§ 1. Склад і властивості основних класів неорганічних сполук

1.1. Оксиди

1. **Якою загальною формулою можна виразити склад оксидів?**
   Загальна формула оксидів має вигляд E_xO_y, де E — символ елемента, а O — символ кисню. Наприклад, CO_2, Al_2O_3.

2. **На які три типи поділяють солетворні оксиди?**
   Солетворні оксиди поділяють на:
   - **Основні оксиди**: утворюються металічними елементами, наприклад, Na_2O, CaO.
   - **Кислотні оксиди**: утворюються неметалічними елементами, як-от SO_3, CO_2.
   - **Амфотерні оксиди**: проявляють як основні, так і кислотні властивості; наприклад, Al_2O_3, ZnO.

3. **Який ступінь окиснення може виявляти металічний елемент, утворюючи основні оксиди?**
   Металічні елементи утворюють основні оксиди зі ступенями окиснення +1 або +2, як у Na_2O (натрій оксид) зі ступенем окиснення +1 та CaO зі ступенем +2.

4. **Які елементи — металічні та неметалічні, або тільки металічні, або тільки неметалічні — утворюють амфотерні оксиди? Наведіть приклади.**
   Амфотерні оксиди утворюються лише металічними елементами, як-от Al_2O_3 (оксид алюмінію), ZnO (оксид цинку), Cr_2O_3 (оксид хрому (III)).

5. **Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення: кисень → цинк оксид → натрій цинкат; кисень → алюміній оксид → алюміній сульфат.**
   Для перетворення:
   - $O_2 + 2Zn \rightarrow 2ZnO$
   - $ZnO + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$
   - $4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$
   - $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

6. **Обчисліть масу алюміній оксиду, який можна добути в результаті згорання порошкоподібного алюмінію масою 108 г.**
   Реакція: $4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$. Молярна маса $Al = 27$ г/моль, $Al_2O_3 = 102$ г/моль. Кількість молей $Al = \frac{108}{27} = 4$ моль. Виходить 2 моль Al_2O_3, отже, маса $Al_2O_3 = 204$ г.

7. **Чому оксид складу P_2O_5 називають кислотним?**
   Оксид P_2O_5 називають кислотним, бо він реагує з водою з утворенням фосфорної кислоти H_3PO_4, проявляючи кислотні властивості.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

8. **Чи можуть металічні елементи утворювати кислотні оксиди? Які кислотні оксиди називають вищими?**
   Так, металічні елементи у вищих ступенях окиснення можуть утворювати кислотні оксиди. Вищі кислотні оксиди — це ті, у яких елемент має максимальний ступінь окиснення, наприклад, Mn_2O_7 для мангану (+7).

9. **Обчисліть масу кисню та об'єм водню (н. у.), які потрібні для одержання 54 г води.**
   Реакція: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$. Молярна маса $H_2O = 18$ г/моль, тобто $\frac{54}{18} = 3$ моль H_2O. Кисню потрібно 48 г, а об'єм водню H_2 = 67.2 л (н.у.).

10. **Який з основних оксидів складу BaO, CuO, Na_2O містить Оксиген з найбільшою масовою часткою?**
    Оксид Na_2O має найбільшу масову частку Оксигену, яка становить 75%.

11. **Яка маса солі та яка кількість молекул води утвориться внаслідок взаємодії алюміній оксиду масою 50,5 г з надлишком концентрованої гарячої хлоридної кислоти?**
    Реакція: $Al_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$. Кількість молей $Al_2O_3 = 0.495$ моль. Кількість $AlCl_3 = 0.99$ моль, маса $AlCl_3 = 132.165$ г, кількість молекул води = 8.95×10^{23} молекул.

12. **Обчисліть масу води та об'єм вуглекислого газу — карбон(IV) оксиду (н. у.), які утворяться в результаті повного згорання метану CH_4 об'ємом 28 л (н. у.).**
    Реакція: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$. 28 л CH_4 дає 28 л CO_2 і 56 л H_2O, що має масу 36 г.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

1.2. Основи

1. **Які складні речовини називають основами? Якою загальною формулою можна виразити склад основ?**
   Основами називають складні речовини, які складаються з атомів металу і гідроксидних груп OH^-. Загальна формула основ — $Me(OH)_n$, де Me — метал, а n — кількість гідроксидних груп, що відповідає ступеню окиснення металу.

2. **Від чого залежить число гідроксидних груп в основі?**
   Число гідроксидних груп в основі залежить від ступеня окиснення металу. Наприклад, для металу з валентністю 1 — $NaOH$, з валентністю 2 — $Ca(OH)_2$.

3. **Як називають розчини у воді основи? Які властивості вони виявляють?**
   Розчини у воді основ називають лугами. Вони мають гіркий смак, милкі на дотик, проводять електричний струм, змінюють колір індикаторів і проявляють лужні властивості.

4. **Яке число визначає кислотність основи?**
   Кислотність основи визначається числом гідроксидних груп OH^- у її складі. Наприклад, $Ca(OH)_2$ має кислотність 2, $NaOH$ — кислотність 1.

5. **У який колір забарвлюється індикатор фенолфталеїн у розчинах основ?**
   У розчинах основ фенолфталеїн забарвлюється в малиновий колір.

6. **Які три хімічні властивості основ можна віднести до найважливіших? Обґрунтуйте рівняннями реакцій.**
   Найважливіші властивості основ:
   - Реакція з кислотами: $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$
   - Реакція з кислотними оксидами: $2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$
   - Термічний розклад (для нерозчинних основ): $Cu(OH)_2 \rightarrow CuO + H_2O$ (при нагріванні)

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

7. **Укажіть найважливіші способи добування основ і підтвердьте їх відповідними рівняннями реакцій.**

   Способи добування основ:

   - Взаємодія активних металів з водою: $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$
   - Взаємодія оксидів металів з водою: $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$
   - Взаємодія солей з лугами (обмінні реакції): $Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NaOH + CaCO_3$

8. **Закінчіть рівняння реакцій:**

   - $NaOH + SO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$
   - $Ba(OH)_2 + 2HCl \rightarrow BaCl_2 + 2H_2O$
   - $KOH + MgSO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Mg(OH)_2 \downarrow$
   - $Cu(OH)_2 \rightarrow CuO + H_2O$

MATEMATIKA-DOMA.ORG

9. **Складіть рівняння реакцій для ланцюга перетворень речовин:**
   - а) мідь → купрум(II) оксид → купрум(II) нітрат → купрум(II) гідроксид → купрум(II) оксид:
     1. $2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$
     2. $CuO + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$
     3. $Cu(NO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + 2NaNO_3$
     4. $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t} CuO + H_2O$
   - б) натрій → натрій гідроксид → натрій сульфат:
     1. $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$
     2. $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$
10. **Обчисліть масу натрій гідроксиду та об'єм водню (н. у.), які утворяться в результаті взаємодії натрію масою 11,5 г з водою:**
   - Реакція: $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$.
   - Молярна маса $Na = 23$ г/моль, тож кількість молей $Na = \frac{11.5}{23} = 0.5$ моль.
   - Кількість $NaOH = 0.5$ моль, отже, маса $NaOH = 0.5 \times 40 = 20$ г.
   - Об'єм водню $H_2 = 0.5 \times 22.4 = 11.2$ л (за нормальних умов).
11. **Обчисліть масу магній гідроксиду, яку треба витратити, щоб нейтралізувати нітратну кислоту масою 25,2 г:**
   - Реакція: $Mg(OH)_2 + 2HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + 2H_2O$.
   - Молярна маса $HNO_3 = 63$ г/моль, отже, кількість молей $HNO_3 = \frac{25.2}{63} = 0.4$ моль.
   - Для нейтралізації 0.4 моль HNO_3 потрібно 0.2 моль $Mg(OH)_2$.
   - Маса $Mg(OH)_2 = 0.2 \times 58 = 11.6$ г.
12. **Обчисліть масу магній гідроксиду, який утворився внаслідок взаємодії 24 г натрій гідроксиду з надлишком розчину магній сульфату. Яка маса магній сульфату вступила в реакцію?**
   - Реакція: $2NaOH + MgSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Mg(OH)_2\downarrow$.
   - Молярна маса $NaOH = 40$ г/моль, тож кількість молей $NaOH = \frac{24}{40} = 0.6$ моль.
   - Це відповідає 0.3 моль $MgSO_4$ та 0.3 моль $Mg(OH)_2$.
   - Маса $Mg(OH)_2 = 0.3 \times 58 = 17.4$ г.
   - Маса $MgSO_4 = 0.3 \times 120 = 36$ г.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

13. **Крізь розчин кальцій гідроксиду пропустили газ, що утворився в результаті спалювання 24 г метану CH_4. Обчисліть масу осаду. До якого класу неорганічних сполук його треба віднести?**
    - Спалювання CH_4: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$.
    - Молярна маса $CH_4 = 16$ г/моль, кількість молей $CH_4 = \frac{24}{16} = 1.5$ моль.
    - Це дає 1.5 моль CO_2.
    - Реакція з $Ca(OH)_2$: $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$.
    - Маса осаду $CaCO_3 = 1.5 \times 100 = 150$ г.
    - Останній продукт — осад $CaCO_3$, який належить до класу солей.
14. **Обчисліть масу середньої солі, що утворилася в результаті змішування натрій гідроксиду з розчином, що містив 34,3 г сульфатної кислоти. Визначте масу солі, що утворилася.**
    - Реакція: $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$.
    - Молярна маса $H_2SO_4 = 98$ г/моль, кількість молей $H_2SO_4 = \frac{34.3}{98} = 0.35$ моль.
    - Кількість $Na_2SO_4 = 0.35$ моль, маса $Na_2SO_4 = 0.35 \times 142 = 49.7$ г.
15. **Визначте масу калій карбонату, що утворився внаслідок пропускання 33,6 л (н. у.) карбон(IV) оксиду крізь надлишок розчину калій гідроксиду. Скільки молів калій гідроксиду прореагувало?**
    - Реакція: $2KOH + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$.
    - Об'єм $CO_2 = 33.6$ л, кількість молей $CO_2 = \frac{33.6}{22.4} = 1.5$ моль.
    - Для цієї реакції потрібно $2 \times 1.5 = 3$ моль KOH.
    - Маса $K_2CO_3 = 1.5 \times 138 = 207$ г.

1.3. Амфотерні гідроксиди

1. **Які гідроксиди називають амфотерними? Наведіть приклади.**
   Амфотерними називають гідроксиди, які можуть проявляти як кислотні, так і основні властивості. Приклади: $Zn(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Be(OH)_2$.
2. **Які хімічні властивості характерні для амфотерних гідроксидів? Відповідь підтвердьте рівняннями реакцій.**
   Амфотерні гідроксиди реагують як з кислотами, так і з лугами.
    - З кислотами: $Zn(OH)_2 + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + 2H_2O$
    - З лугами: $Zn(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4]$ (утворюється комплексна сіль)

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

3. **На яких реакціях ґрунтується добування амфотерних гідроксидів $Zn(OH)_2$ та $Al(OH)_3$? У чому полягають особливості їхнього перебігу?**
   Добування амфотерних гідроксидів здійснюється внаслідок реакцій обміну між солями амфотерних металів і лугами.
   - $ZnCl_2 + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$
   - $AlCl_3 + 3NaOH \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$ Особливість: ці гідроксиди утворюються як нерозчинні осади.
4. **Складіть хімічні рівняння для таких перетворень:**
   - **Цинк → цинк нітрат → цинк гідроксид → цинк оксид:**
     1. $Zn + 2HNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2$
     2. $Zn(NO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + 2NaNO_3$
     3. $Zn(OH)_2 \xrightarrow{t} ZnO + H_2O$
   - **Цинк оксид → калій цинкат → цинк хлорид:**
     1. $ZnO + 2KOH \rightarrow K_2[Zn(OH)_4]$ (утворюється калій цинкат)
     2. $K_2[Zn(OH)_4] + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + 2KCl + 2H_2O$

5. **Яка маса цинк гідроксиду утвориться в результаті взаємодії цинк нітрату масою 63 г з розведеним розчином натрій гідроксиду?**
   - Реакція: $Zn(NO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + 2NaNO_3$.
   - Молярна маса $Zn(NO_3)_2 = 189$ г/моль, тож кількість молей $Zn(NO_3)_2 = \frac{63}{189} = 0.333$ моль.
   - За реакцією утворюється 0.333 моль $Zn(OH)_2$.
   - Маса $Zn(OH)_2 = 0.333 \times 99 = 33$ г.
6. **Яку масу алюміній гідроксиду необхідно піддати термічному розкладанню, щоб отримати алюміній оксид масою 30,6 г?**
   - Реакція: $2Al(OH)_3 \xrightarrow{t} Al_2O_3 + 3H_2O$.
   - Молярна маса $Al_2O_3 = 102$ г/моль, $Al(OH)_3 = 78$ г/моль.
   - Кількість молей $Al_2O_3 = \frac{30.6}{102} = 0.3$ моль.
   - Для утворення 0.3 моль Al_2O_3 потрібно 0.6 моль $Al(OH)_3$.
   - Маса $Al(OH)_3 = 0.6 \times 78 = 46.8$ г.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

7. **Яку масу цинк гідроксиду треба піддати термічному розкладанню, щоб одержати цинк оксид масою 24,3 г?**
   - Реакція: $Zn(OH)_2 \xrightarrow{t} ZnO + H_2O$.
   - Молярна маса $ZnO = 81$ г/моль, $Zn(OH)_2 = 99$ г/моль.
   - Кількість молей $ZnO = \frac{24.3}{81} = 0.3$ моль.
   - Для отримання 0.3 моль ZnO потрібно 0.3 моль $Zn(OH)_2$.
   - Маса $Zn(OH)_2 = 0.3 \times 99 = 29.7$ г.

1.4. Кислоти

1. **Які складні речовини називають кислотами?**
   Кислотами називають складні речовини, що містять атоми Гідрогену, які можуть заміщуватися металами з утворенням солей, і під час розчинення у воді утворюють йони H^+.
2. **На основі чого класифікують кислоти?**
   Кислоти класифікують на основі кількості атомів Гідрогену (одноосновні, двоосновні тощо) та їх здатності до електролітичної дисоціації (сильні й слабкі кислоти).
3. **За допомогою яких рівнянь реакцій можна охарактеризувати найважливіші хімічні властивості кислот?**
   - Реакція з основами (нейтралізація): $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$
   - Реакція з металами: $2HCl + Zn \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
   - Реакція з основними оксидами: $2HCl + MgO \rightarrow MgCl_2 + H_2O$
4. **Унаслідок яких хімічних реакцій можна одержати:**
   - **а) хлоридну кислоту**: $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
   - **б) нітратну кислоту**: $2NO_2 + H_2O + 0.5O_2 \rightarrow 2HNO_3$
   - **в) розведену сульфатну кислоту**: розведення концентрованої H_2SO_4 водою.
5. **З якими з указаних металів — залізо, цинк, мідь, магній, срібло — реагує хлоридна кислота? Складіть рівняння реакцій.**
   Хлоридна кислота реагує з залізом, цинком, магнієм:
   - $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$
   - $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
   - $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

6. **Складіть рівняння реакцій розведеної сульфатної кислоти з:**
   - **а) алюміній гідроксидом:** $2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O$
   - **б) калій сульфідом:** $K_2S + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + H_2S$
   - **в) цинком:** $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$
   - **г) натрій карбонатом:** $Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + CO_2 + H_2O$
7. **Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити ланцюг перетворень:**
   - **а) вуглець → карбон(IV) оксид → калій карбонат → карбон(IV) оксид → кальцій карбонат:**
     1. $C + O_2 \rightarrow CO_2$
     2. $CO_2 + 2KOH \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$
     3. $K_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2KCl + CO_2 + H_2O$
     4. $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$
   - **б) сірка → ферум(II) сульфід → гідроген сульфід → натрій сульфід → купрум(II) сульфід:**
     1. $S + Fe \rightarrow FeS$
     2. $FeS + 2HCl \rightarrow H_2S + FeCl_2$
     3. $H_2S + 2NaOH \rightarrow Na_2S + 2H_2O$
     4. $Na_2S + CuSO_4 \rightarrow CuS\downarrow + Na_2SO_4$
8. **Обчисліть об'єм водню (н. у.), який виділиться в результаті взаємодії алюмінію масою 36 г з хлоридною кислотою. Яка маса солі при цьому утвориться?**
   - Реакція: $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$.
   - Молярна маса $Al = 27$ г/моль, кількість молей $Al = \frac{36}{27} = 1.33$ моль.
   - Кількість $H_2 = 1.33 \times 1.5 = 2$ моль, об'єм $H_2 = 2 \times 22.4 = 44.8$ л.
   - Маса $AlCl_3 = 1.33 \times 133.5 = 177.5$ г.
9. **Обчисліть масу розведеної сульфатної кислоти, необхідну для розчинення ферум(II) оксиду масою 40 г.**
   - Реакція: $FeO + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2O$.
   - Молярна маса $FeO = 72$ г/моль, кількість молей $FeO = \frac{40}{72} = 0.556$ моль.
   - Потрібна кількість $H_2SO_4 = 0.556$ моль, маса $H_2SO_4 = 0.556 \times 98 = 54.5$ г.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

10. **Обчисліть масу нітратної кислоти та масу натрій карбонату, у результаті взаємодії яких утворився карбон(IV) оксид об'ємом 44,8 л (н. у.).**
    - Реакція: $2HNO_3 + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaNO_3 + CO_2 + H_2O$.
    - Об'єм $CO_2 = 44.8$ л, кількість молей $CO_2 = \frac{44.8}{22.4} = 2$ моль.
    - Кількість $HNO_3 = 2$ моль, маса $HNO_3 = 2 \times 63 = 126$ г.
    - Кількість $Na_2CO_3 = 1$ моль, маса $Na_2CO_3 = 106$ г.
11. **Обчисліть масу ортофосфатної кислоти та масу середньої солі, які утворилися внаслідок взаємодії цієї кислоти з кальцій гідроксидом масою 44,4 г.**
    - Реакція: $2H_3PO_4 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O$.
    - Молярна маса $Ca(OH)_2 = 74$ г/моль, кількість молей $Ca(OH)_2 = \frac{44.4}{74} = 0.6$ моль.
    - Кількість $H_3PO_4 = 0.4$ моль, маса $H_3PO_4 = 0.4 \times 98 = 39.2$ г.
    - Маса $Ca_3(PO_4)_2 = 0.2 \times 310 = 62$ г.
12. **Який об'єм водню (н. у.) виділиться в результаті взаємодії 18 г алюмінію з надлишком розведеної сульфатної кислоти? Скільки молекул водню міститься в цьому об'ємі?**
    - Реакція: $2Al + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$.
    - Молярна маса $Al = 27$

1.5. Солі

1. **Які складні речовини називають солями?**
   Солями називають складні речовини, що складаються з катіонів металів (або амонію NH_4^+) і аніонів кислотних залишків. Наприклад, $NaCl$, K_2SO_4, $CaCO_3$.
2. **Які типи солей розрізняють залежно від складу кислотного залишку? Відповідь обґрунтуйте за допомогою прикладів.**
   Залежно від складу кислотного залишку розрізняють такі типи солей:
   - **Середні солі** — утворюються при повній нейтралізації кислоти, наприклад, $NaCl$, K_2SO_4.
   - **Кислі солі** — містять частину заміщеного водню кислоти, наприклад, $NaHSO_4$.
   - **Основні солі** — містять залишки гідроксидних груп, наприклад, $Al(OH)Cl_2$.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

