

Ганна Лашевська

Хімія

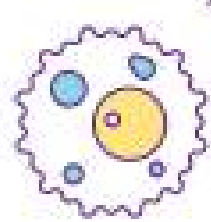
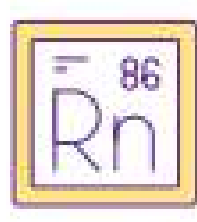
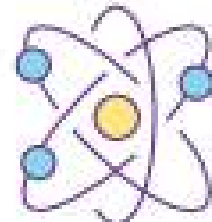
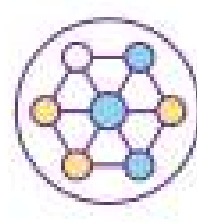
8

клас

НОВА УКРАЇНЬСКА ШКОЛА



Видавництво
Літера



Ганна Лашевська

Хімія

8 клас

Підручник для 8 класу
закладів загальної середньої освіти

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Київ
Літера ЛТД
2025



Періодична таблиця хімічних елементів

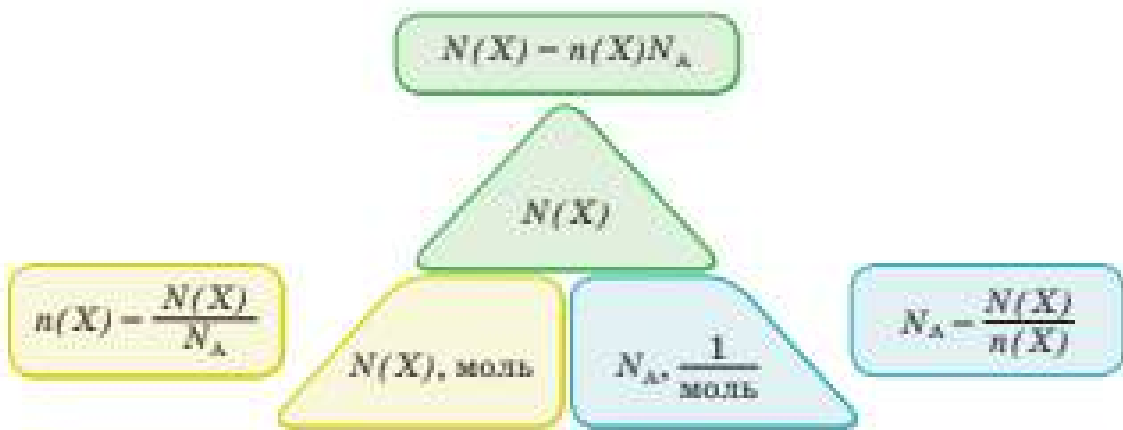
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

57 La Лантан 138.91 ± 0.01	58 Ce Церій 140.12 ± 0.01	59 Pr Прометій 140.91 ± 0.01	60 Nd Неодим 144.24 ± 0.01	61 Pm Прометій (145)	62 Sm Самарій 150.36 ± 0.03	63 Eu Європій 151.96 ± 0.01	64 Gd Гадоліній 157.25 ± 0.03	65 Tb Тербій 158.93 ± 0.01	66 Dy Диспроцій 162.50 ± 0.01	67 Ho Гольмій 164.93 ± 0.01	68 Er Ербій 167.26 ± 0.01	69 Tm Тиман 168.93 ± 0.03	70 Yb Йтербій 173.05 ± 0.01	71 Lu Лютецій 174.97 ± 0.01
89 Ac Актиній (227)	90 Th Торій 232.04 ± 0.01	91 Pa Протактиній 231.04 ± 0.01	92 U Уран 238.03 ± 0.01	93 Np Нептуній (237)	94 Pu Плутоній (244)	95 Am Америцій (243)	96 Cm Курій (247)	97 Bk Беркелій (247)	98 Cf Каліфорній (251)	99 Es Айзенгайм (252)	100 Fm Фермій (257)	101 Md Менделєєв (258)	102 No Нобелій (259)	103 Lr Лоренсій (262)



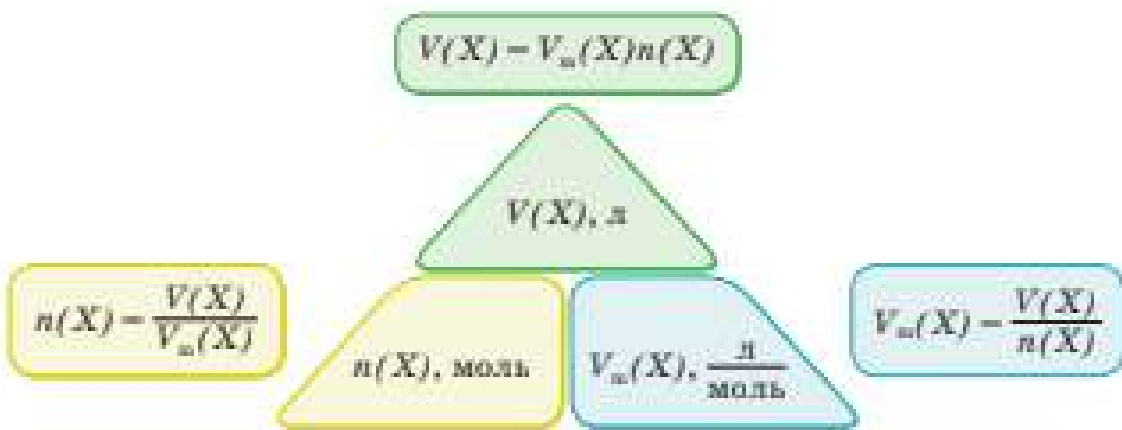
Згадування й оновлення до цієї таблиці див. www.iupac.org. Версія від 4 травня 2022.
Copyright © 2022 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

