

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс

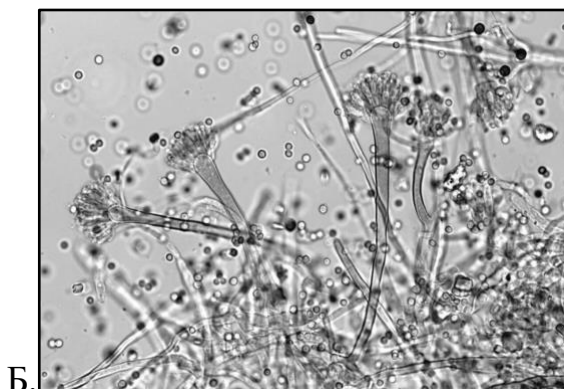
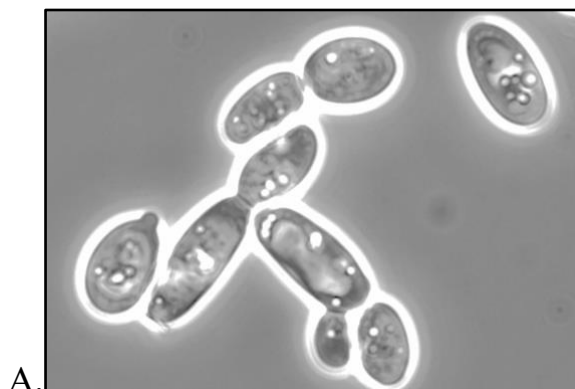
ВАРИАНТ 1

Задача 1

Ферменты – это белки-катализаторы, управляющие скоростями биохимических реакций. Фермент каталаза катализирует реакцию разложения перекиси водорода H_2O_2 на воду и кислород, защищая клетки живых организмов от окислительного повреждения активными формами кислорода.

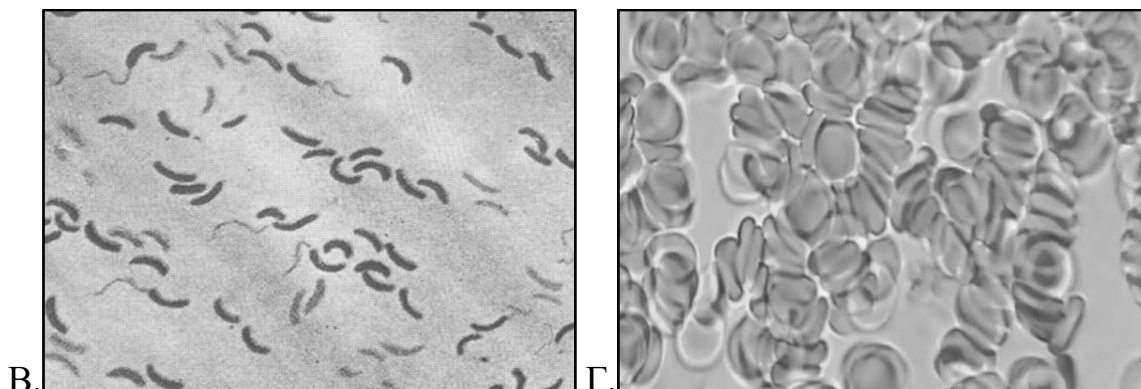
1. Запишите уравнение реакции разложения перекиси водорода под действием каталазы, расставьте коэффициенты. Определите формальные степени окисления элементов в соединениях, участвующих в реакции, укажите, какие вещества являются окислителем и восстановителем.

2. Одним из продуцентов каталазы являются дрожжи *Yarrowia lipolytica*. Их клетки имеют сферическую или эллипсоидную форму и в культурах встречаются поодиночке или в виде разветвленных цепочек. Ниже представлены фотографии клеток различных организмов, полученные с помощью оптического микроскопа при увеличении в 1000 раз. Определите, на какой фотографии изображены дрожжи *Yarrowia lipolytica*.



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс**



3. Для получения каталазы дрожжи выращивают в питательной среде, содержащей источники различных микро- и макроэлементов. Соотнесите компонент среды и элемент, источником которого он является. Одному веществу соответствует один элемент.

