

8 клас

**1. Флуїмуцил. 10 б.** 1. Масова частка АЦЦ:  $0.68/1.8 = 0.378$  або 37.8%. Масова частка аспартаму  $(1.8 - 0.6 - 0.68 - 0.5)/1.8 = 0.011$  або 1.1%.

2.  $n(\text{АЦЦ}) = m/M = 0.6/163 = 3.7 \times 10^{-3}$  (моль),  $c = n/V = 3.7 \times 10^{-3}/0.25 \times 3 = 0.0444$  моль/л.

3. Маса АЦЦ в одній ампулі 300 мг, що дорівнює  $0.3/163 = 1.8 \times 10^{-3}$  моль. Тоді концентрація розчину  $1.8 \times 10^{-3}/(3 \times 10^{-3}) = 0.6$  моль/л. Для приготування 20 л розчину знадобиться  $0.6 \times 20 = 12$  моль АЦЦ, тобто  $12 \times 163 = 1956$  г.

**2. Гірська хвороба. 10 б.** 1. Розрахуємо атмосферний тиск на різних висотах:

0 м:  $p_0 = 101300$  Па (можливий варіант 101325 Па).

4000 м:  $p_{4000} = 101300 - 4000/12 \times 103 = 66967$  Па.

Та парціальний тиск кисню:

0 м:  $p_{\text{O}_2} = 101300 \times 0.21 = 21273$  Па.

4000 м:  $p_{\text{O}_2} = 66967 \times 0.21 = 14063$  Па.

2. Кількість моль газу, що займає певний об'єм за певних тиску та температури, розраховується за рівнянням Менделєєва–Клапейрона  $pV = nRT$ . Де,  $n$  – загальна кількість речовини газів в повітрі, а 21% з них – молекули кисню.

Температура на рівні моря  $T_0 = 25$  °С = 298 К. Температура на висоті 4000 м:

$$T_{4000} = 25 - 4000/100 \times 0.5 = 5$$
 °С = 278 К.

Загальна кількість моль газів на висоті 0 м:

$$n_0 = p_0 V_0 / (R_0 T_0) = 101300 \times 1 / (8.314 \times 298) = 40.9$$
 моль.

Кількість речовини кисню:  $n_{\text{O}_2,0} = 40.9 \times 0.21 \approx 8.6$  моль

Кількість молекул кисню  $N_0 = 8.6 \times 6.02 \times 10^{23} = 5.2 \times 10^{24}$  молекул

Аналогічно для висоти 4000 м:

$$n_{4000} = p_{4000} V_{4000} / (R_{4000} T_{4000}) = 66967 \times 1 / (8.314 \times 278) = 29$$
 моль

$$n_{\text{O}_2,4000} = 29 \times 0.21 \approx 6.1$$
 моль,  $N_{4000} = 6.1 \times 6.02 \times 10^{23} = 3.7 \times 10^{24}$  молекул.

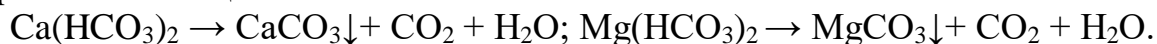
3. В попередньому пункті розраховано, яка кількість речовини повітря міститься в 1 м<sup>3</sup>, звідти розраховуємо в 400 мл  $4 \times 10^{-4}$  м<sup>3</sup>

$$n_0 = 40.9 \times 4 \times 10^{-4} = 0.0164$$
 моль,  $m_0 = 0.0164 \times 29 = 0.4756$  г.

Та на висоті 4000 м:

$$n_{4000} = 29 \times 4 \times 10^{-4} = 0.0116$$
 моль,  $m_{4000} = 0.0116 \times 29 = 0.43364$  г.