3. **Складіть рівняння реакцій утворення солей:**
   - а) Al(OH)_2Cl: $Al(OH)_3 + HCl \rightarrow Al(OH)_2Cl + H_2O$
   - б) CaOHNO_3: $Ca(OH)_2 + HNO_3 \rightarrow CaOHNO_3 + H_2O$
   - в) Mg_3(PO_4)_2: $3Mg(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Mg_3(PO_4)_2 + 6H_2O$
4. **Яким основам відповідають солі:**
   - а) CaSO_4 — $Ca(OH)_2$ (кальцій гідроксид).
   - б) Al(NO_3)_3 — $Al(OH)_3$ (алюміній гідроксид).
   - в) Fe(OH)_2Cl — $Fe(OH)_2$ (ферум(II) гідроксид).
   - г) Cr(HSO_4)_3 — $Cr(OH)_3$ (хром(III) гідроксид).
   - д) Na_3PO_4 — $NaOH$ (натрій гідроксид).
5. **У якій із сполук — $Al(OH)(NO_3)_2$ чи $Fe(HSO_4)_3$ — масова частка Оксигену більша?**
   Масова частка Оксигену більша у $Fe(HSO_4)_3$, оскільки ця сполука містить більше атомів Оксигену в порівнянні з $Al(OH)(NO_3)_2$.
6. **Складіть рівняння реакцій, у результаті яких утворюється:**
   - а) магній нітрат: $Mg + 2HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2$
   - б) купрум(II) сульфат: $Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$
7. **З розчинами яких солей — натрій сульфат, аргентум(I) нітрат, алюміній хлорид, плюмбум(II) нітрат, купрум(II) сульфат — буде реагувати залізо?**
   Залізо реагує з розчинами солей, якщо воно здатне витіснити інший метал із солі. Залізо буде реагувати з аргентум(I) нітратом $AgNO_3$, плюмбум(II) нітратом $Pb(NO_3)_2$, оскільки залізо є більш активним металом у порівнянні з аргентом та плюмбумом.
8. **Складіть рівняння всіх можливих реакцій між такими речовинами: кальцій нітрат, натрій гідроксид, купрум(II) сульфат, хлоридна кислота, магній.**
   - $Ca(NO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow Ca(OH)_2 + 2NaNO_3$
   - $CuSO_4 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$
   - $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$
   - $CuSO_4 + Mg \rightarrow MgSO_4 + Cu$

MATEMATIKA-DOMA.ORG

9. **Яка маса срібла утвориться в результаті взаємодії цинку масою 13 г з розчином аргентум(I) нітрату?**
   - Реакція: $Zn + 2AgNO_3 \to Zn(NO_3)_2 + 2Ag$.
   - Молярна маса $Zn = 65$ г/моль, кількість молей $Zn = \frac{13}{65} = 0.2$ моль.
   - За реакцією утворюється $0.2 \times 2 = 0.4$ моль Ag.
   - Маса $Ag = 0.4 \times 108 = 43.2$ г.
10. **Обчисліть масу осаду, який утвориться в результаті взаємодії барій нітрату масою 5.22 г з калій карбонатом.**
   - Реакція: $Ba(NO_3)_2 + K_2CO_3 \to BaCO_3 \downarrow + 2KNO_3$.
   - Молярна маса $Ba(NO_3)_2 = 261$ г/моль, кількість молей $Ba(NO_3)_2 = \frac{5.22}{261} = 0.02$ моль.
   - Кількість $BaCO_3 = 0.02$ моль, маса $BaCO_3 = 0.02 \times 197 = 3.94$ г.
11. **Яка маса осаду барій сульфату та яка кількість речовини калій хлориду утвориться внаслідок взаємодії барій хлориду масою 62,4 г з надлишком розчину калій сульфату?**
   - Реакція: $BaCl_2 + K_2SO_4 \to BaSO_4 \downarrow + 2KCl$.
   - Молярна маса $BaCl_2 = 208$ г/моль, кількість молей $BaCl_2 = \frac{62.4}{208} = 0.3$ моль.
   - Кількість $BaSO_4 = 0.3$ моль, маса $BaSO_4 = 0.3 \times 233 = 69.9$ г.
   - Кількість $KCl = 0.6$ моль.
12. **Який об'єм карбон(IV) оксиду (н. у.) виділиться в результаті взаємодії натрій карбонату масою 15.9 г з надлишком розчину нітратної кислоти? Скільки молекул міститиметься у цьому об'ємі вуглекислого газу (н. у.)?**
   - Реакція: $Na_2CO_3 + 2HNO_3 \to 2NaNO_3 + CO_2 + H_2O$.
   - Молярна маса $Na_2CO_3 = 106$ г/моль, кількість молей $Na_2CO_3 = \frac{15.9}{106} = 0.15$ моль.
   - Кількість $CO_2 = 0.15$ моль, об'єм $CO_2 = 0.15 \times 22.4 = 3.36$ л.
   - Кількість молекул $CO_2 = 0.15 \times 6.022 \times 10^{23} = 9.03 \times 10^{22}$ молекул.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

1.6. Генетичний зв’язок між найважливішими класами неорганічних сполук

1. **Складіть рівняння реакцій, у результаті яких можна здійснити такі перетворення:**
   - **а) Магній → магній оксид → магній хлорид → магній нітрат → магній гідроксид → магній сульфат → магній гідроген сульфат:**
     1. $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$
     2. $MgO + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O$
     3. $MgCl_2 + 2HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + 2HCl$
     4. $Mg(NO_3)_2 + 2NaOH \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow + 2NaNO_3$
     5. $Mg(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + 2H_2O$
     6. $MgSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Mg(HSO_4)_2$
   - **б) Магній → магній сульфат → магній гідроксид → магній оксид:**
     1. $Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2$
     2. $MgSO_4 + 2NaOH \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$
     3. $Mg(OH)_2 \xrightarrow{t} MgO + H_2O$
   - **в) Магній хлорид → аргентум хлорид:**
     1. $MgCl_2 + 2AgNO_3 \rightarrow 2AgCl\downarrow + Mg(NO_3)_2$
2. **Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:**
   - $Ba \rightarrow BaO \rightarrow Ba(OH)_2 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2$
     1. $2Ba + O_2 \rightarrow 2BaO$
     2. $BaO + H_2O \rightarrow Ba(OH)_2$
     3. $3Ba(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2 + 6H_2O$
   - $Zn \rightarrow ZnO \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnCl_2$
     1. $2Zn + O_2 \rightarrow 2ZnO$
     2. $ZnO + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2O$
     3. $ZnSO_4 + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$
     4. $Zn(OH)_2 + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + 2H_2O$

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

3. **Дано такі речовини: калій гідроксид, карбон(IV) оксид, цинк гідроксид, хлоридна кислота, магній оксид. Які із цих речовин взаємодіють між собою? Складіть рівняння реакцій і назвіть речовини, що утворилися.**
   - $KOH + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$ (утворюється калій карбонат)
   - $Zn(OH)_2 + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + 2H_2O$ (утворюється цинк хлорид)
   - $MgO + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O$ (утворюється магній хлорид)
4. **Із запропонованого ряду речовин випишіть окремо речовини, які реагують із калій гідроксидом, а потім речовини, які реагують із сульфатною кислотою:**
   - **Речовини, що реагують із калій гідроксидом:** SO_2, $FeCl_3$, $Zn(NO_3)_2$.
     - $2KOH + SO_2 \rightarrow K_2SO_3 + H_2O$
     - $3KOH + FeCl_3 \rightarrow Fe(OH)_3 + 3KCl$
     - $2KOH + Zn(NO_3)_2 \rightarrow Zn(OH)_2 + 2KNO_3$
   - **Речовини, що реагують із сульфатною кислотою:** Na_2O, $NaOH$, Na_2CO_3.
     - $Na_2O + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$
     - $NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$
     - $Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + CO_2 + H_2O$

§ 2. Хімічний зв’язок і будова речовини

2.1. Природа хімічного зв’язку

1. **Виберіть формули сполук, що утворені зв’язком:**
   - **а) Полярним ковалентним:** HCl, H_2S, SO_2
   - **б) Неполярним ковалентним:** O_2, N_2, H_2
   - **в) Йонним:** K_2O, MgO, $CaCl_2$
2. **Укажіть дві особливості, за якими йонний зв’язок відрізняється від ковалентного.**
   - В йонному зв’язку електрони повністю передаються від одного атома до іншого, тоді як у ковалентному відбувається спільне використання електронних пар.
   - Йонний зв’язок характерний для сполук між металічними та неметалічними елементами, тоді як ковалентний зв’язок утворюється переважно між неметалічними елементами.
3. **Які зв’язки у кальцій карбонаті є йонними, а які — ковалентними?**
   - У кальцій карбонаті $CaCO_3$ зв’язок між кальцієм і карбонатною групою (Ca^{2+} та CO_3^{2-}) є йонним, тоді як зв’язки між атомами в карбонат-іоні (C та O) є ковалентними.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

4. **Що таке кратність ковалентного зв'язку? Чому вона може дорівнювати?**
   - Кратність ковалентного зв'язку — це кількість спільних електронних пар між атомами. Вона може дорівнювати 1 (одинарний зв'язок), 2 (подвійний зв'язок) або 3 (потрійний зв'язок), наприклад, у молекулах H_2, O_2 та N_2 відповідно.
5. **Чи можуть молекули, утворені полярним ковалентним зв'язком, бути неполярними? Чому?**
   - Так, молекули, утворені полярним ковалентним зв'язком, можуть бути неполярними, якщо центр позитивного і негативного зарядів у них збігається. Наприклад, молекула CO_2 є неполярною, хоча зв'язки $C - O$ полярні, оскільки її лінійна структура призводить до симетричного розподілу заряду.
6. **До атома якого елемента повністю переходять спільні електронні пари в разі утворення йонного зв'язку?**
   - У разі утворення йонного зв'язку спільні електронні пари повністю переходять до атома більш електронегативного елемента, зазвичай неметалу, наприклад, до хлору в $NaCl$.

7. **Розставте формули молекул PCl_3, PBr_3, PF_3 за збільшенням довжини ковалентного зв'язку між їхніми атомами.**
   Оскільки довжина зв'язку залежить від розміру атомів, порядок буде таким: $PF_3 < PCl_3 < PBr_3$, де PBr_3 має найбільшу довжину зв'язку через більший радіус атома брому.
8. **Розставте формули молекул H_2S, Cl_2, N_2 за збільшенням кількості ковалентних зв'язків у їхніх молекулах.**
   Порядок за кількістю зв'язків: H_2S (одинарні зв'язки), Cl_2 (одинарний зв'язок між двома атомами), N_2 (потрійний зв'язок між атомами азоту).

9. **У якій зі сполук HBr, HCl, HI зв'язок між атомами є найбільш полярним?**
   Найбільш полярний зв'язок у сполуці HCl, оскільки різниця електронегативностей між атомами Гідрогену і Хлору найбільша порівняно з іншими галогенами.
10. **У якій із речовин зв'язок між атомами тільки ковалентний полярний?**
    - **а) Натрій оксид** — йонний зв'язок.
    - **б) Гідроген пероксид** — полярний ковалентний зв'язок.
    - **в) Карбон(IV) оксид** — полярний ковалентний зв'язок.

    Отже, правильна відповідь: гідроген пероксид та карбон(IV) оксид.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

11. **Визначте, за рахунок яких електронів (s-, p-) формується ковалентний зв'язок під час утворення молекул фтору F_2 і гідроген сульфіду H_2S.**

- У молекулі F_2 зв'язок утворюється за рахунок p-електронів фтору.
- У молекулі H_2S зв'язок утворюється за рахунок s-електронів Гідрогену та p-електронів Сульфуру.

2.2. Кристалічна й молекулярна будова речовини

1. **На основі чого розрізняють дві форми твердої речовини?**
   Дві форми твердої речовини розрізняють на основі їхньої внутрішньої структури: кристалічна форма має впорядковану структуру у вигляді кристалічних граток, а аморфна форма не має чіткої впорядкованої структури.
2. **Що таке кристалічні гратки? Вузли кристалічних граток?**
   Кристалічні гратки – це тривимірна структура, в якій частинки речовини розташовані в строго впорядкованому порядку. Вузли кристалічних граток – це точки в гратці, у яких розміщуються атоми, йони або молекули.
3. • **Які кристалічні гратки називають атомними? Якими хімічними зв'язками сполучені в них частинки речовини?**
   Атомними кристалічними гратками називають гратки, в яких частинки речовини (атоми) з'єднані між собою ковалентними зв'язками. Прикладом є алмаз.
4. • **Які фізичні властивості характерні для речовин з атомними кристалічними гратками?**
   Речовини з атомними кристалічними гратками мають високу твердість, дуже високі температури плавлення і кипіння, є нерозчинними у воді та зазвичай не проводять електричний струм.
5. • **Які кристалічні гратки називають молекулярними? Чому?**
   Молекулярні кристалічні гратки – це гратки, в яких частинки речовини є молекулами, що взаємодіють між собою через слабкі міжмолекулярні сили (ван дер Ваальсові або водневі зв'язки). Приклад – лід.
6. • **Які сили утримують молекули у вузлах молекулярних кристалічних граток?**
   Молекули у вузлах молекулярних кристалічних граток утримуються міжмолекулярними силами, такими як ван дер Ваальсові або водневі зв'язки.
7. • **Які фізичні властивості характерні для речовин у твердому стані з молекулярними кристалічними гратками?**
   Речовини з молекулярними кристалічними гратками мають низькі температури плавлення і кипіння, є легкоплавкими, часто м'якими і не проводять електричний струм.
8. • **Які речовини у твердому стані – графіт, йод, лід – мають молекулярні кристалічні гратки?**
   Із зазначених речовин молекулярні кристалічні гратки має йод та лід.
9. • **Які кристалічні гратки називають йонними? Які сили утримують частинки речовини у вузлах кристалічних граток?**
   Йонними називають гратки, в яких частинки речовини – це йони, що утримуються в вузлах за рахунок електростатичних сил притягання між позитивними і негативними йонами.
10. • **Які фізичні властивості характерні для речовин із йонними кристалічними гратками?**
    Речовини з йонними кристалічними гратками мають високі температури плавлення і

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

кипіння, тверді та крихкі, розчинні у воді, а в розчині та розплаві проводять електричний струм.

11. • **Які сполуки з йонним чи ковалентним зв'язком – погано розчиняються у воді та мають низькі температури плавлення і кипіння?**
Сполуки з молекулярними кристалічними гратками, наприклад, йод та лід, мають низькі температури плавлення і кипіння та погано розчиняються у воді.

12. **Які речовини — $CaCO_3$, H_2O (лід), алмаз, I_2 (тв), $NaCl$ — мають йонні кристалічні гратки?**

Із зазначених речовин йонні кристалічні гратки мають $CaCO_3$ і $NaCl$.

§ 3. Поняття про дисперсні системи. Колоїдні та істинні розчини

1. **Які системи називають дисперсними?**
Дисперсними системами називають системи, в яких одна речовина (дисперсна фаза) рівномірно розподілена в іншій (дисперсне середовище).
2. **Який компонент дисперсної системи називають дисперсійним середовищем? дисперсною фазою?**
Дисперсійне середовище – це речовина, в якій розподілена інша речовина. Дисперсна фаза – це речовина, що розподілена в дисперсійному середовищі.
3. **Що таке завісі? колоїдні розчини? істинні розчини? Яка із цих дисперсних систем є найстійкішою?**

- Завісі – це системи, в яких частинки дисперсної фази досить великі, щоб осідати з часом під дією сили тяжіння.
- Колоїдні розчини – це системи, в яких частинки дисперсної фази мають проміжний розмір і не осідають з часом.
- Істинні розчини – це системи, в яких частинки дисперсної фази настільки малі, що рівномірно розчиняються в середовищі, не осідаючи. Найстійкішою є істинна розчинна система.

4. **Істинним називають розчин, розмір частинок розчиненої речовини в якому:**
а) менший від 10^{-9} м.

5. **Який розмір частинок має бути в дисперсній системі, щоб її можна було віднести до колоїдних розчинів?**

Розмір частинок у колоїдних розчинах знаходиться в діапазоні від 10^{-7} до 10^{-9} м.

6. **Яку дисперсну систему називають суспензією? емульсією? Чим вони відрізняються?**

- Суспензія – це дисперсна система, в якій тверда речовина розподілена в рідкому середовищі.
- Емульсія – це дисперсна система, в якій одна рідина рівномірно розподілена в іншій рідині, з якою вона не змішується.

Вони відрізняються типом фаз: суспензія складається з твердої фази в рідині, а емульсія – з двох рідких фаз.

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

§ 4. Загальна характеристика розчинів. Значення розчинів у природі, житті та практичній діяльності людини

1. **Яка основна ознака характеризує розчини?**
   Основною ознакою розчинів є однорідність (гомогенність) їх складу на молекулярному рівні, що означає рівномірний розподіл частинок розчиненої речовини в розчиннику.
2. **За якою ознакою розчини відрізняються: а) від механічних сумішей; б) від хімічних сполук?**

- **а) Від механічних сумішей:** Розчини є однорідними на молекулярному рівні, тоді як механічні суміші можуть бути неоднорідними.
- **б) Від хімічних сполук:** Розчини є фізичною сумішшю речовин і не утворюють нових хімічних зв'язків між частинками, тоді як у хімічних сполуках атоми об'єднані хімічними зв'язками.

3. **Як розрізняють розчини за агрегатним станом?**
   Розчини можуть бути газоподібними, рідкими або твердими, залежно від агрегатного стану розчинника.
4. **Чи можуть розчини бути неводними? Наведіть приклади.**
   Так, розчини можуть бути неводними. Наприклад, розчин йоду в спирті (спиртовий розчин) та розчин сірки у вуглецю дисульфіді.
5. **Яке значення мають водні розчини в природі, житті та практичній діяльності людини?**
   Водні розчини мають велике значення в природі, оскільки вони беруть участь у біохімічних процесах у живих організмах. Вони використовуються в медицині, промисловості, сільському господарстві та побуті, забезпечуючи життєво важливі реакції та процеси.

§ 5. Розчинення – фізико-хімічний процес

1. **Який процес називають розчиненням? Чи відбувається при цьому зміна ступеня окиснення елементів?**
   Розчиненням називають процес, при якому речовина (розчинена речовина) розподіляється у розчиннику, утворюючи однорідний розчин. При цьому зміна ступеня окиснення елементів зазвичай не відбувається, оскільки розчинення є фізико-хімічним процесом без утворення нових хімічних сполук.
2. **Чому процес розчинення можна назвати: а) фізичним; б) хімічним; в) фізико-хімічним?**

- **Фізичним**, оскільки молекули розчиненої речовини рівномірно розподіляються у розчиннику.
- **Хімічним**, якщо під час розчинення утворюються іони або розчинене з'єднання вступає в реакцію з розчинником.
- **Фізико-хімічним**, тому що розчинення включає фізичні зміни (розподіл частинок) і може супроводжуватися хімічними змінами (утворенням іонів).

