

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

---

**Вариант 1**

**Задача 1.**

Заполните пропуски в предложениях подходящими терминами.

\_\_\_(1) — это макромолекулы, присутствующие во всех живых клетках. Одни \_\_\_(2) являются структурными компонентами животных тканей, другие ускоряют реакции и называются \_\_\_\_\_ (3), третьи участвуют в переносе кислорода, четвёртые регулируют процессы в организме и называются \_\_\_\_\_ (4). Все \_\_\_ (5) химически схожи, и состоят из меньших молекул, называемых \_\_\_\_\_ (6). Последние соединяются между собой \_\_\_(7) связями.

**Ответ:** 1 — белки, 2 — белки, 3 — ферменты, 4 — гормоны, 5 — белки, 6 — аминокислоты, 7 — пептидными.

**Задача 2.**

С ветки дерева, расположенной на высоте 20 м, отрывается плод (начальную скорость принять равной нулю).

1. Рассчитайте его скорость в момент падения. Ответ округлите до десятых.
2. Рассчитайте общую калорийность плода массой 500 грамм, если известно, что 20% от массы занимает кожура, 10% — жидкое молочко, а остальное — съедобная мякоть.

Ответ дайте в кДж, при расчёте используя следующие данные по составу БЖУ:

На 100 г мякоти

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

---

- Белки 0,2 г
- Жиры 0,72 г
- Углеводы 2,61 г

На 100 г молочка

- Белки 0,1 г
- Жиры 0,1 г
- Углеводы 0,3 г

3. Какова будет калорийность плода, если 55% молочка прольется при падении плода на землю? Ответ дайте с точностью до десятых.

4. Известно, что молочко имеет плотность 1,08 г/ см<sup>3</sup>.

Вычислите его объём в описанном плоде. Ответ дайте в см<sup>3</sup>, округлив до десятых.

5. Вычислите массовую долю вещества А в молочке, если известно что в 100 граммах молочка содержится 3,3 грамма вещества А. Ответ дайте в процентах с точностью до десятых

*Примечание*

*Для расчета энергетическую ценность принять равной:*

- для жиров - 38,9 кДж/г;
- для белков - 17,6 кДж/г;
- для углеводов - 17,6 кДж/г.

**Решение**

1. Воспользуемся формулой

$$v^2 - v_0^2 = 2gh$$

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

---

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 20} = 19,8 \text{ м/с}$$

2. Рассчитаем калорийность мякоти и молочка.

$$4 \cdot (0,72 \cdot 38,9 + 0,2 \cdot 17,6 + 2,61 \cdot 17,6) = 4 \cdot 28,008 + 3,52 + 45,936 = 309,856$$

$$\text{кДж} = 310 \text{ кДж} \text{ — мякоть}$$

$$0,5 \cdot (0,1 \cdot 38,9 + 0,1 \cdot 17,6 + 0,3 \cdot 17,6) = 0,5 \cdot (3,89 + 1,76 + 5,28) = 5,465 \text{ кДж} =$$

$$5,5 \text{ кДж} \text{ — молочко}$$

Калорийность общая 315,5 кДж

3. Воспользуемся расчетом из п.2. Если пролили 55%, то осталось 45%.

$$5,5 \text{ кДж} \cdot 0,45 = 2,475$$

$$312,475 = 312,5 \text{ кДж}$$

4. Вычислим объём, зная плотность и массу.

$$V = 50 / 1,08 = 46,296 = 46,3 \text{ см}^3$$

5. Массовая доля вещества — это отношение массы компонента к массе смеси (раствора).

$$W = 3,3 / 100 = 0,033 = 3,3 \%$$

### **Задача 3.**

Ионная хроматография — метод, основанный на разделении ионов и полярных молекул при их взаимодействии с ионообменниками, который широко используется в экологическом контроле, промышленности, медицине, разработке лекарств, научных исследованиях. Принцип разделения компонентов в ионной хроматографии заключается в разном времени удерживания компонентов в специальной хроматографической колонке —