**3. Суміші, їх склад та розділення на компоненти. 10 б.** 1. Моршинська. Виходячи з наведених іонів, можна визначити, що з Моршинської води можна виділити такі солі: а) гідрокарбонати –  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ; б) сульфати –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ; в) хлориди –  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ . Виходячи з солей, виділених з Моршинської води, можна отримати такі солі, що будуть нерозчинними у воді, вони утворюються внаслідок термічного розкладу гідрокарбонатів кальцію та магнію:



2. Молоко. Жир можна легко виділити з незбираного молока, наприклад, банку з молоком можна просто поставити в холодне місце і через день-два в її верхній

частині утворюється білий шар вершків, які є нічим іншим, як жиром. Це відбувається тому що жир та вода мають різну густину, причому кульки жиру легше води, і з часом просто спливають на поверхню. Однак виділення вершків з молока можна провести і швидше, для цього необхідно використовувати відцентровий сепаратор. В цьому приладі розділення відбувається під дією відцентрового прискорення внаслідок його дії відбувається більш швидке накопичення вершків у верхній частині ємності з молоком.

Один літр 4% домашнього молока має масу 1029 г, з них жир складає  $1029 \times 0.04 = 41.16$  г. Якщо цей жир буде складати 15% від загальної маси вершків, то маса вершків буде становити:  $41.16 / 15 \times 100 = 274.4$  г.

3. Суміш солей. Суміш, що складається з  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  можна розділити на компоненти таким чином: 1) відомо, що  $\text{NH}_4\text{Cl}$  здатний до сублімації, тому під час нагрівання цієї суміші амонію хлорид буде возганятися, а після охолодження знову утворювати тверду фазу; 2) суміш  $\text{BaCl}_2$  та  $\text{CaCO}_3$ , яка залишається після відділення  $\text{NH}_4\text{Cl}$  можна розділити дією води, оскільки  $\text{BaCl}_2$  розчиняється у воді, а  $\text{CaCO}_3$  не розчиняється і може бути відділений фільтруванням.

**4. Оксиди празеодиму. 10 б.** 1. В 100 г оксиду міститься 82.8 г Празеодиму та 17.2 г кисню ( $100 - 82.77 = 17.23$ ) та, відповідно,  $82.8 / 140.9 = 0.59$  моль Празеодиму та  $17.2 / 16.00 = 1.08$  моль кисню. Відповідно, співвідношення кількості моль Празеодиму та кисню становить 0.6 до 1.1 або 6 : 11. Таким чином, формула оксиду –  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ , що відповідає формулі  $4\text{PrO}_2 \cdot \text{Pr}_2\text{O}_3$ .

1. Рівняння реакції утворення  $\text{PrO}_2$ :  $2 \text{Pr}_6\text{O}_{11} + \text{O}_2 = 12 \text{PrO}_2$ .

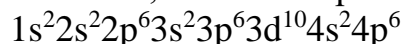
Реакція з хлоридною кислотою:  $2 \text{PrO}_2 + 8 \text{HCl} = \text{Cl}_2 + 2 \text{PrCl}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$ .

Кількість речовини оксиду Празеодиму становить  $0.5 / 172.9 = 0.0029$  моль. Відповідно, кількість речовини хлору – 0.00145 моль, об'єм хлору –  $0.00145 \times 22.4 = 0.032$  л.

3. Масова частка Празеодиму в  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$  становить 0,828 або 82,8%. Масова частка празеодиму в  $\text{PrO}_2$  менше –  $140.9 / (140.9 + 16 \times 2) = 0.815$  або 81.5%.

**5. Інертний газ. 10 б.** 1. Інертні гази є останніми елементами періодів та мають повністю заповнені валентні електронні оболонки. Такі електронні конфігурації відрізняються підвищеною стійкістю та не схильні до приєднання або втрати електронів.

2. Криптон є останнім елементом четвертого періоду (№36). Відповідно до правил заповнення електронних оболонок, його електронна конфігурація:



3. Зв'язки  $\text{Kr-F}$  в молекулі  $\text{KrF}_2$  є ковалентними полярними, оскільки зв'язані атоми належать різним елементам, які характеризуються різним значенням електронегативності.