ОБЧИСЛЮЙ ЗА ФОРМУЛАМИ

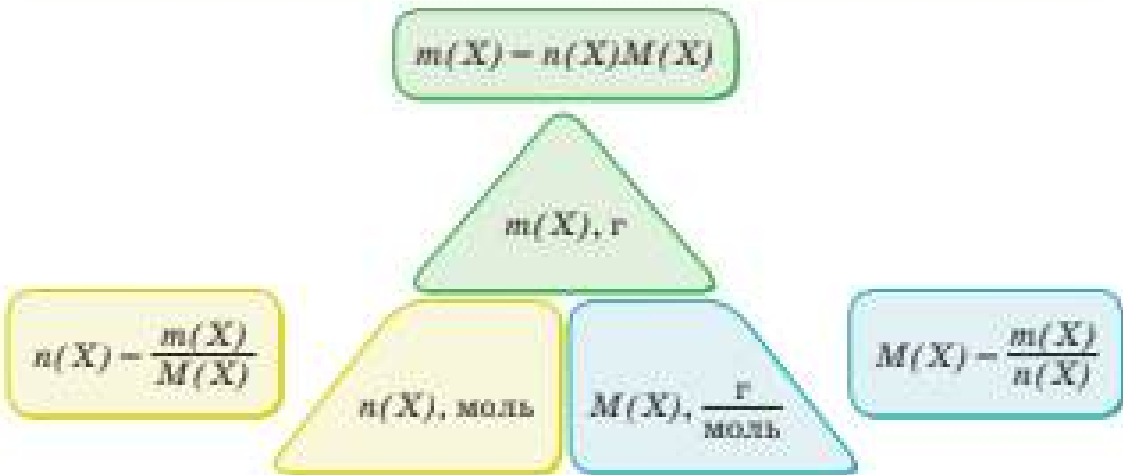


Зв'язок між кількістю структурних одиниць речовини,
і кількістю і сталою Авогадро

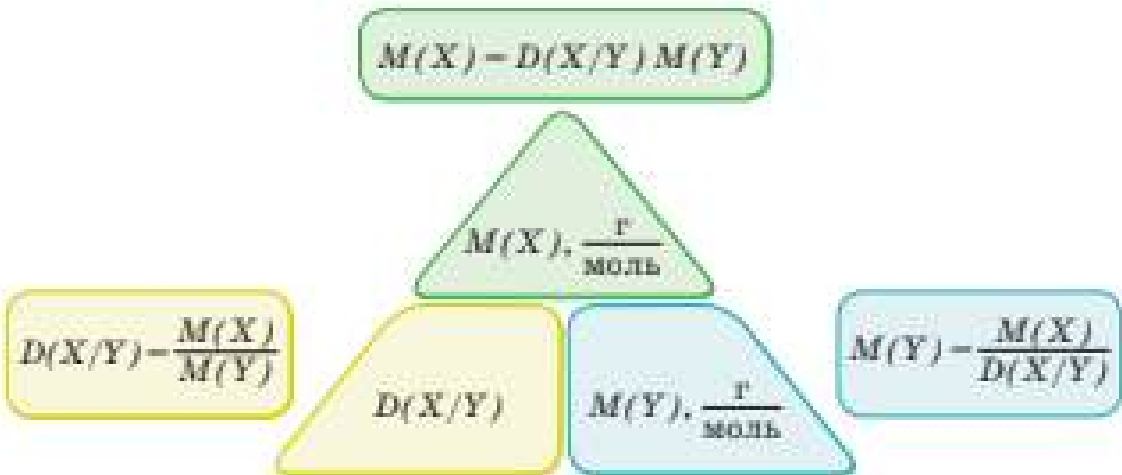
ОБЧИСЛЮЙ ЗА ФОРМУЛАМИ



Зв'язок між об'ємом речовини, її кількістю і молярним об'ємом



Зв'язок між масою речовини, її кількістю і молярною масою



Густина газу X за газом Y

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 21.02.2025 № 347)

Підручник створено за модельною навчальною програмою «Хімія. 7–9 класи»
для закладів загальної середньої освіти (автор Лашевська Г. А.)

Що означають рубрики й піктограми на сторінках підручника

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

— завдання, які треба виконати вдома, у групі, готуючись до опанування матеріалу підтеми.

ЕКСПЕРИМЕНТУЙ у групі

МОДЕЛЮЙ у групі

ДОСЛІДЖУЙ у групі

АНАЛІЗУЙ І СИНТЕЗУЙ у групі

— інформують про вид навчально-пізнавальної діяльності під час командної роботи.

АНАЛІЗУЙ І МОДЕЛЮЙ у групі

ДОСЛІДЖУЙ І МОДЕЛЮЙ у групі

ОБЧИСЛЮЙ у групі

КЛАСИФІКУЙ Й ОЦІНЮЙ у групі

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

— містить інформацію, потрібну для виконання відповідних завдань.



Відшукай в інтернеті за ключовою фразою
відео й переглянь його.

— спонукає до пошуку інформації з додаткових джерел.

ЗАСТОСУЙ

— містить завдання і вправи, що дають змогу застосувати здобуті знання, зокрема в ситуаціях, пов'язаних зі здоров'ям, безпекою, добробутом тощо.



— інтерактивна вправа для здійснення самоконтролю.



— завдання з моделювання молекул.



Методичний супровід і електронний додаток
<http://himia-8k-nus.e-litera.com.ua/>

ЗМІСТ

Вітаю тебе	4
Цікава подорож світом хімії триває!	5

ТЕМА 1. Досліджуємо хімічні реакції

1. Розпізнаємо хімічні реакції	12
2. [Пере]Відкриваємо закони збереження	18
3. Моделюємо хімічні реакції. Схема хімічної реакції. Хімічні рівняння	25
4. Моль — одиниця кількості речовини. Молярна маса речовини	30
5. Молярний об'єм газу. Закон Авогадро	39
6. Відносна густина газів	48
7. Умови виникнення, безпечне використання горіння і повільного окиснення, керування ними	59
8. Реакції сполучення. Поняття про оксиди, сульфіди. Реакції розкладу	67
9. Керування хімічними реакціями. Використання продуктів й енергетичного ефекту хімічних реакцій....	73

ТЕМА 2. Досліджуємо й упорядковуємо хімічні елементи

10. Групуємо. Класифікуємо. Систематизуємо	79
11. Лужні, солеродні, благородні... зовні. А що всередині?	85
12. Таємниці періодичної таблиці	96

ТЕМА 3. Досліджуємо зв'язки між атомами, молекулами, йонами

13. Ковалентний зв'язок вивчи оперативно кооперативно	111
14. Йонний зв'язок. Ступінь окиснення	119
15. Таємниці водневого зв'язку	127
16. Магія кристалів	132

ТЕМА 4. Досліджуємо будову, властивості, застосування металів і сплавів

17. Метали і сплави.....	139
Підсумки	147
Додаток 1 до блоку 11.....	149
Предметний покажчик	153
Іменний покажчик.....	157
Тлумачний словничок.....	157

Вітаю тебе на сторінках підручника хімії для 8 класу!

