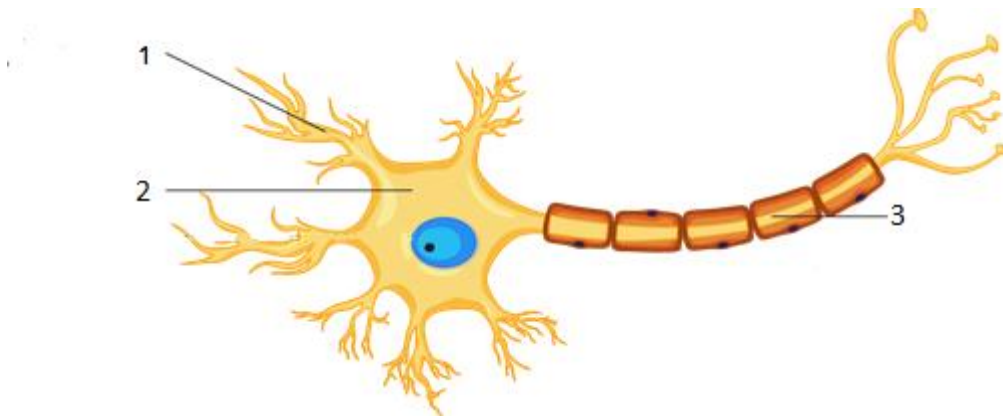


**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №1

Задача 1.

Межклеточная коммуникация лежит в основе процессов, изучаемых почти всеми медицинскими дисциплинами. Можно выделить следующие типы межклеточных взаимодействий: электрическое, химическое, механическое. Примером электрического взаимодействия может служить передача нервного импульса.

- 1) Назовите клетки, которые являются структурными единицами нервной ткани человека. Ответ дайте в именительном падеже единственном числе.
- 2) Дайте названия участков этих клеток в соответствии со схемой, приведенной на рисунке. Ответ дайте в виде «цифра - термин», например «1 - яблоко».



- 3) Какой из участков этой клетки отвечает за передачу сигнала другим нервным, мышечным или железистым клеткам?
- 4) В основе передачи нервного импульса лежит создание мембранного потенциала, в каких единицах в системе СИ он измеряется?
- 5) Укажите в ответе два иона, участвующих в работе молекулярного насоса, отвечающего за создание мембранного потенциала.

Ответы:

- 1) нейрон/нервная клетка

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №1

2) 1 - дендрит; 2 - тело; 3 - аксон

3) аксон

4) В (вольт)

5) Na⁺, K⁺

Задача 2.

Одним из методов определения дрожжей в бродящем сусле является центрифугирование. Основными структурообразующими полисахаридами клеточной стенки являются β-глюканы и маннаны, находящиеся приблизительно в равных количествах и в сумме составляющие порядка 60-90% сухой массы клеточной стенки, оставшаяся часть приходится на долю белка, хитина и липидов. Центрифугирование - способ разделения неоднородных дисперсных жидких систем на фракции по плотности под действием центробежных сил. Скорость осаждения будет напрямую зависеть от центробежного ускорения. Центробежное ускорение измеряется в единицах g (гравитационная постоянная 1 g=980 см/с²) и рассчитывается по формуле:

$$G = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot r}{3600}, \text{ где}$$

G - центробежное ускорение, см/с²;

π - константа, выражающая отношение длины окружности к ее диаметру, π≈3,14;

n - скорость вращения, об/мин;

r - расстояние между осью вращения и частицей, см;

Известно, что для центрифуги А расстояние между осью вращения и ротором составляет 15 см, а скорость вращения была равна 3000 об/мин. Для

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №1

центрифуги В расстояние между осью вращения и ротором составляло 12 см, а скорость вращения составляла 3200 об/мин.

- 1) Укажите, к какому типу клеток по наличию ядра относятся дрожжи.
Ответ дайте в именительном падеже множественном числе.
- 2) Для разрушения полисахаридов клеточной стенки дрожжей применили фермент манназу, разрушающий гликозидные связи. Определите, к какому классу ферментов она относится (классы ферментов приведены в таблице). Ответ дайте в виде названия класса фермента в именительном падеже множественном числе.

