**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады**

**школьников по химии в 2019/2020 учебном году**

**Экспериментальный тур**

**9 КЛАСС**

***Задание.***

Вам выданы пять пронумерованных бюксов, в которых находятся сухие соли: MgCl2, BaCl2, PbCl2, ZnCl2, MnCl2. Используя имеющиеся на столе реактивы и оборудование, определите, в каком бюксе находится каждый из вышеперечисленных хлоридов. Напишите уравнения реакций определения солей, там, где это необходимо.

***Реактивы:*** 1M H2SO4, 1M NaOH, дистиллированная вода

***Оборудование:*** пять бюксов с солями, штатив с десятью пробирками, водяная баня, шпатель для отбора проб.

**30 баллов**

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады**

**школьников по химии в 2019/2020 учебном году**

**Экспериментальный тур**

**10 КЛАСС**

***Задание.***

Коля Васечкин, студент-химик 1 курса, разлив по склянкам растворы кислот: HCl, H2SO4 и H3PO4, обнаружил, что забыл наклеить на них этикетки. Студент не огорчился, так как у него был раствор BaCl2. Используя имеющиеся на рабочем столе реактивы и растворы кислот, определите, в какой из склянок находится каждая из кислот, а также определите концентрацию H2SO4 в моль/дм3. Напишите уравнения протекающих реакций.

***Реактивы:*** ~0,1M HCl, ~0,05M H2SO4, ~0,05M H3PO4, ~0,1M BaCl2, ~0,1M NaOH, 0,0500М H2C2O4, индикатор фенолфталеин.

***Оборудование****:* пронумерованные склянки с кислотами (3 шт), штатив с пробирками (3 шт), бюретка на 25 см3, колбы для титрования (2 шт), пипетка Мора на 10 см3, стеклянная палочка, воронка, стакан для промывания пипетки.

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады**

**школьников по химии в 2018/2019 учебном году**

**Экспериментальный тур**

**11 КЛАСС**

## Определение кислотности молочных продуктов

**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 85 до 130 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 c точной концентрацией приготовить сложно, и приходится вводить поправочный коэффициент.

Напишите структурную формулу молочной кислоты. Предложите план определения кислотности выданного Вам молочного продукта. Напишите уравнения протекающих реакций.

Определите кислотность молочного продукта в моль/л и в градусах Тернера.

***Реактивы:*** 0,1 моль/л раствор HCl; раствор NaOH c концентрацией примерно 0,1 моль/л; дистиллированная вода; раствор фенолфталеина; раствор CoSO4 (2,5г CoSO4∙7H2O в 100 мл раствора); дистиллированная вода; молочный продукт.

***Оборудование:*** штатив с бюреткой на 25 см3, воронка для заполнения бюретки, пипетка Мора V = 10 см3, пипетка, градуированная V = 1 см3 (или 2см3); 2-3 конических колбы для титрования V = 250 см3.

(Областной этап Всероссийской олимпиады школьников по химии в 2004/2005 учебном году. Саратов. [http://kontren.narod.ru](http://kontren.narod.ru/))

**30 баллов**

***Выполнение эксперимента***

Определение кислотности молочных продуктов основано на титровании пробы щелочью до изменения окраски фенолфталеина. Предварительно определяют точную концентрацию раствора щелочи и готовят контрольный эталон окраски, используя раствор соли кобальта.

***Определение концентрации раствора щелочи.*** Заполняют бюретку, раствором NaOH. В колбу для титрования помещают отмеренную пипеткой пробу хлороводородной кислоты с известной концентрацией и добавляют 1-2 капли фенолфталеина. Титруют раствором NaOH, до появления розовой окраски, устойчивой в течение минуты. Повторяют титрование еще 2-3 раза до получения сходящихся результатов.

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

***Проведение анализа.*** В колбу емкостью 250 мл вносят 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. Повторяют титрование еще 2-3 раза до получения сходящихся результатов. Для расчетов используют среднее значения объёма щёлочи.

Кислотность по Тернеру рассчитывают по формуле

T = V(NaOH)∙k∙100/Vпробы,

где k – поправочный коэффициент, равный С(NaOH):0,1;

100(мл) − объём молочного продукта;

Vпробы − объём пробы, мл.

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников**

**по химии в 2019/2020 учебном году**

**Экспериментальный тур**

**8 КЛАСС**

***Задание.***

В трех пронумерованных колбах находятся водные растворы разных солей одинаковой молярной концентрации. Используя ареометр и цилиндр, определите содержимое каждой колбы. Проведите мысленный эксперимент и составьте план Ваших действий и опишите Ваши действия. Опишите и объясните предполагаемые и действительные результаты Ваших действий.

