

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Химико-биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс

Вариант 1

Задача 1.

Меланин — определение, применяемое для совокупности природных _____ 1 _____, находящихся в значительной части организмов. Меланин производится в ходе многостадийного химического превращения, известного как _____ 2 _____, где после _____ 3 _____ аминокислоты тирозина происходит _____ 4 _____. Процесс осуществляется в специализированных клетках организма, называемых _____ 5 _____.

Задача 2.

Метод электрофореза — это способ пространственного разделения молекул, имеющих разный заряд и размеры, путем помещения их в электрическое поле. Для разделения и анализа белков часто применяют метод электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ), который формирует трёхмерную матрицу, позволяющую разделять белковые смеси по заряду, размеру и форме частиц.

В ПААГ можно проводить как нативный электрофорез, так и электрофорез в денатурирующих условиях. Нативный электрофорез позволяет сохранить естественные форму, заряд и активность белков, а в денатурирующих условиях белки теряют свою трёхмерную конформацию и заряд, что позволяет разделять белки исключительно по молекулярной массе, которая в таком случае линейно зависит от подвижности полипептидов в электрическом поле.

Чтобы провести электрофорез белков в ПААГ в денатурирующих условиях необходимо сначала растворить исследуемую белковую смесь в специальном буфере для нанесения проб на гель. Для удобства использования

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап
Химико-биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс**

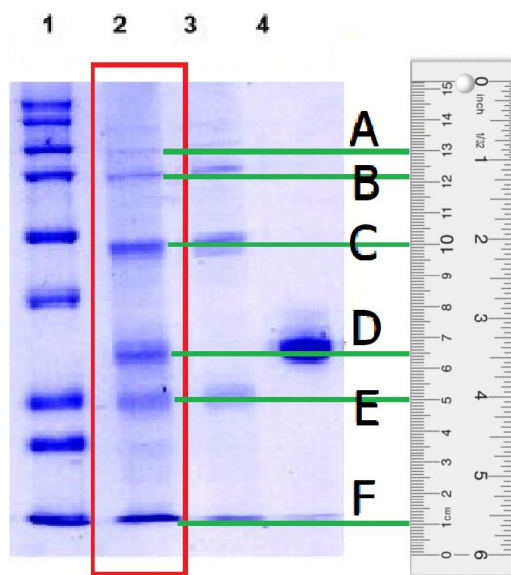
многие компоненты буфера хранятся в виде растворов с более высокой концентрацией — стоков. Для приготовления буфера для проб в лаборатории имеются следующие стоковые растворы:

Компонент	Концентрация в буфере	Концентрация в стоковом растворе
Трис-НСl	200 мМ	1 М
β -меркаптоэтанол	400 мМ	14,5 М
SDS	4%	10 %
Бромфеноловый синий	0,01 %	100%
Глицерин	40 %	100%

- 1) Среди приведенных компонентов выберите тот, который обеспечивает денатурацию белков.
- 2) Вам необходимо приготовить 2 мл буфера для проб. Рассчитайте, сколько 1 М стокового раствора Трис-НСl вам понадобится, ответ приведите в мл.
- 3) Сколько глицерина понадобится, чтобы приготовить 2 мл буфера для проб? Ответ приведите в мл.
- 4) При проведении электрофореза электрическое поле создают с помощью источника питания. Электрический ток пропускают через проводник — буферный раствор, пропитывающий гель, который играет роль молекулярного сита. Пробы белков движутся сквозь гель под действием тока. Форез прекращают, ориентируясь на положение в геле красителя бромфенолового синего, который движется впереди белков.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Химико-биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс

Характеристикой белка при электрофорезе является относительная электрофоретическая подвижность R_f — отношение длины пути, пройденного за время электрофореза данным белком, к длине пути, пройденного лидирующим красителем (бромфеноловым синим). Для электрофореза в денатурирующих условиях молекулярная масса белка пропорциональна его R_f . На рисунке приведены результаты электрофореза в ПААГ с додецилсульфатом натрия нескольких белков (на приведенном форезе белки двигались сверху вниз). Определите, какой из белков на дорожке 2 (выделена красным) имеет наибольшую молекулярную массу (для этого нужно подумать, какие белки будут быстрее проходить через гель — крупные или маленькие?). В ответе укажите букву, обозначающую белок.



