

Tallinna XVI koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2015 / 2016 õ.a

14. detsembril 2015 kell 12.00 – 15.00

12-ый КЛАСС

Перед началом работы на титульном листе чистовика начертите и заполните таблицу по образцу:

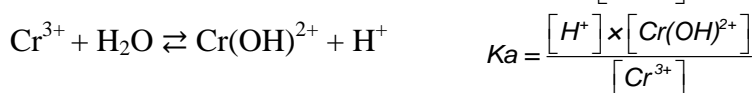
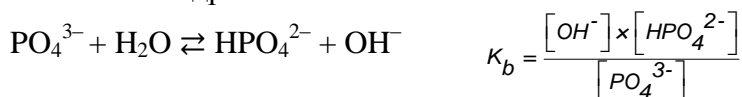
12. klass		I	II	III	IV	Σ
Õpilase nimi						
Õpetaja nimi						
KOOL						

Можно пользоваться таблицей периодической системы химических элементов, таблицей растворимости и калькулятором.

1. (10p)

При решении задачи используйте лист с формулами.

Примеры реакций происходящие при гидролизе солей и соответствующие их константы гидролиза:



[частица] так отмечена молярная концентрация определенной частицы* в растворе

основные производные расчетов pH:

$$K_w = K_b \times K_a \quad K_w = [\text{OH}^-] \times [\text{H}^+] \quad \text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad K_w = 1 \times 10^{-14}$$

Так как гидролиз происходит в сравнительно малой степени, то можно в расчетах исходить из упрощения, что концентрация негидролизованной соли (иона) равна общей концентрации соли (определенного иона).

* Точнее активная концентрация или активность, которую можно в данном случае считать равной молярной концентрации.

1. Для исследования гидролиза солей приготовили 0,10 М растворы пяти солей. Растворы этих солей применяются в повседневной жизни: сульфат алюминия, хлорид калия, этанат натрия, карбонат натрия, хлорид цинка.

После этого измерили рН приготовленных растворов.

Номер раствора	рН раствора
1.	8,9
2.	7,0
3.	2,8
4.	9,7
5.	5,0

Напишите после номера раствора формулу соответствующего вещества **(2,5)** и уравнение реакции вызывающей изменение рН **(2)**.

2. Вычислите рН следующих растворов:

i. 9,6 г нитрата аммония, используемого как удобрение, находится точно в 1 литре раствора **(2)**

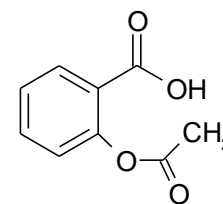
ii. 6% раствор гипохлорита натрия (NaClO) используется как отбеливающий раствор ($\rho=1,04 \text{ г/см}^3$) **(3,5)**

$$K_a[\text{NH}_4^+] = 5,6 \cdot 10^{-10}$$

$$K_a[\text{HClO}] = 2,9 \cdot 10^{-8}$$

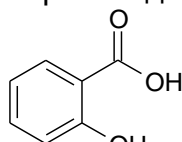
2. (10р)

Одним из известных и более употребляемых жаропонижающих и



болеутоляющих веществ является ацетилсалициловая кислота или аспирин, который производится уже с 1899, запатентованной немецкой химической фирмой *Байер*.

Одним из исходных веществ производства ацетилсалициловой кислоты



является салициловая кислота, которую открыли при окислении салицилового спирта, образующегося при гидролизе глюкозида салицина содержащегося в коре ивы.

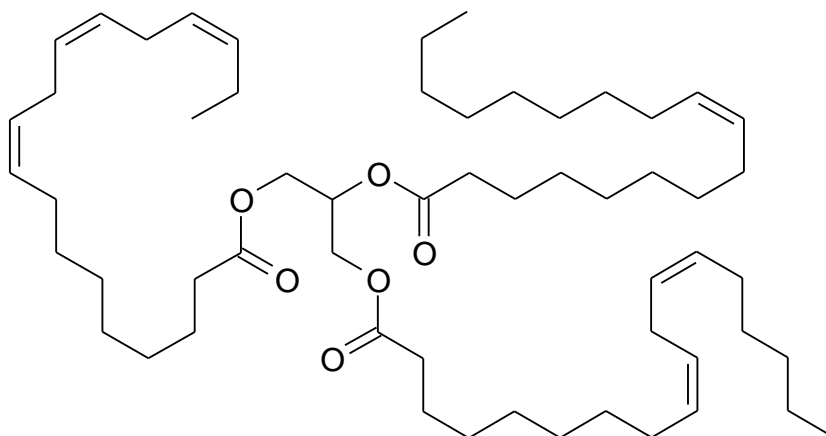
В химической промышленности салициловую кислоту получают при действии углекислого газа на фенолят натрия (реакция Колбе – Шмитта) **(реакция I)**. При действии кислоты на образующуюся соль получается салициловая кислота **(реакция II)**.