3. **Який процес – фізичний чи хімічний – супроводжується: а) поглинанням енергії; б) виділенням енергії?**

- **Поглинанням енергії** супроводжуються процеси, що потребують розриву міжмолекулярних зв'язків, наприклад, при розчиненні деяких речовин.

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

- **Виділенням енергії** супроводжуються процеси, що утворюють стабільні розчини, наприклад, при розчиненні кислот у воді.

4. **Як називають водні оболонки, що утворюються навколо кожного йона, коли він переходить у воду? Як називають полярні молекули води, що утворюють водні оболонки?**
   Водні оболонки навколо йонів називають гідратаційними оболонками. Полярні молекули води, що утворюють ці оболонки, називаються диполями.
5. **Чим розчини схожі з механічними сумішами? із хімічними сполуками?**

- З **механічними сумішами** розчини схожі тим, що вони є фізичною сумішшю частинок різних речовин.
- Із **хімічними сполуками** розчини схожі тим, що мають однорідний склад на молекулярному рівні, як у хімічних сполуках.

§ 6. Кристалогідрати

1. **Які сполуки називають кристалогідратами? Наведіть приклади. Яку воду називають кристалізаційною?**
   Кристалогідратами називають сполуки, які містять молекули води, що інтегровані в їхню кристалічну структуру. Вода, яка входить до складу кристалогідрату, називається кристалізаційною водою. Приклади кристалогідратів: мідний(II) сульфат пентагідрат ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) та натрій сульфат декагідрат ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$).
2. **Обчисліть масову частку кристалізаційної води в кристалогідраті $Na_2S \cdot 9H_2O$.**
   Молярна маса $Na_2S \cdot 9H_2O$: $M_{Na_2S} = 78$ г/моль, $9H_2O = 9 \times 18 = 162$ г/моль.
   Масова частка води: $\frac{162}{78+162} \times 100\% = 67.5\%$.
3. **Яка масова частка кристалізаційної води міститься в кристалогідраті $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$?**
   Молярна маса $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$: $M_{Na_2CO_3} = 106$ г/моль, $10H_2O = 10 \times 18 = 180$ г/моль.
   Масова частка води: $\frac{180}{106+180} \times 100\% = 62.9\%$.
4. **Склад кристалогідрату можна описати формулою $CaCl_2 \cdot 6H_2O$. Визначте масову частку кристалізаційної води в цій речовині.**
   Молярна маса $CaCl_2 \cdot 6H_2O$: $M_{CaCl_2} = 111$ г/моль, $6H_2O = 6 \times 18 = 108$ г/моль.
   Масова частка води: $\frac{108}{111+108} \times 100\% = 49.3\%$.
5. **Яка масова частка кристалізаційної води в кристалогідраті $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$?**
   Молярна маса $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$: $M_{ZnSO_4} = 161$ г/моль, $7H_2O = 7 \times 18 = 126$ г/моль.
   Масова частка води: $\frac{126}{161+126} \times 100\% = 43.9\%$.

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

6. **Яка масова частка кристалізаційної води в кристалогідраті $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$?**

   Оберіть правильну відповідь:

   - а) 32,4%
   - б) 48,4%
   - в) 28,8%
   - г) 22,9%

   Розрахунок:

   Молярна маса $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$: $M_{Fe_2(SO_4)_3} = 400$ г/моль, $9H_2O = 9 \times 18 = 162$ г/моль.

   Масова частка води: $\frac{162}{400+162} \times 100\% = 28.8\%$. Відповідь: в) 28,8%.

7. **Якою є формула кристалогідрату, утвореного $MgCl_2$, якщо масова частка кристалізаційної води в ньому становить 53,2%?**

   Нехай формула кристалогідрату $MgCl_2 \cdot xH_2O$.

   Молярна маса $MgCl_2 = 95$ г/моль, $xH_2O = x \times 18$.

   Рівняння: $\frac{18x}{95+18x} \times 100\% = 53.2\%$.

   Розв'язавши рівняння, отримаємо $x = 6$. Формула: $MgCl_2 \cdot 6H_2O$.

8. **Якою є формула кристалогідрату, утвореного $Ca(NO_3)_2$, якщо масова частка кристалізаційної води в ньому становить 69,9%?**

   Нехай формула кристалогідрату $Ca(NO_3)_2 \cdot xH_2O$.

   Молярна маса $Ca(NO_3)_2 = 164$ г/моль, $xH_2O = x \times 18$.

   Рівняння: $\frac{18x}{164+18x} \times 100\% = 69.9\%$.

   Розв'язавши рівняння, отримаємо $x = 12$. Формула: $Ca(NO_3)_2 \cdot 12H_2O$.

9. **Визначте масу кристалів купрум(II) сульфату в розчині, утвореному випарюванням 50% розчину купрум(II) сульфату пентагідрату.**
   Спершу обчисліть кількість розчиненої речовини купрум(II) сульфату в розчині перед випарюванням та після нього.
10. **Яка маса магній сульфату гептагідрату випаде в осад під час повного випаровування 700 г розчину магній сульфату з масовою часткою 8,4%?**
    Обчисліть масу магній сульфату гептагідрату, що відповідає зазначеній масовій частці в розчині.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

§ 7. Будова молекули води. Поняття про міжмолекулярний водневий зв’язок

1. **Яку геометричну форму мають молекули води? Чим це пояснити?**
   Молекула води має форму зігнутого кута (V-подібну). Це пояснюється тим, що два ковалентні зв’язки з атомами Гідрогену утворюють кут приблизно 104,5°, оскільки неподілені електронні пари на атомі Оксигену відштовхуються, зближуючи водневі атоми.
2. **Чим відрізняється характер хімічного зв’язку в молекулі води та молекулах водню та кисню?**
   У молекулі води зв’язки між атомами Гідрогену та Оксигену є полярними ковалентними, тому що Оксиген є значно електронегативнішим за Гідроген. У молекулах водню (H_2) та кисню (O_2) зв’язки є неполярними ковалентними, оскільки атоми однакового елемента мають однакову електронегативність.
3. • **В атомі Оксигену на 2p-орбіталях неспарені електрони перебувають під кутом 90°. Чому в молекулі води кут між двома ковалентними зв’язками становить 104,5°?**
   Вода має тетраедричну гібридизацію (sp^3), де ковалентні зв’язки відштовхуються від двох неподілених електронних пар на атомі Оксигену. Це змушує зв’язки з Гідрогеном розташовуватися під кутом 104,5°, що є меншим за ідеальний тетраедричний кут 109,5° через відштовхування між неподіленими парами електронів.
4. • **Що таке міжмолекулярний водневий зв’язок? У яких випадках він виникає? Як його умовно позначають?**
   Водневий зв'язок – це міжмолекулярна взаємодія, що виникає між молекулами, коли Гідроген зв'язаний з дуже електронегативним атомом (таким як Оксиген, Нітроген або Флуор). Він позначається пунктиром між атомом Гідрогену однієї молекули і електронегативним атомом іншої молекули (наприклад, H⋯OH \cdots OH⋯O).
5. • **Чому вода має більшу густину, ніж лід?**
   У льоду молекули води утворюють кристалічну структуру з водневими зв’язками, що залишає багато простору між молекулами, роблячи лід менш щільним. У рідкій воді ця структура руйнується, і молекули зближуються, збільшуючи густину.

6. **Чим пояснюють той факт, що H_2O має більшу температуру кипіння порівняно з температурами кипіння речовин подібної будови H_2S, H_2Se, H_2Te?**
   Вода має значно більшу температуру кипіння завдяки водневим зв’язкам, які значно сильніші за міжмолекулярні сили в інших молекулах подібної будови, таких як H_2S, H_2Se, і H_2Te.

7. **Чому вода є універсальним розчинником?**
   Вода є універсальним розчинником через свою полярність і здатність утворювати водневі зв’язки, що дозволяє їй розчиняти багато йонних і полярних речовин.

8. **Гідратація — це процес, який відбувається за участі розчиненої речовини у воді.**
   Гідратація відбувається внаслідок:
   б) приєднання молекул води за рахунок електростатичної взаємодії;

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

§ 8. Розчинність речовин у воді. Залежність розчинності від різних чинників

1. **Що таке розчинність речовини?**
   Розчинність речовини – це максимальна кількість цієї речовини, яка може розчинитися в певному об'ємі розчинника (зазвичай води) при певній температурі, утворюючи насичений розчин.
2. **Як підвищення температури впливає на розчинність у воді твердих, рідких і газоподібних речовин?**

- Для твердих речовин розчинність зазвичай зростає із підвищенням температури.
- Для рідких речовин вплив температури залежить від природи речовини.
- Для газів розчинність зменшується із підвищенням температури, оскільки гази легше випаровуються при вищих температурах.

3. **Який розчин називають: а) ненасиченим; б) насиченим; в) пересиченим? Який з указаних розчинів є найбільш: а) стабільним; б) нестабільним? Як визначити насичений розчин?**

- **Ненасичений** розчин – це розчин, який може розчинити ще додаткову кількість речовини.
- **Насичений** розчин – це розчин, що містить максимальну кількість розчиненої речовини при даних умовах.
- **Пересичений** розчин – це розчин, що містить більше розчиненої речовини, ніж у насиченому розчині, зазвичай утворений при охолодженні.
- Найбільш **стабільним** є насичений розчин, тоді як пересичений є **нестабільним** і може осаджувати надлишок речовини.

4. Розчинність у воді якої з речовин з підвищенням тиску зростає: а) $NaCl$; б) H_2SO_4; в) $NaOH$; г) CO_2?

   Розчинність газів, таких як CO_2, зростає із підвищенням тиску.

5. **Як кількісно характеризують розчинність твердих речовин у воді? Що таке коефіцієнт розчинності речовини? Як його позначають? Що таке криві розчинності?**
   Розчинність твердих речовин у воді характеризують кількісно через масу речовини, яка може розчинитися в 100 г води при даній температурі. **Коефіцієнт розчинності** – це маса розчиненої речовини в 100 г розчинника. Його позначають символом **S** або **Кр**. **Криві розчинності** показують залежність розчинності речовини від температури.
6. **Навіщо акваріумісти часто пропускають повітря крізь воду в акваріуми?**
   Це збільшує кількість розчиненого кисню у воді, який необхідний для дихання риб та інших живих організмів у акваріумі.
7. **У 100 г води розчинено:**

- **а) 120 г купрум(II) сульфату за 78 °С;**
- **б) 160 г калій нітрату за 60 °С;**
- **в) 80 г купрум(II)сульфату за 70 °С.**

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

1. За температури 50 °C насичений розчин $AgNO_3$ утворюється в 19,8 г води. Визначте коефіцієнт розчинності солі за цієї температури.

1. **Дано**: У насиченому розчині $AgNO_3$ при температурі 50 °C розчиняється 19,8 г солі в 100 г води.
2. **Знайти**: Коефіцієнт розчинності солі за цієї температури.

Розв'язання:

Коефіцієнт розчинності можна визначити за формулою:

$$K = \frac{m_{\text{речовини}}}{m_{\text{води}}} + 1$$

де $m_{\text{речовини}} = 19.8\,\text{г}$ – маса розчиненої солі, а $m_{\text{води}} = 100\,\text{г}$ – маса води.

Отже,

$$K = \frac{19.8}{100} + 1 = 4,050$$

Відповідь: Коефіцієнт розчинності $AgNO_3$ при 50 °C становить 4,050.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

2. Визначте коефіцієнт розчинності амоній хлориду, якщо за температури 50 °С у 450 г насиченого розчину міститься 150 г солі.

Завдання 2

1. **Дано**: У насиченому розчині амоній хлориду при температурі 50 °C у 450 г розчину міститься 150 г солі.
2. **Знайти**: Коефіцієнт розчинності амоній хлориду за цієї температури.

Розв'язання:

Для обчислення коефіцієнта розчинності використовуємо формулу:

$$K = \frac{m_{\text{речовини}}}{m_{\text{води}}} \times 100$$

де:

- $m_{\text{речовини}} = 150\,\text{г}$ (маса солі),
- $m_{\text{розчину}} = 450\,\text{г}$.

Спершу обчислимо масу води в розчині:

$$m_{\text{води}} = m_{\text{розчину}} - m_{\text{речовини}} = 450 - 150 = 300\,\text{г}$$

Тепер підставимо значення в формулу:

$$K = \frac{150}{300} \times 100 = 50$$

Відповідь: Коефіцієнт розчинності амоній хлориду при 50 °C становить 50 г.

3. Яка маса барій хлориду (з утворенням насиченого розчину) може розчинитися в 0,1 л води за 20 °С, якщо коефіцієнт розчинності $BaCl_2$ за цієї температури дорівнює 0,357 г/мл?

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

Завдання 3

1. **Дано**: Багаторазово утворений насичений розчин барій хлориду ($BaCl_2$) при температурі 20 °C містить 0,357 г солі на 1 мл розчину.
2. **Знайти**: Яку масу $BaCl_2$ можна розчинити в 0,1 л води при 20 °C?

Розв'язання:

Знаючи, що 1 мл розчину містить 0,357 г $BaCl_2$, можемо визначити масу солі в 100 мл (0,1 л) розчину:

$$m = 0,357\,\text{г/мл} \times 100\,\text{мл} = 35,7\,\text{г}$$

Відповідь: У 0,1 л води при 20 °C можна розчинити 35,7 г $BaCl_2$.

***4. Коефіцієнт розчинності амоній хлориду за температури 50 °C дорівнює 0,5 г/мл. Який об'єм води необхідно витратити, щоб приготувати насичений розчин, що містить 100 г цієї солі?**

Завдання 4

1. **Дано**: Коефіцієнт розчинності амоній хлориду при температурі 50 °C дорівнює 0,5 г/мл.
2. **Знайти**: Який об'єм води потрібен для розчинення 100 г амоній хлориду.

Розв'язання:

Маса, яку можна розчинити в 1 мл води, становить 0,5 г. Отже, для розчинення 100 г амоній хлориду обчислимо об'єм води:

$$V = \frac{m_{\text{речовини}}}{K} = \frac{100\,\text{г}}{0,5\,\text{г/мл}} = 200\,\text{мл}$$

Відповідь: Для розчинення 100 г амоній хлориду потрібно 200 мл води.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

Завдання 5

Умова: Яку масу води потрібно витратити для приготування насиченого за температури 20 °C розчину аргентум(I) нітрату, якщо використати 210 г солі? Коефіцієнт розчинності солі становить 2,278 г/мл.

Розв'язання:

Відомо, що коефіцієнт розчинності аргентум(I) нітрату при 20 °C становить 2,278 г/мл, тобто у 1 мл води розчиняється 2,278 г солі.

Обчислимо об'єм води, необхідний для розчинення 210 г солі:

$$V = \frac{m_{\text{солі}}}{K} = \frac{210\,\text{г}}{2,278\,\text{г/мл}} \approx 92,2\,\text{мл}$$

Тепер обчислимо масу води. Враховуючи, що густина води близька до 1 г/мл, маса води дорівнюватиме об'єму:

$$m_{\text{води}} = 92,2\,\text{г}$$

Відповідь: Для приготування насиченого розчину потрібно приблизно 92,2 г води.

§ 10. Кількісний склад розчинів: масова частка розчиненої речовини

Питання 1

Що таке масова частка розчинної речовини? Відсоткова концентрація?

- **Масова частка розчинної речовини** – це відношення маси розчиненої речовини до загальної маси розчину. Вона визначається за формулою:

$$w = \frac{m_{\text{речовини}}}{m_{\text{розчину}}}$$

де w – масова частка, $m_{\text{речовини}}$ – маса розчиненої речовини, а $m_{\text{розчину}}$ – маса розчину.

- **Відсоткова концентрація** – це масова частка розчиненої речовини, виражена у відсотках. Вона показує, скільки грамів речовини міститься в 100 г розчину. Відсоткова концентрація обчислюється за формулою:

$$C\% = w \times 100\%$$

MATEMATIKA-DOMA.ORG

Питання 2

Чим насичений розчин відрізняється від концентрованого?

- **Насичений розчин** – це розчин, у якому за даної температури вже не може розчинятися більше речовини, оскільки досягнуто максимальної розчинності. Якщо додати більше речовини, вона не розчиниться і залишиться у вигляді осаду.
- **Концентрований розчин** – це розчин, який містить велику кількість розчиненої речовини, але не обов'язково досягає межі насичення. Тобто концентрований розчин може бути як ненасиченим, так і насиченим залежно від кількості розчиненої речовини та температури.

Питання 3

За якими формулами визначають масову частку розчиненої речовини у розчині?

- Масова частка розчиненої речовини визначається за формулою:

$$w = \frac{m_{\text{речовини}}}{m_{\text{розчину}}}$$

- Для визначення відсоткової концентрації можна використати формулу:

$$C\% = \frac{m_{\text{речовини}}}{m_{\text{розчину}}} \times 100\%$$

Ці формули допомагають обчислити, скільки маси розчиненої речовини припадає на одиницю маси розчину.

Завдання 4

Умова: Визначте масову частку речовини в розчині, який одержали в результаті розчинення 20 г речовини в 380 г води.

Розв'язання:

1. Знайдемо масу розчину:

$$m_{\text{розчину}} = m_{\text{речовини}} + m_{\text{води}} = 20\,\text{г} + 380\,\text{г} = 400\,\text{г}$$

2. Обчислимо масову частку речовини за формулою:

$$w = \frac{m_{\text{речовини}}}{m_{\text{розчину}}} = \frac{20}{400} = 0{,}05$$

3. Виразимо масову частку у відсотках:

$$w = 0{,}05 \times 100\% = 5\%$$

Відповідь: Масова частка речовини в розчині становить 5%.

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

Завдання 5

Умова: Сіль масою 50 г розчинили в 350 г дистильованої води. Якою є масова частка солі в утвореному розчині?

Розв'язання:

1. Знайдемо масу розчину:

$$m_{\text{розчину}} = m_{\text{солі}} + m_{\text{води}} = 50\,\text{г} + 350\,\text{г} = 400\,\text{г}$$

2. Обчислимо масову частку солі за формулою:

$$w = \frac{m_{\text{солі}}}{m_{\text{розчину}}} = \frac{50}{400} = 0{,}125$$

3. Виразимо масову частку у відсотках:

$$w = 0{,}125 \times 100\% = 12{,}5\%$$

Відповідь: Масова частка солі в розчині становить 12,5%.

Завдання 8

Умова: Змішали 250 г розчину з масовою часткою речовини 25% та 400 г розчину з масовою часткою тієї самої речовини 10%. Розчин з якою масовою часткою речовини утворився?

Розв'язання:

1. Знайдемо масу речовини в кожному розчині:
   - У першому розчині з масовою часткою 25%:
$$m_{\text{речовини 1}} = 250 \times 0{,}25 = 62{,}5\,\text{г}$$
   - У другому розчині з масовою часткою 10%:
$$m_{\text{речовини 2}} = 400 \times 0{,}10 = 40\,\text{г}$$
2. Знайдемо загальну масу речовини після змішування:
$$m_{\text{речовини загальна}} = 62{,}5 + 40 = 102{,}5\,\text{г}$$
3. Знайдемо загальну масу розчину після змішування:
$$m_{\text{розчину загальна}} = 250 + 400 = 650\,\text{г}$$
4. Обчислимо масову частку речовини в утвореному розчині:
$$w = \frac{m_{\text{речовини загальна}}}{m_{\text{розчину загальна}}} \times 100\% = \frac{102{,}5}{650} \times 100\% \approx 7{,}7\%$$

Відповідь: Масова частка речовини в утвореному розчині становить приблизно 7,7%.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

Завдання 9

Умова: Яку масу натрій сульфату необхідно розчинити у воді, щоб одержати 150 г розчину з масовою часткою солі 20%?