- 5) Для самого крупного белка на дорожке 2 рассчитайте его молекулярную массу, если известно, что десятичный логарифм молекулярной массы для данных условий электрофореза зависит от R_f следующим образом:

$$\lg M_r = 2,7824 - 1,9944R_f,$$

где M_r — молекулярная масса в кДа. На рисунке расстоянию, которое прошел бромфеноловый синий соответствует «0 см», а линия старта

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Химико-биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс

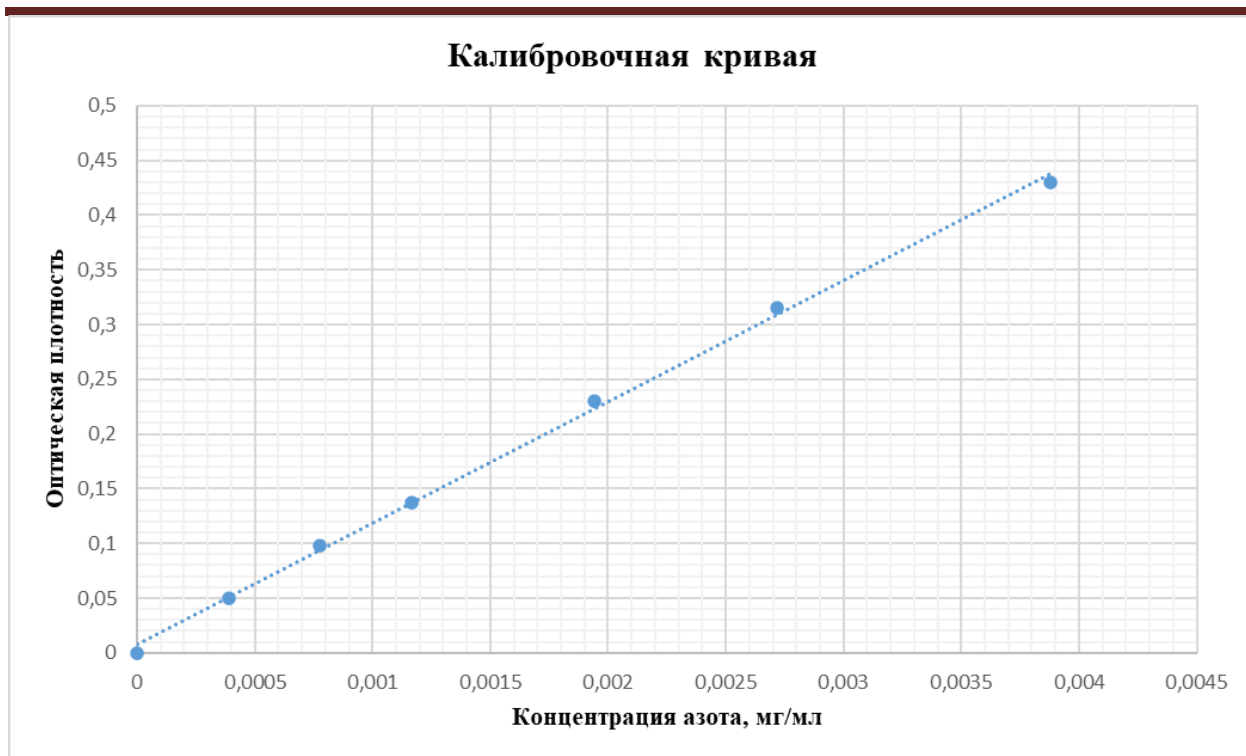
расположена на отметке «15 см». Ответ приведите в кДа, округлив до целых.

