

Харківська обласна хімічна олімпіада 2022 р.

8 клас

1. ГДК. Гранично допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі (ГДК) – це максимальна кількість речовини, що міститься в одиниці об'єму повітря робочої зони, що не призводить до погіршення стану здоров'я людини, яка працює в цих умовах. Величини ГДК деяких речовин в повітрі дорівнюють: Cl_2 – 1 мг/м^3 , SO_2 – 10 мг/м^3 , CO – 20 мг/м^3 . За умови, що повітря буде містити ці речовини на рівні ГДК, розрахуйте:

1. Кількість атомів хлору, які знаходяться в 1 м^3 повітря.
2. Об'єм (у мл), що займає SO_2 , який міститься в 1 м^3 повітря за нормальних умов.
3. Масу молекул чадного газу, що міститься в 1 л повітря, та масу атомів карбону в ньому.

2. Титрування. Титрування – метод кількісного аналізу в хімії, призначений для визначення концентрації речовин у розчинах. Під час титрування до розчину досліджуваної речовини з невідомою концентрацією невеличкими порціями додають стандартний розчин, що містить реагент, який кількісно реагує з речовиною у досліджуваному розчині. Цей стандартний розчин називається титрантом, концентрація реагенту в ньому повинна бути встановлена з високою точністю. Титрант додають до досліджуваного розчину доти, поки кількості доданого реагенту та досліджуваної речовини не стануть еквівалентними.

Для визначення концентрації хлоридної кислоти у розчині дослідником було взято 20.0 мл цього розчину. Як титрант він використав розчин гідроксиду калію з концентрацією 0.1000 моль/л . Для повної нейтралізації кислоти у розчині він витратив 8.3 мл .

1. Розрахуйте концентрацію хлоридної кислоти у розчині, взятому для титрування.
2. Розрахуйте, яку наважку КОН необхідно взяти для приготування 1 л розчину, який був використаний під час аналізу. Також розрахуйте масову частку лугу у цьому розчині. Під час розрахунків вважайте, що густина розчину дорівнює 1 г/см^3 .
3. За допомогою яких речовин дослідник може визначити кінцеву точку кислотно-основного титрування, тобто момент повної нейтралізації кислоти під час титрування? Наведіть назву щонайменше однієї такої речовини.

3. Гази. У хімічній практиці для посилення окиснювальних властивостей замість повітря або чистого кисню іноді використовують частково озонований кисень. Для цього потік кисню пропускають через озонатор, в якому частина кисню перетворюється на озон.

Для визначення складу суміші озону з киснем, отриманої в озонаторі, нею було заповнено сталевий балон об'ємом 2 л , в якому при температурі $0 \text{ }^\circ\text{C}$ встановився нормальний тиск. При цьому маса суміші, що знаходилась в балоні, склала 3.00 г .

1. Знайдіть загальну кількість речовини газів (у моль) у взятій суміші та її середню молярну масу. Знаючи молярну масу суміші, розрахуйте об'ємні частки газів у ній.

Після вимірювання маси суміші, балон перенесли до кімнати з температурою повітря $27 \text{ }^\circ\text{C}$.

2. Розрахуйте, який тиск (у Па) створюватиме суміш газів на стінки балону після її нагрівання до кімнатної температури (знехтуйте зміною об'єму балону при зміні температури та вважайте, що озон не розкладається).

Склад такої суміші також можна визначити, не визначаючи її молярної маси. Для цього необхідно провести хімічну реакцію, участь в якій візьме лише один з компонентів. Прикладом такої реакції для даної суміші є реакція озону з KI у водному розчині.

3. Запишіть рівняння цієї реакції. Поясніть, як використовуючи її, можна визначити об'ємну частку озону у суміші.

4. Водень. При згорянні водню в кисні утворюється лише водяна пара, тому він розглядається як один з варіантів екологічно чистого палива майбутнього. Проте зараз його використання з цією метою обмежене високою вартістю технології його видобутку та транспортування. Для отримання газоподібного водню можна використовувати реакцію взаємодії заліза з сильними кислотами.

1. Запишіть реакцію взаємодії заліза з хлоридною та сульфатною кислотами. Зазначте, чи впливає на перебіг цих реакцій концентрація кислот у розчині?

Вважається, що при майбутньому використанні водню як палива його транспортування буде здійснюватися шляхом його підмішування до природного газу. Передбачається, що оптимальний вміст водню в його суміші з метаном становитиме 20% за об'ємом.

2. Розрахуйте густину (у г/л) цієї суміші за нормальних умов.

До колби, яка містить надлишок концентрованого розчину хлоридної кислоти, додали сферичну кульку, виготовлену з чистого заліза масою 32.90 г . Після того, як радіус кульки зменшився у два рази, її дістали з розчину.

3. Розрахуйте, який об'єм водню, визначений при $t = 25\text{ }^\circ\text{C}$ та $p = 1\text{ атм}$, виділився в результаті реакції. При розв'язанні задачі зауважте, що густина заліза дорівнює 7.85 г/см^3 , а об'єм сфери пов'язаний з її радіусом формулою: $V = 4\pi r^3/3$.

5. CaCl_2 . Іони кальцію необхідні для нормального функціонування багатьох систем організму людини: здійснення процесу передачі нервових імпульсів, скорочення м'язів, формування кісткової тканини, згортання крові та інших. Дефіцит вмісту кальцію в організмі може бути зменшений завдяки прийому розчину кальцію хлориду. Розчин Кальцію хлориду, який використовують у медицині, готують розчиненням кристалогідрату $\text{CaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ у дистильованій воді.

1. Визначте склад цього кристалогідрату, якщо відомо, що масова частка Кальцію у ньому складає 27.21 %.