Розв'язання:

1. Знайдемо масу натрій сульфату (солі) за формулою:

$$m_{\text{солі}} = m_{\text{розчину}} \times w$$

де $w = 20\% = 0{,}20$ і $m_{\text{розчину}} = 150\,\text{г}$.

2. Підставимо значення:

$$m_{\text{солі}} = 150\,\text{г} \times 0{,}20 = 30\,\text{г}$$

Відповідь: Необхідно розчинити 30 г натрій сульфату.

Завдання 10

Умова: Яку масу розчину з масовою часткою кальцій хлориду 1,51% потрібно змішати з 80 г розчину з масовою часткою тієї речовини 20%, щоб одержати розчин з масовою часткою солі 12%?

Розв'язання:

Позначимо масу першого розчину (з масовою часткою 1,51%) як m1.

Визначимо масу кальцій хлориду (солі) в кожному розчині:

- У першому розчині з масовою часткою 1,51%:

$$m_{\text{солі 1}} = m_1 \times 0{,}0151$$

- У другому розчині (80 г з масовою часткою 20%):

$$m_{\text{солі 2}} = 80 \times 0{,}20 = 16\,\text{г}$$

3. Загальна маса розчину після змішування:

$$m_{\text{загальний}} = m_1 + 80$$

4. Оскільки масова частка у новому розчині повинна бути 12%, то маса солі в цьому розчині дорівнюватиме:

$$m_{\text{солі загальна}} = (m_1 + 80) \times 0{,}12$$

5. Складемо рівняння, прирівнявши суму мас солі до загальної маси солі в новому розчині:

$$m_1 \times 0{,}0151 + 16 = (m_1 + 80) \times 0{,}12$$

6. Розкриємо дужки та розв'яжемо рівняння:

$$0{,}0151m_1 + 16 = 0{,}12m_1 + 9{,}6$$

$$16 - 9{,}6 = 0{,}12m_1 - 0{,}0151m_1$$

$$6{,}4 = 0{,}1049m_1$$

$$m_1 = \frac{6{,}4}{0{,}1049} \approx 61\,\text{г}$$

Відповідь: Для отримання розчину з масовою часткою солі 12% потрібно взяти 61 г розчину з масовою часткою 1,51%.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

Умова: Яку масу води треба додати до 315 г розчину купрум(II) сульфату з $w(\mathrm{CuSO_4}) = 30\%$, щоб одержати розчин з $w(\mathrm{CuSO_4}) = 20\%$?

Розв'язання:

1. Знайдемо масу купрум(II) сульфату в початковому розчині:

$$m_{\mathrm{CuSO_4}} = 315 \times 0{,}3 = 94{,}5\,\text{г}$$

2. Нехай маса води, яку потрібно додати, дорівнює $m_{\text{води}}$. Тоді загальна маса нового розчину буде:

$$m_{\text{нового розчину}} = 315 + m_{\text{води}}$$

3. Вимога задачі: масова частка $CuSO_4$ у новому розчині має бути 20%. Отже:

$$0{,}20 = \frac{94{,}5}{315 + m_{\text{води}}}$$

4. Розв'яжемо це рівняння для $m_{\text{води}}$:

$$0{,}20 \times (315 + m_{\text{води}}) = 94{,}5$$

$$63 + 0{,}20m_{\text{води}} = 94{,}5$$

$$0{,}20m_{\text{води}} = 94{,}5 - 63$$

$$0{,}20m_{\text{води}} = 31{,}5$$

$$m_{\text{води}} = \frac{31{,}5}{0{,}20} = 157{,}5\,\text{г}$$

Відповідь: Щоб отримати розчин з масовою часткою $CuSO_4$ 20%, потрібно додати 157,5 г води.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

§ 11. Кількісний склад розчинів: молярна концентрація розчиненої речовини

1. Що таке молярна концентрація речовини в розчині? У яких одиницях її вимірюють?

Молярна концентрація речовини в розчині – це величина, яка показує кількість моль розчиненої речовини, що міститься в одному літрі розчину. Вона вказує на "насиченість" розчину певною кількістю молекул або іонів розчиненої речовини.

Молярна концентрація позначається символом C або M і обчислюється за формулою:

$$C = \frac{n}{V}$$

де:

- C – молярна концентрація,
- n – кількість молей розчиненої речовини,
- V – об'єм розчину в літрах.

Одиниці вимірювання молярної концентрації – моль/л (або М).

Завдання 2

Умова: Обчисліть об'єм розчину калій нітрату молярною концентрацією 2,5 моль/л, що містить 50,5 г цієї солі.

Дано:

- Молярна концентрація $C = 2,5 \, \text{моль/л}$
- Маса солі $m = 50,5 \, \text{г}$
- Молярна маса калій нітрату $\text{KNO}_3 = 101 \, \text{г/моль}$

Знайти: Об'єм розчину V.

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молей калій нітрату за формулою:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{50,5}{101} = 0,5 \, \text{моль}$$

2. Скористаємося формулою для молярної концентрації, щоб знайти об'єм розчину:

$$V = \frac{n}{C} = \frac{0,5}{2,5} = 0,2 \, \text{л} = 200 \, \text{мл}$$

Відповідь: Об'єм розчину калій нітрату становить 200 мл.

3. Розчин об'ємом 3 л містить 222 г магній нітрату. Яка молярна концентрація солі у цьому розчині?

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молей магній нітрату:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{222}{148} \approx 1,5 \,\text{моль}$$

2. Обчислимо молярну концентрацію:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{1,5}{3} = 0,5 \,\text{моль/л}$$

Відповідь: Молярна концентрація солі у розчині становить 0,5 моль/л (варіант б).

Завдання 4

Умова: Обчисліть молярну концентрацію натрій йодиду, якщо 0,4 моль його міститься в 200 мл розчину.

Дано:

- Кількість речовини $n = 0,4 \,\text{моль}$
- Об'єм розчину $V = 200 \,\text{мл} = 0,2 \,\text{л}$

Знайти: Молярна концентрація C.

Розв'язання:

1. Скористаємося формулою для молярної концентрації:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,4}{0,2} = 2 \,\text{моль/л}$$

Відповідь: Молярна концентрація натрій йодиду становить 2 моль/л.

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

Завдання 5

Умова: Яка маса нітратної кислоти міститься в розчині об'ємом 150 мл з молярною концентрацією 6 моль/л?

Дано:

- Об'єм розчину $V = 150\,\text{мл} = 0{,}15\,\text{л}$
- Молярна концентрація $C = 6\,\text{моль/л}$
- Молярна маса нітратної кислоти $\text{HNO}_3 = 63\,\text{г/моль}$

Знайти: Маса нітратної кислоти m.

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молей нітратної кислоти в розчині:

$$n = C \times V = 6 \times 0{,}15 = 0{,}9\,\text{моль}$$

2. Обчислимо масу нітратної кислоти:

$$m = n \times M = 0{,}9 \times 63 = 56{,}7\,\text{г}$$

Відповідь: Маса нітратної кислоти в розчині становить 56,7 г.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

Завдання 6

Умова: Обчисліть молярну концентрацію калій гідроксиду, у 750 мл розчину якого міститься 84 г цього лугу.

Дано:

- Об'єм розчину $V = 750\,\text{мл} = 0,75\,\text{л}$
- Маса калій гідроксиду $m = 84\,\text{г}$
- Молярна маса калій гідроксиду $\text{KOH} = 56\,\text{г/моль}$

Знайти: Молярна концентрація C.

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молей калій гідроксиду:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{84}{56} = 1,5\,\text{моль}$$

2. Обчислимо молярну концентрацію:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{1,5}{0,75} = 2\,\text{моль/л}$$

Відповідь: Молярна концентрація калій гідроксиду становить 2 моль/л.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

Завдання 7

Умова: Визначте молярну концентрацію розчину натрій хлориду в розчині, 1,5 л якого прореагувало з аргентум(I) нітратом з утворенням 429 г осаду.

Дано:

- Об'єм розчину $V = 1,5\,\text{л}$
- Маса осаду (AgCl) $m = 429\,\text{г}$
- Молярна маса AgCl = 143,5 г/моль

Знайти: Молярна концентрація натрій хлориду C у розчині.

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молей осаду (AgCl):

$$n_{\text{AgCl}} = \frac{m}{M} = \frac{429}{143,5} = 3\,\text{моль}$$

2. Оскільки натрій хлорид реагує з аргентум(I) нітратом у співвідношенні 1:1, то кількість молей NaCl також буде 3 моль.

3. Обчислимо молярну концентрацію NaCl:

$$C = \frac{n_{\text{NaCl}}}{V} = \frac{3}{1,5} = 2\,\text{моль/л}$$

Відповідь: Молярна концентрація натрій хлориду становить 2 моль/л.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

Завдання 8

Умова: Визначте молярну концентрацію натрій карбонату в розчині, 200 мл якого можуть повністю прореагувати з хлоридною кислотою з утворенням карбон(IV) оксиду об'ємом 8,5 л (н.у.).

Дано:

- Об'єм розчину $V = 200\,\text{мл} = 0,2\,\text{л}$
- Об'єм CO_2 $V_{CO_2} = 8,5\,\text{л}$
- Молярний об'єм газу за н.у. $V_m = 22,4\,\text{л/моль}$

Знайти: Молярна концентрація натрій карбонату C.

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молей CO_2:

$$n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_m} = \frac{8,5}{22,4} \approx 0,379\,\text{моль}$$

2. Оскільки Na_2CO_3 реагує з хлоридною кислотою, утворюючи CO_2, у співвідношенні 1:1, то кількість молей Na_2CO_3 також дорівнює 0,379 моль.

3. Обчислимо молярну концентрацію натрій карбонату:

$$C = \frac{n_{Na_2CO_3}}{V} = \frac{0,379}{0,2} \approx 1,895\,\text{моль/л}$$

Відповідь: Молярна концентрація натрій карбонату становить приблизно 1,895 моль/л.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

Завдання 9

Умова: Якою є молярна концентрація нітратної кислоти в розчині об'ємом 281 мл, що спрямована нейтралізувати купрум(II) гідроксид масою 107 г?

Дано:

- Об'єм розчину $V = 281\,\text{мл} = 0,281\,\text{л}$
- Маса купрум(II) гідроксиду $m_{\text{Cu(OH)}_2} = 107\,\text{г}$
- Молярна маса $\text{Cu(OH)}_2 = 97,5\,\text{г/моль}$

Знайти: Молярна концентрація нітратної кислоти C_{HNO_3}.

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молей Cu(OH)_2:

$$n_{\text{Cu(OH)}_2} = \frac{m}{M} = \frac{107}{97,5} \approx 1,097\,\text{моль}$$

2. За рівнянням реакції $\text{Cu(OH)}_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, співвідношення між Cu(OH)_2 та HNO_3 дорівнює 1:2. Тому кількість молей HNO_3 дорівнює:

$$n_{\text{HNO}_3} = 1,097 \times 2 = 2,194\,\text{моль}$$

3. Обчислимо молярну концентрацію нітратної кислоти:

$$C_{\text{HNO}_3} = \frac{n_{\text{HNO}_3}}{V} = \frac{2,194}{0,281} \approx 7,81\,\text{моль/л}$$

Відповідь: Молярна концентрація нітратної кислоти становить приблизно 7,81 моль/л.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

§ 12. Поняття про еквівалент та молярну концентрацію еквівалента. Обчислення молярної концентрації еквівалента

Завдання 1 (перевірка)

Умова: Обчисліть молярну концентрацію ортофосфатної кислоти, 500 мл розчину якої містять 28 г ортофосфатної кислоти.

Дано:

- Об'єм розчину $V = 500\,\text{мл} = 0,5\,\text{л}$
- Маса ортофосфатної кислоти $m = 28\,\text{г}$
- Молярна маса ортофосфатної кислоти $\text{H}_3\text{PO}_4 = 98\,\text{г/моль}$

Знайти: Молярна концентрація C.

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молей ортофосфатної кислоти:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{28}{98} = 0,286\,\text{моль}$$

2. Обчислимо молярну концентрацію:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,286}{0,5} = 1,72\,\text{моль/л}$$

Відповідь: Молярна концентрація ортофосфатної кислоти становить 1,72 моль/л.

Завдання 2

Умова: Обчисліть молярну концентрацію еквівалента натрій гідроксиду, розчин якого об'ємом 200 мл містить 16 г цього лугу.

Дано:

- Об'єм розчину $V = 200\,\text{мл} = 0,2\,\text{л}$
- Маса натрій гідроксиду $m = 16\,\text{г}$
- Молярна маса натрій гідроксиду $\text{NaOH} = 40\,\text{г/моль}$

Знайти: Молярна концентрація еквівалента $C_{\text{екв}}$.

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молей NaOH:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{16}{40} = 0,4\,\text{моль}$$

2. Оскільки натрій гідроксид є однобазним лугом (еквівалентність = 1), молярна концентрація еквівалента дорівнює молярній концентрації речовини:

$$C_{\text{екв}} = \frac{n}{V} = \frac{0,4}{0,2} = 2\,\text{моль/л}$$

Відповідь: Молярна концентрація еквівалента натрій гідроксиду становить 2 моль/л.

МАТЕМАТІКА-DOMA.ORG

3. **Обчисліть молярну концентрацію еквівалента натрій хлориду, якщо 400 мл його розчину повністю взаємодіють з розчином, що містить 34 г аргентум(I) нітрату.**

Дано:
$V = 400\,\text{мл} = 0.4\,\text{л}$
$m(\text{AgNO}_3) = 34\,\text{г}$
$C_{\text{екв}} = ?$

Розв'язання:

1. Молярна маса $\text{AgNO}_3 = 170\,\text{г/моль}$, тому кількість молей:

$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{34}{170} = 0.2\,\text{моль}$$

2. В реакції 1 моль AgNO_3 реагує з 1 молем NaCl, тому $n(\text{NaCl}) = 0.2\,\text{моль}$.
3. Молярна концентрація еквівалента NaCl:

$$C_{\text{екв}} = \frac{n(\text{NaCl})}{V} = \frac{0.2}{0.4} = 0.5\,\text{моль/л}$$

Відповідь: $C_{\text{екв}} = 0.5\,\text{моль/л}$.

Завдання 4 (перевірка)

Умова: У розчині об'ємом 250 мл міститься магній сульфат, який повністю прореагував з натрій гідроксидом масою 10 г. Обчисліть молярну концентрацію еквівалента магній сульфату в розчині.

Дано:

- Об'єм розчину $V = 250\,\text{мл} = 0.25\,\text{л}$
- Маса натрій гідроксиду $m_{\text{NaOH}} = 10\,\text{г}$
- Молярна маса натрій гідроксиду $M_{\text{NaOH}} = 40\,\text{г/моль}$

Знайти: Молярна концентрація еквівалента магній сульфату $C_{\text{екв}}$.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молей натрій гідроксиду:

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{10}{40} = 0,25 \text{ моль}$$

2. Реакція між магній сульфатом і натрій гідроксидом відбувається за рівнянням:

$$\text{MgSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$$

   З цього рівняння видно, що на 1 моль MgSO_4 потрібно 2 моль NaOH. Тому кількість молей MgSO_4 буде:

$$n_{\text{MgSO}_4} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{2} = \frac{0,25}{2} = 0,125 \text{ моль}$$

3. Магній сульфат (MgSO_4) має еквівалентність 2 (оскільки утворює два заряджені іони), тому кількість еквівалентів магній сульфату дорівнює:

$$n_{\text{екв MgSO}_4} = 0,125 \times 2 = 0,25 \text{ екв}$$

4. Тепер обчислимо молярну концентрацію еквівалента:

$$C_{\text{екв}} = \frac{n_{\text{екв MgSO}_4}}{V} = \frac{0,25}{0,25} = 1 \text{ моль/л}$$

Відповідь: Молярна концентрація еквівалента магній сульфату в розчині становить 1 моль/л.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

Завдання 5

Умова: Обчисліть молярну концентрацію еквівалента сульфатної кислоти, у результаті взаємоді 0,5 л розчину якої з алюмінієм виділяється 33,6 л (н. у.) водню.

Дано:

- Об'єм розчину $V = 0,5\,\text{л}$
- Об'єм виділеного водню $V_{\text{H}_2} = 33,6\,\text{л}$
- Молярний об'єм газу за нормальних умов $V_m = 22,4\,\text{л/моль}$

Знайти: Молярна концентрація еквівалента сульфатної кислоти $C_{\text{екв}}$.

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молей водню:

$$n_{\text{H}_2} = \frac{V_{\text{H}_2}}{V_m} = \frac{33,6}{22,4} = 1,5\,\text{моль}$$

2. Реакція між сульфатною кислотою і алюмінієм відбувається за рівнянням:

$$2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$$

З рівняння видно, що на 3 моль H_2 потрібно 3 моль H_2SO_4. Тому кількість молей H_2SO_4 дорівнює кількості молей H_2, тобто:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,5\,\text{моль}$$

3. Оскільки сульфатна кислота H_2SO_4 є двохосновною (еквівалентність = 2), молярна концентрація еквівалента дорівнює:

$$C_{\text{екв}} = \frac{n_{\text{екв}}}{V} = \frac{1,5 \times 2}{0,5} = 6\,\text{моль/л}$$

Відповідь: Молярна концентрація еквівалента сульфатної кислоти становить 6 моль/л.

§ 13. Густина розчину. Залежність між густиною розчину та його складом

1. **Як розчинена речовина може впливати на густину розчину?**
   Розчинена речовина може підвищувати густину розчину, оскільки маса розчиненої речовини додається до маси розчинника. Якщо розчинена речовина має вищу густину, ніж розчинник, густина розчину також зростає. Наприклад, додавання солі до води збільшує густину отриманого розчину.
2. **За допомогою якого приладу можна виміряти густину розчину? На чому ґрунтується принцип його дії?**
   Густину розчину можна виміряти за допомогою ареометра. Принцип дії ареометра базується на законі Архімеда: прилад занурюється в рідину, і рівень занурення залежить від густини рідини. Чим густіша рідина, тим менше ареометр занурюється в неї.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

3. **Як можна приготувати розчин із заданою масовою часткою розчиненої речовини? Поясніть на прикладі.**

   Щоб приготувати розчин із заданою масовою часткою, потрібно розрахувати масу розчиненої речовини та масу розчину. Наприклад, для приготування 200 г розчину з масовою часткою солі 10%, необхідно взяти 20 г солі та 180 г води (оскільки $\frac{20}{200} \times 100\% = 10\%$).

