

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

**9 КЛАСС
Вариант 1**

Задание 1

Рефрактометрия – метод определения содержания растворенного вещества в растворе по его коэффициенту преломления (рисунок 1). На рисунке 2 представлен рефрактометрический график зависимости коэффициента преломления глюкозного раствора от концентрации самой глюкозы, выраженной в процентах от массы раствора. В лаборатории N в ходе рефрактометрических измерений определили, что для угла падения в $\alpha=30^\circ$ синус угла преломления β равен 0,3637. Чему равна масса глюкозы в растворе массой 300 г? Ответ приведите в размерности СИ.

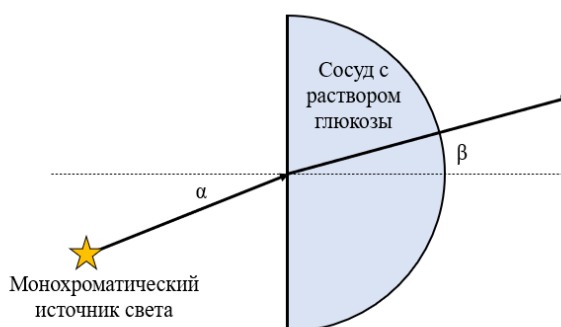


Рисунок 1 – Схема рефрактометрического определения концентрации глюкозы в растворе.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