1	Сахароза	А	Фосфор
2	Нитрат калия	Б	Азот
3	Дигидрофосфат калия	В	Кислород
4	Сульфат железа	Г	Кобальт
5	Хлорид кобальта	Д	Железо
		Е	Углерод

4. Многие ферменты, в частности, каталаза, помимо белковой части содержат небелковую часть, обеспечивающую активность фермента – простетическую группу. У каталазы она представлена органическим соединением гемом, с которым связан ион трехвалентного железа. Для нормального роста дрожжей *Yarrowia lipolytica* в питательную среду необходимо добавлять растворимые источники трехвалентного железа. Из приведенного перечня выберите реагенты, из которых можно получить подходящий источник железа.

1. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}$
2. $\text{Fe} + \text{HCl}$
3. $\text{Fe} + \text{O}_2$
4. $\text{Fe} + \text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс**

5. Запишите уравнение получения источника трехвалентного железа из реагентов, которые вы выбрали. Уравняйте его.

Задача 2

Набухание — процесс увеличения объёма твёрдого или аморфного тела вследствие поглощения им из окружающей среды жидкости или пара. Набухание характерно для полимеров и некоторых минералов со слоистой кристаллической структурой. Различают два вида набухания: *неограниченное*, заканчивающееся полным растворением ВМС (например, набухание желатина в горячей воде, каучука в бензоле, нитроцеллюлозы в ацетоне) и *ограниченное*, приводящее к образованию набухшего полимера — **студня** (например, набухание целлюлозы в воде, желатина в холодной воде, вулканизированного каучука в бензоле).

Степень набухания (α) определяют отношением объёма поглощенной полимером жидкости к объёму исходного полимера:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс

Скорость набухания $\Delta V/\Delta \tau$ (τ — продолжительность набухания) обычно имеет максимальное значение в начале процесса. При ограниченном набухании по мере приближения системы к состоянию равновесия $\Delta V/\Delta \tau \rightarrow 0$, а $\alpha \rightarrow \alpha_{\max}$ ($\alpha_{\max}$ — равновесная, или максимальная, степень набухания).

При ограниченном набухании полимеров степень набухания изменяется во времени в соответствии с уравнением:

$\Delta \alpha / \Delta \tau = K \cdot (\alpha_{\max} - \alpha)$, где K - константа набухания полимера.

Условие. Высокомолекулярный углеводород каучук содержится в млечном соке гевеи, кок-сагыза (многолетнего травянистого растения рода Одуванчик) и других каучуконосных растений.

1. Постройте зависимость степени набухания каучука α от времени набухания τ по следующим экспериментальным данным:

τ , мин	5	30	90	150	210	240	270	300
α	0,33	1,15	2,33	2,91	3,25	3,41	3,58	3,58

2. Определите вид набухания каучука в четыреххлористом углероде.

3. Рассчитайте скорость изменения степени набухания от времени $\Delta \alpha / \Delta \tau$ (расчет не проводят для $\alpha_{\max}$).

4. Постройте кривую кинетики набухания каучука в четыреххлористом углероде (CCl_4) - зависимость $(\Delta \alpha / \Delta \tau)$ от $(\alpha_{\max} - \alpha)$.

5. Определите графическим способом константу скорости набухания K , мин^{-1} .

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс

Задача 3

1. Одним из промышленно добываемых лесных ресурсов является кедровый орех. Как известно, растения, которые являются источниками кедровых орехов, не могут иметь плод орех, тем не менее за семенами растений, которые являются источниками этого продукта, например, сибирской кедровой сосны, закрепилось именно такое наименование. А как называются видоизмененные листья данной группы растений?
2. Сибирская кедровая сосна относится к представителям отдела растений, который широко был распространен в палеозое и мезозое. Сейчас же наиболее распространены представители другого отряда растений. Назовите отряд растений, представители которого наиболее широко распространены на Земле в наши дни.
3. Кедровый орех – достаточно калорийный продукт. В 100 г кедрового ореха содержится 673 ккал. Также в 100 г кедровых орехов содержится 13,7 г белка, 68,4 г жиров и 9,4 г углеводов. Суточное потребление жиров на 1 кг веса составляет 0,8 – 1,5 г. Сколько грамм кедровых орехов необходимо для получения суточной нормы жиров взрослому человеку весом 65 кг? При расчетах используйте среднее значение нормы, полученный результат округлите до целых.
4. Одним из веществ, которое содержится в кедровых орехах, является токоферол – витамин Е, его содержание составляет 9,3 мг в 100 г. Этот витамин играет важную роль в поддержании структуры клеточных мембран и предохраняет их от окислительного повреждения. Для взрослого человека суточная потребность составляет 15 мг. Какую часть суточной потребности взрослый человек получит, съев 30 г кедровых орехов? Ответ дайте в процентах с точностью до десятых.
5. Для получения витамина Е Вася решил употребить определенное количество продукта, его содержащего. Возможные варианты потребления продуктов и содержание в них витамина Е даны в таблице. При потреблении какого из продуктов содержание поступающего витамина Е будет наибольшим? В поле ответа укажите название продукта и процент потребления от суточной нормы с точностью до десятых.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс**

