



0 226676 100008

22-66-76-10  
(19.1)



Сухов 12<sup>УД</sup>-12<sup>УС</sup>  
Мам

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 231

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Механике и математике  
модернвари

ПО \_\_\_\_\_

Бриганца Алексея Дмитриевича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«26» февраля 2022 года

Подпись участника

[Signature]

22-66-76-10  
(19.1)

Дано  
 $l_1 = 6\text{ м}$   
 $l_2 = 8\text{ м}$

Задача №1.

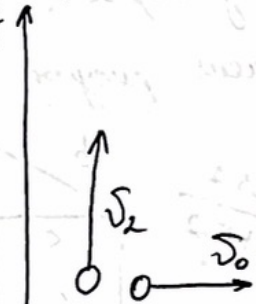
Чистовик

~~75 (семьдесят пять)~~

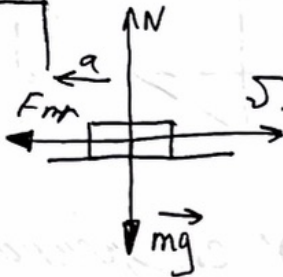
Ива - Маня

80 (восемьдесят)

Направлено по оси X

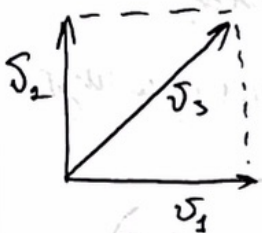


$l_3 = ?$



Будем использовать

ЗСЭ и определять работу



по т. Пифагора

$$v_3^2 = v_1^2 + v_2^2$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = F_{mp} \cdot l_1$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = F_{mp} \cdot l_2$$

$$\frac{mv_3^2}{2} = F_{mp} \cdot l_3$$

$$v_1^2 = \frac{2F_{mp} \cdot l_1}{m}$$

$$v_2^2 = \frac{2F_{mp} \cdot l_2}{m}$$

$$\frac{m \left( \frac{2F_{mp} \cdot l_1}{m} + \frac{2F_{mp} \cdot l_2}{m} \right)}{2} = F_{mp} \cdot l_3$$

$$l_1 + l_2 = l_3$$

$$l_3 = 6 + 8 = 14\text{ м.}$$

Ответ:  $l_3 = 14\text{ м.}$



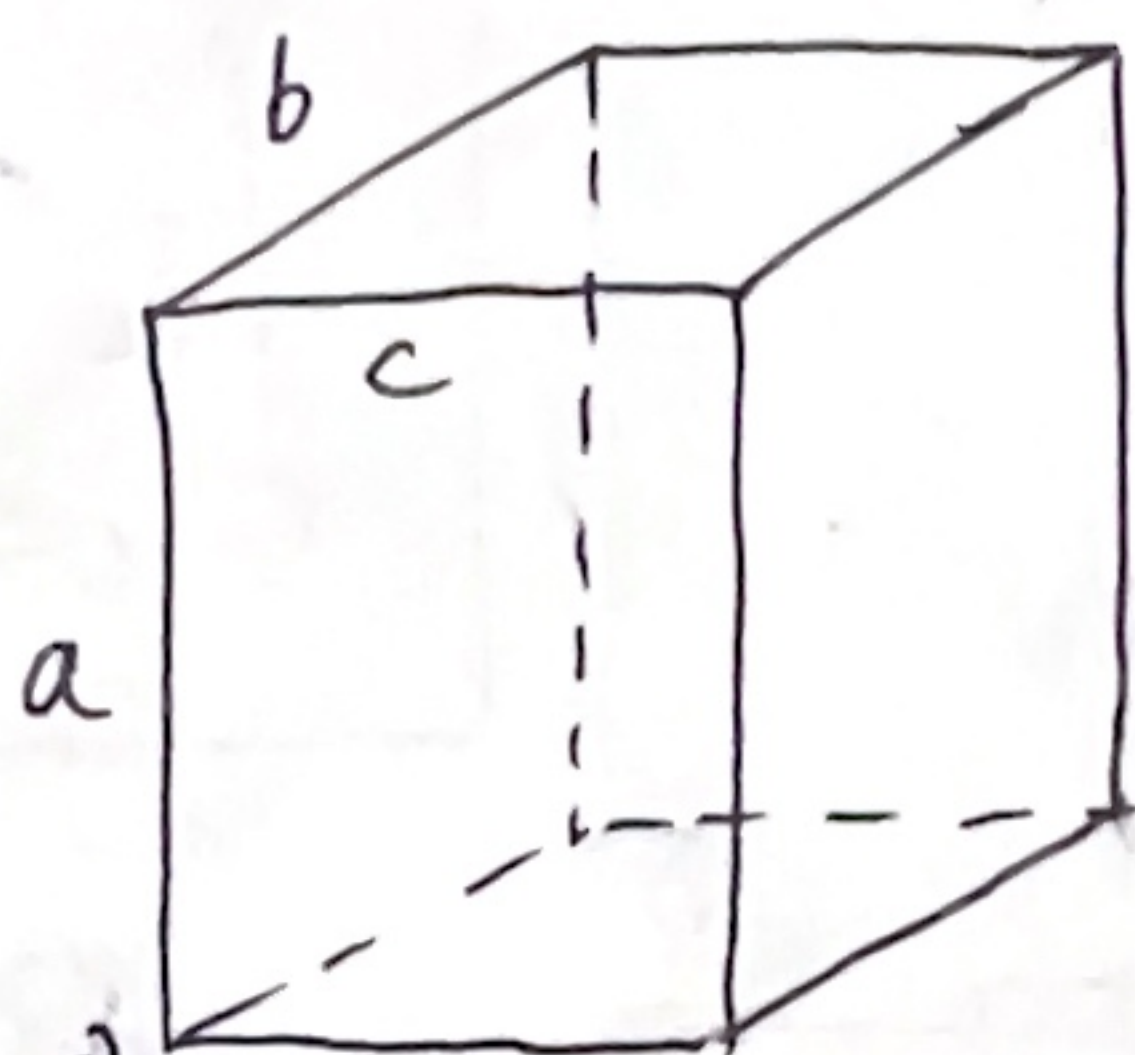
ЧИСТОВИК

Задача №2

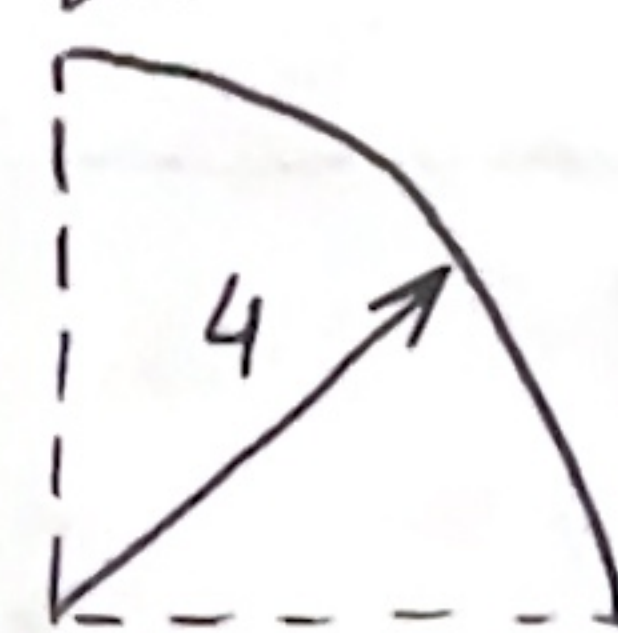
Сделаем рисунок

Дано  $h = 4 \text{ см}$   
 $a = 20 \text{ см}$   
 $b = 15 \text{ см}$   
 $c = 15 \text{ см}$   
 $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$

$$\begin{array}{r} +1 \\ 5940 \\ + 2501,952 \\ \hline 8441,952 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} -825 \overline{) 5} \\ \underline{5} \phantom{00} \\ 32 \\ \underline{30} \\ 25 \end{array}$$



$$S = \frac{4}{3} \pi R^3$$

по формуле

$$(a+b+c) \pi R^2$$

Найдем полную площадь скворечника.