Класс фермента	Название
I	Оксидоредуктазы
II	Трансферазы
III	Гидролазы
IV	Лиазы
V	Изомеразы
VI	Лигазаы

- 3) Определите, какое значение центробежного ускорения было получено для центрифуги А. Ответ выразите в g и дайте с точностью до целых.
- 4) Определите, какое значение центробежного ускорения было получено для центрифуги В. Ответ выразите в g и дайте с точностью до целых.
- 5) Какой должна быть скорость вращения (об/мин) для ротора радиусом 10 см, чтобы значение центробежного ускорения было равно полученному для центрифуги А? При округлении полученного значения учитывайте, что число скорость вращения задается с шагом 100 об/мин.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №1

Решение:

1) Эукариоты

2) Гидролазы

3) Дано:

$$r=15 \text{ см}$$

$$n=3000 \text{ об/мин}$$

Найти: G

Решение:

Для того чтобы в представленной формуле перейти от значений в см/с² к значениям в g необходимо разделить полученное значение на 980. Тогда формула для расчета центробежного ускорения будет иметь вид:

$$G = \frac{4 \cdot \pi^2 n^2 \cdot r}{3600 \cdot 980} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 3000^2 \cdot 15}{3600 \cdot 980} = 1509g$$

4) Дано:

$$r=12 \text{ см}$$

$$n=3200 \text{ об/мин}$$

Найти: G

Решение:

Для того чтобы в представленной формуле перейти от значений в см/с² к значениям в g необходимо разделить полученное значение на 980. Тогда формула для расчета центробежного ускорения будет иметь вид:

$$G = \frac{4 \cdot \pi^2 n^2 \cdot r}{3600 \cdot 980} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 3200^2 \cdot 12}{3600 \cdot 980} = 1374g$$

5) Дано:

$$r=10 \text{ см}$$

$$G_A=1509g$$

Найти: n-?

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №1

Решение:

Выразим из представленной в задании формулы n :

$$n = \sqrt{\frac{3600 \cdot 980 \cdot G}{4 \cdot \pi^2 \cdot r}} = \sqrt{\frac{3600 \cdot 980 \cdot 1509}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 10}} = 3674 \approx 3700 \text{ об/мин}$$

Задача 3.

Метод определения целлюлолитической активности ферментов основан на количественном определении редуцирующих (восстанавливающих) сахаров, образующихся в результате действия фермента целлюлазы на субстрат натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) при температуре 50 °С.

За единицу целлюлазной активности (1 ед.ЦлС) принимают количество фермента, которое гидролизует КМЦ с высвобождением 1 мкмоль восстанавливающих сахаров (в глюкозном эквиваленте), образующихся за 1 мин при стандартных условиях (температура 50 °С и 5,0 ед. рН).

Содержание редуцирующих сахаров, образующихся в результате ферментативной реакции, определяют колориметрическим методом, основанным на взаимодействии сахаров с реактивом Шомоди-Нельсона. В результате этой реакции образуется соединение голубого или бирюзового цвета, интенсивность окраски которого пропорциональна содержанию редуцирующих сахаров, образовавшихся в процессе ферментативной реакции. Интенсивность окраски полученных растворов измеряют на фотоэлектроколориметре или спектрофотометре при определенной длине волны, обеспечивающей максимальное светопоглощение.

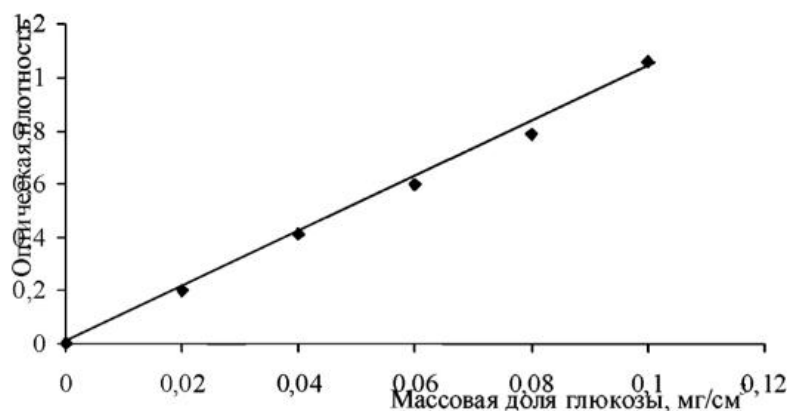
Метод состоит из двух основных этапов:

1. Построение градуировочного графика

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №1

Для построения градуировочного графика готовят серию растворов с известным количеством глюкозы (Массовая доля глюкозы в растворе, мг/мл: 0; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1) и проводят цветную реакцию с реактивом Шомоди-Нельсона. В полученных растворах определяют оптическую плотность, получая при этом значения экстинкции.

