

Шифр



**Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»**

*направление Биоинженерия*  
Заключительный этап 2021 г.

**Вариант 1**  
**10 класс**

№	Задание	Ответы	Баллы
1	Плечевая кость с площадью сечения $314 \text{ мм}^2$ выдерживает максимальную массу 6443 кг. Какой диаметр будет иметь цилиндрический имплантат на основе полимера чтобы выдерживать такую же массу. Максимальное давление, которое может выдержать полимер и не разрушиться составляет 190 МПа. Площадь сечения кости принять как площадь круга. Значение диаметра округлите до десятых. Можно ли использовать такой имплантат, если отклонение диаметра имплантата относительно диаметра кости не может составлять более 5%?		10
2	Важной характеристикой полимерных костных имплантатов являются механические испытания на сжатие. Для этого вида испытаний необходимо изготовить серию выпянутых цилиндрических образцов, диаметр и высота которых в соответствии с ГОСТ отличаются в 2 раза. Для изготовления пористого цилиндра диаметром 1,2 см нужно запрессовать навеску полимера с солью NaCl в массовом соотношении 1:4, выставив необходимое давление $p$ на табло пресса в ед. измерения $\text{кгс/см}^2$ ( $1 \text{ кгс/см}^2 = 0,1 \text{ Н/мм}^2$ ). Рассчитать: А) Массу компонентов навески, если известна плотность полимера $0,009 \text{ кг/см}^3$ и плотность соли $2 \text{ г/см}^3$ . Б) Давление, которое надо выставить на табло пресса, если в системе СИ давление составляет 50 МПа.		20

Шифр



**Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»**

*направление Биоинженерия*  
Заключительный этап 2021 г.

**Вариант 1**

**10 класс**

<p>3 Биокерамика — это биосовместимая керамика, которая предназначена либо для постоянной имплантации, либо как временная конструкция, например в случае биорезорбируемых штифтов, пластин и винтов. Для синтеза биокерамики, например, трикальцийфосфата (<math>\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2</math>), потребуются источники кальция и фосфора. Молярность источников кальция и фосфора равна количеству атомов соответствующего элемента в химической формуле соединения. Помимо источников кальция и фосфора в ряде синтезов требуется топливо. Таким топливом может быть лимонная кислота (<math>\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7</math>, молярная масса 192,1 г/моль). В результате их взаимодействия происходит окислительно-восстановительная экзотермическая реакция, в которой роль окислителя играет нитрат кальция, а восстановителя - топливо. Рассчитайте окислительную и восстановительную валентности как сумму валентностей, умноженных на соответствующий индекс, обратите внимание, что в данном случае валентность азота равна 0, а валентность в целом зависит от молярности, так общая валентность 2М раствора в 2 раза больше, чем 1М. При этом окислитель и топливо часто используются в стехиометрическом соотношении. Рассчитайте стехиометрическую концентрацию топлива (моль/л) согласно уравнению</p> $c = \frac{\text{окислительная валентность}}{\text{-(восстановительная валентность)}}$ <p>Зная стехиометрическую концентрацию топлива рассчитайте массу топлива необходимую для приготовления 50 мл раствора.</p>	<p>40</p>
--	-----------

Шифр



**Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»**

*направление Биоинженерия*  
Заключительный этап 2021 г.

**Вариант 1**

**10 класс**

$$R = \frac{8 \cdot l \cdot \eta}{\pi \cdot r^4}$$

– сопротивление сосуда по закону Пуазейля, где  $l$  – длина сосуда;  $\eta$  – вязкость крови; которая равна 4 Па·с;  $r$  – радиус сосуда.

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{R}$$

– объёмная скорость,  $P_1$  – давление в начале сосуда,  $P_2$  – давление в конце сосуда,  $R$  – сопротивление сосуда.

$$V = \frac{Q}{S}$$

– линейная скорость, где  $Q$  – объёмная скорость;  $S$  – площадь поперечного сечения сосуда.

Олимпиада „МММ замандам збјегн“  
 направили Београдски  
 Вариант 1  
 10 тача

№1 Дано: М: Решеније:

$S_1 = 314 \text{ mm}^2 = 314 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$  1)  $P = \frac{F}{S}$

$S_1$  - круп  
 $S_2$  - мала  
 $m = 6443 \text{ kg}$

$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow F_1 S_2 = F_2 S_1$

$F_2 = 190 \text{ MPa} = 190 \cdot 10^6 \text{ Pa}$

$P_1 = P_2$   
 $d_2 = ?$

$P = mg \Rightarrow F_1 S_2 = F_2 S_1 = mg$

т.к.  $S_1$  и  $S_2$  - круги,  $S = \pi r^2$   
 $d = 2r \Rightarrow S = \frac{\pi d^2}{4}$