$$S = 2(a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c) \quad (\text{это без учета цилиндра по бокам})$$

$$\Delta m = \rho \Delta V = \rho \Delta h \cdot S = \rho \cdot \Delta h \cdot 2(a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c) =$$

$$= \rho \cdot (\Delta h \cdot 2(a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c) + \frac{4}{3} \pi R^3 + \pi R^2(a+b+c))$$

$$= 0,9 \cdot 4 \cdot 2 \cdot (20 \cdot 15 + 20 \cdot 15 + 15 \cdot 15) =$$

$$= 0,9(4 \cdot 2 \cdot (300 + 300 + 225)) =$$

$$\begin{array}{r} 300+300+225 = \\ = 825 \\ +2+4 \\ \times 825 \\ \hline 6600 \end{array}$$

$$= 0,9(6600 + \frac{256}{3} \pi + 800\pi) =$$

$$= 9 \cdot 660 + \frac{3 \cdot 256}{10} \pi + \frac{9 \cdot 800 \pi}{10} =$$

$$\begin{array}{r} +2+2 \\ 165 \\ \times 36 \\ \hline 2190 \\ 4950 \\ \hline 41140 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5400 \\ + 540 \\ \hline 5940 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +1+1 \\ 256 \\ \times 3 \\ \hline 768 \end{array}$$

$$= 5940 + 46,8\pi + 720\pi$$

$$= 5940 + 496,8\pi$$

$$\begin{array}{r} +2+2+2 \\ 496,8 \\ \times 3,14 \\ \hline 1318,12 \\ +4968 \\ \hline 23964 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +2+2 \\ 165 \\ \times 36 \\ \hline 2190 \\ 4950 \\ \hline 5940 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +420 \\ 46,8 \\ \hline 496,8 \end{array}$$

Ответ: точный:  $5,94 + 0,4968\pi$   
 кг кг

приблизительный:  $8,44 \text{ кг}$



$$\begin{array}{r} +1 \\ 2501,952 \end{array}$$

$$2501,952$$

22-66-76-10  
(19.1)

Дано  
 $\rho = 3 \text{ кг}$   
 $\Delta t = 0,14 \text{ с}$   
 $\sigma_M = 20 \text{ м/с}$

X-?

$\sigma_B =$

$\Delta t =$

X $\Delta$

$\frac{2 \times}{5}$

X $\Delta$

22-66-76-10  
(19.1)

Дано  
 $l = 3 \text{ км}$   
 $\Delta t = 0,1 \text{ час}$   
 $v_M = 20 \text{ км/ч}$

$x = ?$

Задача  $\sqrt{3}$

Чистовик



$t_1 = t_2$  (приехали одновременно)

$$\begin{cases} \Delta t + \frac{2x}{v_M} = \frac{l}{v_B} \\ \Delta t + \frac{x}{v_M} = \frac{x}{v_B} \end{cases}$$

$$\left(\Delta t + \frac{x}{v_M}\right) v_B = x$$

$$v_B = \frac{x}{\Delta t + \frac{x}{v_M}}$$

$$\Delta t + \frac{2x}{v_M} = \frac{l}{\frac{x}{\Delta t + \frac{x}{v_M}}}$$

$$\Delta t + \frac{2x}{v_M} = \frac{l}{x} \left(\Delta t + \frac{x}{v_M}\right) \cdot x$$

$$x \Delta t + \frac{2x^2}{v_M} = l \Delta t + l \frac{x}{v_M}$$

$$\frac{2x^2}{v_M} + x \left(\Delta t - \frac{l}{v_M}\right) - l \Delta t = 0$$

$$D = \left(\Delta t - \frac{l}{v_M}\right)^2 + 4 l \Delta t \cdot \frac{2}{v_M} = \left(\Delta t - \frac{l}{v_M}\right)^2 + \frac{8 l \Delta t}{v_M}$$

$$x_{1,2} = \frac{\frac{l}{v_M} - \Delta t \pm \sqrt{\left(\Delta t - \frac{l}{v_M}\right)^2 + \frac{8 l \Delta t}{v_M}}}{\frac{4}{v_M}}$$

проверка

$$0,1 + \frac{4}{20} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{0,1 + \frac{2}{20}}$$

$$0,1 + 0,2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{0,2}$$

$$0,3 = 0,3$$

$$\frac{8}{20} + 2 \cdot 0,1 =$$

Задача 13

расчет

Числовик

$$x_{12} = \frac{1}{v_m} - \Delta t \pm \sqrt{\left(\Delta t - \frac{l}{v_m}\right)^2 + \frac{8l\Delta t}{v_m}}$$

$$\begin{array}{r} -0,10 \\ 0,15 \\ \hline -0,15 \\ -0,10 \\ \hline 0,05 \end{array}$$

$$\sqrt{\left(0,1 - \frac{3}{20}\right)^2 + \frac{8 \cdot 3 \cdot 0,1}{20}} =$$

~~0,05~~

$$= \sqrt{\left(0,1 - 0,15\right)^2 + \frac{2,4}{20}} =$$

$$= \sqrt{(0,05)^2 + 0,12} = \sqrt{0,0025 + 0,12} = \sqrt{0,1225} = 0,35$$

$$\begin{array}{r} 1225 \overline{) 5} \\ \underline{10} \phantom{00} \\ 22 \phantom{00} \\ \underline{20} \phantom{00} \\ 25 \phantom{00} \end{array} \quad \begin{array}{r} 245 \overline{) 5} \\ \underline{20} \phantom{00} \\ 45 \phantom{00} \\ \underline{49} \phantom{00} \\ 49 \phantom{00} \\ \underline{49} \phantom{00} \\ 0 \phantom{00} \end{array}$$

$$x_{12} = \frac{3}{20} - 0,1 \pm 0,35$$

$$= \frac{0,15 - 0,1 \pm 0,35}{0,2} = \frac{0,05 \pm 0,35}{0,2}$$

$$= \frac{0,05 + 0,35}{0,2} = \frac{0,4}{0,2} = 2 \text{ км}$$

Отрицательный  
корень не удовлетворяет  
по смыслу

Ответ:  $\Delta X = 2 \text{ км}$

(+)

22-66-76-10  
(19.1)

$$\begin{aligned} m_1 &= 1 \text{ ч} \\ m_2 &= 2 \text{ ч} \\ m_3 &= 3 \text{ ч} \end{aligned}$$