Цей навчальний рік буде сповнений новими відкриттями. Разом (адже ми команда!):

- удосконалимо навички комунікації, співпраці, критичного, системного й етичного мислення — вони важливі і для успішного вивчення хімії, і для загального розвитку;
- поділимося результатами досліджень під час літніх канікул: обговоримо й оцінимо здобутки, сплануємо нові дослідження;
- виявимо й усунемо прогалини в знаннях і вміннях;
- дослідимо *хімічні реакції*;
- упорядкуємо *хімічні елементи*;
- дізнаємося про *зв'язки між атомами, молекулами, йонами*;
- проаналізуємо *будову, властивості, застосування металів і сплавів*.

Підручник створений, щоб допомогти тобі розвинутися і вдосконалитися, глибше зрозуміти хімію, відчувати її важливість і практичну значущість. Ця навчальна книжка містить матеріал для *повторення* найважливішого з вивченого в 7 класі, а також до чотирьох тем, поділених на підтеми, що мають наскрізну нумерацію (див. Зміст).

У вступній частині підручника **Цікава подорож світом хімії триває!** разом із новими персонажами й персонажками **зактуалізуєш** знання про кроки експериментального методу, **застосуєш** уміння аналізувати й оцінювати інформацію, **змодельюєш** молекули, **пригадаєш** символи хімічних елементів і **витлумачиш** хімічні формули, **порівняєш** хімічний склад і молекулярні маси речовин тощо.

Виконання **вправи-криголама** в рубриці **ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!** дасть змогу підготуватися до опанування нового матеріалу в групах (за методом «Перевернутий клас», співпрацюючи наживо і/або використовуючи технічні засоби комунікації). У рубриках **у групі**, які починаються зі слів *експериментуй, досліджуй, моделюй, обчислюй, аналізуй, прогнозуй* тощо, ти знайдеш ідеї та поради для групової роботи. Інформація, яка знадобиться тобі для досягнення запланованих результатів навчально-пізнавальної діяльності, міститься в рубриці **ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ**. Поради з пошуку інформації в додаткових джерелах чи моделювання молекул знайдеш у рубриках «Відшукай в інтернеті...»  та позначених піктограмою . Допоможуть у навчанні подані в підручнику ілюстрації, інфографіка, схеми, приклади зі щодення тощо. Також зможеш скористатися Тлумачним словничком, предметним й іменним покажчиками, розміщеними наприкінці підручника.

На сторінках **інтерактивного додатку** завдяки світлинам, малюнкам, відео, 3D-сценам, іншому інтерактивному контенту поринеш у цікавий і розмаїтий світ хімії.

Ти матимеш змогу *розв'язати* (індивідуально й у команді) дуже багато різноманітних актуальних і цікавих *завдань і вправ* із рубрики **ЗАСТОСУЙ** наприкінці кожної підтеми. Та чи всі їх виконувати? Маєш самотужки або порадившись з учителем чи вчителькою визначити обсяг роботи, власну освітню траєкторію. Адже кількість завдань і їхня різноманітність достатні, щоб дібрати до вподоби й снаги. Самоконтроль виконання передбачено для *вправ*, які позначено піктограмою , до інтерактивних аналогів яких зможеш перейти за QR-кодами.

Працюючи з підручником, став запитання і шукай відповіді. Пам'ятай, що кожне твоє запитання — це крок до нових знань, умінь, відкриттів.

Зичу успіхів! Розвивайся як особистість і вдосконалюй себе, вивчаючи хімію!

Авторка



ЦІКАВА ПОДОРОЖ СВІТОМ ХІМІЇ ТРИВАЄ!

Орест і Квітана — звичайнісінькі підлітки, яким довелося переїхати до іншого міста й змінити школу. Схожі історії трапилися ще з декількома їхніми ровесниками й ровесницями. Так усі вони потрапили до одного 8 класу. І клас, і щойно прибулі сприйняли одне одного доброзичливо. Не минуло й місяця, як вони стали класною (з усякого погляду!) командою (мал. 1).



Мал. 1. Класна команда. На першому фрагменті колажу — Орест і Квітана, на двох останніх — пані Олена вдома і в школі

Посприяли цьому заняття з хімії і вчителька — пані Олена. На першому ж уроці вона запропонувала виконати *вправу-криголам* «Two Truths, One Lie»¹. Усі об'єдналися в групи, а завдяки техніч-

¹ Скористайся доступними ресурсами й переклади цю назву українською.



ним засобам зв'язку змогли протягом тижня розповісти про себе й дослідження природи влітку. А ще — поділитися очікуваннями від занять хімією у 8 класі.

Спробуй і ти зламати кригу сором'язливості, боязкості, невпевненості у власних силах.

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



Підготуйся в групі до уроку, скориставшись доступними засобами комунікації: стисло сформулюй два правдиві й одне неправдиве твердження про себе, безпечне дослідження природи, вивчене з хімії торік. Запропонуй оцінити правдивість твоїх тверджень й оціни твердження інших. Візьми участь у формулюванні спільних висновків за результатами обговорення. Приклад виконання завдання подано за QR-кодом.



ДОЛУЧИСЯ, ПРОАНАЛІЗУЙ та ОЦІНИ твердження пані Олени.

Твердження 1. У школі я вчителька, а вдома превтілююся в кішку-алхімікиню й експериментую. Зокрема, дистильюю з водяною парою подрібнену котячу м'яту (*Nepeta cataria*), щоб видобути з неї якомога більше запашної речовини. Ця духмяна сировина містить непеталактон — складник котячого філософського каменю.

Твердження 2. У моєму дослідженні *незалежною* змінною може бути температура дистиляції (її *змінюю* й аналізую результат), *залежною* (вимірюваною) — маса непеталактону, який водяною парою екстракую з подрібненої сировини. Я *контролюю* сталість об'єму води, ступінь подрібнення м'яти тощо.

Твердження 3. Маса молекули непеталактону більша за масу молекули актинідину, який міститься у валеріані лікарській (*Valeriana officinalis*).

