**Завдання ІІІ етапу 54-ї Всеукраїнської хімічної олімпіади**

**(4.02.2017 р., м. Київ)**

**Теоретичний тур. 10 клас**

**Задача 1. Трикутник, квадрат і не тільки…**

Відомо, що при однаковій загальній формулі (наприклад АВ2,АВ3, АВ4), геометрична форма молекул може бути різною.

1. Від яких факторів залежить геометрична форма молекул?
2. Запропонуйте геометричну будову молекул **BeF2**, **OF2**; **BF3**, **NF3**, і **ClF3**; **СF4**, **XeF4** і **SF4.**
3. Які з запропонованих молекул будуть полярними? Дайте пояснення.
4. Навіть при однаковій геометричній формі полярність молекул може бути різною.
5. Яка з молекул **NF3** чи **NН3** буде більш полярною? Дайте пояснення.

Певні зміни геометричної форми, кутів між зв’язками, полярності частинок відбуваються при перетворенні молекул на йони.

1. Які зміни відбуваються з геометрією молекул **NН3** і **Н2О** при перетворенні їх на йони **NН4+** і **Н3О+** відповідно (форма, кути, полярність частинок)? Дайте пояснення.
2. Чи будуть всі зв’язки в цих йонах рівноцінними?
3. Який механізм утворення зв’язку між молекулою **NН3** та йоном **Н+,** молекулою **Н2О** та йоном **Н+?**
* BeF2 две связывающие электронные пары обуславливают **линейное** строение;
* OF2 две связывающие и две неподеленные электронные пары обуславливают тетраэдрическое окружение, в котором последние располагаются в двух вершинах, что приводит к **угловой** форме молекулы;
* BF3 три связывающие электронные пары располагаются по направлению к вершинам **правильного треугольника**;
* NF3 три связывающие и одна неподеленные электронная пара обуславливают тетраэдрическое окружение, в котором неподеленная пара располагается в одной из вершин, что приводит к **пирамидальной** форме молекулы;
* ClF3 три связывающие и две неподеленные электронные пары обуславливают окружение тригональной бипирамиды, где неподеленные пары занимают два экваториальных положения, что приводит к **Т-образной** геометрии.
* СF4 четыре связывающие электронные пары обуславливают **тетраэдрическую** форму молекулы;
* XeF4 четыре связывающие и две неподеленные электронные пары обуславливают октаэдрическое окружение, в котором последние располагаются в противоположных вершинах, что приводит к геометрии **квадрата;**
* SF4 четыре связывающие и одна неподеленная электронные пары обуславливают окружение тригональной бипирамиды, в котором неподеленная пара занимает экваториальное положение, что приводит к геометрии, которая носит название **«качели»;**

**Задача 2. Вуглеводні.**

Спалювання 1,96 л суміші двох ізомерних вуглеводнів **А** та **Б** в надлишку кисню веде до утворення 7,875 г рідини та 9,80 л газу (н.у.). Гідрування такої ж кількості цієї суміші за кімнатної температури призводить до утворення суміші сполук **А** та **В** масою 6,256 г. Вичерпне гідрування суміші веде до утворення лише одного вуглеводню **В.**

1. Розрахуйте брутто-формулу вуглеводнів, які входили до складу вихідної суміші, та мольну долю кожного з компонентів.
2. Визначте зашифровані речовини, якщо сполуки **А** і **Б** немають просторових ізомерів.
3. До яких класів вуглеводнів належать ці сполуки.
4. Наведіть всі ізомерні сполуки, які відповідають цій брутто-формулі та належать до того ж класу вуглеводнів, що й сполука **А**. Для асиметричних атомів вкажіть їх конфігурацію за RS-номенклатурою.
5. Запишіть основні продукти взаємодії сполуки **Б** з: а) розчином брому в ССl4; b) біхроматом в кислому середовищі; c) NaIO4 + OsO4.

**Розв’язок.**

CnHm +(n+m/4) O2 = nCO2 + (m/2)H2O

n(CO2) = 0.4375 моль, n(H2O) = 0.4375 моль

n(СnHm) = 0.0875

=>n=5, m=10 => C5H10

X(цикло) = 25,22%





**Задача 3. Електроліз.**

500 мл розчину хлориду натрію концентрацією 2,00 моль/л піддали електролізу в електролізері з діафрагмою і платиновими електродами. Після виділення по 44,8 л (н.у.) газу електроліз припинили.

1. Запишіть рівняння реакцій, які відбувалися на електродах під час електролізу?
2. Які гази і в яких кількостях виділилися при електролізі на катоді та аноді (вважайте, що вихід за током складає 100%)?
3. Визначте склад та молярну концентрацію розчину після електролізу (знехтуйте зміною густини розчину).

**Розв’язок.**

1. Поки в розчині є хлорид натрію:

катод: 2H2O + 2*e*- = H2↑ + 2OH-, анод: 2Cl- - 2 *e*- = Cl2.

Загалом: 2NaCl + 2H2O = 2NaOH + H2↑ + Cl2↑.

