

Оржицький центр професійного розвитку
педагогічних працівників Оржицької селищної ради

**Розрахункові задачі та вправи
з теми «Кількість речовини.
Розрахунки за хімічними
формулами»
8 клас**

Гукало Вікторія Анатоліївна,
учитель хімії
Опорного закладу «Оржицька
ЗОШ І-ІІІ ступенів імені
І. Я. Франка Оржицької
селищної ради
Полтавської області»

Оржиця – 2022

Розрахункові задачі та вправи з теми «Кількість речовини. Розрахунки за хімічними формулами», 8 клас/ Упорядник В. А. Гукало – Оржиця, 2022.

Гукало Вікторія Анатоліївна – учитель хімії опорного закладу «Оржицька ЗОШ I-III ступенів імені І. Я. Франка Оржицької селищної ради Полтавської області», учитель вищої кваліфікаційної категорії, старший учитель

У посібнику подано стислий теоретичний матеріал, приклади розв'язування розрахункових задач з використанням алгоритмів, задачі для самостійного розв'язування, завдання для тестового контролю з теми «Кількість речовини. Розрахунки за хімічними формулами» (8 клас). Посібник розроблений згідно чинної програми з хімії для 8 класу, може використовуватися у навчальному процесі учнями загальноосвітніх навчальних закладів та вчителями хімії.

Рецензенти

Семперович І. І., консультант Оржицького центру професійного розвитку педагогічних працівників

Шпурик С. В., заступник директора з навчально-виховної роботи опорного закладу «Оржицька ЗОШ I-III ступенів імені І. Я. Франка Оржицької селищної ради Полтавської області», учитель історії та правознавства, вищої кваліфікаційної категорії, учитель методист

Зміст

Передмова	5
Кількість речовини. Моль – одиниця кількості речовини. Стала Авогадро.....	7
Теоретичні відомості.....	7
Задачі на обчислення числа частинок (атомів, молекул, йонів) у певній кількості речовини	7
Задачі для самостійного розв'язування.....	9
Задачі на обчислення кількості речовини частинок (атомів, йонів) в певній порції речовини.....	10
Задачі для самостійного розв'язування.....	11
Задачі на обчислення кількості речовини за кількістю частинок (атомів, молекул) речовини	12
Задачі для самостійного розв'язування.....	12
Тестовий контроль знань з теми «Кількість речовини. Стала Авогадро»	13
Молярна маса.....	14
Теоретичні відомості.....	14
Задачі на обчислення молярної маси речовини	14
Задачі для самостійного розв'язування.....	15
Задачі на обчислення за хімічною формулою маси даної кількості речовини і кількості речовини за відомою масою.....	16
Задачі для самостійного розв'язування.....	17
Комбіновані задачі з використанням понять «кількість речовини», «стала Авогадро», «молярна маса».....	18
Задачі для самостійного розв'язування.....	19
Тестовий контроль знань з теми «Молярна маса речовини».....	21
Молярний об'єм газів. Закон Авогадро	22
Теоретичні відомості.....	22
Задачі на обчислення молярної маси, об'єму, кількості речовини газу	23
Задачі для самостійного розв'язування.....	24
Комбіновані задачі з використанням понять «кількість речовини», «стала Авогадро», «молярна маса», «молярний об'єм»	25
Задачі для самостійного розв'язування.....	27
Відносна густина газів	28
Теоретичні відомості.....	28
Задачі на обчислення відносної густини газів.....	28
Задачі для самостійного розв'язування.....	29
Задачі на обчислення молярної маси за відносною густиною газів	29
Задачі для самостійного розв'язування.....	29
Тестовий контроль знань з теми «Молярний об'єм, відносна густина газів».....	30
Об'ємна частка газу в суміші, молярна маса суміші газів.....	31
Теоретичні відомості.....	31
Задачі на обчислення об'ємної частки газу в суміші.....	31

Задачі для самостійного розв'язування.....	32
Задачі на обчислення молярної маси суміші газів	32
Задачі для самостійного розв'язування.....	33
Комбіновані задачі з використанням понять «об'ємна частка газу в суміші», «молярна маса суміші газів», «відносна густина газів»....	33
Задачі для самостійного розв'язування.....	34
Комбіновані задачі для самостійного розв'язування з теми «Кількість речовини. Розрахунки за хімічними формулами»	34
Тестові завдання для підготовки до контрольної роботи з теми «Кількість речовини. Розрахунки за хімічними формулами».....	36
Задачі підвищеної складності (підготовка до олімпіад).....	38
Додаток	53
Фізичні величини, їх позначення й одиниці вимірювання	53
Список використаних джерел	54
Електронні ресурси.....	54

Уміння розв'язувати задачі – це мистецтво, яке здобувається практикою.

Джордж Пойа

Передмова

Одним із компонентів навчання хімії є формування в учнів уміння розв'язувати розрахункові задачі. Систематичне розв'язування розрахункових задач сприяє свідомому засвоєнню хімічних знань, формуванню логічного мислення, розвитку розумової діяльності.

Практика показує, що ефективним є поетапне формування умінь учнів розв'язувати розрахункові задачі. Воно полягає в тому, що спочатку розбирається зразок задачі: форма запису, алгоритм виконання. Наступним кроком є закріплення виконаних дій шляхом розв'язування аналогічних задач. Коли учні навчилися розв'язувати типові задачі, починається етап розвитку вмінь, який реалізується шляхом розв'язування складніших (на кілька дій), комбінованих задач, розв'язування задач кількома способами. Творчим вже є етап самостійного складання і розв'язування задач.

Водночас практика свідчить про невисокий рівень сформованості в учнів умінь розв'язувати розрахункові задачі з хімії, однією з причин чого є відсутність чіткої послідовності їх розв'язання. Тому мета створення даного навчально-методичного посібника – допомогти учням у процесі розв'язування задач.

Навчити розв'язувати розрахункові задачі можна за допомогою використання алгоритмів. Алгоритм – це послідовність дій, що визначає розрахунковий процес або завдання послідовності операцій, точне виконання яких дозволяє розв'язувати задачі певного типу.

Алгоритм дій може бути таким:

1. Спочатку треба уважно прочитати умову задачі й постаратися зрозуміти її суть.
2. Записати скорочену умову задачі, використовуючи при цьому загальноживані позначення величин.
3. Проаналізувати умову задачі, установити логічні зв'язки між даними величинами та шуканою.
4. Осмислити логічну послідовність дій і вибрати спосіб розв'язання.
5. Використовувати розрахунки в одиницях вимірювання, які дані умовою задачі.
6. Обчислення проводити з точністю до 0,01, в окремих випадках – до 0,1 або навіть округлити результати до цілих чисел, користуючись при цьому правилами наближення розрахунків.
7. Записати повну відповідь.

У розв'язанні задачі виділяють хімічну (дослідження, вибір способу розв'язування) і математичну (розрахункову) частини, які знаходяться у взаємозв'язку. При цьому потрібно звертати увагу не лише на розрахунки, а й на хімічну сутність завдання.

У посібнику подано методичку розв'язування розрахункових задач з теми «Кількість речовини. Розрахунки за хімічними формулами» (8 клас), а також задачі та тестові завдання для самоконтролю. Посібник містить необхідний теоретичний матеріал. Для учнів, що захоплюються хімією, посібник містить розрахункові задачі, які пропонувалися в 2005-2020 н. рр. на II (районному) та III (обласному) етапах Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії.

Пропонований посібник допоможе учителям в організації самостійної роботи учнів на уроці.

Кількість речовини. Моль – одиниця кількості речовини. Стала Авогадро



Теоретичні відомості

Кількість речовини – це фізична величина, що визначається числом структурних частинок (атомів, молекул, йонів), які містяться в даній порції речовини (позначається n , читається «ен»).

Для вимірювання кількості речовини прийнято одиницю «моль».

1 моль – порція речовини, яка містить стільки структурних частинок (молекул, атомів, йонів), скільки атомів Карбону міститься в 0,012 кг (12 г) нукліда ^{12}C .

1 моль – це порція речовини, яка містить $6,02 \times 10^{23}$ її формульних одиниць.

Число $6,02 \times 10^{23}$ назвали на честь італійського вченого А. Авогадро числом Авогадро, а відповідну фізико-хімічну константу, яка відповідає цьому числу, – сталою Авогадро (позначається N_A). Якщо 1 моль речовини містить $6,02 \times 10^{23}$ частинок, то:

$$N_A = \frac{6,02 \times 10^{23}}{1 \text{ моль}} = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Стала Авогадро показує число частинок (атомів, молекул тощо), які містяться в 1 моль речовини незалежно від її агрегатного стану.

Так, 1 моль вуглецю (речовина атомної будови) містить $6,02 \times 10^{23}$ атомів Карбону, 1 моль кисню (речовина молекулярної будови) – $6,02 \times 10^{23}$ молекул кисню O_2 , а 1 моль кухонної солі NaCl (речовина йонної будови) – $6,02 \times 10^{23}$ пар йонів Na^+ і Cl^- , тобто $6,02 \times 10^{23}$ йонів Na^+ і $6,02 \times 10^{23}$ йонів Cl^- .

Якщо порція речовини містить N частинок (формульних одиниць), то можна вивести формулу для обчислення відповідної кількості речовини n :

в 1 моль речовини міститься N_A частинок,

в n моль речовини – N частинок,

$$n = \frac{N}{N_A}.$$



Задачі на обчислення числа частинок (атомів, молекул, йонів) у певній кількості речовини

Приклад 1. Скільки атомів Купруму міститься в металі, взятому кількістю речовини 4 моль?

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення числа частинок за кількістю речовини та сталою Авогадро.
3. Обчислюємо число атомів, підставивши дані з умови задачі.
4. Записуємо відповідь.

Дано:

$$n(\text{Cu}) = 4 \text{ моль}$$

$$N(\text{Cu}) - ?$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Розв'язання:

$$N = n \times N_A;$$

$$N(\text{Cu}) = 4 \text{ моль} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 24,08 \times 10^{23} \text{ (атомів)}.$$

Відповідь: $24,08 \times 10^{23}$ атомів Купруму.

Приклад 2. Скільки молекул містить амоніак (NH_3) кількістю речовини 5 моль?

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення числа частинок за кількістю речовини та сталою Авогадро.
3. Обчислюємо число молекул, підставивши дані з умови задачі.
4. Записуємо відповідь.

Дано:

$$n(\text{NH}_3) = 5 \text{ моль}$$

$$N(\text{NH}_3) - ?$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Розв'язання:

$$N = n \times N_A;$$

$$N(\text{NH}_3) = 5 \text{ моль} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 30,1 \times 10^{23} \text{ (молекул)}.$$

Відповідь: $30,1 \times 10^{23}$ молекул амоніаку.

Приклад 3. Скільки атомів і молекул містить кисень (O_2) кількістю речовини 2 моль?

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.

2. Записуємо формулу для обчислення числа частинок за кількістю речовини та сталою Авогадро.

3. Обчислюємо число молекул, підставивши дані з умови задачі.

4. Обчислюємо число атомів, враховуючи їх кількість в молекулі.

5. Записуємо відповідь.

Дано:

$$n(\text{O}_2) = 2 \text{ моль}$$

$N(\text{O}_2)$ – ?

$N(\text{O})$ – ?

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

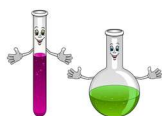
Розв'язання:

$$N = n \times N_A;$$

$$N(\text{O}_2) = 2 \text{ моль} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 12,04 \times 10^{23} \text{ (молекул);}$$

$$N(\text{O}) = 2 \times 12,02 \times 10^{23} = 24,08 \times 10^{23} \text{ (атомів).}$$

Відповідь: $12,04 \times 10^{23}$ молекул, $24,08 \times 10^{23}$ атомів.



Задачі для самостійного розв'язування

1. Скільки атомів Алюмінію міститься в металі, взятому кількістю речовини 1,25 моль?

2. Скільки атомів Феруму міститься в залізі кількістю речовини 2,25 моль?

3. Скільки атомів Сульфуру містить сірка кількістю речовини 4,25 моль?

4. Скільки молекул містить вода кількістю речовини 0,25 моль?

5. Скільки молекул містить вуглекислий газ (CO_2) кількістю речовини 0,9 моль?

6. Скільки молекул та атомів міститься в кисні (молекула складається з двох атомів Оксигену) кількістю речовини 1,5 моль?

7. Скільки молекул та атомів містить водень (молекула складається з двох атомів Гідрогену) кількістю речовини 0,25 моль?

8. Скільки молекул та атомів містить хлор (молекула складається з двох атомів Хлору) кількістю речовини 3,25 моль?

9. Скільки молекул та атомів міститься в азоті (молекула складається з двох атомів Нітрогену) кількістю речовини 3,5 моль?

10. Скільки атомів і молекул містить озон (O_3) кількістю речовини 3,2 моль?

11. Скільки атомів і молекул містить сірководень (H_2S) кількістю речовини 10 моль?

12. Скільки атомів і молекул містить вода кількістю речовини 2,5 моль?



Задачі на обчислення кількості речовини частинок (атомів, йонів) в певній порції речовини

Приклад 1. Обчислити кількість речовини атомів у білому фосфорі (молекула складається з чотирьох атомів Фосфору) кількістю речовини 1,5 моль.

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.

2. Враховуючи кількість атомів в одній молекулі, обчислюємо кількість речовини атомів.

3. Записуємо відповідь.

Дано:

$$n(\text{P}_4) = 1,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{P}) = ?$$

Розв'язання:

Одна молекула білого фосфору складається з чотирьох атомів (P_4), відповідно 1 моль молекул містить 4 моль атомів Фосфору.

Отже, у 1,5 моль цієї сполуки кількість речовини атомів буде у чотири рази більше:

$$n(\text{P}) = 4 \times n(\text{P}_4) = 4 \times 1,5 \text{ моль} = 6 \text{ моль.}$$

Відповідь: $n(\text{P}) = 6$ моль.

Приклад 2. Знайти кількості речовини йонів у ферум(III) хлориді FeCl_3 , взятому кількістю речовини 3 моль.

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.

2. Враховуючи кількість йонів в одній формульній одиниці, обчислюємо кількість речовини частинок.