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

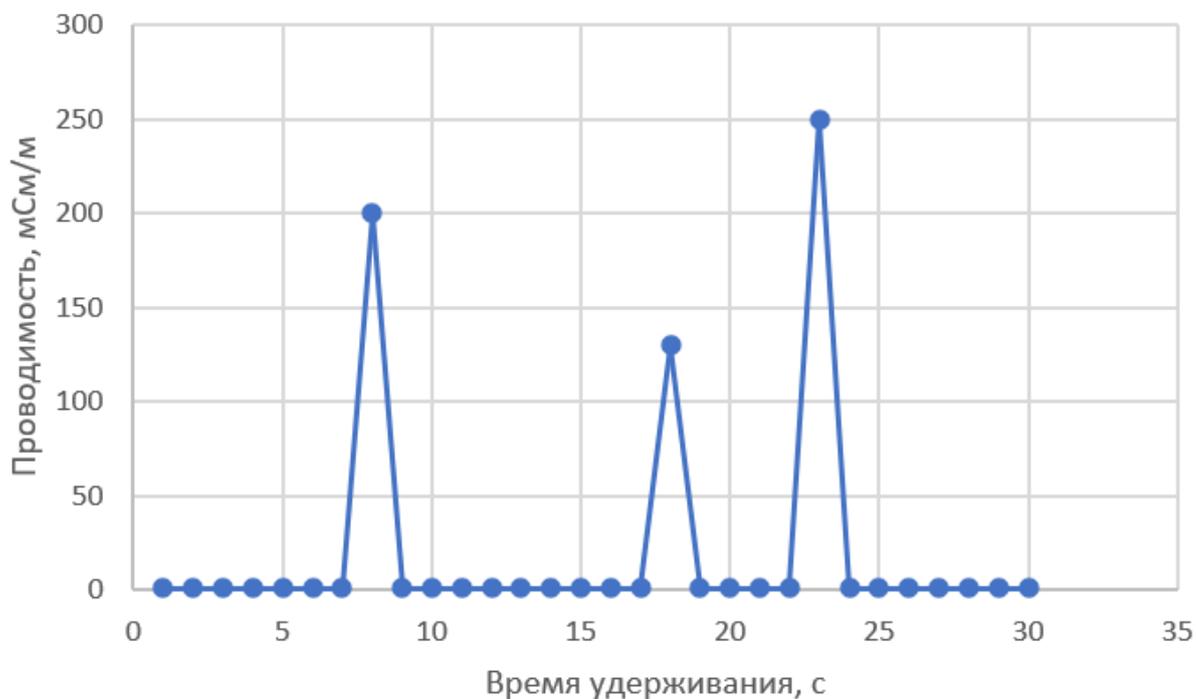
**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль**

**Междисциплинарные задачи**

**9 класс**

трубке, заполненной адсорбентом, способным «задерживать» компоненты смеси в течение определенного времени, называемого *временем удерживания*. Время удерживания зависит от природы компонента, и для ионной хроматографии решающим является размер иона и его заряд. Чем больше заряд иона, тем на большее время он способен задержаться в хроматографической колонке. После хроматографической колонки ставится кондуктометрический детектор – устройство, измеряющее проводимость выходящего раствора. Проводимость раствора напрямую зависит от концентрации иона, и результатом хроматографии является график зависимости проводимости системы от времени, пока исследуемый раствор проходит через хроматографическую колонку и детектор. Этот график называется *хроматограммой*, и для смеси, содержащей 3 компонента, имеет примерно следующий вид:



Как видно из графика, для каждого компонента характерно своё время удерживания в колонке и происходит разделение компонентов — сначала

