0,6}$

$\sqrt[0,6]{\frac{400}{639,4}} = e^1$

$e^1 = 1,61991132$

$\ln e^1 = 1,61991132 = 0,15 = \beta$ ;  $P = 400 \cdot e^{-0,09} \approx 363,8$  - небольшая погрешность

2.  $P = P_0 \cdot e^{-\beta n e}$

$\frac{P}{P_0} = e^{-\beta n e} = e^{-0,15 \cdot 0,3 \cdot 15} = 0,51$

Ответ:  $\beta \approx 0,15$ ;  $\frac{P}{P_0} = 0,51 \Rightarrow 51\%$  - остается  $\Rightarrow 0,49$  - доля поглощенной энергии.

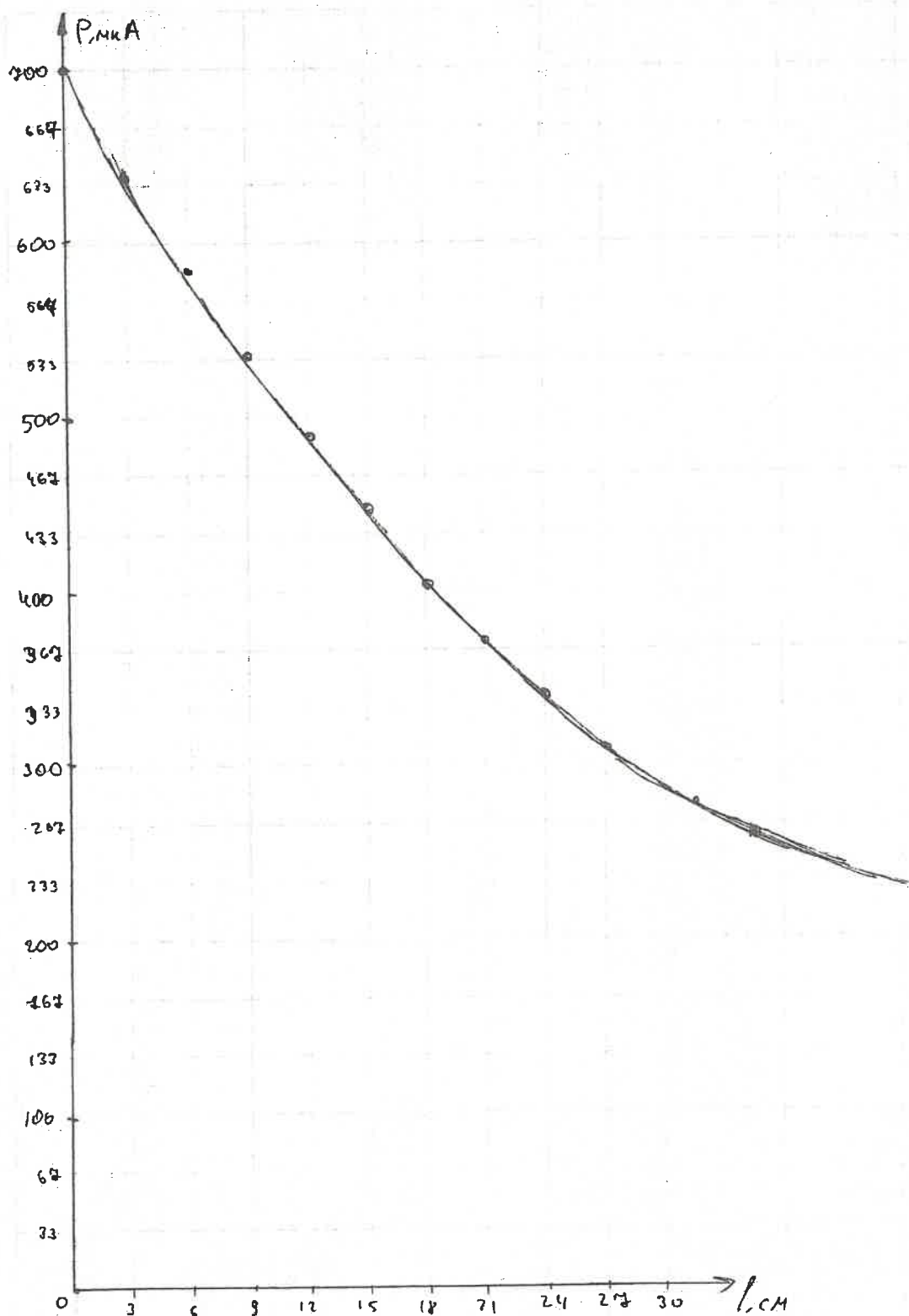
№4  $\eta = \frac{Q_{н} - Q_{х}}{Q_{н}} = \frac{T_{н} - T_{х}}{T_{н}}$  - в units криво.

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 2 | 5 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



+9

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

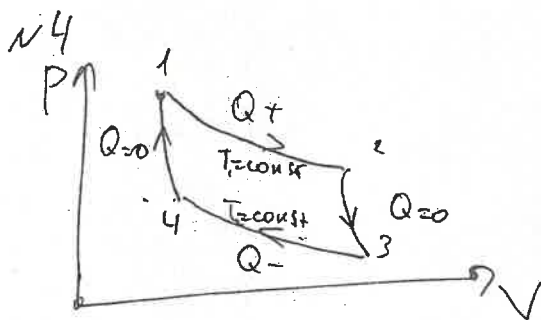
Вариант № 3

Ф И О О О 2 5 1 2 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



$$Q_H = Q_{1-2}$$

$$Q_X = Q_{3-4}$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2 = T_H$$

$$P_4 V_4 = \nu R T_4 = T_X$$

$$\frac{V_2^3}{V_4^3} = \frac{T_H}{T_X}$$

$$\frac{T_H}{T_X} = \left(\frac{V_2}{V_4}\right)^3 = 3^3$$

$$T_H = 27 T_X$$

$$\eta = \frac{27 T_X - T_X}{27 T_X} = \frac{26}{27} \approx 0,963 \approx 96,3\%$$

$$\text{Ответ: } \eta = \frac{26}{27} = 96,3\%$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамках задания

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

040002576326

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|---|----|---|----|----|---|----|
| - | 20 | 4 | 10 | 28 |   | 62 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

N4

Идеальный газ:

$$\begin{cases} P_2 V_2 = \nu R T_2 \\ P_4 V_4 = \nu R T_4 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_4} = \frac{T_2}{T_4} \quad (1)$$

Точки 4 и 2 лежат на прямой, проходящей через ось координат  $\Rightarrow$  это для т. 4 и 2 верно следующее:

$$\begin{cases} P_4 = \alpha V_4 \\ P_2 = \alpha V_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_4} = \frac{V_2}{V_4} = 3 \quad (2)$$

Из (1) и (2):  $3 = \frac{T_2}{T_4 \cdot 3} \Leftrightarrow \frac{T_2}{T_4} = 9 \Leftrightarrow \frac{T_2}{T_1} = 9$

КПД цикла Карно:  $1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9}$

Отв:  $\eta = \frac{8}{9}$

N2

Вектор скорости  $E_k = \frac{mv^2}{2}$

$p = \text{const}$   
 $m = \text{const}$

$\Rightarrow S \sim v^2 \Rightarrow S \sim t^4 \Rightarrow S = \frac{\alpha t^4}{24}$

Тогда  $v = \frac{\alpha t^3}{6} \Leftrightarrow \alpha = \frac{6v}{t^3}$

Из  $E_k = \frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow S = \frac{mv^2}{2\beta}$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002576326

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$\int = \frac{GV}{t^3} \cdot t^4 = \frac{mV^2}{2B} \Rightarrow \int = \frac{Vt}{4} = \frac{mV^2}{2B}$$

Дан  $S_1$  и  $S_2$ : ( $t$  - время от начала движения тела 1)

$$\begin{cases} S_1 = \frac{V_1 t}{4} = \frac{mV_1^2}{2B} \\ S_2 = \frac{V_2(t-1)}{4} = \frac{mV_2^2}{2B} \end{cases} \Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{V_1 t}{V_2(t-1)}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{t}{t-1} \Rightarrow V_1 = \frac{V_2 t}{t-1}$$

$$\int = \frac{mV^2}{2B} = \frac{\alpha t^4}{24} \Rightarrow V^2 = \frac{\alpha t^4 \cdot B}{12m} = \frac{6V \cdot B t^4}{12mt^3} =$$

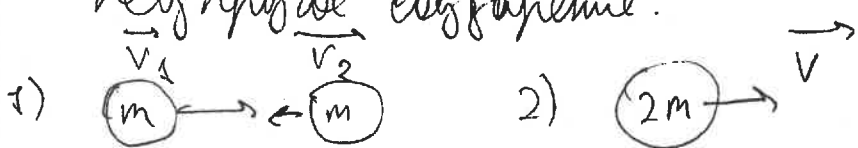
$$= \frac{6VBt}{12m} \Rightarrow V = \frac{6Bt}{12m} = \frac{Bt}{2m}$$

Дан  $V_1$  и  $V_2$ :

$$V_1 = \frac{6Bt}{12m} = \frac{Bt}{2m}$$

$$V_2 = \frac{6B(t-1)}{12m} = \frac{B(t-1)}{2m}$$

Упругое соударение:



$$mV_1 - mV_2 = 2mV \Leftrightarrow V = \frac{V_1 - V_2}{2}$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 5 7 6 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$V = \left( \frac{Bt}{2m} - \frac{B(t-1)}{2m} \right) \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= \left( \frac{Bt}{2m} - \frac{Bt}{2m} + \frac{B}{2m} \right) \cdot \frac{1}{2} = \frac{B}{4m}$$

$$a_H = \frac{V^2}{R} = \frac{\left( \frac{B}{4m} \right)^2}{R} = \frac{B^2}{4mR}$$

N5 по такому же принципу  
первого эксперимента:

$$582 = P_0 \cdot e^{-B \cdot 0.20} \Rightarrow P_0 = 582 \text{ мкА}$$

$$P = P_0 \cdot e^{-B \cdot n \cdot e} \Rightarrow \frac{P}{P_0} = e^{-B \cdot n \cdot e} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln P - \ln P_0 = -B \cdot n \cdot e \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B = \frac{\ln P_0 - \ln P}{n \cdot e}$$

чтобы графически определить  
B, нужно построить график

зависимости  $\ln P$  от  $\ln P_0 - \ln P$

коэффициент пропорциональности

(тангенс угла наклона)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 5 7 6 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Иметь пометить значение, иными  
значения некоторая точек.  $\Phi$  (по условию  
в  $\Phi$  20 см)

$$1) \quad \Phi \cdot n = 0,28 \cdot 20 = 5,6 \quad 2 / \text{см}^{-3} \cdot \text{см}$$

$$\ln p_0 - \ln p = \ln 582 - \ln 160 = 1,291$$

$$2) \quad \Phi \cdot n = 0,2 \cdot 20 = 4 \quad 2 / \text{см}^{-3} \cdot \text{см}$$

$$\ln p_0 - \ln p = \ln 582 - \ln 230 = 0,9284$$

$$3) \quad \Phi \cdot n = 0,1 \cdot 20 = 2 \quad 2 / \text{см}^{-3} \cdot \text{см}$$

$$\ln p_0 - \ln p = \ln 582 - \ln 340 = 0,453$$

При данной пропорциональности,  
такого значения точек будет  
гораздо меньше, иными пометить  
иными или иначе.

$$\Phi = \frac{12,91 - 4,53}{10} \cdot \frac{1}{5,6 - 2} = 0,23248$$

2. Дана пометка освещенности —

— это  $\frac{P_{\text{полн}}}{P_0}$ ,  $P_{\text{полн}} = P + P_0$  <sup>излученная</sup> освещенность

$$\frac{P_{\text{полн}}}{P_0} = 1 - \frac{P}{P_0} =$$

$$= 1 - \frac{P_0 \cdot e^{-\Phi n \cdot \ell}}{P_0} = 1 - e^{-\Phi n \cdot \ell}$$



## Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| φ | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 7 | 6 | 3 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

|   |   |   |   |   |   |          |
|---|---|---|---|---|---|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | $\Sigma$ |
|   |   |   |   |   |   |          |

Допускается

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$= 1 - e^{(-0,23248 \cdot 10,03)}$$

$$= 0,50259$$

№3. Очевидно, что функция имеет  
конечное граничное значение  
в точке  $x$ .

См. гр. е. Браунамейерово, землекл -

-  $M = I B$ , zgl.  $I = \sum_{i=1}^N (m_{\text{adh},i} \cdot r_i^2)$

$\mu$  - момент силы, который заставляем  
крениться брандмассой, ~~то есть той силой.~~

Затем, чтобы понять, каким образом  
Белка расставляет колеса в пространстве,  
размещении колесных систем в  
главном направлении движения  
Время : 1)  В 1-м моменте



В 1-м моменте  
времени  $\Delta t$   $\Delta x$   
подсчитан

Белла

21



замени леса пробиром  
на полевом горизонте

[illegible]



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

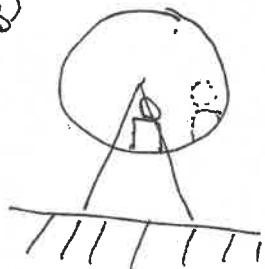
9040002576326

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

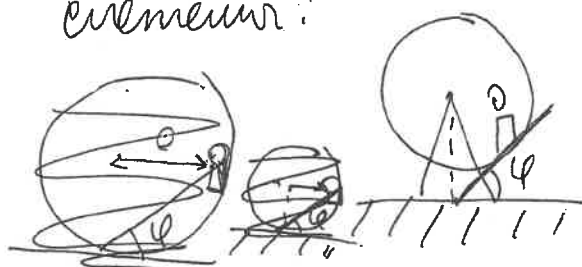
3)



Т.е. вращение происходит за счет действия сил тяжести, действующей на центр

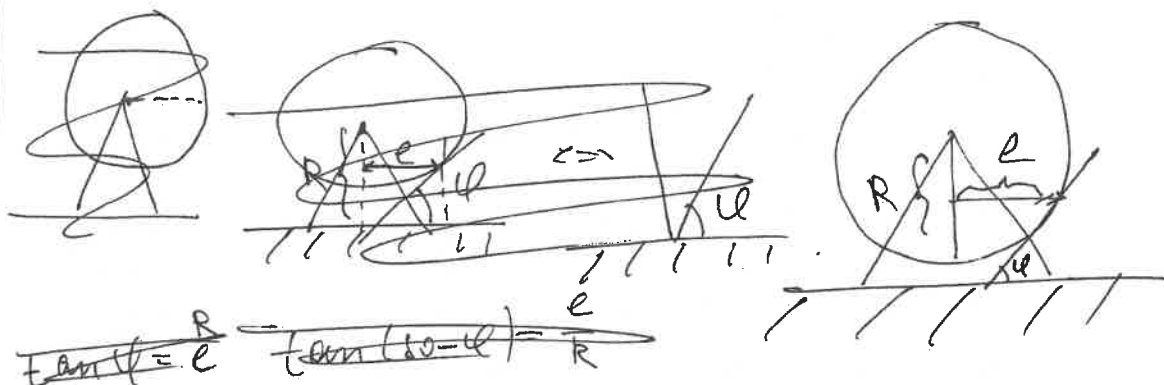
Можно сравнить с системой, в которой система находится в равновесии, но все равно существует

то его кота. при этом описывается  $\mu = \tan \varphi$ . Что это означает для нашей системы?



Бенка будет показывать (не показываю колеса), когда  $\tan \varphi < 0,3$

Тогда ~~максимальный~~ ~~минимум~~  $\varphi$ :



$$\tan \varphi = \frac{R}{e} \quad \tan (90 - \varphi) = \frac{e}{R}$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 5 7 6 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Тогда через геометрию мы сможем  
оценить сверху  $\ell$ .

Вернемся к исходному уравнению:

$$M = I B, \quad M = m g \cdot \ell \Leftrightarrow B = \frac{m g \cdot \ell}{I}$$

$$\Leftrightarrow B = \frac{m g \cdot \ell}{m_{\text{колеса}} \sum_{i=1}^n r_i^2}, \text{ ограничив сверху}$$

$\ell$  и поразительно момент инерции  
брусья, мы сможем поразительно  
максимальное ускорение,  
которое будет соответствовать

колесу. Но так как условием задачи  
нам не дан ~~размер~~ радиус  
колеса, то мы не можем мы  
поразительно момент инерции  
колеса, мы ~~будем~~ найти максимальное  
значение  $\ell$  и  $\ell$  тангенс,  
действующий на брусья

+ 2

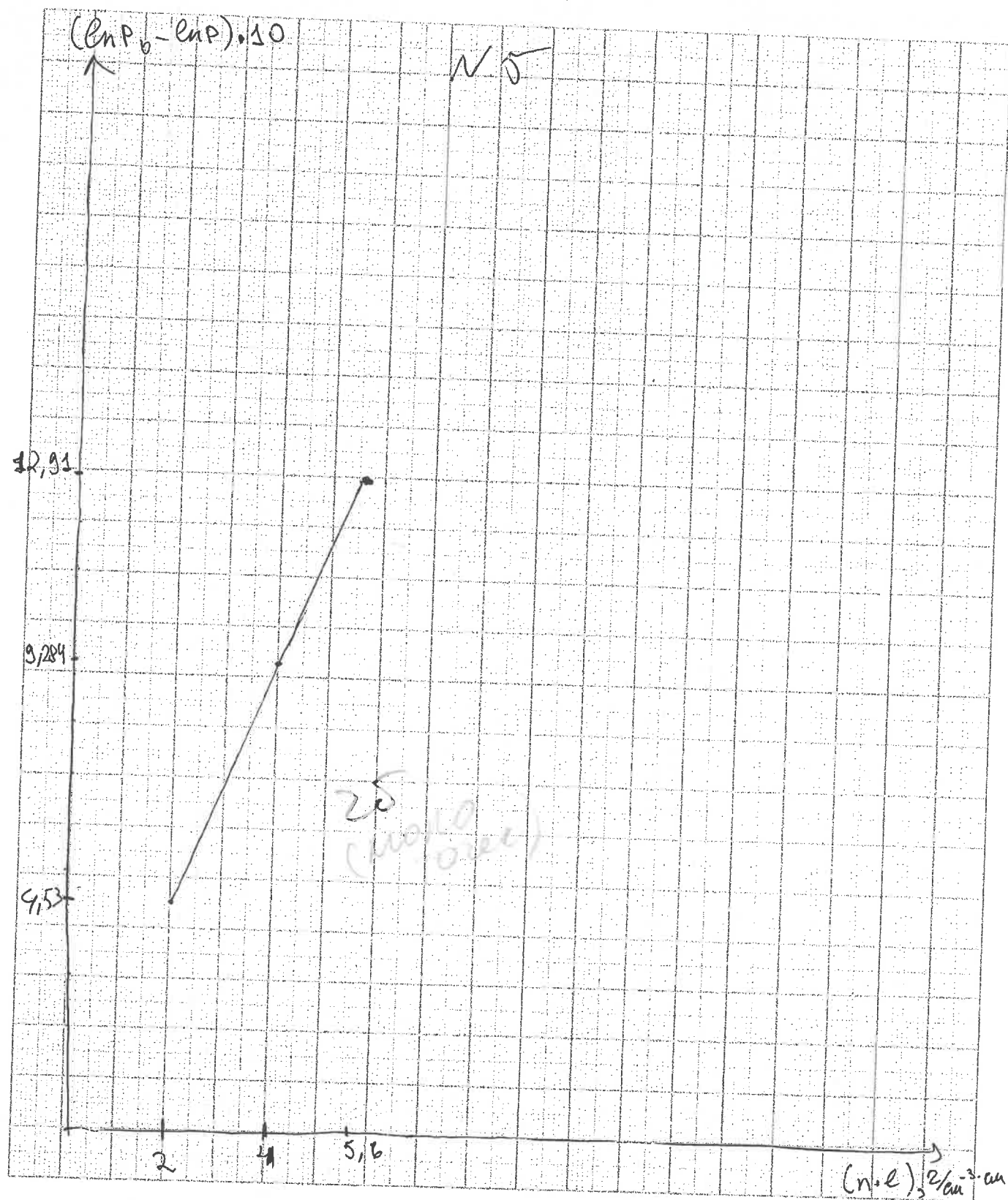


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 5 | 7 | 6 | 3 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

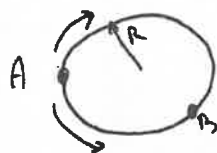
Ф И О О О 2 6 3 6 2 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|---|---|---|----|----|---|----|
| 3 | 2 | 6 | 10 | 28 |   | 49 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



~2

В - м. веревки.

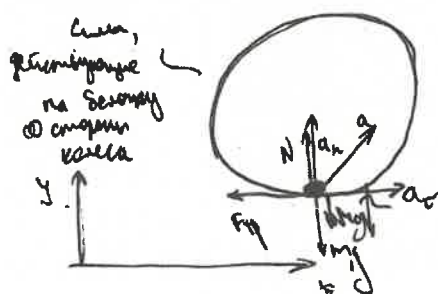
Пусть тело 1 стартовало раньше, тогда  $\frac{mv_1^2}{2} + \beta S_1; \frac{mv_2^2}{2} = (2\pi R - S_1) \beta$

из ЗСЭ:  $\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = 2\pi R \beta$  наименьшее тело будет обладать энергией  $E = \frac{2\pi R \beta}{2} = \frac{mv^2}{2}$

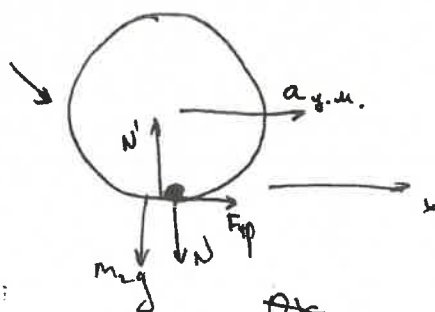
$$\beta S_1 + 2\pi R \beta - \beta S_1 = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{2\pi R \beta}{m}$$

$$a_n = \frac{2\pi R \beta}{mR} = \frac{2\pi \beta}{m}$$

~3



m2 - масса боча.



234 для боча на Ox:

$$m \cdot a_x = -F \cos \alpha$$

$$\text{Oy: } m \cdot a_y = N - m \cdot g$$

$$m \cdot a_x = -F \cos \alpha = -F \cdot (a_y + g)$$

ускорение

боча будет максимальным, когда  $a_y = 0 \Rightarrow N = m \cdot g$

$$F \cos \alpha = F \cdot g \Rightarrow m_2 a_{x, \text{м}} = F \cdot g \Rightarrow a_{x, \text{м}} = \frac{F \cdot g}{m_2} = \frac{250}{5 \cdot 1500} = \frac{21}{9} \frac{м}{с^2} = \frac{7}{3} \frac{м}{с^2}$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 6 3 6 2 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

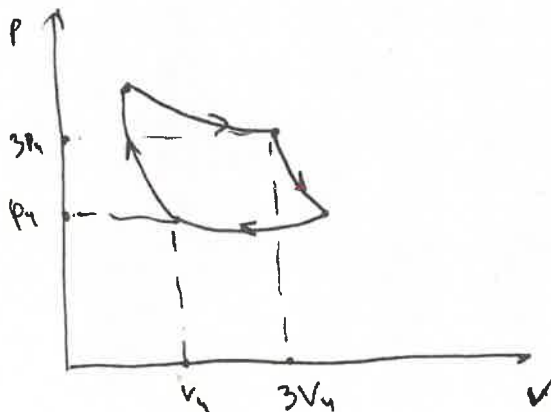
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



~4



1-2, 3-4 - изотермы;  
2-3, 4-1 - адиабаты:

$$\eta = 1 - \left| \frac{T_x}{T_n} \right|$$

Т.к. 2-3, 4-1, лежат на прямой, проходящей через (0;0) ⇒

$$\frac{P_2}{P_1} = 3; \quad P_4 \cdot 3V_4 = \sqrt{RT_1} \Rightarrow \frac{3P_4V_4}{\sqrt{R}} = T_1;$$

$$P_4V_4 = \sqrt{RT_2} \Rightarrow \frac{P_4V_4}{\sqrt{R}} = T_2$$

$$T_x = T_2; \quad T_n = T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \left| \frac{T_x}{T_n} \right| = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}.$$

~5

$$P = P_0 e^{-\mu x} \Rightarrow \ln P = \ln(P_0 \cdot e^{-\mu x}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln P = \ln P_0 - \mu x; \quad \text{Пусть } \ln P = y; \quad \mu x = X \Rightarrow$$

$y = -\mu X + \ln P_0 \Rightarrow$  график прямой, тангенс угла наклона и будет  $\mu$ ; применимо случаи по экспериментальным значениям.