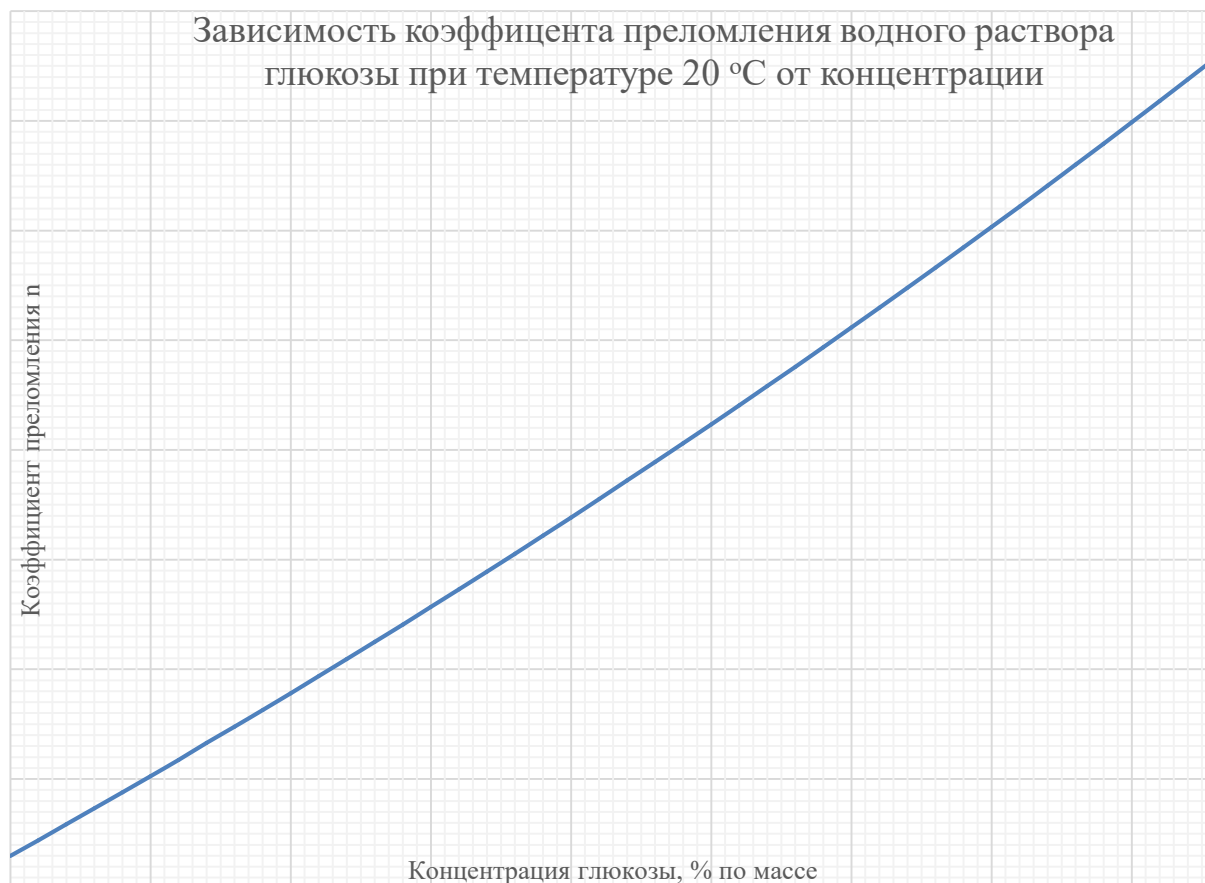


Рисунок 2 – Рефрактометрический градуировочный график.

Решение:

- 1) (26 баллов) По закону преломления коэффициент преломления n , угол падения α и угол преломления β связаны соотношением

$$n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

- 2) (26 баллов) Отсюда находим, что коэффициент преломления для раствора $n=1,3747\dots$
- 3) (26 баллов) График дает значение коэффициента преломления с точностью до тысячных, следовательно, округляем $n=1,375$.
- 4) (26 баллов) По графику определяем, что коэффициенту преломления, равному 1,375, соответствует концентрация раствора в 26,5%.
- 5) (26 баллов) Т.к. концентрация приведена в процентах по массе, то масса растворенной глюкозы равна

$$m_{\text{глюкозы}} = \frac{m_{\text{раствора}} \cdot 26,5\%}{100\%} = \frac{300\text{г} \cdot 26,5\%}{100\%} = 79,5\text{г}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

б) (20 баллов) Т.к. в условии просят привести ответ в размерности СИ, то переводим ответ в кг: $79,5 \text{ г} = 0,0795 \text{ кг}$.

Задание 2

Когда организм синтезирует белки, ему необходимо декодировать нуклеотидный код в последовательность аминокислот. Эта последовательность зашифрована в ДНК посредством четырех нуклеотидов – аденина (А), тимина (Т), гуанина (Г) и цитозина (Ц). Каждой тройке последовательных нуклеотидов (кодону) соответствует определенная аминокислота по следующим правилам:

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	Т	Ц	А	Г	
Т	Фенилаланин Фенилаланин Лейцин Лейцин	Серин Серин Серин Серин	Тирозин Тирозин - -	Цистеин Цистеин - Триптофан	Т Ц А Г
Ц	Лейцин Лейцин Лейцин Лейцин	Пролин Пролин Пролин Пролин	Гистидин Гистидин Глутамин Глутамин	Аргинин Аргинин Аргинин Аргинин	Т Ц А Г
А	Изолейцин Изолейцин Изолейцин Метионин	Треонин Треонин Треонин Треонин	Аспарагин Аспаригин Лизин Лизин	Серин Серин Аргинин Аргинин	Т Ц А Г
Г	Валин Валин Валин Валин	Аланин Аланин Аланин Аланин	Аспарагиновая кислота Аспарагиновая кислота Глутаминовая кислота Глутаминовая кислота	Глицин Глицин Глицин Глицин	Т Ц А Г

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

Как правило, в случае кодирования белков эти последовательности довольно длинные. Например, белки опсины, содержащиеся в человеческих колбочках и отвечающие за правильное распознавание цвета, содержат более 300 аминокислотных остатков.

Часть этой последовательности для синего опсина выглядит как:

... Серин –Аланин –Треонин–Треонин –Глутамин– Лизин ...

Приведите пример последовательности гена, которая ему соответствует. Сколько разных таких последовательностей возможно?

Решение:

- 1) (по 15 баллов за триплет) Пример такой последовательности – ТЦТ-ГЦТ-АЦЦ-АЦЦ-ЦАА-ААА;
- 2) (60 баллов) Для вычисления общего возможного числа последовательностей надо перемножить число возможных триплетов для каждой аминокислоты последовательности:
 $6 \times 4 \times 4 \times 4 \times 2 \times 2 = 1536$.