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

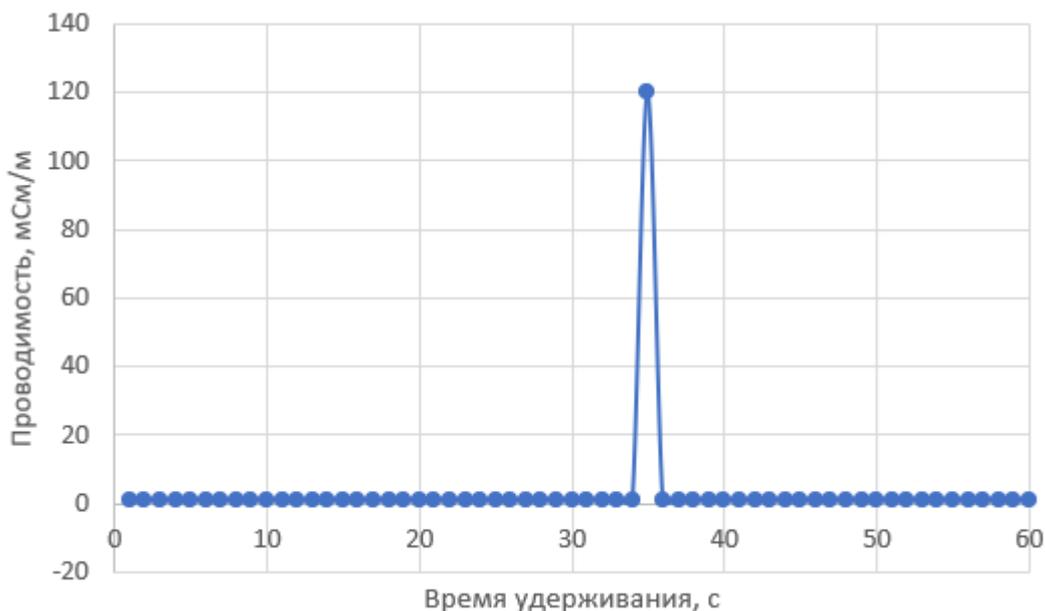
**Химико-биотехнологический профиль**

**Междисциплинарные задачи**

**9 класс**

выходит самый плохо удерживаемый компонент, последним выходит самый хорошо удерживаемый и на хроматограмме видны характерные скачки проводимости, свидетельствующие о прохождении определенного типа ионов через детектор.

При разработке новых лекарств очень большое значение имеет контроль качества полученных продуктов. Для контроля концентраций некоторых ионов методом ионной хроматографии было приготовлено несколько растворов: 1) раствор, содержащий 55 мг/л ионов  $\text{Na}^+$ ; 2) раствор, содержащий 55 мг/л ионов  $\text{Mg}^{2+}$ ; 3) раствор, содержащий 10 мг/л ионов  $\text{Fe}^{3+}$ ; 4) анализируемый раствор. Анализируемый раствор — раствор разработанного лекарства, в котором нужно проконтролировать только содержание железа, магния и натрия, которое не должно превышать концентраций в приготовленных растворах отдельных ионов. Однако лаборант, выполнявший приготовление растворов, забыл записать, в какой последовательности проводилось хроматографирование образцов. Были получены следующие хроматограммы:



1)

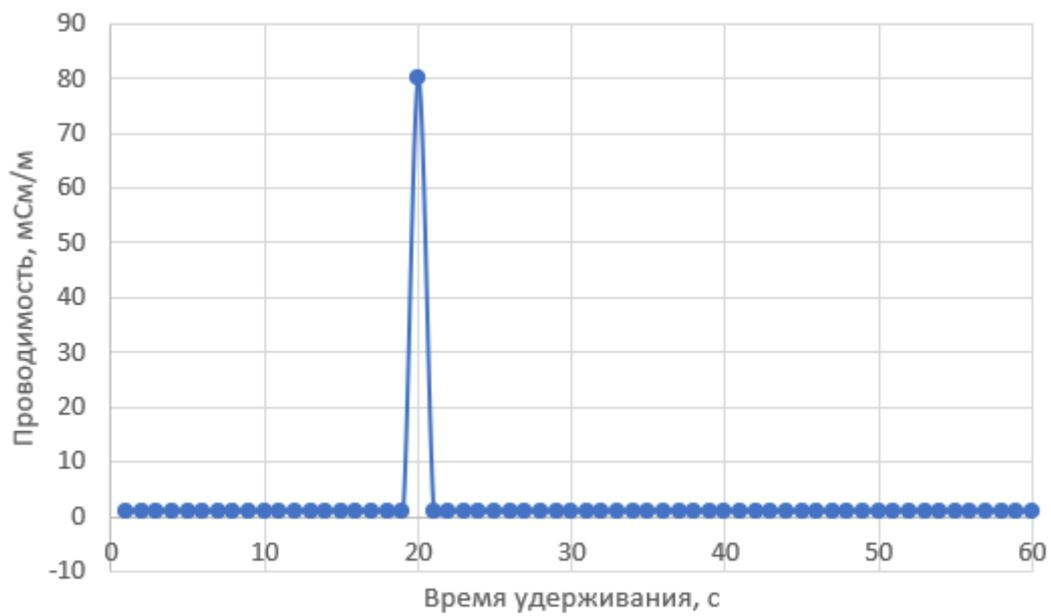
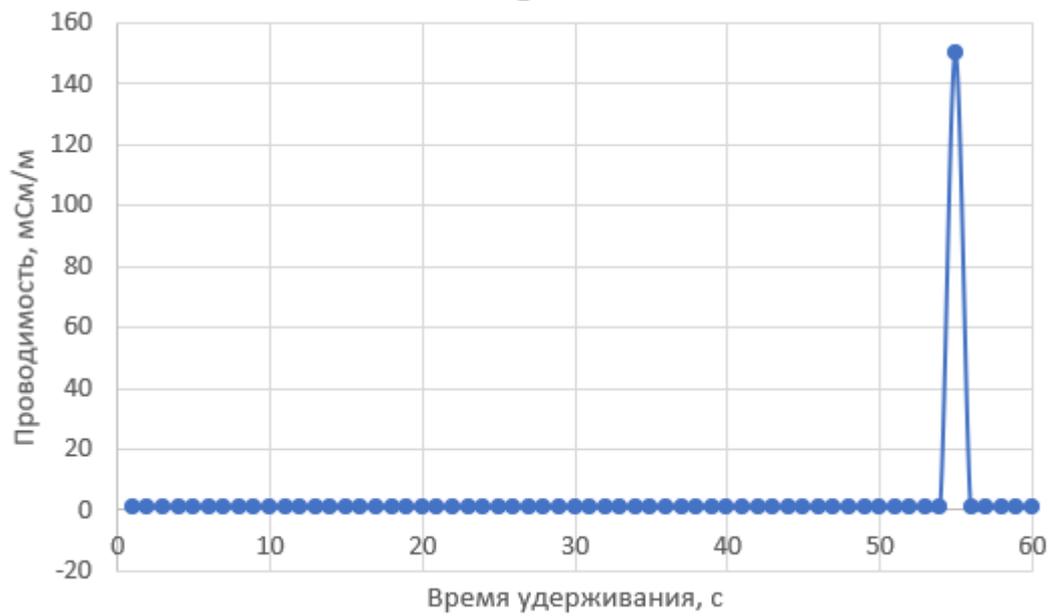
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Химико-биотехнологический профиль

