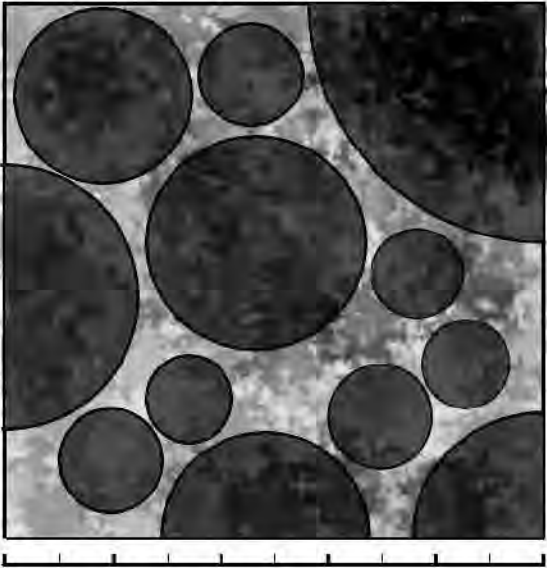




Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

направление Биоинженерия
Заключительный этап 2021 г.

Вариант 1
11 класс

№	Задание	Ответы	Баллы
1	<p>Спортсмен массой 80 кг с эндопротезом коленного сустава состоящей из пары «металл-полимер» к концу длинной дистанции имеет скорость 10 км/ч. Он остановился через 40 секунд после финиша. Определите силу и коэффициент трения пары «металл-полимер» в эндопротезе.</p>		10
2	<p>Сканирующая электронная микроскопия позволяет получать фотографии поверхности материалов с большим увеличением. Это можно использовать для расчета приблизительной пористости образцов, перспективных для применения в качестве имплантатов. Пористость по микрофотографии можно определить, посчитав долю (%) площади фотографии, приходящуюся на поры. Рассчитайте пористость образца, по представленной микрофотографии, округлите до десятков.</p>  <p style="text-align: center;">50 мкм</p>		20
3	<p>Гидрогель на основе хитозана был помещен в нейтральную среду и в условия, имитирующие среду желудка человека ($pH = 3$). Для того чтобы подготовить эту среду надо в воду добавить соляную кислоту. Рассчитайте объем кислоты (30% масс., плотность $1,149 \text{ г/см}^3$, $M = 36.46 \text{ г/моль}$), который надо добавить в 20 мл воды, если объем полученного раствора равен сумме объемов исходного раствора и воды, ответ округляйте до десятых.</p> <p>Для расчета вам потребуется следующая формула: $pH = -\lg[H^+]$, где $[H^+]$ - концентрация ионов водорода, для одноосновных</p>		40



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

направление Биоинженерия
Заключительный этап 2021 г.

Вариант 1

11 класс

кислот концентрация ионов водорода равна концентрации раствора кислоты $\text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$, а \lg - логарифм по основанию 10.

Далее приведены данные изменения массы гидрогеля при помещении в исходный раствор и имитирующий среду желудка. На одном графике постройте кривые зависимости степени набухания от времени, сделайте вывод в каком растворе гидрогель набухает сильнее. Степень набухания - это отношение изменения массы гидрогеля к исходной массе (%).