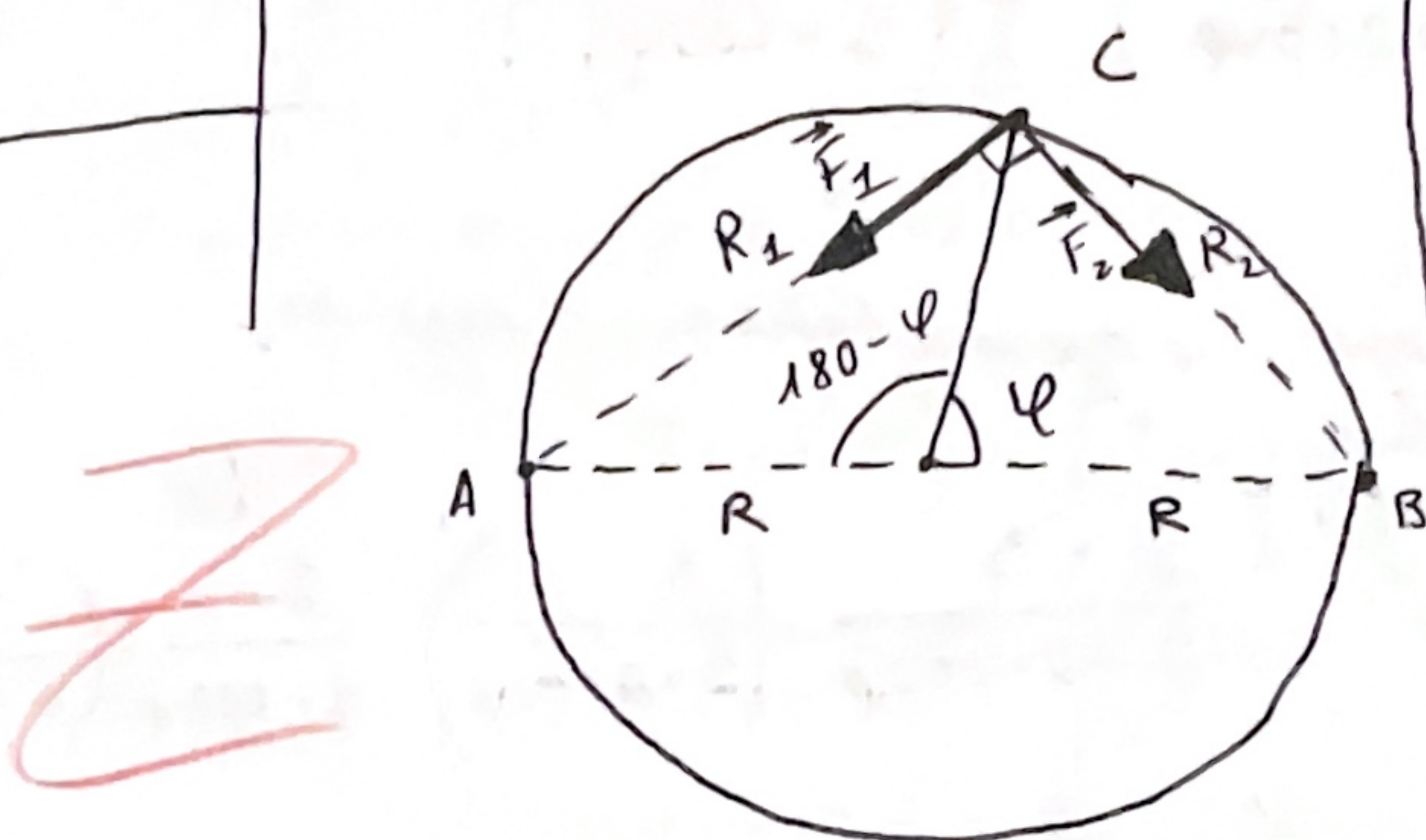
Задача 6

Чистовик

Ответ:

$$\varphi = \arccos\left(-\frac{1}{3}\right)$$

$$\varphi \in (0; \pi)$$



Речь идет о гравитационных силах. Это т. косинусов в треугольнике CB:

$$F_p = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \left| \begin{aligned} CB^2 &= R^2 + R^2 - 2 \cdot \cos \varphi \cdot R^2 \\ AC^2 &= R^2 + R^2 + 2 \cdot \cos \varphi \cdot R^2 \end{aligned} \right.$$

Из геометрии заметим что угол опирающийся на диаметр всегда 90°.

Тогда результирующая сила в точке C

Сигараса  $F_p^2 = F_1^2 + F_2^2$

$$F_p^2 = \left( G \frac{m_1 m_3}{R^2 + R^2 + 2 \cos \varphi \cdot R^2} \right)^2 + \left( G \frac{m_2 m_3}{R^2 + R^2 - 2 \cos \varphi \cdot R^2} \right)^2 =$$

$$= \left( \frac{G}{R^2} \right)^2 \left( \left( \frac{m_1 m_3}{2 + 2 \cos \varphi} \right)^2 + \left( \frac{m_2 m_3}{2 - 2 \cos \varphi} \right)^2 \right)$$

пусть = c

$$= c \left( \left( \frac{3}{2 + 2 \cos \varphi} \right)^2 + \left( \frac{6}{2 - 2 \cos \varphi} \right)^2 \right)$$

$$(a+b)^3 = (a^2 + 2ab + b^2)(a+b) = a^3 + 2a^2b + ab^2 + a^2b + 2ab^2 + b^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3 = 0$$

Приводится ?  
- синусом грис,  
тогда по неравенству  
Косинуса, F1 грисина  
быть равна F2,  
нормаль  
 $\varphi = \arccos\left(-\frac{1}{3}\right)$   
 $\varphi \in (0; \pi)$

не верно! →

Задача 6

Числовик

$$F^2(\cos \varphi) = C \left( \left( \frac{3}{2+2\cos \varphi} \right)^2 + \left( \frac{3}{1-\cos \varphi} \right)^2 \right)$$

Возьмем производную и приравняем к нулю.

$$(f(g(x)))' = f'(g(x)) \cdot g'(x)$$

$$2+2\cos \varphi = 1-\cos \varphi$$

$$3\cos \varphi = -1$$

$$\cos \varphi = -\frac{1}{3}$$

$$\left( \frac{f(x)}{g(x)} \right)' = \frac{f'(x)g(x) - g'(x)f(x)}{g(x)^2}$$

$$F' = \frac{2 \cdot 3}{2+2 \cdot \cos \varphi} \cdot \left( \frac{3}{2+2\cos \varphi} \right)' + \frac{6}{1-\cos \varphi} \cdot \left( \frac{3}{1-\cos \varphi} \right)'$$

$$= \frac{6 \sin \varphi}{(2+2\cos \varphi)^2} \cdot \frac{3}{1+\cos \varphi} + \frac{6}{1-\cos \varphi} \cdot \frac{-3(1-\cos \varphi)'}{(1-\cos \varphi)^2} =$$

$$= \frac{6 \sin \varphi}{4(1+\cos \varphi)^2} \cdot \frac{3}{1+\cos \varphi} + \frac{6}{1-\cos \varphi} \cdot \frac{3 \sin \varphi}{(1-\cos \varphi)^2} =$$

$$= \frac{3 \sin \varphi}{4(1+\cos \varphi)^3} + \frac{18 \sin \varphi}{(1-\cos \varphi)^3} = 0$$

$$\sin \varphi \left( \frac{1}{4(1+\cos \varphi)^3} + \frac{2}{(1-\cos \varphi)^3} \right) = 0$$

$$4 \cdot \left( \frac{2}{3} \right)^3 = \left( -\frac{1}{3} - 1 \right)^3$$

$$\frac{4 \cdot 8}{27} = \frac{4}{27}$$

$$= a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$$

~~$$\frac{1}{4(1+\cos \varphi)^3} = \frac{2}{(\cos \varphi - 1)^3}$$~~

~~$$(\cos \varphi - 1)^3 = 8(1+\cos \varphi)^3$$~~

~~$$\cos \varphi - 1 = 2(1+\cos \varphi)$$~~

~~$$\cos \varphi - 1 = 2 + 2\cos \varphi \Rightarrow (\cos \varphi - 1)^3 = (a-b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3 =$$~~

