

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ХИМИИ
ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР, 15 марта 2026 года, XII-ый КЛАСС

ВСЕГО: 40 баллов

Примечание: все ответы заносятся в рабочие листы

Время работы: 180 минут

Правила безопасности в химической лаборатории

Для предотвращения несчастных случаев в химической лаборатории необходимо знать и соблюдать ряд правил охраны труда, которые кратко изложены ниже:

- ✓ обязательно ношение защитных очков и халата;
- ✓ лабораторные эксперименты проводятся с небольшими количествами веществ и с большой осторожностью, следуя инструкциям по проведению соответствующей работы;
- ✓ работайте осторожно, избегая попадания веществ на кожу или в глаза;
- ✓ перед использованием реагентов внимательно прочитайте этикетку;
- ✓ по окончании эксперимента посуду моют, ополаскивают дистиллированной водой, а рабочий стол приводят в порядок;
- ✓ о любом несчастном случае в химической лаборатории необходимо немедленно сообщить преподавателю.

Определение количества **ВИТАМИНА С** в пищевых добавках

Витамин С – это водорастворимый витамин, необходимый для нормального обмена веществ в организме человека. Он играет важную роль в синтезе коллагена, защите от окислительного стресса и поддержании сильной иммунной системы. Будучи водорастворимым, *витамин С* не накапливается в организме, поэтому его необходимо ежедневно восполнять. Дефицит *витамина С* (гиповитаминоз) может вызывать усталость, мышечную слабость, ослабление иммунной системы и, в тяжелых случаях, *цингу* (известную как «болезнь моряка»). *Витамин С* обычно содержится в значительных количествах в необработанных растительных продуктах, но суточную потребность можно также поддерживать с помощью фармацевтических препаратов в виде пищевых добавок. *Витамин С* часто назначается по рекомендации врача в качестве пищевой добавки после хирургических операций или при лечении острых и/или хронических заболеваний.

Для предотвращения избыточного или недостаточного потребления витаминов используется ориентир – *суточная рекомендуемая доза (СРД)*, установленная Законом № 279 от 15.12.2017 и гармонизированная с Регламентом Европейского Союза № 1169/2011. В случае витамина С это *80 мг/день*. Если пищевая добавка содержит витамин в количестве, отличающемся от суточной СРД, в инструкции указывается процент от СРД, также известная как *рекомендуемая норма потребления (%РНП)*. Например, если на этикетке продукта указано, что он обеспечивает 200% РНП витамина С, это означает, что при применении одной таблетки потребляется 160 мг витамина С. Поэтому важно всегда следовать рекомендациям по применению, указанным на этикетке продукта, в инструкции или рекомендациям врача.

Витамин С также добавляют в состав косметических продуктов, особенно благодаря его антиоксидантной активности, чтобы предотвратить, с одной стороны, окислительное разрушение продукта, а с другой – защитить кожу от окислительного стресса (фотостарения). Однако эффективность использования витамина С ограничена его низкой химической стабильностью и отсутствием липорастворимости. Для повышения химической стабильности и усиления эффективности для кожи синтезируют липорастворимые формы путем введения липофильных фрагментов (радикалов пальмитиновой и стеариновой кислот) в структуру витамина. Эфиры карбоновых кислот предпочтительнее витамина С не только в косметических средствах, но и в пищевых продуктах. Другой химически стабилизированной формой витамина С является эфир фосфорной кислоты.

В ходе экспериментального тура вам предлагается определить количество (мг) витамина С в пищевой добавке в форме таблеток.

Допускается использование Периодической Таблицы элементов и данных о плотности для некоторых растворов. В стехиометрических расчетах будут использоваться атомные массы, округленные до сотых.

Экспериментальная часть

1. Приготовление растворов:

- *Раствор для анализа.* Таблетка витамина С (массой 1,2900 г) измельчается в ступке до получения однородной массы равномерного цвета. Взвешивают 0,6450 г полученного порошка и количественно переносят в мерную колбу объемом 50 мл¹. Объем доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают².
- *Раствор KI с массовой долей растворенного вещества 16%.* Необходимо приготовить нужный объем³ для проведения анализа, ориентируясь на порядок действий, описанный в пункте 2.

¹ порошок, оставшийся после взвешивания массы необходимой для приготовления раствора, сохраняется до завершения практической работы.

² вследствие наличия в таблетках вспомогательных веществ (веществ, добавляемых в процессе производства для улучшения или сохранения свойств лекарственной формы) рабочий раствор приобретает цвет, а после перемешивания наблюдается образование осадка. Вспомогательные вещества не влияют на определение содержания витамина С.

³ будет учтено получение разумного объема раствора с целью избегания излишнего расхода реактивов.

2. Проведение анализа включает следующие этапы:

- в коническую колбу объемом 250 мл переливают 10,0 мл раствора для анализа, добавляют 15,0 мл раствора H₂SO₄ (1:4), 5,0 мл раствора KI (16 %), 70 мл дистиллированной воды и 5 - 7 капель раствора крахмала (1 %).
- титрование проводят раствором KIO₃ концентрацией 0,020 М до появления синего цвета, который сохраняется не менее 30 секунд.
- операцию титрования проводят *в трех повторениях*.

3. Расчеты, аргументы, выводы:

- a) Напишите уравнения химических реакций (со стехиометрическими коэффициентами), происходящих в процессе титрования анализируемого раствора, используя полурасширенные структурные формулы витамина С и его продукта реакции.
- b) Объясните аналитические сигналы (изменения цвета), наблюдаемые в процессе титрования.
- c) Определите количество витамина С (мг) в анализируемой таблетке и выберите из нижеприведенной таблицы правильный ответ, соответствующий содержанию активного вещества в одной дозе пищевой добавки:

| | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| a) 100 мг | b) 200 мг | c) 250 мг | d) 500 мг | e) 750 мг | f) 900 мг | g) 1000 мг | h) 1200 мг |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|

- d) Рассчитайте *рекомендуемую норму потребления (%РНП)* для витамина С в анализируемой таблетке, используя результаты полученные в пункте c).
- e) На основании результата, полученного в пункте d), предложите ситуации, в которых применение этих таблеток оправдано.
- f) Напишите химические уравнения получения сложных эфиров витамина С, используемых в производстве косметики: аскорбилпальмитат (X); аскорбилостеарат (Y); аскорбилфосфат (Z).