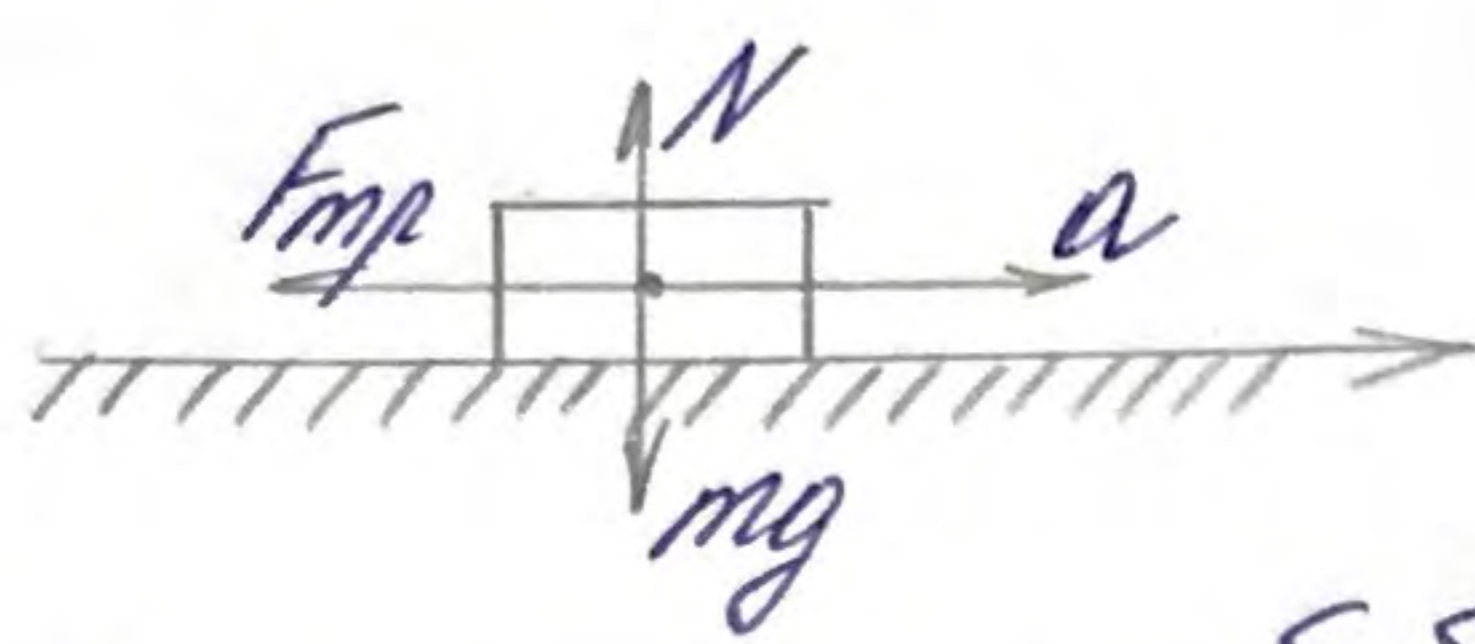
pH = 7		pH = 3	
Время, час	Масса, г	Время, час	Масса, г
0	0.1	0	0.1
1	0.11	1	0.12
2	0.12	2	0.14
3	0.13	3	0.16
4	0.13	4	0.18

4 Для печати полимерных имплантатов на 3D-принтере необходимо подготовить филамент из определенной полимерной смеси методом экструзии. Камера экструдера вмещает в себя 8 г полилактида на одну загрузку. Рассчитайте массу всей навески и каждого компонента на одну загрузку, необходимых для получения полимерной смеси из полилактида (ПЛА), поликапролактона (ПКЛ) и полиэтиленгликоля (ПЭГ). Соотношение компонентов смеси 70 % ПЛА, 20 % ПКЛ и 10 % ПЭГ. Плотность ПЛА - $1,24 \text{ г/см}^3$, ПКЛ - $1,15 \text{ г/см}^3$, ПЭГ - $1,13 \text{ г/см}^3$.

После экструдирования одной загрузки полимерной смеси филамент имеет вид пружины с диаметром кольца 4 см, количество колец равно 8. Рассчитайте сколько колец будет содержать одна большая «пружина», если для печати образца требуется филамент длиной 13,4 м. Округлите до целых так, чтобы материала хватило на печать образца.

11 класс, Вариант 1
Задача n1

Решение:



$$10 \text{ км/ч} = 2,78 \text{ м/с}$$

Дано:
 $m = 80 \text{ кг}$
 $v_0 = 10 \text{ км/ч}$
 $v = 0 \text{ км/ч}$
 $t = 40 \text{ с}$

$$F_{mp} = -ma \quad a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 \text{ м/с} - 2,78 \text{ м/с}}{40 \text{ с}} = -0,0695 \text{ м/с}^2$$

$$F_{mp} = 80 \text{ кг} \cdot 0,0695 \text{ м/с}^2 = 5,56 \text{ Н}$$

$$F_{mp} = \mu N, \quad N = mg \Rightarrow \mu = \frac{F_{mp}}{mg} = \frac{5,56 \text{ Н}}{80 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 6,95 \cdot 10^{-3}$$

