

Одиннадцатый класс

Решение (авторы: Любушкин Р.А., Апяри В.В.)

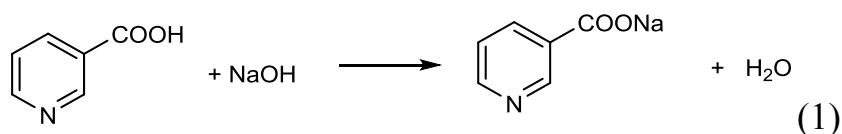
Решение задания 1

Реактивы 10% р-р Na_2SO_4 и бромкрезоловый синий, данные в перечне, не используются. Индикатор бромкрезоловый синий имеет интервал рН перехода 3.8 – 5.4, что не подходит для титрования слабых кислот, к которым относится никотиновая кислота. Стандартный 0.01 М раствор NaOH также не подходит, так как оцененный, исходя из указанной массы навески, затрачиваемый объем этого титранта будет существенно превышать объем бюретки (25 мл).

Содержание **никотиновой кислоты** определяется методом прямого кислотно-основного титрования с фенолфталеином. Основные этапы методики следующие:

Выданный образец в мерной колбе растворяют в воде, доводят до метки и перемешивают. Аликвоту раствора объемом 10 мл помещают в коническую колбу, добавляют фенолфталеин и титруют стандартным 0.1 М раствором гидроксида натрия до появления бледно-розовой окраски.

Уравнение реакции, протекающей при определении никотиновой кислоты:



Глюкоза определяется методом иодометрического обратного титрования. Основные этапы методики следующие:

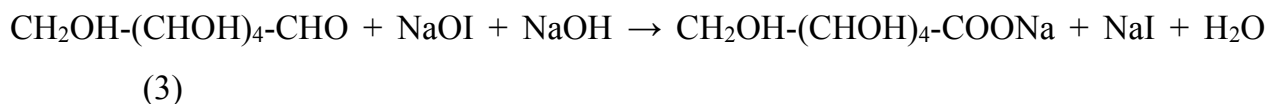
В коническую колбу для титрования отбирают аликвоту анализируемого раствора объемом 10 мл, добавляют аликвоту 0,05 М раствора иода объемом 10 мл и избыток раствора гидроксида натрия. Затем содержимое колбы подкисляют 1 М раствором соляной кислоты и выделившийся иод титруют стандартным 0,05 М раствором тиосульфата натрия. Когда раствор станет соломенно-желтым, добавляют раствор крахмала и продолжают титрование до

исчезновения синей окраски.

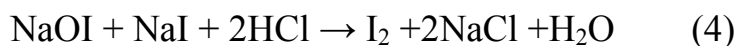
Иодометрическое определение глюкозы основано на ее взаимодействии с избытком иода в щелочной среде и титровании непрореагировавшего иода раствором тиосульфата натрия в кислой среде. При взаимодействии раствора иода со щелочью протекает реакция диспропорционирования иода:



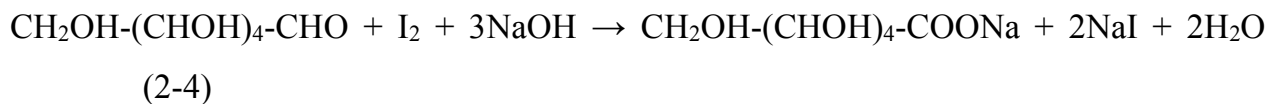
К смеси анализируемого раствора глюкозы и раствора иода в иодиде калия прибавляют столько щелочи, чтобы получающаяся глюконовая кислота присутствовала в растворе в виде аниона, а углеродная цепь, образующая моносахарид, не разрушалась.



Для определения количества иода, не вступившего в реакцию с глюкозой, раствор подкисляют:



Допускается также написание суммарного уравнения реакции:



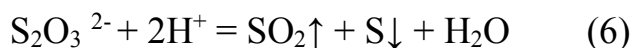
Затем непрореагировавший иод титруют раствором тиосульфата натрия:



Решение задания 2

Ответы на теоретические вопросы:

1. В сильноокислой среде происходит разложение тиосульфата натрия:



В щелочной среде иод диспропорционирует:



2. Конечную точку титрования раствора иода фиксируют по исчезновению синей окраски комплекса иода с крахмалом. Крахмал добавляют в титруемый раствор, когда содержание иода становится минимальным, что позволяет избежать потерь иода на образование инертных комплексов с крахмалом и тем

самым уменьшить ошибку титрования.

3. Для увеличения растворимости иода в воде в раствор добавляют иодид калия или другой растворимый иодид, в соотношении 1:1 или больше, который связывает иод в растворимый комплекс KI_3 :



Решение задания 3

Массу глюкозы и никотиновой кислоты находят по экспериментально определенным средним объемам стандартных растворов NaOH и $Na_2S_2O_3$, затраченным на титрование. Расчет может проводиться по уравнениям реакций, по формулам с использованием молярной или нормальной концентрации.

Массу никотиновой кислоты можно рассчитать по формуле:

$$m = \frac{cVM}{1000} \cdot \frac{V_k}{V_a},$$

где: m - масса никотиновой кислоты, г;

V - объем NaOH, пошедший на титрование, мл;

V_k - объем мерной колбы, мл;

V_a - объем аликвоты, мл;

c - концентрация NaOH, моль/л;

M - молярная масса никотиновой кислоты, г/моль.

Массу глюкозы можно рассчитать по формуле:

$$m = \frac{c \cdot (V_1 - V_2) M}{2 \cdot 1000} \cdot \frac{V_k}{V_a},$$

где: m – масса глюкозы, г

c – молярная концентрация р-ра тиосульфата натрия, моль /л;

V_1 – объем р-ра $Na_2S_2O_3$, израсходованный в холостом опыте, мл;

V_2 – объем р-ра $Na_2S_2O_3$, израсходованный на титрование навески, мл;

M – молярная масса глюкозы, г/моль,

V_k – объем мерной колбы, 100 мл,

V_a – объем аликвоты, 10 мл.

Система оценивания:

Задание 1

Верно предложенная методика определения никотиновой кислоты	5 баллов
уравнение реакции (1)	1 балл
Верно предложенная методика определения глюкозы	5 баллов
Уравнения реакций (2), (3), (4), (5) – по 1 баллу за каждое	4 балла
(если участник вместо уравнений (2), (3) и (4) написал суммарное уравнение (2-4), то оно оценивается, исходя из 3 баллов	

Задание 2

1) Уравнение реакции (6)	2 балла
Уравнение реакции (7)	2 балла
2) Ответ на вопрос о добавлении крахмала в конце титрования	2 балла
3) Уравнение реакции (8)	2 балла
Соотношение веществ	1 балл

Задание 3

Точность определения оценивается от 20 до 56 баллов. Оценивается только конечный ответ – масса (в мг), исходя из абсолютной погрешности (Δm , мг) определения содержания каждого из компонентов в выданной навеске.

Расчет балла за точность ведется в соответствии с таблицей отдельно для каждого компонента

Δm , мг	Баллы	
	За никотиновую кислоту	За глюкозу
0-12	28	28
13-25	25	25
26-40	22	22
41-60	19	19
61-80	16	16
81-100	13	13
> 100	10	10

Штрафы: в случае порчи лабораторной посуды, оборудования, пролива анализируемого или иного раствора снимается 4 балла и выдается новая посуда/раствор.