~~$$-3 = \cos \varphi$$~~

~~$$= a^3 - 2a^2b + 2ab^2 - a^2b + 2ab^2 - b^3 =$$~~

Задача 6

$$4(1+3\cos \varphi + 3$$

$$4 + 12\cos \varphi +$$

$$5 + 9\cos \varphi$$

~~3/3~~

$$2+2\cos$$

$$1 =$$

$$\cos \varphi$$

$$dQ = 0.$$



~~3/3~~

Задача 6

Черновик Черновик

$$4(1 + 3\cos\varphi + 3\cos^2\varphi + \cos^3\varphi) = \cos^3\varphi - 3\cos^2\varphi + 3\cos\varphi - 1$$

$$4 + 12\cos\varphi + 12\cos^2\varphi + 4\cos^3\varphi = \cos^3\varphi - 3\cos^2\varphi + 3\cos\varphi - 1$$

$$5 + 9\cos\varphi + 15\cos^2\varphi + 3\cos^3\varphi = 0 \quad \frac{3}{2 + 2 \cdot -\frac{1}{3}} + \frac{3}{1 + \frac{1}{3}}$$

$$3 + (5 + 15\cos^2\varphi) + (9\cos\varphi + 3\cos^3\varphi) = 0$$

$$5(1 + 3\cos^2\varphi) + 3\cos\varphi(3 + \cos^2\varphi) = 0$$

$$(5 + 3\cos\varphi)(1 + 3\cos^2\varphi) = 0$$

минус

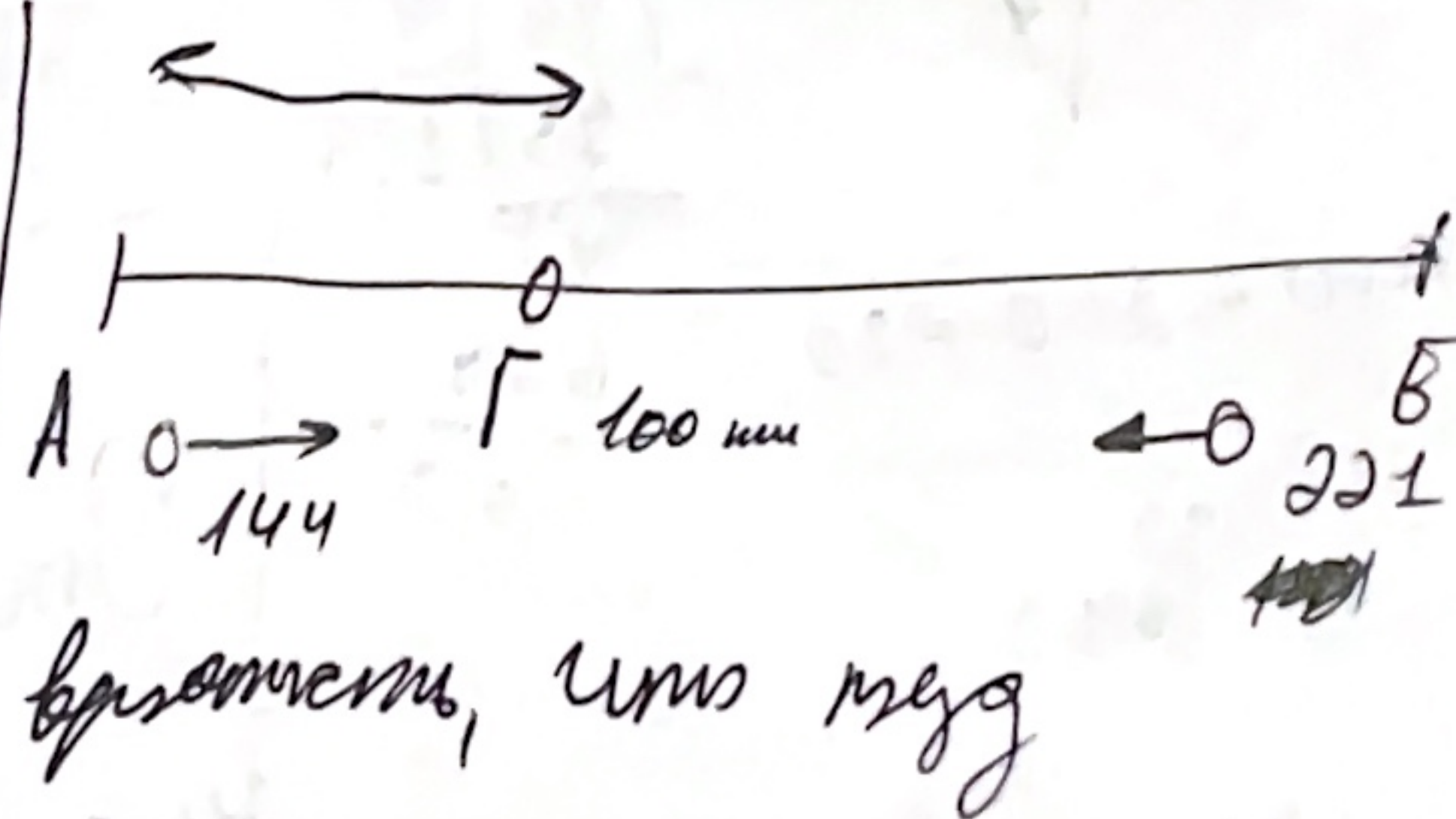
$$\cos^2\varphi$$

$$2 - \frac{2}{3} = 1 \frac{1}{3} = \frac{4}{3}$$

$$2 + 2\cos\varphi = 1 - \cos\varphi$$

$$1 = -3\cos\varphi$$

$$\cos\varphi = -\frac{1}{3}$$



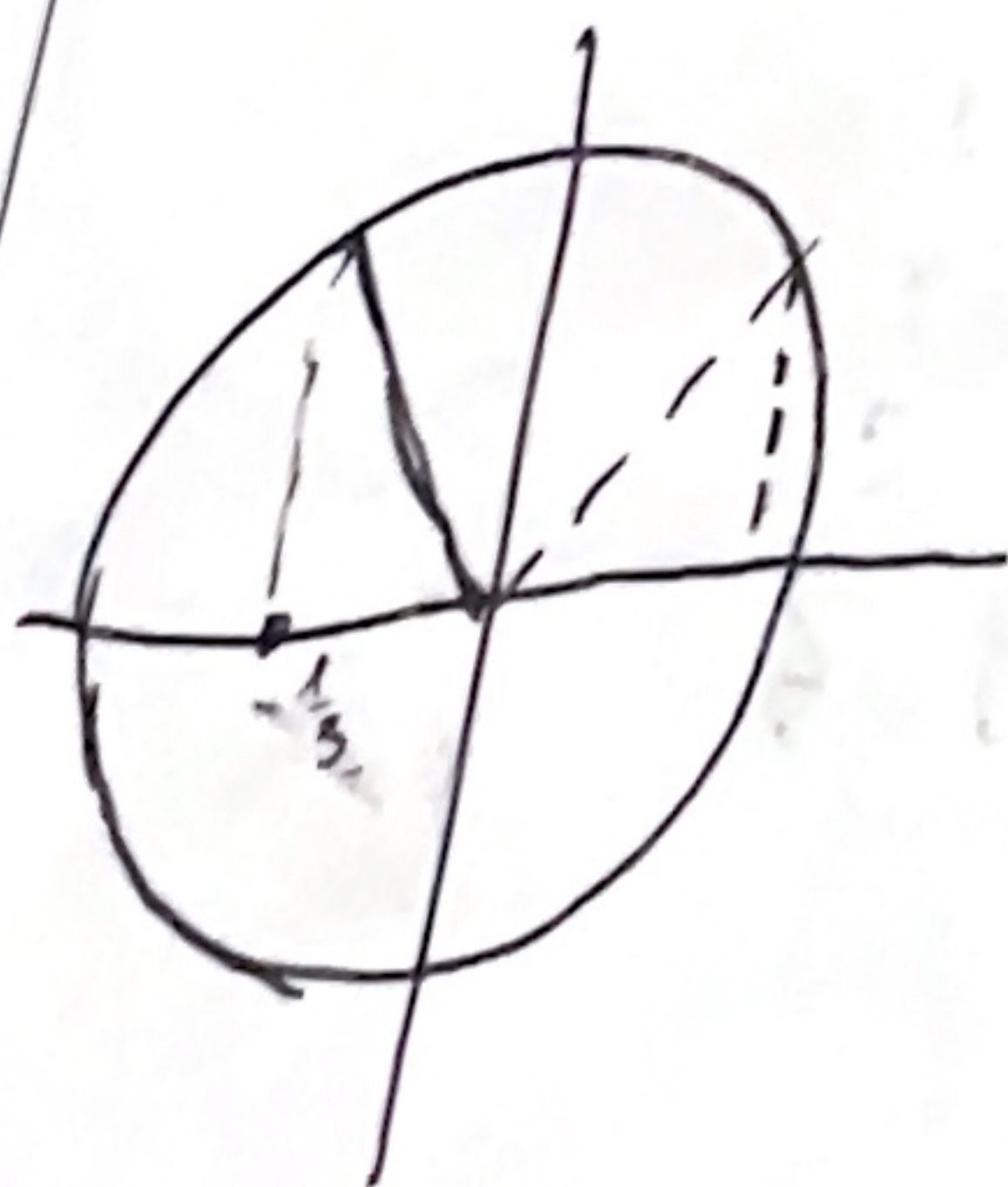
вспомогательная масса

$$dQ = 0$$

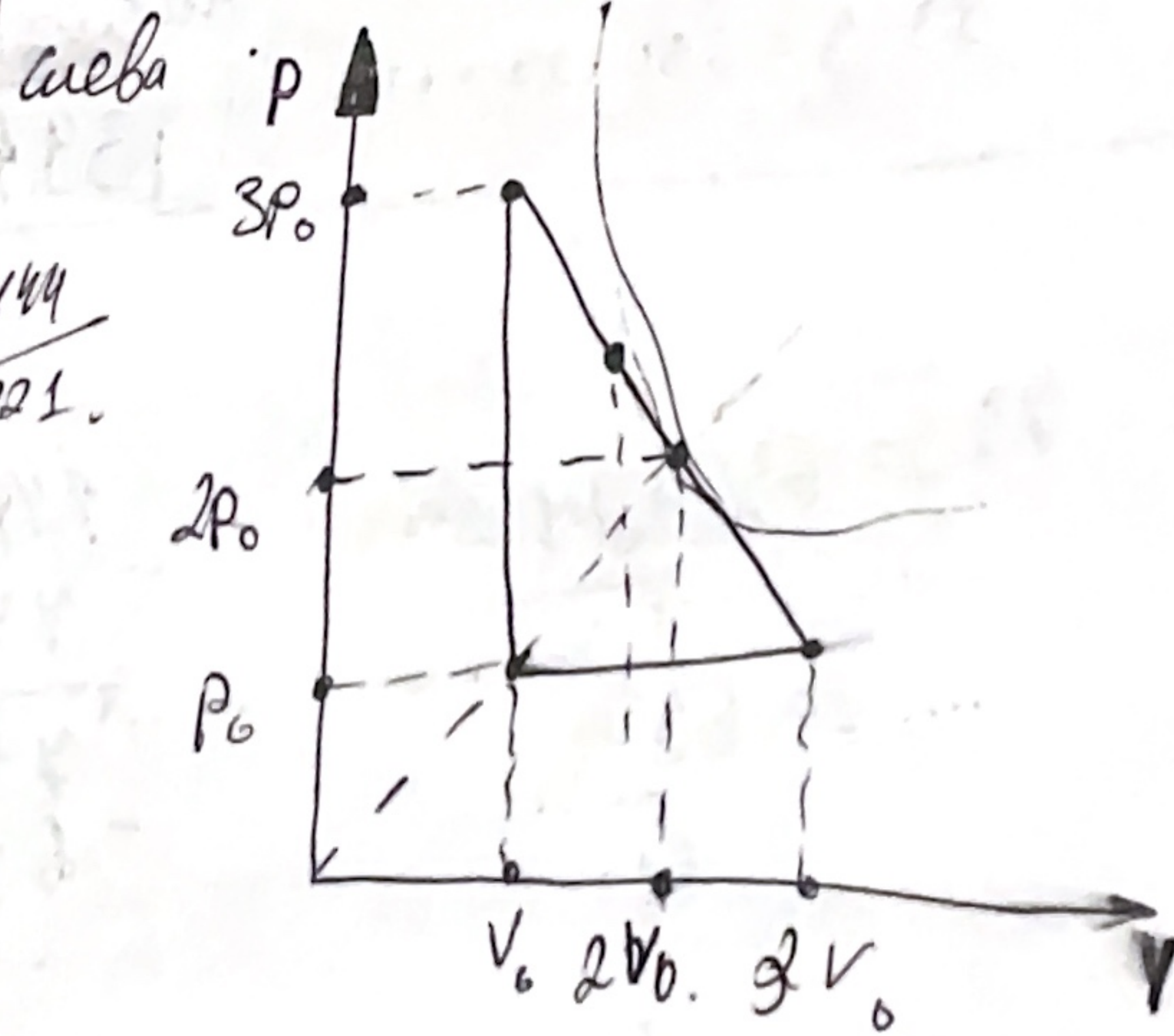
$$dQ = p dV + \frac{1}{2} p dV$$

$$\frac{144}{365}$$

$$\frac{144}{221}$$



AC



$$\eta = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0}{\frac{3}{2}(4pV - p_0V_0) + \frac{1}{2}(5p_0 \cdot V_0)} = \frac{2p_0V_0}{1,5 \cdot 3pV + 2,5pV} = \frac{2p_0V}{4,5pV + 2,5pV}$$