Ответ: 5,56 Н; $6,95 \cdot 10^{-3}$

Задача n2

Цена деления - $\frac{50 \text{ мм}}{10} = 5 \text{ мм}$
 Цена

$$S_{\text{шпура}} = \pi r^2$$

$$S_1 = \frac{\pi \cdot 10^2}{2} = 50\pi$$

$$S_2 = \pi \cdot 10^2 = 100\pi$$

$$S_3 = \frac{\pi \cdot 22^2}{2} = 121\pi$$

$$S_4 = S_5 = S_9 = \pi \cdot 4^2 = 16\pi$$

$$S_8 = S_6 = S_{12} = \pi \cdot 5^2 = 25\pi$$

$$S_{10} = \frac{\pi d^2}{2 \cdot 4} = \frac{\pi \cdot 25^2}{8} = 78,125$$

$$S_{11} = \pi \cdot 11^2 = 121\pi, \quad S_7 = \frac{\pi \cdot 12^2}{4} = 36\pi$$

$$S_{\text{раств}} = S_1 + S_2 + \dots + S_{12}$$

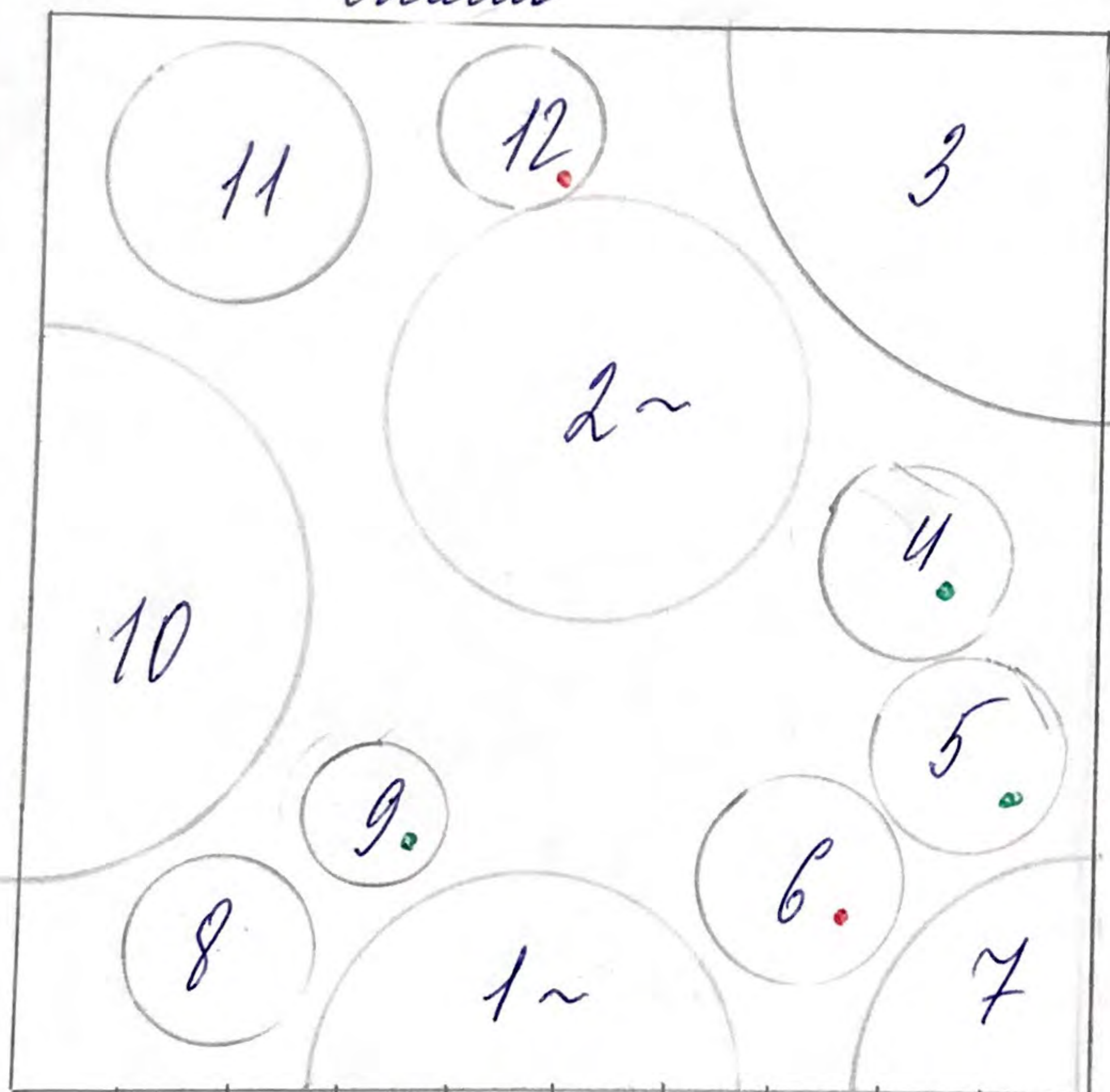
$$S_{\text{раств}} = 629,125\pi \approx 1975,5 \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{одн}} = 50 \cdot 50 = 2500 \text{ мм}^2$$