Продукт	Потребление	Содержание витамина Е, мг в 100 г
Кедровые орехи	25	9,3
Подсолнечное масло	3	40
Арахис	35	8,3
Фундук	15	15,0

Задача 4

Условие. Для устойчивого горения пиротехнической смеси ($\text{KClO}_3 + \text{C}$) без доступа воздуха необходимо, чтобы на 1 г этой смеси исходных веществ выделялось не менее 1,5 кДж теплоты. Энтальпия сгорания угля равна -394 кДж/моль. Энтальпия реакции:

$\text{KClO}_3 = \text{KCl} + 1,5\text{O}_2$ равна -48 кДж/моль KClO_3 .

1. Запишите термодинамическое уравнение реакции горения угля.
2. Определите теплоту при разложении 100 г KClO_3 .
3. Составьте уравнение для расчета теплоты при горении смеси массой $m = (100 + x)$.
4. Составьте уравнение для расчета теплоты при устойчивом горении пиротехнической смеси.
5. Вычислите минимальную массу (г) угля (допустимо считать его чистым углеродом), которую нужно добавить к 100 г хлората калия для устойчивого горения смеси.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс

Задача 5

Условие. Молекула белка с молекулярной массой 32 кДа (сферическая, твердая) помещена в воду, гидратация составляет 0,36 г воды на 1 г белка. Вся вода равномерно распределена по поверхности. Плотность воды 1 г/см³. Среднее значение плотности безводного белка 1,39 г/см³.

1. Найдите объем сферической молекулы белка в см³.
2. Найдите площадь поверхности молекулы белка, в см².
3. Найдите количество молекул воды, которое может расположиться на поверхности молекулы белка.
4. Покажите, сколько слоев молекул воды может расположиться на молекуле белка.
5. Найдите радиус гидратированной молекулы белка.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс

ВАРИАНТ 2

Задача 1

Ферменты – это белки-катализаторы, управляющие скоростями биохимических реакций. Фермент супероксиддисмутаза защищает клетки живых организмов от окислительного повреждения активными формами кислорода, катализируя реакцию диспропорционирования супероксид-иона O_2^- до молекулярного кислорода и пероксида водорода.

1. Запишите уравнение реакции разложения супероксид-иона под действием супероксиддисмутаза. Расставьте коэффициенты. Определите формальные степени окисления элементов в соединениях, участвующих в реакции, укажите, какие вещества являются окислителем и восстановителем.
2. Дрожжи *Kluyveromyces marxianus* можно использовать для получения супероксиддисмутаза, которая применяется в медицине и косметике. Дрожжи выращивают в питательной среде, содержащей источники различных микро- и макроэлементов. Соотнесите компонент среды и элемент, источником которого он является. Одному веществу соответствует один элемент.