Розчин CaCl_2 , призначений для внутрішнього застосування, готують розчиненням вищевказаного кристалогідрату, додаючи його у такій кількості, що в 1 мл розчину, який утворюється, міститься 100 мг CaCl_2 .

2. Розрахуйте масу кристалогідрату та води, які необхідно взяти для приготування 1 л такого розчину, якщо його густина дорівнює 1083 г/л. Розрахуйте масову частку іонів Ca^{2+} у цьому розчині.

У хімічній лабораторії безводний хлорид кальцію застосовується як наповнювач для так званих хлоркальцієвих трубок, призначених для ізоляції речовин від контакту з водяною парою, що знаходиться в атмосфері, а також для видалення водяної пари з деяких газів.

3. Дайте пояснення, на чому засновано таке використання хлориду кальцію. Наведіть приклади інших методів, які можуть бути використані для видалення води з її сумішей з а) рідинами; б) газами (у вигляді водяної пари).

6. **Лабораторне завдання.** Група студентів хімічного факультету виконувала лабораторну роботу з

неорганічної хімії. Для цього кожному студентові було видано певну кількість речовини **X** (бінарна сполука, зеленувато-чорна масляниста рідина). Кожен студент мав отримати з речовини **X** одну із сполук **A – E**, це розподілили випадковим чином. Студенти мали доступ до всього лабораторного обладнання та усіх реагентів. Після отримання вказаних речовин, студенти склали схему взаємних хімічних перетворень між цими речовинами. Також з'ясувалося, що деякі речовини можна отримати декількома різними шляхами.



1. За допомогою наведеної схеми визначте речовини **X, A – E**. Запишіть рівняння реакцій, проведених студентами.

7. **Завдання експериментального туру.** Речовина **A** є кристалогідратом солі синього кольору складу $\text{XY}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (**X** – метал, **Y** – кислотний залишок). При прожарюванні 2.00 г кристалогідрату **A** за температури 120°C маса солі зменшилася на 0.731 г. При подальшому нагріванні до $170\text{ }^\circ\text{C}$ виділяються гази **B** (безбарвний) та **V** (бурий), а маса сухого залишку, що представляє собою речовину **G** (чорний порошок), складає 0.538 г. Також відомо, що:

1) масова частка металу в кристалогідраті складає 21.49 %. При внесенні солі **A** в полум'я воно забарвлюється в зелений колір. При додаванні розчину натрій гідроксиду до розчину речовини **A** (розчин блакитного кольору) випадає блакитний осад, що розкладається при нагріванні, утворюючи, у тому числі, і речовину **G**. Речовина **G** розчиняється в хлоридній кислоті, також утворюючи розчин блакитного кольору. Більшість солей інших металів з кислотним залишком **Y** розчинна у воді;

2) гази **B** та **V** підтримують горіння. Газ **B** – проста речовина, а газ **V** – бінарна сполука. При пропусканні суміші цих газів через воду утворюється розчин кислоти, яка містить той самий кислотний залишок, що й речовина **A**.

1. Визначте речовини **A, B, V, G**, відповідь підтвердить розрахунками. Напишіть рівняння всіх згаданих хімічних реакцій.

2. Вкажіть електронну будову атому металу, що входить до складу **A**.

Періодична система елементів Д.І. Менделєєва

1																	18							
1 H 1.008	2																							2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18							
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95							
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80							
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc -	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29							
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po -	85 At -	86 Rn -							
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -														

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm -	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97
89 Ac -	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

Таблиця розчинності неорганічних сполук

Ионы	Br ⁻	CH ₃ COO ⁻	CN ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	F ⁻	I ⁻	NO ₃ ⁻	OH ⁻	PO ₄ ³⁻	S ²⁻	SO ₄ ²⁻
Ag ⁺	н	м	н	н	н	р	н	р	-	н	н	м
Al ³⁺	р	+	?	-	р	м	р	р	н	н	+	р
Ba ²⁺	р	р	р	н	р	м	р	р	р	н	р	н
Be ²⁺	р	+	?	+	р	р	р	р	н	н	+	р
Ca ²⁺	р	р	р	н	р	н	р	р	м	н	м	м
Cd ²⁺	р	р	м	+	р	р	р	р	н	н	н	р
Co ²⁺	р	р	н	+	р	р	р	р	н	н	н	р
Cr ³⁺	р	+	н	-	р	м	н	р	н	н	+	р
Cs ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Cu ²⁺	р	р	н	+	р	р	-	р	н	н	н	р
Fe ²⁺	р	р	н	+	р	м	р	р	н	н	н	р
Fe ³⁺	р	-	-	-	р	н	-	р	н	н	-	р
Hg ²⁺	м	р	р	-	р	+	н	+	-	н	н	+
Hg ₂ ²⁺	н	м	-	н	н	м	н	+	-	н	-	н
K ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Li ⁺	р	р	р	р	р	н	р	р	р	м	р	р
Mg ²⁺	р	р	р	м	р	н	р	р	н	н	н	р
Mn ²⁺	р	р	н	+	р	р	р	р	н	н	н	р
NH ₄ ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	-	+	р
Na ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Ni ²⁺	р	р	н	+	р	р	р	р	н	н	н	р
Pb ²⁺	м	р	н	+	м	м	м	р	н	н	н	н
Rb ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Sn ²⁺	+	+	-	-	+	м	м	+	н	н	н	р
Sr ²⁺	р	р	р	н	р	р	р	р	м	н	р	н
Tl ⁺	м	р	р	р	м	н	н	р	р	м	н	м
Zn ²⁺	р	р	н	+	р	р	р	р	н	н	н	р

Позначення: р – добре розчинний, м - малорозчинний, н - практично нерозчинний, + - повністю реагує з водою чи не випадає з водного розчину, - - не існує, ? - дані про розчинність відсутні.