

11 клас

ЗАДАЧА 1. (10 балів)

У розчин солі нітратної кислоти, в якому є **12,42 г** двовалентного металу, занурили алюмінієву пластинку. Визначте невідомий метал, якщо після його відновлення маса пластинки збільшилася на **11,34 г**.

Дано:

m (невідомого металу) = 12,42 г;

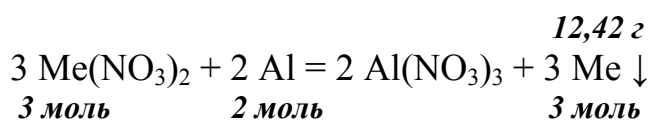
Δm (пластинки) = 11,34 г;

M (Al) = 27 г/моль.

Метал – ?

Розв'язок:

1) Записуємо рівняння реакції:



З рівняння видно, що на 3 моль невідомого металу припадає 2 моль алюмінію.

2) Молярну масу невідомого металу позначаємо через x . Так як, за умовою задачі, після реакції маса пластинки збільшилася, то маса невідомого металу є більшою, а Δm (пластинки) через молярні маси = $(3x - 2 \cdot 27)$ г.

3) Обчислюємо молярну масу невідомого металу.

Складаємо пропорцію:

якщо в реакцію вступить 12,42 г (Me) – маса пластинки збільшиться на 11,34 г;
3х г (Me) – $(3x - 2 \cdot 27)$ г.

$$12,42 / 3x = 11,34 / (3x - 2 \cdot 27);$$

$$12,42 (3x - 2 \cdot 27) = 3 \cdot 11,34 x;$$

$$37,26 x - 670,68 = 34,14 x;$$

$$3,24 x = 670,68;$$

$$x = 207 \text{ (г/моль)}.$$

Молярна маса двовалентного металу дорівнює **207 (г/моль)** ($A_r = 207$).

Встановлюємо метал за періодичною системою – це хімічний елемент Плюмбум, а метал відповідно **свинець**.

Відповідь: свинець (Pb).

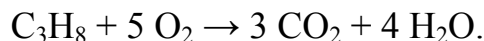
ЗАДАЧА 3. (10 балів)

Який об'єм озонованого кисню, що містить **10 %** озону (за об'ємом), необхідний для спалювання **168 л** пропану.

Дано:

Розв'язок:

1) Складаємо рівняння реакції горіння пропану у кисні:



2) З рівняння видно, що об'єм кисню (у л), який необхідно витратити на повне спалювання пропану з урахуванням стехіометричності взаємодії (1:5), становить:

$$V(\text{O}_2) = 5 \cdot V(\text{CH}_4) = 5 \cdot 168 = 840 \text{ (л)}.$$

3) Якщо чистий кисень у реакції замінити на озонований, його загальна кількість, необхідна для спалювання метану, зменшиться, адже озон поводить себе не як стороння домішка, а повноцінний учасник процесу, зрештою перетворюючись на кисень за рівнянням реакції:



4) Позначаємо за x об'єм озонованого кисню (у л); тоді, спираючись на об'ємі частки окремих компонентів суміші, виражаємо об'єми кожного із газів:

$$V(\text{O}_3) = 0,1x \text{ (л)}; V(\text{O}_2) = 0,9x \text{ (л)}.$$

5) Перераховуємо об'єм озонованого кисню у об'єм чистого кисню, зважаючи на стехіометричність такого переходу (2:3), та складаємо відповідне математичне рівняння:

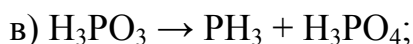
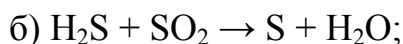
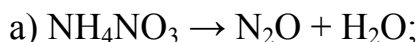
$$V(\text{O}_2) = 0,9x + 3/2 \cdot 0,1x = 0,9x + 0,15x = 1,05x = 840 \text{ (л)}; \text{ } \mathbf{x = 800 \text{ (л)}}.$$

Звідси знаходимо, що $x = 800$, тобто об'єм озонованого кисню, необхідний для спалювання вихідної кількості пропану, становить **800 л**.