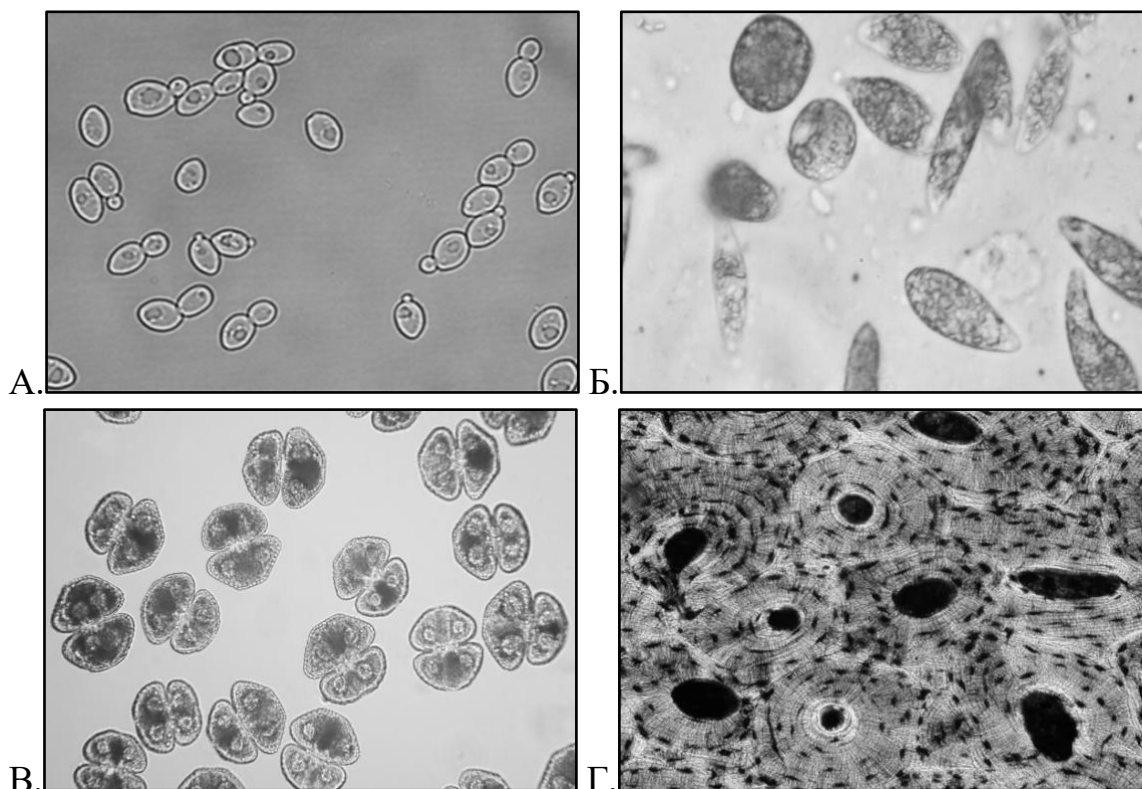
1	Глюкоза	А	Азот
2	Сульфат аммония	Б	Магний
3	Дигидрофосфат калия	В	Кислород
4	Борная кислота	Г	Углерод
5	Сульфат магния	Д	Фосфор
		Е	Бор

3. *Kluyveromyces marxianus* – непатогенные дрожжи. Их клетки имеют овоидную или эллипсоидную форму и в культурах встречаются поодиночке или парами, бесполое размножение происходит почкованием. В некоторых условиях клетки образуют аски, содержащие одну или две шаровидные аскоспоры. Ниже представлены фотографии клеток различных организмов, полученные с помощью оптического микроскопа при увеличении в 400 раз.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс

Определите, на какой фотографии изображены дрожжи *Kluyveromyces marxianus*.



4. Многие ферменты, в частности, супероксиддисмутаза, помимо белковой части содержат небелковую часть, обеспечивающую активность фермента, – простетическую группу. У супероксиддисмутазы она представлена ионами цинка и меди (II). Для нормального роста дрожжей *Yarrowia lipolytica* в питательную среду необходимо добавлять растворимые источники этих элементов. Из приведенного перечня выберите реагенты, из которых можно получить подходящий источник меди (II).

1. $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
2. $\text{Cu} + \text{O}_2$
3. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH}_{\text{раствор}}$
4. Cu_2O , нагревание
5. Напишите уравнение получения источника двухвалентной меди из реагентов, которые вы выбрали. Уравняйте его.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс

Задача 2

Набухание — процесс увеличения объёма твёрдого или аморфного тела вследствие поглощения им из окружающей среды жидкости или пара. Набухание характерно для полимеров и некоторых минералов со слоистой кристаллической структурой. Различают два вида набухания: неограниченное, заканчивающееся полным растворением ВМС (например, набухание желатины в горячей воде, каучука в бензоле, нитроцеллюлозы в ацетоне) и ограниченное, приводящее к образованию набухшего полимера — **студня** (например, набухание целлюлозы в воде, желатина в холодной воде, вулканизированного каучука в бензоле).

Степень набухания (α) определяют отношением объёма поглощенной полимером жидкости к объёму исходного полимера:

Скорость набухания $\Delta V/\Delta \tau$ (τ — продолжительность набухания) обычно имеет максимальное значение в начале процесса. При ограниченном

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс

набухании по мере приближения системы к состоянию равновесия $\Delta V/\Delta \tau \rightarrow 0$, а $\alpha \rightarrow \alpha_{\max}$ ($\alpha_{\max}$ — равновесная, или максимальная, степень набухания).