3. Записуємо відповідь.

Дано:

$$n(\text{FeCl}_3) = 3 \text{ моль}$$

Розв'язання:

$$n(\text{Fe}^{3+}) - ?$$

$$n(\text{Cl}^-) - ?$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

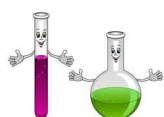
У формульній одиниці ферум(III) хлориду FeCl_3 міститься 1 йон Fe^{3+} і 3 йони Cl^- . Тому 1 моль FeCl_3 складається із 1 моль йонів Fe^{3+} і 3 моль йонів Cl^- .

У 3 моль цієї сполуки кількості речовини йонів у три рази більші:

$$n(\text{Fe}^{3+}) = 1 \times n(\text{FeCl}_3) = 1 \times 3 \text{ моль} = 3 \text{ моль};$$

$$n(\text{Cl}^-) = 3 \times n(\text{FeCl}_3) = 3 \times 3 \text{ моль} = 9 \text{ моль}.$$

Відповідь: $n(\text{Fe}^{3+}) = 3 \text{ моль}$; $n(\text{Cl}^-) = 9 \text{ моль}$.



Задачі для самостійного розв'язування

1. Обчислити кількість речовини атомів Оксигену в озоні (O_3) кількістю речовини 2,5 моль.
2. Обчислити кількості речовини атомів в гідроген сульфіді (H_2S) кількістю речовини 0,5 моль.
3. Обчислити кількості речовини атомів в 3,2 моль амоніаку (NH_3).
4. Знайти кількості речовини йонів у магній броміді (MgBr_2), взятому кількістю речовини 5,5 моль.
5. Знайти кількості речовини йонів у кальцій йодиді (CaI_2), взятому кількістю речовини 1,2 моль.
6. Знайти кількості речовини йонів у алюміній оксиді (Al_2O_3), взятому кількістю речовини 0,3 моль.
7. Виконайте розрахунки і заповніть таблицю:

а)

$n(\text{H}_3\text{BO}_3)$, моль	$n(\text{H})$, моль	$n(\text{B})$, моль	$n(\text{O})$, моль
0,1			

б)

$n(\text{H}_2\text{CO}_3)$, моль	$n(\text{H})$, моль	$n(\text{C})$, моль	$n(\text{O})$, моль
10			

в)

$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$, моль	$n(\text{C})$, моль	$n(\text{H})$, моль	$n(\text{O})$, моль
3,1			

г)

$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$, моль	$n(\text{C})$, моль	$n(\text{H})$, моль	$n(\text{O})$, моль
4,2			

8. Розташуйте сполуки у порядку збільшення числа атомів у кожній сполуці, якщо їх кількості речовин однакові: H_2O , P_2O_5 , O_2 , CH_4 .

9. Порівняйте число атомів у молекулах кисню і вуглекислого газу, якщо їх кількості речовин дорівнюють по 1,5 моль.



Задачі на обчислення кількості речовини за кількістю частинок (атомів, молекул) речовини

Приклад 1. Яку кількість речовини становить $3,01 \cdot 10^{23}$ атомів Сульфуру?

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення кількості речовини за кількістю частинок та сталою Авогадро.
3. Обчислюємо кількість речовини, підставивши дані з умови задачі.
4. Записуємо відповідь.

Дано:

$$N(\text{S}) = 3,01 \cdot 10^{23}$$

$n(\text{S}) - ?$

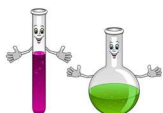
$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Розв'язання:

$$n = \frac{N}{N_A};$$

$$n(\text{S}) = \frac{3,01 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 0,5 \text{ моль.}$$

Відповідь: 0,5 моль сірки.



Задачі для самостійного розв'язування

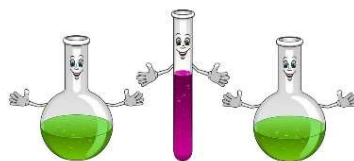
1. Яку кількість речовини становить $18,06 \cdot 10^{23}$ молекул сірководню?
2. Яку кількість речовини становить $6,02 \cdot 10^{22}$ атомів Феруму?
3. Яку кількість речовини становить $1,806 \cdot 10^{23}$ атомів Карбону?
4. Яку кількість речовини становить $30,1 \cdot 10^{23}$ молекул води?
5. Яка кількість речовини містить $3,01 \cdot 10^{21}$ атомів Фосфору?
6. Яка кількість речовини містить $12,04 \cdot 10^{21}$ атомів Натрію?



**Тестовий контроль знань з теми
«Кількість речовини. Стала Авогадро»**

1. Позначте символ кількості речовини:
а) n ; б) M_r ; в) ω ; г) A_r .
2. Позначте одиницю вимірювання кількості речовини:
а) а. о. м.; б) г/моль; в) моль; г) л/моль.
3. Позначте символ сталої Авогадро:
а) n ; б) N ; в) N_A ; г) A_r .
4. Позначте одиницю вимірювання сталої Авогадро:
а) моль; б) атоми; в) молекули; г) моль⁻¹.
5. Позначте назву величини, символ якої відсутній у формулі $n = \frac{N}{?}$:
а) густина; б) стала Авогадро; в) об'єм; г) маса.
6. Позначте кількість структурних частинок, що містить 1 моль речовини:
а) $6,02 \times 10^{21}$; б) $6,02 \times 10^{22}$; в) $12,04 \times 10^{23}$; г) $6,02 \times 10^{23}$.
7. Позначте число молекул азоту кількістю речовини 3 моль:
а) $18,06 \times 10^{23}$; б) $18,06 \times 10^{22}$; в) $12,04 \times 10^{23}$ г) $6,02 \times 10^{23}$.
8. Позначте кількість речовини кисню (O₂), якщо число атомів Оксигену дорівнює $12,04 \times 10^{23}$:
а) 2 моль; б) 1 моль; в) 3 моль; г) 1,5 моль.
9. Визначте, яка кількість речовини йонів Алюмінію (Al³⁺) міститься у 1,5 моль алюміній оксиду (Al₂O₃):
а) 1 моль; б) 3 моль; в) 2 моль; г) 1,5 моль.
10. Установіть відповідність між числом молекул та кількістю речовини:

<i>Число молекул</i>	<i>Кількість речовини</i>
А $6,02 \times 10^{23}$ молекул кисню	1) 0,5 моль
Б $3,01 \times 10^{23}$ молекул водню	2) 1 моль
В $12,04 \times 10^{23}$ молекул води	3) 3 моль
Г $24,08 \times 10^{23}$ молекул азоту	4) 2 моль
	5) 4 моль



Молярна маса



Теоретичні відомості

Молярна маса – це маса 1 моль речовини. Молярну масу позначають латинською літерою M . Її розмірність – г/моль (кг/моль).

Молярна маса речовини – це фізична величина, що дорівнює відношенню маси речовини до відповідної кількості речовини:

$$M = \frac{m}{n},$$

де m – маса речовини, г (кг); n – кількість речовини, моль.

Виходить, що маса 1 моль речовини і є її молярною масою.

Числове значення молярної маси речовини, виражене у грамах на моль (г/моль), дорівнює відносній атомній, молекулярній та формульній масі.



Задачі на обчислення молярної маси речовини

Приклад 1. Обчислити молярну масу карбонатної кислоти за формулою H_2CO_3 .

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Обчислюємо відносну молекулярну масу речовини, яка дорівнює сумі відносних мас атомів, які містяться в молекулі.
3. Записуємо молярну масу, яка чисельно дорівнює відносній молекулярній масі.
4. Записуємо відповідь.

Дано:

H_2CO_3

$M(\text{H}_2\text{CO}_3) - ?$

Розв'язання:

$$M_r(\text{H}_2\text{CO}_3) = 2 \times 1 + 12 + 16 \times 3 = 62;$$

$$M(\text{H}_2\text{CO}_3) = 62 \text{ г/моль.}$$

Відповідь: 62 г/моль.

Приклад 2. Обчислити молярну масу речовини, якщо у порції масою 294 г кількість її речовини дорівнює 3 моль.

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення молярної маси речовини.
3. Обчислюємо молярну масу речовини, підставивши дані з умови задачі.
4. Записуємо відповідь.

Дано:

$$m(\text{реч.}) = 294 \text{ г}$$

$$n(\text{реч.}) = 3 \text{ моль}$$

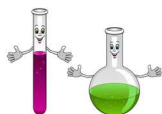
$$M(\text{реч.}) = ?$$

Розв'язання:

$$M = \frac{m}{n};$$

$$M(\text{реч.}) = \frac{294 \text{ г}}{3 \text{ моль}} = 98 \text{ г/моль.}$$

Відповідь: 98 г/моль.



Задачі для самостійного розв'язування

1. Обчислити молярну масу кухонної солі, формула якої NaCl.
2. Обчислити молярну масу глюкози, формула якої C₆H₁₂O₆.
3. Обчислити молярну масу алюміній сульфату, формула якого Al₂(SO₄)₃.
4. Обчислити молярну масу подвійного суперфосфату, формула якого Ca(H₂PO₄)₂.
5. Обчислити молярну масу глауберової солі, формула якої Na₂SO₄ × 10H₂O.
6. Обчислити молярну масу мідного купоросу, формула якого CuSO₄ × 5H₂O.
7. Обчислити молярну масу речовини, якщо у порції масою 19,8 г кількість її речовини дорівнює 0,45 моль.
8. Обчислити молярну масу речовини, якщо у порції масою 140 г кількість її речовини дорівнює 2,5 моль.
9. Обчислити молярну масу речовини, якщо у порції масою 260 г кількість її речовини дорівнює 2 моль.

10. Обчислити молярну масу речовини, якщо у порції масою 23 г кількість її речовини дорівнює 0,5 моль.

12. Молекула ортофосфатної кислоти складається з трьох атомів Гідрогену, одного атома Фосфору, чотирьох атомів Оксигену. Запишіть формулу кислоти та обчисліть її молярну масу.

13. Молекула ортоборатної кислоти складається з трьох атомів Гідрогену, одного атома Бору, трьох атомів Оксигену. Запишіть формулу кислоти та обчисліть її молярну масу.

14. Молекула сахарози складається з дванадцяти атомів Карбону, двадцяти двох атомів Гідрогену, одинадцяти атомів Оксигену. Запишіть формулу речовини та обчисліть її молярну масу.

15. Вітамін D (кальциферол) унікальний тим, що синтезується організмом під впливом сонячних променів. Молекула однієї з його форм (D₃) складається з двадцяти семи атомів Карбону, сорока чотирьох атомів Гідрогену, одного атома Оксигену. Запишіть формулу речовини та обчисліть її молярну масу.

16. Анілін – речовина, яку широко використовують у виробництві барвників, лікарських засобів. Його молекула складається з шести атомів Карбону, семи атомів Гідрогену й одного атома Нітрогену. Запишіть формулу речовини та обчисліть її молярну масу.



***Задачі на обчислення за хімічною формулою
маси даної кількості речовини
і кількості речовини за відомою масою***

Приклад 1. Обчислити кількість речовини купрум(II) сульфату (CuSO₄), що відповідає масі 240 г.

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення кількості речовини за відомою масою.
3. Обчислюємо молярну масу сполуки.
4. Підставляємо значення маси та молярної маси у формулу й обчислюємо кількість речовини.
5. Записуємо відповідь.

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{CuSO}_4) = 240 \text{ г}$	$n = \frac{m}{M};$
	$M_r(\text{CuSO}_4) = 64 + 32 + 4 \times 16 = 160;$
	$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль};$
	$n(\text{CuSO}_4) = \frac{240 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 1,5 \text{ моль.}$
$n(\text{CuSO}_4) - ?$	

Відповідь: 1,5 моль CuSO_4 .

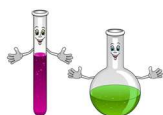
Приклад 2. Яка маса нітроген(V) оксиду відповідає кількості речовини 2,5 моль?

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення маси речовини за відомою кількістю речовини.
3. Обчислюємо молярну масу сполуки.
4. Підставляємо значення кількості речовини та молярної маси у формулу й обчислюємо масу речовини.
5. Записуємо відповідь.

Дано:	Розв'язання:
$n(\text{N}_2\text{O}_5) = 2,5 \text{ моль}$	$m = n \times M;$
	$M_r(\text{N}_2\text{O}_5) = 2 \times 14 + 5 \times 16 = 108;$
	$M(\text{N}_2\text{O}_5) = 108 \text{ г/моль};$
	$m(\text{N}_2\text{O}_5) = 2,5 \text{ моль} \times 108 \text{ г/моль} = 270 \text{ г.}$
$m(\text{N}_2\text{O}_5) - ?$	

Відповідь: 270 г N_2O_5 .



Задачі для самостійного розв'язування

1. Визначте, яку кількість речовини становить карбонатна кислота (H_2CO_3) масою 6,2 г.
2. Визначте, яку кількість речовини становить нітратна кислота (HNO_3) масою 3,15 г.
3. Визначте, яку кількість речовини становить алюміній оксид (Al_2O_3) масою 40,8 г.

4. Визначте, яку кількість речовини становить алюміній хлорид (AlCl_3) масою 66 г.
5. Обчислити кількість речовини води масою: а) 9 г; б) 36 г; в) 4,5 г.
6. Обчисліть масу вуглекислого газу кількістю речовини 2,25 моль.
7. Обчисліть масу ортофосфатної кислоти (H_3PO_4) кількістю речовини 3,5 моль.
8. Яка маса фосфор(V) оксиду (P_2O_5) відповідає кількості речовини 0,25 моль?
9. Яка маса залізного купоросу ($\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$) відповідає кількості речовини 5,5 моль?
10. Яка маса кристалічної соди ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10\text{H}_2\text{O}$) відповідає кількості речовини 1,5 моль?



**Комбіновані задачі з використанням
понять «кількість речовини», «стала Авогадро»,
«молярна маса»**

Приклад 1. Обчислити кількість молекул, що містяться у 8,8 г вуглекислого газу.

