



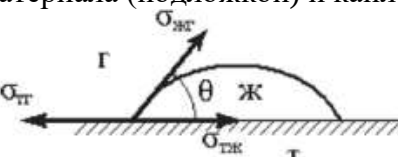
Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

направление Биомедицина

Отборочный этап 2021 г.

Вариант 1

10 класс

№	Задание	Ответы	Баллы
1	Биомиметические материалы – это синтетические материалы, повторяющие структуру и свойства биоматериалов или созданные на основе принципов, реализованных в живой природе. Что вдохновило человека на создание липучки для одежды и почему?		10
2	Смачиваемость поверхностей биомедицинских материалов играет важную роль в процессе пролиферации (роста и размножения) новых клеток. Смачиваемость оценивают измерением краевого угла смачивания между поверхностью материала (подложкой) и каплей жидкости.  В точке контакта капли с подложкой ставят точку начала векторов, характеризующих поверхностные натяжения на границах раздела твёрдое – газ ($\sigma_{тг}$), жидкое – твёрдое ($\sigma_{тж}$) и жидкое – газ ($\sigma_{жг}$). Вектор $\sigma_{жг}$ всегда направлен строго по касательной к поверхности капли. Косинус краевого угла смачивания θ вычисляют при помощи уравнения Юнга: $\cos \theta = \frac{\sigma_{тг} - \sigma_{тж}}{\sigma_{жг}}$ Определите значение θ, образованного каплей воды на поверхности материала, если значения поверхностных натяжений: $\sigma_{тг} = 0,057 \text{ Дж/м}^2$; $\sigma_{тж} = 0,020 \text{ Дж/м}^2$; $\sigma_{жг} = 0,073 \text{ Дж/м}^2$. Предположите и нарисуйте, как будет выглядеть капля на такой поверхности. Будет ли вода смачивать данную поверхность?		30
3	Для печати полимерных имплантатов на 3D-принтере необходимо подготовить филамент из определенной полимерной смеси методом экструзии. Камера экструдера вмещает в себя 8 г. полилактида. Рассчитайте массу всей навески и каждого компонента, необходимого 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 – $1,13 \text{ г/см}^3$.		30
4	Оцените, как влияет отжиг на кристалличность полимера, используя данные, полученные методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Для расчета кристалличности используется формула		30



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

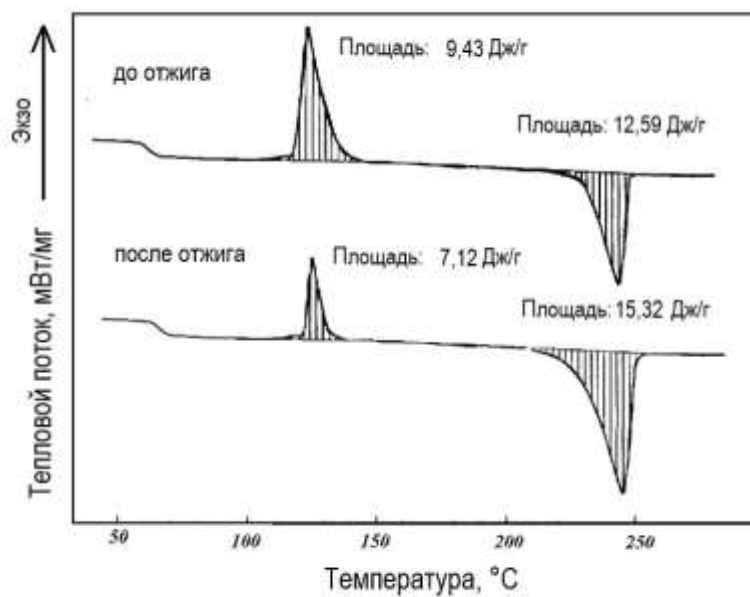
направление Биотехнология

Отборочный этап 2021 г.