В 1897 году удалось немецкому химику Феликс Гофману синтезировать ацетилсалициловую кислоту при взаимодействии салициловой кислоты с уксусным ангидридом. (**реакция III**). Эта реакция протекает медленно и не доходит до конца, если вместо уксусного ангидрида использовать уксусную кислоту (**реакция IV**).

1. Напишите номенклатурные названия: i. салициловой кислоты (**0,5**), ii. ацетилсалициловой кислоты (**0,5**) и iii. салицилового спирта (**0,5**).
2. Напишите уравнения реакций I (**1**), II (**0,5**), III (**1**) и IV (**1**).
3. Рассмотрите реакции получения ацетилсалициловой кислоты III и IV, объясните почему реакция образования ацетилсалициловой кислоты IV происходит медленно и не доходит до конца? (**0,5**)
4. Напишите реакцию гидролиза ацетилсалициловой кислоты. (**0,5**)
5. При анализе ацетилсалициловой кислоты, полученной в лаборатории, выяснилось, что продукт содержит только 73% чистой ацетилсалициловой кислоты. После перекристаллизации всего продукта в нем осталось еще 10% примесей, при этом масса продукта уменьшилась на 30 граммов. Сколько граммов перекристаллизованного продукта получили в лаборатории? (**2**)
6. Какое вещество может образоваться при синтезе аспирина как побочный продукт? (**0,5**)
7. Напишите уравнение реакции при взаимодействии салициловой кислоты с метанолом (**1**) и назовите продукт (**0,5**).

3. (10р)

Льняное масло часто употребляют в пищу и применяют в народной медицине. Полезные свойства льняного масла обусловлены содержанием в растительном жире заместителей незаменимых полиненасыщенных жирных кислот *омега-3* и *омега-6*. Структурная формула растительного жира **A** в льняном масле приведена ниже:



1. Напишите брутто-формулу жира **A** (**1**) и рассчитайте его молярную массу (**1**).
2. Жир **A** в составе льняного масла состоит из фрагментов линолевой, линоленовой и олеиновых кислот. Нарисуйте структурные формулы линолевой (**1**), линоленовой (**1**) и олеиновых (**1**) кислот.
3. Иодное число показывает массу иода (в граммах), присоединяющегося к 100 граммам органического вещества. Напишите реакцию присоединения иода к жиру **A** (**1**) и рассчитайте его иодное число (**1**).
4. Число омыления показывает количество миллиграммов гидроксида калия, необходимые для омыления сложных эфиров, содержащихся в 1 грамме

исследуемого вещества. Напишите реакцию омыления жира **A** гидроксидом калия **(1)** и рассчитайте число омыления жира **A (1)**.

5. Известно, что мужчинам 18-29 лет при весе 75 кг требуется 7657 кДж в сутки. Сколько миллилитров жира **A** льняного масла, ($\rho = 0,930 \text{ г/см}^3$) необходимо употребить мужчине, чтобы покрыть его дневную энергетическую потребность, если известно, что энергетическая ценность льняного масла составляет 3757кДж/100г? **(1)**

4. (10р)

Элемент **A** находится в IV периоде таблицы периодической системы химических элементов. В свободном состоянии **A** $3d^6$ -элемент. В природе его можно встретить в составе непрозрачного минерала желтоватой окраски (бинарного соединения) **B**, в котором массовый процент элемента **A** составляет 46,667%.

В переводе с греческого *камень высекающий огонь*. (Благодаря этому свойству, **B** использовался в замках кремнёвых ружей).

При обжиге **B**, в присутствии кислорода, образуется газ в $\sim 2,2$ раза тяжелее воздуха. (Водород легче воздуха в 14,5 раза).

В результате окисления **B** концентрированной азотной кислотой образуется бурый газ, а элемент **A** переходит в ион с $3d^5$ электронной конфигурацией.

1. Определите элемент **A**. **(1)**

2. Вычислите молярную массу **(1)**, напишите структурную формулу **(1)** вещества **B**.

3. Сколько всего s-электронов в бинарном соединении **B**? **(1,5)**

4. Сколько d-электронов в ионе элемента **A**, в веществе **B**? **(1)**

5. Напишите уравнение химической реакции взаимодействия вещества **B** с концентрированной азотной кислотой и расставьте в нем стехиометрические коэффициенты. **(0,75·4=3)**

a. Сколько электронов принимает элемент- окислитель в ходе этой реакции? **(0,5)**

b. Напишите элементы восстановители в этой Red-Ox реакции. **(0,5x2=1)**