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення кількості речовини за відомою масою речовини.
3. Обчислюємо молярну масу сполуки.
4. Підставляємо значення маси речовини та молярної маси у формулу й обчислюємо кількість речовини.
5. Записуємо формулу для обчислення числа частинок (атомів, молекул) за кількістю речовини та сталою Авогадро.
6. Обчислюємо число молекул, підставивши значення кількості речовини та сталої Авогадро у формулу.
7. Записуємо відповідь.

Дано:

$$m(\text{CO}_2) = 8,8 \text{ г}$$

Розв'язання:

$$n = \frac{m}{M};$$

$$M_r(\text{CO}_2) = 12 + 2 \times 16 = 44;$$

$$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль};$$

$N(\text{CO}_2) - ?$ $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	$n(\text{CO}_2) = \frac{8,8 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль};$ $N = n \times N_A;$ $N(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 1,204 \times 10^{23}$ (молекул).
---	---

Відповідь: $1,204 \times 10^{23}$ молекул.

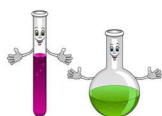
Приклад 2. Обчислити масу (г) $6,02 \times 10^{24}$ молекул водню (H_2).

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення кількості речовини за числом структурних частинок (атомів, молекул) та сталою Авогадро.
3. Обчислюємо кількість речовини, підставивши значення числа структурних частинок та сталої Авогадро у формулу.
4. Записуємо формулу для обчислення маси речовини за кількістю речовини та молярною масою.
5. Обчислюємо молярну масу сполуки.
6. Підставляємо значення кількості речовини та молярної маси у формулу й обчислюємо масу речовини.
7. Записуємо відповідь.

Дано: $N(\text{H}_2) = 6,02 \times 10^{24}$	Розв'язання: $n = \frac{N}{N_A};$ $n(\text{H}_2) = \frac{6,02 \times 10^{24}}{6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 10 \text{ моль};$
$m(\text{H}_2) - ?$ $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	$M_r(\text{H}_2) = 2 \times 1 = 2;$ $M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль};$ $m = n \times M;$ $m(\text{H}_2) = 10 \text{ моль} \times 2 \text{ г/моль} = 20 \text{ г.}$

Відповідь: 20 г H_2 .



Задачі для самостійного розв'язування

1. Обчислити кількість молекул, що містяться в 11,2 г чадного газу (CO).
2. Визначте число молекул та атомів, що містяться у фторі F_2 масою 3,8 г.

3. Знайти кількості речовини йонів у ферум(III) хлориді FeCl_3 , взятому масою 15 г.

4. Знайти кількості речовини йонів у кальцій броміді CaBr_2 , взятому масою 2,5 г.

5. Де міститься більше атомів: у магнії масою 4,8 г чи у титані масою 4,8 г? У скільки разів?

6. Де більше молекул: у 3 г сульфатної кислоти (H_2SO_4) чи в 3 г ортофосфатної кислоти (H_3PO_4)? Відповідь підтвердити розрахунками.

7. Де більше молекул: в 200 г сульфур(IV) оксиді чи в 240 г сульфур(VI) оксиді?

8. Чи можна стверджувати, що число атомів Гідрогену у ортофосфатній кислоті H_3PO_4 масою 24,5 г таке саме, як у воді масою 6,75 г? Чому?

9. Чи можна стверджувати, що число атомів Оксигену у карбонатній кислоті H_2CO_3 масою 4,3 г таке саме, як у воді масою 5 г? Чому?

10. Виконайте розрахунки і заповніть таблицю:

а)

$N(\text{H}_2\text{SO}_4)$	$n(\text{H}_2\text{SO}_4)$, моль	$n(\text{H})$, моль	$n(\text{S})$, моль	$n(\text{O})$, моль
$18,06 \times 10^{23}$				

б)

$N(\text{H}_3\text{PO}_4)$	$n(\text{H}_3\text{PO}_4)$, моль	$n(\text{H})$, моль	$n(\text{P})$, моль	$n(\text{O})$, моль
$12,04 \times 10^{23}$				

11. Виконайте розрахунки і заповніть таблицю:

Формула речовини	M , г/моль	n , моль	m , г	N (стр. од.)
Cu			6,4	
O_3				$18,06 \times 10^{23}$
HCl		2		
Cl_2O				$6,02 \times 10^{21}$
SO_3		0,5		
P_2O_3			165	
HNO_2		2,5		
H_2CO_3				$30,1 \times 10^{23}$

12. На золотих прикрасах часто стоїть 583-я проба. Це означає, що сплав містить 58,3% золота. Обчисліть кількість атомів Ауруму, що містить золота обручка масою 2 г.

13. Переохолоджені хмари, з яких не йде ні дощ, ні сніг, складаються з дрібнесеньких крапельок води, які, за останніми спостереженнями, мають аномально високу густину – 2 г/см^3 . Обчисліть, скільки молекул води містить крапелька переохолодженої водяної пари об'ємом $6,5 \times 10^{-11} \text{ см}^3$?

14. Найбільший з будь-коли знайдених на Землі алмазів – це алмаз «Куллінан». Його знайшли у 1905 році. До огранювання його розмір був з жіночий кулак, а маса становила 3106 каратів (1 карат = 0,2 г). Обчисліть кількість атомів Карбону, що містив цей діамант.

15. Необхідно приготувати водний розчин сульфатної кислоти, який містить молекул води у 8 разів більше, ніж молекул сульфатної кислоти. Скільки грамів кислоти потрібно розчинити в 50 г води, щоб отримати такий розчин?



Тестовий контроль знань з теми «Молярна маса речовини»

- Позначте символ молярної маси:
а) M ; б) M_r ; в) m ; г) A_r .
- Позначте одиницю вимірювання молярної маси:
а) г; б) г/моль; в) а.о.м.; г) л/моль.
- Укажіть пропущену величину: молярна маса – це маса речовини.
а) 12 г; б) 1 л; в) 1 моль; г) 1 г.
- Позначте назву величини, символ якої відсутній у формулі $m = n \times \dots$:
а) стала Авогадро; б) маса;
в) кількість речовини; г) молярна маса.
- Укажіть молярну масу вуглекислого газу (CO_2):
а) 4,4 г/моль; б) 44 г/моль; в) 12 г/моль; г) 32 г/моль.
- Укажіть масу 2 моль кисню (O_2):
а) 64 г; б) 16 г; в) 32 г; г) 6,4 г.
- Установіть відповідність:
1) $M_r(\text{SO}_2)$; а) 64 г/моль;
2) $m(\text{SO}_2)$; б) 64;
3) $M(\text{SO}_2)$; в) 64 г.
- Установіть відповідність між формулою сполуки та молярною масою речовини:

Формула сполуки	Молярна маса (г/моль)
1) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$;	а) 234;
2) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;	б) 246;

в однакових об'ємах різних газів за однакових умов (температури і тиску) міститься однакова кількість молекул.

Гіпотезу такого змісту висловив на початку ХІХ ст. (1811 р.) італійський учений А. Авогадро. Згодом ця гіпотеза підтвердилася багатьма дослідженнями і врешті-решт стала законом.

Важливим наслідком із закону Авогадро є такий:

в однакових об'ємах різних газів за однакових умов містяться однакові кількості речовини.



Задачі на обчислення молярної маси, об'єму, кількості речовини газу

Приклад 1. Густина газу (за н. у.) становить 1,43 г/л. Яка молярна маса газу?

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення молярної маси (за н. у.) за відомою густиною.
3. Підставляємо значення молярного об'єму та густини у формулу й обчислюємо молярну масу.
4. Записуємо відповідь.

Дано:

$$\rho(\text{газу}) = 1,43 \text{ г/л}$$

н. у.

$$M(\text{газу}) - ?$$

$$V_M = 22,4 \text{ л/моль}$$

Розв'язання:

$$M = V_M \times \rho;$$

$$M(\text{газу}) = 22,4 \text{ л/моль} \times 1,43 \text{ г/л} = 32 \text{ г/моль.}$$

Відповідь: 32 г/моль.

Приклад 2. Обчислити об'єм, що за н. у. займає кисень кількістю речовини 5 моль.

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення об'єму газу (за н. у.) за відомою кількістю речовини.
3. Підставляємо значення кількості речовини та молярного об'єму у формулу й обчислюємо об'єм газу.
4. Записуємо відповідь.

Дано:

$$n(\text{O}_2) = 5 \text{ моль}$$

н. у.

$$V(\text{O}_2) - ?$$

$$V_M = 22,4 \text{ л/моль}$$

Розв'язання:

$$V = V_M \times n;$$

$$V(\text{O}_2) = 22,4 \text{ л/моль} \times 5 \text{ моль} = 112 \text{ л.}$$

Відповідь: 112 л O_2 .

Приклад 3. Обчислити кількість речовини, що міститься у 67,2 л водню за н. у.

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення кількості речовини за відомим об'ємом газу (за н. у.).
3. Підставляємо значення об'єму та молярного об'єму у формулу й обчислюємо об'єм газу.
4. Записуємо відповідь.

Дано:

$$V(\text{H}_2) = 67,2 \text{ л}$$

н. у.

$$n(\text{H}_2) - ?$$

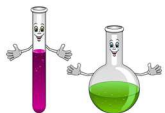
$$V_M = 22,4 \text{ л/моль}$$

Розв'язання:

$$n = \frac{V}{V_M};$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{67,2 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 3 \text{ моль.}$$

Відповідь: 3 моль H_2 .



Задачі для самостійного розв'язування

1. Густина газу (за н. у.) становить 1,16 г/л. Яка молярна маса газу?
2. Густина газу (за н. у.) становить 0,7 г/л. Яка молярна маса газу?
3. Густина газу (за н. у.) становить 3,17 г/л. Обчисліть молярну масу газу.
4. Який об'єм займає вуглекислий газ кількістю речовини 0,2 моль за н. у.?
5. Який об'єм становить 4 моль водню за н. у.?
6. Який об'єм становить 2,5 моль хлороводню (HCl) за н. у.?
7. Обчислити кількість речовини, що міститься у 112 л кисню за н. у.

8. Обчислити кількість речовини, що міститься у 5,6 л азоту за н. у.



**Комбіновані задачі з використанням
понять «кількість речовини», «стала Авогадро»,
«молярна маса», «молярний об'єм»**

Приклад 1. Обчислити, скільки молекул містить 123,2 л гідроген сульфід (H₂S) (за н. у.).

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення кількості речовини за відомим об'ємом речовини.
3. Підставляємо значення об'єму та молярного об'єму у формулу й обчислюємо кількість речовини.
4. Записуємо формулу для обчислення числа частинок (атомів, молекул) за кількістю речовини та сталою Авогадро.
5. Обчислюємо число молекул, підставивши значення кількості речовини та сталої Авогадро у формулу.
6. Записуємо відповідь.

Дано:

$$V(\text{H}_2\text{S}) = 123,2 \text{ л}$$

н. у.

Розв'язання:

$$n = \frac{V}{V_M};$$

$$n(\text{H}_2\text{S}) = \frac{123,2 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 5,5 \text{ моль};$$

$$N(\text{H}_2\text{S}) - ?$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$N = n \times N_A;$$

$$N(\text{H}_2\text{S}) = 5,5 \text{ моль} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 33,11 \times 10^{23} \text{ (молекул)}.$$

Відповідь: $33,11 \times 10^{23}$ молекул H₂S.

Приклад 2. Обчисліть об'єм (л) $6,02 \times 10^{21}$ молекул хлору (Cl₂).

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення кількості речовини за числом структурних частинок (атомів, молекул) та сталою Авогадро.
3. Обчислюємо кількість речовини, підставивши значення числа структурних частинок та сталої Авогадро у формулу.
4. Записуємо формулу для обчислення об'єму за кількістю речовини та молярним об'ємом.

5. Підставляємо значення кількості речовини та молярного об'єму у формулу й обчислюємо об'єм речовини.

6. Записуємо відповідь.

Дано:	Розв'язання:
$N(\text{Cl}_2) = 6,02 \times 10^{21}$	$n = \frac{N}{N_A};$
	$n(\text{Cl}_2) = \frac{6,02 \times 10^{21}}{6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 0,01 \text{ моль};$
$V(\text{Cl}_2) - ?$	$V = n \times V_M;$
$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	$V(\text{Cl}_2) = 0,01 \text{ моль} \times 22,4 \text{ л/моль} = 0,224 \text{ л}.$

Відповідь: 0,224 л Cl_2 .

Приклад 3. Обчисліть об'єм (л) (за н. у.) 0,14 г чадного газу (CO).

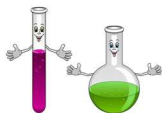
Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення кількості речовини за масою та молярною масою речовини.
3. Обчислюємо молярну масу речовини.
4. Обчислюємо кількість речовини, підставивши значення маси та молярної маси у формулу.
5. Записуємо формулу для обчислення об'єму за кількістю речовини та молярним об'ємом.
6. Підставляємо значення кількості речовини та молярного об'єму у формулу й обчислюємо об'єм речовини.

7. Записуємо відповідь.

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{CO}) = 0,14 \text{ г}$	$n = \frac{m}{M};$
	$n(\text{CO}) = \frac{0,14}{28} = 0,005 \text{ моль};$
$V(\text{CO}) - ?$	$V = n \times V_M;$
$M(\text{CO}) = 12 + 16 = 28 \text{ г/моль}$	$V(\text{CO}) = 0,005 \text{ моль} \times 22,4 \text{ л/моль} = 0,112 \text{ л}.$
$V_M = 22,4 \text{ л/моль}$	

Відповідь: 0,112 л CO .