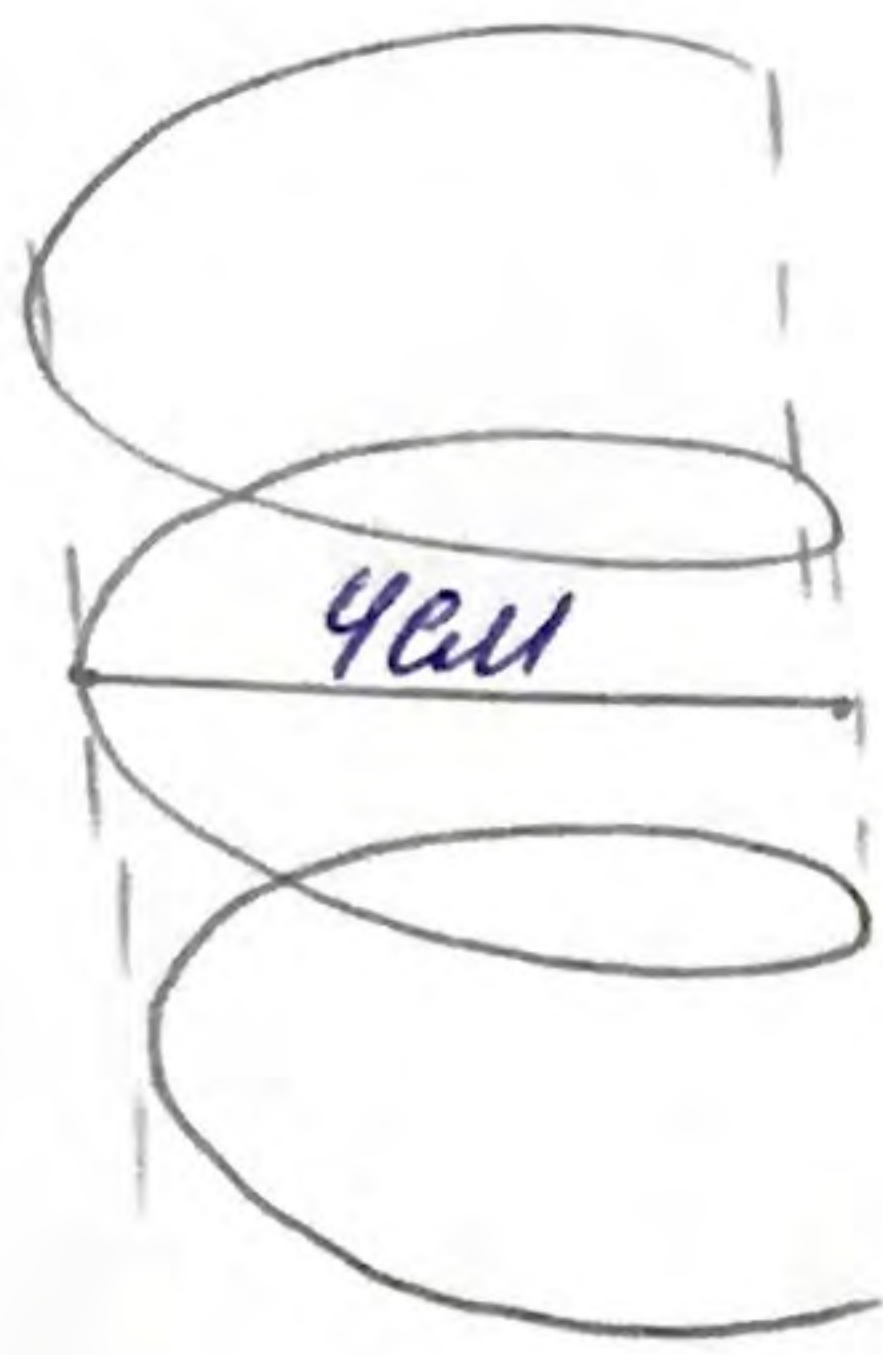
$$S_{\text{пор}} = S_{\text{одн}} - S_{\text{раств}} = 2500 - 1975,5 = 524,5 \text{ мм}^2$$