Междисциплинарные задачи

9 класс



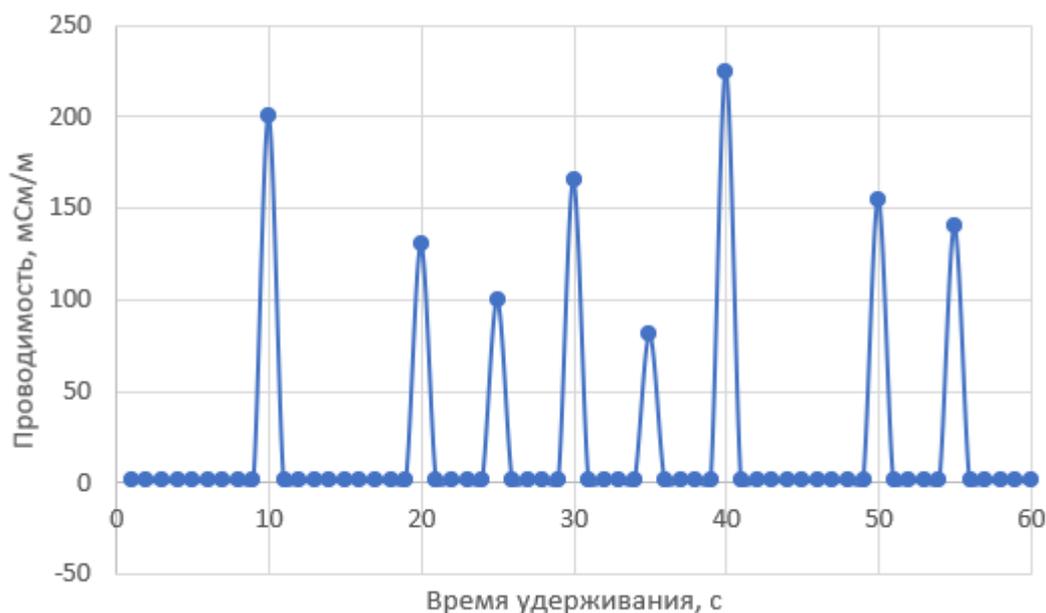
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Химико-биотехнологический профиль

Междисциплинарные задачи

9 класс



4)

Соотнесите хроматограммы с растворами. Выпишите времена удерживания, соответствующие каждому компоненту. Определите, проходит ли разработанное лекарство контроль качества. Свой ответ обоснуйте рассуждениями.

**Решение:**

Все определяемые ионы имеют различные заряды, поэтому можно определить очередность их выхода из системы — первым выйдет натрий (хроматограмма 3), вторым — магний (хроматограмма 1), третьим — железо (хроматограмма 2), анализируемый раствор соотносится с хроматограммой 4. По соответствующим хроматограммам определяется время удерживания для каждого компонента: натрий — 20 секунд, магний — 35 секунд, железо — 55 секунд. Критерием прохождения контроля качества является высота пика на нужном времени удерживания — она не должна превышать значения, полученного на хроматограммах растворов отдельных ионов. Контроль качества не пройден — есть превышение по натрию.