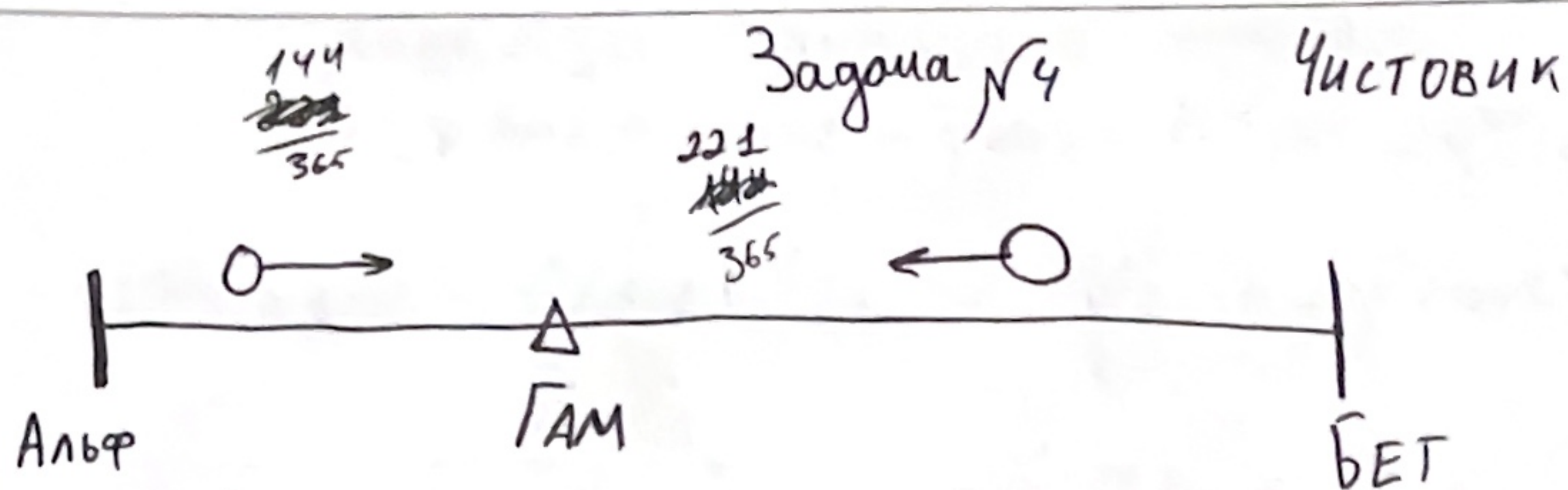
$$365 \times 4 = 1200 + 240 + 20 = 1460$$

~~365~~

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0}{\frac{3}{2}}$$

$$= \frac{2pV}{4pV}$$





Так как в среднем 221 раз, то с вероятностью  $\frac{221}{365}$  между в любой момент времени между Гам и Бет.

Скорость ветра постоянна значит расстояние в любой точке равновероятно.  $\Rightarrow$  вероятность что между

Альф и Гам =  $\frac{144}{365}$

тогда расстояние равно  $100 \cdot \frac{144}{365} =$

$$\begin{array}{r} 1440 \overline{) 365} \\ 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144 \overline{) 43} \\ 43 \overline{) 1,9} \\ \underline{410} \\ 654 \\ 53 \end{array}$$



$$= 20 \cdot 5 \cdot \frac{144}{5 \cdot 43} =$$

$$= \approx 40 \text{ км} \approx 39,4 \text{ км}$$

Ответ пишется неким  
шрифтом близким к 40 км.  
39,4..... км

$$1200 + 240 + 20$$

$$\begin{array}{r} 365 \overline{) 5} \\ 35 \overline{) 43} \end{array}$$

$$43 \cdot 9 = 630 + 24 = 654$$

$$43 \cdot 9 = 630 + 24 = 654$$

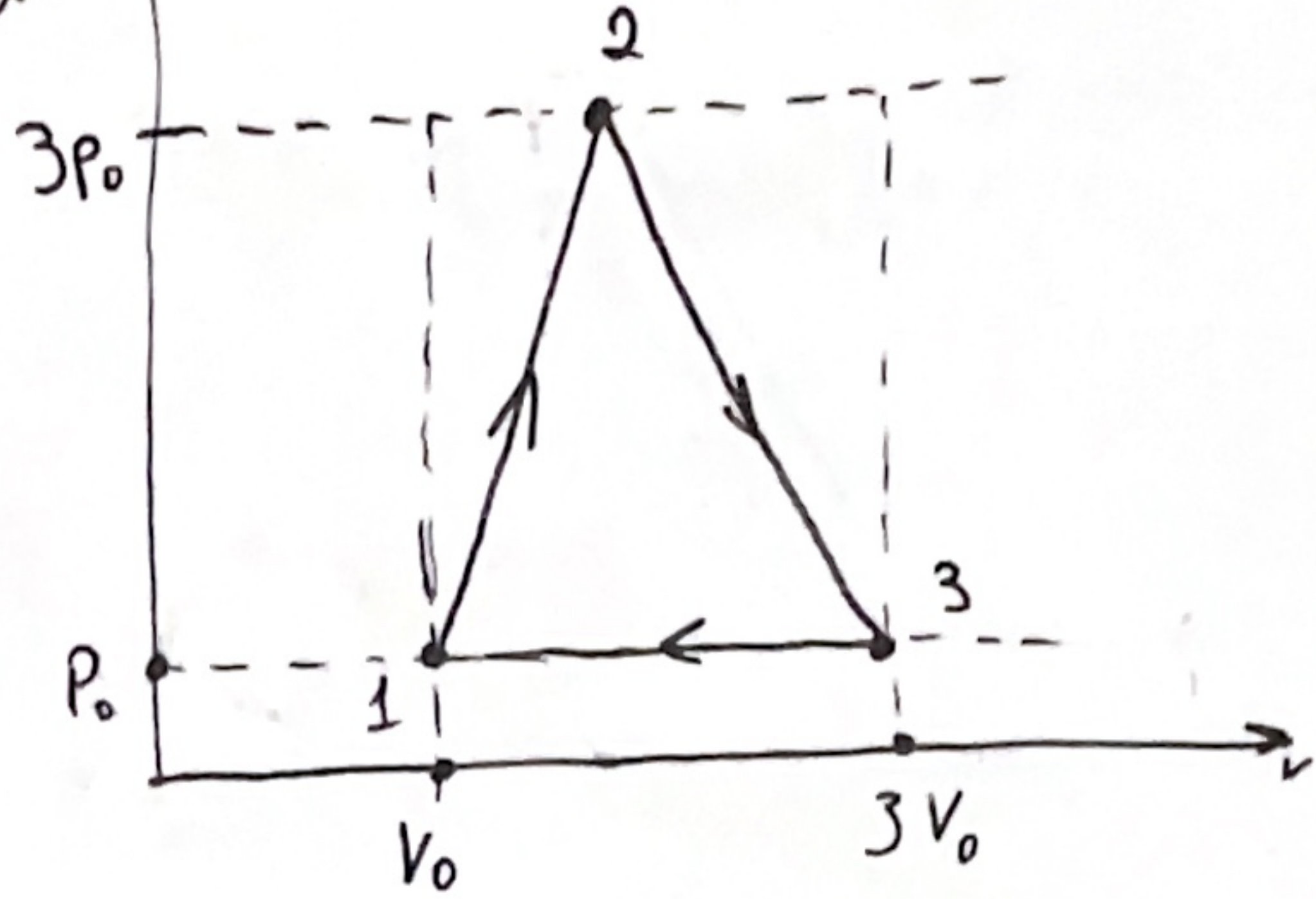
$$\begin{array}{r} 144 \overline{) 43} \\ 43 \overline{) 1,94} \\ \underline{410} \\ 654 \\ 530 \\ 511 \end{array}$$

