



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

направление Биотехнология

Отборочный этап 2021 г.

Вариант 1

11 класс

№	Задание	Ответы	Баллы
1	В биотехнологии используются биотермостойкие (слабо взаимодействующие с биологическими структурами и жидкостями материалы, применяющиеся в сильнонагруженных областях) и биорезорбируемые (рассасывающиеся и разрушающиеся под действием клеточных и ферментативных реакций материалы, применяющиеся в слабонагруженных областях) полимеры. Основываясь на возрасте (регенеративной способности) пациента и места поражения, оцените какие полимеры подойдут для создания имплантата и почему? Пациент: Девочка, 7 лет, дефект челюсти		10
2	Для изготовления образца в виде лопатки правильной формы (общий вид представлен на рисунке; $a = 8$ см; $b = 3,8$ см; $c = 1,1$ см; $d = 1$ см; $e = 0,6$ см) толщиной 4 мм, нужно запрессовать навеску полимера массой m, выставив необходимое давление p на табло пресса в ед. измерения кгс/см^2 ($1 \text{ кгс/см}^2 = 0,1 \text{ Н/мм}^2$). Рассчитать: А) Массу навески, если известна плотность полимера $0,009 \text{ кг/см}^3$. Б) Давление, которое надо выставить на табло пресса, если в системе СИ давление составляет 50 МПа.		30
3	Гидрогель – это продукт реакции между основой гидрогеля и сшивающим агентом, в результате этой реакции или сшивки между цепочками основы образуются поперечные «сшивки». Если сшивающий агент – хлорид металла, то связывается количество цепочек равное валентности металла. Вещество, распространенное для получения гидрогелей – альгинат натрия, оно используется в тканевой инженерии для регенерации тканей кожи, хрящей, костей, мышц и нервов. Предположим, что сшивка является реакцией обмена, а формула альгината натрия $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{Na}$. А) Напишите уравнение реакции сшивки альгината натрия хлоридом железа III. Б) Оцените количество побочного продукта, образующегося в ходе реакции, если в реакцию вступило 20 мл 3% раствора (например, для приготовления 10 мл 1% раствора требуется 0,1 г вещества) альгината натрия, количество хлорида железа III не ограничено. При расчетах округляйте числа до 5 знаков после запятой, ответ с		40



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

направление Биоинженерия

Отборочный этап 2021 г.

Вариант 1

11 класс

	точностью 3 знака после запятой. Молярная масса: Н – 1,00811; С – 12,0116; О – 15,99977; Na – 22,9898; Cl – 35,457; Fe – 55,845 г/моль		
4	Плечевая кость длиной 28 см, имеет диаметр 20 мм. Давление, при котором кость может растянуться на 1,5% и разрушиться составляет 201 МПа. Какую максимальную массу (кг) может удержать плечевая кость? $g = 9,8 \text{ Н/кг}$		20

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (биоинженерия)

Отборочный тур 2021 г.

11 класс

1 вариант

Задача 1 (10 баллов)

Условие: В биоинженерии используются биоинертные (слабо взаимодействующие с биологическими структурами и жидкостями материалы, применяющиеся в сильнонагруженных областях) и биорезорбируемые (рассасывающиеся и разрушающиеся под действием клеточных и ферментативных реакций материалы, применяющиеся в слабонагруженных областях) полимеры. Какой полимер является наиболее подходящим для создания имплантата в данном случае и почему?

Пациент: Девочка, 7 лет, дефект челюсти

Решение: Челюсть не является сильнонагруженной областью человеческого скелета, кроме того, пациент молодой и имеет высокую регенеративную способность. В этом случае лучше использовать биорезорбируемый полимер.

Критерии оценивания:

0 – ответ совершенно неверный

5 – дан правильный ответ без пояснений

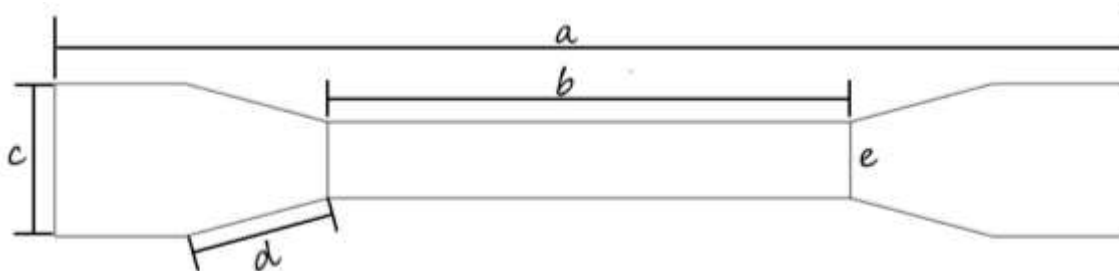
10 – дан правильный ответ и пояснения

Задача 2 (30 баллов)

Для изготовления образца в виде лопатки правильной формы (общий вид представлен на рисунке; $a = 8$ см; $b = 3,8$ см; $c = 1,1$ см; $d = 1$ см; $e = 0,6$ см) толщиной 4 мм, нужно запрессовать навеску полимера массой m , выставив необходимое давление p на табло пресса в ед. измерения кгс/см^2 ($1 \text{ кгс/см}^2 = 0,1 \text{ Н/мм}^2$). Рассчитать:

А) Массу навески, если известна плотность полимера $0,009 \text{ кг/см}^3$.