Вариант 1

10 класс

$\chi = \frac{\Delta H_{\text{пл}} - \Delta H_{\text{хк}}}{\Delta H_{\text{пл}}^{100\%} \cdot w} \cdot 100\%$, где $\Delta H_{\text{пл}}$ – теплота плавления, $\Delta H_{\text{хк}}$ – теплота холодной кристаллизации, $\Delta H_{\text{пл}}^{100}$ – теплота плавления 100%-кристаллического полимера (табличная величина – 93 кДж), w – массовая доля полимера в композите.



Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (биоинженерия)

Отборочный тур 2021 г.

10 класс

1 вариант

Задача 1 (10 баллов)

Условие: Биомиметические материалы – это синтетические материалы, повторяющие структуру и свойства биоматериалов или созданные на основе принципов, реализованных в живой природе.

Что вдохновило человека на создание липучки для одежды и почему?

Решение: Прототипом липучки для одежды стал репейник, семена репейника имеют маленькие крючки, какие теперь можно видеть на одежде.

Критерии оценивания:

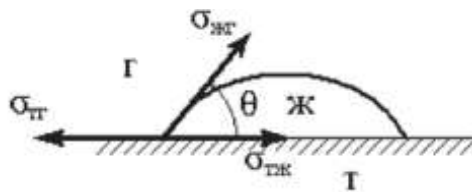
0 – ответ совершенно неверный

5 – дан правильный ответ без пояснения

10 – дан правильный ответ и пояснение

Задача 2 (30 баллов)

Смачиваемость поверхностей биомедицинских материалов играет важную роль в процессе пролиферации (роста и размножения) новых клеток. Смачиваемость оценивают измерением краевого угла смачивания между поверхностью материала (подложкой) и каплей жидкости.



В точке контакта капли с подложкой ставят точку начала векторов, характеризующих поверхностные натяжения на границах раздела твёрдое – газ ($\sigma_{ТГ}$), жидкое – твёрдое ($\sigma_{ТЖ}$) и жидкое газ ($\sigma_{ЖГ}$). Вектор $\sigma_{ЖГ}$ всегда направлен строго по касательной к поверхности капли. Косинус краевого угла смачивания θ вычисляют при помощи уравнения Юнга:
$$\cos\theta = \frac{\sigma_{ТГ} - \sigma_{ТЖ}}{\sigma_{ЖГ}}$$

Определите значение θ , образованного каплей воды на поверхности материала, если значения поверхностных натяжений: $\sigma_{ТГ} = 0,057 \text{ Дж/м}^2$; $\sigma_{ТЖ} = 0,020 \text{ Дж/м}^2$; $\sigma_{ЖГ} = 0,073 \text{ Дж/м}^2$. Предположите и нарисуйте, как будет выглядеть капля на такой поверхности. Будет ли вода смачивать данную поверхность?

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (биоинженерия)

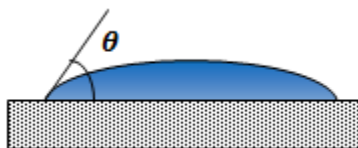
Отборочный тур 2021 г.

Решение: 1) Подставим значения поверхностных натяжений в приведенную в условии формулу:

$$\cos\theta = \frac{0,057 - 0,020}{0,073} = 0,51$$

2) Вычисляем угол, косинус которого соответствует 0,51, получаем угол $59,3^\circ$.

3) $59,3^\circ$ - острый угол, значит, вода смачивает поверхность, а капля будет иметь следующий вид:



Критерии оценивания:

0 – ответ совершенно неверный

10 – ответ дан верный, но не полностью

20 – ход решения верный, но вычисления не верны

30 – ответ верный полностью

Задача 3 (30 баллов)

Для печати полимерных имплантатов на 3D-принтере необходимо подготовить филамент из определенной полимерной смеси методом экструзии. Камера экструдера вмещает в себя 8 г. полилактида. Рассчитайте массу всей навески и каждого компонента, необходимого 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 – $1,13 \text{ г/см}^3$.

Решение:

1) Посчитаем объемную вместимость камеры экструдера, взяв плотность ПЛА:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{8}{1,24} = 6,45 \text{ см}^3$$

$6,45 \text{ см}^3$ – объем, который доступен для заполнения полимерной смесью.