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 6 3 6 2 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

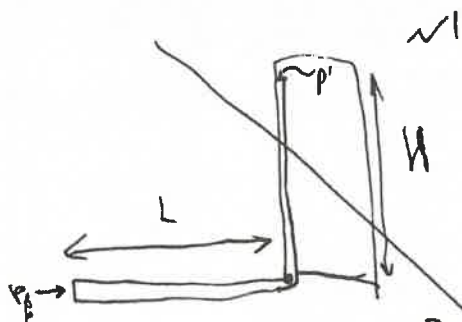
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$$|K| = \frac{6,37 - 5,1}{5,6} \approx 0,227 = p. \quad \sim 5 (\text{градусов})$$

Т.к. график у земли построен не в той системе, отрицательные значения показаны слева от ОУ, то угол пересечения прямой и ОХ - тупой, но берем модуль и все получится.

$$P = P_0 e^{-p h} \rightarrow \frac{P}{P_0} = e^{-p h} \approx 0,506. \quad \pm \quad (-20)$$



но условие такое, что  $\Delta p$  зависит от  $\frac{\Delta p}{\rho}$  и  $\eta$ , а также в этой формуле коэффициент пропорциональности равен 1 — можно получить:

$$\sigma = \frac{\eta \Delta p}{\rho}, \text{ давление сверху трубы } p' = p_0 - \rho g h.$$

$$\sigma = \frac{\eta (p_0 - p_0 - \rho g h)}{\rho} \rightarrow p_0 - \rho g h = p_0, \text{ т.к. давление}$$

показано перепадами давлений, для воздуха на 24 этаж, по высоте мы можем не учитывать его, также, примем  $K = 48$  метров, т.к. высота одного этажа  $\approx 2$  м.; для жидкой почвы:

$$p_0 = \frac{\sigma g h}{\eta} - \rho g h + p_0 = \frac{\sigma g h}{\eta} = p_0$$

$$\Delta p = \frac{\sigma g h}{\eta} \approx 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ Па.}$$

$$L = L + H = 98 \text{ м}$$

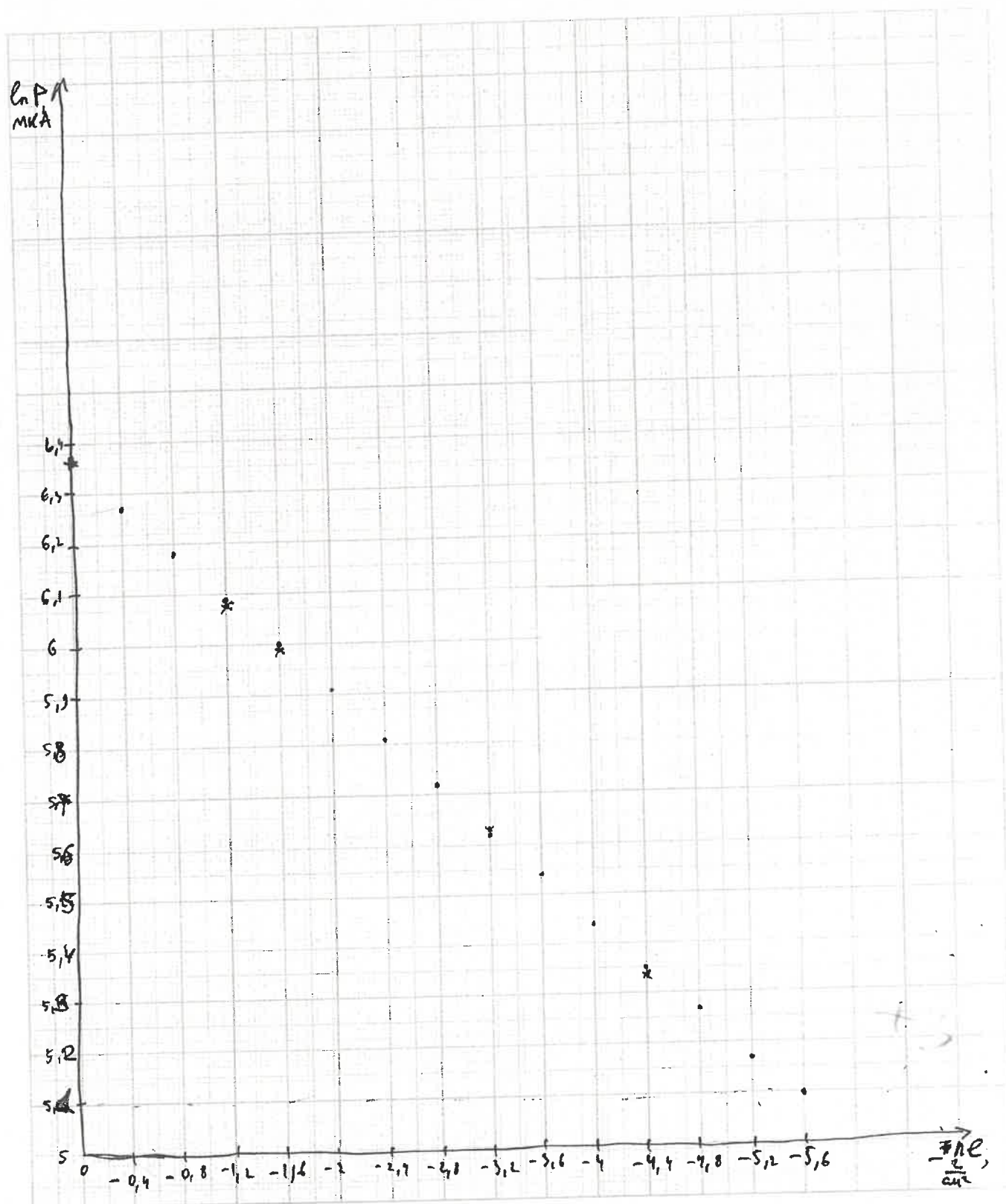
вверху на 24 эт., давление:  $p_0$  (т.к. высота пола не очень высокая)  $\Rightarrow p_0 = p_0 - \Delta p = 100000,0002 \text{ Па.}$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 6 | 3 | 6 | 2 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 6 3 6 2 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа  
в рамке справа



По условию:  $\sigma_p = \frac{F}{\Delta p} \rightarrow \Delta p = \frac{F}{\sigma_p}$   
 т.к. перепад давления происходит только при увеличении  
 высоты  $\Rightarrow h = 48 \Rightarrow \Delta p = 22416000 \text{ Па}$ .  
 давление наруж:  $p = p_0$ ;  $\Rightarrow \Delta p = p_6 - p_0 \Rightarrow \Delta p = p_0 = p_6 = 22516000 \text{ Па}$ .



## Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 6 5 5 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



| 1  | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|----|----|---|----|----|---|----|
| 14 | 20 | 2 | 10 | 20 |   | 66 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N1  
(помощью метода размерностей можно оценить формулу зависимости  $S = \mu R^2$ )  

$$\left(\frac{\Delta P}{L}\right)^\alpha \cdot \eta^\beta \cdot S^c = \left(\frac{\text{Па}}{\text{м}}\right)^\alpha \cdot (\text{Па} \cdot \text{с})^\beta \cdot (\text{м}^2)^c = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Видно, что  $\alpha = 1$ ;  $\beta = -1$ ;  $c = 1$

Связь между квадратичной и линейной потерей энергии с помощью вязкого сопротивления между элементами за 2,5 м. Когда мы имеем вязкое сопротивление давлению с помощью длины трубы, тогда можно взять потери и учесть сопротивление.

$$\eta = \frac{\Delta P \cdot S}{\Delta L \cdot \eta} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 7 \quad P_{\text{вс}} = \frac{(50 + 2,5 \cdot 24) \cdot 0,467 \text{ МПа} \cdot \text{с} \cdot 10^6}{0,016^2 \cdot \pi}$$

$$= 64 \text{ МПа}$$

$$P_{\text{вс}} = P_{\text{вз}} + P_{\text{ст}} + q \cdot \pi \cdot r = 700 \cdot 0,064 \text{ МПа} \approx 400 \text{ кПа}$$

Ответ:  $P_{\text{вс}} = 400 \text{ кПа}$

N2

Если  $E_k = \beta S$ , то мы видим аналогично с  $E_k = mgh = m \cdot g \cdot h$  за разницу. За одну секунду тело  $I$  пройдет  $\frac{\beta t^2}{2m}$  пути. Преймущество в скачках на  $\frac{\beta t^2}{m}$  и сравним до конца в ударе.

Лист 1 из 4

## Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 6 5 5 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



ограничена лишь величиной  $v_{\text{ср}}$ ,  
а значит  $v_{\text{ср}}$  будет равен  $\frac{v_{\text{ср}}}{2m}$   
 $a = \frac{v_{\text{ср}}^2}{R} = \frac{v_{\text{ср}}^2}{4m^2 R}$



№3  
Белка может раскрутить  
колесо за счет силы трения  
и сила трения  $= N \cdot \mu$  в +2

поиск угла это  $m \cdot g \cdot 0,3$ , а  
значит ускорение равно  $a = \frac{m \cdot g \cdot \mu}{m \cdot \kappa}$   
 $= \frac{0,3 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 0,3}{0,45} = \frac{7}{3} = 2 \frac{1}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 2,3(3) \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

№4.  
Так как точки 2 и 4 находятся  
на одной прямой с началом  
координат, то  $P_2 \sim V$ , а значит  
 $\frac{P_2}{P_4} = 5 = 7 \frac{T_2}{T_4} = \frac{P_2 V_2}{P_4 V_2} = 9$ , процессы

1-2 и 2-3 адиабатичны, а 1-2 и  
4-3 изотермичны. Процессы 1-2 и 4-3  
друг друга дублируют свои энт.

Лист 2 из 4

## Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 6 5 5 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

и значит вся работа  $= \frac{1}{2}(kT_2 - kT_1)$ , так как облучен во время адиабат с внешним полем, тогда работа поднимает  $\frac{1}{2}kT_2 = 7$   $\eta = \frac{\frac{1}{2}kT_2 - \frac{1}{2}kT_1}{\frac{1}{2}kT_2} = \frac{8}{9} \approx 88,8\%$

N5

$$P = P_0 e^{-\beta n L}$$

В момент когда  $n=0$ , то  $e^{-\beta n L} = 1$

и значит  $P_0$  это максимум  $= P_0 \Rightarrow P_0 = 582$

Сделаем таблицу:

| n  | $-\beta n L$ | nL  |
|----|--------------|-----|
| 1  | -0,092       | 0,9 |
| 2  | -0,184       | 0,8 |
| 3  | -0,276       | 1,1 |
| 4  | -0,368       | 1,6 |
| 5  | -0,459       | 2,3 |
| 6  | -0,552       | 2,9 |
| 7  | -0,643       | 2,8 |
| 8  | -0,735       | 3,1 |
| 9  | -0,826       | 3,6 |
| 10 | -0,918       | 4,0 |
| 11 | -1,01        | 4,4 |
| 12 | -1,093       | 4,8 |

| n  | $-\beta n L$ | nL  |
|----|--------------|-----|
| 13 | -1,196       | 5,2 |
| 14 | -1,29        | 5,6 |

Потом у нас  $\beta n L$  от n.

$\beta = 0,23 \frac{1}{\text{см}}$  у нас  $\beta n L$

2) при  $n = 0,3 \frac{1}{\text{см}}$   $L = 10$

$$P = P_0 e^{-\beta n L} \approx 292 \text{ (РКА)}$$

Лист 3 из 4

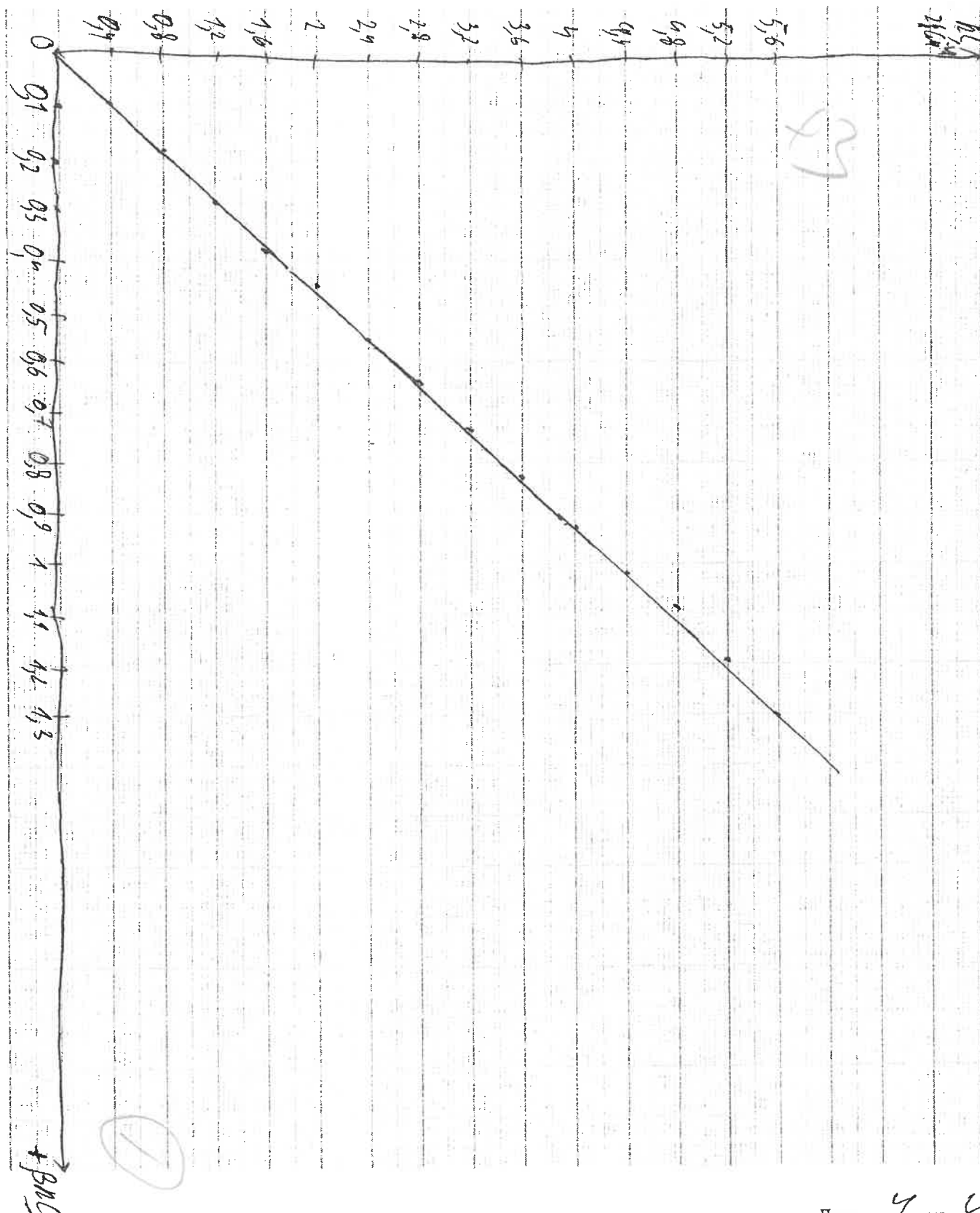


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № \_\_\_\_\_

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | 2 | 6 | 5 | 5 | 6 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

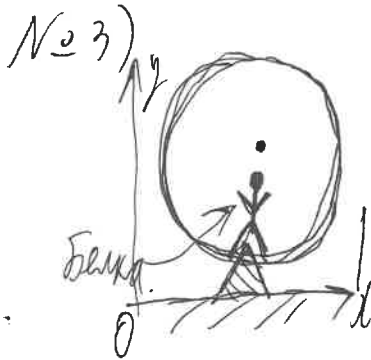
Вариант № 3

Ф 4 0 0 0 2 7 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

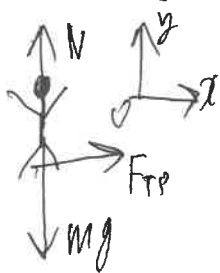
| 1  | 2 | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|----|---|---|----|----|---|----|
| 13 | 8 | 8 | 10 | 30 |   | 69 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



Да! Если мы даем силу трения бели  
направленную по ее движению, то считаем,  
то  $|F_{тр}| \leq \mu N$  достигла своего максимума

и  $F_{тр} = \mu N \Rightarrow$



Из 3-х законов:

по x:  $ma$   
по y:  $N = mg$

по y:  $N = mg \Rightarrow F_{тр} = \mu N \Rightarrow \mu mg \Rightarrow$

на колесо будем действовать

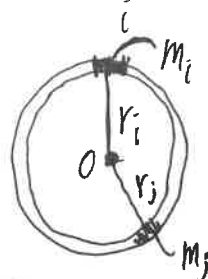
сила не направлена

сила, направленная  $F_{тр} = \mu mg$ ;  $F_{тр}' = -\mu mg$ , т.е.  
против оси Ox (см. рисунок), тогда  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$



Найдем момент инерции колеса.  
Относительно  
 $I = \sum m_i r_i^2 = I_K R^2$ , т.к.  $\square$  ось проходит



вся масса колеса  
сосредоточена на обод,  
то радиус  $r_i$  по ка  
массе  $m_i$ , тогда

~~для любой массы  $m_i$   $r_i = R$~~  заметим, что для

любой массы  $m_i$   $r_i = r_j = R$ , тогда  $I = \sum m_i r_i^2 =$

$= \sum m_i R^2 = R^2 \sum m_i = R^2 \cdot m_K = I_K R^2$ . Ч.Т.Д.

Заметим правильно моменты относительно оси

см. рисунок

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

0 4 0 0 0 2 7 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Платме добавлен элемент

Страна тяжести  $P_{\text{жидкости}} = \rho g H \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta P = P_m + \rho g H - P = 8 \cdot 10^5 + 10^4 \cdot H - 10^5 =$$

$$= 7 \cdot 10^5 + 10^4 \cdot H ; \text{ длина } l = L + H \text{ (м)} \quad \text{Путь на } H \quad l = L + H.$$

$$\Rightarrow \frac{7 \cdot 10^5 + 10^4 \cdot H}{100^4} = \frac{5,47 \cdot 10^{11}}{256}$$

$$547 \cdot 10^{11} + 5,47 \cdot 10^{11} H = 1792 \cdot 10^5 + 256 \cdot 10^4 H.$$

$$547 \cdot 10^{11} + 5,47 \cdot 10^{11} H = 17920 + 256 H.$$

$$H = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ (м)}$$

$$H = -100 \text{ (м)}$$

Ответ: под землей на  $|H| = 100 \text{ (м)}$   
135

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 2 7 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

вращающа  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$



$I \cdot \varepsilon = M$ , где  $M = \sum_i M_i$  — сумма моментов  
всех сил,  $\varepsilon = \frac{a}{R}$  — угловое ускорение колеса;

$$F \quad M = \sum_i M_i = F \cdot R; \quad I = m_K R^2; \quad \varepsilon = \frac{a}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_K \cdot R^2 \cdot \frac{a}{R} = F \cdot R$$

$$m_K \cdot a = F; \quad F = \mu m_B g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_K \cdot a = \mu m_B g \Rightarrow \frac{m_K}{m_B} = \frac{\mu g}{a} = \frac{0,3 \cdot 10}{0,4} = 7,5$$

Ответ:  $\frac{m_K}{m_B} = 7,5$  раз

№4).  $T_1 = \text{const} \Rightarrow pV = \nu RT_1 \Rightarrow p(V) = \frac{\nu RT_1}{V} \Rightarrow$

$$\Rightarrow A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p(V) = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\nu RT_1}{V} = \nu RT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right),$$

~~аналогично~~  $A_{34} = - \int_{V_3}^{V_4} \frac{\nu RT_2}{V} = - \nu RT_2 \ln\left(\frac{V_4}{V_3}\right).$

$A_{23} = \oint A = \oint dA + du \Rightarrow A_{23} = -du = -\frac{1}{2} \nu R(T_2 - T_1)$

$A_{41} = -(-du) = -\left(-\frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1)\right) = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1)$



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 2 7 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$A_{\text{цикл}} = A_{12} + A_{23} + A_{34} +$$

$$+ A_{41} = \nu R \left( T_1 \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) - T_2 \ln \left( \frac{V_4}{V_3} \right) \right).$$

$$Q_{\text{подведенное}} = Q_{12} + Q_{23} = \delta A + \delta U + \delta Q_{\text{от}} =$$

$$= \delta A = A_{12} = \nu R T_1 \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right)$$

$$\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_{\text{подведенное}}} = \frac{\nu R \left( T_1 \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) - T_2 \ln \left( \frac{V_4}{V_3} \right) \right)}{\nu R T_1 \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right)} =$$

$$= 1 - \frac{T_2 \ln \left( \frac{V_4}{V_3} \right)}{T_1 \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right)}, \text{ т.к. температура минимальная}$$

и работает по принципу Карно, то

$$\ln \left( \frac{V_4}{V_3} \right) = \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) \Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

Затем из 3-й Менделеев-Клапейрона для

$$\text{точки 2 (в ней } p_2 = 2 V_2^2 \text{ и т.к. } \frac{V_2}{V_4} = 3 \Rightarrow V_2 = 3 V_4) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_2 V_2 = \nu R T_1$$

$$2 V_2^2 \cdot V_2 = \nu R T_1$$

$$2 \cdot (3 V_4)^2 \cdot (3 V_4) = \nu R T_1$$

$$2 \cdot 27 V_4^3 = \nu R \cdot T_1. (1)$$

$$\text{Для точки 1 } p_4 V_4 = \nu R T_2 \Rightarrow 2 V_4^2 \cdot V_4 = \nu R T_2 \Rightarrow 2 V_4^3 = \nu R T_2 (2)$$

или иначе ↓





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

9 4 0 0 0 2 7 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$\left\{ \begin{aligned} 2 \cdot 27 V_4^3 &= \nu R T_1 \\ 2 \cdot V_4^3 &= \nu R T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{27} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{1}{27} = \frac{27}{27} - \frac{1}{27} = \frac{27-1}{27} = \frac{26}{27}.$$

Ответ:  $\eta = \frac{26}{27}.$  +

№5).  $P = P_0 \cdot e^{-\beta n \cdot \ell}$  - если предположение верно,  
то проведем линеаризацию графика  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \ln P = \ln P_0 + (-\beta n \cdot \ell \cdot \ln e^{\uparrow})$$

$$\ln P = \ln P_0 - \beta n \ell \Rightarrow \text{пр. функция}$$

$\ln P(\ell)$  - линейная, точка пересечения с ОУ  
есть  $\ln P_0$ , а угловой коэффициент равен

$\text{tg } \alpha = -\beta n$ . Вытащить построим на листе

$\Phi$  и проведем аппроксимирующую прямую по  
полученным точкам. Также для удобства проведем  
таблицу  $\ln P$  и  $\ell$ .

см. лист 5.

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа  
в рамке справа



## Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| q | 1 | 0 | 0 | 2 | 7 | 0 | 2 | 3 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

**ВНИМАНИЕ!** Проверяется только то, что записано с этой стороны листа

| $l, \text{см}$ | $\ln P$ | $P, \text{мкА}$ |
|----------------|---------|-----------------|
| 0              | 6,55    | 700             |
| 3              | 6,46    | 639,7           |
| 6              | 6,37    | 584,6           |
| 9              | 6,28    | 534,3           |
| 12             | 6,19    | 488,3           |
| 15             | 6,10    | 446,2           |
| 18             | 6,01    | 407,8           |
| 21             | 5,92    | 372,7           |
| 24             | 5,83    | 340,6           |
| 27             | 5,74    | 311,2           |
| 30             | 5,65    | 284,4           |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ГРАФИК НА СТ. 7 НАЧЕРЧЕВАН  
РАЗВЕРНУТ, Т.К. Ось  $\ln P$   
ОТЛОЖЕНА ПО ШИРИНЕ, А  $l$  ПО  
ДЛИНЕ, Т.Е. ПЕРЕД ПРОВЕРКОЙ  
ПЕРЕВЕРНУТЬ!

1)  $\text{tg } \alpha = \frac{5,65 - 6,55}{30 - 0} = -0,03$

$\text{tg } \alpha = -\beta n \Rightarrow -0,03 = -\beta n$

$\beta = -\frac{\text{tg } \alpha}{n} \quad | \quad -0,03 = -\beta \cdot 0,20$

$\beta = 0,20$

$[\beta] \cdot \frac{2}{\text{см}^3} \cdot \text{см} = 1$

$[\beta] = \frac{\text{см}^2}{2}$

$\beta = 6,67 \left( \frac{\text{см}^2}{2} \right)$

2) ~~Предположение о том, что~~  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  найдем коэффициент при  
 данном параметре.