Задачі для самостійного розв'язування

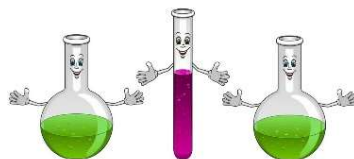
1. Скільки молекул містить 224 л амоніаку (NH_3) за н. у.?
2. Який об'єм займе $3,01 \times 10^{23}$ молекул азоту за н. у.?
3. Яку масу становить 2,24 л етану (C_2H_6) за н. у.?
4. Який об'єм займає 32 г метану (CH_4) за н. у.?
5. Балон містить 34 кг амоніаку (NH_3). Який об'єм займатиме речовина в газуватому стані за н. у.?
6. Розрахуйте масу й число молекул, яке міститься (за н. у.) у 89,6 л етилену (C_2H_4).
7. Який об'єм (за н. у.) займе суміш газів, яка складається із $2,4 \times 10^{23}$ молекул азоту та 11,2 л кисню?
8. Який об'єм (н. у.) займе суміш газів, яка складається із 1,4 г азоту та 3,2 г метану?
9. Обчислити масу суміші, яка складається із 1,12 л азоту та $60,2 \times 10^{23}$ молекул кисню (за н. у.).
10. Виконайте розрахунки і заповніть таблицю:

а)

Формула речовини	M, г/моль	m, г	n, моль	V, л	N(стр. од.)
N_2O		8,8			
F_2				44,8л	
Ar		4			
N_2			3		
CH_4					$9,03 \times 10^{23}$

б)

Формула речовини	M, г/моль	m, г	n, моль	V, л	N(стр. од.)
PH_3		102			
SO_2				0,224	
Ne		40			
H_2			5		
CO					$6,02 \times 10^{22}$



Відносна густина газів



Теоретичні відомості

Відносна густина газу за іншим газом – це відношення маси певного об'єму газу до маси такого самого об'єму іншого газу (за однакових температури і тиску).

Відносна густина позначається D і не має розмірності. Вона показує, у скільки разів один газ важчий за інший.

$$D_A(B) = \frac{m(B)}{m(A)} = \frac{\rho(B)}{\rho(A)} = \frac{M_r(B)}{M_r(A)} = \frac{M(B)}{M(A)},$$

де $D_A(B)$ – відносна густина першого газу за другим.

Формули для розрахунку відносної густини газу B за повітрям мають такий вигляд:

$$D_{\text{пов.}}(B) = \frac{M(B)}{29}, \quad M(\text{пов.}) = 29 \text{ г/моль.}$$

Якщо ж густину певного газу визначають за воднем, киснем, вуглекислим газом, гелієм то використовують такі формули:

$$D_{\text{H}_2}(B) = \frac{M(B)}{2}; \quad D_{\text{O}_2}(B) = \frac{M(B)}{32};$$

$$D_{\text{CO}_2}(B) = \frac{M(B)}{44}; \quad D_{\text{He}}(B) = \frac{M(B)}{4}.$$



Задачі на обчислення відносної густини газів

Приклад 1. Знайти відносну густину кисню за воднем.

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення відносної густини газу за воднем.
3. Обчислюємо молярну масу кисню.
4. Обчислюємо відносну густину, підставивши значення у формулу.
5. Записуємо відповідь.

Дано:

O_2

$D_{\text{H}_2}(\text{O}_2) - ?$

Розв'язання:

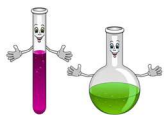
$$D_{\text{H}_2}(B) = \frac{M(B)}{2};$$

$$M_r(\text{O}_2) = 2 \times 16 = 32;$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль};$$

$$D_{\text{H}_2}(\text{O}_2) = \frac{32}{2} = 16.$$

Відповідь: 16.



Задачі для самостійного розв'язування

1. Обчисліть відносну густину кисню за повітрям.
2. Обчисліть відносну густину амоніаку (NH_3) за воднем.
3. Обчислити відносну густину фосфіну (PH_3) за киснем і за гелієм.
5. Обчислити відносну густину пропану (C_3H_8) за повітрям і за вуглекислим газом.

6. В Італії, в укосі однієї з гір вулканічної місцевості, є печера, яка відома всьому світові під назвою «Собача печера». Люди відвідують її без будь-якого ризику для свого життя. Собака ж та інші низькорослі тварини в печері не можуть дихати і гинуть, якщо їх не випустити на свіже повітря.

Вулканічний ґрунт місцевості, де знаходиться печера, постійно виділяє вуглекислий газ, який внаслідок своєї ваги збирається внизу печери, утворюючи шар висотою 80-100 см. Отже, людина почуває себе в печері нормально, а собаки гинуть.

Обчисліть, у скільки разів вуглекислий газ важчий за повітря.



Задачі на обчислення молярної маси за відотною густиною газів

Приклад 1. Відносна густина пари речовини за воднем дорівнює 13. Обчислити молярну масу речовини.

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Записуємо формулу для обчислення відносної густини газу за воднем.
3. За допомогою цієї формули знаходимо молярну масу газу.
4. Записуємо відповідь.

Дано:

$$D_{\text{H}_2}(\text{газу}) = 13$$

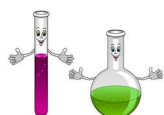
$M(\text{газу}) - ?$

Відповідь: 26 г/моль.

Розв'язання:

$$D_{\text{H}_2}(\text{В}) = \frac{M(\text{В})}{2}; M(\text{В}) = D_{\text{H}_2}(\text{В}) \times 2;$$

$$M(\text{газу}) = 13 \times 2 = 26 \text{ г/моль.}$$



Задачі для самостійного розв'язування

1. Відносна густина газу за воднем дорівнює 15. Обчисліть молярну масу газу.
2. Відносна густина газу сірководню за повітрям дорівнює 1,17. Обчисліть молярну масу газу.

3 У якого з газів: вуглекислого (CO_2) чи чадного (CO) – відносна густина за повітрям більша?

4. Відносна густина газу А за повітрям становить 1,59. Обчисліть молярну масу цього газу.

5. Густина газу за метаном (CH_4) становить 4,44. Обчисліть молярну масу цього газу.

6. Відносна густина газу Х за гелієм становить 14,5. Обчислити молярну масу газу Х.



**Тестовий контроль знань з теми
«Молярний об'єм, відносна густина газів»**

1. Позначте символ молярного об'єму:

а) V ; б) V_M ; в) n ; г) A_r .

2. Позначте одиницю вимірювання молярного об'єму:

а) м^3 ; б) л/моль; в) л; г) г/моль.

3. Укажіть пропущену величину: молярний об'єм газу – це об'єм

будь-якого газу за н. у.

а) 12 г; б) 1 кг; в) 1 моль; г) 12 моль.

4. Позначте назву величини, символ якої відсутній у формулі $V = ? \times V_M$:

а) стала Авогадро; б) маса;

в) кількість речовини; г) об'єм.

5. Молярний об'єм будь-якого газу за н. у. дорівнює:

а) 0,224 л/моль; б) 22,4 м^3 /моль;

в) 2,24 л/моль; г) 22,4 л/моль.

6. Який об'єм займе за н. у. 3 моль водню:

а) 6,72 л; б) 7 л; в) 67,2 л; г) 0,7 л.

7. Позначте символ відносної густини газів:

а) ρ ; б) D ; в) V_M ; г) d .

8. Укажіть формулу газу, важчого за кисень:

а) CO_2 ; б) CH_4 ; в) He ; г) N_2 .

9. Установіть відповідність між об'ємом газів (за н. у.) та кількістю речовини:

Об'єм газу

Кількість речовини

1) 0,224 л водню;

а) 1 моль;

2) 2,24 л кисню;

б) 0,01 моль;

3) 44,8 л азоту;

в) 2 моль;

4) 1,12 л метану;

г) 0,1 моль;

д) 0,05 моль.

10. Установіть відповідність між формулою газоподібної речовини та значенням її відносної густини за повітрям:

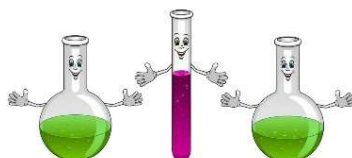
Газ

Відносна густина

1) CO_2 ;

а) 0,97;

- | | |
|----------------------|----------|
| 2) N ₂ ; | б) 1,5; |
| 3) H ₂ S; | в) 1,17; |
| 4) H ₂ ; | г) 2; |
| | д) 0,07. |



Об'ємна частка газу в суміші, молярна маса суміші газів



Теоретичні відомості

Склад газових сумішей часто виражають за допомогою об'ємної частки – відношення об'єму даного газу до об'єму газової суміші:

$$\varphi(\text{газу}) = \frac{V(\text{газу})}{V(\text{суміші})},$$

де φ (грецька літера, читається «фі») – об'ємна частка газу;

$V(\text{газу})$ – об'єм газу, що входить до складу суміші;

$V(\text{суміші})$ – об'єм газової суміші.

Об'ємну частку можна виражати в частках від одиниці або у відсотках. Тоді формула набуде вигляду:

$$\varphi(\text{газу}) = \frac{V(\text{газу})}{V(\text{суміші})} \times 100\%.$$

Використовуючи об'ємні частки газів в суміші, можна проводити розрахунки середньої молярної маси суміші газів. Молярну масу суміші розраховують за формулою:

$$M(\text{суміші}) = M_1\varphi_1 + M_2\varphi_2 + \dots + M_n\varphi_n,$$

де $M(\text{суміші})$ – молярна маса газової суміші;

M_1, M_2, M_n – молярні маси газів, які входять до складу суміші;

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_n$ – об'ємні частки газів, що входять до складу суміші та виражені в частках від одиниці.



Задачі на обчислення об'ємної частки газу в суміші

Приклад 1. Газова суміш складається з 2,24 л кисню і 3,36 л сульфур(IV) оксиду (н. у.). Розрахувати об'ємну частку кисню в суміші.

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Обчислюємо об'єм суміші газів.
3. Записуємо формулу для обчислення об'ємної частки газу в суміші.
4. За допомогою цієї формули знаходимо об'ємну частку кисню в суміші.
5. Записуємо відповідь.

Дано:

$$V(\text{O}_2) = 2,24 \text{ л}$$

$$V(\text{SO}_2) = 3,36 \text{ л}$$

$$\varphi(\text{O}_2) = ?$$

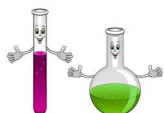
Розв'язання:

$$V(\text{суміші}) = 2,24 \text{ л} + 3,36 \text{ л} = 5,6 \text{ л.}$$

$$\varphi(\text{газу}) = \frac{V(\text{газу})}{V(\text{суміші})} \times 100\%;$$

$$\varphi(\text{O}_2) = \frac{2,24}{5,6} \times 100\% = 40\%.$$

Відповідь: 40%.



Задачі для самостійного розв'язування

1. У закритій посудині є суміш, що складається з 2,8 л кисню і 1,12 л аргону (н. у.). Розрахувати об'ємну частку кисню в суміші.
2. Змішали 15 л водню, 20 л амоніаку та 12 л метану. Обчисліть об'ємну частку метану в суміші.
3. Змішали 8 л азоту, 10 л вуглекислого газу та 2 л чадного газу. Обчисліть об'ємні частки газів в суміші.
4. Змішали 140 мл азоту і 110 мл гелію. Обчисліть об'ємні частки газів в суміші.
5. Підводники для дихання використовують «гелієве повітря» – суміш 1 об'єму кисню і 4 об'ємів гелію. Розрахувати об'ємну частку гелію в суміші.



Задачі на обчислення молярної маси суміші газів

Приклад 1. Визначте молярну масу суміші газів, що складається з 56 л азоту і 28 л аргону.

Алгоритм розв'язування

1. Записуємо скорочену умову задачі.
2. Обчислюємо об'єм суміші газів.
3. Записуємо формулу для обчислення об'ємної частки газу в суміші.
4. За допомогою цієї формули знаходимо об'ємні частки газів в суміші.
5. Записуємо формулу для обчислення молярної маси суміші газів.
6. За допомогою цієї формули робимо необхідні обчислення.
7. Записуємо відповідь.

Дано:
 $V(\text{N}_2) = 56 \text{ л}$
 $V(\text{Ar}) = 28 \text{ л}$

$M(\text{суміші}) = ?$
 $M(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль}$
 $M(\text{Ar}) = 40 \text{ г/моль}$

Розв'язання:

$$V(\text{суміші}) = 56 + 28 = 84 \text{ л.}$$

$$\varphi(\text{газу}) = \frac{V(\text{газу})}{V(\text{суміші})} \times 100\%;$$

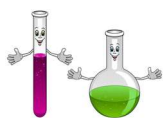
$$\varphi(\text{N}_2) = \frac{56}{84} \times 100\% = 66,7\%;$$

$$\varphi(\text{Ar}) = 100\% - 66,7\% = 33,3\%;$$

$$M(\text{суміші}) = M_1 \varphi_1 + M_2 \varphi_2 + \dots + M_n \varphi_n;$$

$$M(\text{суміші}) = 28 \text{ г/моль} \times 0,667 + 40 \text{ г/моль} \times 0,333 = 36 \text{ г/моль.}$$

Відповідь: 36 г/моль.



Задачі для самостійного розв'язування

1. Визначте молярну масу суміші газів, що складається з 6 л чадного газу і 4 л вуглекислого газу.
2. Визначте молярну масу суміші газів, що складається з 30 л водню і 10 л кисню.
3. Газова суміш, об'ємні частки в якій: гелію – 85% та водню – 15%, вогненебезпечна і використовується для наповнення сучасних дирижаблів великої вантажопідйомності. Обчисліть молярну масу цієї суміші газів.
4. Визначте молярну масу суміші газів, що складається з 80% азоту, 10% кисню, 10% сульфур(IV) оксиду (за об'ємом).
5. Суміш складається з трьох газів: вуглекислого газу, азоту, аргону. Об'ємні частки яких відповідно становлять: 20%, 50% і 30%. Обчисліть молярну масу цієї суміші газів.



Комбіновані задачі з використанням понять

«об'ємна частка газу в суміші», «молярна маса суміші газів»,
«відносна густина газів»

Приклад 1. Обчисліть об'ємну частку карбон(II) оксиду та карбон(IV) оксиду в суміші, якщо відносна густина її за воднем дорівнює 16.

Алгоритм розв'язування

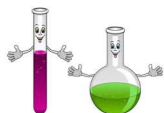
1. Записуємо скорочену умову задачі.
 2. Обчислюємо об'єм суміші газів.
 3. Записуємо формулу для обчислення відносної густини газів за воднем.
 4. За допомогою цієї формули знаходимо молярну масу суміші газів.
 5. Записуємо формулу для обчислення молярної маси суміші газів.
 6. За допомогою цієї формули знаходимо об'ємні частки газів в суміші.
- Якщо суміш газів складається лише з двох газів, то можна скласти рівняння з

одним невідомим, прийнявши, що об'ємна частка одного газу становить x (в частках від одиниці), а іншого газу $1 - x$.