2) Рассчитаем объем каждого материала смеси относительно объемной вместимости камеры экструдера:

$$V_{\text{ПЛА}} = 6,45 * 0,7 = 4,515 \text{ см}^3$$

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (биоинженерия)

Отборочный тур 2021 г.

$$V_{\text{ПКЛ}} = 6,45 \cdot 0,2 = 1,290 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{ПЭГ}} = 6,45 \cdot 0,1 = 0,645 \text{ см}^3$$

3) Рассчитаем массу каждого материала, которую необходимо загрузить в камеру экструдера

$$m_{\text{ПЛА}} = 4,515 \cdot 1,24 = 5,60 \text{ гр}$$

$$m_{\text{ПКЛ}} = 1,89 \cdot 1,15 = 1,48 \text{ гр}$$

$$m_{\text{ПЭГ}} = 0,645 \cdot 1,12 = 0,72 \text{ гр}$$

$$m_{\text{общ}} = 5,60 + 1,48 + 0,72 = 7,8 \text{ гр}$$

Критерии оценивания:

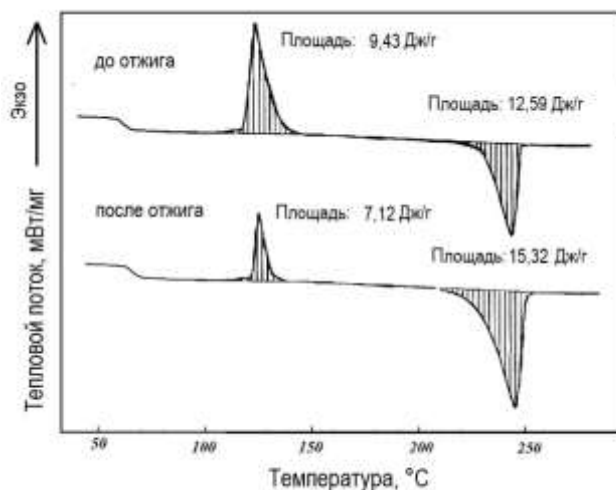
0 – решение полностью неверно

15 – ход решения верный, но вычисления не верны

30 – ответ верный полностью

Задача 4 (30 баллов)

Условие: Оцените, как влияет отжиг на кристалличность полимера, используя данные, полученные методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Для расчета кристалличности используется формула $\chi = \frac{\Delta H_{\text{пл}} - \Delta H_{\text{хк}}}{\Delta H_{\text{пл}}^{100\%} \cdot w} \cdot 100\%$, где $\Delta H_{\text{пл}}$ – теплота плавления, $\Delta H_{\text{хк}}$ – теплота холодной кристаллизации, $\Delta H_{\text{пл}}^{100\%}$ – теплота плавления 100%-кристаллического полимера (табличная величина – 93 кДж), w – массовая доля полимера в композите.



Решение:

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (биоинженерия)

Отборочный тур 2021 г.

1) Для решения этой задачи сначала нужно правильно сопоставить данные графика (площадь и направление пиков) с их физическим значением. Стрелка «Экзо» на графике указана вверх. Исходя из того, что холодная кристаллизация (ХК) – это экзотермический процесс, а плавление (ПЛ) – эндотермический, можно сделать вывод, что первый пик относится к ХК, а второй к ПЛ.

2) Далее подставим значения площади пиков в формулу для расчета степени кристалличности. Так как речь идет о чистом полимере, то $w=1$:

$$\chi = \frac{\Delta H_{\text{пл}} - \Delta H_{\text{хк}}}{\Delta H_{\text{пл}}^{100\%} \cdot w} = \frac{\Delta H_{\text{пл}} - \Delta H_{\text{хк}}}{93 \cdot 1}$$

До отжига:

$$\chi_1 = (12,59 - 9,43) \cdot 100 / 93 = 3,4 \%$$

После отжига:

$$\chi_2 = (15,32 - 7,12) \cdot 100 / 93 = 8,8 \%$$

По полученным данным можно сделать вывод, что при отжиге степень кристалличности увеличивается на 5,4%. кДж.

Критерии оценивания:

0 – решение полностью неверно

15 – ход решения верный, но вычисления не верны

30 – ответ верный полностью