{ Які твердження правильні? Яке — неправдиве? }

✗ Восьмикласники й восьмикласниці легко відрізняли факти від вигадки. Оповідь про *неймовірне* перетворення вчительки й пошуки котячого філософського каменю (ну хто б у таке повірив!) розважила всіх. А поява пані Олени у вбранні середньовічної алхімікині з букетиком котячої м'яти в руці зробила фурор. Тож у класі запанувала атмосфера невимушеності, піднесення і взаємної довіри.

Наукові факти у творах *фенте-зі* надають їм реалістичності, роблять оповідь багатшою і цікавішою.

Маніпулятори часто додають наукові факти до неправдивої інформації, щоб зробити її переконливішою й ускладнити спростування.

Підавай усе сумніву! Дотримуйся інформаційної гігієни!

✓ Натомість цілком *вірогідним* видалося те, що з подрібненої рослинної сировини дистиляцією з водяною парою екстрагують запашну речовину, а кількість корисного продукту залежить від температури *дистиляції*. Адже зависока температура може призвести до руйнування непеталактону, а занижка — завадити повному виділенню корисної речовини з рослинної сировини.



Відшукай в інтернеті за ключовою фразою відео й переглянь його.

How Steam Distillation Works



А чи справді в котячій м'яті міститься непеталактон?

Факт наявності непеталактону в котячій м'яті підтвердили результатами пошуку в додаткових джерелах, зокрема в інтернеті за ключовими словами *nepetalactone, chemical, behind, catnip's, effect*.

Авторитетне джерело інформації суспільство і/або фахова спільнота визнають як таке, що має значну вагу та вплив у певній сфері.

Надійне джерело інформації постійно надає точну, перевірену інформацію, яку фахова спільнота вважає вірогідною.

Перевіряй факти!

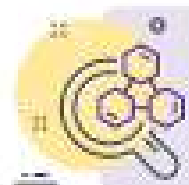
Цифрову 3D-модель молекули непеталактону створили в застосунку <https://molview.org/>. Для цього вписали назву *nepetalactone* (англ.) у віконці пошуку й вибрали кулестержневу (Ball and Stick) модель:



Створи й ти цифрову 3D-модель молекули непеталактону й напиши його хімічну формулу.

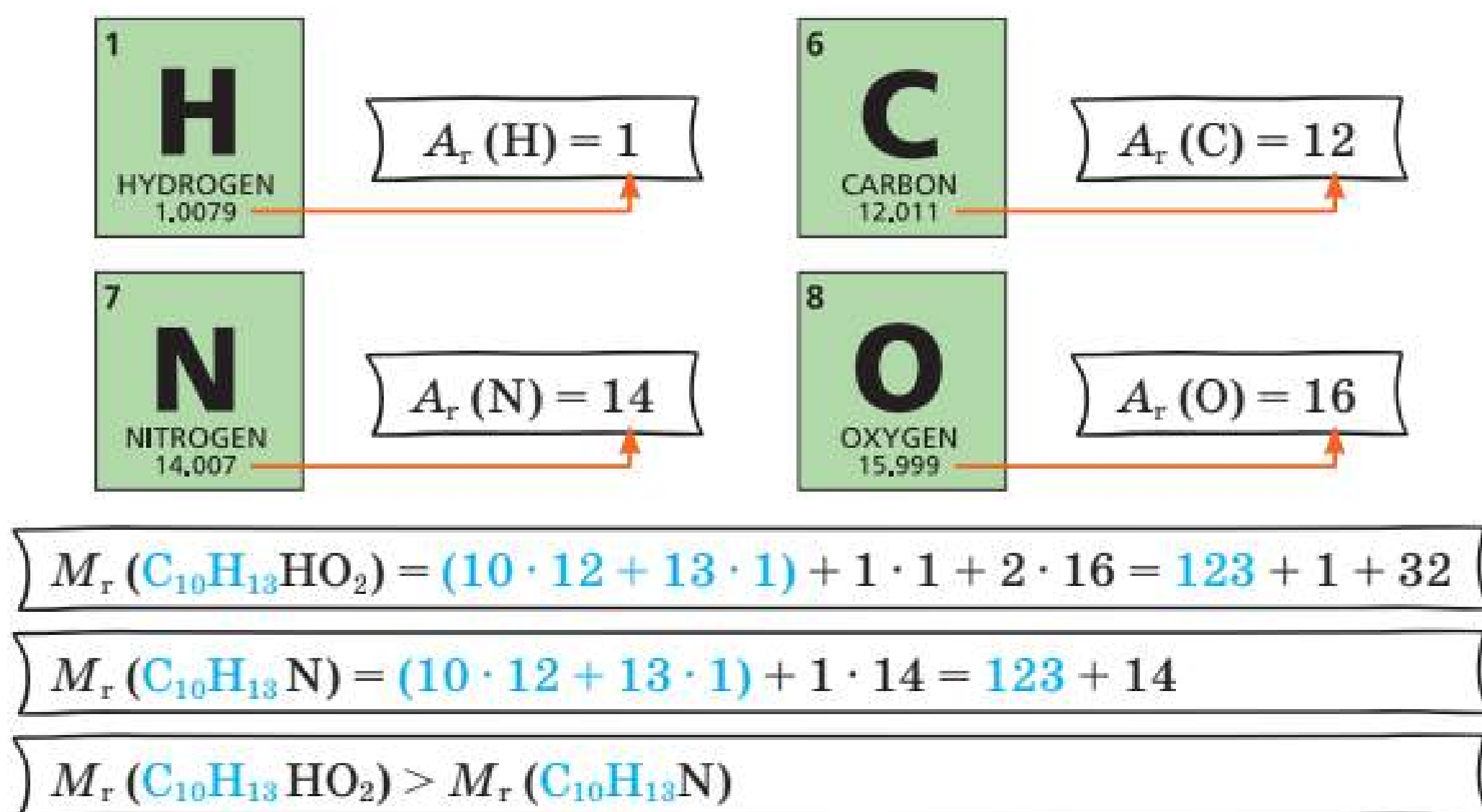


✓ Третя порція інформації теж виявилася *правдивою*. Додатково, скориставшись онлайн-версією Фармацевтичної енциклопедії України <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/>, довелося *перевірити*, чи справді у валеріані лікарській міститься *актинідин*. А в застосунку <https://molview.org/> створили цифрову 3D-модель його молекули.