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

---

**Вариант 2**

**Задача 1.**

Заполните пропуски в предложениях подходящими терминами.

\_\_\_\_\_ (1) — обширный класс неполярных биологических молекул, используемых организмами для запасания энергии и в качестве элементов биологических структур. \_\_\_\_\_ (2) — самые простые и широко распространенные представители этого класса и играют роль источника энергии. При окислении они дают в два раза больше энергии по сравнению с \_\_\_\_\_ (3). Эти соединения также могут выступать в роли источника \_\_\_\_\_ (4). Они обладают \_\_\_\_\_ (5) теплопроводностью. В воде эти соединения \_\_\_\_\_ (6).

**Ответ:** 1 — липиды, 2 — жиры, 3 — углеводами, 4 — воды, 5 — низкой, 6 — не растворяются.

**Задача 2.**

С ветки дерева, расположенной на высоте 10 м, отрывается плод (начальную скорость принять равной нулю).

1. Рассчитайте его скорость в момент падения. Ответ округлите до десятых.
2. Рассчитайте общую калорийность плода массой 500 грамм, если известно, что 10% от массы занимает кожура, 20% — жидкое молочко, а остальная часть плода — мякоть.

Ответ дайте в кДж, при расчете используя следующие данные по составу БЖУ:

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

---

На 100 г мякоти

- Белки 0,2 г
- Жиры 0,72 г
- Углеводы 2,61 г

На 100 г молочка

- Белки 0,1 г
- Жиры 0,1 г
- Углеводы 0,3 г

3. Какова будет калорийность плода, если 15% молочка прольётся при падении плода на землю? Ответ дайте с точностью до десятых.

4. Известно, что молочко имеет плотность  $1,05 \text{ г/см}^3$ .

Вычислите объем пролитого молочка. Ответ дайте в  $\text{см}^3$ , округлив до десятых.

5. Вычислите массовую долю вещества А в молочке, если известно, что в пролитом молочке содержится 5 грамм вещества А. Ответ дайте в процентах с точностью до десятых.

**Решение:**

1. Воспользуемся формулой

$$v^2 - v_0^2 = 2gh$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 10} = 14 \text{ м/с}$$

2. Рассчитаем калорийность мякоти и молочка.

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

---

$$3,5 \cdot (0,72 \cdot 38,9 + 0,2 \cdot 17,6 + 2,61 \cdot 17,6) = 3,5 \cdot (28,008 + 3,52 + 45,936) = 271,124 \text{ кДж} - \text{мякоть}$$

$$1 \cdot (0,1 \cdot 38,9 + 0,1 \cdot 17,6 + 0,3 \cdot 17,6) = 1 \cdot (3,89 + 1,76 + 5,28) = 10,93 \text{ кДж} - \text{молочко}$$

Калорийность общая 282,054 кДж

3. Воспользуемся расчетом из п.2. Если пролили 15%, то осталось 85%.

$$10,93 \text{ кДж} \cdot 0,85 = 9,2905 \text{ кДж}$$

Калорийность общая 280,4145 кДж

4. Вычислим объем, зная плотность и массу.

$$V = 15 / 1,05 = 14,286 \text{ см}^3 = 14,3 \text{ см}^3$$

5. Массовая доля вещества — это отношение массы компонента к массе смеси (раствора).

$$W = 5 / 15 = 0,3333 = 33,3 \%$$

### **Задача 3.**

Ионная хроматография — метод, основанный на разделении ионов и полярных молекул при их взаимодействии с ионообменниками, который широко используется в экологическом контроле, промышленности, медицине, разработке лекарств, научных исследованиях. Принцип разделения компонентов в ионной хроматографии заключается в разном времени удерживания компонентов в специальной хроматографической колонке — трубке, заполненной адсорбентом, способным «задерживать» компоненты смеси в течение определенного времени, называемого временем удерживания.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Заключительный этап