***Реактивы***: 1М водные растворы трех солей по вариантам:

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Названия растворенных веществ |
| 1 | ***Хлорид кальция ,******сульфат калия, гидрокарбонат натрия*** |
| 2 | ***Хлорид калия , хлорид магния, сульфат марганца (II)*** |
| 3 | ***Сульфат натрия , хлорид лития , сульфат цинка*** |
| 4 | ***Сульфат калия , карбонат натрия, хлорид натрия*** |
| 5 | ***Хлорид марганца (II), сульфат марганца (II), хлорид аммония*** |
| 6 | ***Гидрокарбонат натрия, сульфат аммония , сульфат цинка*** |
| 7 | ***Хлорид калия , сульфат калия , хлорид цинка*** |
| 8 | ***Хлорид лития , сульфат магния , сульфат марганца (II)*** |
| 9 | ***Хлорид натрия , сульфат натри , сульфат цинка*** |
| 10 | ***Сульфат калия , хлорид аммония , гидросульфат натрия*** |

***Оборудование на одно рабочее место***: 3 мерные колбы емкостью 50 см3, 1 мерный цилиндр емкостью 50 см3.

***Оборудование на общее рабочее место:*** 3 ареометра (для трех интервалов плотности (г/см3): 1,000-1,060; 1,060-1,120; 1,120-1,180).

**30 баллов**

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников**

**по химии в 2018/2019 учебном году**

**Экспериментальный тур (решение)**

**8 КЛАСС**

***Задание.***

В трех пронумерованных колбах находятся водные растворы разных солей одинаковой молярной концентрации. Используя ареометр и цилиндр, определите содержимое каждой колбы. Проведите мысленный эксперимент и составьте план Ваших действий и опишите Ваши действия. Опишите и объясните предполагаемые и действительные результаты Ваших действий.

***Реактивы***: 1М водные растворы трех солей по вариантам:

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Названия растворенных веществ |
| 1 | ***Хлорид кальция ,******сульфат калия, гидрокарбонат натрия*** |
| 2 | ***Хлорид калия , хлорид магния, сульфат марганца (II)*** |
| 3 | ***Сульфат натрия , хлорид лития , сульфат цинка*** |
| 4 | ***Сульфат калия , карбонат натрия, хлорид натрия*** |
| 5 | ***Хлорид марганца (II), сульфат марганца (II), хлорид аммония*** |
| 6 | ***Гидрокарбонат натрия, сульфат аммония , сульфат цинка*** |
| 7 | ***Хлорид калия , сульфат калия , хлорид цинка*** |
| 8 | ***Хлорид лития , сульфат магния , сульфат марганца (II)*** |
| 9 | ***Хлорид натрия , сульфат натри , сульфат цинка*** |
| 10 | ***Сульфат калия , хлорид аммония , гидросульфат натрия*** |

***Оборудование на одно рабочее место***: 3 мерные колбы емкостью 50 см3, 1 мерный цилиндр емкостью 50 см3;

***Оборудование на общее рабочее место:*** 3 ареометра (для трех интервалов плотности (г/см3): 1,000-1,060; 1,060-1,120; 1,120-1,180).

**(30 баллов)**

***Решение.***

**1**. С помощью ареометра определяют плотность растворов. Плотность раствора – это отношение массы раствора к его объему (в лаборатории измеряется в г/л, г/мл или г/см3). Плотность водных растворов зависит от массы растворенного вещества (если сопоставлять одинаковые объемы растворов) и температуры раствора. Поскольку даны водные растворы разных веществ одинаковой молярной концентрации\*, то различаться они будут количеством растворенного вещества и, следовательно, его массой (поскольку каждое растворенное вещество имеет свою молярную массу), а, значит, и плотностью.

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\*** Молярная концентрация раствора М равна отношению количества растворенного вещества к объему раствора.

**2**. Сопоставив значения молярных массы растворенных веществ и расположив формулы веществ по возрастанию молярных масс, можно получить ряд растворов одинаковой молярной концентрации по возрастанию их плотностей.