По полученным данным строят градуировочный график. На оси абсцисс X откладывают массовую долю глюкозы C в мг/см³; на оси ординат Y —соответствующие значения оптической плотности D . На рисунке приведен пример градуировочного графика. Величина, обратная тангенсу угла наклона калибровочной кривой, составляет, например, 0,098 ($1/\text{tg} = 0,098$), что является коэффициентом K , входящим в формулу расчета целлюлазной активности.



2. Проведение ферментативной реакции и расчет активности фермента.

Целлюлазную способность (ЦлС) в анализируемой пробе в единицах ЦлС/г или единицах ЦлС/мл вычисляют по формуле:

$$\text{ЦлС} = \frac{K \cdot \Delta D \times 2,22 \times d}{n}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №1

где K – коэффициент полученный по градуировочному графику;

ΔD – разность экстинкции опытного и контрольных образцов;

n — масса ферментного препарата, взятая на гидролиз (расчет ведется на 1 см³ рабочего раствора анализируемой пробы ферментного препарата), г;

2,22 — коэффициент

d — плотность ФП, определенная по (для жидкого препарата), г/см³.

Задание

1. Напишите теоретическое упрощенное уравнение ферментативного гидролиза целлюлозы до глюкозы.
2. Определите по уравнению сколько г глюкозы получится из 15 г целлюлозы при условии выхода продуктов реакции – 100 %.
3. Светофильтр какого цвета из видимого спектра позволит провести определение экстинкции при максимальном светопоглощении, основываясь на том, что измеремые растворы голубого или бирюзового цвета?
4. Постройте градуировочный график и определить коэффициент K , основываясь на следующих экспериментальных данных экстинкции:

Массовая доля глюкозы в растворе, мг/мл	Оптическая плотность
0	0
0,02	0,21
0,04	0,42
0,06	0,60
0,08	0,79

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №1

0,1	1,05
-----	------

5. Вычислить Целлюлазную способность фермента, основываясь на следующих экспериментальных данных:

- Ферментный препарат жидкий (Плотность – 1100 кг/м³)
- $\Delta D = 0,44$
- $n = 0,05$ г

Решение:

1. $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O = nC_6H_{12}O_6$
2. Молекулярная масса крахмала – $162 \cdot n$ г/моль

Молекулярная масса глюкозы – 180 г/моль

Определяем количество вещества крахмала:

$$n(\text{крахмала}) = m/M = 81/162n = 1/2n \text{ кмоль}$$

Из уравнения гидролиза: $n(\text{крахмала})/n(\text{глюкозы}) = 1/n \text{ кмоль}$

Тогда количество вещества глюкозы:

$$n(\text{глюкозы}) = n \cdot n(\text{крахмала}) = n \cdot (1/2n) = 0,5 \text{ кмоль}$$

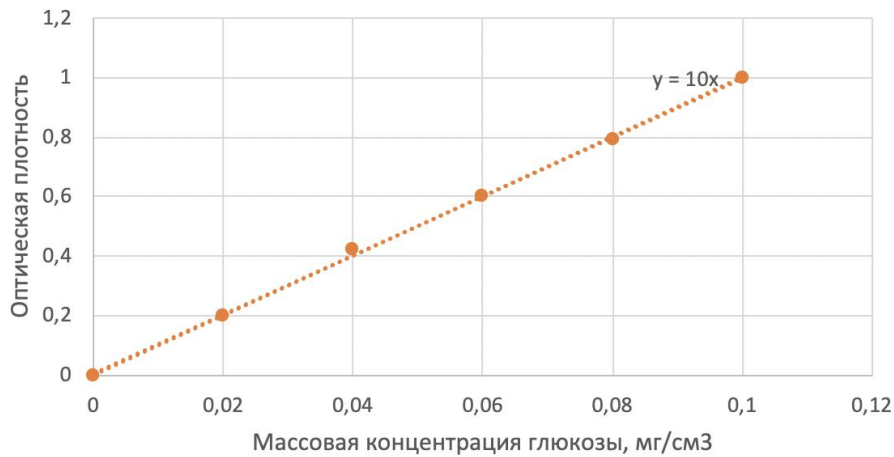
Вычисляем массу глюкозы:

$$m(\text{глюкозы}) = nM = 0,5 \cdot 180 = 90 \text{ кг}$$

3. Оранжевый 635 - 590 нм
4. Калибровочная кривая на графике

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №1

Калибровочная кривая



$$\text{Коэф } K = \frac{1}{10} = 0,1$$

Может быть определен как тангенс угла в треугольнике с первой точкой (0,20;0,02) $tg = 0,2/0,02 = 10$; тогда $K = 1/tg = 0,1$