**6. Хімічні перетворення. 10 б.** 1. Утворення основного та амфотерного оксидів вказує, що мова йде про елемент-метал. Почнемо розв'язок із визначення хімічної формули сполуки **Ж**. Очевидно, вона є сіллю, оскільки утворена взаємодією амфотерного оксиду з лугом. Як наслідок, окрім Натрію та елемента **Е** вона містить у складі Оксиген, масова частка якого дорівнює  $100 - 20.8 - 50.4 =$

28.8%. Візьмемо 100 г сполуки **Ж**: вони містять 20.8 г Натрію, 50.4 г елемента **Е** та 28.8 г Оксигену. Це відповідає 0.904 моль натрію, (50.4 г/М(Е)) моль **Е** та 1.8 моль Оксигену. Кількості речовини Натрію та Оксигену відносяться як 1 : 2, що дозволяє припустити наступні імовірні формули речовини **Ж** :  $\text{NaE}_x\text{O}_2$  або  $\text{Na}_2\text{E}_y\text{O}_4$ . Значення індексів  $x$  та  $y$  не є довільними, а залежать від ступеня окислення **Е**, тому можна скласти наступну таблицю:

| Ступінь окислення Е | $x$ | $y$ |
|---------------------|-----|-----|
| +1                  | 3   | 6   |
| +2                  | —   | 3   |
| +3                  | 1   | 2   |
| +4                  | —   | —   |
| +5                  | —   | —   |
| +6                  | —   | 1   |
| +7                  | —   | —   |
| +8                  | —   | —   |

Бачимо, що серед усіх 16 варіантів можливі лише чотири:  $\text{NaE}^{+1}_3\text{O}_2$ ,  $\text{NaE}^{+3}\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{E}^{+2}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{E}^{+6}\text{O}_4$  (варіанти  $\text{Na}_2\text{E}_2\text{O}_4$  та  $\text{Na}_2\text{E}_6\text{O}_4$  є "подвоєннями"  $\text{NaEO}_2$  та  $\text{NaE}_3\text{O}_2$ ). Тепер можна провести розрахунок кількості речовини та молярної маси **Е** для кожного випадку:  $M(\text{E}) = 50,4 \text{ г} / n(\text{E})$

| Формула                           | Ступінь окислення Е | $n(\text{E})$ , моль | $M(\text{E})$ , г/моль | Е  |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|----|
| $\text{NaE}_3\text{O}_2$          | +1                  | 2,712                | 18,6                   | F  |
| $\text{NaEO}_2$                   | +3                  | 0,904                | 55,8                   | Fe |
| $\text{Na}_2\text{E}_3\text{O}_4$ | +2                  | 1,356                | 37,2                   | —  |
| $\text{Na}_2\text{EO}_4$          | +6                  | 0,452                | 111,5                  | Cd |

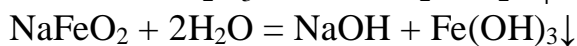
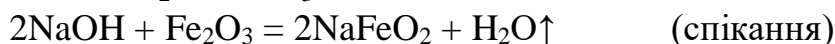
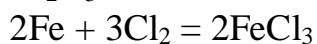
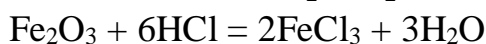
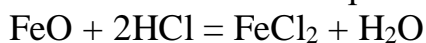
Флуор не може мати ступінь окислення +1, а кадмій +6. Натомість +3 є характерним ступенем окислення для Феруму, тому приходимо висновку: елемент **Е** – Ферум, сполука **Ж** – феррит натрію (або феррат (III) натрію)  $\text{NaFeO}_2$ . Насправді, оскільки метали у ступені окислення +1 утворюють виключно основні оксиди ( $\text{Na}_2\text{O}$  тощо), а у ступені окислення +6 – лише кислотні оксиди ( $\text{CrO}_3$  тощо), то має сенс перевірити лише  $\text{Na}_2\text{E}^{+2}_3\text{O}_4$  та  $\text{NaE}^{+3}\text{O}_2$ .

Тепер легко встановити, що **Б** – оксид Феруму (III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , **Д** – хлорид Феруму (III)  $\text{FeCl}_3$ , а **К** – гідроксид Феруму (III)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Окрім +3 для Феруму характерним є ступінь окислення +2, тому основний оксид **А** це  $\text{FeO}$ , а хлорид **Г** це  $\text{FeCl}_2$ .