7. Записуємо відповідь.

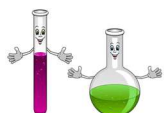
Дано: $D_{H_2}(\text{сум.}) = 16$	Розв'язання: $D_{H_2}(\text{суміші}) = \frac{M(\text{суміші})}{2};$
$\varphi(\text{CO}) - ?$ $\varphi(\text{CO}_2) - ?$	$M(\text{суміші}) = D_{H_2}(\text{суміші}) \times 2;$ $M(\text{суміші}) = 16 \times 2 = 32 \text{ г/моль};$
$M(\text{CO}) = 28 \text{ г/моль}$ $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$	$M(\text{суміші}) = M_1\varphi_1 + M_2\varphi_2 + \dots + M_n\varphi_n;$ Нехай $\varphi(\text{CO}) = x$, тоді $\varphi(\text{CO}_2) = 1 - x;$ $32 = 28x + 44(1 - x);$ $32 = 28x + 44 - 44x;$ $32 - 44 = 28x - 44x;$ $-12 = -16x;$ $x = 0,75.$ $\varphi(\text{CO}) = 75\%, \varphi(\text{CO}_2) = 100\% - 75\% = 25\%.$

Відповідь: 75% CO, 25% CO₂.



Задачі для самостійного розв'язування

- Обчисліть об'ємну частку карбон(II) оксиду та карбон(IV) оксиду в суміші, якщо її відносна густина за воднем дорівнює 18,8.
- Суміш водню і кисню має відносну густина за воднем 15,5 (н. у.). Визначте об'ємну частку кисню в суміші.
- Обчисліть об'ємну частку карбон(II) оксиду та карбон(IV) оксиду в суміші, якщо її відносна густина за повітрям дорівнює 1,131.
- Суміш азоту та нітроген(IV) оксиду має відносну густина за воднем 20. Знайдіть об'ємні частки газів в суміші.
- Відносна густина за повітрям суміші кисню й озону становить 1,2. Обчисліть об'ємну частку озону в суміші.



Комбіновані задачі для самостійного розв'язування з теми «Кількість речовини. Розрахунки за хімічними формулами»

- Тополя за літо поглинає 44 кг вуглекислого газу CO₂, липа – 16 кг CO₂. Обчисліть, скільки молекул CO₂ поглинають тополя і липа.
- Чи можна стверджувати, що число атомів Оксигену у карбонатній кислоті H₂CO₃, масою 4,3 г таке саме, як у воді масою 5 г? Чому?

3. Чи можна набрати в чайну ложку $6,02 \times 10^{24}$ молекул води (в 1 чайній ложці міститься 5 г води)?
4. Який об'єм (н. у.) займе суміш газів, яка складається із $2,4 \times 10^{23}$ молекул азоту й 11,2 л кисню?
5. Який об'єм (н. у.) займе суміш газів, яка складається із 1,4 г азоту та 3,2 г метану?
6. Обчислити масу суміші, яка складається із 1,12 л азоту та $60,2 \times 10^{23}$ молекул кисню (н. у.).
7. Де міститься більше молекул: у 100 г азоту N_2 чи в 100 г хлору Cl_2 ?
8. Де міститься більше молекул: у 1 г кисню O_2 чи в 1 г водню H_2 ?
9. Визначте масу і об'єм карбон(IV) оксиду (CO_2) кількістю речовини 2,3 моль.
10. Визначте кількість речовини і об'єм сульфур(IV) оксиду (SO_2) масою 16 г.
11. Чи можна в газометр об'ємом 10 л помістити 14 г азоту?
12. Який об'єм займає суміш кисню та озону масою 5 г з масовою часткою озону 10%?
13. Густина газу за метаном (CH_4) 4,44. Яка відносна густина цього газу за гелієм?
14. Густина газу X за повітрям 0,138. Яка відносна густина цього газу за воднем?
15. Деякий газ А легший за повітря в 1,7 рази. Важчий чи легший він за метан?
16. Густина газу за повітрям 2,2. Яка відносна густина цього газу за гелієм?
17. Невідомий газ має відносну густину за повітрям 1,31. Визначити масу зразка цього газу об'ємом 168 л (н. у.).
18. Після того, як посудину заповнили деяким газом об'ємом 2,8 л (н. у.), її маса стала 115,8 г. Обчислити молярну масу цього газу.
19. Змішали 2 л карбон(IV) оксиду і 5 л карбон(II) оксиду (н. у.). Обчисліть відносну густину утвореної суміші за воднем.
20. Яка густина за воднем газової суміші, об'ємна частка метану в якій 75%, а кисню 25%?



**Тестові завдання для підготовки до контрольної роботи
з теми «Кількість речовини. Розрахунки за
хімічними формулами»**

1. Установіть відповідність між позначенням фізичної величини та визначенням:

Позначення фізичної величини: *Визначення:*

- | | |
|------------|---|
| 1) n ; | а) показує число частинок, які містяться в 1 моль речовини незалежно від її агрегатного стану; |
| 2) M ; | б) відношення маси певного об'єму газу до маси такого самого об'єму іншого газу за однакових умов; |
| 3) V_M ; | в) фізична величина, що визначається числом структурних частинок, які містяться в певній порції речовини; |
| 4) N_A ; | г) маса 1 моль речовини; |
| 5) D ; | д) об'єм 1 моль будь-якого газу за нормальних умов. |

2. Установіть відповідність між позначенням фізичної величини та її одиницями вимірювання:

Позначення фізичної величини *Одиниці вимірювання фізичної величини*

- | | |
|------------|--------------------------|
| 1) m ; | а) безрозмірна величина; |
| 2) V_M ; | б) г/моль; |
| 3) M ; | в) г, кг; |
| 4) M_r ; | г) л, м ³ ; |
| 5) V ; | д) л/моль. |

3. Позначте кількість речовини цинку, яка містить $9,03 \times 10^{23}$ атомів:

- а) 3 моль; б) 1 моль; в) 2 моль; г) 1,5 моль.

4. Позначте число атомів Гідрогену в молекулі водню (H_2) кількістю речовини 1,5 моль:

- а) $6,02 \times 10^{23}$; б) $18,06 \times 10^{23}$; в) $12,04 \times 10^{23}$ г) $9,03 \times 10^{23}$.

5. Число атомів у молекулах кисню і озону (O_3) кількістю речовини 2 моль:

- а) однакові; б) більше у кисню;
в) більше у озону; г) менше у озону.

6. Укажіть молярну масу питної соди ($NaHCO_3$):

- а) 83 г/моль; б) 84 г/моль;
в) 52 г/моль; г) 68 г/моль.

7. Зробіть необхідні обчислення й укажіть масу (г) карбон(II) оксиду кількістю речовини 0,1 моль:

- а) 4,4; б) 0,28; в) 2,8; г) 28.

8. Зробіть необхідні обчислення й укажіть об'єм (л), який за нормальних умов займає метан кількістю речовини 0,4 моль:

- а) 5,6; б) 8,96; в) 11,2; г) 22,4.

9. Зробіть необхідні обчислення й укажіть кількість речовини (моль) нітроген(IV) оксиду, яка за нормальних умов займає об'єм 5,6 л:

- а) 0,25; б) 0,2; в) 1; г) 2.

10. Відносна густина кисню за гелієм становить:

- а) 16; б) 32; в) 8; г) 4.

11. Укажіть формули газів, важчих за повітря:

- а) CH_4 ; б) CO_2 ; в) He ; г) O_2 ;

- а) SO_2 ; б) CO ; в) H_2 ; г) N_2O ;

12. Установіть відповідність між відносною густиною газу та його хімічною формулою:

Відносна густина газу:

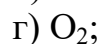
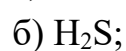
1) $D_{\text{нов.}} = 1,17$;

2) $D_{\text{H}_2} = 16,0$;

3) $D_{\text{He}} = 4,25$;

4) $D_{\text{Ar}} = 0,40$;

Хімічна формула:



Задачі підвищеної складності (підготовка до олімпіад)

Задача 1 (II етап, 2005-2006 н. р.)

Відоме прислів'я говорить: «Людину пізнаєш, коли з'їси з нею пуд солі».

Відомо, що добова потреба людини в натрій хлориді складає 0,215 моль.

Скільки часу людям потрібно прожити разом, щоб дізнатись один про одного (1 пуд дорівнює 16,38 кг)?

Розв'язання:

$$m(\text{NaCl}) = n \times M = 0,215 \text{ моль} \times 58,5 \text{ г/моль} = 12,5775 \text{ г};$$

$$m(\text{NaCl}) = 12,5775 \times 2 = 25,155 \text{ г (солі для двох)};$$

$$\text{Кількість днів } 16380 : 25,155 = 651,163.$$

Людам потрібно прожити разом 651,163 дні.

Задача 2 (II етап, 2005-2006 н. р.)

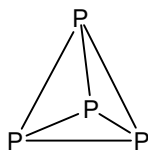
Маса однієї молекули білого фосфору $2,06 \times 10^{-22}$ г. Виведіть молекулярну формулу білого фосфору.

Розв'язання:

$$M = m \times N_A = 2,06 \times 10^{-22} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 124 \text{ г/моль}, A_r(\text{P}) = 31,$$

$$\text{звідси } N(\text{P}) = 124/31 = 4.$$

Формула білого фосфору P_4 . Молекула має форму тетраедра з атомами фосфору у вершинах:



Задача 3 (II етап, 2005-2006 н. р.)

Один літр суміші гідроген хлориду та гідроген броміду важить за нормальних умов 2,8 г. Визначте об'ємний склад суміші.

Розв'язання:

$$\text{Нехай, } n(\text{HCl}) = x, \text{ а } n(\text{HBr}) = y.$$

$$\text{Тоді } 22,4x + 22,4y = 1, \text{ а } 36,5x + 81y = 2,8.$$

Розв'язуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} x + y = 0,0446 \\ 36,5x + 81y = 2,8 \end{cases}$$

$$x = 0,0816.$$

$$\varphi(\text{HCl}) = 0,018 / 0,0446 = 0,41 = 41\%, \varphi(\text{HBr}) = 0,59 = 59\%.$$

Задача 4 (II етап, 2006-2007 н. р.)

Посудину, з якої заздалегідь викачали повітря, зважили. Потім заповнили газом А. Знову зважили. Наважка газу – 0,02 г. Газ А відкачали і посудину заповнили CO_2 . Наважка газу – 0,44 г. Визначити газ А, його молекулярну масу, об'єм посудини та масу повітря. Всі виміри зроблено за нормальних умов.

Розв'язання:

$$n = \frac{m}{M}, \quad n(\text{CO}_2) = \frac{0,44}{44} = 0,01 \text{ моль.}$$

$$V(\text{CO}_2) = V(\text{посуду}) = 0,01 \text{ моль} \times 22,4 \text{ моль/л} = 0,224 \text{ л,}$$

$$M(\text{повітря}) = 29 \text{ г/моль}, \quad m(\text{повітря}) = 29 \text{ г/моль} \times 0,01 \text{ моль} = 0,29 \text{ г.}$$

$$M = \frac{m}{n}, \quad M(\text{A}) = \frac{0,02}{0,01} = 2 \text{ г/моль.}$$

Невідома речовина А – водень.

Задача 5 (II етап, 2007-2008 н. р.)

Робоча бджола за один виліт приносить до вулика близько 40 мг квіткового нектару, який містить 9% глюкози $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ і 12,5% сахарози $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Скільки молекул глюкози і скільки молекул сахарози зможе принести бджола за один виліт до вулика?

Розв'язання:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,04 \text{ г} \times 0,09 = 0,0036 \text{ г,}$$

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,04 \text{ г} \times 0,125 = 0,005 \text{ г.}$$

$$n = \frac{m}{M}, \quad n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{0,0036}{180} = 0,00002 \text{ моль,}$$

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{0,005}{342} = 0,0000146 \text{ моль.}$$

$$N = n \times N_A, \quad N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,00002 \times 6,02 \times 10^{23} = 0,0001204 \times 10^{23} = 12,04 \times 10^{17} \text{ молекул,}$$

$$N(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,0000146 \times 6,02 \times 10^{23} = 0,0000878 \times 10^{23} = 8,78 \times 10^{17} \text{ молекул.}$$

Задача 6 (II етап, 2007-2008 н. р.)

Маса колби, заповненої сірчистим газом, становить 400 г, а заповненої вуглекислим газом – 399 г. Обчисліть об'єм колби.

Розв'язання:

Згідно наслідку із закону Авогадро, в однакових об'ємах різних газів за однакових умов містяться однакові кількості речовини $n(\text{SO}_2) = n(\text{CO}_2) = x$ моль, тоді $m(\text{SO}_2) = 64x$ (г), $m(\text{CO}_2) = 44x$ (г).

$$m(\text{колби}) = 400 - 64x \text{ (г);}$$

$$m(\text{колби}) = 399 - 44x \text{ (г);}$$

$$400 - 64x = 399 - 44x;$$

$$x = 0,05; \quad n(\text{SO}_2) = n(\text{CO}_2) = 0,05 \text{ моль;}$$

$$V(\text{колби}) = 22,4 \times 0,05 = 1,12 \text{ л.}$$

Задача 7 (II етап, 2008-2009 н. р.)

Маємо три зразки золота, алюмінію та льоду однакового об'єму. Густина золота $19,3 \text{ г/см}^3$, алюмінію $2,7 \text{ г/см}^3$, льоду $0,9 \text{ г/см}^3$. У якому зразку міститься найбільша кількість атомів?

Розв'язання:

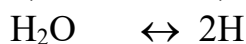
$$\text{Нехай } V(\text{Au}) = V(\text{Al}) = V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ см}^3, \text{ тоді}$$

$$m(\text{Au}) = 19,3 \text{ г}, m(\text{Al}) = 2,7 \text{ г}, m(\text{H}_2\text{O}) = 0,9 \text{ г},$$

$$n = \frac{m}{M}, n(\text{Au}) = \frac{19,3}{197} = 0,098 \text{ моль},$$

$$n(\text{Al}) = \frac{2,7}{27} = 0,1 \text{ моль}, n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,9}{18} = 0,05 \text{ моль}.$$

0,05 моль 0,1 моль



0,05 моль 0,05 моль



У воді кількістю речовини 0,05 моль міститься 0,15 моль атомів Гідрогену і Оксигену.