$$\text{Пористость} = \frac{524,5 \text{ мм}^2}{2500 \text{ мм}^2} = 20,98 \approx 21\%$$

Ответ: 21%



50 мм



Задача 4

$$d_{\text{ш}} = 0,04 \text{ м}$$

$$S_{\text{поверх}} = \pi \cdot d_{\text{ш}} \cdot L = 0,1256 \text{ м}$$

$$\text{кол-во витков} = \frac{13,9 \text{ м}}{0,1256 \text{ м}} = 106,6 \text{ витков}$$

$$\frac{106,6}{8} = 13,3 \text{ витков} \text{ шпиралью}$$

Чтобы шпиралью было необходимо быть 14 витков,

значит масса всей проволоки = $14 \cdot 82 = 1122$

$$\omega(\text{ПЛА}) = 70\% \Rightarrow m(\text{ПЛА}) = 82 \cdot 0,7 = 5,62$$

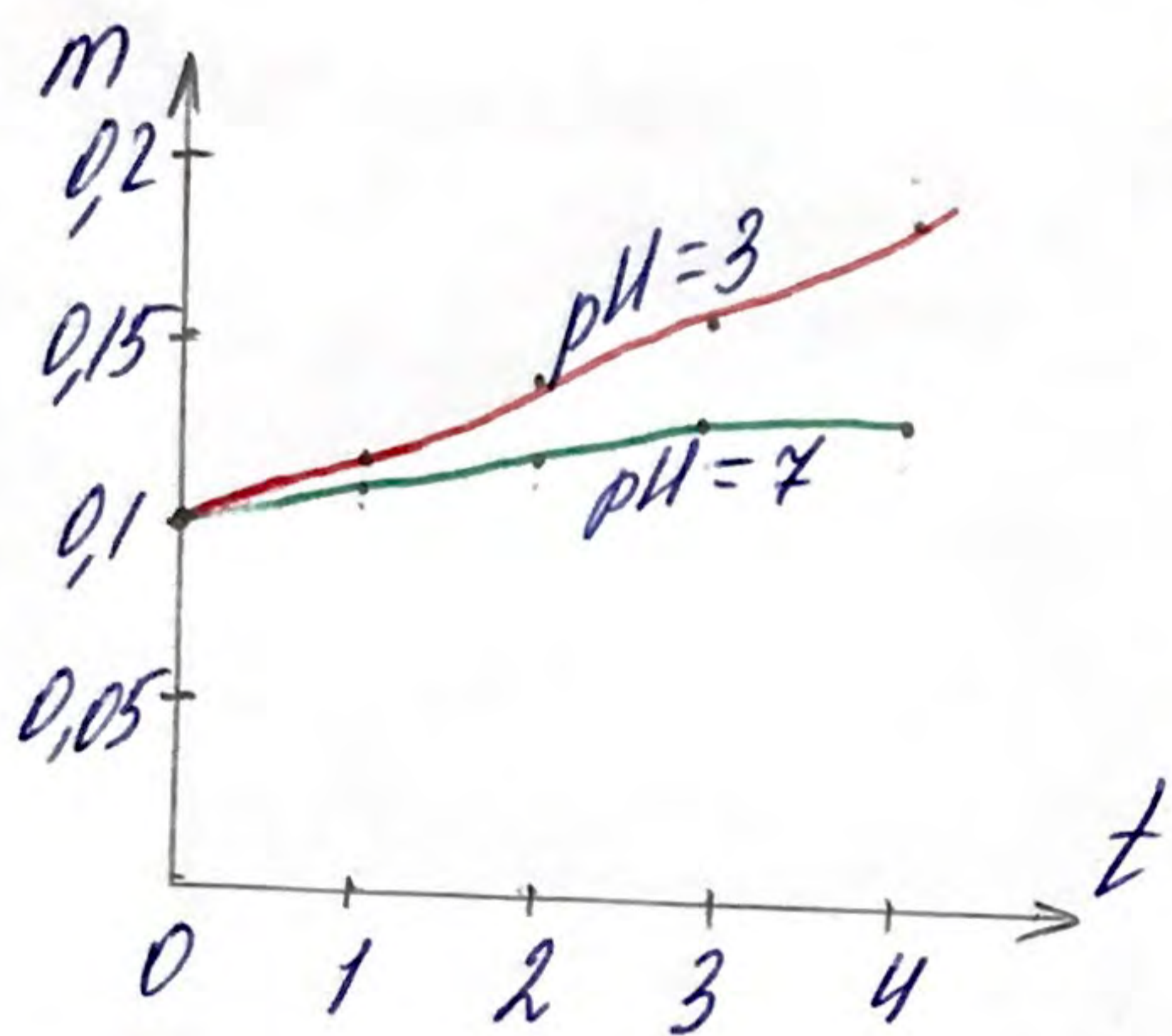
$$\omega(\text{МКЛ}) = 20\% \Rightarrow m(\text{МКЛ}) = 82 \cdot 0,2 = 1,62$$

$$\omega(\text{МЭТ}) = 10\% \Rightarrow m(\text{МЭТ}) = 0,82$$

Ответ: 1122; 5,62; 1,62; 0,82; 106,6 витков

Задача 3

По графику зависимости степени ионизации от времени можно сделать вывод, что ионизация сильнее наблюдается в шестой среде.



$$\omega = 0,3, \rho_{\text{р-ра}} = 1,1492 \text{ г/см}^3, M = 36,46 \text{ г/моль}, V_{\text{воды}} = 20 \text{ см}^3$$