Задание 3

В последнее время для всё большего количества задач классификации и распознавания используются нейросети. Их история началась с того, что в середине прошлого века была предложена математическая модель работы мозга и обработки им информации, получившая название перцептрона. Современная техника стала достаточно мощной, чтобы нейросеть можно было использовать на компьютере для распознавания образов – но для этого её надо предварительно натренировать.

Тренировка проходит посредством пропускания некоего набора данных (датасета) через нейронную сеть. Одно такое прохождение называется эпохой. В общем случае, более долгие тренировки позволяют достигать лучших результатов при дальнейшей работе нейросети.

В результате тренировки нейросети исследователем после 400 эпох была получена точность распознавания 40%. Результат после 2000 эпох составил 60%.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

Сколько эпох обучения нужно, чтобы достичь точности распознавания 80%? Считайте, что точность и число эпох связаны линейно, то есть

$$p = \alpha e + \beta,$$

где α и β – постоянные коэффициенты, p - точность распознавания, а e - число эпох обучения.

Сколько часов займет обучение до этой точности распознавания, если одна эпоха занимает 200 секунд?

Решение:

- 1) (30 баллов за систему) Обозначим искомое число эпох как x . Можем составить систему уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} 0,4 = 400\alpha + \beta \\ 0,6 = 2000\alpha + \beta \\ 0,8 = \alpha x + \beta \end{cases}$$

- 2) (по 30 баллов за каждое неизвестное) Решаем систему, например, вычтя первое уравнение из второго, находим $\alpha = 1/8000$.

Подставляя её в любое из двух первых уравнений, находим $\beta = 0.35$.

Из третьего уравнения $x = 3600$.

- 3) (30 баллов) Время обучения $t = 3600 * \frac{200}{3600} = 200$ ч.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

**9 КЛАСС
Вариант 2**

Задание 1

Рефрактометрия – метод определения содержания растворенного вещества в растворе по его коэффициенту преломления (рисунок 1). На рисунке 2 представлен рефрактометрический график зависимости коэффициента преломления глюкозного раствора от концентрации самой глюкозы, выраженной в процентах от массы раствора. В лаборатории N в ходе рефрактометрических измерений определили, что для угла падения в $\alpha=30^\circ$ синус угла преломления β равен 0,359. Чему равна масса глюкозы в растворе массой 300 г? Ответ приведите в размерности СИ.

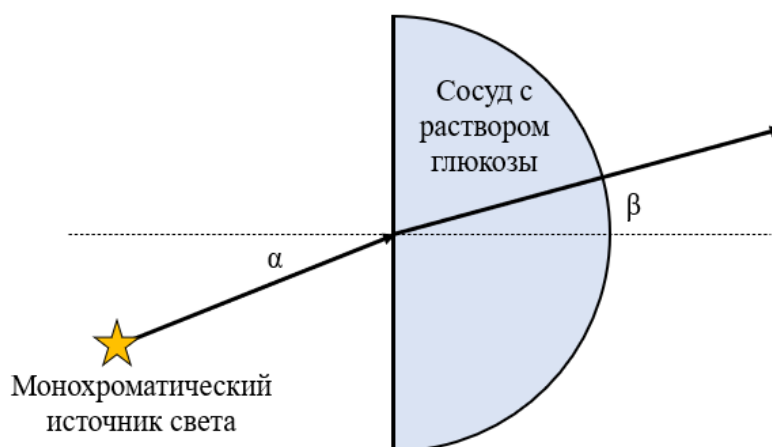


Рисунок 1 – Схема рефрактометрического определения концентрации глюкозы в растворе.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