Отже, найбільша кількість атомів міститься в зразку льоду.

Задача 8 (II етап, 2008-2009 н. р.)

Маса посуду, з якого видалено повітря, становить 30 г. Цей же посуд, заповнений за нормальних умов азотом, має масу 37 г, а заповнений невідомим газом «X» – 47,75 г. Установіть молярну масу невідомого газу та напишіть його формулу.

Розв'язання:

Згідно наслідку із закону Авогадро, в однакових об'ємах різних газів за однакових умов містяться однакові кількості речовини $n(\text{N}_2) = n(\text{X}) = x$ моль, $m(\text{N}_2) = 37 - 30 = 7$ г.

$$n = \frac{m}{M}, n(\text{N}_2) = \frac{7}{28} = 0,25 \text{ моль},$$

$$n(\text{N}_2) = n(\text{X}) = 0,25 \text{ моль},$$

$$m(\text{X}) = 47,75 - 30 = 17,75 \text{ (г)};$$

$$M = \frac{m}{n}, M(\text{X}) = \frac{17,75}{0,25} = 71 \text{ г/моль}.$$

Невідомий газ хлор Cl_2 .

Задача 9 (II етап, 2008-2009 н. р.)

У скільки разів збільшиться об'єм речовини при перетворенні «сухого льоду» (твердий CO_2) ($\rho = 1,56 \text{ г/см}^3$) на вуглекислий газ за н.у.?

Розв'язання:

Нехай $V(\text{CO}_2) = 1$ мл, тоді $m(\text{CO}_2) = 1,56$ г.

$$n = \frac{m}{M}, n(\text{CO}_2) = \frac{1,56}{44} = 0,035 \text{ моль},$$

$$V = n \times V_M; V(\text{CO}_2) = 0,035 \times 22,4 = 0,784 \text{ л} = 784 \text{ мл};$$

Об'єм збільшився в 784 рази.

Задача 10 (III етап, 2008-2009 н. р.)

Визначте масу 22,4 л газової суміші гелію, аргону і неону (н.у.), якщо на 1 атом Гелію у суміші припадає 2 атоми Неону і 3 атоми Аргону.

Розв'язання:

Оскільки 1 моль речовини містить $6,02 \times 10^{23}$ структурних частинок, то можна визначити мольні частки газів у суміші:

$$\chi(\text{чист. реч.}) = \frac{n(\text{чист. реч.})}{n(\text{суміші})}; \quad \chi(\text{He}) = \frac{1}{6}; \quad \chi(\text{He}) = \chi \times n(\text{суміші}) = \frac{1}{6} \times 1 \text{ моль} = \frac{1}{6} \text{ моль};$$

$$m(\text{He}) = \frac{1}{6} \times 4 = 0,67 \text{ г}; \quad \chi(\text{Ne}) = \frac{2}{6}; \quad \chi(\text{Ne}) = \frac{2}{6} \times 20 = 6,67 \text{ г};$$

$$\chi(\text{Ar}) = \frac{3}{6}; \quad m(\text{Ar}) = \frac{3}{6} \times 40 = 20 \text{ г};$$

$$m(\text{суміші}) = 0,67 + 6,67 + 20 = 27,34 \text{ г.}$$

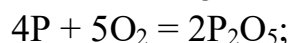
Задача 11 (III етап, 2008-2009 н. р.)

У скляному циліндрі, опущеному вінцями у воду, спалили 1 г фосфору. Фосфор, який залишився після спалювання, мав масу 0,783 г. Який об'єм повітря (н. у.) був у циліндрі?

Розв'язання:

$$m_1(\text{P}) = 1 - 0,783 = 0,217 \text{ г};$$

$$n(\text{P}) = \frac{m}{M} = \frac{0,217}{31} = 0,007 \text{ моль};$$



$$n(\text{O}_2) = \frac{3}{4} n(\text{P}) = 0,00875 \text{ моль};$$

$$V = n \times V_M; \quad V(\text{O}_2) = 0,00875 \times 22,4 = 0,196 \text{ л};$$

$$V(\text{пов.}) = \frac{V(\text{O}_2)}{\varphi(\text{O}_2)} = \frac{0,196}{0,21} = 0,93 \text{ л.}$$

Задача 12 (III етап, 2009-2010 н. р.)

Однією з домішок, наявних у повітрі, є газ озон O_3 . Хоча його об'ємна частка надзвичайно мала, він захищає живу природу від «жорсткого» ультрафіолетового випромінювання. Останнім часом учені повідомляють про періодичне зменшення концентрації цього газу в повітрі, утворення «озонових дірок». Молекули озону взаємодіють з атомами Хлору, що утворюються при розкладі в атмосфері фреонів – сполук Карбону з Флуором і Хлором (ці сполуки використовують у холодильній техніці, аерозольних упаковках).

Атоми Хлору, які утворюються при розкладі 2,09 г сполуки із формулою CF_3Cl , можуть зруйнувати 960 г озону.

- Визначте, скільки молекул озону руйнує один атом Хлору.
- Проста речовина хлор складається з двохатомних молекул. Що має більшу масу – 4 молекули хлору чи 3 молекули озону?
- Де міститься більше атомів – в 1 л хлору чи 1 л озону за однакових умов? У скільки разів?

Розв'язання:

Визначаємо кількості речовини фреону, атомів Хлору й озону:

$$n(\text{CF}_3\text{Cl}) = n(\text{Cl}) = \frac{m(\text{CF}_3\text{Cl})}{M(\text{CF}_3\text{Cl})} = \frac{2,09}{104,5} = 0,02 \text{ моль},$$

$$n(\text{O}_3) = \frac{m(\text{O}_3)}{M(\text{O}_3)} = \frac{960}{48} = 20 \text{ моль.}$$

Складаємо співвідношення:

0,02 моль Хлору руйнують 20 моль озону

1 моль Хлору руйнує x моль озону

Звідси, 1 моль Хлору руйнує 1000 моль озону, або 1 атом Хлору руйнує 1000 молекул озону.

2. Порівняємо маси речовин:

$$m = nM, \quad n = \frac{N}{N_A}, \quad m = \frac{N}{N_A} M,$$

$$m(\text{Cl}_2) = \frac{4}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot 71 = \frac{284}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ Г,}$$

$$m(\text{O}_3) = \frac{3}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot 48 = \frac{144}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ Г.}$$

Отже, більшу масу мають 4 молекули хлору.

3. Визначимо кількість атомів речовин:

$$N_{\text{молекул}} = n \times N_A, \quad n = \frac{V}{V_M}, \quad N_{\text{молекул}} = \frac{V}{V_M} \cdot N_A,$$

$$N_{\text{атомів}}(\text{Cl}_2) = 2 \cdot \frac{1}{22,4} \times 6,02 \cdot 10^{23},$$

$$N_{\text{атомів}}(\text{O}_3) = 3 \cdot \frac{1}{22,4} \times 6,02 \cdot 10^{23},$$

$$N_{\text{атомів}}(\text{Cl}_2) : N_{\text{атомів}}(\text{O}_3) = 2 \times \frac{1}{22,4} \times 6,02 \cdot 10^{23} : 3 \cdot \frac{1}{22,4} \times 6,02 \cdot 10^{23} = \frac{2}{3}.$$

Отже, більше атомів міститься в 1 л озону (в 1,5 рази).

Задача 13 (III етап, 2009-2010 н. р.)

Визначте масу газової суміші об'ємом 1 літр, що містить гелій, аргон і неон, якщо в суміші на один атом Гелію припадає два атоми Неону та три атоми Аргону.

Розв'язання:

Уведемо позначення:

$V(\text{He}) = x$ л, тоді,

$V(\text{Ne}) = 2V(\text{He}) = (2x)$ л,

$V(\text{Ar}) = 3V(\text{He}) = (3x)$ л.

Тоді $V(\text{суміші}) = x + 2x + 3x = 6x = 1$;

$$x = \frac{1}{6} \text{ (л).}$$

Спосіб 1.

Обчислимо маси газів, використовуючи наступні формули:

$$\frac{m}{M} = \frac{V}{V_M}, \quad m = \frac{M \times V}{V_M}.$$

$$m(\text{He}) = \frac{4 \times 1}{6 \times 22,4} = 0,0298 \text{ Г,}$$

$$m(\text{Ne}) = \frac{20 \times 1}{3 \times 22,4} = 0,297 \text{ г},$$

$$m(\text{Ar}) = \frac{40 \times 1}{2 \times 22,4} = 0,8929 \text{ г}.$$

Таким чином, маса суміші становить:

$$m_{\text{суміші}} = 0,0298 + 0,2976 + 0,8929 \approx 1,22 \text{ г}.$$

Спосіб 2.

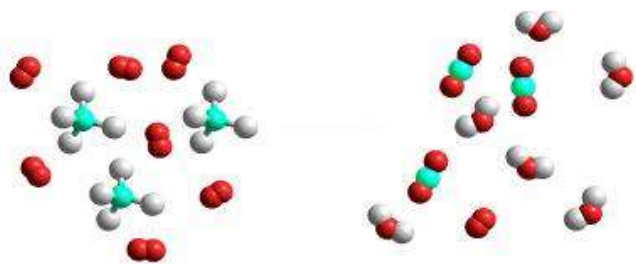
$$M_{\text{суміші}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2 + M_3 V_3}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{4 \cdot \frac{1}{6} + 20 \cdot \frac{1}{3} + 40 \cdot \frac{1}{2}}{1} =$$

$$= 27,33 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$m_{\text{суміші}} = \frac{27,33}{22,4} = 1,22 \text{ г}.$$

Задача 14 (III етап, 2009-2010 н. р.)

Суміш газів, зображену на лівій частині малюнку, підпалили. Те, що вивили після реакції, проілюстровано на правій частині малюнку.



• Визначте усі реагенти і продукти, якщо один із вихідних газів удвічі важчий за інший.

• Які об'ємні частки газів були у вихідній суміші?

Розв'язання:

Початкова суміш складається з двох газів, один із яких – проста речовина X_2 , а інший – бінарна сполука YZ_4 . У кінцевій суміші не має молекул YZ_4 , але є молекули X_2 . Отже, газ X_2 був у надлишку.

Існують такі двоатомні газоподібні прості речовини – H_2 , O_2 , N_2 , F_2 , Cl_2 . У кінцевій суміші присутні сполуки YX_2 та Z_2X . Елемент X проявляє валентність II. Тоді X_2 – кисень. $M(O_2) = 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$.

Газ YZ_4 може мати такі молярні маси: $16 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ або $64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$.

Елемент Y має валентність IV.

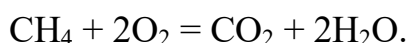
Це може бути S, C або Si.

Елемент Z – одновалентний; ним може бути H, F, Cl.

Перший випадок:

$M(YZ_4) = 16 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. Тоді Y – Карбон, Z – Гідроген, YZ_4 – метан, YX_2 –

вуглекислий газ, Z_2X – вода:



Другий випадок:

$$M(\text{YZ}_4) = 64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}, \text{ результату немає.}$$

Отже,

вихідні гази: метан CH_4 і кисень O_2 ;

продукти: CO_2 і H_2O .

2. За малюнком а:

$$n(\text{CH}_4) = 3 \text{ моль}, \quad n(\text{O}_2) = 7 \text{ моль}, \quad n_{\text{суміші}} = 10 \text{ моль.}$$

$$\chi(\text{CH}_4) = \frac{n(\text{CH}_4)}{n_{\text{суміші}}} = \frac{3}{10} = 0,3 \text{ або } 30\%,$$

$$\chi(\text{O}_2) = 70\%.$$

Мольні частки газів дорівнюють їхнім об'ємним часткам. Отже,

$$\varphi(\text{CH}_4) = 30\%, \quad \varphi(\text{O}_2) = 70\%.$$

Задача 15 (II етап, 2010-2011 н. р.)

У 1934 р. український хімік О.І. Бродський уперше в Європі одержав важку воду D_2O та налагодив її виробництво. Учень вилив стакан такої води в океан. Молекули її рівномірно розподілилися між молекулами води океану.

Яка кількість речовини важкої води потрапила в океан?

Через деякий час учень знову наповнив стакан водою з океану.

Скільки молекул D_2O опинилося у стакані?

Припустіть, що світовий океан складається тільки з молекул легкої води (H_2O). Об'єм води у океані 1370000000 км^3 , густина важкої води $1,1 \text{ г/см}^3$, молярна маса D_2O 20 г/моль , об'єм стакана 200 см^3 .

Розв'язання:

Обчислимо кількість речовини та кількість молекул важкої води, що опинилися в стакані:

$$n(\text{D}_2\text{O}) = \frac{V \times \rho}{M} = \frac{200 \times 1,1}{20} = 11 \text{ моль};$$

$$N(\text{D}_2\text{O}) = n \times N_A = 11 \times 6,02 \times 10^{23} = 66,22 \times 10^{23}.$$

Складаємо пропорцію і визначаємо кількість молекул важкої води в стакані після наповнення стакану водою з океану. Об'єм води в океані становить $137 \times 10^7 \text{ км}^3$ або $137 \times 10^{22} \text{ см}^3$:

У 200 мл	—	x молекул важкої води
У 137×10^{22} мл	—	$66,22 \times 10^{23}$ молекул важкої води

$$\text{Отже, } N'(\text{D}_2\text{O}) = \frac{200 \times 66,22 \times 10^{23}}{137 \times 10^{22}} = 967.$$

Задача 16 (II етап, 2010-2011 н. р.)

Невідомий газоподібний оксид (н. у.) має густину за повітрям 1,517. Знайдіть масу зразка цього газу об'ємом 156,8 л.

Який це газ?

Як його кількість впливає на екологічний стан Світу?

Як називають цей газ у твердому стані?

Що відбувається при нагріванні твердого зразка цього газу?