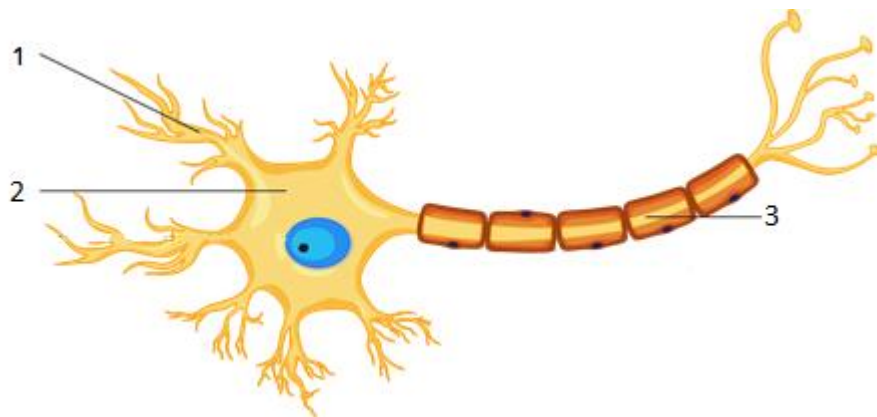
$$5. \text{ ЦлС} = (K * \Delta D * 2,22 * d) / n = (0,1 * 0,44 * 2,22 * 1,1) / 0,05 = \\ = 2,1 \text{ Ед/см}^3$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №2

Задача 1.

Межклеточная коммуникация лежит в основе процессов, изучаемых почти всеми медицинскими дисциплинами. Можно выделить следующие типы межклеточных взаимодействий: электрическое, химическое, механическое. Примером электрического взаимодействия может служить передача нервного импульса.

- 1) Дайте названия участков этих клеток в соответствии со схемой, приведенной на рисунке. Ответ дайте в виде «цифра - термин», например «1 - яблоко».

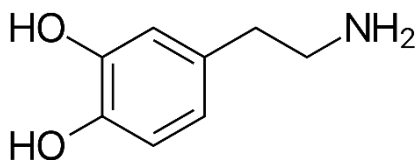


- 2) Какой из участков этой клетки участвует в получении сигнала от других нервных клеток?
- 3) Известно, что между в основе передачи сигнала лежит мембранный потенциал, создающийся при присоединении нейромедиатора на мембранах в синапсе. Потенциал — это отношение потенциальной энергии заряда, помещенного в некую точку поля, к величине этого заряда. В ответе укажите единицу измерения заряда, принятую в системе СИ.
- 4) Как называются вспомогательные клетки, которые являются вспомогательными для нейронов и обеспечивают условия для

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №2

генерации и передачи нервных импульсов? Ответ дайте в именительном падеже множественном числе.

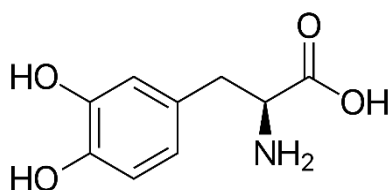
- 5) Леводопа - препарат, который применяют для лечения болезни Паркинсона, так как он может, в отличие от дофамина, проникать через гематоэнцефалический барьер. Леводопа отличается от дофамина ацетилированной аминогруппой. Перед вами представлена структурная формула дофамина. В ответе приведите структурную формулу леводопы.



Решение:

- 1) 1 - дендрит; 2 - тело; 3 - аксон
- 2) дендрит
- 3) Кл (кулон)
- 4) глии

5)



Задача 2.

Одним из методов определения дрожжей в бродящем сусле является центрифугирование. Основными структурообразующими полисахаридами клеточной стенки являются β -глюканы и маннаны, находящиеся приблизительно в равных количествах и в сумме составляющие порядка 60-90% сухой массы КС, оставшаяся часть приходится на долю белка, хитина и липидов. Центрифугирование - способ разделения неоднородных

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №2

дисперсных жидких систем на фракции по плотности под действием центробежных сил. Скорость осаждения будет напрямую зависеть от центробежного ускорения. Центробежное ускорение измеряется в единицах g (гравитационная постоянная $1g=980 \text{ см/с}^2$) и рассчитывается по формуле:

$$G = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot r}{3600}, \text{ где}$$

G - центробежное ускорение, g ;

π - константа, выражающая отношение длины окружности к ее диаметру, $\pi \approx 3,14$;

n - скорость вращения, об/мин;

r - расстояние между осью вращения и частицей, см;

Известно, что для центрифуги А расстояние между осью вращения и ротором составляет 10 см, а скорость вращения была равна 3400 об/мин. Для центрифуги В расстояние между осью вращения и ротором составляло 11 см, а скорость вращения составляла 3500 об/мин.