$$490 + 21 = 511$$

Даны  
 $V_2 \in [V_0; 3V_0]$

$\eta = ?$

Задача 15 Р ЧИСТОВИК

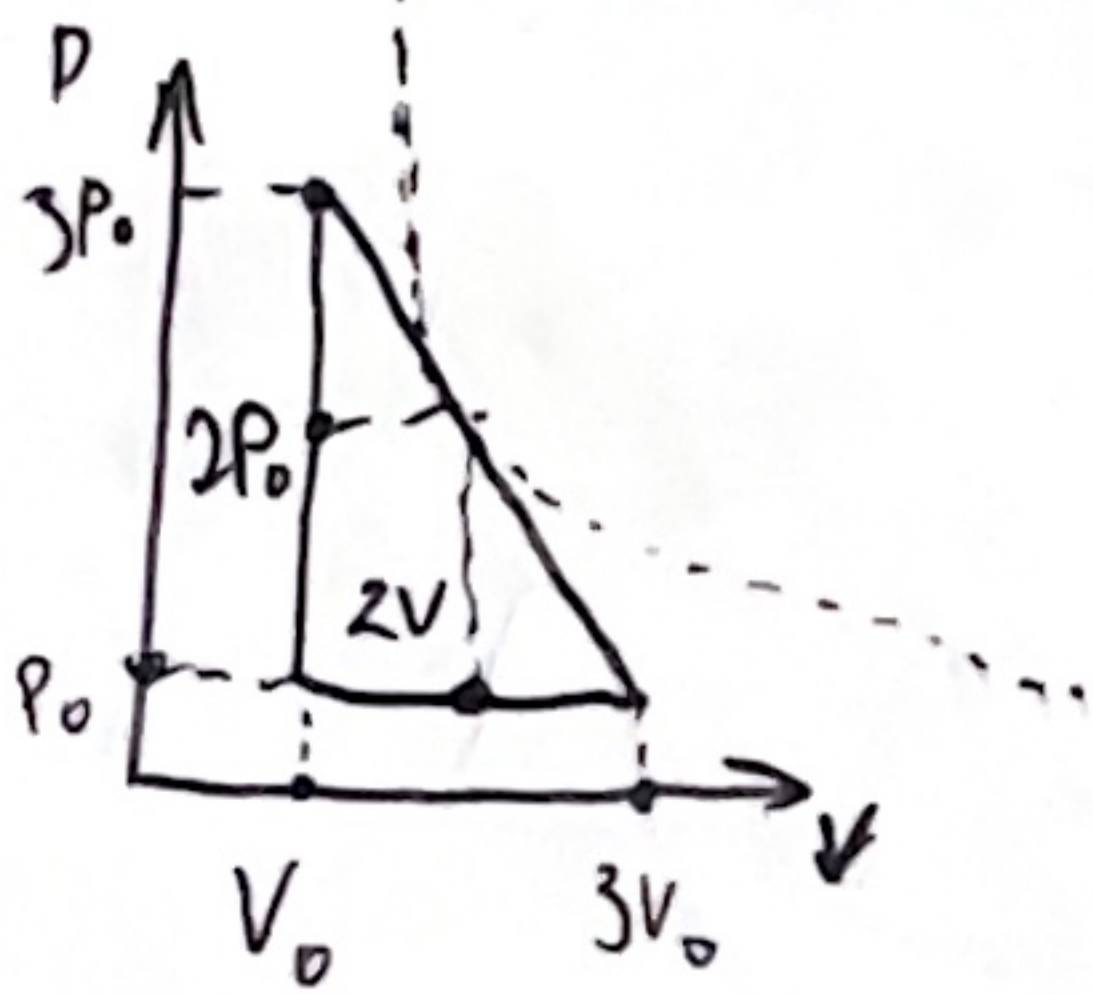


стоит заметить, что

в любой точке при  $3P_0$  работы за цикл будут одинаковы.

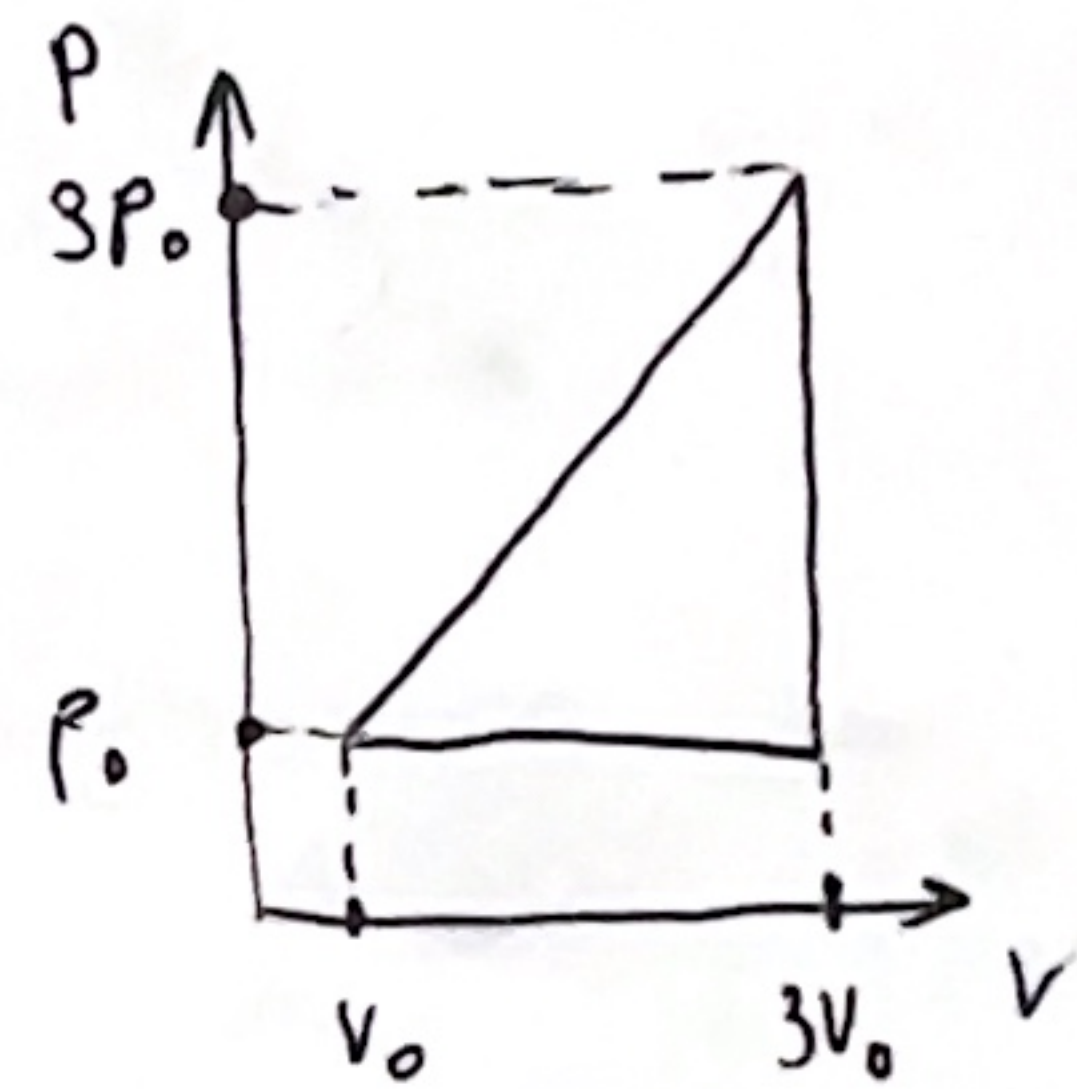
Рассмотрим КПД цикла при прохождении через критические точки  $(V_0; 3P_0)$  и  $(3V_0; 3P_0)$

$$\eta = \frac{A_{зч}}{A + \Delta U}$$



$$\eta_1 = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 2V_0}{\frac{3}{2} (4P_0 V_0 - P_0 V_0) + \frac{1}{2} 5P_0 V_0} = \frac{2P_0 V_0}{4,5P_0 V_0 + 2,5P_0 V_0} = \frac{2}{7}$$

поэтому тепло превращается в точку касания с адiabатой.



$$\eta_2 = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 2V_0}{\frac{3}{2} (9P_0 V_0 - P_0 V_0) + 2P_0 \cdot 2V_0} = \frac{2P_0 V_0}{12P_0 V_0 + 4P_0 V_0} = \frac{1}{8}$$

Не все возможные положения (b) 2 рассмотрели, а лишь крайние

?  $\left[ \frac{1}{8}; \frac{2}{7} \right]$  ?