$P_2 = P_0 \cdot e^{-\beta n \cdot l} \quad -6,67 \cdot 0,20 \cdot 0,15$

$= 700 \cdot e^{-30}$

$-0,20 \beta = -0,03$

$\beta = \frac{-0,03}{-0,20} = 0,15 \left( \frac{\text{см}^2}{2} \right)$

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ГРАФИК НА СТ. 7 НАЧЕРЧОВАН  
РАЗВЕРНУТ, Т.К Ось  $Y$   
ОТЛОЖЕНА ПО ШИРИНЕ, А  $X$  ПО  
ДЛИНЕ, Т.Е ПЕРЕД ПРОВЕРКОЙ  
ПЕРЕВЕРНУТЬ!

$$1) \text{tg} \alpha = \frac{5,65 - 6,55}{30 - 0} = -0,03.$$

$$\begin{aligned} \text{tg} \alpha &= -\beta n \Rightarrow -0,03 = -\beta n \\ \beta &= -\frac{\text{tg} \alpha}{n} \quad | \quad -0,03 = -\beta \cdot 0,20 \end{aligned}$$

$$[\beta] \cdot \frac{2}{\omega^3} \cdot \omega = 1$$

$$[B] = \frac{GM^2}{2}$$

$B = 0,20$   
 $B = 6,67 \frac{\text{cm}^2}{2}$

2) ~~Ergebnisse zusammenfassen~~  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  möglich zusammenfassen von  
 ganzzahligen Nennerausdrücken.

$$P_2 = P_0 e^{-\frac{g \cdot h \cdot l}{c}} = 700 \cdot e^{-\frac{6.67 \cdot 0.3095}{c}} =$$

~~$= 700 \cdot e^{-30}$~~

$$-0,20 \beta = -0,03$$

$$\beta = \frac{-0,03}{-0,20} = 0,15 \left( \frac{\text{cm}^2}{\text{z}} \right)$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

040002702326

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

2) Потки линии на проводу,

н.д. можно считать пренебрежимо

верным  $\Rightarrow$  найдем интенсивность тока  $I$  в зависимости от данных параметров.

$$P_2 = P_0 \cdot e^{-\beta \cdot n \cdot l} = 700 \cdot e^{-0,15 \cdot 0,30 \cdot 15} = 700 \cdot e^{-0,675}$$

$$\ln P_2 = 6,55 \cdot (-0,675) = -4,42$$

$$P_2 = 0,012$$

$$P_2 = 356,4 \text{ мкА}$$

~~Для проточной энергии~~

Для проточной энергии  $\frac{P_2}{P_0} = 0,509$ , м.к. ~~мкА~~

~~проточная~~ интенсивность прямо пропорциональна энергии  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{для проточной это } 1 - \frac{P_2}{P_0} = 0,491 = 49,1\% = \frac{E_{\text{потн}}}{E_{\text{полн}}}$$

$$\text{Ответ: } 1) \beta = 0,15 \frac{\text{А}}{\text{см}^2}$$

$$2) \text{на } \frac{E_{\text{потн}}}{E_{\text{полн}}} = 49,1\% \quad +7$$

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа



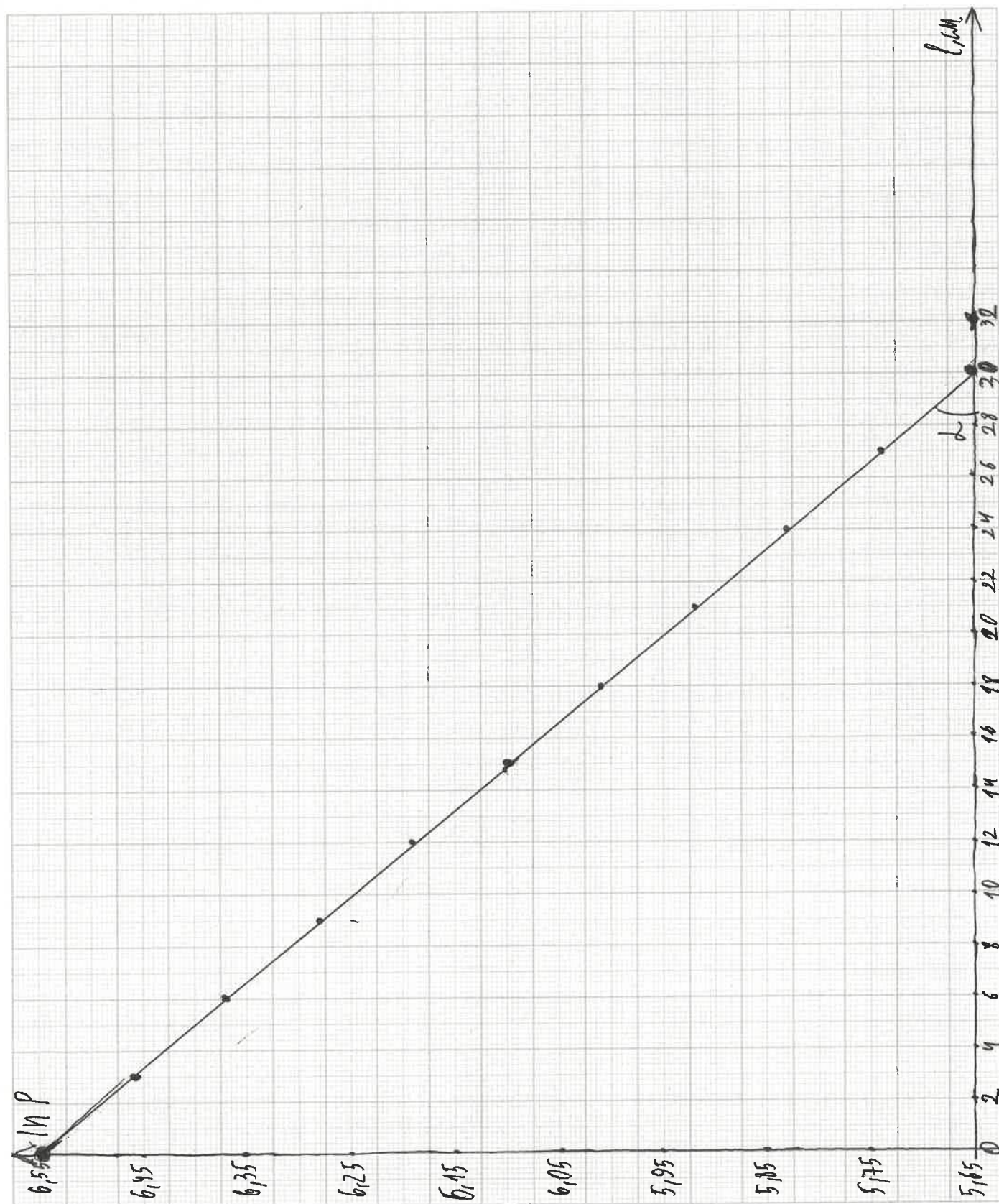


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О О 2 7 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

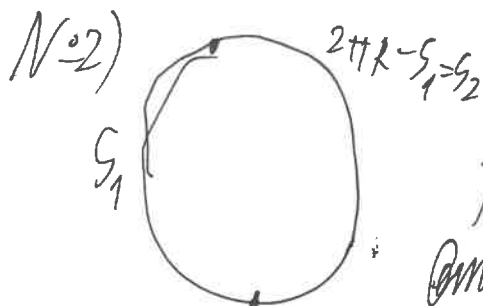
Вариант № 3

040002702326

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



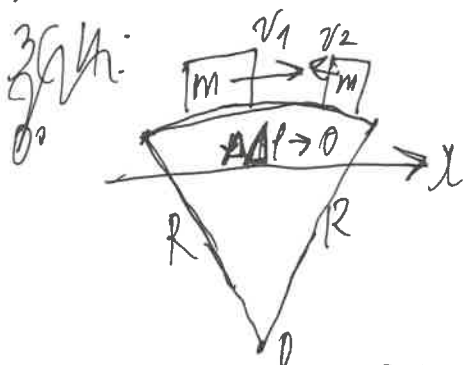
Пусть первое тело прошло  $S_1$ , тогда  
дуга  $S_2 = l_{\text{окр}} - S_1$ , где  $l_{\text{окр}}$  — длина

окружности,  $l_{\text{окр}} = 2\pi R \Rightarrow S_2 = 2\pi R - S_1$

$$V_1 = \beta \sqrt{S_1}$$

$$V_2 = \beta \sqrt{2\pi R - S_1}$$

Знайдем ЗС и в момент времени:



ЗС и:

$$0x: m v_1 - m v_2 = 2 m v_{\text{нм}}$$

$$v_{\text{нм}} = \frac{v_1 - v_2}{2} = \frac{\beta (\sqrt{S_1} - \sqrt{2\pi R - S_1})}{2}$$

$$a_n = \frac{v_{\text{нм}}^2}{R} = \frac{\beta^2 (\sqrt{S_1} - \sqrt{2\pi R - S_1})^2}{4R} = \frac{2\beta^2 (\pi R - \sqrt{S_1(2\pi R - S_1)})}{4R}$$

По условию  $a_n = \frac{\beta^4}{4R} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{\beta^4}{4R} = \frac{2\beta^2 (\pi R - \sqrt{S_1(2\pi R - S_1)})}{4R}$$

$$\beta^2 = 2\pi R - 2\sqrt{S_1(2\pi R - S_1)}$$

$$2\sqrt{S_1(2\pi R - S_1)} = 2\pi R - \beta^2$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

ФИО 0002702326

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$4S \cdot 2\pi R - \pi S^2 = 2\pi R - \beta^2$$

~~$$4S^2 - 8\pi R$$~~

$$4S^2 - 8\pi R S + 2\pi R - \beta^2 = 0$$

~~$$Q = k^2$$~~

$$\frac{Q}{4} = k^2 - AC = 16\pi^2 R^2 - 8\pi R + 4\beta^2$$

$$S_1 = \frac{4\pi R + \sqrt{16\pi^2 R^2 - 8\pi R + 4\beta^2}}{4} = \pi R + \sqrt{\pi^2 R^2 - \frac{\pi R}{2} + \frac{\beta^2}{4}}$$

$$S_2 = \pi R - \sqrt{\pi^2 R^2 - \frac{\pi R}{2} + \frac{\beta^2}{4}}$$

Заметим, что при равноускоренном движении

$$S = \frac{v_k^2 - v_n^2}{2a}, \text{ где } S - \text{пути, } v_k - \text{конечная скорость,}$$

$$a - \text{ускорение} \Rightarrow 2aS = v_k^2 - v_n^2$$

ВН Если  $v_n = 0$ , то

$$2aS = v_k^2$$

$$v_k = \sqrt{2aS}, \text{ сравним}$$

(данные в формуле с данными в условии)  
выразим  $v = \beta \sqrt{S}$ , так  $v_n = \beta \sqrt{0} = 0$ , то найдем

предположим также и  $v = \beta \sqrt{S} = \sqrt{2aS} \Rightarrow \beta = \sqrt{2a} \cdot \sqrt{S}$

выразим равноускоренное  $(a = a_T v_k, a = a_T \cdot \frac{v_k^2}{2a} = \frac{a_T v_k^2}{2a})$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 2 7 0 2 3 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

и т.к  $\beta = \sqrt{2a}$

$$\beta^2 = 2a$$

$$a = \frac{\beta^2}{2} \Rightarrow S_1 = \frac{at_1^2}{2} = \frac{\beta^2 \cdot t_1^2}{2 \cdot 2} = \frac{\beta^2 \cdot t_1^2}{4} =$$

$$= \pi R + \sqrt{\pi^2 R^2 - \frac{\pi R}{2} + \frac{\beta^2}{4}} \Rightarrow t_1 = \frac{2\sqrt{S_1}}{\beta}$$

$$S_2 = \frac{at_2^2}{2} = \frac{\beta^2 t_2^2}{4} \Rightarrow t_2 = \frac{2\sqrt{S_2}}{\beta} = \frac{2\sqrt{2\pi R - S_1}}{\beta}$$

$$T = t_1 - t_2 = \frac{2\sqrt{S_1}}{\beta} - \frac{2\sqrt{2\pi R - S_1}}{\beta} = \frac{2}{\beta} (\sqrt{S_1} - \sqrt{2\pi R - S_1}) =$$

$$= \frac{2}{\beta} \left( \sqrt{\pi R + \sqrt{\pi^2 R^2 - \frac{\pi R}{2} + \frac{\beta^2}{4}}} - \sqrt{\pi R - \sqrt{\pi^2 R^2 - \frac{\pi R}{2} + \frac{\beta^2}{4}}} \right)$$

Ответ:  $T = \frac{2}{\beta} \left( \sqrt{\pi R + \sqrt{\pi^2 R^2 - \frac{\pi R}{2} + \frac{\beta^2}{4}}} - \sqrt{\pi R - \sqrt{\pi^2 R^2 - \frac{\pi R}{2} + \frac{\beta^2}{4}}} \right)$

№1).  $\nu = KR^d \cdot \frac{\Delta p^\beta}{\ell^\gamma} \cdot \eta^\sigma$

$$\left[ \frac{M}{C} \right] = 1 \cdot [M^2] \left[ \frac{Pa^\beta}{M^\beta} \right] \cdot Pa^\sigma \cdot C^\sigma \Rightarrow \sigma = -1 \Rightarrow \eta$$

$$\Rightarrow \beta = 1 \Rightarrow 2 - \beta = 1 \Rightarrow d = 2 \Rightarrow \nu = \frac{KR^2 \Delta p}{\ell \eta} = \frac{R^2 \Delta p}{\ell \eta}$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант №

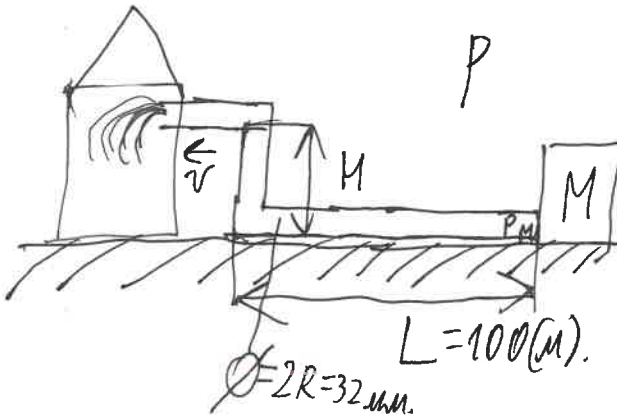
3

040002702326

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



$$R = 16 \text{ мм} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$$

$$\eta = 0,547 \text{ МПа} \cdot \text{с} = 5,47 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V = \frac{R^2 \Delta P}{4 \eta}$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{(16 \cdot 10^{-3})^2 \cdot \Delta P}{4 \cdot 5,47 \cdot 10^5}$$

$$\frac{\Delta P}{4} = \frac{5,47 \cdot 10^5}{(16 \cdot 10^{-3})^2} =$$

$$= 0,0213672 \cdot 10^{11} \frac{\text{Па}}{\text{м}}$$

$$\Delta P = 2136,72 \frac{\text{МПа}}{\text{м}}$$

Данная формула в конце  
на входе давление P, на входе P<sub>м</sub> → разница давлений

$$\Delta P = P - P_m$$

$$\Rightarrow \Delta P = P - P_m \Rightarrow \Delta P = P_m - P = 0,0213672 \cdot 10^{11} \frac{\text{Па}}{\text{м}}$$

$$8 \cdot 10^5 - 10^5 = 0,0213672 \cdot 10^{11}$$

$$l = 3,27 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

См. мм. 12.





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

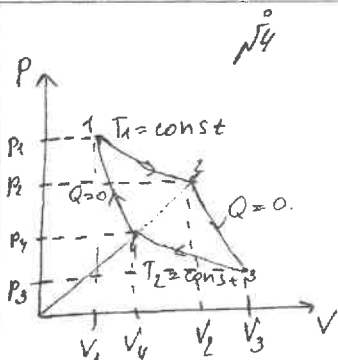
Вариант № 2

Ф и 0 0 0 2 7 0 7 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2 | 3 | 4 | 5  | 6 | Σ  |
|----|---|---|---|----|---|----|
| 10 | 6 | 8 | 5 | 25 |   | 54 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



Так как  $T_1$  и  $T_2$  — const, то 1-2 и 3-4 — изотермы.  $\Delta U = 0$ . (изменение внутренней энергии нет, так как температура постоянна)

$$p \propto V^{-2} \Rightarrow \begin{cases} 1) p_2 = 4p_4 \\ 2) p_4 = 2p_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{p_2}{p_4} = \frac{V_2^2}{V_4^2} = \left(\frac{V_2}{V_4}\right)^2 = 2^2 = 4. \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_2 = 4p_4 \\ V_2 = 2V_4 \end{cases}$$

В изотермах:

$$3) p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$4) p_3 V_3 = p_4 V_4$$

В изотерме  $Q = A$ , на участке 1-2 тепло подводится.

$\eta$  — КПД машины.

$$\eta = \frac{Q_1}{Q_2}, \text{ где } Q_1 - \text{количество тепла на участке 1-2. } Q_2 - \text{общее количество тепла.}$$

$$Q_1 = A_1$$

$$Q_2 = A_1 + A_2, \text{ где } A_1 - \text{работа на участке 1-2. } A_2 - \text{работа на участке 3-4.}$$

$$A_1 = \int_{p_4}^{p_2} p dV; A_2 = \int_{p_3}^{p_4} p dV$$

$$dA_1 = p dV$$

$$A_1 = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{\gamma - 1} = \frac{p_2 V_2 - p_4 V_4}{\gamma - 1}; A_2 = \frac{p_3 V_3 - p_4 V_4}{\gamma - 1} = \frac{p_4 V_4}{\gamma - 1}$$

$$\eta = \frac{\frac{p_2 V_2}{\gamma - 1}}{\frac{p_2 V_2}{\gamma - 1} + \frac{p_4 V_4}{\gamma - 1}} = \frac{p_2 V_2}{p_2 V_2 + p_4 V_4} = \frac{4p_4 \cdot 2V_4}{4p_4 \cdot 2V_4 + p_4 V_4} = \frac{8p_4 V_4}{9p_4 V_4} = \frac{8}{9}$$

$$\eta = 88,9\% \approx 89\%$$

Ответ: 89%

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 2 7 0 7 9 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1. Построим график  $P(n)$  на миллиметровой бумаге, откуда можно узнать  $B$  по началу экспоненциального спада.  
 $P = P_0 \cdot e^{-Bn}$ , когда один из множителей степени равняется 0, то  $P = P_0$  ( $n = 0$  при  $P = 700$  мкА)  $\Rightarrow P_0 = 700$  мкА.  
 Проанализируем данную формулу:

$$e^{Bn} = \frac{P_0}{P}, \text{ где } n \text{ и } P \text{ известны} \Rightarrow$$

$$e^B = \frac{P_0}{P \cdot e^{nB}}, \text{ тогда } B \text{ можно узнать}$$

и аналитически, воспользовавшись логарифмом.  
 П.к. основания  $e$ , то воспользуемся натуральным логарифмом.

$$\ln \cdot \frac{P_0}{P \cdot e^{nB}} = B \Rightarrow B \approx 0,19 \approx 0,2 \cdot 10^{-3}$$

2. При длине волны 10 см и концентрации  $9,302 \cdot 10^{-3}$  м.  
 $P_1 = 700 \cdot e^{-0,2 \cdot 0,1 \cdot 9,3} = 700 \cdot e^{-0,008}$

а при той же концентрации, но длине волны 15 см:  
 $P_2 = 700 \cdot e^{-0,2 \cdot 0,15 \cdot 9,3} = 700 \cdot e^{-0,9}$

$\varphi$  — доля поглощенной энергии

$$\varphi = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \cdot 100\% = \frac{700 - 700 \cdot e^{-0,9}}{700} \cdot 100\% \approx 99\%$$

$$\varphi = \frac{P_2}{P_1} = 100\%$$

$$\varphi = 40,9\% \approx 41\%$$

Ответ: 41%

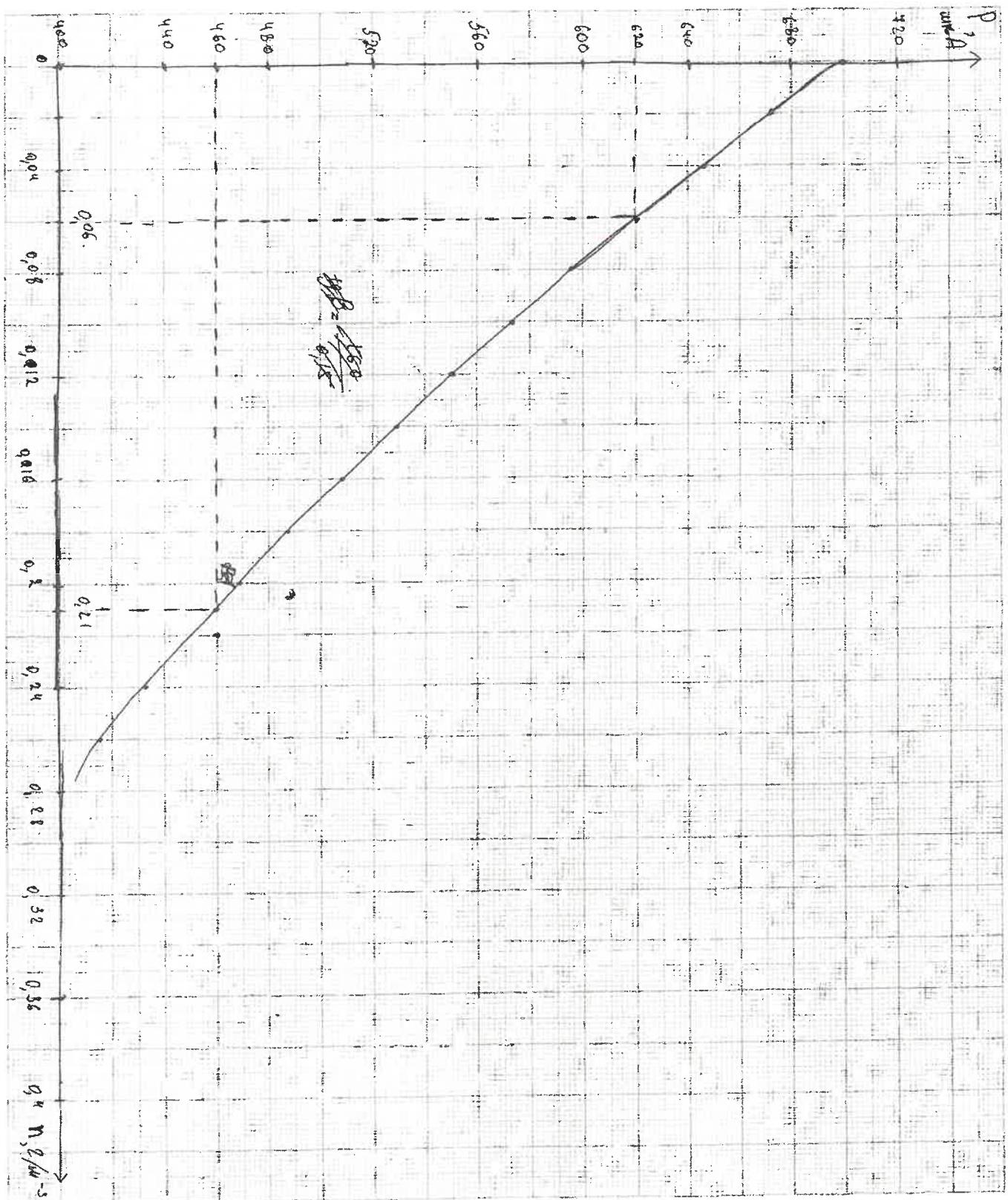
25

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф 4 0 0 2 7 0 7 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



45

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О 2 7 0 7 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



ЗСМ

Соответственно ч при столкновении его скорость будет больше.

$$1) m v_1 - m v_2 = 2 m v$$

$m$  - масса автомобиля тела

$v_1$  - скорость первого тела

$v_2$  - скорость второго тела

$v$  - общая скорость после столкновения

$$1) v_1 - v_2 = 2v \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 - v_2}{2}$$

Нормальное ускорения, является центростремительным и равно:

$$2) a_n = \frac{v^2}{R}, \text{ где } R - \text{ радиус круга. } + 2$$

$$3) v_1 = 2\sqrt{S_1}$$

$$4) v_2 = 2\sqrt{S_2}$$

$$5) v_1 = v_2 \sqrt{\frac{S_1}{S_2}} \quad 6) v_2 = \frac{v_2}{2} \left( \sqrt{\frac{S_1}{S_2}} - 1 \right)$$

Когда 1 тело проедет половину круга ( $\pi R$ ) у него будет скорость  $2\sqrt{\pi R}$  и останется 1 с до встречи, соответственно за 1 с он продвигается на  $2\sqrt{\pi R} \cdot t$ , где  $t = 1$  с,  $\Rightarrow 2\sqrt{\pi R} \cdot 1 \Rightarrow$

$S_1$  - общее расстояние 1 тела.

$S_2$  - пройденное расстояние 2 тела.

$$5) S_1 = \pi R + 2\sqrt{\pi R} = \sqrt{\pi R} (\sqrt{\pi R} + 2)$$

$$6) S_2 = \pi R - 2\sqrt{\pi R} = \sqrt{\pi R} (\sqrt{\pi R} - 2)$$

$$2) a_n = \frac{v_2^2}{4R} \left( \sqrt{\frac{S_1}{S_2}} - 1 \right)^2 = \frac{d^2}{4R} (\sqrt{S_1} - \sqrt{S_2})^2$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант №

2

Ф И О О О 2 7 0 7 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$2) a_n = \frac{d^2}{4R} (\sqrt{S_1} - \sqrt{S_2})^2$$

$$a_n = \frac{d^2}{4R} (S_1 + S_2 - 2\sqrt{S_1 S_2}) = \frac{d^2}{4R} (2\pi R - 2\sqrt{(\pi R)^2 - (d\pi R)^2})$$

$$a_n = \frac{d^2}{4R} (2\pi R - 2\sqrt{\pi^2 R^2 - d^2 \pi R}) = \frac{d^2}{2R} (\pi R - \sqrt{\pi^2 R^2 - d^2 \pi R})$$

Ответ:  $\frac{d^2}{2R} (\pi R - \sqrt{\pi^2 R^2 - d^2 \pi R})$

$$v = \frac{\Delta p}{l} \cdot \eta \cdot \pi R^2 = k \frac{\Delta p \cdot \pi R^2}{l \eta}$$

Формула средней скорости истечения несжимаемой жидкости

По размерностям:

$$\frac{м^3}{с} = \frac{Па \cdot м^2}{м \cdot Па \cdot с} = \frac{м}{с} \quad K = 1$$

сходится, значит формула верна

Дано:

$$\frac{\Delta p}{l} = 30 \text{ Па/м}$$

$$v = 2,4 \text{ м/с}$$

$$R = 0,2 \text{ м}$$

Зависимость  $\eta(^\circ\text{C})$  от  $\eta(\text{Па} \cdot \text{с})$  дана в таблице.

При данных числовых значениях

$$\eta = \frac{\Delta p \pi R^2}{l v} = 30 \text{ Па/м} \cdot \frac{0,2^2}{2,4} \approx 1,54 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

Температура в данном случае явно меньше  $20^\circ\text{C}$ .