1) Укажите, к какому типу клеток по наличию ядра относятся дрожжи.

Ответ дайте в именительном падеже множественном числе.

2) Для разрушения полисахаридов клеточной стенки дрожжей

применили фермент дисперсин В, разрушающий гликозидные связи.

Определите, к какому классу ферментов она относится (классы

ферментов приведены в таблице). Ответ дайте в виде названия

класса фермента в именительном падеже множественном числе.

Класс фермента	Название
I	Оксидоредуктазы
II	Трансферазы
III	Гидролазы
IV	Лиазы

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №2

V	Изомеразы
VI	Лигазы

- 3) Определите, какое значение центробежного ускорения было получено для центрифуги А. Ответ выразите в g и дайте с точностью до целых.
- 4) Определите, какое значение центробежного ускорения было получено для центрифуги В. Ответ выразите в g и дайте с точностью до целых.
- 5) Какой должна быть скорость вращения (об/мин) для ротора радиусом 15 см, чтобы значение центробежного ускорения было равно полученному для центрифуги В? При округлении полученного значения учитывайте, что число скорость вращения задается с шагом 100 об/мин.

Решение:

1) Эукариоты

2) Гидролазы

3) Дано:

$r=10$ см

$n=3400$ об/мин

Найти: G

Решение:

Для того чтобы в представленной формуле перейти от значений в см/с² к значениям в g необходимо разделить полученное значение на 980. Тогда формула для расчета центробежного ускорения будет иметь вид:

$$G = \frac{4 \cdot \pi^2 n^2 \cdot r}{3600 \cdot 980} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 3400^2 \cdot 10}{3600 \cdot 980} = 1292g$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №2

4) Дано:

$$r=11 \text{ см}$$

$$n=3500 \text{ об/мин}$$

Найти: G

Решение:

Для того чтобы в представленной формуле перейти от значений в см/с^2 к значениям в g необходимо разделить полученное значение на 980. Тогда формула для расчета центробежного ускорения будет иметь вид:

$$G = \frac{4 \cdot \pi^2 n^2 \cdot r}{3600 \cdot 980} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 3500^2 \cdot 11}{3600 \cdot 980} = 1506g$$

5) Дано:

$$r=15 \text{ см}$$

$$G_A=1509g$$

Найти: n -?

Решение:

Выразим из представленной в задании формулы n :

$$n = \sqrt{\frac{3600 \cdot 980 \cdot G}{4 \cdot \pi^2 \cdot r}} = \sqrt{\frac{3600 \cdot 980 \cdot 1506}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 15}} = 3997 \approx 4000 \text{ об/мин}$$

Задача 3.

Метод определения целлюлолитической активности ферментов основан на количественном определении редуцирующих (восстанавливающих) сахаров, образующихся в результате действия фермента целлюлазы на субстрат натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) при температуре 50 °С.

За единицу целлюлазной активности (1 ед.ЦлС) принимают количество фермента, которое гидролизует КМЦ с высвобождением 1 мкмолья

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №2

восстанавливающих сахаров (в глюкозном эквиваленте), образующихся за 1 мин при стандартных условиях (температура 50 °С и 5,0 ед. рН).

Содержание редуцирующих сахаров, образующихся в результате ферментативной реакции, определяют колориметрическим методом, основанным на взаимодействии сахаров с реактивом Шомоди-Нельсона. В результате этой реакции образуется соединение голубого или бирюзового цвета, интенсивность окраски которого пропорциональна содержанию редуцирующих сахаров, образовавшихся в процессе ферментативной реакции. Интенсивность окраски полученных растворов измеряют на фотоэлектроколориметре или спектрофотометре при определенной длине волны, обеспечивающей максимальное светопоглощение.