Також Ферум утворює оксид  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , який прийнято розглядати як змішаний оксид  $\text{Fe}^{+2}\text{Fe}_2^{+3}\text{O}_4$  – це сполука **В**. Встановити його формулу легко через елементний склад: у 100 г оксиду **В** містяться 72.4 г Fe та 27.6 г O або 1.3 моль Fe та 1.73 моль O. Співвідношення  $n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 1.3 : 1.73 = 1 : 1.33 = 3 : 4$ .

*Примітка: елемент Е можна також встановити, використовуючи інформацію про масові частки металу в його оксидах; таких шлях здається більш простим ніж описаний вище.*

2. Рівняння хімічних реакцій:

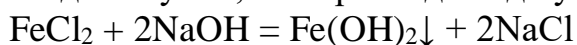


3. Взаємодія оксиду  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  з  $\text{HCl}$  утворює суміш хлоридів Феруму:



4. Якісні реакції на катіони  $\text{Fe}^{2+}$ :

а) взаємодія з лугом, яка призводить до утворення зеленувато-білого осаду:

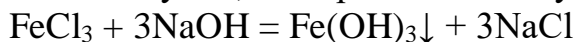


б) взаємодія з гексаціаноферратом (III) калію, яка призводить до утворення синього осаду:

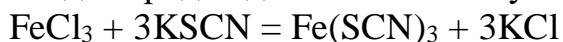


Якісні реакції на катіони  $\text{Fe}^{3+}$ :

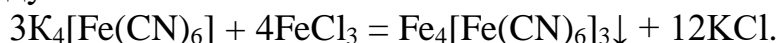
а) взаємодія з лугом, яка призводить до утворення бурого осаду:



б) взаємодія з роданід-іоном  $\text{SCN}^-$  із утворенням яскраво-червоного продукту:



в) взаємодія з гексаціаноферратом (II) калію, яка призводить до утворення синього осаду:

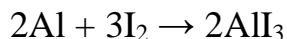


**7. Завдання експериментального туру. 10 б.** 1. а) Використовуючи відносну густину фіолетової пари за гелієм знаходимо її молярну масу:  $63.45 \times 4 = 253.8$  г/моль. Це відповідає молекулярному йоду, пара якого дійсно має фіолетовий колір. б) оскільки речовина **Б** розчиняється як у розчинах кислот, так і лугів, то скоріше за все це амфотерний метал. Визначимо, що це за метал. Рівняння його взаємодії з хлоридною кислотою:  $2\text{B} + 2x\text{HCl} \rightarrow 2\text{BCl}_x + x\text{H}_2$ . Тут  $x$  – валентність металу **Б**. Тоді газ **Г** – це водень.  $1.244$  л водню становить  $1.244/22.4 = 0.0555$  моль. Тому  $1$  г металу **Б** складає  $2 \times 0.0555/x = 1.11/x$ , а його молярна маса дорівнює:  $M = x/0.111$ , при  $x = 3$  молярна маса металу становить  $27$  г/моль, що відповідає Алюмінію, який дійсно є амфотерним металом. Рівняння реакцій розчинення алюмінію у розчинах сильної кислоти та лугу:

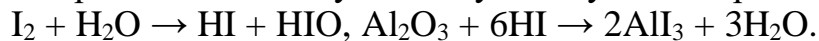


Оскільки газ **Г** – водень, то рідина **В**, яку можна з нього отримати – вода, для якої дійсно відношення маси атомів елементів, що складають молекулу, становить приблизно  $1 : 8$ .

2. Рівняння всіх реакцій, які перебігають під час проведеного експерименту:



Вода, яка бере участь як каталізатор, взаємодіє з йодом з утворенням сильної йодидної кислоти, яка розчиняє захисну оксидну плівку на поверхні металу



3. Сполука, яка має такий же самий якісний, але інший кількісний склад, що й вода існує. Це гідроген пероксид, його формула  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Тут ступінь окиснення атомів Оксигену дорівнює  $-1$ , а Гідрогену  $+1$ .