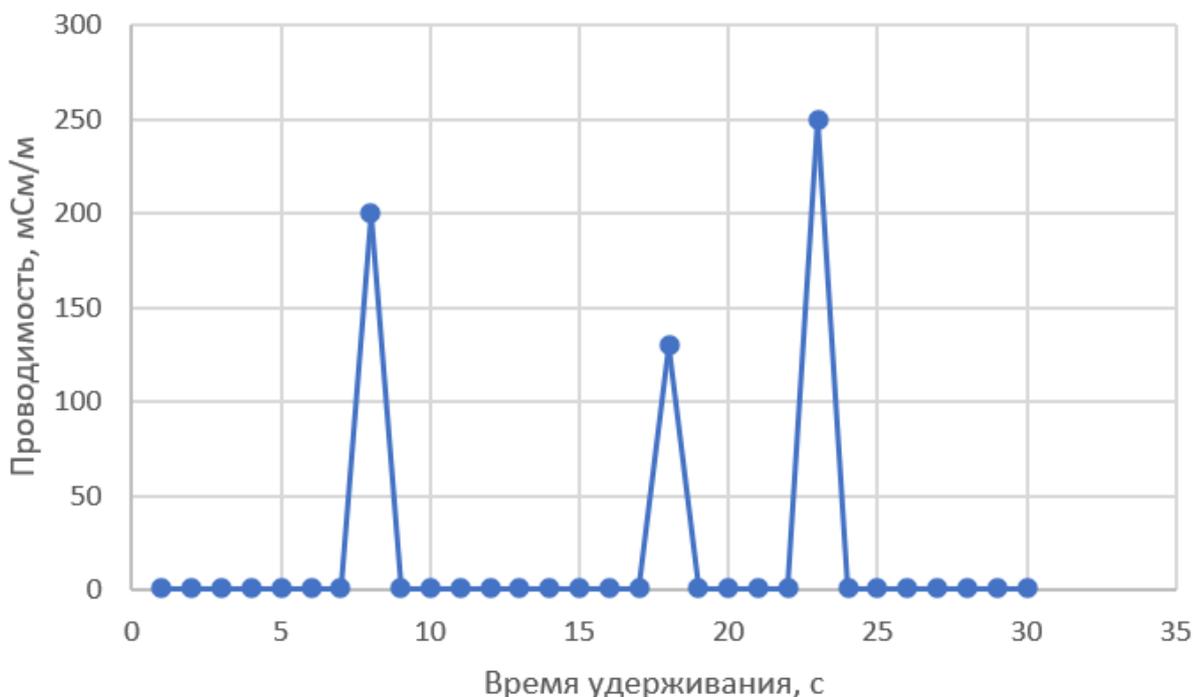
### Химико-биотехнологический профиль

#### Междисциплинарные задачи

#### 9 класс

Время удерживания зависит от природы компонента, и для ионной хроматографии решающим является размер иона и его заряд. Чем больше заряд иона, тем на большее время он способен задержаться в хроматографической колонке. После хроматографической колонки ставится кондуктометрический детектор — устройство, измеряющее проводимость выходящего раствора. Проводимость раствора напрямую зависит от концентрации иона, и результатом хроматографии является график зависимости проводимости системы от времени, пока исследуемый раствор проходит через хроматографическую колонку и детектор. Этот график называется хроматограммой, и для смеси, содержащей 3 компонента имеет примерно следующий вид:

1.



Как видно из графика, для каждого компонента характерно своё время удерживания в колонке, и происходит разделение компонентов — сначала выходит самый плохо удерживаемый компонент, последним выходит самый