**3**. Измерение плотности с помощью ареометра должно привести к следующим результатам (по вариантам).

**Таблица вариантов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Формулы растворенных веществ | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | ***NaHCO3*** | ***CaCl2*** | ***K2SO4*** |
| 2 | ***MgCl2*** | ***KCl*** | ***MnSO4*** |
| 3 | ***ZnSO4*** | ***Na2SO4*** | ***LiCl*** |
| 4 | ***NaCl*** | ***K2SO4*** | ***Na2CO3*** |
| 5 | ***MnCl2*** | ***NH4Cl*** | ***MnSO4*** |
| 6 | ***ZnSO4*** | ***(NH4)2SO4*** | ***NaHCO3*** |
| 7 | ***KCl*** | ***K2SO4*** | ***ZnCl2*** |
| 8 | ***MgSO4*** | ***MnSO4*** | ***LiCl*** |
| 9 | ***NaCl*** | ***Na2SO4*** | ***ZnSO4*** |
| 10 | ***K2SO4*** | ***NH4Cl*** | ***NaHSO4*** |

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады**

**школьников по химии в 2018/2019 учебном году**

**Экспериментальный тур (решение)**

**9 КЛАСС**

***Задание.***

Вам выданы пять пронумерованных бюксов, в которых находятся сухие соли: MgCl2, BaCl2, PbCl2, ZnCl2, MnCl2. Используя имеющиеся на столе реактивы и оборудование, определите, в каком бюксе находится каждый из вышеперечисленных хлоридов. Напишите уравнения реакций определения солей, там, где это необходимо.

***Реактивы:*** 1M H2SO4, 1M NaOH, дистиллированная вода

***Оборудование:*** пять бюксов с солями, штатив с десятью пробирками, водяная баня, шпатель для отбора проб.

**30 баллов**

***Решение.***

Оформим в виде таблицы результаты протекания возможных реакций

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | MgCl2 | BaCl2 | PbCl2 | ZnCl2 | MnCl2 |
| H2O | р | р | р при нагр. | р | р |
| H2SO4 | – | ↓ | ↓\* | – | – |
| NaOH | ↓ | – | ↓р-ся в изб. | ↓р-ся в изб. | ↓буреет |

\* осадок растворяется в избытке щелочи.

Определение солей начинаем с растворения их в воде. Для растворения берем **несколько крупинок соли**. Растворяются в воде без нагревания все соли, кроме PbCl2. Эта соль растворяется при нагревании, а при охлаждении раствора вновь выпадает в осадок. Таким образом мы можем предположить, что данная соль PbCl2. Подтвердить предположение можно следующими реакциями:

PbCl2(раствор) + H2SO4 = PbSO4↓ + 2HCl

Особенностью этого осадка является его растворимость в концентрированном растворе щелочи:

PbSO4↓ +4 NaOH = Na2[Pb(OH)4] + Na2SO4.

К оставшимся растворам MgCl2, BaCl2, ZnCl2, MnCl2 и NaCl по каплям добавляем серную кислоту. Осадок выпадает только в одной пробирке и не растворяется в избытке кислоты и щелочи. Это может быть только BaSO4.

BaCl2 + H2SO4 = BaSO4↓ + 2HCl.

Все остальные соли образуют сульфаты, растворимые в воде.

К оставшимся в четырех пробирках растворам добавляем по каплям щелочь.

При этом наблюдаем следующие эффекты. В пробирке, содержащей раствор MgCl2, выпадает осадок, который не растворяется в избытке реагента:

MgCl2 + 2NaOH = Mg(OH)2↓ + 2NaCl.

В пробирке, содержащей раствор ZnCl2, выпадает осадок , который будет растворяться как в избытке реагента, так и в кислоте. Это подтверждает амфотерность ионов цинка.

ZnCl2 + 2 NaOH = Zn(OH)2↓ + 2NaCl.

Zn(OH)2 + 2NaOH = Na2[Zn(OH)4].

Zn(OH)2 + H2SO4 = ZnSO4 + 2H2O.

В пробирке, содержащей раствор MnCl2, выпадает осадок, буреющий на воздухе.

MnCl2 + 2NaOH = Mn(OH)2 ↓+ 2NaCl.

2Mn(OH)2 + O2 = 2MnO(OH)2↓ (бурый) или

2Mn(OH)2 + O2 = 2MnO2 + 2H2O.