И скорее всего около  $7-10^\circ\text{C}$ .

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2.

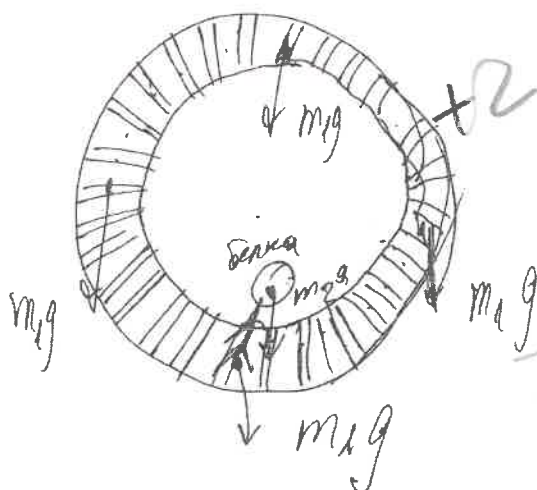
Ф И О О О 2 7 0 7 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Ответ:  $\eta = 15\%$  Па.с.  
 $t \approx 4-13^\circ\text{C}$   
 $t < 20^\circ\text{C}$  - точно!  
 №3.

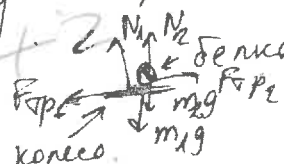


$$a = 0,4 \text{ м/с}^2$$

$$m_2 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$$

$$m_1 =$$



$$1) R = m_1 a$$

$$2) -\mu m_2 g = m_1 a$$

+2

$$\mu = \frac{m_1 a}{m_2 g} = 0,08$$

$$\pm 25$$

Ответ: 908

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 7 7 4 8 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|----|----|----|----|----|---|----|
| 14 | 20 | 10 | 10 | 30 |   | 84 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№1) Найдем зависимость между скоростью вытекания жидкости от перепада давлений на единицу длины, радиуса трубы, коэффициента дин. вязкости.

П.к. В условии сказано взять коэфф. пропорц. равный 1, то найдем в каких степенях стоят параметры.

$$V(R; \frac{\Delta P}{l}; \eta) = R^{\alpha} \cdot \left(\frac{\Delta P}{l}\right)^{\beta} \cdot \eta^{\gamma}$$

Найдем  $\alpha; \beta; \gamma$ ; подобрав размерности приравняем размерности

$$m \cdot s^{-1} = m^{\alpha} \cdot \frac{m \cdot s^{-2}}{m}^{\beta} \cdot \frac{m}{m \cdot s}^{\gamma}$$

$$m \cdot s^{-1} = m^{\alpha} \cdot m^{\beta} \cdot m^{-\beta} \cdot m^{\gamma} \cdot s^{-\beta} \cdot s^{-\gamma} = m^{\alpha + \beta - \beta + \gamma} \cdot s^{-\beta - \gamma}$$

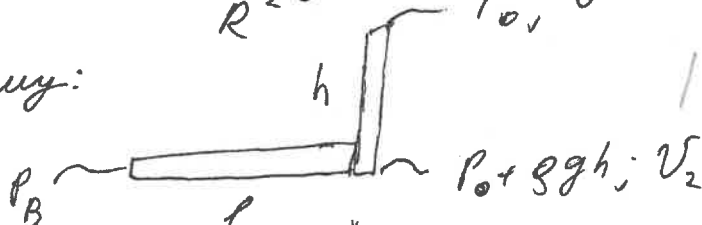
$$[Pa] = \frac{m \cdot s^{-2}}{m \cdot s}$$

$$\begin{cases} \alpha - 2\beta - \gamma = 1 \\ \beta + \gamma = 0 \\ -2\beta - \gamma = -1 \end{cases}$$

Решим систему и получим:  $\alpha = 2; \beta = 1; \gamma = -1$

$$V = \frac{R^2 \Delta P}{l \eta} \Rightarrow \Delta P = \frac{V l \eta}{R^2} (*)$$

Нарисуем схему:



Воспользуемся формулой (\*):

$$\Delta P = (P_B - P_0 + \rho g h) \Rightarrow P_B = P_0 + \rho g h + \frac{V_2 l \eta}{R^2} (1)$$

Найдем  $V_2$  по закону Бернулли:

$$P_0 + \frac{\rho V^2}{2} = P_0 + \rho g h + \frac{\rho V_2^2}{2} \Rightarrow V_2 = \sqrt{V^2 - 2gh} (2)$$

$$P_B = P_0 + \rho g h + \frac{V^2 - 2gh}{2} \frac{l \eta}{R^2}$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

9040002774826

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1. продолжение

Представим значение из условия. Примем высоту одного слоя за  $R, 5/м$ , а плотность воды за  $1000 \frac{кг}{м^3}$ .

Найдём  $V$  из условия, что

$$\frac{V_1 + V_2}{2} = \bar{V} = \frac{R^2 \rho g h}{\eta} = \frac{R^2 \rho g}{\eta}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{2R^2 \rho g}{\eta} - V \quad (2)$$

Подставим (2) в (1)

$$P_B = P_0 + \rho g h + \left( \frac{2R^2 \rho g}{\eta} - V \right) \frac{\eta}{R^2} = P_0 + \rho g h - \frac{V \eta}{R^2} + 2\rho g l$$

$$P_0 + \rho g h - \frac{V \eta}{R^2} + 2\rho g l$$

Подставим значение из услов. и примем, что высота слоя  $2,5 м$ , а плотность воды  $1000 \frac{кг}{м^3}$

$$P_B \approx 1699,9 \text{ кПа} \approx 1700 \text{ кПа}$$

2. Запишем ЗСИ для момента удара м.к. силы действующие на тела (сила тяжести перпенд. движению тел), м.е. вдоль оси удара на тела не действуют ~~свои~~ внешние силы.

$$mV_2 - mV_1 = 2mU \Rightarrow \frac{(V_2 - V_1)}{2} = U; \text{ где } V_2, V_1 - \text{ скорости 2-го и 1-го тела, а } U - \text{ скорость нового тела}$$

Центрострем. ускорение нового тела найдём как

$$a_n = \frac{U^2}{R} = \frac{(V_2 - V_1)^2}{4R} \quad (1)$$

П.к.к.  $E_k = \rho S$ ; то приравняв с уравнением об изм кин. энергии получим:





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002774826

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

(K2) продолж.

$$\Delta E_k = E_k - 0 = F \cdot S = E_k$$

$$E_k = \beta S \Rightarrow F = \beta \quad (\text{из предположения что сила действует в касательной к траектории, которое оказалось верным.})$$

⇒ это движение с постоянным ускор.

Найдём путь, который пройдёт второе тело за  $\Delta t$ :

$$\cancel{\frac{1}{2} \beta \Delta t^2} = \frac{\beta \Delta t^2}{m^2}$$

найдем  $V_{20}$  скорость через  $\Delta t$  после старта)

$$V_{20} = a \Delta t = \frac{\beta \Delta t}{m}$$

• Запишем II з-н Ньютона в скалярной форме для обоих тел. Так как до столкновения тела двигались в направлении  $\vec{C}$ .

$$m(V_1 - \frac{\beta \Delta t}{m}) = \beta \vec{C} \Rightarrow V_1 = V_2 - \frac{\beta \Delta t}{m} \Rightarrow V_2 - V_1 = \frac{\beta \Delta t}{m} \quad (2)$$

$$m V_1 = \beta \vec{C}$$

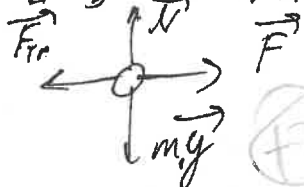
$$\bullet \text{ Подставим (2) в (1): } a_n = \frac{(V_2 - V_1)^2}{4R} = \frac{\beta^2 \Delta t^2}{4m^2 R}$$

$$\text{Ответ: } a_n = \frac{\beta^2 \Delta t^2}{4m^2 R}$$

(K3)

Единственная сила воздействия Белки, которая может создать вращать колесо это сила трения лоп Белки о колесо.

II з-н Ньютона для Белки:



П.к. Белка относительно земли не движется, то

$$\begin{cases} mg = N \\ F = F_{\text{тр max}} \\ F_{\text{тр max}} = \mu N = \mu mg \end{cases} \quad \text{где } F - \text{сила лопы Белки, } m - \text{масса Белки}$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 7 7 4 8 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри. (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

13 продолж.

Сила трения ~~действует~~  
на бели по IV закону Ньютона передается  
ролику и создает ~~у~~ момент силы равной  
 $M = F_{тр} \cdot R$ ; где  $R$  - радиус колеса

То ~~основную~~ ~~уравнение~~  
вращ. движение:

$$M = I \cdot \epsilon;$$

где  $I = m_2 R^2$ ;  $m_2$  - масса колеса (м.к. вся масса  
на ободу, по теореме так)

$\epsilon = \frac{a_{max}}{R}$  - угловое ускорение

$$F_{тр} \cdot R - m_2 R^2 \cdot \frac{a_{max}}{R} \Rightarrow a_{max} = \frac{F_{тр}}{m_2} = \frac{m_1}{m_2} \mu g$$

Ответ:  $a_{max} = \frac{m_1}{m_2} \mu g$

14) То ~~определенного КПД~~  $\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_{\text{отб}}}{Q_H} = 1 - \frac{Q_{\text{отб}}}{Q_H}$   
тепловой машины

III. к процессам 2-3 и 4-1 адиабатические, то  
~~начев и обрываются в них не происходит~~  
тепло принимается на процессе 1-2, и  
отдается на 3-4.

III. к 1-2 и 3-4 - изотермич. процессы, то

$$Q_H = Q_{12} = A_{12} = \nu R T_1 \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right)$$

$$Q_{\text{отб}} = Q_{34} = A_{34} = \nu R T_2 \ln \left( \frac{V_4}{V_3} \right)$$

Затем составим систему уравнений тепловых процессов:

$$\begin{cases} p_2 V_2^\gamma = p_3 V_3^\gamma \\ p_1 V_1^\gamma = p_4 V_4^\gamma \\ p_1 V_1 = p_2 V_2 \\ p_3 V_3 = p_4 V_4 \end{cases} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma = \frac{p_3}{p_4} \left( \frac{V_3}{V_4} \right)^\gamma \Rightarrow \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = \left( \frac{V_3}{V_4} \right)^{\gamma-1}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}; \quad \frac{p_3}{p_4} = \frac{V_4}{V_3}$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 2 7 7 4 8 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

14 продолж.

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_4}{V_3} \Leftrightarrow \frac{V_3}{V_4} = \frac{V_1}{V_2}$$

Положа уравнение КПД имеет вид:

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{отд}}}{Q_{\text{пр}}} = 1 - \frac{RT_2 \ln \frac{V_4}{V_3}}{RT_1 \ln \frac{V_1}{V_2}} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{P_4 V_4}{P_3 V_3} = 1$$

Из ТП. 4.  $V_2$  и  $V_4$  лежат на прямой из начала координат и  $V_2 = 3V_4$ , то

$$P_2 = 2V_2 = 3 \cdot 2V_4 = 3P_4, \text{ подставим это в (1):}$$

$$P_4 = 2V_4$$

$$\eta = 1 - \frac{3P_4 - 3V_4}{P_4 V_4} = 1 - \frac{P_4 V_4}{9P_4 V_4} = \frac{8}{9}$$

Ответ:  $\eta = \frac{8}{9}$

15 Из предположения Васькина зависимость имеет вид  $P = P_0 e^{-\beta n l}$

$$\Rightarrow \frac{P}{P_0} = e^{-\beta n l} = \frac{1}{e^{\beta n l}} \Rightarrow \frac{P_0}{P} = e^{\beta n l}$$

Теперь логарифмируем это выражение и получим:

$$\ln \left( \frac{P_0}{P} \right) = \beta n l$$

Из графика найдем  $\beta$  как  $\beta = \frac{\ln \left( \frac{P_0}{P} \right)}{n l} \approx 0,23$

2) Найдем долю поглощ. освещенности.

$$\frac{P}{P_0} = e^{-\beta n l} \approx 0,5$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

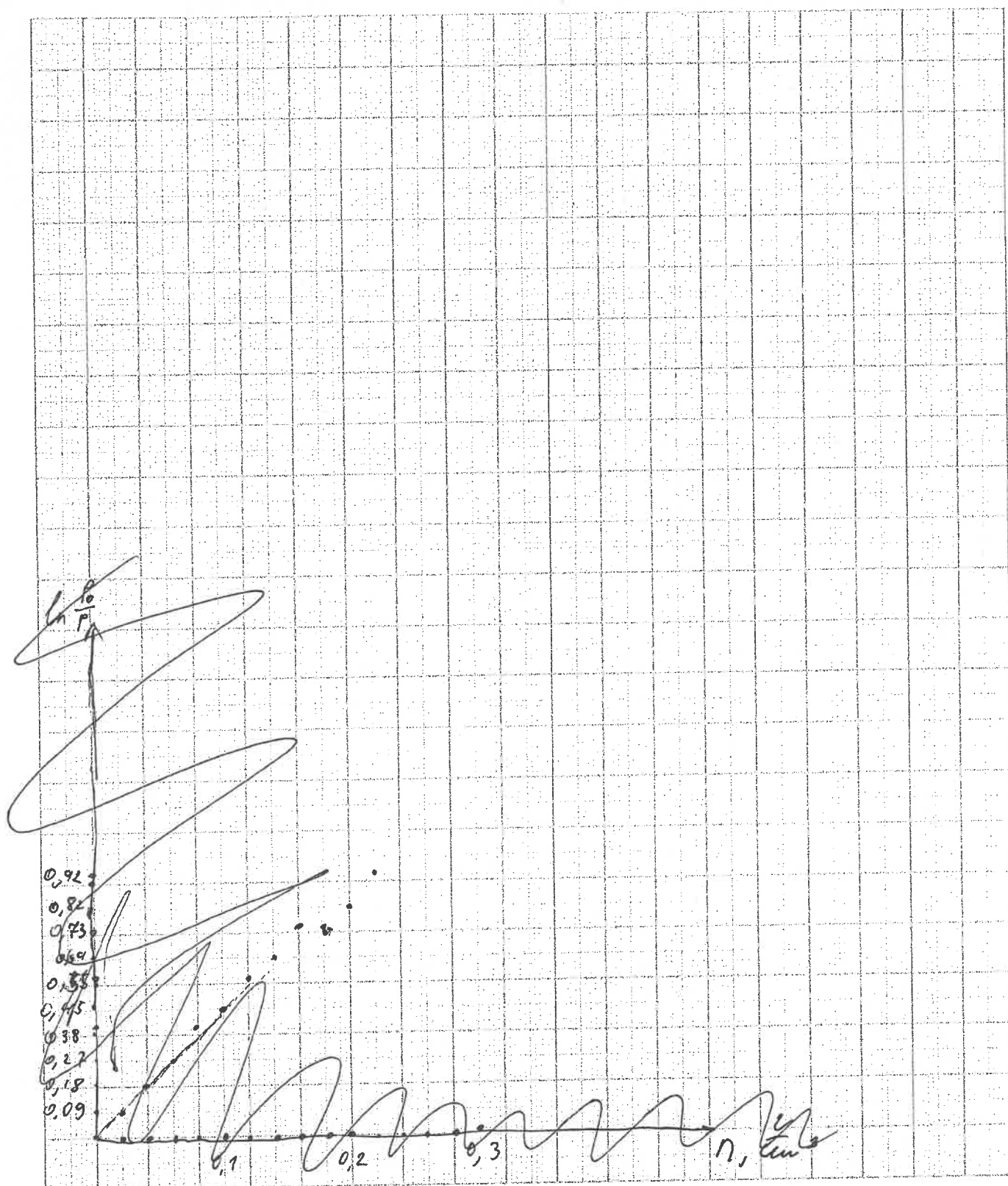


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002774826

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



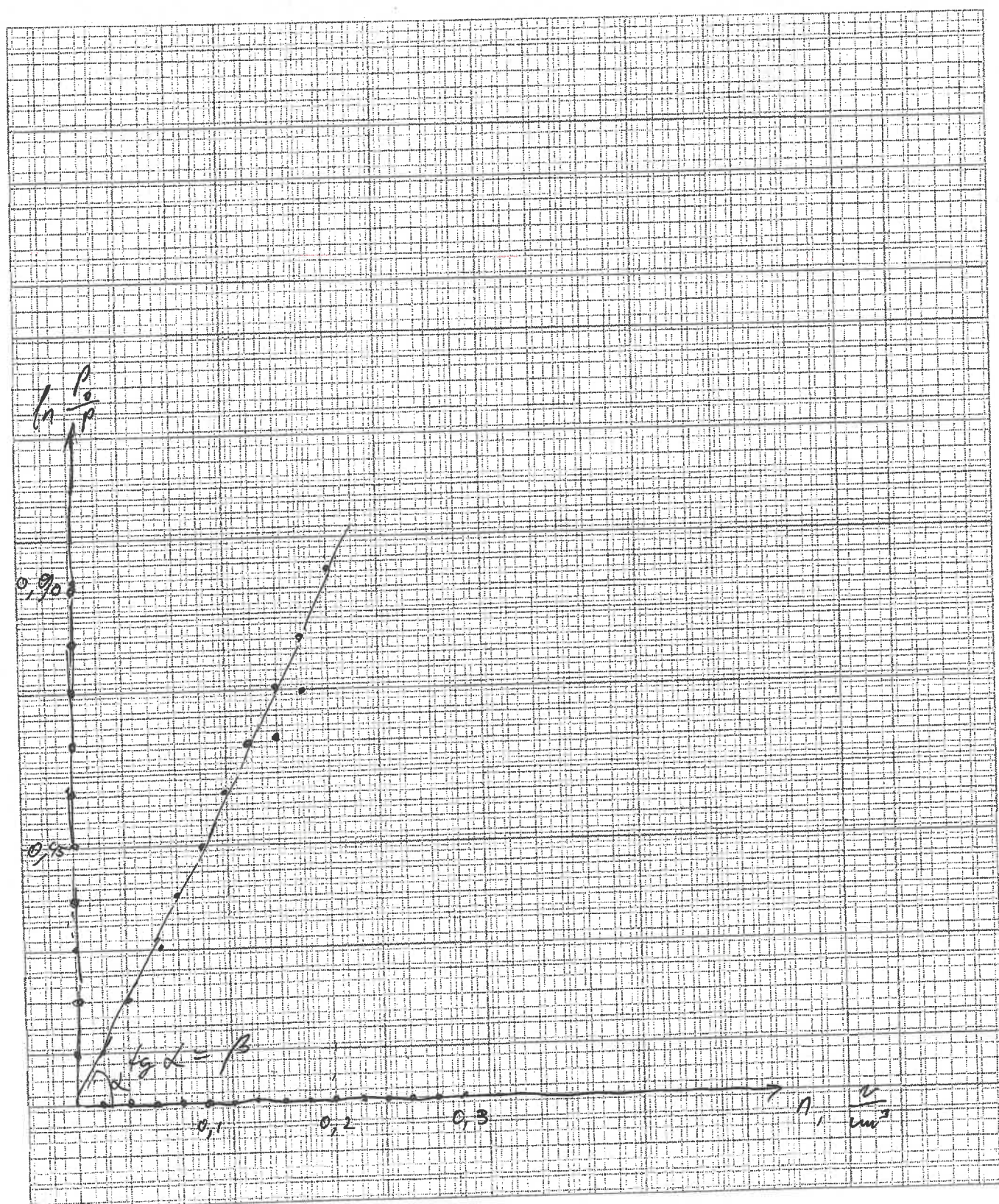


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|    |    |    |    |    |    |    |   |
|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 40 | 11 | 00 | 00 | 27 | 74 | 82 | 6 |
|----|----|----|----|----|----|----|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 4

Ф 4 0 0 0 2 8 7 5 8 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | Σ   |
|----|----|----|----|----|---|-----|
| 15 | 20 | 25 | 10 | 30 |   | 100 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Ж1.

По условию  $v \sim \frac{\Delta p}{l_m} \cdot \eta$

Воспользуемся методом размерностей:

$$v = A \left( \frac{\Delta p}{l_m} \right)^\alpha \eta^\beta \cdot R^\delta \cdot \epsilon^\gamma$$

$l_m$  — метры длины  $[l] = m$

Тогда  $[\eta] = Pa \cdot c = \frac{N}{m^2} \cdot \frac{m}{s} = \frac{kg \cdot m}{s^2 \cdot m^2} \cdot \frac{m}{s} = \frac{kg}{m \cdot s}$

$[v] = \frac{m}{s}$   $[\Delta p] = Pa = \frac{kg}{m \cdot s^2}$   $[R] = m$   $[\epsilon] = m$

$$\frac{m}{s} = \left( \frac{kg}{m \cdot s^2} \right)^\alpha \cdot \left( \frac{kg}{m \cdot s} \right)^\beta \cdot m^\delta \cdot (m)^\gamma$$

~~$m \cdot s^{-1} = m^{\alpha+\beta+\delta+\gamma} \cdot kg^{\alpha+\beta} \cdot s^{-2\alpha-\beta}$~~

$d=1$

$kg: 0 = \alpha + \beta$

$\beta = -\alpha = -1$

$m: 0 = -2 - \beta + \delta + \gamma$

$s: -1 = -2\alpha - \beta$

$-1 = 2\alpha - \beta = \beta$

$\alpha = -1$

$d=1$

$kg \cdot m: 1 = -1 + \delta$   $\delta=2$

$kg \cdot m: 0 = -1 + 1 + \gamma$   $\gamma=0$

$v = \frac{\Delta p}{\eta} \cdot \epsilon^2$

$\Delta p = \frac{2 \cdot 438 \cdot 10^{-3}}{70000^{-2}} = \frac{3 \cdot 438 \cdot 10^{-3}}{70000^{-2}}$



Вариант № 4

ФИО 0002875826

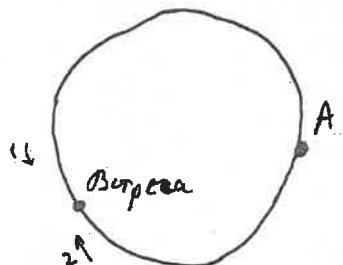
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№2.

Рассмотрим момент столкновения



$$E_{k1} = \beta \cdot x \cdot 2\pi R = \frac{mv_1^2}{2}$$

х - расстояние  
от центра диска  
до точки А

$$E_{k2} = \beta \cdot (R-x) \cdot 2\pi R = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$v_1^2 = \frac{4\pi R \beta x}{m} \quad v_2^2 = \frac{4\pi R \beta (R-x)}{m}$$

В момент удара по 3CU:  $2m\omega = mv_1 + mv_2$

$$\omega = \frac{v_1 + v_2}{2R}$$

$$a_R = \frac{v^2}{R} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{4R} = \frac{\beta^2}{m^2 R} \text{ (по условию)}$$

$$v_1 - v_2 = 2 \frac{\beta}{m} \quad 0$$

$$v_1^2 - v_2^2 = \frac{4\pi R \beta x}{m} - \frac{4\pi R \beta (R-x)}{m} = \frac{4\pi R \beta}{m} (x - (R-x)) = \frac{4\pi R \beta}{m} (2x - R)$$

$$\frac{v_1^2 - v_2^2}{v_1 - v_2} = v_1 + v_2 = 2\pi R (2x - R)$$

$$0 + 0 = 2v_1 = 2 \frac{\beta}{m} + 2\pi R (2x - R)$$

$$v_1 = \frac{\beta}{m} + \pi R (2x - R)$$

$$0 = v_1 = 2 \frac{\beta}{m} + v_2$$

$$2 \sqrt{\frac{\beta R \beta x}{m}} + \frac{2\beta}{m} + 2 \sqrt{\frac{\beta R \beta (R-x)}{m}}$$

$$\frac{\pi R \beta x}{m} = \left( \frac{\beta}{m} + \sqrt{\frac{\pi R \beta (R-x)}{m}} \right)^2$$

$$\frac{\pi R \beta x}{m} = \frac{\beta^2}{m^2} + 2 \frac{\beta}{m} \sqrt{\frac{\pi R \beta (R-x)}{m}} + \frac{\pi R \beta (R-x)}{m}$$

Вариант № 4

Ф И О О О 2 8 7 5 8 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$v_1 - v_2 = 2 \frac{\Delta}{m} \text{ по 1}$$

$$v_1 + v_2 = 2 \frac{\Delta}{m} (2 \text{ м})$$

$$E_k = \beta S$$

$$\frac{mv^2}{2} = \beta S$$

$$v^2 = 2 \frac{\beta}{m} S \quad \left| \frac{d}{dt} \right.$$

$$2v \cdot a_t = 2 \frac{\beta}{m} S$$

$$2a_t = 2 \frac{\beta}{m}$$

$$a_t = \frac{\beta}{m} = \text{const}$$

$$v_1 = a_t(t + \tau) \quad v_2 = a_t \tau$$

$$v_1 - v_2 = a_t \tau$$

$$\text{Тогда } v_1 - v_2 = 2 \frac{\beta}{m} = a_t \tau = \frac{\beta}{m} \tau$$

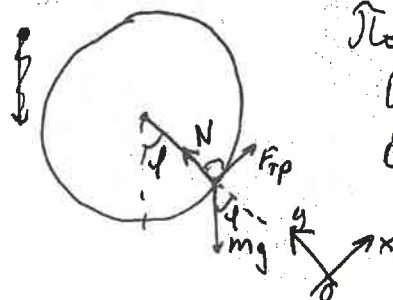
$$\tau = 2c$$

УЗ.