4. **Обчисліть молярну концентрацію сульфатної кислоти в розчині з густиною 1,60 г/мл і масовою часткою кислоти 69,1%.**

   Дано:

   $$\rho = 1.60\,\text{г/мл}, \quad \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 69.1\%$$

   Розв'язання:

   1. Обчислюємо масу кислоти в 1 л розчину:

      $$m(\text{р-ну}) = 1.60 \times 1000 = 1600\,\text{г}$$

      Маса кислоти:

      $$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1600 \times 0.691 = 1105.6\,\text{г}$$

   2. Молярна маса $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98\,\text{г/моль}$, тому кількість молей:

      $$n = \frac{1105.6}{98} \approx 11.28\,\text{моль}$$

   3. Молярна концентрація:

      $$C = \frac{n}{V} = \frac{11.28}{1} = 11.28\,\text{моль/л}$$

   Відповідь: $C = 11.28\,\text{моль/л}$.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

5. **Обчисліть молярну концентрацію хлоридної кислоти в розчині, масова частка HCl у якому становить 20%, а густина — 1,1 г/мл.**

Дано:

$$\rho = 1.1\,\text{г/мл}, \quad \omega(\text{HCl}) = 20\%$$

Розв'язання:

1. Маса розчину:
$$m(\text{р-ну}) = 1.1 \times 1000 = 1100\,\text{г}$$
Маса HCl:
$$m(\text{HCl}) = 1100 \times 0.2 = 220\,\text{г}$$
2. Молярна маса $\text{HCl} = 36.5\,\text{г/моль}$, тому кількість молей:
$$n = \frac{220}{36.5} \approx 6.03\,\text{моль}$$
3. Молярна концентрація:
$$C = \frac{n}{V} = \frac{6.03}{1} = 6.03\,\text{моль/л}$$

Відповідь: $C = 6.03\,\text{моль/л}$.

Завдання 6 (перевірка)

Умова: Обчисліть масову частку калій гідроксиду в розчині, де молярна концентрація лугу дорівнює 10 моль/л, а густина розчину — 1,4 г/мл.

Дано:

- Молярна концентрація калій гідроксиду $C = 10\,\text{моль/л}$
- Густина розчину $\rho = 1,4\,\text{г/мл} = 1400\,\text{г/л}$
- Молярна маса калій гідроксиду $M_{\text{KOH}} = 56\,\text{г/моль}$

Знайти: Масова частка калій гідроксиду w.

Розв'язання:

1. Знайдемо масу калій гідроксиду в 1 літрі розчину, використовуючи молярну концентрацію:
$$m_{\text{KOH}} = C \times M_{\text{KOH}} = 10\,\text{моль/л} \times 56\,\text{г/моль} = 560\,\text{г}$$
2. Обчислимо масу розчину об'ємом 1 літр, використовуючи густину:
$$m_{\text{розчину}} = \rho \times V = 1400\,\text{г/л} \times 1\,\text{л} = 1400\,\text{г}$$
3. Тепер обчислимо масову частку калій гідроксиду:
$$w = \frac{m_{\text{KOH}}}{m_{\text{розчину}}} \times 100\% = \frac{560}{1400} \times 100\% = 70\%$$

Відповідь: Масова частка калій гідроксиду в розчині становить 70%.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

7. **Обчисліть масову частку ферум(III) хлориду в розчині, де його молярна концентрація дорівнює 3,5 моль/л, а густина розчину — 1,417 г/л.**

Дано:
$C = 3.5\,\text{моль/л}$
$\rho = 1.417\,\text{г/мл}$

Розв'язання:

1. Маса ферум(III) хлориду (FeCl_3) у 1 літрі розчину:
$$m(\text{FeCl}_3) = C \times M(\text{FeCl}_3) = 3.5 \times 162.5 = 568.75\,\text{г}$$
2. Маса розчину:
$$m(\text{р-ну}) = \rho \times 1000 = 1.417 \times 1000 = 1417\,\text{г}$$
3. Масова частка:
$$\omega(\text{FeCl}_3) = \frac{m(\text{FeCl}_3)}{m(\text{р-ну})} \times 100\% = \frac{568.75}{1417} \times 100\% \approx 40.14\%$$

Відповідь: $\omega(\text{FeCl}_3) \approx 40.14\%$.

8. **Обчисліть молярну концентрацію аргентум(I) нітрату в розчині, у якому масова частка солі становить 50%, а густина розчину — 1,668 г/мл.**

Дано:
$\omega(\text{AgNO}_3) = 50\%$
$\rho = 1.668\,\text{г/мл}$

Розв'язання:

1. Маса аргентум(I) нітрату (AgNO_3) у 1 літрі розчину:
$$m(\text{AgNO}_3) = \omega \times m(\text{р-ну}) = 0.5 \times 1668 = 834\,\text{г}$$
2. Молярна маса $\text{AgNO}_3 = 170\,\text{г/моль}$, тому кількість молей:
$$n = \frac{834}{170} \approx 4.91\,\text{моль}$$
3. Молярна концентрація:
$$C = \frac{n}{V} = \frac{4.91}{1} = 4.91\,\text{моль/л}$$

Відповідь: $C = 4.91\,\text{моль/л}$.

МАТЕМАТІКА-ДОМА.ORG

9. **Визначте молярну концентрацію кислоти в розчині, у якому масова частка нітратної кислоти 30%, а густина — 1,18 г/мл.**

Дано:

$\omega(HNO_3) = 30\%$

$\rho = 1.18\,г/мл$

Розв'язання:

1. Маса нітратної кислоти (HNO_3) у 1 літрі розчину:

$$m(HNO_3) = \omega \times m(р\text{-}ну) = 0.3 \times 1180 = 354\,г$$

2. Молярна маса $HNO_3 = 63\,г/моль$, тому кількість молей:

$$n = \frac{354}{63} \approx 5.62\,моль$$

3. Молярна концентрація:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{5.62}{1} = 5.62\,моль/л$$

Відповідь: $C \approx 5.6\,моль/л$, тобто правильний варіант — **(г)**.

Тестові завдання

1. **Розчин відрізняється від неоднорідної суміші**:
   В. однорідністю
2. **За якими характеристиками розчини подібні до хімічних сполук?**
   Б. однорідність
3. **Укажіть спільні характеристики зависей та істинних розчинів**:
   В. можуть складатися з двох або більше компонентів
4. **Суспензія являє собою**:
   А. суміш твердої та рідкої речовин
5. **Емульсія – це**:
   Б. суміш нерозчинних одна в одній рідких речовин
6. **Гідратація йонів – це**:
   Б. взаємодія їх з водою
7. **Які з тверджень правильні?**
   Г. ненасичений розчин можна перетворити на насичений
8. **У результаті підвищення температури розчинність твердих речовин у воді зазвичай**:
   Б. збільшується
9. **У результаті зниження температури розчинність газоподібних речовин у воді, як правило**:
   В. збільшується
10. **Колоїдний розчин відрізняється від істинного розчину**:
    В. розмірами частинок розчиненої речовини
11. **Кристалічні речовини, що містять молекули води, називають**:
    В. кристалогідратами

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

12. **Ареометр – це прилад, за допомогою якого**:
В. вимірюють густину рідин

13. Маємо насичений розчин магній сульфату масою 400 г за температури 10 °С. Якщо розчин нагріти до 40 °С, у ньому можна додатково розчинити сіль масою:

- **Відповідь:** В. 46 г

14. Установіть відповідність між математичним виразом та величиною:

1. $C = \frac{\nu(\text{р-ну})}{V(\text{р-ну})}$ — **Г.** молярна концентрація еквівалента
2. $k_s = \frac{m(\text{р-ну})}{100 \times m(\text{H}_2\text{O})}$ — **Б.** коефіцієнт розчинності
3. $\rho(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{р-ну})}{V(\text{р-ну})}$ — **А.** густина розчину
4. $w = \frac{m(\text{р-ну})}{m(\text{р-ну}) + m(\text{розчину})} \times 100\%$ — **В.** масова частка

15. Яку масу солі та води треба використати для приготування 200 г розчину з масовою часткою солі 8 %?

- **Відповідь:** В. 16 г солі і 184 г води

16. Яка молярна концентрація еквівалента калій сульфіду, якщо в 200 мл розчину містяться 22 г цієї солі?

- **Відповідь:** Б. 2,8 моль/л

17. Визначте молярну концентрацію солі в розчині, у якому масова частка алюміній хлориду — 14%, а густина — 1,04 г/мл.

- **Відповідь:** А. 3,4 моль/л

18. Обчисліть кількості речовини ферум(II) хлориду тетрагідрату та води, необхідні для приготування 500 г розчину з $w(\text{FeCl}_2) = 9\%$.

- **Відповідь:** Б. 0,46 моль кристалогідрату і 32,64 моль H_2O

§ 15. Електролітична дисоціація. Електроліти й неелектроліти

1. Який процес називають електролітичною дисоціацією? Що є однією з характерних особливостей цього процесу?
Електролітичною дисоціацією називають процес розпаду молекул електроліту на йони при розчиненні у воді або іншому полярному розчиннику. Характерна особливість цього процесу – це здатність йонів рухатися до електродів у розчині, що забезпечує електропровідність розчину.

2. Які речовини є електролітами, а які – неелектролітами? Чим вони відрізняються? Наведіть приклади.
Електролітами є речовини, які проводять електричний струм у розчині або розплаві,

MATEMATIKA-DOMA.ORG

наприклад, натрій хлорид (NaCl) та сірчана кислота (H_2SO_4). Неелектроліти не проводять струм у водних розчинах; до них належать спирт (C_2H_5OH) і сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

3. Що таке катіони й аніони? За якою ознакою вони відрізняються між собою?
Катіони – це позитивно заряджені йони, які рухаються до катоду (негативного електроду), наприклад, Na^+, Ca^{2+}. Аніони – негативно заряджені йони, що рухаються до аноду (позитивного електроду), наприклад, Cl^-, SO_4^{2-}. Різниця між ними полягає в заряді й напрямку руху до електродів.

4. За допомогою якого типу хімічного зв'язку утворюються сполуки, що є електролітами?
Електроліти, як правило, утворюються за рахунок іонного зв'язку, хоча деякі речовини з ковалентним полярним зв'язком також можуть бути електролітами.

6. Якщо взяти речовини KOH, $CaSO_4$, $MgCl_2$, AgCl, помістити їх у хімічний стакан, додати воду, розмішати, потім у кожен стакан по черзі опустити електроди приладу, то у яких випадках лампочка засвітиться? Чому?
Лампочка засвітиться у випадках з KOH, $MgCl_2$, оскільки ці речовини є електролітами і добре дисоціюють у воді, утворюючи йони. $CaSO_4$ і AgCl малорозчинні у воді, тому не зможуть забезпечити значну електропровідність.

7. Напишіть формули речовин, які в результаті розчинення у воді утворюють такі йони:

- а) Na^+ і SO_4^{2-}: **Na_2SO_4**
- б) Al^{3+} і Cl^-: **$AlCl_3$**
- в) Mg^{2+} і NO_3^-: **$Mg(NO_3)_2$**

§ 16. Механізм електролітичної дисоціації речовин з йонним і полярним ковалентним зв'язком

1. **Як можна пояснити механізм електролітичної дисоціації?**
   - Електролітична дисоціація — це процес розпаду молекул електролітів на іони під час розчинення у воді або при плавленні. Це пояснюється тим, що полярні молекули води взаємодіють з іонами в кристалічній решітці електроліту, послаблюючи іонні зв'язки, що призводить до вивільнення іонів.
2. **Який процес відбувається з іонами під час переходу їх у розчин?**
   - При переході іонів у розчин відбувається гідратація, тобто приєднання молекул води до іонів. Це призводить до стабілізації іонів у водному середовищі завдяки утворенню водних оболонок навколо них.
3. **Як записують заряд йона?**
   - Заряд йона записують у вигляді числового значення з відповідним знаком «+» або «–», що вказує на надлишок або нестачу електронів. Наприклад, Na^+ або Cl^-.

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

4. **Зобразіть схематично дисоціацію кристала солі KBr та молекули HBr.**
   - KBr → K^+ + Br^-
   - HBr → H^+ + Br^-
5. **Визначте молярну концентрацію йонів Калію та сульфід-йонів у розчині, в 1 л якого міститься калій сульфід масою 220 г.**
   - Спершу знайдемо молярну масу K_2S (39*2 + 32 = 110 г/моль). Далі визначимо кількість моль: $\frac{220\ \text{г}}{110\ \text{г/моль}} = 2\ \text{моль}$.
   - Оскільки кожен моль K_2S дає 2 моль K^+ і 1 моль S^2-, то в 1 л розчину буде 4 моль йонів K^+ і 2 моль йонів S^2-. Отже, молярна концентрація K^+ дорівнює 4 моль/л, а S^2- — 2 моль/л.
6. **Визначте молярну концентрацію йонів Натрію та хлорид-йонів, що містяться у розчині з масовою часткою солі 20 % (густина розчину 1,15 г/мл).**
   - Спершу знайдемо масу NaCl у 1 л розчину: $1,15\ \text{г/мл} \times 1000\ \text{мл} = 1150\ \text{г}$.
   - Маса NaCl: $1150\ \text{г} \times 0,2 = 230\ \text{г}$.
   - Кількість моль NaCl: $\frac{230\ \text{г}}{58,5\ \text{г/моль}} = 3,93\ \text{моль}$.
   - Отже, молярна концентрація Na^+ і Cl^- дорівнює 3,93 моль/л кожного йона, оскільки NaCl дисоціює на один йон натрію і один йон хлору.

§ 17. Електролітична дисоціація кислот, основ, солей у водних розчинах. Поняття про ступінчасту дисоціацію

1. **Що таке кислоти, основи та солі з точки зору теорії електролітичної дисоціації?**

   Згідно з теорією електролітичної дисоціації:

   - **Кислоти** — це речовини, які при розчиненні у воді дисоціюють з утворенням йонів водню (H^+). Наприклад, дисоціація хлоридної кислоти (HCl) у водному розчині дає йони H^+ і Cl^-: $\mathrm{HCl} \rightarrow \mathrm{H^+} + \mathrm{Cl^-}$
   - **Основи** — це речовини, які при розчиненні у воді дисоціюють з утворенням гідроксид-іонів (OH^-). Наприклад, дисоціація натрій гідроксиду (NaOH) дає Na^+ і OH^-: $\mathrm{NaOH} \rightarrow \mathrm{Na^+} + \mathrm{OH^-}$
   - **Солі** — це продукти реакції між кислотами і основами, які при розчиненні у воді дисоціюють на катіони металічного елемента та аніони кислотного залишку. Наприклад, дисоціація натрій хлориду (NaCl) у воді дає Na^+ і Cl^-: $\mathrm{NaCl} \rightarrow \mathrm{Na^+} + \mathrm{Cl^-}$

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

2. **За якими критеріями кислоти як електроліти поділяють на:**

   - **а) Одноосновні, двоосновні та триосновні:** Ця класифікація базується на кількості йонів водню (H^+), які може віддати молекула кислоти під час дисоціації.
     - **Одноосновні кислоти** (наприклад, HCl) віддають один йон H^+.
     - **Двоосновні кислоти** (наприклад, H_2SO_4) віддають два йони H^+.
     - **Триосновні кислоти** (наприклад, H_3PO_4) віддають три йони H^+.
   - **б) Безоксигенові та оксигеновмісні:** Ця класифікація базується на наявності атомів оксигену в складі молекули кислоти.
     - **Безоксигенові кислоти** не містять атомів оксигену (наприклад, HCl, HF).
     - **Оксигеновмісні кислоти** містять атоми оксигену (наприклад, H_2SO_4, HNO_3).

3. **У чому полягає суть процесу ступінчастої дисоціації? Наведіть приклад електроліту, розкладання якого на йони відбувається ступінчасто. Підтвердіть це відповідними рівняннями дисоціації. Який ступінь дисоціації переважає? Чому?**

   Відповідь: Ступінчаста дисоціація — це процес, коли електроліт розпадається на йони не за один крок, а поступово, у кілька етапів, при цьому на кожному етапі утворюються нові йони. Наприклад, сульфатна кислота (H_2SO_4) дисоціює ступінчасто:

   - Перший етап: $H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$
   - Другий етап: $HSO_4^- \rightarrow H^+ + SO_4^{2-}$

   У більшості випадків перший ступінь дисоціації переважає, оскільки перший протон відщеплюється легше, ніж другий.

4. **Кислоти, на відміну від йонних електролітів, дисоціюють ступінчасто. Складіть рівняння електролітичної дисоціації нітратної, сульфідної, сульфатної кислот.**

   Відповідь:

   - Нітратна кислота (HNO_3): $HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$
   - Сульфідна кислота (H_2S): $H_2S \rightarrow H^+ + HS^-$; $HS^- \rightarrow H^+ + S^{2-}$
   - Сульфатна кислота (H_2SO_4): $H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$; $HSO_4^- \rightarrow H^+ + SO_4^{2-}$

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

5. **Складіть рівняння електролітичної дисоціації калій дигідрогенортофосфату. Які йони можна виявити в розчині цієї солі?**

   Відповідь: Калій дигідрогенортофосфат (KH_2PO_4) дисоціює таким чином:

   - $KH_2PO_4 \rightarrow K^+ + H_2PO_4^-$ У розчині можна виявити йони K^+ і $H_2PO_4^-$.

6. **Під час електролітичної дисоціації яких електролітів утворюється йон Гідроксонію? Який ступінь окиснення Оксигену в цьому йоні?**

   Відповідь: Йон Гідроксонію (H_3O^+) утворюється при дисоціації кислот у воді, наприклад, HCl, HNO_3, H_2SO_4. Ступінь окиснення Оксигену в йоні H_3O^+ дорівнює -2.

7. **У результаті ступінчастої електролітичної дисоціації молекули якої кислоти утворюється йон із зарядом 3-? Скільки катіонів Гідрогену при цьому утворюється?**

   Відповідь: Такою кислотою є ортофосфатна кислота (H_3PO_4). У процесі дисоціації утворюється фосфат-йон (PO_4^{3-}) із зарядом 3-, і при цьому виділяється три катіони H^+.

8. **Наведіть склад солі, у результаті ступінчастої електролітичної дисоціації 1 моль якої утворюється 5 молів йонів. Складіть рівняння її дисоціації.**

   Відповідь: Така сіль — натрій сульфат (Na_2SO_4). Дисоціація:

   - $Na_2SO_4 \rightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$ У результаті дисоціації 1 моль Na_2SO_4 утворює 2 молі Na^+ і 1 моль SO_4^{2-}, загалом 3 молі йонів.

9. **Водний розчин магній сульфату містить 0,15 моль йонів Магнію. Яку масу солі розчинили?**

   Дано:

   - Кількість речовини йонів Магнію $n(\mathrm{Mg^{2+}}) = 0,15$ моль

   Розв'язання: Магній сульфат ($MgSO_4$) в процесі дисоціації розпадається на йони:

   $$\mathrm{MgSO_4 \rightarrow Mg^{2+} + SO_4^{2-}}$$

   Оскільки з 1 моль $MgSO_4$ утворюється 1 моль йонів Mg^{2+}, то кількість речовини магній сульфату, що розчинилася, також дорівнює 0,15 моль.

   Молярна маса $MgSO_4$: $M(\mathrm{MgSO_4}) = 24 + 32 + (4 \times 16) = 120$ г/моль.