Розв'язання:

Обчислимо молярну масу невідомого газоподібного оксиду (формула оксиду E_2O_n або $EO_{0,5n}$), використовуючи формулу відносної густини:

$$D(EO_{0,5n}) = \frac{M(EO_{0,5n})}{M(\text{пов.})} \Rightarrow M(EO_{0,5n}) = 1,517 \times 29 = 43,993 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \text{ або } 44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

Визначимо оксид:

n	I	II	III	IV
A_r	36	28	20	12
Можливий елемент	—	Si	Ca	C

Отже, єдино можливий варіант, що задовольняє умову задачі – CO_2 .

Обчислимо масу зразка цього газу об'ємом 156,8 л:

$$m(CO_2) = n \times M = \frac{V}{V_M} M = \frac{156,8}{22,4} 44 = 308 \text{ г.}$$

Зростання концентрації вуглекислого газу є причиною «парникового ефекту». У результаті «парникового ефекту» до 30-х рр. XXI ст. середня температура приземного шару повітря може підвищитися на $3 \pm 1,5$ °С, причому максимальне потепління станеться в приполярних зонах, мінімальне – біля екватора. Очікується збільшення швидкості танення льодовиків і підняття рівня океану.

Твердий вуглекислий газ називають «сухим льодом». При атмосферному тиску вуглекислий газ не існує в рідкому стані і при нагріванні переходить безпосередньо із твердого стану в газоподібний.

Задача 17 (III етап, 2010-2011 н. р.)

Закриту посудину, виготовлену із алюмінію ($\rho(Al) = 2700 \text{ кг/м}^3$) об'ємом точно 1 дм^3 , заповнили киснем ($\rho(O_2) = 1,43 \text{ кг/м}^3$). Стінки посудини містять у 10 разів більше атомів, ніж атомів кисню в посудині. Визначте масу посудини з киснем. Розрахунки проводити для нормальних умов.

Розв'язання:

$$m(O_2) = 0,001 \text{ м}^3 \times 1,43 \text{ кг/м}^3 = 0,00143 \text{ кг};$$

$$n(O_2) = \frac{V}{V_M} = \frac{1,00}{22,4} = 0,045 \text{ моль};$$

$$m(Al) = 0,0450 \times 2 \times 10 \times 27 = 24,3 \text{ г};$$

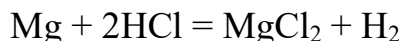
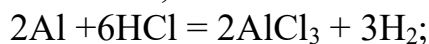
$$m_{\text{загальна}} = 1,43 \times 10^{-3} + 24,3 \times 10^{-3} = 25,7 \times 10^{-3} \text{ кг.}$$

Задача 18 (II етап, 2011-2012 н. р.)

Два кубики однакового розміру, один з яких виготовлений з алюмінію, а другий – з магнію, розчинили в хлоридній кислоті. Об'єм водню, який виділився в першому випадку, виявився вдвічі більшим, ніж у другому. Яка густина магнію, якщо густина алюмінію $2,7 \text{ см}^3$?

Розв'язання:

Спосіб 1. Прийmemo об'єм кубиків за 1 см^3 . Тоді маса алюмінію – $2,7 \text{ г}$, що становить $0,1$ моль.



Алюміній виділить $0,15$ водню, магній у 2 рази менше – $0,075$ моль, магнію прореагує теж $0,075$ моль, що складає $1,8 \text{ г}$. Тоді густина магнію $1,8 \text{ г/см}^3$.

Спосіб 2.

$$\frac{\rho_{\text{Al}}}{\rho_{\text{Mg}}} = \frac{m_{\text{Al}}/V}{m_{\text{Mg}}/V} = \frac{m_{\text{Al}}}{m_{\text{Mg}}} = \frac{n_{E(\text{Al})} \cdot E_{\text{Al}}}{n_{E(\text{Mg})} \cdot E_{\text{Mg}}} = \frac{V(\text{H}_2)_{\text{Al}} \cdot E_{\text{Al}}}{V(\text{H}_2)_{\text{Mg}} \cdot E_{\text{Mg}}} = \frac{2 \cdot E_{\text{Al}}}{1 \cdot E_{\text{Mg}}} = \frac{2 \cdot 9}{1 \cdot 12} = 1,5$$

Звідси $\rho_{\text{Mg}} = 2,7/1,5 = 1,8$.

Задача 19 (II етап, 2011-2012 н. р.)

У якому об'ємному співвідношенні необхідно змішати водень і вуглекислий газ, щоб добути газову суміш, за густиною рівною повітрю?

Розв'язання:

Спосіб 1. Відповідно до закону Авогадро однакові кількості газів займають однакові об'єми, якщо молярні маси газів рівні, то й рівні їх густини. За конвертом Пірсона:

M	$M(\text{суміші})$	Різниця	$V_1:V_2$
H_2	2	15	5
повітря	29		
CO_2	44	27	9

Вуглекислий газ і водень необхідно змішати в об'ємних співвідношеннях $5 : 9$.

Спосіб 2. Нехай є 1 моль суміші $n(\text{H}_2) = x$,

$$n(\text{CO}_2) = 1 - x, \quad x \cdot 2 + (1 - x)44 = 29 \implies x = 0,3571;$$

$1 - x = 0,6429$ відношення кількостей речовин дорівнює відношенню об'ємів $V_1/V_2 = 0,3571/0,6429 = 5/9$.

Задача 20 (II етап, 2012-2013 н. р.)

Платина у вигляді наночастинок використовується в якості каталізатора окиснення чадного газу до вуглекислого в автомобілі. Обчисліть кількість наночастинок складу Pt_{20} , яку можна одержати з $5,00 \text{ см}^3$ металу (густина платини $21,45 \text{ г/см}^3$).

Розв'язання:

$$m = \rho \cdot V, \quad m(\text{Pt}) = 5,00 \cdot 21,45 = 107 \text{ г},$$

$$n(\text{Pt}) = 107/195 = 0,549 \text{ моль},$$

$$N(\text{Pt}) = 0,549 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,3 \cdot 10^{23},$$

$$N(\text{Pt}_{20}) = 3,3 \cdot \times 10^{23} / 20 = 1,65 \cdot \times 10^{22}.$$

Задача 21 (II етап, 2012-2013 н. р.)

Суміш кисню і гелію містить 8,5% гелію за масою. Додавання якого газу не призведе до зміни густини суміші?

Розв'язання:

Нехай маса суміші газів дорівнює 100 г. Тоді маса гелію буде 8,5 г, а маса кисню 91,5 г. Обчислимо мольні частки цих газів у суміші:

$$n = \frac{m}{M}, \quad n(\text{O}_2) = 2,859 \text{ моль}; \quad n(\text{He}) = 2,125 \text{ моль}.$$

$$\chi(\text{чист.реч.}) = \frac{n(\text{чист.реч.})}{n(\text{сум.})}, \quad \chi(\text{O}_2) = 2,859 / 4,984 = 0,574;$$

$$\chi(\text{He}) = 2,125 / 4,984 = 0,426.$$

Обчислюємо середню молярну масу суміші:

$$M(\text{суміші}) = 0,574 \times 32 + 0,426 \times 4 = 20 \text{ г/моль}.$$

Шуканим газом може бути неон, або інший газ, молярна маса якого буде 20 г/моль.

Задача 22 (III етап, 2012-2013 н. р.)

Посудину послідовно за однакових умов (тиск і температура) заповнили різними газами і визначили її масу. Посудина, заповнена киснем, має масу 33,45 г. Маса посудини, заповненої гелієм, складає 27,85 г. Якщо ж посудину заповнити сумішшю кисню та газу X (вміст кисню 20% за об'ємом), то її маса складає 28,65 г. Визначте газ X.

Розв'язання:

Згідно наслідку із закону Авогадро, в однакових об'ємах різних газів за однакових умов містяться однакові кількості речовини $n(\text{O}_2) = n(\text{He}) = x$ моль, тоді $m(\text{O}_2) = 32x$ (г), $m(\text{He}) = 4x$ (г).

$$m(\text{посудини}) = 33,45 - 32x \text{ (г)};$$

$$m(\text{посудини}) = 27,85 - 4x \text{ (г)};$$

$$33,45 - 32x = 27,85 - 4x;$$

$$x = 0,2; \quad n(\text{O}_2) = n(\text{He}) = 0,2 \text{ моль};$$

$$m(\text{O}_2) = 32 \times 0,2 = 6,4 \text{ г};$$

$$m(\text{посудини}) = 33,45 - 6,4 = 27,05 \text{ г};$$

$$m(\text{суміші}) = 28,65 - 27,05 = 1,6 \text{ г};$$

$$n(\text{суміші O}_2 \text{ і X}) = 0,2 \text{ моль};$$

$$M = \frac{m}{n}, \quad M(\text{суміші}) = \frac{1,6}{0,2} = 8 \text{ г/моль};$$

$$\text{Нехай } M(\text{X}) = a \text{ г/моль, тоді } 8 = 32 \times 0,2 + a \times 0,8;$$

$$a = 2; \quad M(\text{X}) = 2 \text{ г/моль. Газ X – водень H}_2.$$

Задача 23 (II етап, 2013-2014 н. р.)

Які об'єми водню і кисню необхідно взяти, щоб одержати 500 мл суміші, яка б мала густину за воднем, що дорівнює 10?

Розв'язування:

Знаходимо молярну масу суміші: $M(\text{сум.}) = 2 \times 10 = 20$ (г/моль).

Нехай у суміші кількістю речовини 1 моль міститься кисень кількістю речовини x моль. Тоді кількість речовини водню $(1 - x)$ моль.

Виражаємо маси газів: $m(\text{O}_2) = 32x(\text{г}); m(\text{H}_2) = 2 - 2x(\text{г})$.

Складаємо і розв'язуємо рівняння: $32x + 2 - 2x = 20, x = 0,6$.

Молярні співвідношення такі ж як об'ємні, тому

$V(\text{O}_2) = 0,6 \times 500 = 300$ (мл), $V(\text{H}_2) = 500 - 300 = 200$ (мл).

Задача 24 (II етап, 2014-2015 н. р.)

У балоні з вуглекислим газом з'явилася маленька дірочка і газ почав виходити назовні. Розрахуйте, скільки часу потрібно, щоб увесь газ «вилетів», якщо його початкова маса була 1 кг, а швидкість, з якою газ вилітає, дорівнює 1 000 000 000 молекул у секунду.

Розв'язання:

$N(\text{CO}_2) = m(\text{CO}_2)/M(\text{CO}_2) \times N_A = 1000 \text{ г} / (44 \text{ г/моль}) \times 6,02 \times 10^{23} = 136,82 \times 10^{23}$ молекул, визначимо час витоку газу: $t = 136,82 \times 10^{23} \text{ молекул} / 1 \times 10^9 \text{ молекул у секунду} = 1,3682 \times 10^{16} \text{ секунд} = 2,28 \times 10^{14} \text{ хвилин} = 3,8 \times 10^{12} \text{ годин} = 1,58 \times 10^{11} \text{ діб} = 4,34 \times 10^8 \text{ років}$.

Задача 25 (II етап, 2014-2015 н. р.)

Картопля, вирощена поблизу шосе, завжди містить отруйні сполуки Плюмбуму. В 1 кг такої картоплі було виявлено 0,001 моль Плюмбуму. Визначте, у скільки разів перевищено гранично допустимий вміст Плюмбуму в овочах, значення якого дорівнює 0,5 мг/кг?

Розв'язання:

$m(\text{Pb}) = n \times M = 0,001 \text{ моль} \times 207 \text{ г/моль} = 0,207 \text{ г} (0,207 \text{ мг})$

В 1 кг картоплі гранично допустимий вміст Плюмбуму перевищує в $207 \text{ мг} / 0,5 \text{ мг/кг} = 414$ разів.

Задача 26 (III етап, 2014-2015 н. р.)

На підводних човнах для поповнення запасів кисню і зв'язування карбон(IV) оксиду використовують натрій пероксид.

А) Закінчіть рівняння реакції, що відбувається за схемою



Б) Визначте масу натрій пероксиду, яку потрібно взяти, щоб підводний човен з 32 членами екіпажу протримався під водою 2 доби, якщо кожному з членів екіпажу потрібно на добу 660 л кисню.

В) Запропонуйте шість реакцій, що ілюструють лабораторні способи добування кисню.

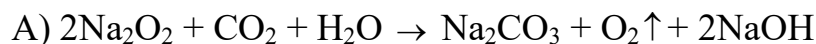
Г) Кисень також може брати участь в утворенні води і це ілюструє рівняння реакції $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Дайте відповіді на наступні запитання:

1) до реакції утворення води увійшло 3 моль реагентів, а утворилося всього 2 моль продукту. Чи не має в цьому суперечності?

- 2) скільки атомів Оксигену міститься у 2 моль води і 3 моль кисню?
 3) чи може кількість речовини (в моль) дорівнювати: 10^{25} ; $\sqrt{2}$; 1; -1; 0,1; 10^{-25} ?

4) припустимо, що до реакції утворення води увійшов 1 моль водню. Покажіть прямим розрахунком справедливість закону збереження маси.

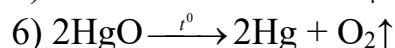
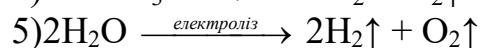
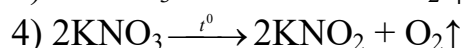
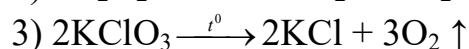
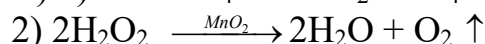
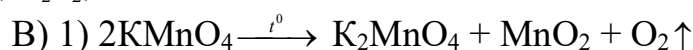
Розв'язання:



$$\text{B) } n(\text{O}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{660\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 29,46\text{моль};$$

$$n(\text{O}_2) = 2n(\text{Na}_2\text{O}_2) \Rightarrow n(\text{Na}_2\text{O}_2) = 29,46\text{моль} \times 2 = 58,93\text{моль};$$

$$m(\text{Na}_2\text{O}_2) = 4596,54\text{г} \times 32\text{чол} \times 2\text{доби} = 294,2\text{г}.$$



Г) 1) ні, оскільки виміряно кількість молекул, а молекули в хімічних процесах руйнуються;

$$2) N(\text{H}_2\text{O}) = 2\text{моль} \times 6,02 \times 10^{-23} = 12,04 \times 10^{-23};$$

$$N(\text{O}) = 12,04 \times 10^{-23} \times 3 = 36,12 \times 10^{-23} / 3 = 12,04 \times 10^{-23};$$

$$N(\text{O}_2) = 3\text{моль} \times 6,02 \times 10^{-23} = 18,06 \times 10^{-23};$$

$$N(\text{O}) = 18,06 \times 10^{-23} \times 2 = 36,12 \times 10^{-23};$$

3) кількість речовини не може позначатися від'ємним, ірраціональним числом та числом, меншим від $1/N_A = 1,66 \times 10^{-24}$;

$$4) 2 \text{ г} + 16 \text{ г} = 18 \text{ г}.$$

Задача 27 (III етап, 2015-2016 н. р.)

