

*Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии
2020-2021 учебный год
Экспериментальный тур (4 часа)
11 класс*

Определение кислотности молочных продуктов

Реактивы и оборудование на каждого участника

Реактивы: кисломолочный продукт, например, кефир, раствор HCl с точной концентрацией 0,1 моль/л, раствор NaOH с концентрацией примерно 0,1 моль/л, H₂O(дист.), раствор CoSO₄ (сульфата кобальта), индикатор фенолфталеин

Оборудование: бюретка на 25 мл для титрования – 1 штука, пипетка Мора на 10 мл – 1 штука, колбы для титрования на 100 мл - 2 штуки,

Задание 1. Известно, что одним из показателей качества молочных продуктов является их кислотность, вызванная наличием в них молочной кислоты с общей формулой C₃H₆O₃. Так, кислотность молока должна быть не более 19-21, а кефира от 80 до 120 градусов Тернера. Под градусами Тернера понимают объем 0,1М раствора гидроксида натрия или калия, необходимый для нейтрализации 100 г или 100 мл продукта. Однако раствор NaOH с точной концентрацией приготовить сложно, и приходится вводить поправочный коэффициент.

В вашем распоряжении необходимое оборудование, индикаторы, раствор NaOH с концентрацией *примерно* 0,1 моль/л, соляная кислота с точной концентрацией 0,1 моль/л.

Напишите структурную формулу молочной кислоты, учитывая наличие в ее составе функциональной группы вторичного спирта. Предложите план определения кислотности выданного вам молочного продукта.

На выполнение этого задания Вам отводится 15-20 минут. Если вы справились раньше – сдайте отчет и получите у преподавателя задание 2.

Задание 2. (Выдается отдельно, после выполнения задания 1)

Определение основано на титровании пробы щелочью до изменения окраски фенолфталеина. Предварительно определяют точную концентрацию раствора щелочи через соляную кислоту с точной концентрацией и готовят контрольный эталон окраски, используя раствор соли кобальта.

Определение концентрации раствора щелочи.

Подготовьте бюретку, заполните ее раствором NaOH. В колбу для титрования поместите отмеренную пипеткой пробу соляной кислоты с известной концентрацией и добавьте 1-2 капли фенолфталеина. Титруйте раствором NaOH, до появления розовой окраски, устойчивой в течении минуты. Запишите израсходованный объем раствора NaOH. Повторите титрование еще 2-3 раза до получения сходящихся результатов. Для расчета концентрации NaOH используйте среднее значение.

Приготовление контрольного эталона окраски. В колбу емкостью 250 мл отмеривают 10 мл молочного продукта и 20 мл дистиллированной воды и 1 мл раствора сульфата кобальта. Смесь тщательно перемешивают.

Проведение анализа. Подготовьте бюретку. В колбу емкостью 250 мл отмеривают 10 мл молочного продукта, 20 мл дистиллированной воды и три капли фенолфталеина. Переносят остатки продукта из пипетки в колбу путем промывания пипетки полученной смесью 3—4 раза. Смесь тщательно

перемешивают и титруют раствором NaOH до появления слабо-розового окрашивания, соответствующего контрольному эталону окраски, не исчезающего в течение 1 мин. Запишите объем раствора щелочи (Vщ). Повторите титрование еще 2-3 раза до получения сходящихся результатов. Для расчетов используйте средние значения.

Оформление отчета. Напишите уравнения реакций, и все данные титрования: объем пробы – объем раствора щелочи. Рассчитайте концентрацию раствора NaOH (Сщ). Выведите формулы для расчета молярной концентрации кислоты в молочном продукте (учтя объем пробы Vпр, объем раствора щелочи Vщ и ее концентрацию Сщ). Проведите необходимые расчеты по формуле: Кислотность по Тернеру $T = V_{щ} \cdot k \cdot (100/V_{пр})$,

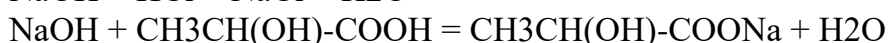
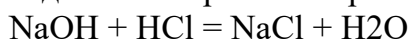
где k – поправочный коэффициент, равный $C(щ)/0,1$

сделайте вывод о соответствии выданного продукта установленным нормам.

Пример решения экспериментального тура.

Задание 1. План, методика, схемы реакций ясны из задания 2. Молочная кислота это 2-гидроксипропановая кислота $CH_3CH(OH)-COOH$, ее соли называются лактаты

Задание 2. Уравнения реакций:



Пример вычислений:

Определение концентрации раствора щелочи. Пусть на титрование 10 мл раствора кислоты с концентрацией 0,1 моль/л израсходовано $V_{ср} = 8,7$ мл раствора щелочи.

Так как, согласно уравнению реакции $n(k) = n(щ)$, то $C(k)V(k) = C(щ)V(щ)$, $C(щ) = C(k)V(k)/V(щ) = 0,1 \cdot 10 / 8,7 = 0,115$ моль/л

Определение кислотности. Пусть $V_{щ} = 13,2$ мл (среднее)

Формулы: $C(HCl) = C(щ)V_{щ}/V_{пр} = 0,115 \cdot 13,2 / 10 = 0,152$ моль/л;

Кислотность по Тернеру $T = V_{щ} \cdot k \cdot (100/V_{пр})$,

где k – поправочный коэффициент, равный $C(щ)/0,1$; $k = 1,15$

$T = 13,2 \cdot 1,15 \cdot 10 = 152^\circ T$. Вывод: данный продукт (кефир) не пригоден для использования, поскольку имеет повышенную кислотность.

Оценивание:

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Задание 1. План анализа, структурная формула кислоты, уравнения реакций	10
Задание 2. Отчет	20
1. Техника выполнения работы	6
2. Расчеты:	
3. Определение точной концентрации раствора щелочи	5
4. Определение поправочного коэффициента	2
5. Определение кислотности по Тернеру	5
Вывод о пригодности молочного продукта	2
Максимальный балл	30