Рассмотрим движение бейки

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр}2} \text{ (по 3. 3. 8.)} \leq \mu N$$

Рассмотрим бейку:



По 2. 3. 8. на

$$O_y: N = mg \cos \varphi$$

$$O_x: mg \sin \varphi = F_{\text{тр}}$$





Вариант № 4

Ф И О О О 2 8 7 5 8 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

В предельном случае:

$$F_{тр} = \mu N$$

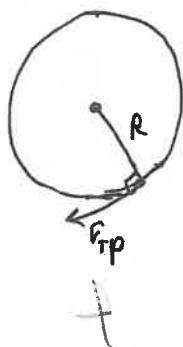
$$m g \sin \varphi = \mu N = \mu m g \cos \varphi$$

$$\tan \varphi = \mu$$

$\varphi = \arctg \mu$  - В этом случае достигается максимальная

$$F_{тр}. \quad \varphi = \arctg 0,3 = 16,7^\circ$$

Для колеса:



$$\mathcal{M}_{F_{тр}} = I \epsilon$$

$$F_{тр} \cdot R = I \epsilon$$

$$I = \int R^2 dm = m_2 R^2$$

$$a = \epsilon R \quad \epsilon = \frac{a}{R}$$

$$F_{тр} \cdot R = m_2 R^2 \cdot \frac{a}{R}$$

$$F_{тр} = m_2 a$$

Предельный случай достигнут,  $F_{тр} = \mu m_1 g \cos \varphi$

$$\mu m_1 g \cos \varphi = m_2 a$$

$$g = \frac{m_2}{m_1} \cdot a \cdot \frac{1}{\mu \cos \varphi}$$

$$g = \frac{450}{350} \cdot 0,35 \cdot \frac{1}{0,3 \cdot \cos \varphi} = 1,57 \frac{m}{c^2}$$

+

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Вариант № 4

ФИО 0002875826

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

W4.

$$\eta = 1 - \frac{T_x}{T_n}$$

$$V_2 = 2V_4$$

$$P_2 = 2 V_2^3 = 8 V_4^3$$

$$P_4 = \alpha V_4^3$$

$$P_2 V_2 = \gamma R T_2$$

$$\gamma R T_2 = P_2 V_2 = 8 \alpha V_4^3 \cdot 2 V_4 = 16 \alpha V_4^4$$

$$T_2 = \frac{16 \alpha V_4^4}{\gamma R}$$

(по уравнению Менделеева-Клапейрона)

$$P_4 V_4 = \gamma R T_3$$

$$\gamma R T_3 = \alpha V_4^3 \cdot V_4 = \alpha V_4^4$$

$$T_3 = \frac{\alpha V_4^4}{\gamma R}$$

$$T_1 > T_3$$

$$\eta = 1 - \frac{T_3}{T_1} = 1 - \frac{1}{16} = \frac{15}{16} = 0,9375 = 93,75\%$$

W5.

$$P = P_0 e^{-\beta n \cdot l}$$

Прологарифмируем:

$$\ln P = \ln (P_0 \cdot e^{-\beta n l}) = \ln P_0 + \ln e^{-\beta n l}$$

$$\ln P = \ln P_0 - \beta n l$$

Перестроим таблицу:

| $l, \text{см}$ | $P, \text{мкА}$ | $\ln P$ |
|----------------|-----------------|---------|
| 0              | 700             | 6,554   |
| 3              | 584,6           | 6,371   |
| 6              | 488,3           | 6,191   |
| 9              | 407,8           | 6,011   |
| 12             | 340,6           | 5,831   |
| 15             | 284,4           | 5,650   |
| 18             | 237,6           | 5,471   |
| 21             | 198,4           | 5,290   |
| 24             | 165,7           | 5,110   |
| 27             | 138,4           | 4,93    |
| 30             | 115,6           | 4,75    |

Построим график  $\ln P(l)$

Получившийся график должен быть линейным.

Проводим усредняющую прямую, по 2-ым точкам данной прямой считаем угловой коэффициент

$$\ln P_{30} - \ln P_3 = -\beta n l_{30} + \beta n l_3$$

$$\ln P_{30} - \ln P_3 = -\beta n (l_{30} - l_3)$$

$$-\beta n = \frac{\ln P_{30} - \ln P_3}{l_{30} - l_3} = -0,06$$

$$\beta n = 0,06$$

$$\beta = 0,06 \cdot \frac{1}{n} = 0,06 \cdot \frac{1}{0,3} = 0,2$$

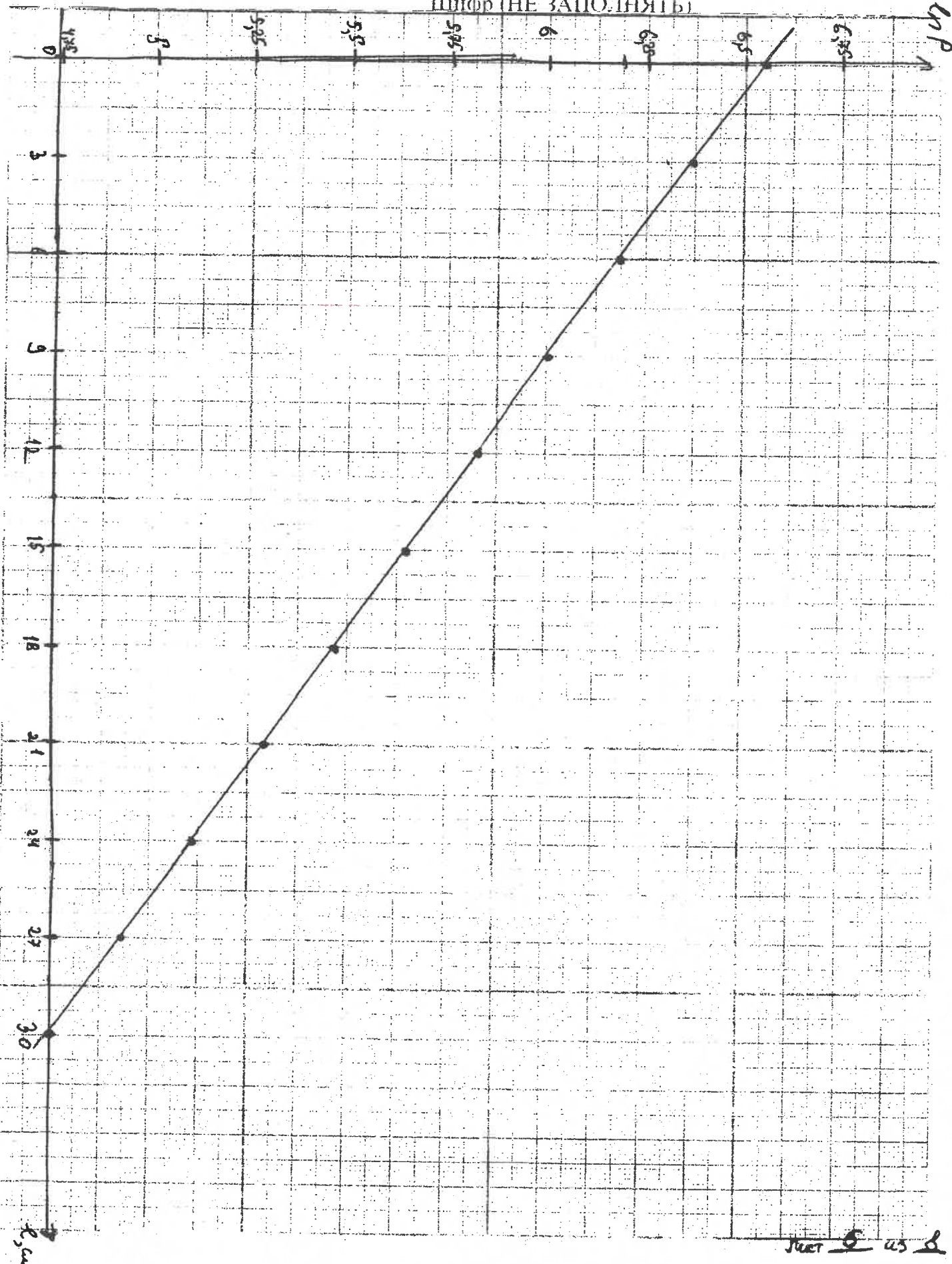
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Вариант № 4

Ф4000 28758 26

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



Вариант № 4

940002875826

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$[-\beta \cdot n \cdot c] = 1$$

$$[\beta] \cdot [n] \cdot [c] = 1$$

$$[\beta] \cdot \frac{2}{\text{см}^3} \cdot \text{см} = 1$$

$$[\beta] = \frac{\text{см}^2}{2} \quad \text{Итого } \beta = 0,2 \frac{\text{см}^2}{2}$$

$$2. \text{ Промежутого} = P_0 e^{-\beta \cdot n \cdot c}$$

$$\text{Поглощенного} = P_0 - \text{Промежутого} = P_0 (1 - e^{-\beta \cdot n \cdot c})$$

$$\Delta = \frac{\text{Поглощенного}}{P_0} = 1 - e^{-\beta n c} = 1 - e^{-0,2 \cdot 0,2 \cdot 15} = 0,45$$

Ответ:  $\beta = 0,2 \frac{\text{см}^2}{2}$ ,  $\Delta = 0,45$  - поглощенная доля.

По условию задачи:  $v \sim \frac{\Delta p}{1 \text{ м}} \cdot \eta$

$$\Delta p_z = \Delta p \cdot l$$

Воспользуемся методом размерностей:

$$v = A \left( \frac{\Delta p}{1 \text{ м}} \right)^\alpha \cdot \eta^\beta \cdot R^\gamma$$

$$\left[ \frac{\Delta p}{1 \text{ м}} \right] = \frac{\text{Па}}{\text{м}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{м}^3 \cdot \text{с}^2} = \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}^2}$$

$$[\eta] = \text{Па} \cdot \text{с} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{с} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}^2} \cdot \text{с} = \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$$

$$[v] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad [R] = \text{м}$$

$$\frac{\text{м}}{\text{с}} = \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}^2} \right)^\alpha \cdot \left( \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}} \right)^\beta \cdot (\text{м})^\gamma$$

Для кг:  $0 = 2 + \beta$

$$\Delta = -\beta$$

Для с:  $-1 = -2\alpha - \beta$

$$-1 = 2\beta - \beta = \beta \quad \alpha = 1$$

Для м:  $1 = -2\alpha - \beta + \gamma$

$$1 = -2 + 1 + \gamma \quad 1 = -1 + \gamma \quad \gamma = 2$$



Вариант № 4

Ф 4 0 0 0 2 8 7 5 8 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Тогда:

$$v = \frac{\Delta p}{\rho} \cdot R^2 \quad (\text{по условию } A=1)$$

$$\Delta p = \frac{\eta \cdot l}{R^2}$$

$$\Delta p_z = \Delta p \cdot l = \frac{\eta \cdot l^2}{R^2} +$$

$$\Delta p_z = p_n - p_0$$

$$p_n \Rightarrow p_0 = \frac{\eta \cdot l^2}{R^2}$$

$$p_n = p_0 + \frac{\eta \cdot l^2}{R^2} = 10^5 + \frac{3 \cdot 438 \cdot 10^{-3} \cdot 70 \cdot 10^3}{(1420 \cdot 10^{-3})^2} = 145615 \text{ Па} \approx 1,46 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Ответ:  $1,46 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

4 -

158

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

ФИО 0002934026

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2 | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|----|---|---|----|----|---|----|
| 11 | 6 | 8 | 10 | 25 |   | 60 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N 5

Дано:  $n = 0,2 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ;  $P = P_0 e^{-\beta n l}$ ; таблица

Найти: 1.  $\beta$  2.  $P$  при  $l = 15 \text{ см}$ ,  $n = 0,3 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

Решение:  $P = P_0 e^{-\beta n l} \Rightarrow$  тороидальная трубка

$$\ln P = \ln P_0 e^{-\beta n l} = \ln P_0 + \ln e^{-\beta n l} \Rightarrow$$

$$\ln P = \ln P_0 - \beta n l$$

$$\ln P = \ln P_0 + (-\beta n l) \ln e = \ln P_0 - \beta n l \Rightarrow$$

$$\ln P = \ln P_0 - \beta n l$$

\* Зависимость  $\ln P(l)$  линейная, вида  $y = -kx + b$   
 $\Rightarrow$  Коэффициент графика  $\ln P(l)$  коэф. наклона будет  $-\beta n$ , а  
 сдвиг по оси  $\ln P(l)$  будет  $\ln P_0$ .

| $l, \text{ см}$ | 0    | 3    | 6    | 9    | 12   | 15   | 18   | 21   | 24   | 27   | 30   |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\ln P$         | 6,61 | 6,55 | 6,49 | 6,43 | 6,37 | 6,31 | 6,25 | 6,19 | 6,13 | 6,07 | 6,01 |

| $l, \text{ см}$ | 0    | 3    | 6    | 9    | 12   | 15   | 18   | 21   |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\ln P$         | 6,55 | 6,46 | 6,37 | 6,28 | 6,19 | 6,10 | 6,02 | 5,92 |

| 24   | 27   | 30   |
|------|------|------|
| 5,83 | 5,74 | 5,65 |

(График на 5 месте)

$$\text{из графика } \alpha = \frac{\Delta \ln P}{\Delta l} = \frac{-0,95}{32} = -0,030$$

$$\alpha = -\beta \cdot n = -0,030 \Rightarrow \beta = \frac{0,030}{n} = \frac{0,030}{0,2} = \frac{3}{20} = \frac{15}{100} = 0,15 = \beta$$

$$P = P_0 \cdot e^{-\beta n l} \quad [\text{масса} = \text{масса} \cdot x] \quad x - \text{длина} \Rightarrow -\beta \cdot n \cdot l = 1 \quad [P] \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot \frac{\text{см}^2}{2}$$

$$\beta = 0,15 \frac{\text{см}^2}{2} +$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

ФИО 0002934026

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

2.  $l = 15 \text{ см}; n = 0,30 \frac{\text{см}}{\text{см}^2}$

P-2

по графику: сдвиг вверх по оси  $\ln P$  равен 6,55

$\Rightarrow \ln P_0 = 6,55 \Rightarrow P_0 = 700 \text{ мкА}$

$P = P_0 e^{-\beta n l} = 700 e^{-0,15 \cdot 0,3 \cdot 15} = 700 \cdot 0,51 = 357 \text{ мкА}$

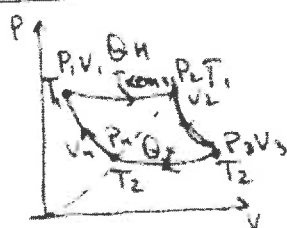
Ответ:  $\beta = 0,15 \frac{\text{см}^2}{\text{см}}$ ;  $P = 357 \text{ мкА}$

N4

Дано:  $P = \alpha V^2$ ;  $\frac{V_2}{V_1} = 3$ ; график

Найти:  $\eta$  (к.п.д.)

Решение:



м. 2 и 4 лежат на зависимости  $P = \alpha V^2$

$\Rightarrow P_2 = \alpha V_2^2$   $\frac{V_2}{V_1} = 3 \Rightarrow V_2 = 3V_1$

$P_4 = \alpha V_4^2$

$\Rightarrow P_2 = 9 \alpha V_1^2 = 9P_1$

Условие идеального газа:  $PV = \nu RT$

Для м. 1 и 2:  $P_1 V_1 = \nu R T_1$  (м.к. 1-2 - изотерма  $T = \text{const}$ )  
 $P_2 V_2 = \nu R T_1$

$\Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 = 9P_1 \cdot 3V_1 = 27P_1 V_1$

$\eta = \frac{A}{Q_{\text{н}}}$  В цикле Карно  $\eta = 1 - \frac{T_{\text{х}}}{T_{\text{н}}} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$  (верхняя изотерма  $G_{\text{н}}$ , нижняя изотерма  $G_{\text{х}}$ )

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{9P_1 \cdot 3V_1}{P_1 V_1} = 27$  + 10

$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{1}{27} = \frac{26}{27}$

Ответ:  $\frac{26}{27}$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

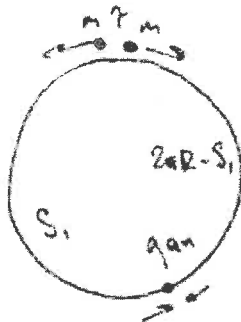
ФИО 0002934026

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

~2



Дано:  $a_n = \frac{\beta^4}{4R}$ ,  $v = \beta \sqrt{S}$ ;  $R$

Найти:  $\gamma$

Решение: Пусть перед столкновением у нас были скорости  $v_1$  и  $v_2$ . Тогда по ЗРЧ:  $mv_1 - mv_2 = 2mv'$  +2

$a_n = \frac{\beta^4}{4R} = \frac{v'^2}{R} \Rightarrow v' = \frac{\beta^2}{4} \Rightarrow |v_1 - v_2| = \beta^2$  +2

Пусть 1 тело прошло путь  $S_1$ , тогда 2 тело прошло путь  $2R - S_1$ .

$\Rightarrow v_1 = \beta \sqrt{S_1}$ ;  $v_2 = \beta \sqrt{2R - S_1}$

Рассмотрим единицы измерения  $\beta$ .  $[\frac{m}{c}] = [\beta] \cdot [v] \Rightarrow$

$[\beta] = [\frac{m}{c}] \Rightarrow \beta = \frac{\sqrt{S}}{+}$

$\beta^2 \Rightarrow \beta^2 = v_1 - v_2 = \beta \sqrt{S_1} - \beta \sqrt{2R - S_1} \Rightarrow \beta = \frac{\sqrt{S_1} - \sqrt{2R - S_1}}{+2}$

Для 1 тела:  $\frac{\sqrt{S_1}}{+2 + \gamma} = \sqrt{S_1} - \sqrt{2R - S_1}$

Для 2 тела:  $\frac{\sqrt{2R - S_1}}{+2} = \sqrt{S_1} - \sqrt{2R - S_1}$  +2

$\Rightarrow \gamma = 1c$

Ответ:  $\gamma = 1c$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

ФИО 0002934026

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№ 3

Дано:  $a = 0,4 \frac{m}{c^2}$ ;  $\mu = 0,3$ ;  $g = 10 \frac{m}{c^2}$

Найти:  $\frac{M}{m}$

Решение: т.к. масса распределена только на обод, центр масс будет находиться в центре колеса. Пусть радиус колеса  $r$ , тогда по закону сохранения энергии:

$$\Delta E = \Delta \bar{M}$$



$$\Delta \bar{M} = F_{тр} r, \text{ где}$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg$$

$$\Rightarrow \Delta E = \mu mgr \quad \Delta E_{\text{кинет}} = Mv^2 \quad E = \frac{a}{r}$$

по II закону Ньютона:

$$\Delta \bar{F} = m \bar{a} \quad a = 0 \Rightarrow \Delta \bar{F} = 0$$

$$mg = N$$

+2

+2

+2

$$\Rightarrow Mv^2 \frac{a}{r} = \mu mgr \Rightarrow Ma = \mu mg \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{\mu g}{a} = \frac{0,3 \cdot 10}{0,4} = \frac{15}{2}$$

+2

Ответ:  $\frac{15}{2}$ .

№ 1

Дано:  $\eta = 0,547 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ ;  $R = 0,16 \text{ мм}$ ;  $P = 10^5 \text{ Па}$ ;  $P_m = 8 \text{ атм}$ ;  $S = 100 \text{ м}$

$v = 1 \text{ см/с}$

Найти:  $h$

Решение:  $v$  зависит от  $R$ ,  $\frac{dP}{dL}$  и  $h$ . Рассмотрим размерности:

$$\left[ \frac{m}{c} = m^2 \left( \frac{\text{Па}}{m} \right) \cdot (\text{Па} \cdot \text{с})^m \right] \rightarrow \left[ \frac{m}{c} = m^2 \cdot \frac{\text{Па}}{m} \cdot \frac{1}{\text{Па} \cdot \text{с}} \right] \Rightarrow v = \frac{R^2 dP}{L \cdot \eta} \quad +105$$

$$\text{по Т. Пифагора: } l = \sqrt{S^2 + h^2}; \quad \Delta P = P_m - P \quad +1$$

$$\Rightarrow h = \sqrt{\frac{R^4 (P_m - P)^2}{\eta^2 v^2} - S^2} = 327605 \text{ м}$$

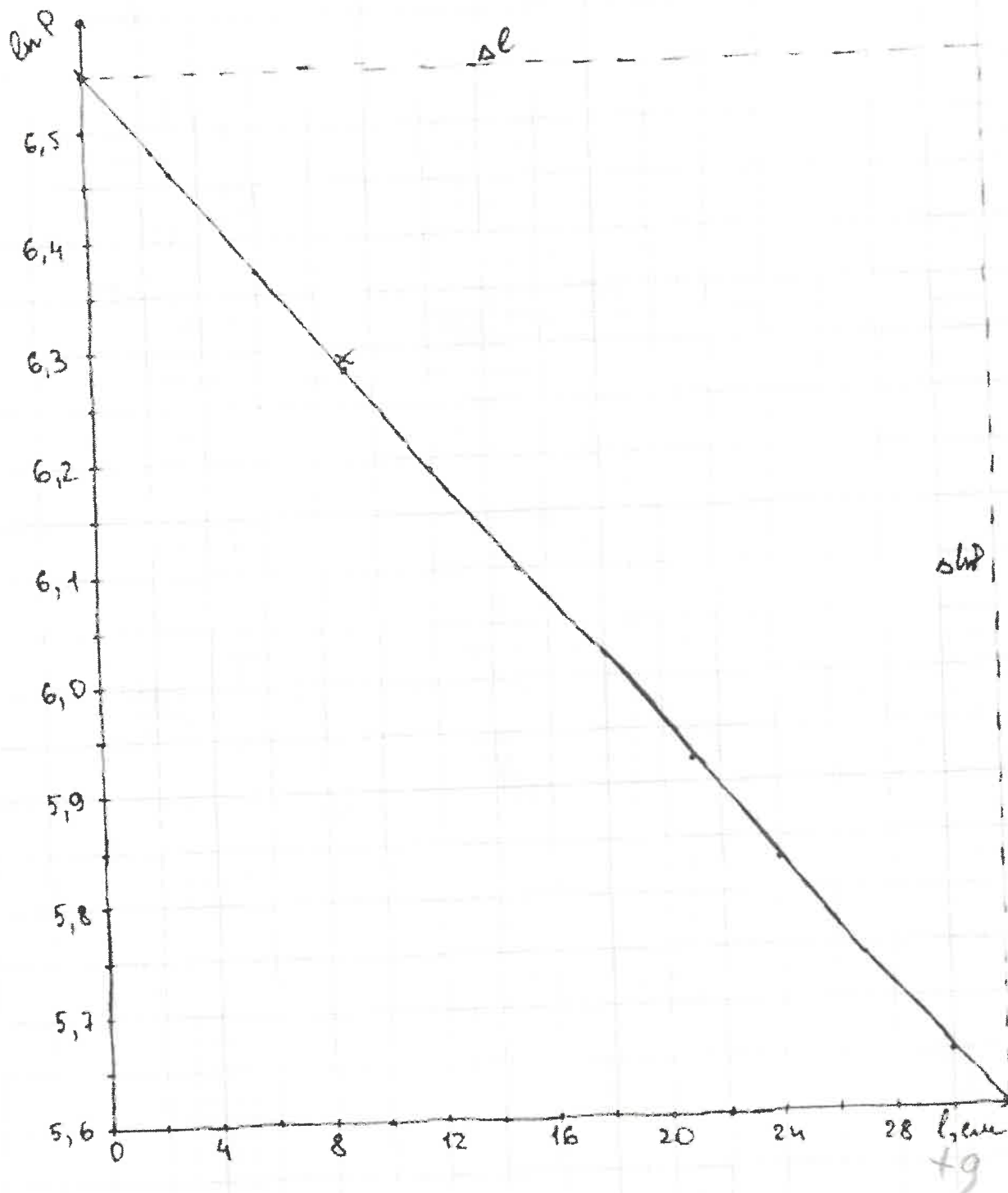
Ответ: 327605 м

Олимпиада школьников «БЕЛЫЧОНОК»

Вариант № 3

ФИО 0002934026

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002995126

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|---|----|---|----|----|---|----|
| 9 | 18 | 6 | 10 | 10 |   | 53 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N1

Вывести формулу скорости истечения жидкости через отверстие.

Так как в размерности скорости создаются ~~изменения~~ <sup>изменения</sup>, то, следовательно, и  $\eta$  тоже в размерности.