   Обчислимо масу $MgSO_4$:

   $$m(\mathrm{MgSO_4}) = n \times M = 0,15\,\text{моль} \times 120\,\text{г/моль} = 18\,\text{г}$$

   Відповідь: 18 г.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

10. У розчині виявлено йони складу: Na^+, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}. Які речовини були розчинені? Запропонуйте всі можливі варіанти відповідей.

Розв'язання:

Задані йони можуть походити від таких солей:

1. $NaCl$ – натрій хлорид, що додає йони Na^+ та Cl^-.
2. $MgCl_2$ – магній хлорид, що додає йони Mg^{2+} та Cl^-.
3. Na_2SO_4 – натрій сульфат, що додає йони Na^+ та SO_4^{2-}.
4. $MgSO_4$ – магній сульфат, що додає йони Mg^{2+} та SO_4^{2-}.

Можливі комбінації розчинених речовин:

- $NaCl$ і $MgSO_4$
- $MgCl_2$ і Na_2SO_4

Відповідь: Можливими варіантами розчинених речовин є пари $NaCl + MgSO_4$ або $MgCl_2 + Na_2SO_4$.

§ 18. Ступінь електролітичної дисоціації. Сильні й слабкі електроліти

1. **Як називають здатність електролітів розпадатися у водних розчинах на йони?**
   Відповідь: Здатність електролітів розпадатися на йони у водних розчинах називають *електролітичною дисоціацією*.
2. **Що таке ступінь електролітичної дисоціації?**
   Відповідь: Ступінь електролітичної дисоціації – це відношення числа дисоційованих молекул електроліту до загальної кількості молекул, розчинених у розчині, і виражається у відсотках.
3. **Які електроліти називають сильними, а які – слабкими? Наведіть приклади.**
   Відповідь: Сильні електроліти повністю дисоціюють на йони у водних розчинах (наприклад, HCl, NaOH, KNO_3), тоді як слабкі електроліти дисоціюють лише частково (наприклад, CH_3COOH, NH_4OH).
4. **Від яких чинників залежить ступінь електролітичної дисоціації?**
   Відповідь: Ступінь електролітичної дисоціації залежить від природи електроліту, концентрації розчину, температури, а також від наявності інших речовин у розчині.
5. **Чому ступінь електролітичної дисоціації слабких електролітів зі зменшенням концентрації розчину збільшується?**
   Відповідь: Із зменшенням концентрації зростає ступінь дисоціації слабких електролітів через зниження взаємодії між йонами, що сприяє збільшенню кількості дисоційованих молекул.
6. **Що лежить в основі електролітичної дисоціації електролітів? Чи всі електроліти можна піддавати термічній дисоціації?**
   Відповідь: В основі електролітичної дисоціації лежить здатність молекул електроліту взаємодіяти з молекулами води, утворюючи йони. Не всі електроліти можна піддавати термічній дисоціації, оскільки це залежить від термічної стабільності речовини.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

7. **Наведіть по одному прикладу солей, у результаті дисоціації одного моля яких утворюються: а) 2; б) 3; в) 4 молів йонів. Складіть рівняння дисоціації.**
Відповідь:

- а) 2 молі йонів: $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$
- б) 3 молі йонів: $CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$
- в) 4 молі йонів: $AlCl_3 \rightarrow Al^{3+} + 3Cl^-$

8. Із наведених формул випишіть окремо: а) формули сильних електролітів; б) формули слабких електролітів; в) формули електролітів середньої сили:

- **Сильні електроліти:** KCl, HCl, Na_2S, KOH, Na_2SO_4
- **Слабкі електроліти:** H_3PO_4, H_2S
- **Електроліти середньої сили:** $Cu(NO_3)_2$

9. Як ви вважаєте, чому фторидна (плавикова) кислота є слабким електролітом?

- **Відповідь:** Фторидна кислота (HF) є слабким електролітом, оскільки вона неповністю дисоціює на іони у водному розчині. Це пов'язано з високою енергією зв’язку між атомами водню і фтору, що робить іонізацію менш імовірною, особливо в порівнянні з іншими галогеноводневими кислотами.

10. Напишіть формули речовин, які під час розчинення у воді утворюють йони: Zn^{2+} і NO_3^-, Fe^{3+} і Cl^-, H^+ і SO_4^{2-}, Ba^{2+} і OH^-, Cr^{3+} і SO_4^{2-}.

- **Відповідь:**
  - Zn^{2+} і $NO_3^- \rightarrow Zn(NO_3)_2$
  - Fe^{3+} і $Cl^- \rightarrow FeCl_3$
  - H^+ і $SO_4^{2-} \rightarrow H_2SO_4$
  - Ba^{2+} і $OH^- \rightarrow Ba(OH)_2$
  - Cr^{3+} і $SO_4^{2-} \rightarrow Cr_2(SO_4)_3$

11. У розчині містяться йони Na^+, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}. Які речовини були розчинені? Запропонуйте два варіанти відповідей.

- **Відповідь (варіант 1):** $NaCl$ і $MgSO_4$
- **Відповідь (варіант 2):** Na_2SO_4 і $MgCl_2$

§ 19. Обчислення ступеня електролітичної дисоціації

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

Завдання 1

Задача: Обчисліть ступінь дисоціації електроліту, у якому 35 із кожних 140 молекул розпадаються на іони.

Розв'язання:

Ступінь дисоціації α можна знайти за формулою:

$$\alpha = \frac{n_{\text{дисоційованих молекул}}}{n_{\text{загальна кількість молекул}}}$$

У нас:

- $n_{\text{дисоційованих молекул}} = 35$
- $n_{\text{загальна кількість молекул}} = 140$

Тоді:

$$\alpha = \frac{35}{140} = 0,25 \text{ або } 25\%$$

Завдання 2

Задача: В 1 л розчину міститься 1 моль кальцій хлориду. Із цієї кількості речовини на іони розпалось тільки 83,25 г. Обчисліть ступінь електролітичної дисоціації кальцій хлориду.

Розв'язання:

1 моль кальцій хлориду ($CaCl_2$) важить 110,98 г (молярна маса $CaCl_2$).

При повній дисоціації він утворює 1 моль іонів Ca^{2+} і 2 молі іонів Cl^-.

Загальна маса іонів при повній дисоціації:

$$110,98 \text{ г}$$

У нас розпалося тільки 83,25 г, тому ступінь дисоціації:

$$\alpha = \frac{83,25}{110,98} \approx 0,75 \text{ або } 75\%$$

Оскільки ступінь дисоціації більше 50%, $CaCl_2$ — сильний електроліт.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

Завдання 3

Задача: Обчисліть ступінь електролітичної дисоціації (α) електроліту, якщо із кожних його 40 молекул 24 молекули зазнали дисоціації.

Розв'язання:

$$\alpha = \frac{24}{40} = 0,6 \text{ або } 60\%$$

Електроліт із ступенем дисоціації 60% є середньої сили.

Завдання 4

Задача: У розчині фторидної кислоти утворилося 0,0035 г іонів Гідрогену та 0,35 моль молекул недисоційованої кислоти. Обчисліть ступінь електролітичної дисоціації фторидної кислоти.

Розв'язання:

1 моль іонів Гідрогену важить 1 г, тому кількість іонів Гідрогену:

$$n_{H^+} = \frac{0,0035}{1} = 0,0035 \text{ моль}$$

Загальна кількість молекул кислоти:

$$n_{HF} = 0,35 + 0,0035 = 0,3535 \text{ моль}$$

Тоді ступінь дисоціації:

$$\alpha = \frac{0,0035}{0,3535} \approx 0,0099 \text{ або } 0,99\%$$

Оскільки ступінь дисоціації менше 5%, HF — слабкий електроліт.

Завдання 5

Задача: У розчині об'ємом 1 л міститься 0,10 моль кислоти, ступінь електролітичної дисоціації якої 0,01 або 1%. Яка маса іонів Гідрогену міститься в цьому об'ємі розчину?

Розв'язання:

Кількість молекул, що дисоціюють:

$$n_{H^+} = 0,10 \times 0,01 = 0,001 \text{ моль}$$

Маса іонів Гідрогену:

$$m_{H^+} = 0,001 \times 1 = 0,001 \text{ г}$$

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

Завдання 6

Задача: У розчині з концентрацією одноосновної кислоти 0,25 моль/л міститься 0,0025 моль іонів Гідрогену. Обчисліть ступінь електролітичної дисоціації кислоти в цьому розчині.

Розв'язання:

$$\alpha = \frac{0,0025}{0,25} = 0,01 \text{ або } 1\%$$

Оскільки ступінь дисоціації невеликий, це слабкий електроліт.

Завдання 7

Задача: В 1 л розчину міститься 1 моль натрій гідроксиду. Ступінь електролітичної дисоціації основи в розчині 73%. Яка маса електроліту дисоційована на іони?

Розв'язання:

1 моль NaOH має молярну масу 40 г. Якщо ступінь дисоціації 73%, тоді:

$$m_{\text{дисоційована}} = 1 \times 40 \times 0,73 = 29,2 \text{ г}$$

Тобто, 29,2 г натрій гідроксиду дисоціювало на іони.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

Завдання 8

Ступінь електролітичної дисоціації нітратної кислоти (HNO_3) у розчині концентрацією 1 моль/л дорівнює 82%. Яка маса йонів Гідрогену міститься у 3 л розчину цієї кислоти?

Дано:

- Концентрація розчину нітратної кислоти, $C = 1\,\text{моль/л}$.
- Об'єм розчину, $V = 3\,\text{л}$.
- Ступінь дисоціації, $\alpha = 82\% = 0{,}82$.
- Молярна маса йона Гідрогену, $M_{H^+} = 1\,\text{г/моль}$.

Знайти:

- Маса йонів Гідрогену, m_{H^+}.

Розв'язання:

1. **Обчислимо кількість речовини нітратної кислоти в розчині:**

$$n_{HNO_3} = C \times V = 1\,\text{моль/л} \times 3\,\text{л} = 3\,\text{моль}.$$

2. **Визначимо кількість йонів Гідрогену, що утворилися внаслідок дисоціації:**

Рівняння дисоціації нітратної кислоти:

$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-.$$

Кількість йонів H^+:

$$n_{H^+} = n_{HNO_3} \times \alpha = 3\,\text{моль} \times 0{,}82 = 2{,}46\,\text{моль}.$$

3. **Обчислимо масу йонів Гідрогену:**

$$m_{H^+} = n_{H^+} \times M_{H^+} = 2{,}46\,\text{моль} \times 1\,\text{г/моль} = 2{,}46\,\text{г}.$$

Відповідь:

Маса йонів Гідрогену у 3 літрах розчину нітратної кислоти становить **2,46 грама**.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

Завдання 9

Питання: Ступінь електролітичної дисоціації $CuCl_2$, в його розчині, що містить 0,6 моль солі, становить 60%. Яка маса іонів Cu^{2+} утвориться внаслідок дисоціації? Чому?

Дано:

- $n(CuCl_2) = 0,6$ моль
- $\alpha(CuCl_2) = 60\% = 0,6$
- $m(Cu^{2+}) — ?$

Розв'язання:

1. Запишемо рівняння дисоціації $CuCl_2$:

$$CuCl_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2Cl^-$$

2. Обчислимо кількість молів іонів Cu^{2+}, що утворилися при дисоціації:

$$n(Cu^{2+}) = n(CuCl_2) \times \alpha = 0,6 \times 0,6 = 0,36 \text{ моль}$$

3. Знайдемо масу іонів Cu^{2+} (молярна маса Cu ≈ 64 г/моль):

$$m(Cu^{2+}) = n(Cu^{2+}) \times M(Cu) = 0,36 \times 64 = 23,04 \text{ г}$$

Відповідь: Маса іонів Cu^{2+}, що утворюються внаслідок дисоціації, становить 23,04 г.

Завдання 10

Питання: Розчин одноосновної кислоти містить 0,6 г іонів Гідрогену та 3,4 моль недисоційованої кислоти. Який ступінь електролітичної дисоціації цієї кислоти у розчині?

Дано:

- $m(H^+) = 0,6$ г
- $n(\text{недисоційована кислота}) = 3,4$ моль
- $\alpha — ?$

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молів іонів Гідрогену:

$$n(H^+) = \frac{m(H^+)}{M(H)} = \frac{0,6}{1} = 0,6 \text{ моль}$$

2. Загальна кількість молекул кислоти:

$$n(\text{загальна}) = n(H^+) + n(\text{недисоційована}) = 0,6 + 3,4 = 4,0 \text{ моль}$$

3. Ступінь дисоціації:

$$\alpha = \frac{n(H^+)}{n(\text{загальна})} \times 100\% = \frac{0,6}{4,0} \times 100\% = 15\%$$

Відповідь: 15%.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

Завдання 11

Питання: Яка маса кожного йона утвориться в результаті електролітичної дисоціації 2,5 моль калій сульфату, якщо його ступінь дисоціації дорівнює 20%?

Розв'язання:

1. Запишемо рівняння дисоціації K_2SO_4:

$$K_2SO_4 \rightarrow 2K^+ + SO_4^{2-}$$

2. Кількість молів іонів, що утворюються при дисоціації:

$$n(K_2SO_4 \text{ дисоційованих}) = n(K_2SO_4) \times \alpha = 2,5 \times 0,2 = 0,5 \text{ моль}$$

3. Кількість молів іонів K^+ і SO_4^{2-}:
   - $n(K^+) = 2 \times 0,5 = 1,0 \text{ моль}$
   - $n(SO_4^{2-}) = 0,5 \text{ моль}$
4. Маса іонів:
   - Молярна маса K^+ ≈ 39 г/моль, тому $m(K^+) = 1,0 \times 39 = 39 \text{ г}$
   - Молярна маса SO_4^{2-} ≈ 96 г/моль, тому $m(SO_4^{2-}) = 0,5 \times 96 = 48 \text{ г}$

Відповідь: Маса іонів K^+ — 175,5 г; маса іонів SO_4^{2-} — 216 г.

Завдання 12

Питання: Яка маса йонів Натрію міститься в розчині об'ємом 2 л і молярною концентрацією натрій хлориду 2 моль/л, якщо ступінь його електролітичної дисоціації дорівнює 84 %?

Дано:

- $V = 2 \text{ л}$
- $c(NaCl) = 2 \text{ моль/л}$
- $\alpha = 84\% = 0,84$
- $m(Na^+) — ?$

Розв'язання:

1. Кількість молів NaCl:

$$n(NaCl) = c \times V = 2 \times 2 = 4 \text{ моль}$$

2. Кількість молів іонів Na^+ (при дисоціації 84%):

$$n(Na^+) = n(NaCl) \times \alpha = 4 \times 0,84 = 3,36 \text{ моль}$$

3. Маса іонів Na^+ (молярна маса Na ≈ 23 г/моль):

$$m(Na^+) = n(Na^+) \times M(Na) = 3,36 \times 23 = 77,28 \text{ г}$$

Відповідь: 38,64 г.

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

Завдання 13

Питання: У результаті розчинення у воді гідроген брому утворилося 2,7 г катіонів Гідрогену і 0,3 моль недисоційованих молекул HBr. Обчисліть ступінь електролітичної дисоціації цієї кислоти. Це сильний чи слабкий електроліт?

Дано:

- $m(\mathrm{H^+}) = 2,7\,\text{г}$
- $n(\text{HBr недисоційованих}) = 0,3\,\text{моль}$
- α — ?

Розв'язання:

1. Обчислимо кількість молів іонів $\mathrm{H^+}$:

$$n(\mathrm{H^+}) = \frac{m(\mathrm{H^+})}{M(\mathrm{H})} = \frac{2,7}{1} = 2,7\,\text{моль}$$

2. Загальна кількість молекул HBr:

$$n(\text{HBr загальна}) = n(\mathrm{H^+}) + n(\text{HBr недисоційованих}) = 2,7 + 0,3 = 3,0\,\text{моль}$$

3. Ступінь дисоціації:

$$\alpha = \frac{n(\mathrm{H^+})}{n(\text{HBr загальна})} \times 100\% = \frac{2,7}{3,0} \times 100\% = 90\%$$

Відповідь: 90%, сильний електроліт.

Завдання 14

Питання: 20 моль натрій гідроксиду розчинили в 2 л води й одержали розчин, який містить 16,38 моль гідроксид-іонів. Визначте ступінь електролітичної дисоціації цієї основи. Який це електроліт — слабкий, сильний чи середньої сили?

Дано:

- $n(\mathrm{NaOH}) = 20\,\text{моль}$
- $n(\mathrm{OH^-}) = 16,38\,\text{моль}$
- α — ?

Розв'язання:

1. Ступінь дисоціації:

$$\alpha = \frac{n(\mathrm{OH^-})}{n(\mathrm{NaOH})} \times 100\% = \frac{16,38}{20} \times 100\% = 81,9\% \approx 82\%$$

Відповідь: 82%, сильний електроліт.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

§ 20. Реакції обміну між розчинами електролітів. Складання йонно-молекулярних рівнянь

1. Як відбуваються реакції між електролітами в розчинах? Це реакції між молекулами чи між йонами?

Реакції між електролітами в розчинах відбуваються між йонами. Це йонні реакції, в яких іони обмінюються партнерами, утворюючи нові сполуки.

2. Яких правил треба дотримуватися під час складання йонно-молекулярних рівнянь?

Під час складання йонно-молекулярних рівнянь потрібно:

- Розкладати на іони лише сильні електроліти (розчинні солі, кислоти, основи).
- Не розкладати на іони слабкі електроліти, нерозчинні сполуки і молекули води.
- Звертати увагу на стан речовин: (s) – тверде, (l) – рідина, (g) – газ, (aq) – розчин.
- Дотримуватися закону збереження маси і заряду.

3. У яких випадках хімічні реакції в розчинах електролітів відбуваються до кінця?

Реакції в розчинах електролітів відбуваються до кінця, коли:

- Утворюється нерозчинна речовина (осад).
- Утворюється слабкий електроліт (вода).
- Вивільняється газ.

4. Між якими з поданих нижче електролітів може відбуватися реакція обміну? Чому?

Складіть рівняння можливих реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах:

а) Ферум(III) сульфат і калій гідроксид:

- Молекулярне: $Fe_2(SO_4)_3 + 6KOH \rightarrow 2Fe(OH)_3 \downarrow + 3K_2SO_4$
- Повне йонне: $2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-} + 6K^+ + 6OH^- \rightarrow 2Fe(OH)_3 \downarrow + 6K^+ + 3SO_4^{2-}$
- Скорочене йонне: $2Fe^{3+} + 6OH^- \rightarrow 2Fe(OH)_3 \downarrow$

б) Барій нітрат і калій хлорид:

- Реакція не відбувається, оскільки утворюються тільки розчинні солі.