***Система оценивания***

За определение каждой соли с необходимыми уравнениями реакций **– (6б×5 = 20б)**

Всего  **30 баллов**

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады**

**школьников по химии в 2019/2020 учебном году**

**Экспериментальный тур (решение)**

**10 КЛАСС**

***Задание***

Коля Васечкин, студент-химик 1 курса, разлив по склянкам растворы кислот: HCl, H2SO4 и H3PO4, обнаружил, что забыл наклеить на них этикетки. Студент не огорчился, так как у него был раствор BaCl2. Используя имеющиеся на рабочем столе реактивы и растворы кислот, определите, в какой из склянок находится каждая из кислот, а также определите концентрацию H2SO4 в моль/дм3. Напишите уравнения протекающих реакций.

*Реактивы:* ~0,1M HCl, ~0,05M H2SO4, ~0,05M H3PO4, ~0,1M BaCl2, ~0,1M NaOH, 0,0500М H2C2O4, индикатор фенолфталеин.

*Оборудование:* пронумерованные склянки с кислотами (3 шт), штатив с пробирками (3 шт), бюретка на 25 см3, колбы для титрования (2 шт), пипетка Мора на 10 см3, стеклянная палочка, воронка, стакан для промывания пипетки.

**30 баллов**

***Решение.***

**1.** ***Распознавание кислот***

В три пробирки вносят по 10-15 капель растворов кислот. В каждую пробирку добавляют по каплям раствор хлорида бария и наблюдают, что происходит.

Пробирка с раствором HCl останется прозрачной. В двух других пробирках выпадут белые осадки.

К осадкам в пробирках медленно, по каплям добавляют раствор из пробирки с раствором HCl и перемешивают стеклянной палочкой.

В пробирке, где находится осадок Ba3(PO4)2, будем наблюдать его медленное растворение. Значит, в этой пробирке находился раствор H3PO4.

В другой пробирке осадок растворяться не будет даже при добавлении большого избытка HCl. Значит, в этой пробирке находился раствор H2SO4. **(5б)**

Уравнения реакций:

H2SO4 + BaCl2 = BaSO4↓ + 2HCl

**(1б)**

2H3PO4 + 3BaCl2 = Ba3(PO4)2↓ + 6HCl

**(1б)**

Ba3(PO4)2 + 6HCl = 3BaCl2 + 2H3PO4

**(1б)**

**2. *Стандартизация раствора NaOH***

С помощью воронки заполняют бюретку раствором NaOH. В колбу для титрования вносят пипеткой Мора 10 см3 раствора H2C2O4, добавляют 2-3 капли индикатора фенолфталеина и при перемешивании титруют раствором NaOH до появления бледно-розовой окраски раствора. Записывают объём раствора щёлочи, израсходованный на титрование. Титрование повторяют несколько раз до не менее трёх сходящихся результатов.

Расчёт концентрации щёлочи проводят по формуле:

С(NaOH) = С(H2С2O4)·V(H2С2O4)/V(NaOH), **(1б)**

где С(NaOH) – концентрация щёлочи, моль/л;

С(H2C2O4) – концентрация стандартного раствора щавелевой кислоты, моль/л; V(NaOH) – объём щёлочи, израсходованный на титрование, мл;

V(H2C2O4) – объём раствора щавелевой кислоты, взятый для титрования, 10 см3.

**3. *Определение концентрации H2SO4***

Заполняют бюретку раствором NaOH. В колбу для титрования вносят пипеткой Мора 10 см3 раствора H2SO4 з склянки с кислотой, добавляют 2-3 капли индикатора фенолфталеина и при перемешивании титруют раствором NaOH до появления бледно-розовой окраски раствора. Записывают объём раствора щёлочи, израсходованный на титрование. Титрование повторяем несколько раз до не менее трёх сходящихся результатов.

Расчёт концентрации кислоты проводим по формуле:

С(H2SO4) = С(NaOH)·V(NaOH)/V(H2SO4), **(1б)**

где С(H2SO4) – концентрация раствора серной кислоты, моль/л;

С(NaOH) – точная концентрация щёлочи, моль/л;

V(NaOH) – объём щёлочи, израсходованный на титрование, мл;

V(H2SO4) – объём раствора серной кислоты, взятый для титрования, 10 см3.

***Критерием оценки*** является величина абсолютной погрешности (ΔС, моль/дм3) между реальным значением концентрации серной кислоты и концентрацией, полученной участником, в соответствии со следующей таблицей:

|  |  |
| --- | --- |
| ΔС, моль/дм3 | Баллы |
| ≤ 0,10 | 10 |
| 0,10–0,15 | 9 |
| 0,15–0,20 | 8 |
| 0,20–0,25 | 7 |
| 0,25–0,30 | 6 |
| > 0,30 | 5 |

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады**

**школьников по химии в 2018/2019 учебном году**

**Экспериментальный тур**

**11 КЛАСС**

**Определение кислотности молочных продуктов**

**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 85 до 130 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 c точной концентрацией приготовить сложно, и приходится вводить поправочный коэффициент.