Так как в размерности скорости отсутствуют ~~изменения~~ <sup>изменения</sup>  $\rho$ , то  $\rho$  тоже в размерности ~~изменения~~ <sup>изменения</sup>  $\frac{d\rho}{dt} = \frac{\rho}{t}$ , то есть

на данный момент  $V \sim \frac{P \cdot t}{\rho \cdot \eta} \left[ \frac{P}{\rho \cdot \eta} \right] = \frac{Pa}{\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}} \cdot \frac{1}{\text{кг} \cdot \text{м}^2}$  Также в условии

сказано, что это диаметр трубы  $R$ , значит, скорее всего,  $V \sim \text{площадь трубы}$

то есть  $\pi R^2$ . Итого  $V \sim \frac{P \cdot \pi R^2}{\rho \eta}$ . Проверим размерности  $\left[ \frac{P \cdot \pi R^2}{\rho \eta} \right] = \frac{Pa \cdot m^2}{\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}} = \frac{m^3}{\text{с}}$

Размерности совпали. Теперь поставим данные из условия и получим  $P$

$$P = \frac{V \cdot \rho \cdot \eta}{\pi R^2} \quad P = \frac{1.50 \cdot 940 \cdot 10^{-3}}{314 \cdot (16 \cdot 10^{-3})^2} \approx 29,05 \text{ Па.}$$

В трубе необходимо создать давление  $\approx 29,05 \text{ Па}$

N4

Можно ли на графике  $P(V)$  из одной прямой, проходящей через начало,

значит  $P \propto V \Rightarrow k = \frac{P}{V} = \text{const}$

$$\frac{P_2}{V_2} = \frac{P_4}{V_4} \Rightarrow \frac{P_2}{P_4} = \frac{V_2}{V_4} = 3 \Rightarrow P_2 = 3 P_4$$

Запишем ур-е Менделеева-Клапейрона

$$P_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow 3 P_4 \cdot 3 V_4 = \nu R T_2 \quad \left| \Rightarrow \frac{T_4}{T_2} = \frac{1}{9} \right.$$

$$P_4 V_4 = \nu R T_4$$

Так как газ имеет фиксированную массу  $\nu$ , то  $P \propto (1 - \frac{T_H}{T_H}) \cdot 100\%$

$T_H = T_4, T_H = T_2$   
(исходная) (исходная)

$$\eta = (1 - \frac{1}{9}) \cdot 100\% \approx 88,9\%$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

ФИО 0002995126

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N3

Рассмотрим нашу задачу. Когда она движется, она своей лопаткой толкает ядро, которое в свою очередь действует на лопатку с силой  $F_{лр}$ . Пока лопатка прилагает максимальное ускорение на лопатку такое действие  $F_{лр}$ , а при максимальном разном движении остается "неразрывной" в нашей лабораторной системе отсчета. Тогда лопатка не имеет горизонтального и максимального ускорения, тогда

можно записать  $\sum F_x = 0$ . Полагая  $F_{лр}$  проекцию на вертикальный ось:  $N - mg = 0$ .

А  $F_{лр}$ , в свою очередь, будет равно  $mg$ . Но при этом на лопатку ~~действует~~ колесо действует лопатка с силой  $F = F_{лр}$ . Вследствие действия этой силы лопатка колеса расширяется.

Тогда получаем уравнение  $ma_y = mg \Rightarrow a_y = \frac{mg}{m}$

$$a_y = \frac{0,3 \cdot 9,8 \cdot 10}{0,450} = 2,83 \frac{m}{s^2}$$

N2

Заметим, что  $E_k = \frac{mv^2}{2} = \beta \cdot S$ , то есть  $v^2 \propto S$ . Так как  $E_k$  не меняется, то разность между тем движением с некоторым ускорением. Тогда  $\frac{mv^2}{2} = \beta \cdot a^2 t^2$

Но при этом  $v = v_0 + at \Rightarrow v^2 = a^2 t^2$ . Получается, что  $\frac{mv^2}{2} = \beta \cdot a^2 t^2$

1)  $ma = \beta \Rightarrow a = \frac{\beta}{m}$ . При этом заметим, что надо, чтобы произошло удвоение

абсолютных значений перед верней равен  $2H$ . Заметим, что  $S_1 + S_2 = 2H$ . Заметим  $E_{k1}$

$$E_{k1} = \beta S_1$$

$$E_{k2} = \beta (2H - S_1) \Rightarrow E_{k2} = \beta \cdot 2H - E_{k1} \Rightarrow \frac{mv_2^2}{2} = \beta \cdot 2H - \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m}{2} \cdot (v_2^2 + v_1^2) = \beta \cdot 2H \quad (1) \quad \Rightarrow v_2^2 + v_1^2 = \frac{4H\beta}{m} \quad (2)$$

Заметим ЗСД для нашей задачи. Заметим, что из условия можно получить правильное направление  $m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_3 \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_3 = \frac{v_1 - v_2}{2}$$

$$a_k = \frac{v_3^2}{r} = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2}{4r} \quad (3) \quad (*) \quad r = R, \text{ тогда строим график}$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

0040002995126

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Заметим, что раз  $\frac{mv^2}{2} = \frac{\beta \alpha c^2}{2} > 0$

$$v = \frac{\beta \alpha c^2}{m} \text{ Подставим в (1)}$$

$$\frac{m}{2} \left( \frac{\beta \alpha c^2}{n} + \frac{\beta \alpha (c^2 + 1)^2}{m} \right) = 2\pi R \beta \Rightarrow \beta - \alpha (c^2 + c^2 + 2c + 1) = 4\pi R \beta \Rightarrow$$

$$(c) \frac{\beta}{m} \cdot (2c^2 + 2c + 1) = 4\pi R \Rightarrow 2c^2 + 2c + 1 = \frac{4\pi R m}{\beta} \Leftrightarrow 2c^2 + 2c + 1 - \frac{4\pi R m}{\beta} = 0 \Rightarrow$$

$$(c) c = \frac{-2 \pm \sqrt{4 + 4 \cdot 2 \cdot \left( \frac{4\pi R m}{\beta} - 1 \right)}}{4} \quad c = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + \frac{8\pi R m}{\beta} - 2}}{2} \quad c > 0 \Rightarrow c = \frac{-1 + \sqrt{1 + \frac{8\pi R m}{\beta} - 2}}{2}$$

$$v_1 = \alpha c = \frac{\beta}{m} \cdot \left( \frac{-1 + \sqrt{1 + \frac{8\pi R m}{\beta} - 2}}{2} \right) \quad v_2 = \frac{\beta}{m} \cdot \left( \frac{\sqrt{1 + \frac{8\pi R m}{\beta} - 2}}{2} \right) \Rightarrow v_2 - v_1 = \left( \frac{\beta}{m} \right)^2 \left( \frac{-1 + \frac{8\pi R m}{\beta} - 1}{2} \right) \Rightarrow 2v_2 \cdot v_1 = \left( \frac{\beta}{m} \right)^2 \cdot \left( \frac{8\pi R m}{\beta} - 2 \right)$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{\beta}{m} \cdot \frac{4\pi R m}{\beta} = 4\pi R \quad \Rightarrow 2v_2 \cdot v_1 =$$

Подставим (2) в (4)

$$\alpha_{11} = \frac{4\pi R \beta}{m} + \frac{2 \cdot 4\pi R \beta}{m} = \frac{12\pi R \beta}{m}$$

$$\alpha_{11} = \frac{4\pi R \beta}{m} + \left( \frac{\beta}{m} \right)^2 \cdot \left( \frac{8\pi R m}{\beta} - 2 \right)$$

NS

1. Преобразуем формулу зависимости  $P = P_0 \cdot e^{-\beta \cdot n \cdot c} \Rightarrow e^{\beta n c} = \frac{P_0}{P}$

Здесь  $P_0$  и  $e^{\beta}$  — константы.  $P_0 = 582$ ;  $e^{\beta} = 0,92$ . Введем

коэффициент, что  $e^{\beta} = \frac{P_0}{P \cdot e^{\beta}}$ , при этом  $e^{\beta}$  — константа, которая

принимает значения для каждой  $P$ .  $P_0 = 582$   $P \cdot e^{\beta} = 531$   $P \cdot e^{\beta} = 484$   $P \cdot e^{\beta} = 440$   $P \cdot e^{\beta} = 400$

Рассчитаем  $e^{\beta}$  при разном  $P$

при  $n = 0,01$  и  $P = 531$   $e^{\beta} = 0,92$

при  $n = 0,04$  и  $P = 484$   $e^{\beta} = 0,92$

при  $n = 0,06$  и  $P = 440$   $e^{\beta} = 0,92$

при  $n = 0,08$  и  $P = 400$   $e^{\beta} = 0,92$

$$\Rightarrow \frac{P_0}{P} = 0,92^{\beta} \Rightarrow \beta = -0,6125$$

2.  $P = P_0 \cdot e^{0,0125 \cdot 0,1 \cdot 0,92} = 582 \cdot e^{0,0115} = 582,2$ , тогда  $P_0 = 582,2$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

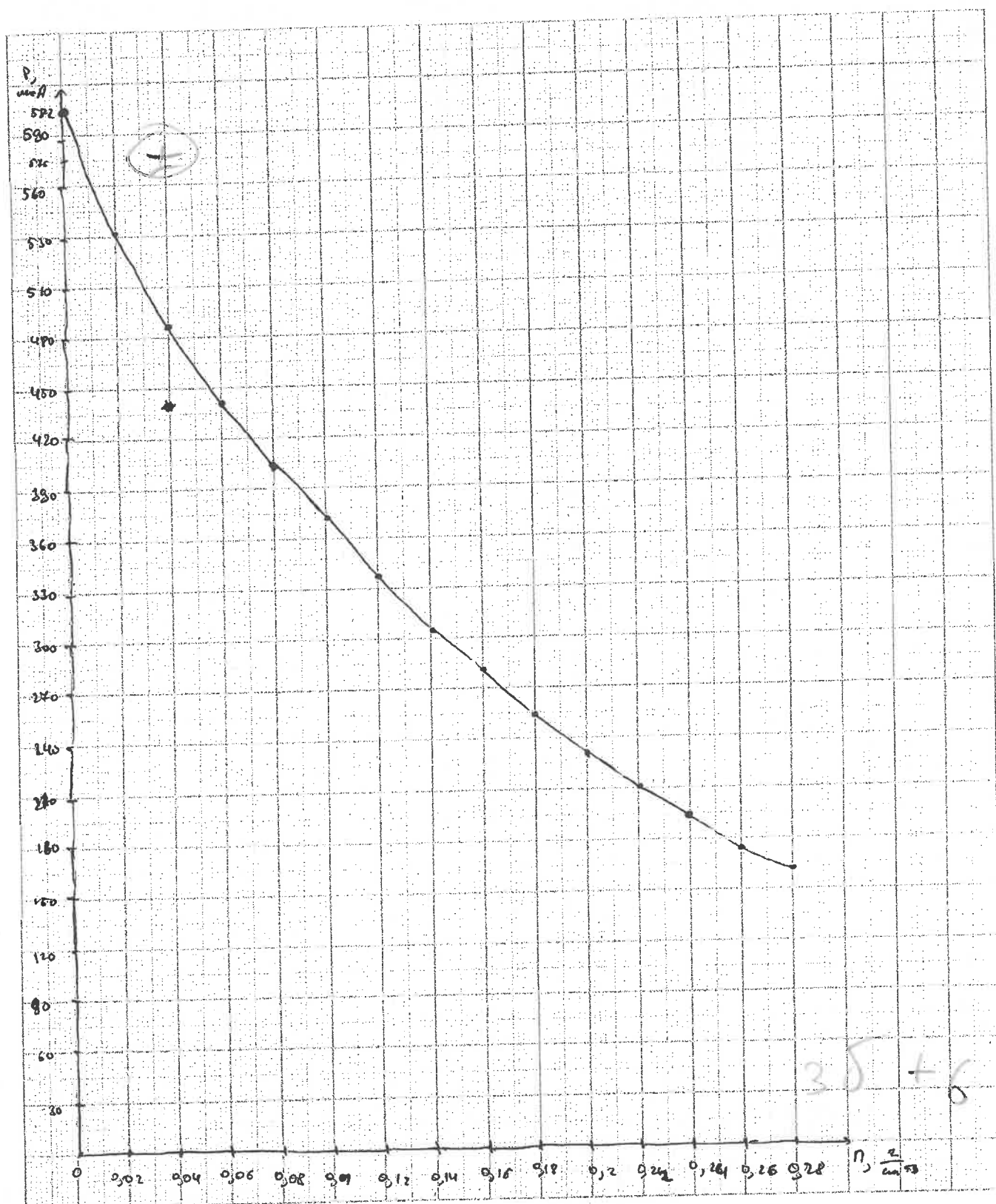


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|    |    |    |    |    |    |    |   |
|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 90 | 40 | 00 | 00 | 29 | 95 | 12 | 6 |
|----|----|----|----|----|----|----|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

010002995126

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$e^{2\pi n} = \frac{P_0}{P} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow e^{\beta} = \sqrt[n]{\frac{P_0}{P}}$$

при  $n=0,02$  и  $P=321$   $e^{\beta} = 305443292 \Rightarrow \beta = 17,9$

при  $n=0,04$  и  $P=484$   $\beta = 23$

при  $n=0,06$  и  $P=640$   $\beta = 25,3$

таким образом  $\beta \approx 25,1$

2.  $P = P_0 \cdot e^{-\beta \cdot n \cdot c}$

при  $n=0,3$  и  $c=10$   $P = 582 \cdot e^{25,1 \cdot 0,3 \cdot 10} = 1163$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 4

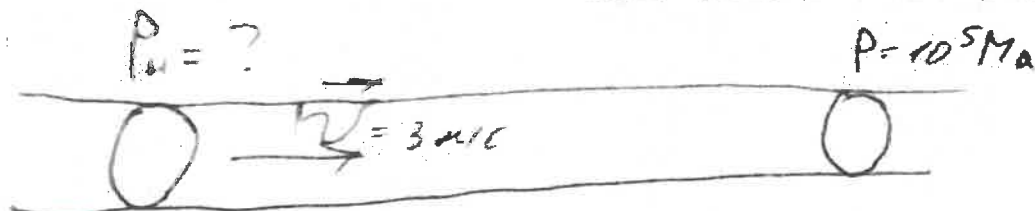
Ф И О О О 3 0 2 6 4 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №1

| 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6 | Σ  |
|----|----|---|----|---|---|----|
| 11 | 20 | 6 | 10 | - |   | 47 |

Данная таблица является жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



Рассмотрим от чего зависит  $V$  и течение  
жидкости по трубе

$V = k \pi R^2 \cdot \left(\frac{\Delta P}{l}\right)^\beta \cdot (\eta)^\delta$ , найдем данные  
коэффициенты  $\alpha, \beta, \delta$  и докажем, что они  
именно такие, а  $k=1$  по условию задачи  
1) Найдем коэффициент с помощью размерности.

$$V \frac{\text{м}}{\text{с}} = \text{м}^2 \cdot \frac{\Delta P^\beta}{\text{м}^\beta} \cdot \eta^\delta \Rightarrow \delta = -1, \beta = 1,$$

$$\alpha = 2$$

Тогда получим зависимость

$$V = \frac{\pi R^2 (P_H - P)}{\eta} + 90$$

Докажем, что коэффициенты должны  
быть именно такими



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

ФИО 0003026426

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 17 / продолжение

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Вода в трубе Керма в трубе начинает  
двигаться из-за разницы давлений  $\Rightarrow$

$$\Delta P = P_H - P$$

+20

$\Delta P = \frac{F}{S} \Rightarrow F = \Delta P S$ , с такой силой  
тепловая сила Керма. Рассмотрим динамику

$$\vec{F} - \vec{R} = m \vec{a} \Rightarrow F - \kappa v = 0 \Rightarrow F = \kappa v$$

↑ сила Керма

↑ по I закону Ньютона

$$\kappa v = \Delta P S \Rightarrow v = \frac{\Delta P S}{\kappa}$$

$S = \pi R^2$ , так как это труба, поэтому

$$L = 2$$

Также найти уравнение можно с помощью  
закона Бернулли и понятия скорости  
напора  $\frac{\rho v^2}{2} \Rightarrow$

$$P + \frac{\rho v^2}{2} = \text{const}$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф40003026426

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №1/предмет

2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

В начале трубы  $V=0 \Rightarrow$

$P_H = P_K + \frac{\rho V^2}{2}$ , но тут нужно знать плотность нефти

Тогда вернемся к нашей формуле и найдем

$P_H$

$$V = \frac{\pi R^2 (P_H - P)}{\eta l} \Rightarrow \frac{V \eta l}{\pi R^2} + P = P_H \Rightarrow$$

$P_H \approx 114524 \text{ Па}$ , Если же взять  $\pi = 1$  и примерно так, то  $P'_H \approx 145615 \text{ Па}$ , но ответ вернее  $\Rightarrow$

Ответ:  $P_H = 114524 \text{ Па}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 3 0 2 6 4 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 2

1 2 3 4 5 6 Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Рассмотрим данную мал. формулу

$E_k = \beta S$ ,  $\Delta m = H \cdot m$ ,  $\beta$  измеряется в ньютонах, если есть некая некомпенсированная сила, то есть и тангенциальное ускорение, кроме нормального.

Рассмотрим абсолютно упругий процесс столкновения шаров с одинаковой массой  $m$



$$m v_1 + m v_2$$

$$m v_2 - m v_1 = 2 m v_3 \text{ по закону}$$

сохранения импульса  $\Rightarrow$

$$v_3 = \frac{v_2 - v_1}{2}, \text{ и нам сказано, что}$$

$$\text{а н в этот момент } a_n = \frac{\beta^2}{m^2 R} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow$$

$$v_3 = \frac{\beta}{m}$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 3 0 2 6 4 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача № 2 / продолжение

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Тачки старости  $v_2$  и  $v_1$ , пусть  
мемо  $\tau$  стартовало на  $\tau$  раньше, тогда  
вот скорость начальная  $v_0 = 0$ , то

$$v_1 = a_\tau t, \text{ а } v_2 = a_\tau (t + \tau), \text{ подставим}$$

$$v_3 = \frac{a_\tau (t + \tau) + a_\tau t}{2} = \frac{a_\tau \tau}{2} = \frac{\beta}{m}$$

Осталось найти чему равно  $a_\tau$

$$\frac{E_k}{S} = F = \beta = m a_\tau, \text{ подставим}$$

$$\frac{a_\tau \tau}{2} = \frac{m a_\tau}{m} \Rightarrow \tau = 2c$$

Ответ:  $\tau = 2c$  +

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа  
в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

ФИО 0003026426

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача № 2 (примечание)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Ускорение измеряется в  $\frac{m}{c^2} = a$ ,  
 $\beta = \frac{v}{c}$ , так как  $\beta = \frac{v}{c} = \frac{v}{c}$

$$\frac{H}{K^2} = \frac{v}{c^2} \Rightarrow \text{Если } \frac{\beta^2}{m^2 R} = a_H = \frac{v^2}{R} \Rightarrow$$

$v \neq \frac{\beta}{m} \neq \frac{m}{c^2}$ , тогда время столк было

прямато за 1 сек, тогда если  $a_H = \frac{\beta^2}{m^2 R} \Rightarrow$

То тогда  $\tau = 2t$

Олимпиада школьников «БЕЛЫЧОНОК»

Вариант №

4

Ф 4 0 0 0 3 0 2 6 4 2 6

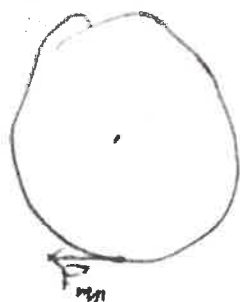
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 13

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | $\Sigma$ |
|---|---|---|---|---|---|----------|
|   |   |   |   |   |   |          |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Рассмотрим какие силы действуют на колесо



Колесо вращается не  $F_{тр}$  = силе  
отталкивания  $F_{отп}$ ,  
так как есть поперечная

и вращательные не идеально  $\Rightarrow$

Колесо вращается за счет  $F_{тр}$

силы трения, тогда запишем  
закон Ньютона-Лейбница  $F_{тр} = N$ ,  
где  $N = m_2 g \Rightarrow$  Запишем  $\downarrow$  закон Ньютона

$m_2 a = m_1 g'$ , откуда из чего

$$g' = \frac{m_2 a}{m_1} = \left(\frac{2}{3}\right)^{-1} m/c^2 \approx 0,6 \frac{m}{c^2} = 1,5 \frac{m}{c^2}$$

Давайте рассмотрим движение белил

Если трения в подшипниках колеса нет и  
они идеальные, то белила всегда будут выскакивать

# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 4

ФИО (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача № 3 (продолжение)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Когда девица будет пытаться поймать и прыгнуть вперед кокетского свистунчика, а девица останется на том же месте, так как свистунчик будет моментально уходить из под ее лад, тогда  $a = 0,35 \text{ м/с}^2$  тогда, когда происходит отталкивание девицы. Тасмоторни и поймает, какое ускорение имеет дано тангенциальное  $a_t = \frac{dV}{dt}$  и тан  $= \frac{V^2}{R}$ , нормальное, а может быть их сумма

$$\vec{a}_n = \vec{a}_t + \vec{a}_n \Rightarrow a_n = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} \quad +2$$

$$\frac{V m_2 g'}{m_1} = a = \frac{\Delta V}{\Delta t} - \text{ускорение тан.}$$

Пусть девица летит <sup>и темкает</sup> <sup>маленький</sup> прыжок  $\Delta t$ , тогда после того как она прыгнет запустим 300

$$m_2 \Delta V = (m_1 + m_2) V_0 \Rightarrow \text{наз срабатываю}$$

ускорение девицы будет максимальным

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф 4 0 0 0 3 0 2 6 4 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача № 3 (продолжение)  
2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Максимальное ускорение будет в  
момент точки  $m, a = \nu m, g' \Rightarrow$   
 $g' = \left(\frac{2}{3}\right)^{-1} m / c^2$ , что было получено ранее

Ответ: ~~0,64~~  $\frac{m}{c^2}$  ускорение неизвестной точки  
равно  $1,5 \frac{m}{c^2}$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа





# Олимпиада школьников «БЕЛЫЧОНОК»

Вариант № 4

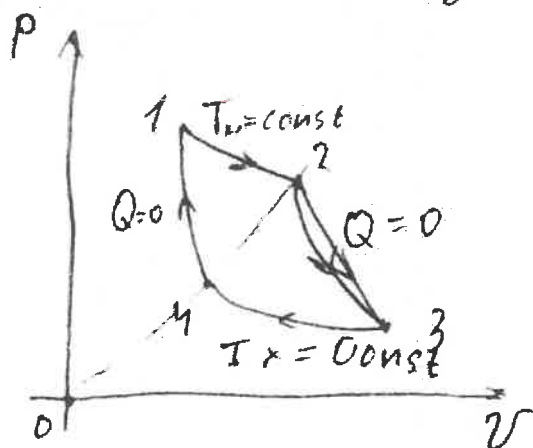
Ф4 0003026426

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

1 2 3 4 5 6 Σ

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

## Задача №4



В идеальном тепловом двигателе Карно присутствует 2 адиабаты процесса 1-4 и 2-3, а также 2 изотермы 1-2 и 3-4. График изобразим в координатах  $P(V)$ . Если машина работает по циклу Карно, то её КПД можно определить по формуле, выходящей из 2 закона термодинамики.

$$\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H} \cdot 100\% = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \cdot 100\% \Rightarrow$$

Нужно определить  $T_H$  в точке 2 и  $T_X$  в точке 4.

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

ФИО О О О 3 0 2 6 4 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №4 (продолжение)

1

Докажем, что в процессе 1-2 и 2-3 тело нагревается, а в процессе 3-4, 4-1 охлаждается

$Q = \Delta U + A$  — первый закон термодинамики

В процессах 2-3, 4-1  $Q = 0$ , так как это адиабаты  $\Rightarrow$

$Q_H = Q_{12}$ ,  $Q_X = Q_{34}$ , а так как

процессы 12 и 34 изотермические, то

$T \text{ в них } = \text{const} \Rightarrow$  Мы можем взять,

что  $T_H = T_2$ ,  $T_X = T_4$

Еще раз запишем формулу КПД для цикла Карно

$$\eta = \frac{T_H - T_X}{T_H} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{T_X}{T_H}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{T_4}{T_2}\right) \cdot 100\%$$

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для идеального газа  $pV = \nu RT$ , а также уравнение кривой  $p = \alpha V^3$ , на которой лежат точки



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 3 0 2 6 4 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача 4 и (приоритетное)  
2

Тогда составим и решим систему уравнений

$$\begin{cases} p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ p_4 V_4 = \nu R T_4 \\ p_2 = \alpha V_2^3 \\ p_4 = \alpha V_4^3 \end{cases}, \text{ где } \nu R = \text{const, } m \text{ и } \kappa = \text{const}$$

$$\begin{aligned} 1) \frac{p_2 V_2}{T_2} &= \frac{p_4 V_4}{T_4} \Rightarrow \frac{T_4}{T_2} = \frac{p_4 V_4}{p_2 V_2} \\ 2) \frac{p_4}{V_4^3} &= \frac{p_2}{V_2^3} \Rightarrow \frac{p_4}{p_2} = \frac{V_4^3}{V_2^3} \end{aligned}$$

$$\frac{T_4}{T_2} = \left( \frac{V_4}{V_2} \right)^4 = \left( \frac{V_2}{V_4} \right)^{-4}, \text{ подставим значение}$$

$$\begin{aligned} \frac{T_4}{T_2} &= 2^{-4} = \frac{1}{16} \Rightarrow \eta = \left( 1 - \frac{T_4}{T_2} \right) 100\% = \left( 1 - \frac{1}{16} \right) 100\% = \\ &= \frac{15}{16} \cdot 100\% = 93,75\% \end{aligned}$$

Ответ:  $\eta = 93,75\%$

Вариант № 3

Ф И О О О 2 0 8 9 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2 | 3 | 4  | 5  | 6 | Σ  |
|----|---|---|----|----|---|----|
| 11 | 6 | — | 10 | 19 |   | 46 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №4. Цикл Карно

Для машины, работающей

по циклу Карно, КПД равен  $\eta = (1 - \frac{T_x}{T_H}) \cdot 100\%$ .