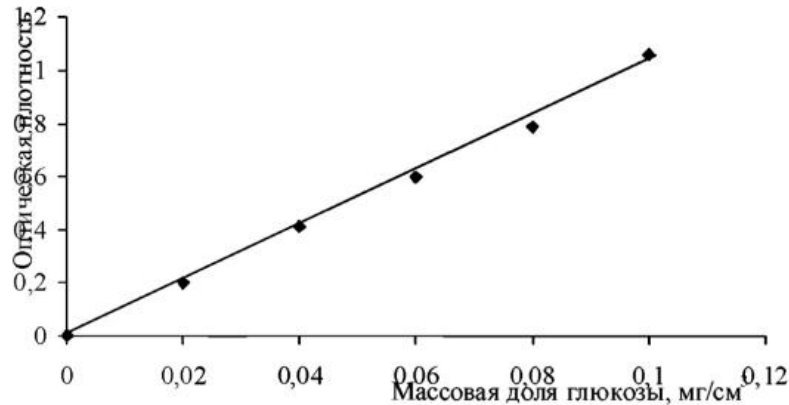
Метод состоит из двух основных этапов:

1. Построение градуировочного графика

Для построения градуировочного графика готовят серию растворов с известным количеством глюкозы (Массовая доля глюкозы в растворе, мг/мл: 0; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1) и проводят цветную реакцию с реактивом Шомоди-Нельсона. В полученных растворах определяют оптическую плотность, получая при этом значения экстинкции.

По полученным данным строят градуировочный график. На оси абсцисс X откладывают массовую долю глюкозы C в мг/см³; на оси ординат Y —соответствующие значения оптической плотности D . На рисунке приведен пример градуировочного графика. Величина, обратная тангенсу угла наклона калибровочной кривой, составляет, например, 0,098 ($1/\text{tg} = 0,098$), что является коэффициентом K , входящим в формулу расчета целлюлазной активности.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №2



2. Проведение ферментативной реакции и расчет активности фермента.
Целлюлазную способность (ЦЛС) в анализируемой пробе в единицах ЦЛС/г или единицах ЦЛС/мл вычисляют по формуле:

$$\text{ЦЛС} = \frac{K \cdot \Delta D \times 2,22 \times d}{n}$$

где K – коэффициент полученный по градуировочному графику;

ΔD – разность экстинкции опытного и контрольных образцов;

n — масса ферментного препарата, взятая на гидролиз (расчет ведется на 1 см³ рабочего раствора анализируемой пробы ферментного препарата), г;

2,22 — коэффициент

d — плотность ФП, определенная по (для жидкого препарата), г/см³.

Задание

1. Напишите теоретическое упрощенное уравнение ферментативного гидролиза целлюлозы до глюкозы.
2. Определите по уравнению сколько г глюкозы получится из 25 г целлюлозы при условии выхода продуктов реакции – 100 %.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №2

3. Светофильтр какого цвета из видимого спектра позволит провести определение экстинкции при максимальном светопоглощении, основываясь на том, что измеряемые растворы голубого или бирюзового цвета?
4. Постройте градуировочный график и определить коэффициент К, основываясь на следующих экспериментальных данных экстинкции:

Массовая доля глюкозы в растворе, мг/мл	Оптическая плотность
0	0
0,02	0,22
0,04	0,41
0,06	0,62
0,08	0,81
0,1	1,03

5. Вычислить Целлюлазную способность фермента, основываясь на следующих экспериментальных данных:

- Ферментный препарат жидкий (Плотность – 1150 кг/м³)
- $\Delta D = 0,33$
- $n = 0,01$ г



2. Молекулярная масса крахмала – $162 \cdot n$ г/моль

Молекулярная масса глюкозы – 180 г/моль

Определяем количество вещества крахмала:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Биотехнологический профиль
Междисциплинарные задачи
10 класс, вариант №2

$$n(\text{крахмала}) = m/M = 81/162n = 1/2n \text{ кмоль}$$

Из уравнения гидролиза: $n(\text{крахмала})/n(\text{глюкозы}) = 1/n \text{ кмоль}$

Тогда количество вещества глюкозы:

$$n(\text{глюкозы}) = n * n(\text{крахмала}) = n * (1/2n) = 0,5 \text{ кмоль}$$

Вычисляем массу глюкозы:

$$m(\text{глюкозы}) = nM = 0,5 * 180 = 90 \text{ кг}$$

3. Оранжевый 635 - 590 нм
4. Калибровочная кривая на графике

Калибровочная кривая



$$\text{Коэф } K = \frac{1}{10} = 0,1$$

Может быть определен как тангенс угла в треугольнике с первой точкой (0,20;0,02) $tg = 0,2/0,02 = 10$; тогда $K = \frac{1}{tg} = 0,1$

$$5. \text{ ЦЛС} = (K * \Delta D * 2,22 * d)/n = (0,1 * 0,33 * 2,22 * 1,15)/0,01 = 8,4 \text{ Ед/см}^3$$