Задача 3.

Среди азотистых соединений, входящих в состав пищевых продуктов растительного и животного происхождения, главное место принадлежит белкам. На долю небелковых соединений, например, в растениях, обычно приходится менее 10% от общего содержания азота. Содержание белкового и небелкового азота в сырье и пищевых продуктах определяют на основании найденного количества общего азота колориметрическим методом с использованием реактива Несслера. Колориметрическим называется метод анализа, основанный на сравнении качественного и количественного изменения потоков видимого света при их прохождении через исследуемый раствор и раствор сравнения. Определяемый компонент при помощи химико-аналитической реакции переводится в окрашенное соединение, после чего измеряется интенсивность окраски полученного раствора на специальном приборе-спектрофотометре, который позволяет производить измерения при различных длинах волн оптического излучения, соответственно в результате измерений получается спектр отношений потоков.

На рисунке представлена калибровочная кривая содержания ионов аммония в контрольных растворах с известной концентрацией при длине волны 400 нм и толщине кювет 10 мм.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Химико-биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс



- 1) Опишите приведенный график
- 2) Определите, каким уравнением описывается приведённый на рисунке график. Дайте название каждому составляющему данного уравнения.
- 3) Определите коэффициент пересчета K , если известно, что величина коэффициента равна котангенсу угла наклона построенной прямой к оси OX , а оптическая плотность и концентрация составляют 0,200 и 0,0017 мг/мл. Ответ дайте в г/л.
- 4) Оптическая плотность измеренного опытного раствора составила 0,33.
 - а) Определите по калибровочному графику концентрацию азота в данной пробе. Проведите пересчет концентрации из мг/мл в г/л и округлите до целого числа.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Химико-биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс

- b) Произведите расчет количества сырого протеина, используя коэффициент пересчета 6,25. Округлите до целого числа. Ответ дайте в г/л.
- 5) Дайте определение понятиям органический и неорганический азот.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Химико-биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс

Вариант 2

Задача 1.

В _____1_____ человека процесс меланогенеза начинается под влиянием _____2_____, вызывающего _____3_____ внешнего покрова тела. Меланин является очень хорошим _____4_____ света, из-за чего принято считать, что он _____5_____ вероятность падения концентрации фолиевой кислоты в тканях и нарушениях внешних покровов тела человека.

Задача 2.

Метод электрофореза — это способ пространственного разделения молекул, имеющих разный заряд и размеры, путём помещения их в электрическое поле. Для разделения и анализа белков часто применяют метод электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ), который формирует трехмерную матрицу, позволяющую разделять белковые смеси по заряду, размеру и форме частиц.

В ПААГ можно проводить как нативный электрофорез, так и электрофорез в денатурирующих условиях. Нативный электрофорез позволяет сохранить естественные форму, заряд и активность белков, а в денатурирующих условиях белки теряют свою трехмерную конформацию и заряд, что позволяет разделять белки исключительно по молекулярной массе, которая в таком случае линейно зависит от подвижности полипептидов в электрическом поле.

Чтобы провести электрофорез белков в ПААГ в денатурирующих условиях необходимо сначала растворить исследуемую белковую смесь в специальном буфере для нанесения проб на гель. Для удобства использования многие компоненты буфера хранятся в виде растворов с более высокой

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап
Химико-биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс**

концентрацией – стоков. Для приготовления буфера для проб в лаборатории имеются следующие стоковые растворы:

Компонент	Концентрация в буфере	Концентрация в стоковом растворе
Трис-HCl	200 мМ	1 М
β -меркаптоэтанол	400 мМ	14,5 М
SDS	4%	10 %
Бромфеноловый синий	0,01 %	100%
Глицерин	40 %	100%