Расширим первый закон термодинамики для графика:

$$1-2: T = \text{const} \Rightarrow Q = A_2$$

2-3:  $Q = \text{const} = 0 \Rightarrow \Delta U = A_{\text{вс.}}$ .  $V$  растёт, а значит газ расширяется, а значит совершает работу,  $\Delta U$  уменьшается, значит температура падает.  $T_3 = T_x$

$$3-4: T = \text{const} \Rightarrow Q = A_2$$

4-1:  $Q = 0 \Rightarrow \Delta U = A_{\text{вс.}}$ .  $V$  уменьшается,  $T$  растёт.  $T_1 = T_H$ .

$$T_2 = T_3 = T_x$$

$$T_4 = T_3 = T_x$$

$$\frac{V_2}{V_4} = 3 \Rightarrow V_2 = 3V_4$$

$$P_2 = \alpha V_2^2 \quad P_4 = \alpha V_4^2 = \frac{1}{9} \alpha V_2^2$$

$$\frac{P_2}{P_4} = 9 \Rightarrow P_2 = 9P_4$$

По уравнению Клапейрона:

$$\frac{PV}{T} = \text{const}, \text{ тогда}$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_4 V_4}{T_4}$$

$$T_4 = \frac{T_2 \cdot P_4 V_4}{P_2 V_2} = \frac{T_2 \cdot P_4 V_4}{9P_4 \cdot 3V_4} = \frac{T_2}{27}$$

$$T_2 = 27T_4$$

$$T_H = 27T_x$$

$$\eta = (1 - \frac{T_x}{27T_x}) \cdot 100\% \approx 96,3\%$$

Ответ: 96,3%

+



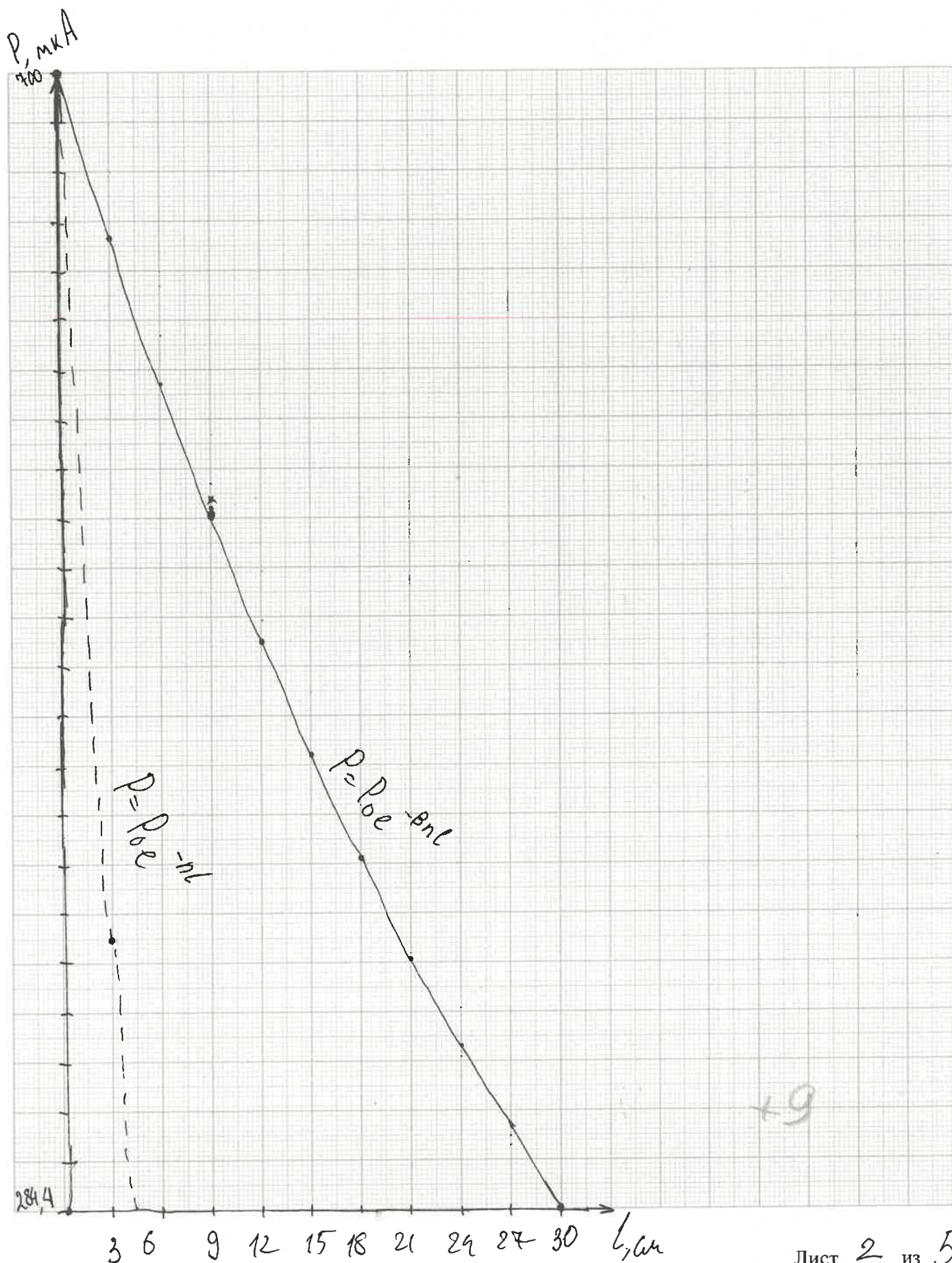


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | З | О | 8 | 9 | 6 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

040003089626

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №5 Коэффициент  
проникновения раствора зелёнки

1. Построив графики  $P = P_0 e^{-\beta n l}$  и  $P = P_0 e^{-n l}$ , можно заме-  
тить, что первый при  $l = 3 \text{ см}$  принимает значение  $389,2 \text{ мкА}$ ,  
а второй —  $639,7 \text{ мкА}$ . Составим систему:

$$\begin{cases} P_0 e^{-\beta n l} = 389,2 \\ P_0 e^{-n l} = 639,7 \end{cases} \Rightarrow e^{-\beta n l + n l} = \frac{639,7}{389,2} \approx 1,6637168, \text{ тогда}$$

$$n l (1 - \beta) = \ln(1,6637168) \approx 0,5090541$$

$$1 - \beta = \frac{0,5090541}{0,2 \frac{\text{с}}{\text{см}^2} \cdot 3 \text{ см}} \Rightarrow \beta \approx 0,15 \frac{\text{см}^2}{\text{с}}$$

+2+9+3

2.  $\sigma = \frac{P_{15}}{P_0} \cdot 100\%$ ,  $n = 0,3 \frac{\text{с}}{\text{см}^2}$

$$P_{15} = P_0 e^{-\beta n l} = 700 \text{ мкА} \cdot e^{-0,15 \frac{\text{см}^2}{\text{с}} \cdot 0,3 \frac{\text{с}}{\text{см}^2} \cdot 15 \text{ см}} \approx 356,41 \text{ мкА}$$

$$\sigma = \frac{356,41 \text{ мкА}}{700 \text{ мкА}} \cdot 100\% \approx 51\%$$

+5

Ответ: 51%.

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что записано с этой стороны листа  
в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

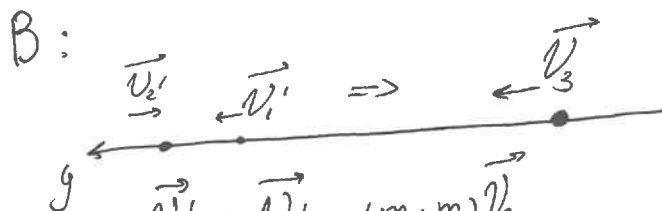
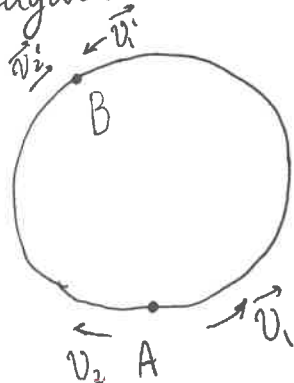
040003089626

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №2. Весёлые старты.



$$m\vec{v}_1' + m\vec{v}_2' = (m+m)\vec{v}_3$$

$$m\vec{v}_1' - m\vec{v}_2' = 2m\vec{v}_3$$

$$v_3 = \beta \frac{\sqrt{S_1} - \sqrt{2\pi R - S_1}}{2}$$

$$v_1' = \beta\sqrt{S_1}, \quad v_2' = \beta\sqrt{S_2} = \beta\sqrt{2\pi R - S_1}$$

$$a_n = \frac{B^4}{4R} = \frac{v_3^2}{R} \Rightarrow v_3 = \frac{B^2}{2} \Rightarrow \frac{B^2}{2} = \beta \frac{\sqrt{S_1} - \sqrt{2\pi R - S_1}}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta = \sqrt{S_1} - \sqrt{2\pi R - S_1}$$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф Ч О О О З О 8 9 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Задача №1. Теплоотраза

Известно, что  $V$  зависит от  $R$ ,  $\frac{\Delta P}{L}$  и  $\eta$ . Зная размерности величин, можно вывести формулу:

$$V = \frac{\Delta P R^2}{L \eta} \quad \text{В нашем случае } L = L + h, \text{ так что}$$

$$L + h = \frac{\Delta P R^2}{V \eta} = 0,468 \Delta P$$

+100 +1

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О 3 1 1 4 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2 | 3  | 4    | 5 | 6 | Σ  |
|----|---|----|------|---|---|----|
| 12 | 2 | 16 | 1018 |   |   | 58 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№4

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

м.к. точки 2 и 4 лежат на графике  $p = \alpha V^2$   
 $\Rightarrow p_2 = \alpha V_2^2; p_4 = \alpha V_4^2 \Rightarrow \frac{p_2}{V_2^2} = \frac{p_4}{V_4^2} \Rightarrow V_2^2 p_4 = V_4^2 p_2$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_4} \cdot \frac{V_2}{V_4} = \frac{p_2}{p_4} \Rightarrow \frac{p_2}{p_4} = 9 \quad \text{м.к. из уел.: } \frac{V_2}{V_4} = 3$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\text{const}} \Rightarrow T_1 = \frac{p_2 V_2}{\text{const}}; T_2 = \frac{p_4 V_4}{\text{const}} \Rightarrow \eta = \frac{\frac{p_2 V_2}{\text{const}} - \frac{p_4 V_4}{\text{const}}}{\frac{p_2 V_2}{\text{const}}} = \frac{p_2 V_2 - p_4 V_4}{p_2 V_2}$$

Пусть  $V_4 = V; p_4 = p \Rightarrow V_2 = 3V; p_2 = 9p$

$$\Rightarrow \eta = \frac{9p \cdot 3V - p \cdot V}{9p \cdot 3V} = \frac{24 - 1}{27} = \frac{26}{27} \approx 0,96296$$

$$\Rightarrow \eta \approx 96,296\%$$

№5 - часть 1

1) • Построим график  $p(l)$  (просто ось  $l$  направлена влево, а не вправо. Сделал так для удобства построения)

• Возьмем две первые точки:

$$l_1 = 0,03 \text{ м} \quad l_2 = 0,06 \text{ м}$$

$$p_1 = 639,7 \text{ ед} \quad p_2 = 584,6$$

$$\text{Константа } \beta: p \cdot e^{\beta \cdot n \cdot l} = p_0 \quad \leftarrow \text{перенёс } e^{-\beta n l} \text{ влево}$$

$$\Rightarrow e \approx 2,418281828$$

Переведу  $n$  в СИ:

$p, p_0, n, l$  - известны  
 $\parallel$  const const

$$n = 0,22 \frac{1}{\text{см}^3} = \frac{1}{5000} \frac{\text{кг}}{\text{см}^3} = 20 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\beta = \text{const}$  - неизвестно

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О З 1 1 4 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



№ 5- часть 2  
Приравняем через  $P_0$ :

$$\Rightarrow P_1 \cdot e^{\beta n l_1} = P_2 \cdot e^{\beta n l_2}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{e^{\beta n l_2}}{e^{\beta n l_1}} ; \frac{P_1}{P_2} = \left( \frac{e^{l_2}}{e^{l_1}} \right)^n$$

Посчитаем дробь слева:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{639,7}{584,6} \approx 1,09425248 ;$$

Посчитаем  $\left( \frac{e^{l_2}}{e^{l_1}} \right)^n$ :

$$\Rightarrow \left( \frac{2,718281828^{0,06}}{2,718281828^{0,03}} \right)^{20} \approx 0,5488116355$$

$$\Rightarrow 1,09425248 = (0,5488116355)^\beta$$

$$\Rightarrow \beta < 0? \text{ (далее выяснится, что } \beta > 0)$$

Подобрав  $\beta$  получаемся:  $\beta \approx -0,1501$

Проверяю полученное значение  $\beta$  на 3-ей точке:

• если  $\beta = -0,1501$ :  $534,3 \approx 700 \cdot e^{0,1501 \cdot 20 \cdot 0,09} = 917,1401859$   
неверно

$$\Rightarrow \boxed{\beta = 0,1501}$$

Проверка:  $534,3 = 700 \cdot e^{-0,1501 \cdot 20 \cdot 0,09} \approx 534,3$  верно

2)  $l = 0,15$ ;  $n = 30 \text{ кл/м}^3$

$$P = 700 \cdot e^{-0,1501 \cdot 30 \cdot 0,15} \approx 356,24915 \text{ мкА} \quad +4$$

Теперь надо найти  $E_{\text{ном}}$ .

Скорее всего, в условии задачи речь идёт о энергии, передаваемой волнами воды длиной 15 см, но также речь может идти об энергии, передаваемой датчиком.

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О З 1 1 4 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1 - часть 1

Сначала определим формулу для  $V$  (средней скорости истечения нестисжимой жидкости)

От чего зависит  $V$ :  $R$ ;  $\frac{\Delta P}{\ell}$ ;  $\eta$   
используя метод размерностей:

$$\Rightarrow V = R^{\alpha} \cdot \left(\frac{\Delta P}{\ell}\right)^{\beta} \cdot \eta^{\gamma}$$

$$\Rightarrow \text{м} \cdot \text{с}^{-1} = \text{м}^{\alpha} \cdot \frac{\text{Па}^{\beta}}{\text{м}} \cdot \text{Па}^{\gamma} \cdot \text{с}^{\gamma}$$

п.к. н. в.е. равно нигде нет, то составлю систему с уравнениями про  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ .

$$\Rightarrow \begin{cases} \alpha - \beta = 1 \\ \gamma = -1 \\ \beta + \gamma = 0 \end{cases}$$

$$\alpha = 1 + \beta$$

$$\beta = \alpha - 1 \quad (1)$$

Подст. (1) и (2) в (3)

$$\Rightarrow \alpha - 1 - 1 = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{\alpha = 2}$$

$$\Rightarrow \beta = 2 - 1 = 1 \Rightarrow \boxed{\beta = 1}$$

$$\boxed{\gamma = -1}$$

$$\Rightarrow V = R^2 \cdot \frac{\Delta P}{\ell} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{R^2 \cdot \Delta P}{\eta \cdot \ell}$$

$$\Rightarrow \ell = \frac{R^2 \cdot \Delta P}{V \cdot \eta}$$

пусть  $L = 100 \text{ м}$  ( $L$  - раст. от мойстроши до дома)



$$\Rightarrow \ell = h + L$$

п.к. вода, выходя из крана, бьет с определённым напором, при этом так же мешает  $P_a$

$\Rightarrow$  скорее всего, из крана вода будет выливаться под  $P_{\text{атм}} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О О О З 1 1 4 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

У1 - часть 2

$$\Rightarrow \Delta P = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Выражу  $h$ :

$$h = \frac{R^2 \cdot \Delta P}{\eta \cdot \nu}$$

$$h = \frac{R^2 \cdot \Delta P}{\eta \cdot \nu} - L$$

$$\eta = 0,547 \text{ Па} \cdot \text{с} = 0,547 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$R = 0,016 \text{ м}$$

$$\Rightarrow h = \frac{0,016^2 \cdot 6 \cdot 10^5}{0,547 \cdot 10^{-3} \cdot 1} - 100 \approx 280704,3876 \text{ м}$$

но если взять  $\eta = 0,547 \text{ Па} \cdot \text{с}$

$$\Rightarrow h = \frac{0,016^2 \cdot 6 \cdot 10^5}{0,547 \cdot 1} - 100 \approx 180,8044 \text{ м}$$

уже  
адекватная  
высота  
здания

Скорее всего, значение  $\eta$  дано не в тех единицах измерения.

Подтвержу примерами:

горизонтальная труба неизвестной длины  $l$  отходит от магистрали из условия. (те же  $R, R_0, \nu, \eta$  - в  $\text{м}$  и  $\text{Па} \cdot \text{с}$ )  
из конца трубы вода вытекает без напора  
Найти  $l$ .  
( $\Delta P = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ )

$$\text{По формуле: } l = \frac{R^2 \cdot \Delta P}{\eta \cdot \nu} = \frac{0,016^2 \cdot 4 \cdot 10^5}{0,547 \cdot 10^{-3} \cdot 1} \approx$$

$$\approx 327605,1188 \text{ м}$$

А если взять  $\eta = 0,547 \text{ Па} \cdot \text{с}$  через  $\mu$  много

$$\Rightarrow l = \frac{0,016^2 \cdot 4 \cdot 10^5}{0,547 \cdot 1} \approx 327,6051 \text{ м}$$

вполне адекватное  
расстояние  
для водопроводной трубы

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

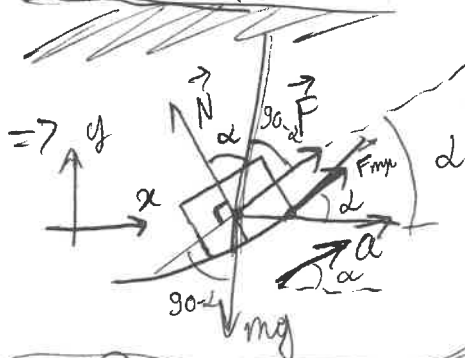
Ф И О О О З 1 1 4 6 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№3  $a = 0,4 \text{ м/с}^2$ ;  $\mu = 0,3$  (часть 1)  
Рассчитать силы, действующие на белизну:



$F$  — сила, с которой белизна толкает камень  
 $F_{\text{тр}}$  — сила трения лад об камень  
Также ввести угол  $\alpha$  — угол между горизонтальной поверхностью и  $F$

$$\text{Ох: } F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha + F \cdot \cos \alpha - N \cdot \sin \alpha = ma \cdot \cos \alpha$$

$$\Rightarrow F_{\text{тр}} + F - N \cdot \tan \alpha = ma \quad (1)$$

$$\text{Оу: } N \cdot \cos \alpha - mg = ma \cdot \sin \alpha$$

$$\Rightarrow N \cdot \cot \alpha + \frac{mg}{\sin \alpha} = ma \quad (2)$$

из (1) — возвращаем  $N$ :

$$N \tan \alpha = F_{\text{тр}} + F - ma; \quad N = \frac{F_{\text{тр}} + F - ma}{\tan \alpha}$$

$$\text{Оу: } N \cdot \sin \alpha + F \cdot \sin \alpha + F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha - mg = ma \cdot \sin \alpha$$

$$N + F + F_{\text{тр}} - \frac{mg}{\sin \alpha} = ma \quad (3)$$

из (1) возвращаем  $N$ :

$$\Rightarrow N \cdot \tan \alpha = F_{\text{тр}} + F - ma; \quad N = \frac{F_{\text{тр}} + F - ma}{\tan \alpha} \quad (3)$$

$\Rightarrow$  подставим (3) в (2):

$$\Rightarrow \frac{F_{\text{тр}} + F - ma}{\tan \alpha} + F + F_{\text{тр}} - \frac{mg}{\sin \alpha} = ma$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

Ф И О Ш И Ф Р

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

У3 - часть 2

$$\begin{aligned} \text{Уг: } N \cdot \sin \alpha + F \cdot \sin \alpha + F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha - mg &= ma \cdot \sin \alpha \\ \Rightarrow N + F + F_{\text{тр}} - \frac{mg}{\sin \alpha} &= ma \quad (2) \end{aligned}$$

Из (1) выразим  $N$ :

$$\Rightarrow \mu N + F - N \cdot \tan \alpha = ma$$

$$N \cdot (\mu - 1) = ma - F \quad | \cdot (-1)$$

$$N \cdot (1 - \mu) = F - ma$$

$$N = \frac{F - ma}{1 - \mu} \quad (3)$$

Подст. (3) в (2) (макс не забуду раскрыть  $F_{\text{тр}}$ )

$$\Rightarrow \frac{F - ma}{1 - \mu} + F + \frac{\mu \cdot (F - ma)}{1 - \mu} - \frac{mg}{\sin \alpha} = ma$$

$$\text{Подст. } \mu = 0,3$$

$$\Rightarrow \frac{F - ma}{0,7} + F + \frac{0,3 \cdot (F - ma)}{0,7} - \frac{mg}{\sin \alpha} = ma \quad | \cdot 0,7$$

$$F - ma + 0,7F + 0,3F - 0,3ma - \frac{0,7mg}{\sin \alpha} = 0,7ma$$

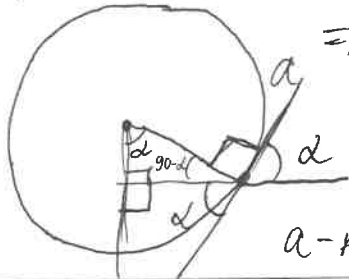
$$\Rightarrow \underline{F - ma} + \underline{F} - \frac{0,7mg}{\sin \alpha} = \underline{ma}$$

$$2F - 2ma - \frac{0,7mg}{\sin \alpha} = 0 \quad | : 2$$

$$F - ma - \frac{0,35mg}{\sin \alpha} = 0 \Rightarrow F = m \cdot \left( a + \frac{0,35g}{\sin \alpha} \right)$$

Пусть масса колеса  $M$ :

Ит.п. вся масса колеса находится на ободе  
 $\Rightarrow$  можно выразить массу участка колеса через  $\alpha$



По рисунку:  
 $M_{\text{уч}} = \text{масса участка колеса (т.е. обода)}$   
 $M_{\text{уч}} = \frac{\alpha}{2\pi} \cdot M$ , где  $\alpha$  - в радианах

$a$  - касательная к окружности

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

ФИО 0003114626

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

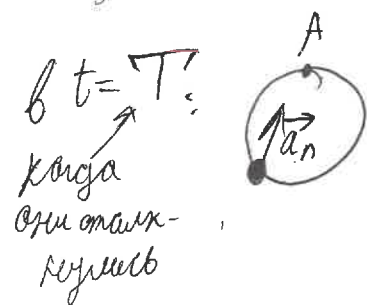
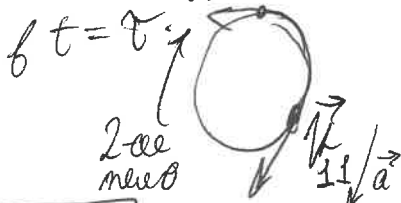
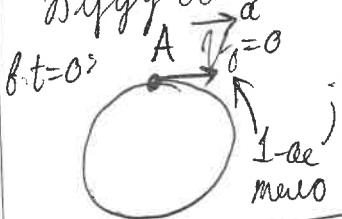
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№2

В условии задачи не говорится, ~~какая~~ что обозна-  
чается буквой "R". Может быть это просто коэффициент, а  
может пройденный угол  $\varphi$ , а может ещё что-нибудь.  
Вероятно это просто коэффициент в зависимости  $\varphi(S)$

Буду считать так.



$$a_n = \sqrt{a_{\text{тан}}^2 + a_{\text{угон}}^2}$$

т.к.  $\varphi$  зависит от  $S$  (скорее всего пройденный путь)  
(прямо пропорционально  $S$ )

$\Rightarrow$  на тело действует  $a_{\text{тан}}$ , при этом это ускорение  
является переменным.