Три циліндра заповнені киснем: перший містить 12,80 г, другий – 0,40 моль, а третій – 8,96 л (н.у.) газу. В якому циліндрі найбільше число молекул кисню?

Розв'язання:

На основі закону Авогадро можна стверджувати, що максимальне число молекул кисню має той циліндр, який містить найбільший об'єм газу:

$$\text{В першому циліндрі: } V(\text{O}_2) = 12,80 \text{ г} \times 22,4 \text{ л/моль} / 32 \text{ г/моль} = 8,96 \text{ л};$$

$$\text{В другому циліндрі: } V(\text{O}_2) = 22,4 \text{ л/моль} \times 0,40 \text{ моль} = 8,96 \text{ л};$$

$$\text{В третьому циліндрі: } V(\text{O}_2) = 8,96 \text{ л}.$$

У всіх трьох циліндрах об'єм кисню однаковий, отже, число молекул у кожному циліндрі однакове: $N_1(\text{O}_2) = N_2(\text{O}_2) = N_3(\text{O}_2)$ й дорівнює:

$$N(\text{O}_2) = 0,4 \text{ моль} \times 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 2,408 \cdot 10^{23} \text{ молекул}.$$

Задача 28 (II етап, 2017-2018 н. р.)

При згорянні рідини **A** утворюється суміш двох безбарвних газів **B** та **C**. Обидва гази (**B** та **C**) викликають помутніння вапняної води, утворюючи відповідно осади **D** та **F**. Один із газів бере участь у важливому для рослин природному хімічному процесі, інший бере участь в утворенні кислотних дощів. Газ **C** знебарвлює багато органічних барвників, а газ **B** – ні. Ці ж самі гази (**B** та **C**) утворюються при згорянні газу **H**, який при нагріванні розкладається з утворенням рідини **A** та газу **B**. Молярна маса газу **H** – 60 г/моль, а відносна густина пари речовини **A** за гелієм 19. Вказати формули та назви речовин: **A**, **B**, **C**, **D**, **F**, **H**.

Записати рівняння згаданих реакцій.

Розв'язання:

Гази, що викликають помутніння вапняної води, ймовірно SO_2 та CO_2 .

Важливий процес для рослин – фотосинтез, у якому бере участь CO_2 .

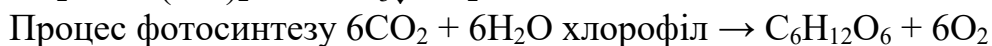
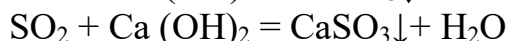
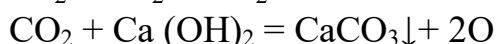
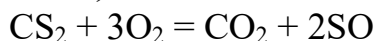
Газ, що спричинює утворення кислотних дощів і який знебарвлює органічні барвники – це SO_2 . Газ **B** – це карбон(IV) оксид (CO_2), а газ **C** – сульфур(IV) оксид (SO_2). Отже, **A** у своєму складі містить Карбон, Сульфур і, можливо, Оксиген. За відносною густиною пари **A** за гелієм, обчислюємо

$$M_r(\text{A}) = 4 \times 19 = 76.$$

До складу сполуки входять тільки Карбон і Сульфур.

$$M_r(\text{A}) = 12 + 32 \times 2 = 76.$$

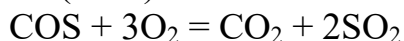
Отже, **A** – CS_2 .



Речовина **H** містить своєму складі Карбон, Сульфур і можливо Оксиген.

Враховуємо $M_r(\text{H}) = 60$. Отже речовина **H** є COS .

$$M_r(\text{COS}) = 60$$



CS_2 – карбон(IV) сульфід;

CO_2 – карбон(IV) оксид;

SO_2 – сульфур(IV) оксид;

CaCO_3 – кальцій карбонат;

CaSO_3 – кальцій сульфит;

COS – карбон(IV) оксид сульфід.

Задача 29 (II етап, 2018-2019 н. р.)

Проста речовина, що утворена елементом **X** кількістю 0,5 моль, реагує з киснем об'ємом 14 л (н.у.). При цьому утворюється біла тверда речовина **Y** масою 35,5 г, під час взаємодії якої з гарячою водою утворюється сполука **Z**. Розчин **Z** в присутності метилового оранжевого набуває червоного кольору. Установіть елемент **X**. Відповідь підтвердіть розрахунками. Напишіть рівняння згаданих реакцій, укажіть формули речовин **Y** і **Z**.

Розв'язання:

Під час взаємодії простої речовини з киснем переважно утворюються відповідні оксиди.

Кількість речовини кисню, в реакції становить:

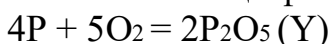
$$14 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,625 \text{ моль},$$

$$\text{а маса: } 0,625 \text{ моль} \times 32 \text{ г/моль} = 20 \text{ г}.$$

Тоді, за законом збереження маси, на просту речовину припадає

$$35,5 \text{ г} - 20 \text{ г} = 15,5 \text{ г й, відповідно, молярна маса X становить: } 15,5 \text{ г} / 0,5 \text{ моль} = 31 \text{ г/моль}.$$

Речовина X – це фосфор (P).



$\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ (Z)}$, поява кислоти в розчині призводить до зміни забарвлення індикатора).

Задача 30 (III етап, 2018-2019 н. р.)

Природній газуватий неон представляє собою суміш в основному двох ізотопів ^{20}Ne та ^{22}Ne .

1. Приймаючи відносні атомні маси нуклідів ^{20}Ne та ^{22}Ne рівними 19,9924 та 21,9914, обчисліть масові частки (у %) кожного ізотопу у природньому неоні.

Насправді у природі окрім згаданих ізотопів ^{20}Ne та ^{22}Ne присутній ще один нуклід ^XNe .

2. Визначте відносну атомну масу цього нукліду ^XNe , якщо відомо, що кожний мільйон атомів неону містить 904800 атомів ^{20}Ne , 92500 атомів ^{22}Ne та 2700 атомів ^XNe .

Розв'язання:

Враховуючи, що загальна маса усіх атомів ізотопів елемента Неону дорівнює масі природнього неону, неважко показати, що:

$M(\text{Ne}) = \chi(^{20}\text{Ne}) \cdot M(^{20}\text{Ne}) + \chi(^{22}\text{Ne}) \cdot M(^{22}\text{Ne})$, де χ -мольні частки відповідних ізотопів в природньому неоні. Приймаючи, що сума мольних часток $\chi(^{20}\text{Ne}) + \chi(^{22}\text{Ne}) = 1$, підставляємо значення молярних мас Неону та відповідних ізотопів: $20,1797 = 19,9924 \chi(^{20}\text{Ne}) + 21,9914 (1 - \chi(^{20}\text{Ne}))$, звідки $\chi(^{20}\text{Ne}) = 0,9063$ або 90,63%, а $\chi(^{22}\text{Ne}) = 0,0937$ або 9,37%.

2. Визначимо мольні частки нуклідів ізотопів Неону:

$$\chi(^{20}\text{Ne}) = \frac{904800}{1000000} = 0,9048(90,48\%);$$

$$\chi(^{22}\text{Ne}) = \frac{92500}{1000000} = 0,0925(9,25\%);$$

$$\chi(^X\text{Ne}) = \frac{2700}{1000000} = 0,0027(0,27\%).$$

Підставляємо значення молярних мас Неону та відповідних ізотопів та визначаємо відносну атомну масу невідомого нукліду ^XNe :

$$20,1797 = 19,9924 \times 0,9048 + 21,9914 \times 0,0925 + 0,0027 \times M(^X\text{Ne}),$$

$$M(^X\text{Ne}) = 20,8885, \text{ тобто невідомий нуклід Неону} - ^{21}\text{Ne}.$$

Задача 31 (III етап, 2019-2020 н. р.)

Елементи А, Б та В, що розташовані в різних періодах Періодичної системи хімічних елементів Д. І. Менделєєва, можуть утворювати між собою сполуки складу B_2A , BA_2 , V_2A та BV . Золотисто-червона рідина V_2A із температурою кипіння $+2^\circ C$ легко розкладається під дією сонячного світла, утворюючи газуваті (за н. у.) прості речовини складу A_2 та V_2 .

1. Визначте невідомі елементи А-В, якщо:

✓ молярна маса B_2A у 1,324 рази більша за молярну масу BA_2 ;

✓ елемент А є найбільш розповсюдженим (у % від загальної маси) елементом земної кори;

✓ елемент В отримав свою назву у 1810 році зусиллями Г. Деві, яка з давньогрецької буквально перекладається «блідо-зелений».

2. Формули яких ще речовин (простих та складних) можна скласти тільки з елементів А-В?

3. Складіть рівняння реакцій:

✓ фотохімічного розкладу V_2A ;

✓ взаємодії V_2A та BA_2 з утворенням газу A_2 ;

✓ взаємодії V_2A та BV з утворенням газу V_2 .

4. Складіть рівняння реакцій взаємодії BA_2 із карбон(IV) оксидом. Запропонуйте область використання цієї реакції.

1) А – Оксиген (найбільш розповсюджений елемент земної кори);

В – Хлор (з давньогрецької «блідо-зелений»).

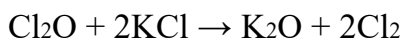
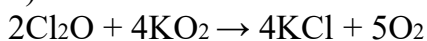
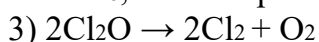
Із співвідношення молярних мас B_2A та BA_2 визначаємо Б:

$$\frac{M(B_2O)}{M(BO_2)} = 1,324; \quad \frac{2A_r(B) + 16}{A_r + 32} = 1,324;$$

звідки атомна маса Б становить 39, що відповідає елементу Калію.

Значить, B_2A – K_2O , BA_2 – KO_2 , V_2A – Cl_2O , BV – KCl , A_2 – O_2 , V_2 – Cl_2

2) Серед можливих варіантів озон O_3 , оксиди Хлору Cl_2O_3 , Cl_2O_5 , Cl_2O_7 , солі оксигеновмісних кислот Хлору $KClO$, $KClO_2$, $KClO_3$, $KClO_4$, або бінарні «неоксиди» Cl_2O_4 та Cl_2O_6 , калій пероксид K_2O_2 тощо.



4) $4KO_2 + 2CO_2 \rightarrow 2K_2CO_3 + O_2$. Знаходить використання при виготовленні сумішей для відновлення кисню повітря у замкнутих системах, дихальних систем тощо.

Додаток

Фізичні величини, їх позначення й одиниці вимірювання

Фізична величина	Позначення	Формули для обчислення	Одиниці вимірювання
Молярна маса	M	$M = \frac{m}{n}$	КГ/МОЛЬ, Г/МОЛЬ
Маса речовини	m	$m = n \times M, m = \rho \times V$	КГ, Г
Кількість речовини	n	$n = \frac{m}{M}, n = \frac{V}{V_M}, n = \frac{N}{N_A}$	МОЛЬ, КМОЛЬ
Об'єм газу	V	$V = \frac{m}{\rho}, V = n \times V_M$	М ³ , Л
Молярний об'єм	V_M	$V_M = \frac{V}{n}, V_M = \frac{M}{\rho}$	М ³ /МОЛЬ, Л/МОЛЬ
Густина	ρ	$\rho = \frac{m}{V}, \rho = \frac{M}{V_M}$	КГ/М ³ , Г/СМ ³ , Г/Л, Г/МЛ
Відносна густина газів	D	$D = \frac{M_1}{M_2}, D = \frac{m_1}{m_2}, D = \frac{\rho_1}{\rho_2}$	—



Список використаних джерел

1. Хімія 7-9 класи : Навчальна програма для загальноосвіт. навч. закл. : програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804 2017.
2. Буйдіна О. О., Севастьян Л. О., Тупиця Н. В., Комашко О. О. Хімія 8 клас : навчальний посібник. Полтава : ПОІППО, 2008. 120 с.
3. Гладюк М. М. Дидактичний матеріал з хімії. 8 клас. Тернопіль : Підручники і посібники, 2005. 80 с.
4. Кукса С. П. 600 задач з хімії. Тернопіль : Мандрівець, 2004. 144 с.
5. Миронюк О. М. Кількість речовини. Розрахунки за хімічними формулами. *Хімія*. 2011. №11-12. С. 31-37.
6. Попель П. П., Крикля Л. С. Хімія. 8 клас. Задачі та вправи : навч. посіб. Київ : Видавничий центр «Академія», 2018. 144 с.
7. Попель П. П., Крикля Л. С. Хімія: підручник для 8 класу загальноосвітних навчальних закладів. Київ : Видавничий центр «Академія», 2016. 240 с.
8. Романишина Л. М., Пирог Г. М., Грицюк А. С. Збірник задач з хімії з прикладами розв'язування. 7-12 класи. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2008. 140 с.
9. Туріщева Л. В. Як розв'язувати хімічні задачі. Харків : Вид. група «Основа», 2003. 80 с.
10. Ярошенко О. Г. Хімія : підручник для 8 класу загальноосвітних навчальних закладів. Київ : Освіта, 2008. 208 с.

Електронні ресурси

1. Павленко Л. Методи розв'язування задач. *Дистанційне навчання на уроках хімії та інформатики вчителя Павленко Лілії*. URL: <https://sites.google.com/site/sajtvcitelahimiiepidlubnoielm/metodi-rozv-azuvanna-zadac>
2. Изображения по запросу Химия. URL: <https://ru.freepik.com/free-photos-vectors/chemistry>