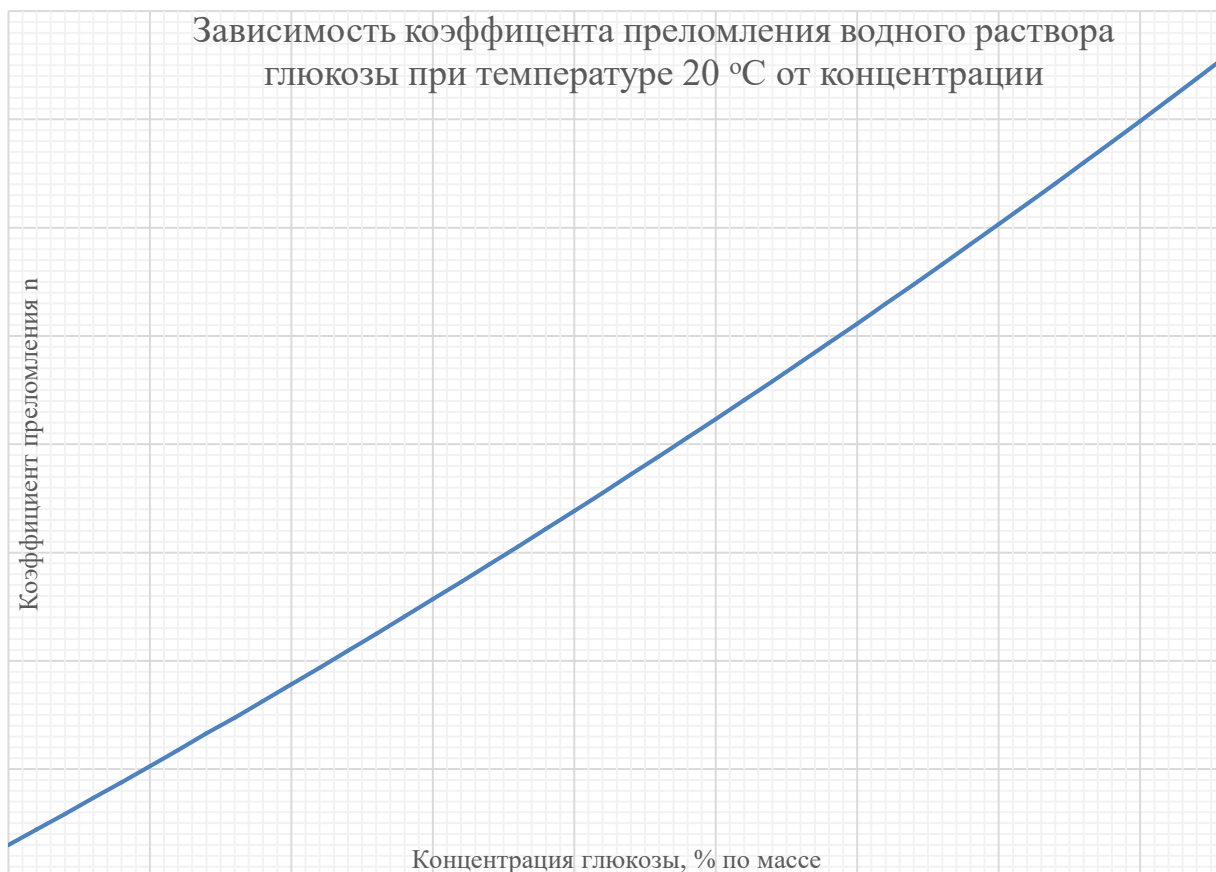


Рисунок 2 – Рефрактометрический градуировочный график.

Решение:

- 1) (26 баллов) По закону преломления коэффициент преломления n , угол падения α и угол преломления β связаны соотношением

$$n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

- 2) (26 баллов) Отсюда находим, что коэффициент преломления для раствора $n=1,3927\dots$
- 3) (26 баллов) График дает значение коэффициента преломления с точностью до тысячных, следовательно, округляем $n=1,393$.
- 4) (26 баллов) По графику определяем, что коэффициенту преломления, равному 1,393, соответствует концентрация раствора в 37,5%.
- 5) (26 баллов) Т.к. концентрация приведена в процентах по массе, то масса растворенной глюкозы равна

$$m_{\text{глюкозы}} = \frac{m_{\text{раствора}} \cdot 37,5\%}{100\%} = \frac{300\text{г} \cdot 37,5\%}{100\%} = 112,5\text{г}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

б) (20 баллов) Т.к. в условии просят привести ответ в размерности СИ, то переводим ответ в кг: $112,5 \text{ г} = 0,1125 \text{ кг}$.