Відповідь: $V(\text{озон. O}_2) = 800 \text{ л}$.

ЗАДАЧА 4. (10 балів)

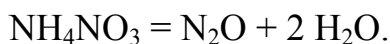
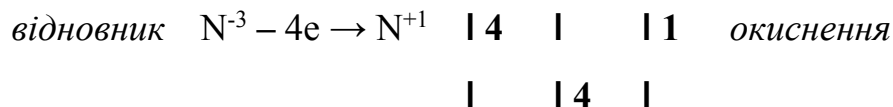
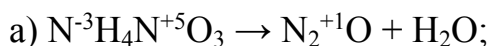
Використовуючи метод електронного балансу, складіть хімічні рівняння окисно-відновних реакцій, що відповідає наступним схемам:



Вкажіть суми їх коефіцієнтів.

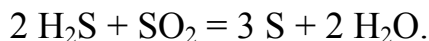
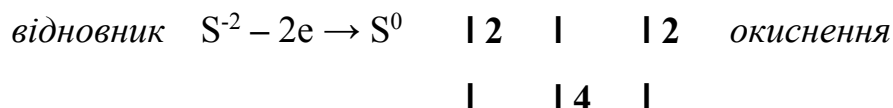
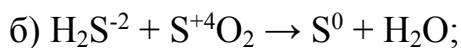
Виходячи із ступенів окиснення атомів елементів у запропонованих схемах, визначте, до якого типу окисно-відновних реакцій належить кожна з них.

Розв'язок:

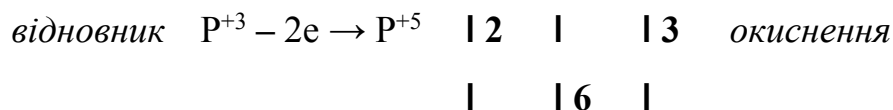
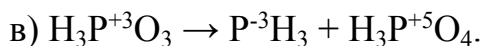


Це внутрішньомолекулярна ОВР конпропорціонування (конмутації) – тобто реакція, де окиснення та відновлення відбуваються в межах однієї молекули.

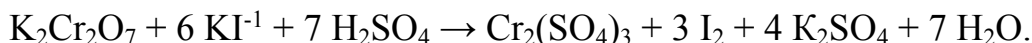
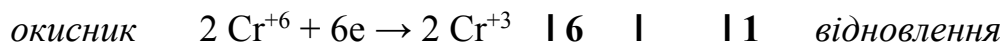
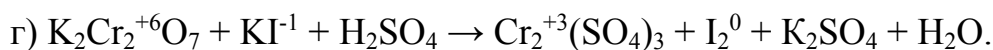
Нітроген (одного і той же елемент) під час реакції, перебуваючи в різних ступенях окиснення одночасно змінює їх: підвищує і знижує.



Це міжмолекулярна ОВР конпропорціонування (конмутації) – тобто реакція, де окисник і відновник є компонентами різних молекул і Сульфур, перебуваючи в різних ступенях окиснення, знаходиться у складі різних сполук. Але відбувається одночасне підвищення та зниження ступеня окиснення атомів одного елемента.



Це ОВР диспропорціонування (дисмутації) – тобто реакція, де окиснення та відновлення відбуваються в межах однієї молекули, та один і той же елемент (Фосфор) одночасно виступає як окисником так і як відновником, перебуваючи у проміжному ступені окиснення (+3), та може одночасно як підвищувати, так і знижувати його.



Це міжмолекулярна ОВР – тобто реакція, де окисник і відновник є компонентами різних молекул.

ЗАДАЧА 5. (10 балів)

При гідролізі крохмалю масою **324 кг** утворилася глюкоза з масовою часткою виходу **80 %**, яку піддали спиртовому бродінню. Масова частка виходу продукту бродіння становить **75 %** від теоретично можливого. В результаті отримали водний розчин етанолу масою **600 кг**. Визначте масову частку етанолу в цьому розчині.