Б) Давление, которое надо выставить на табло пресса, если в системе СИ давление составляет 50 МПа.



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (биоинженерия)

Отборочный тур 2021 г.

Решение: 1) Рассчитаем площадь лопатки, для этого достроим ее до прямоугольника и вычтем две площади трапеции:

$$S = S_1 - S_2$$

$$S_1 = a \cdot c = 8 \cdot 1,1 = 8,8 \text{ см}^2$$

$$S = 8,8 - 2 \cdot (3,8 + 3,8 + 2 \cdot 0,968) / 2 \cdot 0,25 = \underline{6,416 \text{ см}^2}$$

$$d^2 - ((c - e) / 2)^2 = m^2$$

$$m^2 = 1 - 0,0625 = 0,9375$$

$$m = 0,968 \text{ см}$$

2) Чтобы посчитать объем, используем формулу

$$V = S \cdot h = 6,416 \cdot 0,4 = 2,57 \text{ см}^3$$

Отсюда посчитаем массу навески:

$$m = V \cdot \rho = 2,57 \cdot 0,009 = 0,023 \text{ кг} = 23 \text{ г}$$

3) Пересчитаем давление

$$50 \text{ МПа} = 50 \text{ Н/мм}^2 = 500 \text{ кгс/см}^2$$

Критерии оценивания:

0 – ответ совершенно неверный

10 – дан ответ только на часть задачи

20 – ход решения верный, но вычисления не верны

30 – ответ верный полностью

Задача 3 (40 баллов)

Гидрогель – это продукт реакции между основой гидрогеля и сшивающим агентом, в результате этой реакции или сшивки между цепочками основы образуются поперечные «сшивки». Если сшивающий агент – хлорид металла, то связывается количество цепочек равное валентности металла. Вещество, распространенное для получения гидрогелей – альгинат натрия, оно используется в тканевой инженерии для регенерации тканей кожи, хрящей, костей, мышц и нервов. Предположим, что сшивка является реакцией обмена, а формула альгината натрия $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{Na}$.

А) Напишите уравнение реакции сшивки альгината натрия хлоридом железа III.

Б) Оцените количество побочного продукта, образующегося в ходе реакции, если в реакцию вступило 20 мл 3% раствора (например, для приготовления 10 мл 1% раствора требуется 0,1 г вещества) альгината натрия, количество хлорида железа III не ограничено.

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (биоинженерия)

Отборочный тур 2021 г.

При расчетах округляйте числа до 5 знаков после запятой, ответ с точностью 3 знака после запятой.

Молярная масса: H – 1,00811; C – 12,0116; O – 15,99977; Na – 22,9898; Cl – 35,457;
Fe – 55,845 г/моль

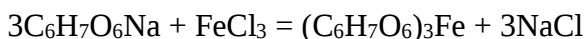
Решение: $3\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{Na} + \text{FeCl}_3 = (\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6)_3\text{Fe} + 3\text{NaCl}$

$$m(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{Na}) = 20 \cdot 0,03 = 0,6 \text{ г}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{Na}) = 6 \cdot 12,0116 + 7 \cdot 1,00811 + 6 \cdot 15,99977 + 22,9898 = 198,11479 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{Na}) = m/M = 0,6 / 198,11479 = 0,00303 \text{ моль}$$

$$0,00303 \quad \quad \quad x$$



Побочный продукт – хлорид натрия

$$n(\text{NaCl}) = 0,00303 \cdot 3 / 3 = 0,00303 \text{ моль} = n(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{Na})$$

$$M(\text{NaCl}) = 22,9898 + 35,457 = 58,4468 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 0,00303 \cdot 58,4468 = \underline{\underline{0,177 \text{ г}}}$$

Критерии оценивания:

0 – решение полностью неверно

10 – верно написано только уравнение реакции

20 – написано уравнение реакции, ход решения задачи верный, но ответ дан неправильно

40 – решение полностью верно

Задача 4 (20 баллов)

Плечевая кость длиной 28 см, имеет диаметр 20 мм. Давление, при котором кость может растянуться на 1,5% и разрушиться составляет 201 МПа. Какую максимальную массу (кг) может удержать плечевая кость?

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

Решение: 1) Запишем уравнение для давления и выразим через это уравнение силу

$$\sigma_{\text{рас}} = \frac{F}{A}$$

Откуда

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (биоинженерия)

Отборочный тур 2021 г.

$$F = \sigma_{\text{рас}} \cdot A = 201 \cdot 10^6 \cdot (\pi \cdot 0,01^2) = 63114 \text{ Н}$$

2) Запишем уравнение для силы F

$$F = mg$$

Откуда

$$m = \frac{F}{g} = \frac{63114}{9,8} = 6440 \text{ кг}$$

Ответ: максимальная масса 6440 кг

Критерии оценивания:

0 – ответ совершенно неверный

10 – ход решения верный, но вычисления не верны

20 – ответ верный полностью