Створи й ти цифрову 3D-модель молекули актинідину (actinidine) і напиши його хімічну формулу.

Навіть без точних обчислень відносних молекулярних мас цих речовин легко дійти висновку: сумарна маса атома Гідрогену й двох атомів Оксигену більша за масу атома Нітрогену. А фрагмент $C_{10}H_{13}$ є в обох формулах (мал. 2). Отже, маса молекули непеталактону більша за масу молекули актинідину.



Мал. 2. Порівняння відносних молекулярних мас непеталактону й актинідину

ЗАСТОСУЙ

1 Відшукай у латинських назвах рослин (с. 6) якомога більше символів хімічних елементів, на регістр не зважай. Заповни таблицю за зразком.

ХІМІЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ					
Хімічний символ	Вимова хімічного символу	Назва	Числове значення заряду ядра атома	Кількість електронів в електронній оболонці атома	Відносна атомна маса



2 Поміркуй, чому важливо розуміти відмінність між фактом і вигадкою в інформації. Чи важлива науковість змісту для ненаукової літератури? Що ще може бути контрольованою змінною в дослідженні, про яке розповіла пані Олена?

3 Оціни надійність й авторитетність знайдених в інтернеті джерел інформації про непеталактон й актинідин.

4 Поясни, фізичними чи хімічними змінами є явища, описані в поетичних рядках, створених штучним інтелектом (ШІ): «Залізний велетень у білій тиші ржавіє, Під зухвало вправно трощив він, Чи є порятунок від швидкоплинного часу?»; «Ранкова роса, На сонці тане швидко, Парою стає».



Виконай інтерактивну вправу за QR-кодом.



5 Порівняй, не вдаючись до точних обчислень, якісний і кількісний склад *непеталактону* й *непеталактолу*¹, масові частки хімічних елементів у цих речовинах.

6 Добери пропущене в тексті слово з-поміж наведених:

пропелер пропелент репелент референт

Японські дослідники й дослідниці припустили, що привабливість для котів рослини *Actinidia polygama* може зумовлювати її здатність відлякувати комарів. Піддослідних котів, оброблених ззовні непеталактолом, комарі кусали вдвічі рідше, ніж котів, яких не обробляли цим _____ою.

Під час пресконференції в Університеті Івате (Iwate) 19 січня 2021 року професор Міядзакі (Masao Miyazaki) повідомив, що в дослідженні використали 25 котів. Також він додав, що співчував котикам, тому врешті-решт використав у дослідженні свої руки, помістивши їх приблизно на 30 хвилин у контейнери з комарами. Руку, яку не змащували непеталактолом, комарі кусали, а оброблену ним — майже ніколи. Професор вважає, що реакція на *Actinidia polygama* пов'язана з поведінкою котів, які полюють, ховаючись у кущах, де багато комах. Результати дослідження опубліковано в американському науковому журналі «*Science Advances*»².

¹ Непеталактол $C_{10}H_{16}O_2$ виявлено в сріблястій лозі (*Actinidia polygama*), що теж приваблює кішок і відлякує комарів.

² За <https://mainichi.jp/english/articles/20210121/p2a/00m/0sc/029000c>



7 Долучися до дискусій, аргументуй свою позицію.

Котикам було некомфортно в контейнерах із комарами, коти зазнали страждань. Це негуманний неетичний експеримент. Згадай лишень, як сверблять місця комариних укусів. Не можна випробовувати ефективність хімічних засобів на тваринах.



Треба ретельно зважувати ймовірну користь і можливий ризик або шкоду для дослідників / дослідниць і піддослідних, зокрема й котів. Професор співчував піддослідним, тож зрештою вирішив віддати на поталу комарам свої руки, щоб котики не страждали. Та чи не вплине це на надійність результату дослідження? Чи варто було ризикувати?

А як вважаєш ти?



Я вважаю неетичним пропонувати котам, кішкам, кошенятam іграшки з котячою м'ятою. Під її впливом звірятка можуть завдати шкоди собі чи іншим.

Давати котам котячу м'яту безпечно й етично, якщо робити це відповідально — у помірних кількостях і не надто часто.



А як вважаєш ти?

8 Дізнайся з додаткових джерел інформації:

- про альтернативні методи тестування засобів, що відлякують кровосисних комах, підготуй стисле повідомлення;
- чому науковцям і науковицям у різні часи доводилося ризикували собою в дослідженнях і чи треба їм робити це тепер.

9 Вибери НАДІЙНІ джерела інформації про вплив непеталактону й актинідину на котів.

А сайт інтернет-магазину, що продає зоотовари з котячою м'ятою

Б інтернет-платформа, що надає доступ до наукових публікацій, як-от Google Scholar, SpringerLink

В фахова стаття в профільному рецензованому науковому журналі

Г стаття з новинного сайту без зазначення першоджерела

Д відео на YouTube бійки котів, яка, за словами блогера-зоозахисника, сталася під впливом котячої м'яти

Е рекламний буклет ветеринарної аптеки



Обговори результати виконання в класі або виконай інтерактивну вправу.

10 Напиши бізнес-план виробництва крафтового лос'йону від комарів. Перетвори написане на комікс.



- 11 Виготов із котячої м'яти лосьйон для відлякування комарів чи інший корисний продукт. У рецепті з виготовлення зазнач назви лабораторних операцій, які довелося виконати, наприклад фільтрування. Напиши інструкцію для тих, хто користуватиметься твоїм продуктом.
- 12 Підсумуй, чого корисного навчився / навчилася, опрацювавши матеріал і виконавши завдання. Долучи здобуток, оформивши його на свій розсуд, до особистого портфоліо досягнень.
- 13 Виконай додаткові вправи.
https://drive.google.com/drive/folders/1aQcVlyjL_I6lYq6gQyhoBKjVMdaaHd4Y?usp=sharing

Надолужуй!