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

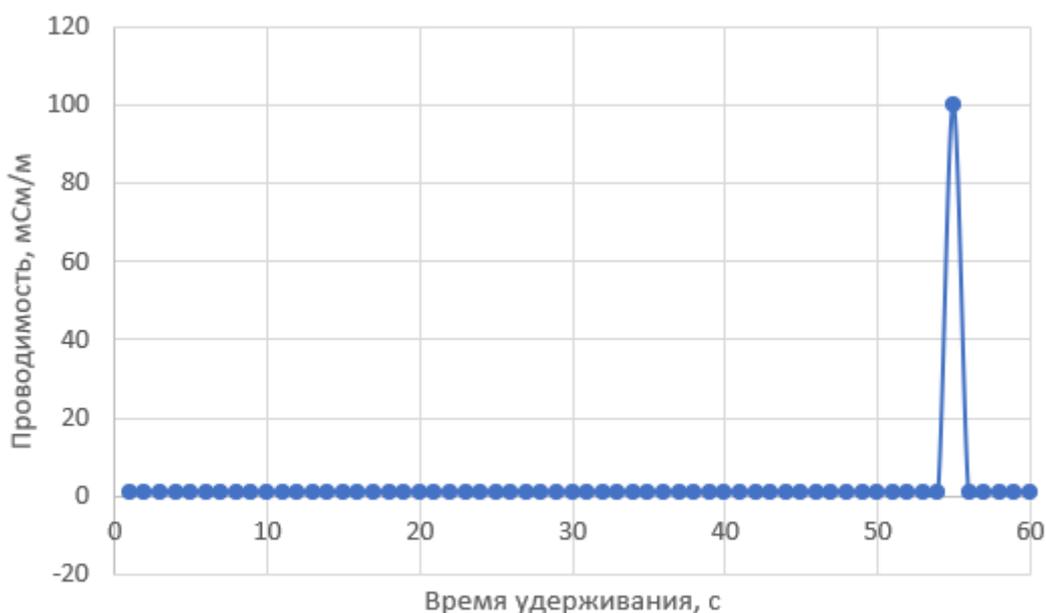
Химико-биотехнологический профиль

Междисциплинарные задачи

9 класс

хорошо удерживаемый, и на хроматограмме видны характерные скачки проводимости, свидетельствующие о прохождении определенного типа ионов через детектор.

При разработке новых лекарств очень большое значение имеет контроль качества полученных продуктов. Для контроля концентраций некоторых ионов методом ионной хроматографии было приготовлено несколько растворов: 1) раствор, содержащий 50 мг/л ионов  $K^+$ ; 2) раствор, содержащий 100 мг/л ионов  $Ca^{2+}$ ; 3) раствор, содержащий 10 мг/л ионов  $Al^{3+}$ ; 4) анализируемый раствор. Анализируемый раствор — раствор разработанного лекарства, в котором нужно проконтролировать только содержание алюминия, кальция и калия, которое не должно превышать концентраций в приготовленных растворах отдельных ионов. Однако лаборант, выполнявший приготовление растворов, забыл записать, в какой последовательности проводилось хроматографирование образцов. Были получены следующие хроматограммы:



1)

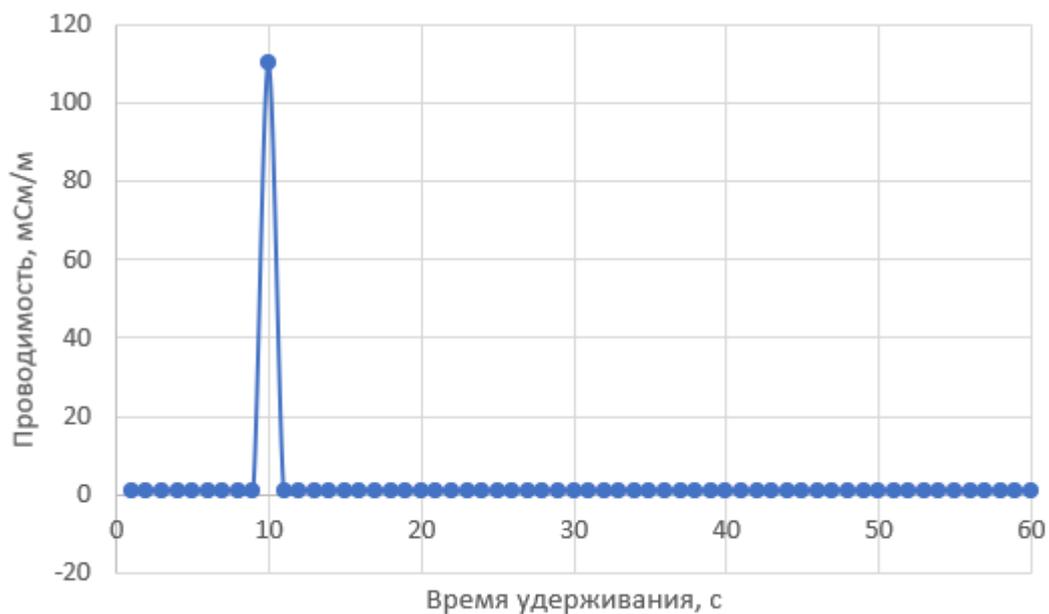
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