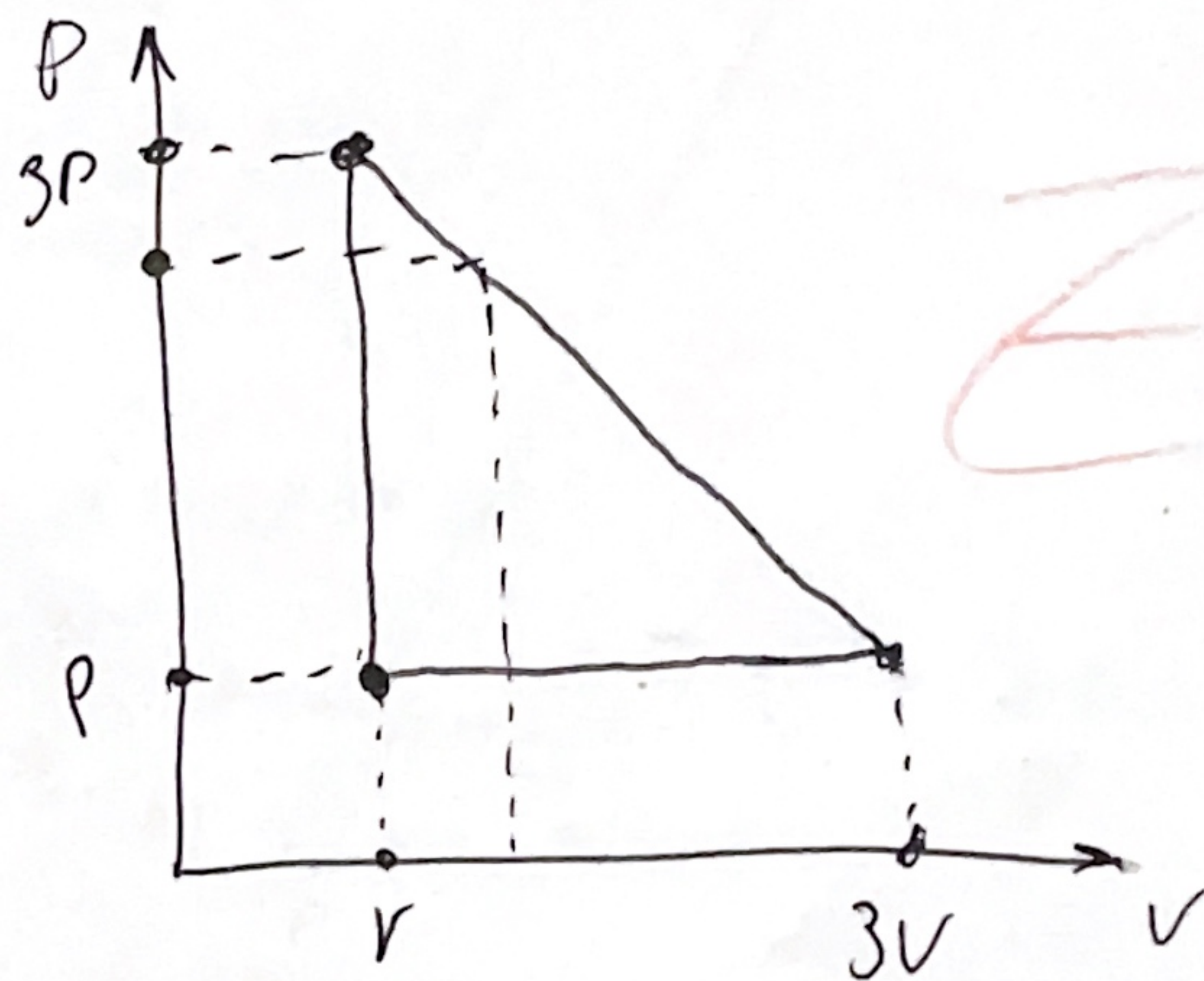
Ответ:  $\eta \in \left[ \frac{1}{8}; \frac{2}{7} \right]$

ЧЕРНОВИК.

$$\begin{aligned}
 & 0,9(6600 + \frac{256}{3} S_L + 800S_L) = \\
 & = 9 \cdot 660 + \frac{3 \cdot 256}{10} S_L + 420 S_L = \\
 & = 5400 + 540 + 3 \cdot 25,6 S_L + 420 S_L = \\
 & = 5940 + 46,8 S_L + 420 S_L =
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r}
 +1 \\
 \times 256 \\
 \hline
 468
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 +420 \\
 +468 \\
 \hline
 496,8 S_L
 \end{array}$$



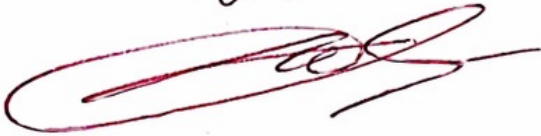
$$5940 + 496,8 \cdot 3,14$$

$$\begin{array}{r}
 +2 \quad +2 \quad +2 \\
 \times 4968 \\
 \hline
 111314 \\
 +111314 \\
 \hline
 1131842 \\
 + 24968 \\
 \hline
 29904 \\
 \hline
 3101952
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 +2 \quad +2 \quad +2 \\
 \times 4968 \\
 \hline
 3 \\
 \hline
 23904
 \end{array}$$

Повысить оценку на 5 баллов

(старая оценка - 75 баллов,  
новая оценка - 80 баллов)



Председателю апелляционной комиссии  
олимпиады школьников «Ломоносов»  
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова  
академику В.А. Садовничему  
от участника заключительного этапа по  
профилю «Механика и математическое моделирование»  
*Сержанова Алексей Дмитриевича*

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа. Добрый день, уважаемое Жюри, по задачам:

№1 - 20 баллов

№2 - 20 баллов

№3 - 20 баллов

№4 - В результате проверки мне поставили +-, у меня в задаче дан верный ответ. Решение обосновано, получен верный ответ присутствует объяснение. Прошу пересмотреть оценивание этой задачи как правильное 20 баллов, вы подчеркнули мне фразу равновероятностно, которая написана про любую точку на всем пути, а не отрезки, решение верное, спасибо

№5 - стоит плюс минус, присутствуют верные выкладки и идеи, прошу пересмотреть оценивание до 5 баллов

Новая сумма 80

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

Дата (подпись)

22.03.22

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over a light gray grid background. The signature consists of several overlapping loops and a long, sweeping horizontal stroke that extends towards the right edge of the page.