Алгоритм обчислення відносної молекулярної (формульної) маси за хімічною формулою речовини

<https://docs.google.com/document/d/1yRjjccgts4yCJtHx9WyJO93F12Gb9Xr/edit?usp=sharing&oid=111733460487814469435&rtpof=true&sd=true>

Алгоритм обчислення масової частки хімічного елемента за хімічною формулою речовини

<https://docs.google.com/document/d/1jxUfCv0qL2CFxBsn18yYgpHgmFUtrDaJ/edit?usp=sharing&oid=111733460487814469435&rtpof=true&sd=true>

Навчайся хімії із Pi-stacja UA

Правила виживання в хімічному кабінеті



Лабораторні посуд та обладнання

Хімія – магія перетворень



Хімічні формули речовин

Відносна молекулярна маса



Масова частка елемента у складній речовині



Тема І. ДОСЛІДЖУЄМО ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ

І. Розпізнаємо хімічні реакції

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



Підготуйся в групі до уроку, скориставшись доступними засобами комунікації: стисло сформулюй два правильні й одне неправильне твердження про хімічні зміни речовин. Запропонуй оцінити правдивість твоїх тверджень й оціни твердження інших. Візьми участь у формулюванні спільних висновків за результатами обговорення.

ДОЛУЧИСЯ, ПРОАНАЛІЗУЙ та ОЦІНИ твердження пані Олени.

Твердження 1. Відбулися хімічні зміни — перетворення одних речовин на інші (мал. 1.1). Про це свідчить *утворення бульбашок* в окропі під час нагрівання води до температури кипіння за нормального атмосферного тиску.

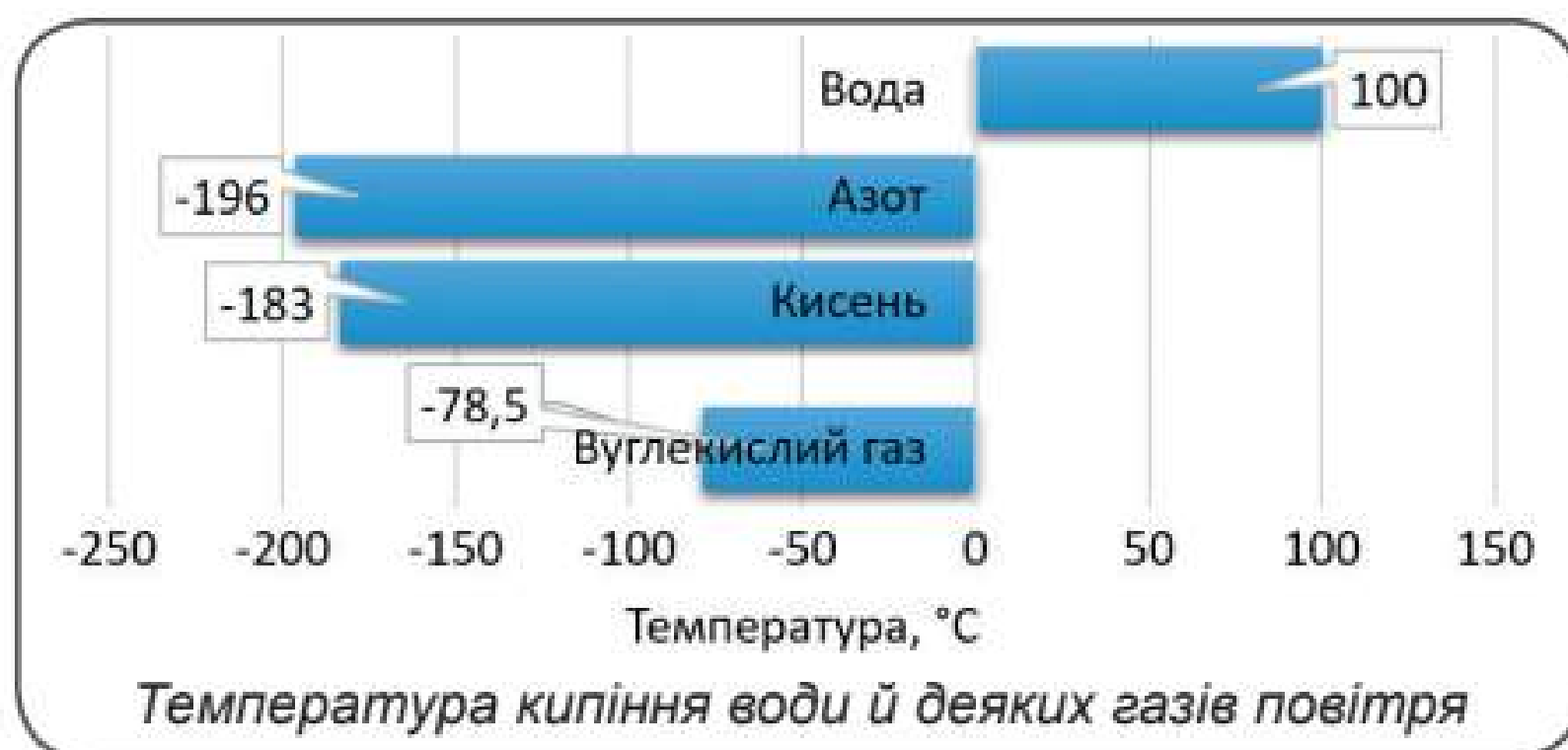
Твердження 2. Відбулися хімічні зміни — перетворення речовини на інші (мал. 1.2). Про це свідчить *утворення бульбашок* у воді, крізь яку пропустили електричний струм.

Твердження 3. Відбулися хімічні зміни — перетворення речовин на інші речовини (мал. 1.3). Про це свідчить *поява бульбашок* у воді навколо зеленої рослини в добре освітленій посудині.