В момент удара полученное тело приобрело  $a_{\text{тан}} =$   
 $= a_{1\text{тан}} - a_{2\text{тан}}$  и  $a_{\text{угон}} = a_{1\text{угон}} - a_{2\text{угон}}$   
 $a_{\text{уг}} = \frac{v^2}{R}$

+2

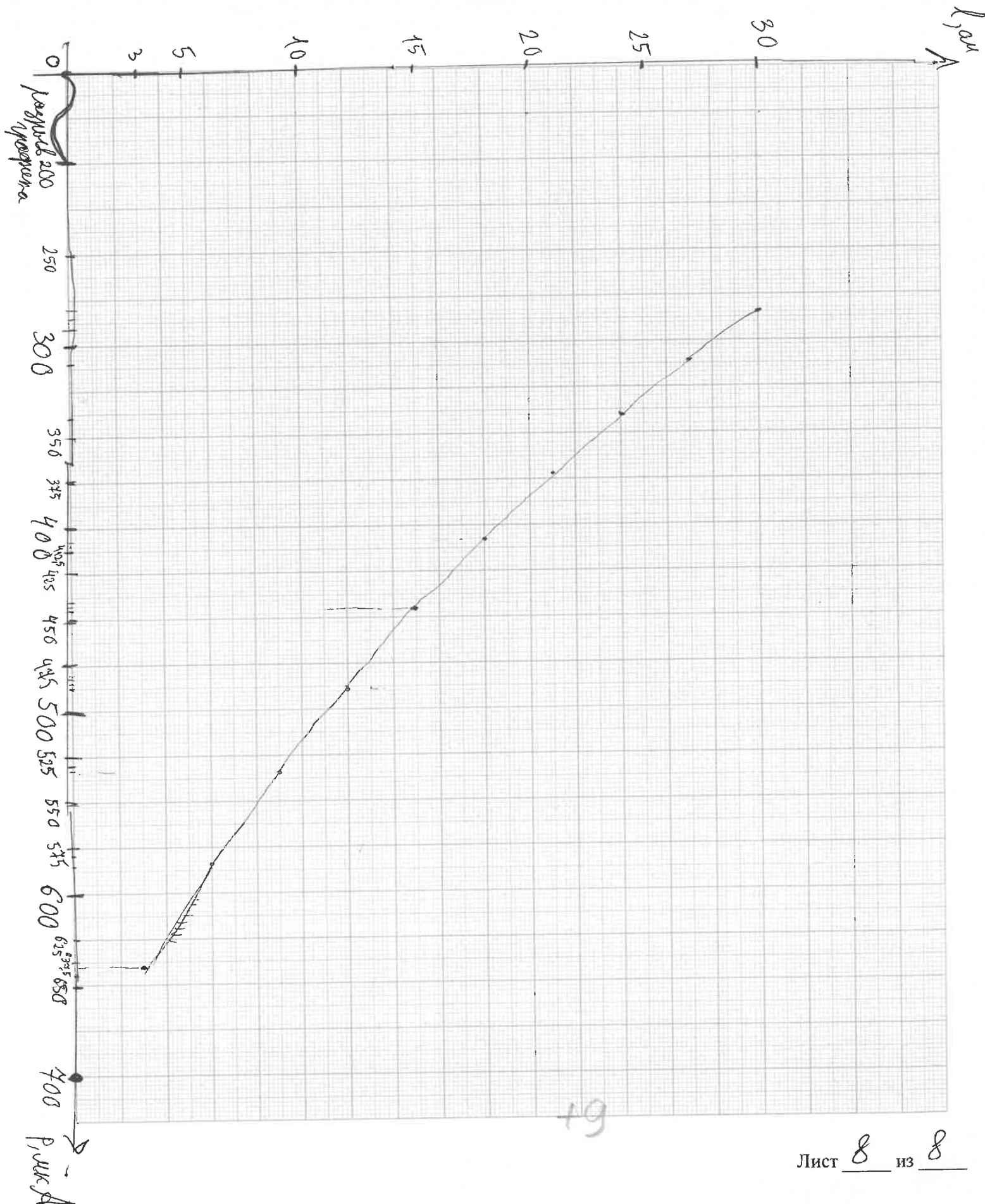


# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 3

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 4 | 6 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)





# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф И О О О З 1 2 2 0 3 6

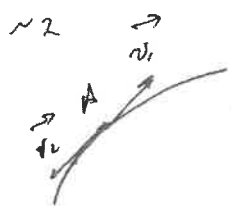
Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | Σ  |
|----|----|----|----|---|---|----|
| 15 | 20 | 25 | 10 | 9 |   | 79 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяться только то, что написано с этой стороны листа в рамке справа

~2



$$v = \alpha \sqrt{s}$$

$$\frac{ds}{dt} = \alpha s$$

$$\int s^{-\frac{1}{2}} ds = \int \alpha dt$$

$$2\sqrt{s} = \alpha t$$

$$s = \frac{\alpha^2 t^2}{4}$$

$$s' = v = \frac{\alpha^2 t}{2}$$

Дано:

$$v = \alpha \sqrt{s}$$

$$t_1 - t_2 = 1c$$

$$a_n = ?$$

Зем:

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u$$

$$u = \frac{v_1 - v_2}{2}$$

$$u = \frac{\alpha^2 t_1 - \alpha^2 t_2}{4}$$

$$u = \frac{\alpha^2}{4}$$

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

$$a_n = \frac{\alpha^4}{16R}$$

Ответ:  $a_n = \frac{\alpha^4}{16R}$

Дано:

$$\frac{P}{\alpha} = 30 \frac{\text{Па}}{\text{м}}$$

$$s = 2,4 \text{ м}$$

$$R = 0,2 \text{ м}$$

$$\eta = ?$$

$$T = ?$$

$$v = \frac{R^2}{\eta} \cdot \frac{P}{\alpha}$$

$$\eta = \frac{R^2}{v} \cdot \frac{\alpha P}{4}$$

$$\eta = \frac{0,2^2}{2,4 \text{ м}} \cdot 30 \frac{\text{Па}}{\text{м}}$$

$\eta = 0,5 \text{ Па} \cdot \text{с}$ , тогда температура воды будет равна примерно  $45^\circ \text{C}$

$$T = 45^\circ \text{C}$$

Ответ:  $\eta = 0,5 \text{ Па} \cdot \text{с}$ ;  $T = 45^\circ \text{C}$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

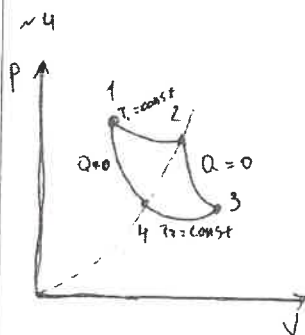
Вариант № 2

Ф И О О О 3 7 2 2 0 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)



$$\frac{V_2}{V_4} = 2$$

КПД цикла Карно:  $\eta = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

Для т.2 и т.4 справедливо:  $P = \kappa V^2$

$$P_2 = \kappa V_2^2 \quad \kappa = \frac{P_2}{V_2^2}$$

$$P_4 = \kappa V_4^2$$

$$P_4 = \frac{P_2}{V_2^2} V_4^2$$

$$\frac{V_2^2}{V_4^2} = \frac{P_2}{P_4}$$

$$\frac{P_2}{P_4} = 4$$

$$P_1 V_2 = \nu R T_1 \quad (1)$$

$$P_4 V_4 = \nu R T_4 \quad (2)$$

(1)/(2)

$$\frac{P_1 V_2}{P_4 V_4} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{4 P_2 V_2}{P_4 V_4} = \frac{T_1}{T_2}$$

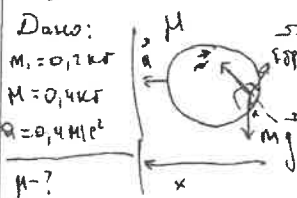
$$T_1 = 8 T_2, \text{ тогда } \eta = \frac{8 T_2 - T_2}{8 T_2} = \frac{7}{8} =$$

$$0,875 = 87,5\%$$

Ответ:  $\eta = 0,875 = 87,5\%$

3

Дано:  
 $m_1 = 0,2 \text{ кг}$   
 $M = 0,4 \text{ кг}$   
 $a = 0,4 \text{ м/с}^2$



Момент инерции:

$$M R^2 \cdot \frac{a}{R} = F_{\text{тр}} \cdot R$$

$$M a = F_{\text{тр}}$$

$$M a = m g \sin \alpha$$

$$M a = m g \frac{1}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

$$\frac{M}{\sqrt{1+\mu^2}} = 0,08$$

$$\frac{M^2}{1+\mu^2} = 0,0064 \Rightarrow \frac{1}{\mu^2} = 155,25 \Rightarrow \mu = 0,08$$

Ответ:  $\mu = 0,08$

Белка относительно колеса  
 остается на одном и том же месте  
 2 см. для белки:

$$m g \sin \alpha = \mu m g \cos \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{1+\mu^2}} = \frac{M}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

Ф Н О О О 3 1 2 2 0 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ: Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$$1. \quad p = p_0 e^{-\beta n l}$$

$$\frac{p}{p_0} = e^{-\beta n l}$$

$$\ln\left(\frac{p}{p_0}\right) = -\beta n l$$

$$\ln\left(\frac{p}{p_0}\right)$$

$$\beta = \frac{\ln\left(\frac{p}{p_0}\right)}{-n l}$$

$$\beta = \frac{\ln\left(\frac{672,5}{700}\right)}{-0,02 \cdot 0,1}$$

$$\beta = 20$$

$$2. \quad \eta = 1 - \frac{p}{p_0}$$

$$\ln\left(\frac{p}{p_0}\right) = -\beta n l$$

$$\ln\left(\frac{p}{p_0}\right) = -0,9$$

$$\frac{p}{p_0} = 0,406$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

$$\eta = 0,59$$

Дано:  
 $l = 0,1 \text{ м}$   
 $p_0 = 700 \text{ мкА}$   
 1.  $n = ?$   
 2.  $\eta = ?$

+2

+2

+5

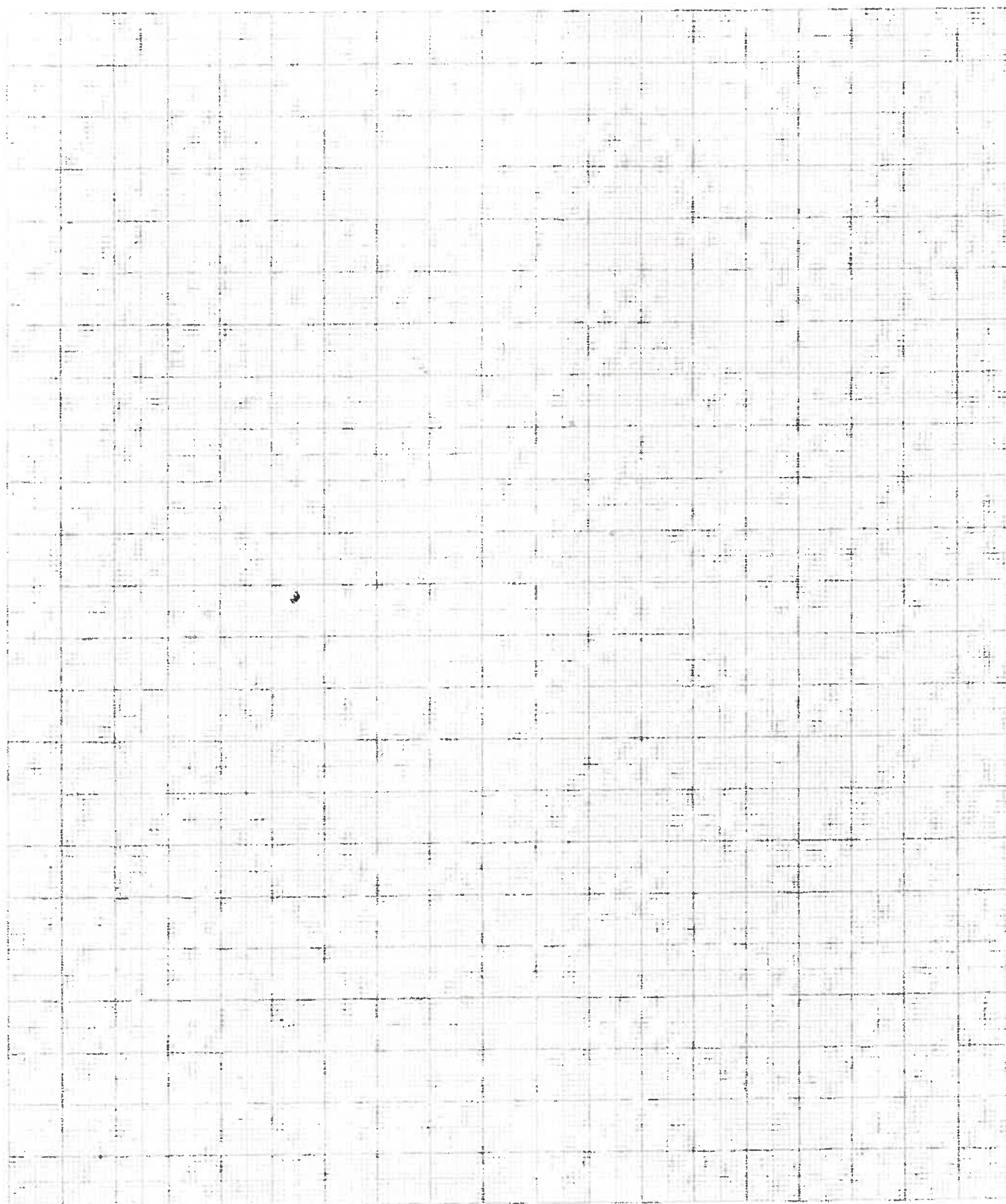
Ответ:  $\beta = 20$ ;  $\eta = 0,59$

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 2

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)





Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 3 1 5 0 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

|    |    |    |    |   |   |    |
|----|----|----|----|---|---|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | 7  |
| 14 | 20 | 25 | 10 | 9 |   | 78 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N1

Дано:

$$l = 50 \text{ м}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\eta = 1 \text{ мПа}\cdot\text{с}$$

$$t = 60^\circ\text{C}$$

$$\eta = 0,467 \text{ мПа}\cdot\text{с} =$$

$$= 4,67 \cdot 10^{-4} \text{ Па}\cdot\text{с}$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$R = 16 \text{ мм} = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Решение

~~2~~ высота этажа  $\approx 3 \text{ м}$

$$h = 2 \cdot 3 = 72 \text{ м}$$

$$L = l + h = 50 + 72 = 122 \text{ м}$$

длина трубы полная

$$\eta = \frac{\Delta P \cdot R^2}{8 \eta \cdot L}; \Delta P = \frac{\eta \cdot 8 \eta L}{R^2}$$

$$\Delta P = \frac{1 \cdot 8 \cdot 4,67 \cdot 10^{-4} \cdot 122}{(1,6 \cdot 10^{-2})^2} =$$

$P_e - ?$

$$\approx 1780,4 \text{ Па} - \text{вязкости.}$$

$$P_2 = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 10 \cdot 72 = 720000 \text{ Па} - \text{гидростатическое давление}$$

$$\approx 7,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$P_e = P_0 + P_2 + \Delta P = 10^5 + 7,2 \cdot 10^5 + 1780,4 =$$

$$\approx 821780,4 \text{ Па}$$

$$\text{Ответ: } P_e = 821780,4 \text{ Па.}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 3 1 5 0 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N2

Дано:

мгновенная скорость = 1с

$$E_k = \beta \cdot S$$

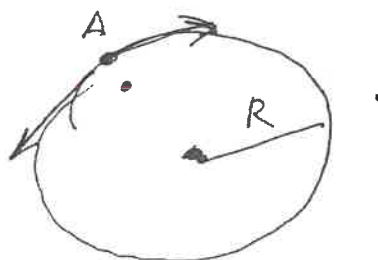
$$m_1 = m_2 = m$$

$$m_1 + m_2 = 2m$$

$$t_1 = t$$

$$t_2 = t - 1$$

Решение



$$E_k = \beta \cdot S = \frac{mv^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{2\beta S}{m}$$

$$v^2 = 2as$$

$$a = \frac{v^2}{2s} = \frac{2\beta S}{m \cdot 2s}$$

формула равноускор движения

⇒ оба тела движутся с ускорением  $\frac{\beta}{m}$

В момент времени встречи  $v_1 = at$   $v_2 = a(t-1)$

по закону сохранения импульса

$$mv_1 - mv_2 = 2mU$$

$$mat - ma(t-1) = 2mU$$

$$Отсюда U = \frac{a}{2} = \frac{\beta}{2m}$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{\left(\frac{\beta}{2m}\right)^2}{R} = \frac{\beta^2}{4m^2R}$$

$$Отсюда: a = \frac{\beta^2}{4m^2R}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 3 1 5 0 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

N 3

Дано

~~масса~~ ~~жюри~~

~~жюри~~  $m = 0,35 \text{ кг}$  — масса бегуна

~~жюри~~  $M = 0,45 \text{ кг}$  — масса колеса

~~жюри~~  $\mu = 0,3$

$a = ?$

Решение:

$I = MR^2$  — момент инерции колеса

$\varepsilon$  — угловое ускорение  $\varepsilon = \frac{a}{R}$

$$F_{\text{тр}} \cdot R = I \cdot \varepsilon = MR^2 \cdot \frac{a}{R} \Rightarrow F_{\text{тр}} = Ma$$

максимальное ускорение ограничено  $F_{\text{тр}}$  покая  
 $F_{\text{тр}} \leq \mu N$

Угловое ускорение было максимальным,  
 бегуны должны находиться в положении,  
 где угол отклонения от вертикали максимален,  
 в пределе  $\tan \alpha = \mu$

$$F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha, N = mg \cos \alpha$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 3 1 5 0 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№3 продолжение:

$$\sin \alpha = \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

$$Ma = mg \cdot \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}$$

$$a = \frac{mg \cdot \mu}{\sqrt{1+\mu^2} \cdot M} =$$

$$= \frac{0,35 \cdot 10 \cdot 0,3}{\sqrt{1+0,3^2} \cdot 0,45}$$

$$\approx 2,23 \text{ м/с}^2$$

Ответ!  $a = 2,23 \text{ м/с}^2$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа





Вариант № 1

Ф И О О О 3 1 5 0 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

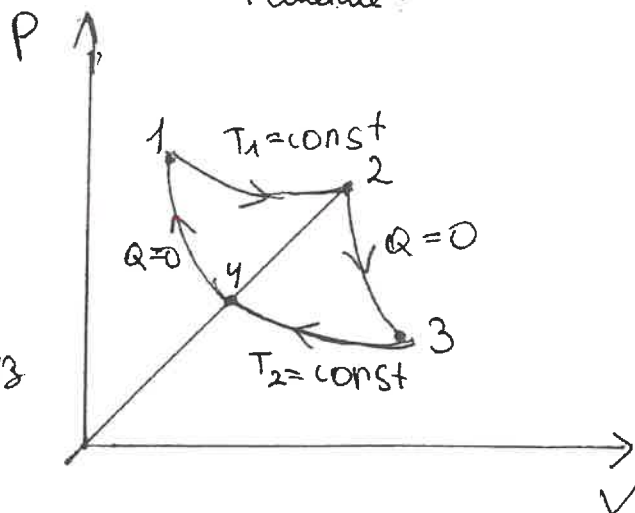
Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№ 4

Дано: цикл Карно

 ~~$m = 0,35 \text{ кг}$~~  ~~$m = 0,45 \text{ кг}$~~  ~~$V_1 = 0,3$~~   $\frac{V_2}{V_1} = 3$ точки 1 и 2 лет  
на прямой 1/3  
 $\eta$  - ? каково коэф.

Решение:



по циклу в условии: на участках 1-2 и 3-4 изотермы т.к.  $T = \text{const}$ , а на участках 2-3 и 4-1 адиабаты т.к.  $Q = 0$  (цикл Карно).

в цикле Карно  $\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$

$PV = \nu RT$  - уравнение Клапейрона-Менделеева  
точки 2, 4 лежат на прямой  $P = k \cdot V$

точка 2  $P_2 V_2 = \nu R T_1$ ;  $P_2 = k V_2$

$$k V_2^2 = \nu R T_1 \quad T_1 = \frac{k V_2^2}{\nu R} - T_{\max}$$

точка 1  $P_1 V_1 = \nu R T_2$ ;  $P_1 = k V_1$

$$k V_1^2 = \nu R T_2 \quad T_2 = \frac{k V_1^2}{\nu R} - T_{\min}$$

Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

Ф И О О О 3 1 5 0 5 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

Продолжение №4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

$$\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}} \approx 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{KV_4^2}{2R} \cdot \frac{2R}{KV_2^2} =$$

$$= 1 - \frac{V_4^2}{V_2^2} = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9}$$

$$\approx 0,89$$

$$\frac{V_4}{V_2} = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{V_4^2}{V_2^2} = \frac{1}{9}$$

Ответ:  $\eta = 89\%$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ф | И | О | О | О | З | 1 | 5 | 0 | 5 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№5

$$l = 20 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

$$P = P_0 \cdot e^{-\beta n \cdot l} \quad \text{— освещенность [мкА]}$$

по таблице: при  $n = 0$   $P = 532 \text{ мкА}$

если подставить  $n = 0$  в исход. выражение  
получим  $P = P_0 \cdot e^{-\beta \cdot 0 \cdot l} = P_0 \cdot e^0 = P_0$

$$P = P_0 = 532 \text{ мкА}$$

по условию освещенность  $P_0$  не зависит  
от  $P_0 \Rightarrow P_0 = 532 \text{ мкА}$

$l \approx 2,7$  — экспонента

по таблице при  $n = 0,022 \frac{\text{см}^{-1}}{\text{см}^2}$   $P = 531 \text{ мкА}$   
~~т.к. в таблице~~

$$531 = 532 \cdot e^{-\beta \cdot 0,022 \cdot 20}$$

$$531 = 532 \cdot e^{-\beta \cdot 0,4}$$

$0,9124 = e^{-0,4\beta}$  возмем натур логарифм  
от обеих частей

$$\ln(0,9124) \approx -0,4\beta$$

$$-0,0917 = -0,4\beta \quad \beta \approx 0,23 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^2}$$

95



# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф И О О О 3 2 8 2 7 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1  | 2  | 3 | 4 | 5  | 6 | Σ  |
|----|----|---|---|----|---|----|
| 12 | 20 | 4 | - | 15 |   | 51 |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



№1)

Дано:

$$\eta = 438 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$R = 1420 \text{ мм} = 0,438 \text{ м}$$

$$k = 1$$

$$P = 10^5 \text{ Па}$$

$$\frac{\Delta P}{l}$$

$$V = 3 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$S = 70 \text{ км}^2 = 700000 \text{ м}^2$$

$$\eta (\text{Па} \cdot \text{с})$$

$$P_{\text{бар}} = 10^5 \text{ Па}$$

$$P_H - ?$$

Решение:

$$V = \frac{R^2}{\eta} \cdot \frac{\Delta P}{l} \Rightarrow$$

$$\Delta P = \frac{V \cdot \eta \cdot l}{R^2} \quad +10$$

$$V \cdot \eta \cdot l = 3 \cdot 0,438 \cdot 700000 \text{ м} = 91980$$

$$R^2 = 1,42^2 = 2,0164 \text{ м}^2$$

$$\Delta P = \frac{91980}{2,0164} = 45625,94 \text{ Па}$$

$$P_H = \frac{45626}{100000} = 0,45626 \quad +2$$

$$\text{Ответ: } 45626 \text{ Па}$$

№5)  $l = 15 \text{ см}, n = 0,20 \text{ см}^3$

$P_{\text{и}k=0}$

200  
5846  
198,1  
165,7  
1394  
115,6



$$\beta = 0,23 \frac{\text{см}^3}{\text{мм}^2} \quad +3$$

как сред арифметичес

$$n = 0,30 \frac{\text{см}^3}{\text{мм}^2}$$

$$l = 15 \text{ см}$$

$$2) \frac{P}{P_0} = l - \beta n l$$

$$A = 1 - \frac{P}{P_0} \Rightarrow$$

$$A = 1 - 0,5488 = 0,4512$$

$$\text{Ответ: } 0,4512$$

$$\text{Ответ: } 0,4512$$



# Олимпиада школьников «БЕЛЧОНОК»

Вариант № 4

Ф 4 0 0 0 3 2 8 2 7 2 6

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с этой стороны листа в рамке справа



√2)

Дано:

$$a = \frac{\beta^2}{m^2 R}$$

$$R - \text{радиус}$$

$$E_k = \beta S$$

$\varphi$

Решение:

$$E_{\text{кин}} = d\tau = \frac{\beta^2}{m^2 R}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = \beta S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{2\beta}{m} S \Rightarrow$$

$$d = \frac{\beta}{m}, \text{ тогда } v = \frac{\beta}{m} \cdot t_1$$

Скорости:

$$v_1 = \frac{\beta}{m} t_1$$

$\varphi$  ?

$$v_2 = \frac{\beta}{m} (t_1 - \varphi), \text{ т.к. } S = R\varphi$$

$$1) \alpha_1 = \frac{\beta}{2mR} t_1^2 \Rightarrow \alpha_2 = \frac{\beta}{2mR} (t_1 - \varphi)^2$$

$$S_1 + S_2 = 2\pi R$$

$$\frac{\beta}{2m} t_1^2 + \frac{\beta}{2m} (t_1 - \varphi)^2 = 2\pi R$$

$$t_1^2 + (t_1 - \varphi)^2 = \frac{4\pi m R}{\beta} \Rightarrow p = m v_1 - m v_2 =$$

$$= \beta t_1 - \beta (t_1 - \varphi) = \beta t_1 - \beta t_1 + \beta \varphi = \beta \varphi, \text{ тогда}$$

$$v = \frac{\beta \varphi}{2m}$$

$$E_{\text{кин}} d\tau = \frac{\beta^2}{R} = \frac{\beta^2 t_1^2}{4m^2 R}$$

$$\frac{\beta^2 \varphi^2}{4m^2 R} = \frac{\beta^2}{m^2 R} \Rightarrow \frac{\varphi^2}{4} = 1 \Rightarrow \varphi^2 = 4$$

$$\varphi = 2c$$

Ответ: 2c

# Олимпиада школьников «БЕЛЬЧОНОК»

Вариант № 4

Ф40003282726

Шифр (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |

Данная таблица заполняется жюри (НЕ ЗАПОЛНЯТЬ)

№3)

Дано:

$$a = 0,35 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$m_1 = 350 \text{ г} = 0,35 \text{ кг}$$

$$m_2 = 450 \text{ г} = 0,45 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,3$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

аπ - ?

Решено:



$$N = m_1 g$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N = 0,3 \cdot m_1 g = 0,3 \cdot 0,35 = 0,105 \text{ Н} - \text{сила трения}$$

По II з Ньютона

$$m a = F_{\text{тр}} + \dots$$

$$m = m_1 + m_2$$

Решок:

$$m a \pi = F_{\text{тр}}$$

По 2-му:

$$0 = m_2 g + m_1 g + a - \dots = m_2 g + a$$

$$m a \pi = F_{\text{тр}} - m_2 g + a$$

$$a \pi = \frac{F_{\text{тр}} - m_2 g + a}{m}$$

$$a \pi = \frac{m_2 g - F_{\text{тр}} + a}{m} = \frac{3 \cdot 0,35}{0,8} =$$

$$= \frac{1,05}{0,8} = 1,3125 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ:  $1,3125 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$