**Таблиця розчинності неорганічних сполук**

| Іони                          | Br <sup>-</sup> | CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> | CN <sup>-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | Cl <sup>-</sup> | F <sup>-</sup> | I <sup>-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | OH <sup>-</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | S <sup>2-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> |
|-------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|----------------|----------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Ag <sup>+</sup>               | Н               | М                                | Н               | Н                             | Н               | Р              | Н              | Р                            | -               | Н                             | Н               | М                             |
| Al <sup>3+</sup>              | Р               | +                                | ?               | -                             | Р               | М              | Р              | Р                            | Н               | Н                             | +               | Р                             |
| Ba <sup>2+</sup>              | Р               | Р                                | Р               | Н                             | Р               | М              | Р              | Р                            | Р               | Н                             | Р               | Н                             |
| Be <sup>2+</sup>              | Р               | +                                | ?               | +                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | Н               | Н                             | +               | Р                             |
| Ca <sup>2+</sup>              | Р               | Р                                | Р               | Н                             | Р               | Н              | Р              | Р                            | М               | Н                             | М               | М                             |
| Cd <sup>2+</sup>              | Р               | Р                                | М               | +                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | Н               | Н                             | Н               | Р                             |
| Co <sup>2+</sup>              | Р               | Р                                | Н               | +                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | Н               | Н                             | Н               | Р                             |
| Cr <sup>3+</sup>              | Р               | +                                | Н               | -                             | Р               | М              | Н              | Р                            | Н               | Н                             | +               | Р                             |
| Cs <sup>+</sup>               | Р               | Р                                | Р               | Р                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | Р               | Р                             | Р               | Р                             |
| Cu <sup>2+</sup>              | Р               | Р                                | Н               | +                             | Р               | Р              | -              | Р                            | Н               | Н                             | Н               | Р                             |
| Fe <sup>2+</sup>              | Р               | Р                                | Н               | +                             | Р               | М              | Р              | Р                            | Н               | Н                             | Н               | Р                             |
| Fe <sup>3+</sup>              | Р               | -                                | -               | -                             | Р               | Н              | -              | Р                            | Н               | Н                             | -               | Р                             |
| Hg <sup>2+</sup>              | М               | Р                                | Р               | -                             | Р               | +              | Н              | +                            | -               | Н                             | Н               | +                             |
| Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> | Н               | М                                | -               | Н                             | Н               | М              | Н              | +                            | -               | Н                             | -               | Н                             |
| K <sup>+</sup>                | Р               | Р                                | Р               | Р                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | Р               | Р                             | Р               | Р                             |
| Li <sup>+</sup>               | Р               | Р                                | Р               | Р                             | Р               | Н              | Р              | Р                            | Р               | М                             | Р               | Р                             |
| Mg <sup>2+</sup>              | Р               | Р                                | Р               | М                             | Р               | Н              | Р              | Р                            | Н               | Н                             | Н               | Р                             |
| Mn <sup>2+</sup>              | Р               | Р                                | Н               | +                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | Н               | Н                             | Н               | Р                             |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | Р               | Р                                | Р               | Р                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | Р               | -                             | +               | Р                             |
| Na <sup>+</sup>               | Р               | Р                                | Р               | Р                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | Р               | Р                             | Р               | Р                             |
| Ni <sup>2+</sup>              | Р               | Р                                | Н               | +                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | Н               | Н                             | Н               | Р                             |
| Pb <sup>2+</sup>              | М               | Р                                | Н               | +                             | М               | М              | М              | Р                            | Н               | Н                             | Н               | Н                             |
| Rb <sup>+</sup>               | Р               | Р                                | Р               | Р                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | Р               | Р                             | Р               | Р                             |
| Sn <sup>2+</sup>              | +               | +                                | -               | -                             | +               | М              | М              | +                            | Н               | Н                             | Н               | Р                             |
| Sr <sup>2+</sup>              | Р               | Р                                | Р               | Н                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | М               | Н                             | Р               | Н                             |
| Tl <sup>+</sup>               | М               | Р                                | Р               | Р                             | М               | Н              | Н              | Р                            | Р               | М                             | Н               | М                             |
| Zn <sup>2+</sup>              | Р               | Р                                | Н               | +                             | Р               | Р              | Р              | Р                            | Н               | Н                             | Н               | Р                             |

Позначення: Р – добре розчинний; М – малорозчинний; Н – практично нерозчинний; + – повністю реагує з водою чи не випадає з водного розчину; - – не існує, ? – дані про розчинність відсутні.

**Періодична система елементів Д. І. Менделєєва**

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

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