$\frac{d_2}{d_1} \leq 1,05$

$F_1 = \frac{mg}{S_1}$

$\frac{mg S_2}{S_1} = F_2 S_1$

$\frac{mg \pi d_2^2}{4} = F_2 S_1$

$d_2 = \sqrt{\frac{F_2 S_1 d_1^2}{mg}}$  ;  $d_1 \gg 0 \Rightarrow d_2 = d_1 \cdot \sqrt{\frac{F_2 S_1}{mg}}$

$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{4 S_1}{\pi}}$

$d_2 = \sqrt{\frac{4 F_2 S_1^2}{\pi mg}}$

$d_2 = 2 S_1 \sqrt{\frac{F_2}{\pi mg}}$

$d_2 = 2 \cdot 314 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{\frac{190 \cdot 10^6 \text{ Pa}}{3,24 \cdot 6443 \cdot 9,8 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}}}$

$d_2 = 0,02 \text{ m}$

$d_2 = 20000 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

2)  $\frac{d_2}{d_1} = \frac{20000 \cdot 10^{-6} \text{ m}}{314 \cdot 10^{-6} \text{ m}} = 63,7; 63,7 > 1,05$

Одговор: Диаметар -  $0,02 \text{ m}$ ; Нема, не могућемо.

N<sup>o</sup> 2. Dano:

$$\text{NaCl: номер} = 4:1$$

$$d = 1,2 \text{ см}$$

$$h = 2d$$

$$\rho(\text{номер}) = 0,009 \frac{\text{мг}}{\text{см}^3} = 9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\rho(\text{NaCl}) = 2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$P = 50 \text{ МПа} = 50 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

А.  $m$  - ?

Б.  $P \left[ \frac{\text{мг}}{\text{см}^2} \right]$  - ?

$$1 \frac{\text{мг}}{\text{см}^2} = 0,1 \frac{\text{г}}{\text{см}^2}$$

Решение:

$$1) \text{ Объем: } V = h \pi r^2 \\ d = 2r \quad \left\{ \Rightarrow V = \frac{2 \pi d^3}{4 \cdot 2} = \frac{\pi d^3}{2} \right. \\ h = 2d$$

$$2) \text{ NaCl: номер} = 4:1$$

$$\rho(\text{набем}) = \frac{\rho(\text{NaCl}) \cdot 4 + \rho(\text{номер})}{4+1} = \frac{4\rho(\text{NaCl}) + \rho(\text{номер})}{5}$$

$$3) m = \rho(\text{набем}) \cdot V$$

$$m = \frac{\pi d^3 (4\rho(\text{NaCl}) + \rho(\text{номер}))}{2 \cdot 5}$$

$$m = \frac{\pi d^3 (4\rho(\text{NaCl}) + \rho(\text{номер}))}{10}$$

$$m = \frac{3,14 \cdot (1,2 \text{ см})^3 (4 \cdot 2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} + 9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3})}{10}$$

$$m = 9,2240642 \approx 9,222$$

$$4) [P_A] = \left[ \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right]$$

$$[10^6 \text{ Па}] = \left[ \frac{\text{Н}}{10^6 \text{ м}^2} \right] = \left[ \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \right]$$

$$[\text{МПа}] = \left[ \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \right]$$

$$[\text{МПа}] = \left[ \frac{10 \cdot \text{мг}}{\text{см}^2} \right] \left( \text{т.к. } 1 \frac{\text{мг}}{\text{см}^2} = 0,1 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \right)$$

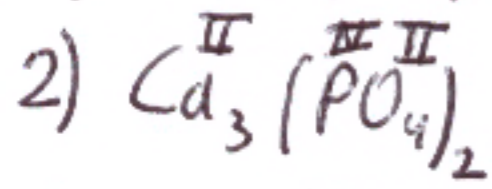
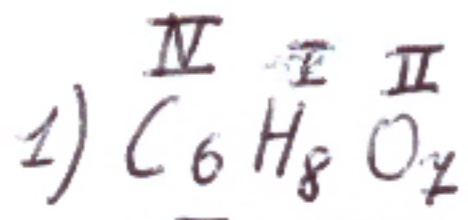
$$50 \text{ МПа} = 50 \cdot 10 \frac{\text{мг}}{\text{см}^2}$$

$$50 \text{ МПа} = 500 \frac{\text{мг}}{\text{см}^2}$$

Ответ: А. 9,222

Б.  $500 \frac{\text{мг}}{\text{см}^2}$

N<sup>o</sup> 3.



$$3) c = \frac{4 \cdot 6 + 8 \cdot 1 + 2 \cdot 7}{2 \cdot 3 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 8} = \frac{46}{30} = 1,53 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$4) n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2) = c \cdot V(\text{раствора})$$

$$5) m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2) = n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2)$$

$$6) m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2) = c \cdot V(\text{раствора}) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2); 50 \text{ мл} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ л}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2) = 1,53 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ л} \cdot 192,1 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 14,72$$

Ответ: стехиометрическая концентрация толуена составляет  $1,53 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ .

Для приготовления 50 мл раствора требуется 14,72 толуена (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>).