При ограниченном набухании полимеров степень набухания изменяется во времени в соответствии с уравнением:

$\Delta \alpha / \Delta \tau = K \cdot (\alpha_{\max} - \alpha)$, где K - константа набухания полимера

Условие. Молоко содержит белок, называемый казеином, который является природным полимером. Из него можно сделать пластик, который можно окрашивать и формировать.

1 Постройте зависимость объема казеина V от времени набухания τ по следующим экспериментальным данным:

Время набухания, τ , час	0	8	12	20	40	48
Объем геля казеина, мл	9,0	56	71	80	100	100

2. Рассчитайте степень набухания биополимера для 8, 12, 20 и 40 часов набухания.

3. Определите вид набухания казеина в воде.

4. Рассчитайте скорость набухания для всех временных интервалов, в мл/час.

5. Рассчитайте среднеарифметическое значение константы скорости набухания.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс**

Задача 3

1. Одним из промышленно добываемых лесных ресурсов является кедровый орех. Как известно, растения, которые являются источниками кедровых орехов, не могут иметь плод орех, тем не менее за семенами растений, которые являются источниками этого продукта, например, сибирской кедровой сосны, закрепилось именно такое наименование. Известно, что ботаническое определение «орех» не всегда соотносится с привычными нам продуктами не только для кедрового ореха. Как называется плод арахиса с точки зрения ботаники?
2. Сибирская кедровая сосна относится к представителям голосеменных растений, как и другие хвойные растения. Каким образом происходит опыление у представителей данного отряда?
3. Кедровый орех – достаточно калорийный продукт. В 100 г кедрового ореха содержится 673 ккал. Также в 100 г кедровых орехов содержится 13,7 г белка, 68,4 г жиров и 9,4 г углеводов. Суточное потребление жиров на 1 кг веса составляет 0,8 – 1,5 г. Сколько грамм кедровых орехов необходимо для получения суточной нормы жиров взрослому человеку весом 55 кг? При расчетах используйте среднее значение нормы, полученный результат округлите до целых.
4. Одним из веществ, которое содержится в кедровых орехах, является токоферол – витамин Е, его содержание составляет 9,3 мг в 100 г. Этот витамин играет важную роль в поддержании структуры клеточных мембран и предохраняет их от окислительного повреждения. Для взрослого человека суточная потребность составляет 15 мг. Какую часть суточной потребности взрослый человек получит, съев 15 г кедровых орехов? Ответ дайте в процентах с точностью до десятых.
5. Для получения витамина Е Вася решил употребить определенное количество продукта, его содержащего. Возможные варианты потребления продуктов и содержание в них витамина Е даны в таблице. При потреблении какого из продуктов содержание поступающего витамина Е будет наибольшим? В поле ответа укажите название продукта и процент потребления от суточной нормы с точностью до десятых.

Продукт	Потребление	Содержание витамина Е в 100 г
Кедровые орехи	45	9,3
Подсолнечное масло	10	40

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс**

Арахис	48	8,3
Фундук	27	15,0

Задача 4

Условие. Для устойчивого горения пиротехнической смеси ($\text{KClO}_3 + \text{C}$) без доступа воздуха необходимо, чтобы на 1 г этой смеси исходных веществ выделялось не менее 1,8 кДж теплоты. Энтальпия сгорания угля равна -394 кДж/моль. Энтальпия реакции:



1. Запишите термодинамическое уравнение реакции горения угля.
2. Определите теплоту при разложении 200 г KClO_3 .
3. Составьте уравнение для расчета теплоты при горении смеси массой $m = (200 + x)$.
4. Составьте уравнение для расчета теплоты при устойчивом горении пиротехнической смеси.
5. Вычислите минимальную массу (г) угля (допустимо считать его чистым углеродом), которую нужно добавить к 200 г хлората калия для устойчивого горения смеси.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс

Задача 5

Условие. Молекула белка с молекулярной массой 64 кДа (сферическая, твердая) помещена в воду, гидратация составляет 0,41 г воды на 1 г белка. Вся вода равномерно распределена по поверхности. Плотность воды 1 г/см³. Среднее значение плотности безводного белка 1,40 г/см³

1. Найдите объем сферической молекулы белка в см³.
2. Найдите площадь поверхности молекулы белка, в см².
3. Найдите количество молекул воды, которое может расположиться на поверхности молекулы белка.
4. Покажите, сколько слоев молекул воды может расположиться на молекуле белка.
5. Найдите радиус гидратированной молекулы белка.