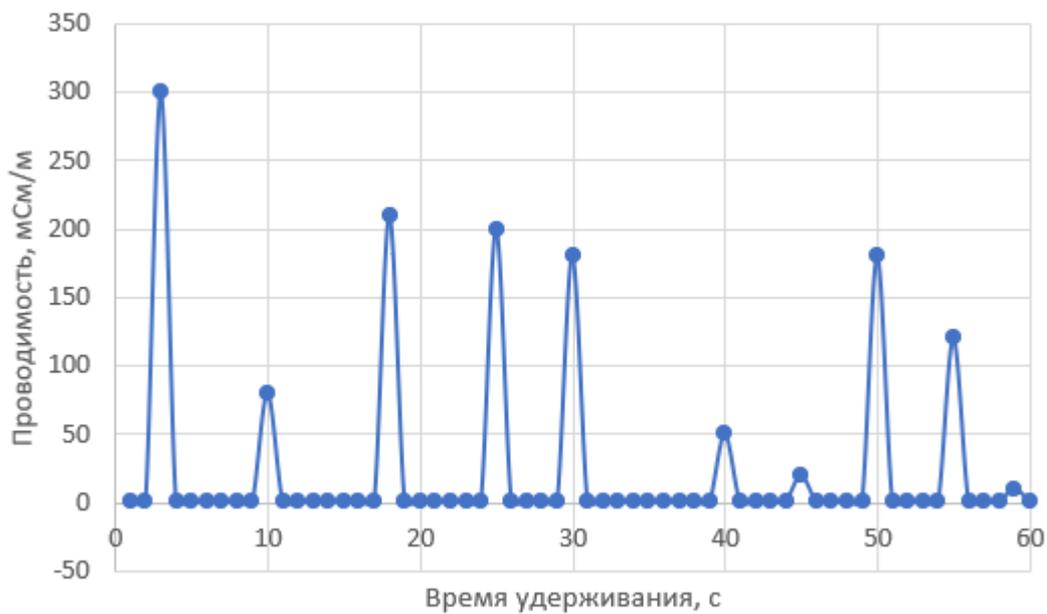
Химико-биотехнологический профиль

Междисциплинарные задачи

9 класс



2)



3)

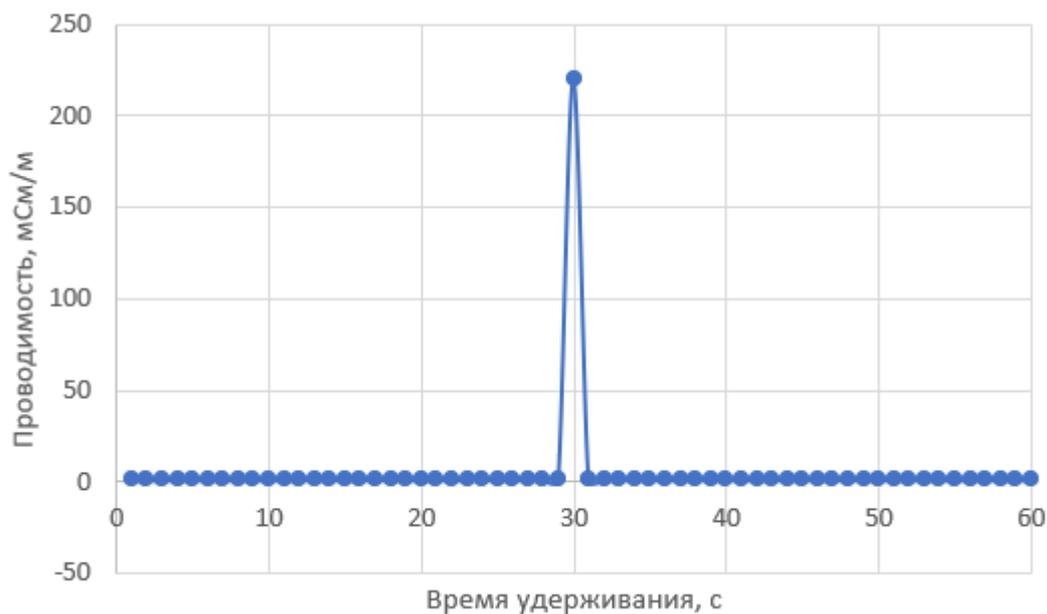
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Химико-биотехнологический профиль

Междисциплинарные задачи

9 класс



4)

Соотнесите хроматограммы с растворами. Выпишите времена удерживания, соответствующие каждому компоненту. Определите, проходит ли разработанное лекарство контроль качества. Свой ответ обоснуйте рассуждениями.

**Решение:**

Все определяемые ионы имеют различные заряды, поэтому можно определить очередность их выхода из системы — первым выйдет калий (хроматограмма 2), вторым — кальций (хроматограмма 4), третьим — алюминий (хроматограмма 1), анализируемый раствор соотносится с хроматограммой 3. По соответствующим хроматограммам определяется время удерживания для каждого компонента: калий — 10 секунд, кальций — 30 секунд, алюминий — 55 секунд. Критерием прохождения контроля качества является высота пика на нужном времени удерживания — она не должна превышать значения, полученного на хроматограммах растворов

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

---

отдельных ионов. Контроль качества не пройден — есть превышение по алюминию.