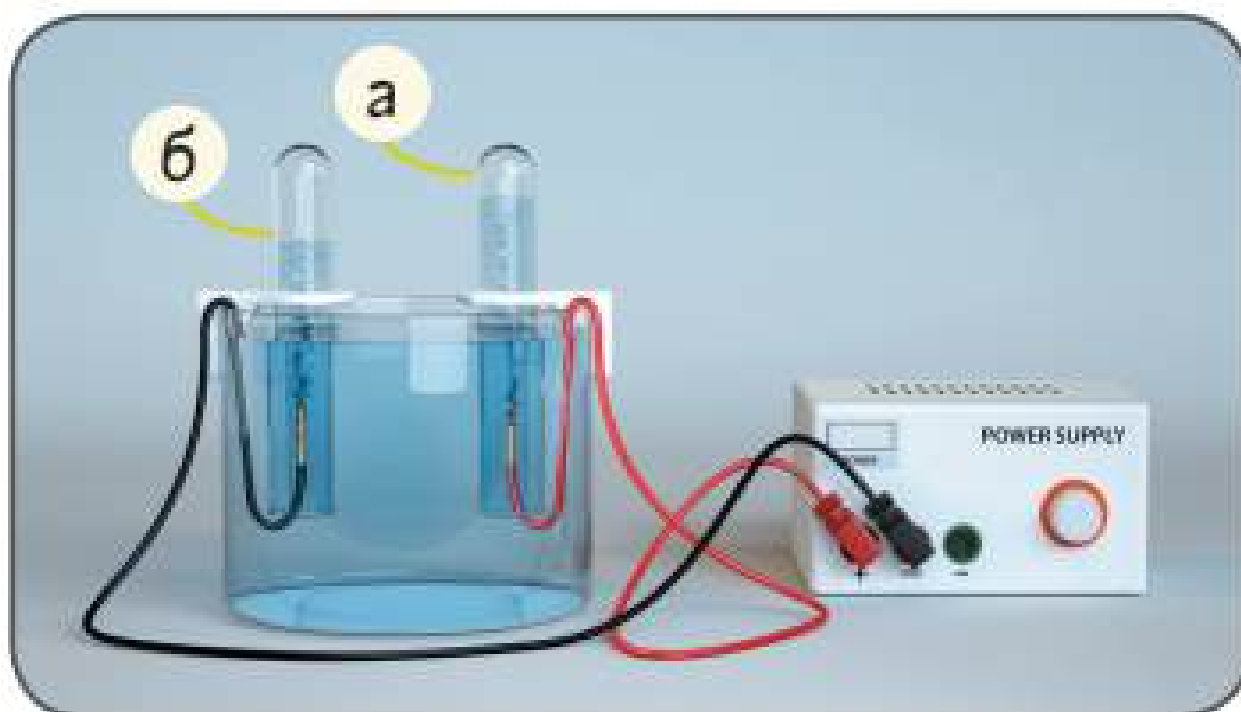
{ Які твердження правильні? Яке — неправдиве? }



Вирує, парує,
кипить,
клекотить



Мал. 1.1. Фізичне? Хімічне?



Мал. 1.2. Звідки у воді стільки бульбашок? Вона кипить?



Мал. 1.3. Який газ поступово заповнив пробірку, витіснивши з неї воду?

ЕКСПЕРИМЕНТУЙ у групі

Візьми участь в обговоренні, плануванні, виконанні досліджень для підтвердження чи спростування природи змін (утворення бульбашок) у дослідах, про які повідомила пані Олена.

Як відбулося обговорення? Чи було воно толерантним, а наведені аргументи — переконливими? Чи раціональним виявився складений план? Оціни за шкалою 1–5. Підтверджено чи спростовано гіпотези? Наскільки вдалою була вибрана стратегія? Що варто взяти до уваги для наступних досліджень?

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Як кипить вода? У воді розчинені гази повітря — азот, кисень, вуглекислий газ тощо. Тому на початку нагрівання утворюються бульбашки цих газів, які з товщі води надходять до поверхні й звідти потрапляють у повітря. Після досягнення точки кипіння води формуються бульбашки водяної пари. Наблизившись до поверхні рідини бульбашки розширюються і лопаються. Адже біля поверхні тиск нижчий, ніж у товщі води. Потрапивши на холодну поверхню водяна пара сконденсується у вигляді крапельок. Тобто утворення бульбашок в окропі є *фізичним* процесом (зміна стану речовини), а не хімічною реакцією. Чи збереглися молекули води й розчинених у ній газів під час цих фізичних змін? Чи можна це довести експериментально? *Поміркуй як.*

Що таке електроліз? Це розкладання речовин, наприклад води, постійним електричним струмом. Чому на поверхні й навколо електродів увімкненого електролізера багато бульбашок? Можна, наприклад, припустити, що електричний струм нагрів воду й з неї виділилися розчинені гази повітря. Як перевірити цю *гіпотезу*?

Чи нагрілася вода легко виявити безконтактним цифровим термометром або за допомогою сенсора температури, що є в цифровій вимірювальній лабораторії. А якби й нагрілася, то хіба могло з неї виділитися так багато газів? Адже газ повітря малорозчинні, їхній об'єм був би значно меншим за об'єми газів, що заповнили пробірки над електродами.

Чому об'єми газів, що зібралися в пробірках, різняться? Пояснення просте: утворення бульбашок у воді внаслідок проходження крізь неї електричного струму зумовлене перетворенням води на два газу. Це кисень і водень.

Отже, ця зміна хімічна, бо з однієї речовини утворилося дві. Експериментально доведено, що внаслідок електролізу води молекул водню утворюється вдвічі більше, ніж молекул кисню. Відстані між молекулами газів набагато більші за самі молекули. Тож розмірами молекул можна знехтувати. Саме тому в пробірці **б** об'єм зібраного газу вдвічі більший за об'єм газу в пробірці **а**.

Можна використати батарейки різної напруги, змінити об'єм води, підсолити її. Унаслідок цього пришвидшиться чи сповільниться заповнення пробірок киснем і воднем, можуть збільшитися чи зменшитися об'єми цих газів. Однак відношення їхніх об'ємів залишиться тим самим:

$$V(\text{H}_2) : V(\text{O}_2) = 2 : 1.$$

Зрозуміти суть і природу перетворення допоможе моделювання (мал. 1.4).



Мал. 1.4. Моделювання розкладання води на водень і кисень

Розкладання води на кисень і водень потребує надходження енергії (електричної) від зовнішнього джерела.

Водень із киснем утворює вибухонебезпечну суміш, тому зібраний водень *перевіряють на чистоту*. Пробірку з газом підносять отвором до полум'я пальника. Чистий водень згоряє майже беззвучно. Схожий на різкий свист чи уривчасте гавкання звук чути, якщо водень містить домішки кисню і замість спокійного згоряння відбувається мікрровибух. Зрозуміло, що вибух більшої кількості водню небезпечний, бо має велику руйнівну силу. Унаслідок і спокійного згоряння водню в кисні, і вибуху воднево-кисневої суміші утворюється вода. Тому крапельки води бачимо на стінках посудини, у якій водень прореагував із киснем.