Задание 2

Когда организм синтезирует белки, ему необходимо декодировать нуклеотидный код в последовательность аминокислот. Эта последовательность зашифрована в ДНК посредством четырех нуклеотидов – аденина (А), тимина (Т), гуанина (Г) и цитозина (Ц). Каждой тройке последовательных нуклеотидов (кодону) соответствует определенная аминокислота по следующим правилам:

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	Т	Ц	А	Г	
Т	Фенилаланин Фенилаланин Лейцин Лейцин	Серин Серин Серин Серин	Тирозин Тирозин - -	Цистеин Цистеин - Триптофан	Т Ц А Г
Ц	Лейцин Лейцин Лейцин Лейцин	Пролин Пролин Пролин Пролин	Гистидин Гистидин Глутамин Глутамин	Аргинин Аргинин Аргинин Аргинин	Т Ц А Г
А	Изолейцин Изолейцин Изолейцин Метионин	Треонин Треонин Треонин Треонин	Аспарагин Аспаригин Лизин Лизин	Серин Серин Аргинин Аргинин	Т Ц А Г
Г	Валин Валин Валин Валин	Аланин Аланин Аланин Аланин	Аспарагиновая кислота Аспарагиновая кислота Глутаминовая кислота Глутаминовая кислота	Глицин Глицин Глицин Глицин	Т Ц А Г

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

--	--	--	--	--	--

Как правило, в случае кодирования белков эти последовательности довольно длинные. Например, белки опсины, содержащиеся в человеческих колбочках и отвечающие за правильное распознавание цвета, содержат более 300 аминокислотных остатков.

Часть этой последовательности для синего опсина выглядит как:

... Треонин–Треонин –Глутамин– Лизин– Аланин– Глутаминовая кислота
...

Приведите пример последовательности гена, которая ему соответствует. Сколько разных таких последовательностей возможно?

Решение:

- 1) (по 15 баллов за триплет) Пример такой последовательности –АЦЦ-АЦЦ-ЦАА-ААА-ГЦТ-ГАА;
- 2) (60 баллов) Для вычисления общего возможного числа последовательностей надо перемножить число возможных триплетов для каждой аминокислоты последовательности:
 $4 \times 4 \times 2 \times 2 \times 4 \times 2 = 512$.

Задание 3

В последнее время для всё большего количества задач классификации и распознавания используются нейросети. Их история началась с того, что в середине прошлого века была предложена математическая модель работы мозга и обработки им информации, получившая название перцептрона. Современная техника стала достаточно мощной, чтобы нейросеть можно было использовать на компьютере для распознавания образов – но для этого её надо предварительно натренировать.

Тренировка проходит посредством пропускания некоего набора данных (датасета) через нейронную сеть. Одно такое прохождение называется эпохой. В общем случае, более долгие тренировки позволяют достигать лучших результатов при дальнейшей работе нейросети.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

В результате тренировки нейросети исследователем после 800 эпох была получена точность распознавания 50%. Результат после 2000 эпох составил 60%.

Сколько эпох обучения нужно, чтобы достичь точности распознавания 80%? Считайте, что точность и число эпох связаны линейно, то есть

$$p = \alpha e + \beta,$$

где α и β – постоянные коэффициенты, p - точность распознавания, а e - число эпох обучения.

Сколько часов займет обучение до этой точности распознавания, если одна эпоха занимает 300 секунд?

Решение:

- 1) (30 баллов за систему) Обозначим искомое число эпох как x . Можем составить систему уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} 0,5 = 800\alpha + \beta \\ 0,6 = 2000\alpha + \beta \\ 0,8 = \alpha x + \beta \end{cases}$$

- 2) (по 30 баллов за каждое неизвестное) Решаем систему, например, вычтя первое уравнение из второго, находим $\alpha = 1/12000$.

Подставляя её в любое из двух первых уравнений, находим $\beta = 13/30$.

Из третьего уравнения $x = 4400$.

- 4) (30 баллов) Время обучения $t = 4400 * \frac{300}{3600} = 366\frac{2}{3}$ ч.