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 3 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-3} = 0,001 = 0,1 \text{ мМ}$$

$$c = \frac{n}{20+x} \quad x - \text{объем шпиралью}$$

$$20+x = \frac{n}{c} \Rightarrow x = \frac{n}{c} - 20; \omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{m_{\text{в-ва}}}{\rho_{\text{р-ра}} \cdot x} \Rightarrow x = \frac{m_{\text{в-ва}}}{\rho_{\text{р-ра}} \cdot \omega}$$

$$\frac{n}{c} - 20 = \frac{m_{\text{в-ва}}}{\rho \cdot \omega}, \quad m_{\text{в-ва}} = M \cdot n$$

$$\frac{n}{c} - 20 = \frac{M \cdot n}{\rho \cdot \omega}$$

$$\frac{n}{c} - \frac{M \cdot n}{\rho \cdot \omega} = 20$$

$$\frac{n \rho \omega - M n c}{c \rho \omega} = 20$$

$$\frac{n(\bar{p} - \mu_e)}{\sigma \bar{p}} = 20$$

$$n(\bar{p} - \mu_e) = 20 \sigma \bar{p}$$

$$n = \frac{20 \sigma \bar{p}}{\bar{p} - \mu_e}$$

$$n = \frac{20 \cdot 0,001 \cdot 0,3}{1,149 \cdot 0,3 - 36,46 \cdot 0,001} = 0,0194 \text{ маш}$$