Після того як весь хлорид витратиться, відбувається електроліз води:

катод: 2H2O + 2*e*- = H2↑ + 2OH-; анод: 2OH- -2*e*- = H2O + 1/2O2 (за реакцію з водою на аноді половину балів 2H2O - 2 *e*- = 1/2O2↑ + 2H+)

Загалом: H2O = H2↑ + 1/2O2↑.

1. За рахунок електролізу NaCl: V(H2) = 0.5\*2\*22.4/2 = 11.2 л, V(Cl2) = 11.2 л

За рахунок електролізу вже розчину лугу: V(H2)+V(O2) = 44.8-11.2\*2 = 22.4 л

* V(H2 сумарне) = 11,2 + 14,9 = 26,1л, V(О2) = 7,47 л
1. m(NaOH) = 0.5\*2\*40 = 40г

m(р-ну) = 500 – 2\*1.165 – 32\*0.3335 – 71\*0.5 = 451.5 г

w(NaOH) = 40/451,5 = 0,0886

C = 2,21 М

**Задача 4. Рівновага.**

Гідросульфід амонію, за стандартних умов є білою твердою сполукою, яка доволі легко розкладається.

1. Запишіть термодинамічне рівняння розкладу гідросульфіду амонію та вираз для константи рівноваги.

В рівноважному стані тиск дисоціації цієї сполуки складає 355 мм.рт.ст.

1. Розрахуйте масовий склад газової суміші за цих умов.
2. Розрахуйте константу дисоціації та енергію Гіббса цієї реакції.

При стоянні на повітрі розчин гідросульфіду амонію поступово набуває жовтого відтінку, а його рН збільшується.

1. Запишіть рівняння можливих реакцій (взаємодією з вуглекислотою повітря знехтуйте)?

**Розв’язок**

1. NH4HS(s) = NH3(g) + H2S(g)

Kc = [NH3][H2S]

1. n(NH3) = n (H2S) => w(NH3) = 17/(17+34) =0.3333, w(H2S) = 0.6667
2. Kc = ((pNH3)/RT)\* ((pH2S)/RT) =0.00009; Kp = 0.0545



=7,205 кДж/моль

1. 2NH4HS + O2 = 2S + 2NH3 + 2H2O

NH4HS + NH3 +nS = (NH4)2S(n+1) (жовтий колір)

За рахунок першої реакції відбувається залуження середовища. Іншим чинником, який сприяє залуженню середовища є значно менша розчинність сірководню у воді в порівнянні з аміаком, а також його значно більша летючість.

**Задача 5. Подушки безпеки.**

Газ **Х**, що не підтримує горіння, знайшов застосування в техніці як елемент подушок безпеки. Під час удару відбувається розкладання речовини **А** з утворенням газу **Х** та простої речовини **В**. Масова частка елементу простої речовини **В** у сполуці **А** складає 35,38%. В умовах аварійної ситуації, щоб нейтралізувати небезпечну речовину **В** застосовують нітрат лужного металу **С** з масовою часткою Нітрогену 13,86%. При цьому утворюється суміш оксидів **D** і **Е**, що містять лужні метали, а також додаткова порція газу **Х**.

1. Розшифруйте речовини **A**, **B**, **C**, **D**, **E** та **X**. Відповідь підтвердіть розрахунками.
2. Наведіть рівняння згаданих реакцій.

**Розв’язок**

A - NaN3, B - Na, C - KNO3, D - Na2O, E - K2O, X - N2

2NaN3= 2Na + 3N2

10Na + 2KNO3=K2O + 5Na2O + N2

**Задача 6**. **Мінерал.**

Фосгеніт є доволі цінним колекційним мінералом свинцю. Його наважку масою 2,062 г розчинили в розведеній нітратній кислоті (при цьому відбувалося виділення безбарвного газу без запаху) та довели розчин до об’єму 1,000 л. На титрування 20 мл цього розчину було витрачено 12,60 мл розчину аргентуму нітрату концентрацією 0,012 М. Інші 50 мл розчину було обережно нейтралізовано і змішано з надлишком розчину калія хромату. При цьому було отримано 0,1222 г жовтого кристалічного осаду сполуки **Х**.

1. Запишіть йонні рівняння реакцій, які згадано в умові.
2. Розрахуйте формулу фосгеніту, якщо його повний термічний розклад веде до утворення лише твердих та газоподібних речовин за н.у.
3. Де знаходить використання сполука **Х**?

**Розв’язок**.

1. Ag+ +Cl- = AgCl

Pb2+ + CrO42- = PbCrO4

H+ + CO32- = CO2 + H2O

1. n(Cl) = 1000/20 \* 12.6/1000 \*0.012 = 0.00756, m(Cl) = 0.2684 г

n(Pb) = 0.1222/323\*20 =0,00756. m(Pb) = 1.565г

m (CO32-) = 0,2286, n(Pb):n(CO32-):n(Cl-) = 2:1:2

Фосгеніт – Pb2(CO3)Cl2 (545,4); Х – PbCrO4 (323,2)

1. Пігмент