- 1) Среди приведенных компонентов буфера для проб выберите тот, который поддерживает требуемый pH буфера.
- 2) Вам необходимо приготовить 5 мл буфера для проб. Рассчитайте, сколько 1 М стокового раствора Трис-HCl вам понадобится, ответ приведите в мл.
- 3) Сколько глицерина понадобится, чтобы приготовить 5 мл буфера для проб? Ответ приведите в мл.
- 4) При проведении электрофореза электрическое поле создают с помощью источника питания, способного давать регулируемое напряжение. Электрический ток пропускают через проводник — буферный раствор, пропитывающий гель, который играет роль молекулярного сита. Пробы белков движутся сквозь гель под действием тока. Форез прекращают, ориентируясь на положение в геле красителя бромфенолового синего, который движется впереди белков. Характеристикой белка при

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Химико-биотехнологический профиль

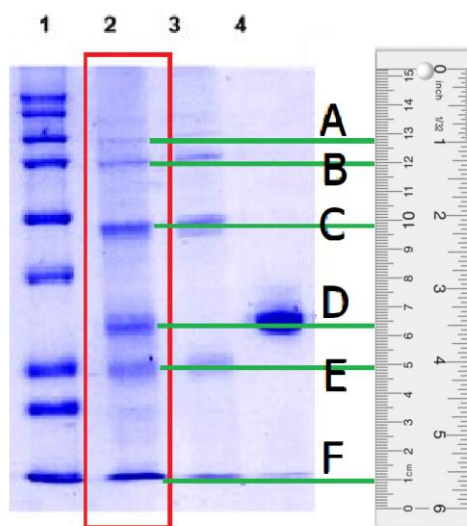
Междисциплинарные задачи

10 класс

электрофорезе является относительная электрофоретическая подвижность R_f — отношение длины пути, пройденного за время электрофореза данным белком, к длине пути, пройденного лидирующим красителем (бромфеноловым синим). Для электрофореза в денатурирующих условиях молекулярная масса белка пропорциональна его R_f . На рисунке приведены результаты электрофореза в ПААГ с додецилсульфатом натрия нескольких белков (на приведенном форе́зе белки двигались сверху вниз). Определите, какой из белков на дорожке 2 (выделена красным) имеет наименьшую молекулярную массу (для этого нужно подумать, какие белки будут быстрее проходить через гель — крупные или маленькие?). В ответе укажите букву, обозначающую белок.

- 5) Для самого маленького белка на дорожке 2 рассчитайте его молекулярную массу, если известно, что десятичный логарифм молекулярной массы для данных условий электрофореза зависит от R_f следующим образом:

$$\lg M_r = 2,7824 - 1,9944R_f,$$



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Химико-биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс

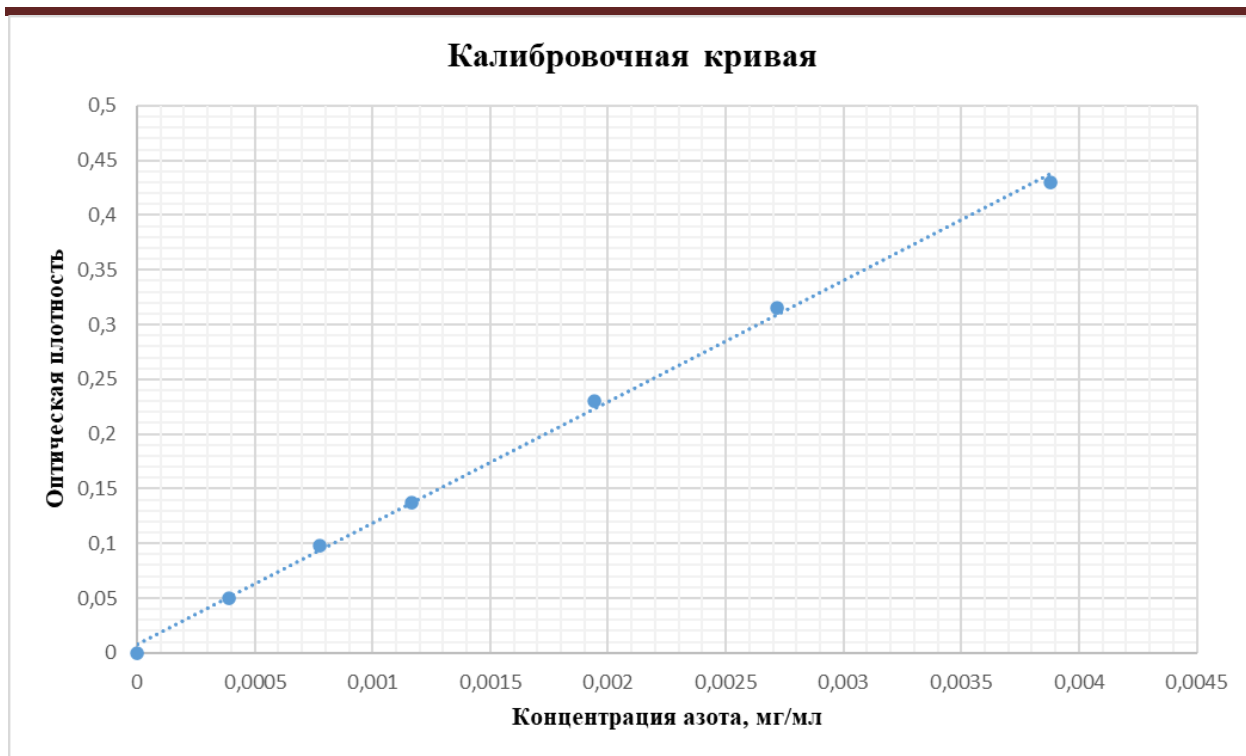
где M_r — молекулярная масса в кДа. На рисунке расстоянию, которое прошел бромфеноловый синий соответствует «0 см», а линия старта расположена на отметке «15 см». Ответ приведите в кДа, округлив до целых.

Задача 3.

Среди азотистых соединений, входящих в состав пищевых продуктов растительного и животного происхождения, главное место принадлежит белкам. На долю небелковых соединений, например, в растениях, обычно приходится менее 10% от общего содержания азота. Содержание белкового и небелкового азота в сырье и пищевых продуктах определяют на основании найденного количества общего азота колориметрическим методом с использованием реактива Несслера. Колориметрическим называется метод анализа, основанный на сравнении качественного и количественного изменения потоков видимого света при их прохождении через исследуемый раствор и раствор сравнения. Определяемый компонент при помощи химико-аналитической реакции переводится в окрашенное соединение, после чего измеряется интенсивность окраски полученного раствора на специальном приборе-спектрофотометре, который позволяет производить измерения при различных длинах волн оптического излучения, соответственно, в результате измерений получается спектр отношений потоков.

На рисунке представлена калибровочная кривая содержания ионов аммония в контрольных растворах с известной концентрацией при длине волны 400 нм и толщине кювет 10 мм.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Химико-биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс



- 1) Опишите приведенный график.
- 2) Определите, каким уравнением описывается приведенный на рисунке график. Дайте название каждому составляющему данного уравнения.
- 3) Определите коэффициент пересчета K , если известно, что величина коэффициента равна котангенсу угла наклона построенной прямой к оси Ox , а оптическая плотность и концентрация составляют 0,200 и 0,0017 мг/мл. Ответ дайте в г/л.
- 4) Оптическая плотность измеренного опытного раствора составила 0,25.
 - а) Определите по калибровочному графику концентрацию азота в данной пробе. Проведите пересчет концентрации из мг/мл в г/л и округлите до десятых.
 - а) Произведите количества сырого протеина, используя коэффициент пересчета 6,25. Округлите до сотых. Ответ дайте в г/л.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Заключительный этап
Химико-биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс**

5) Дайте определение понятиям органический и неорганический азот.