Дано:

Розв'язок:

1) Визначаємо кількість крохмалю $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Кількість речовини крохмалю $(C_6H_{10}O_5)_n$ розраховується за формулою: $n=m/M$, де m — маса крохмалю, а M — молярна маса мономерної ланки крохмалю. Молярна маса мономерної ланки крохмалю становить:

$$M(C_6H_{10}O_5) = 6 \cdot 12 + 10 \cdot 1 + 5 \cdot 16 = 162 \text{ (г/моль)}.$$

Кількість речовини крохмалю дорівнює:

$$n(\text{крохмалю}) = 324 \cdot 10^3 \text{ г} / 162 \text{ г/моль} = 2000 \text{ моль}.$$

2) Розраховуємо теоретичну масу глюкози.

Рівняння гідролізу крохмалю:



Згідно зі стехіометрією реакції з 1 моль мономерної ланки крохмалю утворюється 1 моль глюкози.

Теоретична кількість речовини глюкози дорівнює:

$$n(\text{глюкоза})_{\text{теор}} = n(\text{крохмалю}) = 2000 \text{ моль}.$$

Молярна маса глюкози $C_6H_{12}O_6$ становить:

$$M(C_6H_{12}O_6) = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180 \text{ (г/моль)}.$$

Теоретична маса глюкози дорівнює:

$$m(\text{глюкози})_{\text{теор}} = n(\text{глюкози})_{\text{теор}} \cdot M(\text{глюкози})$$

$$m(\text{глюкози})_{\text{теор}} = 2000 \text{ моль} \cdot 180 \text{ г/моль} = 360000 \text{ г} = 360 \text{ кг.}$$

3) Розраховуємо практичну масу глюкози

Практична маса глюкози розраховується з урахуванням масової частки виходу:

$$m(\text{глюкози})_{\text{практик}} = n(\text{глюкози})_{\text{теор}} \cdot w(\text{вихід глюкози});$$

$$m(\text{глюкози})_{\text{практик}} = 360 \text{ кг} \cdot 0.80 = 288 \text{ кг.}$$

4) Розраховуємо теоретичну масу етанолу

Рівняння спиртового бродіння глюкози:



Кількість речовини глюкози, що вступила в реакцію, дорівнює:

$$n(\text{глюкози})_{\text{практик}} = 288 \cdot 10^3 \text{ г} / 180 \text{ г/моль} = 1600 \text{ моль.}$$

Згідно зі стехіометрією реакції, з 1 моль глюкози утворюється 2 моль етанолу.

Теоретична кількість речовини етанолу дорівнює:

$$n(\text{етанолу})_{\text{теор}} = 2 \cdot n(\text{глюкози})_{\text{практик}}$$

$$n(\text{етанолу})_{\text{теор}} = 2 \cdot 1600 \text{ моль} = 3200 \text{ моль.}$$

Молярна маса етанолу $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ становить:

$$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 46 \text{ (г/моль).}$$

Теоретична маса етанолу дорівнює:

$$m(\text{етанолу})_{\text{теор}} = n(\text{етанолу})_{\text{теор}} \cdot M(\text{етанолу})$$

$$m(\text{глюкози})_{\text{теор}} = 3200 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 14700 \text{ г} = 147.2 \text{ кг.}$$

5) Розраховуємо практичну масу етанолу.

Практична маса етанолу розраховується з урахуванням масової частки виходу:

$$m(\text{етанолу})_{\text{практик}} = n(\text{етанолу})_{\text{теор}} \cdot w(\text{вихід етанолу});$$

$$m(\text{етанолу})_{\text{практик}} = 147.2 \text{ кг} \cdot 0.75 = 110.4 \text{ кг.}$$

6) Визначаємо масову частку етанолу в розчині.

Масова частка етанолу в розчині розраховується за формулою:

$$w(\text{етанолу}) = m(\text{етанолу})_{\text{практик}} / m(\text{розчину});$$

$$w(\text{етанолу}) = 110.4 \text{ кг} / 600 \text{ кг} = 0.184.$$

У відсотках масова частка етанолу становить:

$$w(\text{етанолу}, \%) = 0.184 \cdot 100 \% = 18.4 \%.$$

$$\text{Відповідь: } w(\text{етанолу}) = 0.184; w(\text{етанолу}, \%) = 18.4 \%.$$