Напишите структурную формулу молочной кислоты. Предложите план определения кислотности выданного Вам молочного продукта. Напишите уравнения протекающих реакций.

Определите кислотность молочного продукта в моль/л и в градусах Тернера.

***Реактивы:*** 0,1 моль/л раствор HCl; раствор NaOH c концентрацией примерно 0,1 моль/л; дистиллированная вода; раствор фенолфталеина; раствор CoSO4 (2,5г CoSO4∙7H2O в 100 мл раствора); дистиллированная вода; молочный продукт.

***Оборудование:*** штатив с бюреткой на 25 см3, воронка для заполнения бюретки, пипетка Мора V = 10 см3, пипетка, градуированная V = 1 см3 (или 2см3); 2-3 конических колбы для титрования V = 250 см3.

(Областной этап Всероссийской олимпиады школьников по химии в 2004/2005 учебном году. Саратов. [http://kontren.narod.ru](http://kontren.narod.ru/))

**30 баллов**

***Выполнение эксперимента***

Определение кислотности молочных продуктов основано на титровании пробы щелочью до изменения окраски фенолфталеина. Предварительно определяют точную концентрацию раствора щелочи и готовят контрольный эталон окраски, используя раствор соли кобальта.

***Определение концентрации раствора щелочи.*** Заполняют бюретку, раствором NaOH. В колбу для титрования помещают отмеренную пипеткой пробу хлороводородной кислоты с известной концентрацией и добавляют 1-2 капли фенолфталеина. Титруют раствором NaOH, до появления розовой окраски, устойчивой в течение минуты. Повторяют титрование еще 2-3 раза до получения сходящихся результатов.

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

***Проведение анализа.*** В колбу емкостью 250 мл вносят 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. Повторяют титрование еще 2-3 раза до получения сходящихся результатов. Для расчетов используют среднее значения объёма щёлочи.

Кислотность по Тернеру рассчитывают по формуле

T = V(NaOH)∙k∙100/Vпробы,

где k – поправочный коэффициент, равный С(NaOH):0,1;

100(мл) − объём молочного продукта;

Vпробы − объём пробы, мл.

***Решение*.**

Молочная кислота это 2-гидроксипропановая кислота CН3CН(ОH)-СОOН, ее соли называются лактатами.

Определяют точную концентрацию NaOH. При титровании протекает реакция:

NaOH + HCl = NaCl + Н2O.

Результаты титрования записывают в таблицу1

Таблица 1 – Результаты титрования

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Объем пробы, мл | Объем раствора NaOH, пошедшего на титрование пробы V(NaOH), мл | Средний объем раствора  V(NaOH)ср, мл |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |

Для расчета концентрации NaOH используют среднее значение объёма щелочи.

ν(NaOH) = ν(HCl)

C(NaOH)·V(NaOH) = С(HCl)·V(HCl);

C(NaOH) = С(HCl)·V(HCl)/ V(NaOH).

Затем определяют кислотность молочного продукта. При титровании пробы щелочью протекает реакция:

NaOH + CН3CН(ОH)−СОOН = CН3CН(ОH)−СОONa + Н2O.

Результаты титрования записывают в таблицу 2, аналогичную таблице 1.

Рассчитывают концентрацию молочной кислоты.

C(C3H6O3) = С(NaOH)·V(NaOH)/ Vпробы.

Рассчитывают кислотность в градусах Тернера и делают вывод.

***Система оценивания:***

− формула молочной кислоты  **(1б)**

− уравнения реакций титрования  **(1х2=2б)**

− выполнение титрования  **(10б)**

− сходимость результатов титрования, оформление результатов титрования (ΔV ≤ 0,2 см3 − 5баллов; 0,2 ≤ ΔV ≤ 0,5 см3 − 2балла) **(5б)**

− расчет точной концентрации NaOH **(3б)**

− расчет концентрации C3H6O3  **(3б)**

− оформление результатов титрования  **(1,5х2=3б)**

− расчет кислотности в градусах Тернера, вывод **(2б)**

− обращение с реактивами и посудой, правильный отбор жидкостей, аккуратность проведения эксперимента и чистота рабочего места **(1б).**

**30 баллов**