в) Барій гідроксид і ортофосфатна кислота:

- Молекулярне: $3Ba(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2 \downarrow + 6H_2O$
- Повне йонне: $3Ba^{2+} + 6OH^- + 6H^+ + 2PO_4^{3-} \rightarrow Ba_3(PO_4)_2 \downarrow + 6H_2O$
- Скорочене йонне: $3Ba^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Ba_3(PO_4)_2 \downarrow$

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

5. У яких із поданих нижче випадків можливий перебіг реакції? Чому? Складіть рівняння можливих реакцій у молекулярній, повній і скороченій йонній формах:

а) $HNO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow$

- Молекулярне: $2HNO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2H_2O$
- Повне йонне: $2H^+ + 2NO_3^- + Ca^{2+} + 2OH^- \rightarrow Ca^{2+} + 2NO_3^- + 2H_2O$
- Скорочене йонне: $2H^+ + 2OH^- \rightarrow 2H_2O$

6. Наведіть повні рівняння реакцій, сутність яких можна виразити такими йонними рівняннями в скороченій формі:

- а) $3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow$: $3CaCl_2 + 2Na_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaCl$
- б) $2H^+ + S^{2-} \rightarrow H_2S\uparrow$: $2HCl + Na_2S \rightarrow H_2S\uparrow + 2NaCl$

в) $2H^+ + CO_3^{2-} \rightarrow CO_2\uparrow + H_2O$:

Повне рівняння:

$$2HCl + Na_2CO_3 \rightarrow CO_2\uparrow + H_2O + 2NaCl$$

г) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$:

Повне рівняння:

$$HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl$$

ґ) $Mg^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow$:

Повне рівняння:

$$MgCl_2 + 2NaOH \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow + 2NaCl$$

д) $3Ba^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Ba_3(PO_4)_2\downarrow$:

Повне рівняння:

$$3BaCl_2 + 2Na_3PO_4 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaCl$$

MATEMATIKA-DOMA.ORG

7. Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:

а) Кальцій → кальцій гідроксид → кальцій хлорид → кальцій карбонат:

- $Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$
- $Ca(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O$
- $CaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + 2NaCl$

б) Натрій → натрій гідроксид → натрій хлорид → натрій нітрат

1. Натрій → натрій гідроксид:
   - Молекулярне рівняння: $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2 \uparrow$
   - Повне йонне рівняння: $2Na + 2H_2O \rightarrow 2Na^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$
   - Скорочене йонне рівняння не застосовується, бо немає йонів, що скорочуються.
2. Натрій гідроксид → натрій хлорид:
   - Молекулярне рівняння: $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$
   - Повне йонне рівняння: $Na^+ + OH^- + H^+ + Cl^- \rightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$
   - Скорочене йонне рівняння: $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$
3. Натрій хлорид → натрій нітрат:
   - Молекулярне рівняння: $NaCl + HNO_3 \rightarrow NaNO_3 + HCl$
   - Повне йонне рівняння: $Na^+ + Cl^- + H^+ + NO_3^- \rightarrow Na^+ + NO_3^- + HCl$
   - Скорочене йонне рівняння: відсутнє, оскільки всі йони залишаються в розчині.

§ 21. Хімічні властивості кислот, основ, амфотерних гідроксидів, солей у світлі уявлень про електролітичну дисоціацію

1. **Найважливіші властивості:**

а) Кислот:

- Дисоціюють у водних розчинах з утворенням іонів гідрогену (H^+).
- Мають кислий смак.
- Змінюють забарвлення індикаторів (лакмус стає червоним, метилоранж – рожевим).
- Реагують з металами, що стоять в електрохімічному ряду напруг до водню, утворюючи солі і виділяючи водень.
- Взаємодіють з основними оксидами та основами, утворюючи солі і воду (реакція нейтралізації).

б) Основ:

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

- Дисоціюють у водних розчинах з утворенням гідроксид-іонів (OH^-).
- Мають гіркий смак і милкуваті на дотик.
- Змінюють забарвлення індикаторів (лакмус стає синім, фенолфталеїн – малиновим).
- Реагують з кислотами, утворюючи солі і воду (нейтралізація).
- Взаємодіють з кислотними оксидами, утворюючи солі.

в) Амфотерних гідроксидів:

- Виявляють як кислотні, так і основні властивості.
- Реагують з кислотами, утворюючи солі і воду.
- Взаємодіють з лугами, утворюючи комплексні солі.
- Малорозчинні у воді.
- Можуть розкладатися при нагріванні.

г) Солей:

- Складаються з катіонів металів і аніонів кислотних залишків.
- Багато солей добре розчиняються у воді і дисоціюють на іони.
- Можуть реагувати з кислотами, основами і іншими солями в реакціях обміну.
- Деякі солі розкладаються при нагріванні, утворюючи оксиди або інші сполуки.

2. **Слабкі основи та амфотерні гідроксиди:**

- **Слабкі основи** – це гідроксиди малорозчинних металів, які слабко дисоціюють у воді. Приклади:
  - **$Mg(OH)_2$** (гідроксид магнію)
  - **$Fe(OH)_2$** та **$Fe(OH)_3$** (гідроксиди заліза)
  - **$Cu(OH)_2$** (гідроксид міді)
- **Амфотерні гідроксиди** також належать до слабких основ, оскільки вони проявляють слабкі основні властивості і малорозчинні у воді. Приклади:
  - **$Zn(OH)_2$** (гідроксид цинку)
  - **$Al(OH)_3$** (гідроксид алюмінію)
  - **$Sn(OH)_2$** (гідроксид олова)

3. **Елементи, що утворюють сильні основи:**

- **Елементи I групи** (літій, натрій, калій, рубідій, цезій) та **елементи II групи** (кальцій, стронцій, барій) головних підгруп Періодичної системи.
- Ці елементи утворюють **луги** – сильні основи, які добре розчиняються у воді і повністю дисоціюють на іони.

4. **Різниця в хімічних властивостях лугів та амфотерних гідроксидів:**

- **Луги:**
  - Сильні основи, повністю дисоціюють у воді.
  - Реагують з кислотами в реакціях нейтралізації, утворюючи солі і воду.
  - Взаємодіють з кислотними оксидами, утворюючи солі і воду.
  - Не реагують з іншими основами.
- **Амфотерні гідроксиди:**
  - Мають подвійні властивості – можуть проявляти як основні, так і кислотні властивості.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

- Реагують з кислотами, як основи, утворюючи солі і воду.
- Реагують з лугами, як кислоти, утворюючи комплексні солі.
- Малорозчинні у воді і слабко дисоціюють.

7. Обчислення масової частки нітратної кислоти в розчині:

- **Дано:**
  - Маса нітратної кислоти (HNO_3), $m_{HNO_3} = 20$ г
  - Об'єм води, $V_{\text{води}} = 380$ мл
- **Знайдемо масу води:**
  - Припускаємо, що густина води дорівнює $\rho_{\text{води}} = 1$ г/мл
  - Маса води, $m_{\text{води}} = V_{\text{води}} \times \rho_{\text{води}} = 380 \text{ мл} \times 1 \text{ г/мл} = 380 \text{ г}$
- **Загальна маса розчину:**

$$m_{\text{розчину}} = m_{HNO_3} + m_{\text{води}} = 20 \text{ г} + 380 \text{ г} = 400 \text{ г}$$

- **Масова частка нітратної кислоти:**

$$w_{HNO_3} = \frac{m_{HNO_3}}{m_{\text{розчину}}} = \frac{20 \text{ г}}{400 \text{ г}} = 0{,}05$$

$$w_{HNO_3} = 5\%$$

Відповідь: Масова частка нітратної кислоти в розчині становить **5%**.

8. Обчислення молярної концентрації калій хлориду:

- **Дано:**
  - Кількість речовини калій хлориду (KCl), $n_{KCl} = 0{,}5$ моль
  - Об'єм розчину, $V_{\text{розчину}} = 200 \text{ мл} = 0{,}200 \text{ л}$
- **Молярна концентрація:**

$$C = \frac{n_{KCl}}{V_{\text{розчину}}} = \frac{0{,}5 \text{ моль}}{0{,}200 \text{ л}} = 2{,}5 \text{ моль/л}$$

Відповідь: Молярна концентрація калій хлориду в розчині становить **2,5 моль/л**.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

§ 22. Дисоціація води. Поняття про pH розчину

1. Що таке йонний добуток води? Як його позначають? Як позначають з використанням водневого показника pH нейтральність, кислотність і лужність розчину?

- **Йонний добуток води** – це добуток концентрацій іонів гідрогену $[H^+]$ і гідроксид-іонів $[OH^-]$ у чистій воді при стандартних умовах (25°C). Позначається як K_w.
- Його значення: $K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$ при 25°C.
- **Нейтральність** розчину відповідає $pH = 7$, коли $[H^+] = [OH^-]$.
- **Кислотність**: розчин вважається кислим, якщо $pH < 7$ ($[H^+]$ більше, ніж $[OH^-]$).
- **Лужність**: розчин лужний, якщо $pH > 7$ ($[OH^-]$ більше, ніж $[H^+]$).

2. До яких електролітів — сильних чи слабких — належить чиста вода?

- Чиста вода належить до **слабких електролітів**, оскільки вона слабко дисоціює на іони $[H^+]$ і $[OH^-]$.

3. Який pH чистої води?

- **pH чистої води** дорівнює **7** при 25°C, що відповідає нейтральному середовищу.

4. Із наведеного переліку випишіть формули речовин, розчини яких мають середовище:

- **а) Кислотне:** HCl, HNO_3
- **б) Лужне:** KOH, $Ca(OH)_2$

5. У трьох пробірках містяться розчини натрій гідроксиду, нітратної кислоти та кальцій хлориду. Що треба використати, щоб розпізнати ці розчини?

- Щоб розпізнати ці розчини, можна використати:
  - **Індикатори**: лакмус або фенолфталеїн. Нітратна кислота змінить колір індикатора на червоний (кислотне середовище), натрій гідроксид – на синій (лужне середовище), а кальцій хлорид не змінить колір (нейтральне середовище).
  - **Реактиви**: наприклад, додавання розчину натрій карбонату. Нітратна кислота буде реагувати з карбонатом із виділенням CO_2 (газу).

8. Чи залежить pH розчину сильної кислоти від її концентрації? Відповідь обґрунтуйте.
Так, значення pH розчину сильної кислоти залежить від її концентрації. Чим більша концентрація кислоти, тим нижче значення pH, оскільки сильна кислота повністю дисоціює у воді, збільшуючи концентрацію йонів H^+ в розчині. Отже, зі збільшенням концентрації кислоти концентрація йонів H^+ зростає, що призводить до зниження значення pH.

9. Яке значення pH матиме дощова вода: більше 7 чи менше 7, якщо в результаті спалювання кам'яного вугілля на теплоелектростанціях до атмосфери потрапляють продукти згоряння, що

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

містять оксиди Карбону, Сульфуру та Нітрогену?
У результаті спалювання кам'яного вугілля на теплоелектростанціях в атмосферу потрапляють оксиди Карбону (CO_2), Сульфуру (SO_2) та Нітрогену (NO_2), які, розчиняючись у воді, утворюють кислоти (карбонатну, сірчану та азотну). Ці кислоти знижують значення pH дощової води, роблячи її кислотною. Таким чином, pH дощової води буде менше 7.

§ 23. Виявлення в розчині гідроксид-іонів та йонів Гідрогену

1. Що таке кислотно-основні індикатори? Які з них найбільш поширені?
   Кислотно-основні індикатори – це речовини, що змінюють своє забарвлення залежно від pH середовища. Вони використовуються для визначення кислотності або лужності розчинів. Найбільш поширені індикатори: лакмус, фенолфталеїн, метилоранж, універсальний індикатор.
2. Які йони спричиняють зміну забарвлення індикаторів?
   Зміну забарвлення індикаторів спричиняють йони водню (H^+) у кислотних середовищах і гідроксид-іони (OH^-) у лужних середовищах. Індикатори реагують на різну концентрацію цих йонів, що й викликає зміну їх забарвлення.
3. Якого забарвлення набувають метилоранж, лакмус та фенолфталеїн у розчині калій гідроксиду?
   У розчині калій гідроксиду (який є лужним середовищем):

- Метилоранж набуває жовтого забарвлення.
- Лакмус стає синім.
- Фенолфталеїн набуває малинового (або рожево-фіолетового) кольору.

6. У кожну з трьох пробірок з розведеним розчином сульфатної кислоти внесли по краплях розчини лакмусу, метилоранжу та фенолфталеїну. Яким буде забарвлення індикатора в кожній пробірці?

- Лакмус у кислому середовищі набуває червоного кольору.
- Метилоранж у кислому середовищі стає рожево-червоним.
- Фенолфталеїн у кислому середовищі залишається безбарвним.

7. У три пробірки з розчином барій гідроксиду налили по краплях розчини фенолфталеїну, лакмусу та метилоранжу. Як змінилося забарвлення індикаторів у розчині?

- Фенолфталеїн у лужному середовищі стає малиновим (або рожево-фіолетовим).
- Лакмус у лужному середовищі набуває синього кольору.
- Метилоранж у лужному середовищі стає жовтим.

9. У якому з розчинів концентрація йонів Гідрогену вища: а) pH = 3; б) pH = 6?
Концентрація йонів Гідрогену (H^+) вища у розчині з pH = 3, оскільки чим нижче значення pH, тим вища концентрація H^+.

10. У якому з розчинів концентрація гідроксид-іонів менша: а) pH = 9; б) pH = 12?
Концентрація гідроксид-іонів (OH^-) менша у розчині з pH = 9, оскільки нижче значення pH вказує на меншу концентрацію OH^- і більшу концентрацію H^+.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

§ 24. Гідроліз солей

1. Як називають реакції обмінної взаємодії йонів солі з молекулами води?
   Такі реакції називають реакціями гідролізу. У процесі гідролізу йони солі реагують з молекулами води, що може змінювати кислотність або лужність розчину.
2. На які чотири типи залежно від сили основи та кислоти, що їх утворили, умовно поділяють солі?
   Солі поділяють на такі чотири типи залежно від сили основи та кислоти:
   - Солі, утворені сильною кислотою і сильною основою (нейтральне середовище).
   - Солі, утворені сильною кислотою і слабкою основою (кислотне середовище).
   - Солі, утворені слабкою кислотою і сильною основою (лужне середовище).
   - Солі, утворені слабкою кислотою і слабкою основою (можливе як кислотне, так і лужне середовище, залежно від сили кислоти та основи).
3. Яке середовище (кислотне, лужне чи приблизно нейтральне) утворюється в результаті розчинення у воді солей Na_2S, $BaCl_2$, $FeSO_4$?

- **Na_2S**: Лужне середовище, оскільки Na_2S – це сіль сильної основи (NaOH) і слабкої кислоти (H_2S), що спричиняє гідроліз у лужний бік.
- **$BaCl_2$**: Приблизно нейтральне середовище, оскільки $BaCl_2$ – це сіль сильної основи ($Ba(OH)_2$) і сильної кислоти (HCl), гідролізу не відбувається.
- **$FeSO_4$**: Кислотне середовище, оскільки $FeSO_4$ – це сіль слабкої основи ($Fe(OH)_2$) і сильної кислоти (H_2SO_4), що призводить до гідролізу в кислий бік.

4. Якщо до розчинів: а) натрій нітрату; б) калій карбонату; в) цинк сульфату додати фіолетовий розчин лакмусу, то чи зміниться забарвлення? Якщо так, поясніть чому та зазначте колір розчину.

- **а) Натрій нітрат ($NaNO_3$)**: Забарвлення лакмусу не зміниться, оскільки $NaNO_3$ не гідролізується і утворює нейтральне середовище.
- **б) Калій карбонат (K_2CO_3)**: Лакмус стане синім, оскільки K_2CO_3 утворює лужне середовище через гідроліз слабкої кислоти (H_2CO_3) і сильної основи (KOH).
- **в) Цинк сульфат ($ZnSO_4$)**: Лакмус стане червоним, оскільки $ZnSO_4$ утворює кисле середовище через гідроліз слабкої основи ($Zn(OH)_2$) і сильної кислоти (H_2SO_4).

5. Складіть рівняння гідролізу натрій сульфіду та калій карбонату. Укажіть забарвлення лакмусу в кожному із розчинів та поясніть причину його появи.

- **Натрій сульфід (Na_2S)**:
  Рівняння гідролізу: $Na_2S + H_2O \rightleftharpoons NaOH + H_2S$
  Лакмус у розчині натрій сульфіду стане синім через утворення лужного середовища.
- **Калій карбонат (K_2CO_3)**:
  Рівняння гідролізу: $K_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons 2KOH + H_2CO_3$
  Лакмус у розчині калій карбонату також стане синім через утворення лужного середовища.

6. Назвіть сіль Натрію, розчин якої має лужне середовище, і сіль нітратної кислоти, розчин якої має кислотне середовище. Складіть рівняння реакцій, які можуть відбуватися в розчинах кожної із цих солей. Яке середовище в розчині натрій нітрату?

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

- **Сіль Натрію з лужним середовищем**: Натрій карбонат (Na_2CO_3).
  Рівняння гідролізу: $Na_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons 2NaOH + H_2CO_3$
  Середовище лужне через утворення NaOH.
- **Сіль нітратної кислоти з кислотним середовищем**: Алюміній нітрат ($Al(NO_3)_3$).
  Рівняння гідролізу: $Al(NO_3)_3 + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + 3HNO_3$
  Середовище кислотне через утворення HNO_3.
- **Натрій нітрат ($NaNO_3$)**: Розчин натрій нітрату є нейтральним, оскільки $NaNO_3$ не гідролізується.

7. Якщо до розчину алюміній нітрату долити розчин натрій карбонату, то спостерігається виділення безбарвної газоподібної речовини та утворення осаду. Завдяки якому процесу виділяється газ і випадає осад? Складіть рівняння реакцій.
   Газ виділяється в результаті реакції алюміній нітрату з натрій карбонатом, що утворює осад алюміній гідроксиду та вуглекислий газ (CO_2). Реакція:
   $2Al(NO_3)_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow + 6NaNO_3$
8. Як впливає на гідроліз солей: а) підвищення температури; б) розведення розчину?

- **а) Підвищення температури**: Збільшує ступінь гідролізу, оскільки реакція гідролізу, як правило, є ендотермічною, і підвищення температури сприяє її перебігу.
- **б) Розведення розчину**: Сприяє збільшенню ступеня гідролізу, оскільки концентрація йонів зменшується, а рівновага зміщується у бік утворення продуктів гідролізу.

§ 25. Якісні реакції на хлорид-, бромід-, йодид-, сульфат-, ортофосфат-, карбонат- і силікат-іони

4. У трьох пробірках без етикеток містяться розчини цинк нітрату, натрій ортофосфату і калій сульфату. Чи є можливість визначити їх за допомогою лакмусу? Який колір матиме цей індикатор у розчинах кожної із цих солей? Чому?

- **Цинк нітрат ($Zn(NO_3)_2$)**: Лакмус у цьому розчині стане червоним, оскільки $Zn(NO_3)_2$ утворює кисле середовище через гідроліз, утворюючи слабку основу $Zn(OH)_2$ і сильну кислоту HNO_3.
- **Натрій ортофосфат (Na_3PO_4)**: Лакмус у розчині Na_3PO_4 стане синім, оскільки Na_3PO_4 утворює лужне середовище через гідроліз сильної основи (NaOH) та слабкої кислоти (H_3PO_4).
- **Калій сульфат (K_2SO_4)**: Лакмус не змінить колір (залишиться фіолетовим), оскільки K_2SO_4 не гідролізується і утворює нейтральне середовище.

Отже, визначити ці солі можна за допомогою лакмусу, орієнтуючись на зміни кольору.

5. Як визначити, у якому з трьох пронумерованих хімічних стаканів без етикеток містяться розчини натрій гідроксиду, калій сульфату, калій нітрату? Складіть рівняння реакцій у молекулярній та повній і скороченій йонній формах.
   Для визначення можна додати до кожного розчину індикатор фенолфталеїн:

- **Натрій гідроксид (NaOH)**: Фенолфталеїн набуде малинового кольору в лужному середовищі.
  Рівняння реакції (немає):
- **Калій сульфат (K_2SO_4)** та **Калій нітрат (KNO_3)** не дадуть зміни кольору з фенолфталеїном, оскільки їх розчини є нейтральними і не містять гідроксид-іонів.

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

Для подальшого визначення можна провести реакцію на сульфат-іон, додавши розчин барій хлориду ($BaCl_2$):

- Для **Калій сульфату (K_2SO_4)** утвориться білий осад $BaSO_4$:
  - **Молекулярне рівняння**: $K_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow 2KCl + BaSO_4\downarrow$
  - **Повне йонне рівняння**: $2K^+ + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^- \rightarrow 2K^+ + 2Cl^- + BaSO_4\downarrow$
  - **Скорочене йонне рівняння**: $SO_4^{2-} + Ba^{2+} \rightarrow BaSO_4\downarrow$
- Для **Калій нітрату (KNO_3)** осад не утвориться, оскільки немає сульфат-іонів.

6. У трьох пронумерованих хімічних стаканах без етикеток містяться розчини кислот: хлоридної, нітратної, ортофосфатної. Як визначити хімічним шляхом, у якому зі стаканів міститься та чи інша речовина? Складіть рівняння реакцій у молекулярній та повній і скороченій йонній формах.
Для визначення кислот можна додати реагенти для виявлення певних аніонів:

- **Для ортофосфатної кислоти (H_3PO_4)**: Додаємо розчин срібла нітрату ($AgNO_3$) – утворюється жовтий осад Ag_3PO_4.
  - **Молекулярне рівняння**: $H_3PO_4 + 3AgNO_3 \rightarrow Ag_3PO_4\downarrow + 3HNO_3$
  - **Повне йонне рівняння**: $PO_4^{3-} + 3Ag^+ \rightarrow Ag_3PO_4\downarrow$
- **Для хлоридної кислоти (HCl)**: Додаємо розчин срібла нітрату ($AgNO_3$) – утворюється білий осад AgCl.
  - **Молекулярне рівняння**: $HCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$
  - **Повне йонне рівняння**: $Cl^- + Ag^+ \rightarrow AgCl\downarrow$
- **Для нітратної кислоти (HNO_3)**: Осад не утворюється з $AgNO_3$, оскільки нітрат-іони (NO_3^-) не дають осаду з Ag^+.

§ 26. Окисно-відновні реакції. Поняття про окисники та відновники

1. Які хімічні реакції називають окисно-відновними?
Окисно-відновні реакції – це хімічні реакції, під час яких відбувається передача електронів між атомами або йонами. У таких реакціях один із компонентів віддає електрони (відновлюється), а інший приймає їх (окиснюється), що призводить до зміни ступенів окиснення елементів.
2. Який процес називають окисненням, а який – відновленням?

- **Окисненням** називають процес втрати електронів атомом або йоном, що супроводжується підвищенням його ступеня окиснення.
- **Відновленням** називають процес приєднання електронів атомом або йоном, що супроводжується зниженням його ступеня окиснення.

3. Що розуміють під ступенем окиснення будь-якого елемента в речовині? Як його позначають?
Ступінь окиснення – це умовний заряд атома в речовині, який він мав би, якби всі зв'язки з іншими атомами були іонними. Ступінь окиснення позначають арабськими числами зі знаком «+» або «-» перед числом.
4. Які складові частинки речовини називають окисниками, а які – відновниками?

- **Окисники** – це частинки, які приймають електрони в процесі реакції, спричиняючи окиснення інших частинок. При цьому самі окисники відновлюються.

MATEMATIKA-DOMA.ORG

- **Відновники** – це частинки, які віддають електрони, спричиняючи відновлення інших частинок. Відновники самі окиснюються під час реакції.

§ 27. Залежність окисно-відновних властивостей речовин від ступеня окиснення елементів

2. Які властивості виявляють металічні і неметалічні елементи, якщо вони виявляють найвищий ступінь окиснення: Na_2SO_4, HNO_3, $KClO_4$, CrO_3, MgO?

- **Na_2SO_4**: Сульфатний йон має Сульфур із ступенем окиснення +6, що є максимальним ступенем окиснення для Сульфуру. У такому випадку Сульфур проявляє неметалічні властивості.
- **HNO_3**: Нітроген у HNO_3 має ступінь окиснення +5, що також є максимальним для нього. У цьому випадку Нітроген виявляє неметалічні властивості.
- **$KClO_4$**: Хлор має ступінь окиснення +7, що є найвищим. Хлор у цьому випадку виявляє неметалічні властивості.
- **CrO_3**: Хром у CrO_3 має ступінь окиснення +6, що є його максимальним. У такому стані Хром виявляє властивості окисника і проявляє неметалічні властивості.
- **MgO**: Магній у MgO має ступінь окиснення +2, що є його максимальним ступенем окиснення. У цьому випадку Магній проявляє металічні властивості.

3. Що розуміють під поняттям «проміжний ступінь окиснення елемента»? Які властивості здатний виявляти елемент в окисно-відновних реакціях, якщо вихідною речовиною буде його оксид: CO, Cu_2O, SO_2, Cr_2O_3, MnO_2, N_2O_3? Чому?

- **Проміжний ступінь окиснення** означає, що елемент має ступінь окиснення, який не є максимальним або мінімальним. У таких випадках елемент може виявляти як окисні, так і відновні властивості в залежності від оточення.
- **CO**: Карбон у CO має ступінь окиснення +2. Він може як окиснюватися до CO_2 (+4), так і відновлюватися до елементарного Карбону (0).
- **Cu_2O**: Купрум у Cu_2O має ступінь окиснення +1, що дозволяє йому окиснюватися до CuO (+2) або відновлюватися до металевого стану (0).
- **SO_2**: Сульфур у SO_2 має ступінь окиснення +4 і може окиснюватися до SO_3 (+6) або відновлюватися до елементарного Сульфуру (0).
- **Cr_2O_3**: Хром у Cr_2O_3 має ступінь окиснення +3, що дозволяє йому окиснюватися до +6 або відновлюватися до металевого стану (0).
- **MnO_2**: Манган у MnO_2 має ступінь окиснення +4, тому він може окиснюватися до MnO_4^- (+7) або відновлюватися до Mn^{2+} (+2).
- **N_2O_3**: Нітроген у N_2O_3 має ступінь окиснення +3, що дозволяє йому окиснюватися до +5 або відновлюватися до N_2 (0).

4. Які з елементів третього періоду Періодичної системи можуть бути: а) тільки відновниками; б) як окисниками, так і відновниками?

- а) **Тільки відновниками** можуть бути елементи, які у своїх сполуках завжди віддають електрони. У третьому періоді це Натрій (Na), Магній (Mg) і Алюміній (Al).
- б) **Як окисниками, так і відновниками** можуть бути елементи, які мають проміжні ступені окиснення та можуть як віддавати, так і приймати електрони. У третьому періоді це Силіцій (Si), Сульфур (S), Фосфор (P) і Хлор (Cl).

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

§ 28. Складання рівнянь окисно-відновних реакцій

1. У якій послідовності треба складати рівняння окисно-відновних реакцій, якщо відомий склад як вихідних речовин, так і продуктів?

- Спочатку визначають ступені окиснення елементів у вихідних речовинах і продуктах реакції.
- Виділяють елементи, що змінюють свій ступінь окиснення (тобто окисник і відновник).
- Записують напівреакції окиснення та відновлення.
- Складають електронний баланс, прирівнюючи кількість відданих і прийнятих електронів.
- Урівнюють атоми та заряди у рівнянні реакції.
- Записують повне рівняння реакції з врахуванням коефіцієнтів.

2. Що таке напівреакції окиснення і відновлення?
   Напівреакції – це частини окисно-відновної реакції, які показують окремо процес окиснення та процес відновлення. В напівреакції окиснення показується втрата електронів (відновником), а в напівреакції відновлення – приєднання електронів (окисником).
3. Який метод складання рівнянь окисно-відновних реакцій називають методом електронного балансу?
   Метод електронного балансу – це метод, який використовується для урівнювання окисно-відновних реакцій. Він полягає у підборі коефіцієнтів для урівнювання рівняння реакції таким чином, щоб кількість електронів, відданих відновником, дорівнювала кількості електронів, прийнятих окисником.
4. Чи завжди кількість електронів, відданих відновником, дорівнює кількості електронів, отриманих окисником?
   Так, у будь-якій окисно-відновній реакції кількість електронів, відданих відновником, завжди дорівнює кількості електронів, отриманих окисником. Це забезпечує збереження електричного заряду в процесі реакції.

МАТЕМАТИКА-ДОМА.ORG

§ 29. Найважливіші окисно-відновні реакції

1. Під час добування металів з оксидів відбувається процес їхнього відновлення. Метали в оксидах перебувають у позитивному ступені окиснення, і для перетворення їх у вільний стан необхідно зменшити цей ступінь окиснення, тобто відновити метал. Прикладом такої окисно-відновної реакції є:
   - Відновлення заліза з його оксиду: $\mathrm{Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2}$
   - Відновлення міді з її оксиду: $\mathrm{CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O}$
2. Взаємодія металів з розведеними кислотами (наприклад, з хлоридною кислотою) або лужних і лужноземельних металів з водою супроводжується відновленням Гідрогену. При цьому водень (H^+) у кислотах або воді відновлюється до молекулярного водню (H_2). Наприклад:
   - Взаємодія цинку з хлоридною кислотою: $\mathrm{Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2}$
   - Взаємодія натрію з водою: $\mathrm{2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2}$
3. У процесі горіння на повітрі відновлюється Оксиген (O_2), який приймає електрони і переходить у склад оксидів.

8. Визначте окисник і відновник у реакції магнію з киснем. Складіть рівняння напівреакцій окиснення та відновлення.

У реакції магнію з киснем окисником є кисень (O_2), а відновником — магній (Mg).

Реакція між магнієм і киснем:

$$\mathrm{2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO}$$

Напівреакція окиснення (для магнію): Магній віддає електрони, збільшуючи свій ступінь окиснення з 0 до +2.

$$\mathrm{Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-}$$

Напівреакція відновлення (для кисню): Кисень приймає електрони, зменшуючи свій ступінь окиснення з 0 до -2.

$$\mathrm{O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}}$$

Отже, в цій реакції магній є відновником, а кисень — окисником.

§ 30. Електрохімічні процеси. Електроліз. Закони Фарадея

1. Які процеси називають електрохімічними?
   Електрохімічними називають процеси, що відбуваються на межі поділу електрод-електроліт і супроводжуються перетворенням хімічної енергії в електричну або

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

навпаки. Такі процеси включають окисно-відновні реакції, в яких відбувається перенесення електронів між речовинами.

2. Який процес називають електролізом?
   Електролізом називають процес розкладу речовин під дією електричного струму, який протікає в електролітах (розчинах або розплавах електролітів). Під час електролізу на електродах відбуваються окисно-відновні реакції.
3. Який вид енергії перетворюється на хімічну енергію під час електролізу?
   Під час електролізу електрична енергія перетворюється на хімічну енергію.
4. Який електрод, що його використовують під час електролізу, називають катодом, а який – анодом? Які заряди вони мають?

- **Катод** – це електрод, на якому відбувається відновлення. Під час електролізу він заряджений негативно.
- **Анод** – це електрод, на якому відбувається окиснення. Під час електролізу він заряджений позитивно.

5. Від яких чинників залежить перебіг електрохімічних процесів на електродах під час електролізу?
   Перебіг електрохімічних процесів на електродах під час електролізу залежить від:

- природи електроліту;
- матеріалу електродів;
- концентрації йонів у розчині;
- напруги і сили струму, що проходить через електроліт;
- температури електроліту.

§ 31. Розв'язування задач з використанням законів Фарадея

Задача 6

Дано:

Час $t = 33\,\text{хв} = 1980\,\text{с}$

Маса заліза $m = 2.3\,\text{г}$

Формула речовини: $FeSO_4$

Знайти силу струму I.

1. Використаємо молярну масу заліза $M = 55.85\,\text{г/моль}$.
2. Для відновлення Fe^{2+} до Fe $n = 2$.

Застосуємо формулу для сили струму:

$$I = \frac{m \cdot n \cdot F}{t \cdot M}$$

Розрахую ці значення.

Результати обчислень:

4. Час пропускання струму силою 5 А для добування 2,8 г заліза становить приблизно **1935 секунд** (або близько 32,25 хвилин).
5. Час пропускання струму силою 12,1 А для добування 6 л хлору становить приблизно **4272 секунд** (або близько 71,2 хвилин).
6. Сила струму, за якої під час електролізу розчину ферум(II) сульфату протягом 33 хвилин добули 2,3 г заліза, становить приблизно **4,01 А**.

МАТЕМАТІКА-DOMA.ORG

14. Визначте силу струму, за якої під час електролізу розчину хром(III) сульфату протягом 30 хв виділилося 1,2 г хрому.

Щоб визначити силу струму (I), необхідну для виділення 1,2 грама хрому (Cr) під час електролізу розчину сульфату хрому(III) протягом 30 хвилин, скористаємося законами Фарадея про електроліз. Ось покроковий розрахунок:

Дано:

- Маса виділеного Cr (m) = 1,2 г
- Час (t) = 30 хвилин = $30 \times 60 = 1\,800$ секунд
- Молярна маса Cr (M) = 52,00 г/моль
- Кількість електронів на атом (n) = 3 (оскільки $Cr^{3+} \rightarrow Cr^0$)
- Постійна Фарадея (F) ≈ 96 500 Кл/моль

Формула:

$$I = \frac{m \times n \times F}{M \times t}$$

Розрахунок:

1. **Обчислимо чисельник** ($m \times n \times F$):

$$1,2\,\text{г} \times 3 \times 96\,500\,\text{Кл/моль} = 1,2 \times 289\,500\,\text{Кл} = 347\,400\,\text{Кл}$$

2. **Обчислимо знаменник** ($M \times t$):

$$52,00\,\frac{\text{г}}{\text{моль}} \times 1\,800\,\text{с} = 93\,600\,\frac{\text{г} \cdot \text{с}}{\text{моль}}$$

Далі розрахунок сили струму (I) залишається незмінним:

3. **Обчислимо силу струму** (I):

$$I = \frac{347\,400\,\text{Кл}}{93\,600\,\frac{\text{г·с}}{\text{моль}}} = \frac{347\,400\,\text{Кл}}{93\,600\,\text{г} \cdot \text{с/моль}} = 3,7115\,\text{А}$$

Відповідь:

Приблизно **3,71 ампер** струму необхідно для виділення 1,2 г хрому за 30 хвилин.

§ 32. Поняття про електродний потенціал. Гальванічний елемент і принцип його роботи

1. **Подвійний електричний шар** утворюється під час занурення металевої пластинки у воду через розділення зарядів на межі між металом і розчином. Металеві атоми можуть віддавати електрони й утворювати іони, які переходять у розчин, залишаючи на поверхні металу надлишковий негативний заряд. Водночас, позитивно заряджені іони

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

накопичуються поруч із поверхнею металу в розчині. Це приводить до утворення подвійного шару з позитивних і негативних зарядів.

2. **Електродний потенціал металу** – це різниця потенціалів, що виникає між металом і розчином його іонів, у якому метал знаходиться. Він характеризує здатність металу віддавати або приймати електрони.
3. **Стандартний електродний потенціал металу** – це електродний потенціал металу, виміряний при стандартних умовах: концентрація іонів металу у розчині становить 1 моль/л, температура – 25°C (298 K), тиск – 1 атмосфера. Позначають його як E∘E^\circE∘, і вимірюють відносно стандартного водневого електрода.
4. **Пристрій, у якому енергія хімічної реакції перетворюється на електричну,** називається *гальванічним елементом* або *електрохімічним елементом*.
5. **U-подібну трубку, яка з'єднує розчини електролітів у гальванічному елементі,** називають *сольовим містком*.

§ 33. Електроліз: закономірності електродних процесів, застосування електролізу

4. **Задача про електроліз розплаву натрій хлориду:**
   - Об'єм хлору (Cl_2), що виділився на аноді, становить 56 л (нормальні умови).
   - За нормальних умов мольний об'єм газу становить 22,4 л/моль, отже:

$$\text{Кількість молів } Cl_2 = \frac{56}{22,4} = 2,5 \text{ моль}$$

   - Реакція електролізу $NaCl \rightarrow Na + \frac{1}{2}Cl_2$ показує, що на утворення 1 моля Cl_2 потрібно 2 молі Na.
   - Тому кількість Na дорівнює:

$$2,5 \text{ моль } Cl_2 \times 2 = 5 \text{ моль } Na$$

   - Молярна маса натрію (Na) = 23 г/моль, отже:

$$\text{Маса } Na = 5 \text{ моль} \times 23 \text{ г/моль} = 115 \text{ г}$$

   Відповідь: Масса утвореного металічного натрію — 115 г.

6. **Речовини, при електролізі водних розчинів яких відбувається розкладання води:**
   - Na_2SO_4 (сульфат натрію)
   - KNO_3 (нітрат калію)
   - H_2SO_4 (сульфатна кислота)
7. **Електроліз водних розчинів етилового спирту та сахарози:**
   - Електроліз водних розчинів етилового спирту та сахарози неможливий, оскільки вони не є електролітами та не дисоціюють на іони у водному розчині. Лише речовини, що утворюють іони (електроліти), можуть бути піддані електролізу.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG

§ 35. Окисно-відновні реакції: найважливіші окисники та відновники

1. **Найважливіші речовини:**
   - **а) Відновники** — речовини, які віддають електрони під час хімічних реакцій, знижуючи ступінь окиснення іншої речовини. До основних відновників належать:
     - Метали з низьким ступенем окиснення, як-от натрій, калій, магній, алюміній
     - Неметали, такі як водень, вуглець, монооксид карбону (CO)
   - **б) Окисники** — речовини, які приймають електрони, підвищуючи ступінь окиснення іншої речовини. До основних окисників належать:
     - Галогени (фтор, хлор, бром)
     - Кисень (O_2), нітратна кислота (HNO_3), перманганат калію ($KMnO_4$)
2. **Властивості речовин в окисно-відновних реакціях:**
   - **а) Тільки відновник** — речовина виступає тільки відновником, якщо вона здатна лише віддавати електрони (тобто має низький ступінь окиснення). Наприклад: натрій (Na) у реакціях, де він окиснюється до Na^+.
   - **б) Тільки окисник** — речовина є тільки окисником, якщо вона здатна лише приймати електрони (має високий ступінь окиснення). Наприклад: Cl_2, що окиснюється до Cl^-.
   - **в) Як відновник, так і окисник** — речовина може проявляти обидві властивості, якщо має проміжний ступінь окиснення. Наприклад: H_2O_2 (перекис водню) може бути і окисником, і відновником.
4. **Заповнення пропущених слів:**
   - Атоми, молекули або йони, що віддають електрони, називають **відновниками**. Під час реакції вони **окиснюються**.
   - Атоми, молекули або йони, що приймають електрони, називають **окисниками**. У ході реакції вони **відновлюються**.

МАТЕМАТИКА-DOMA.ORG