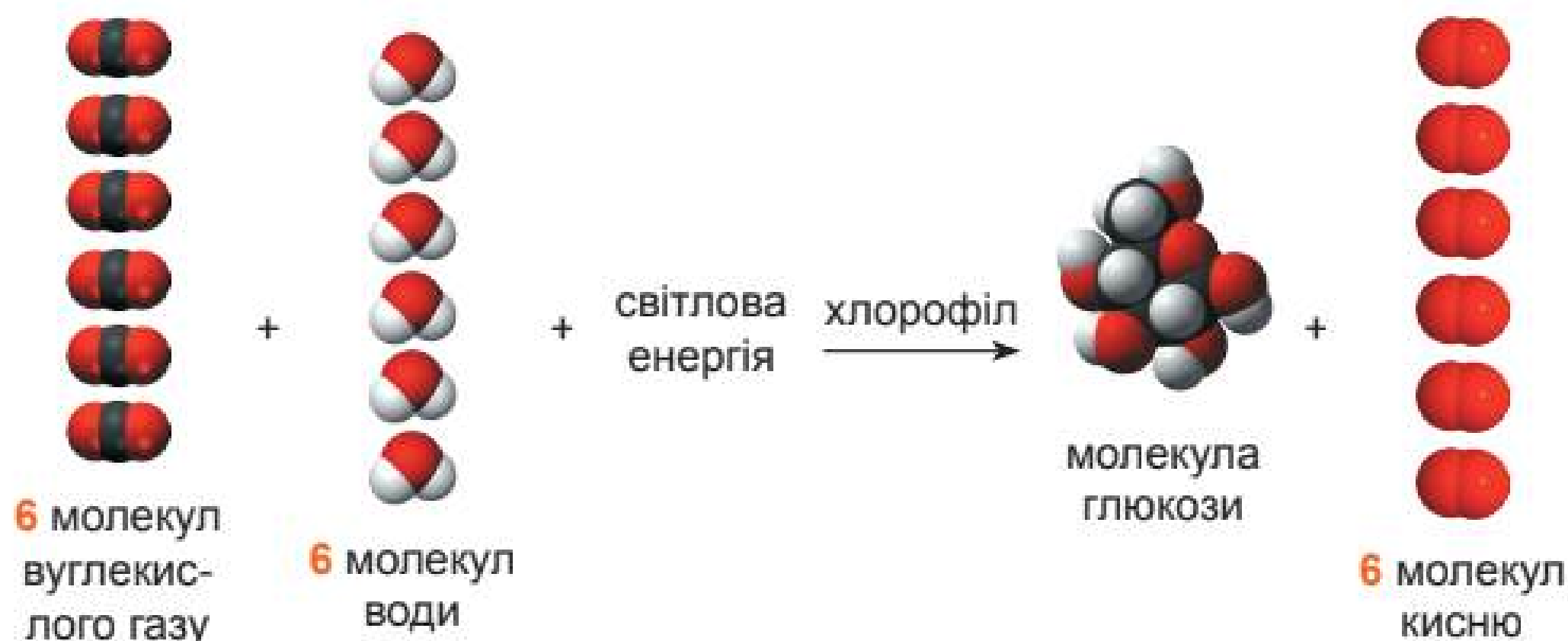
Моделювання перетворення водню і кисню на воду (мал. 1.5) дає змогу впевнитися у важливому висновку.

Атоми під час хімічних змін зберігаються.
Зберігається й енергія, яка переходить з однієї форми в іншу, поглинається або виділяється.



Мал. 1.5. Моделювання утворення води з водню і кисню

Фотосинтез — складний процес синтезу зеленими рослинами й деякими іншими організмами глюкози з вуглекислого газу й води. Фотосинтез потребує світлової енергії, його побічним продуктом є кисень (мал. 1.6).



Мал. 1.6. Моделювання утворення глюкози і кисню з вуглекислого газу й води внаслідок фотосинтезу

Чи зберігаються атоми під час фотосинтезу? Аналіз його схеми (мал. 1.6) дає змогу ствердно відповісти на це запитання. А як щодо збереження енергії? Фотосинтез, як і будь-яке інше хімічне перетворення, є прикладом збереження маси та енергії.

Атоми, що є складниками молекул вуглекислого газу й води, нікуди не зникають. Перегрупувавшись, вони утворюють молекули глюкози й кисню. Тож сумарна кількість атомів Карбону, Гідрогену, Оксигену не змінюється. Відповідно й маса лишається тією самою. Світлова енергія перетворюється на хімічну, яка зберігається в молекулах глюкози й може вивільнятися під час її подальших хімічних перетворень.

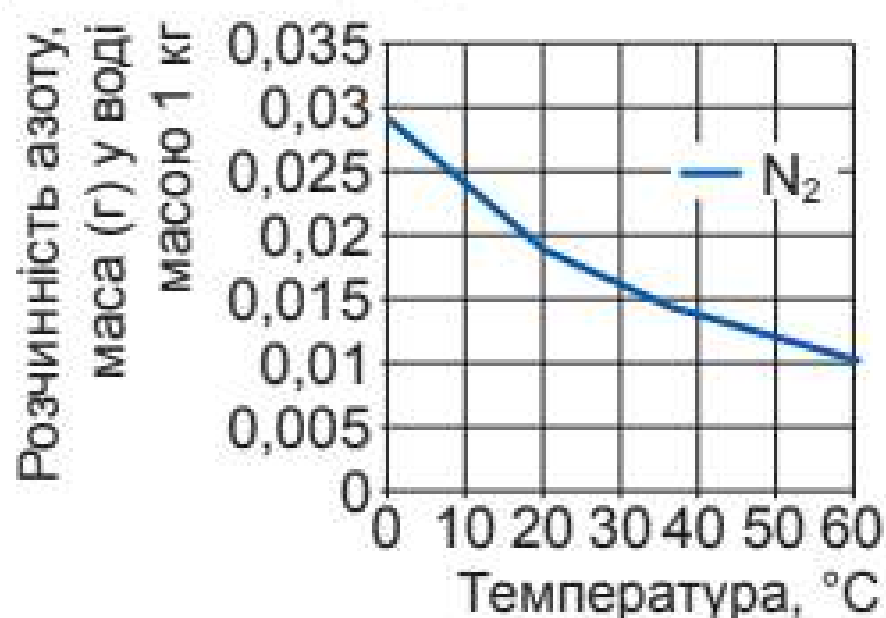
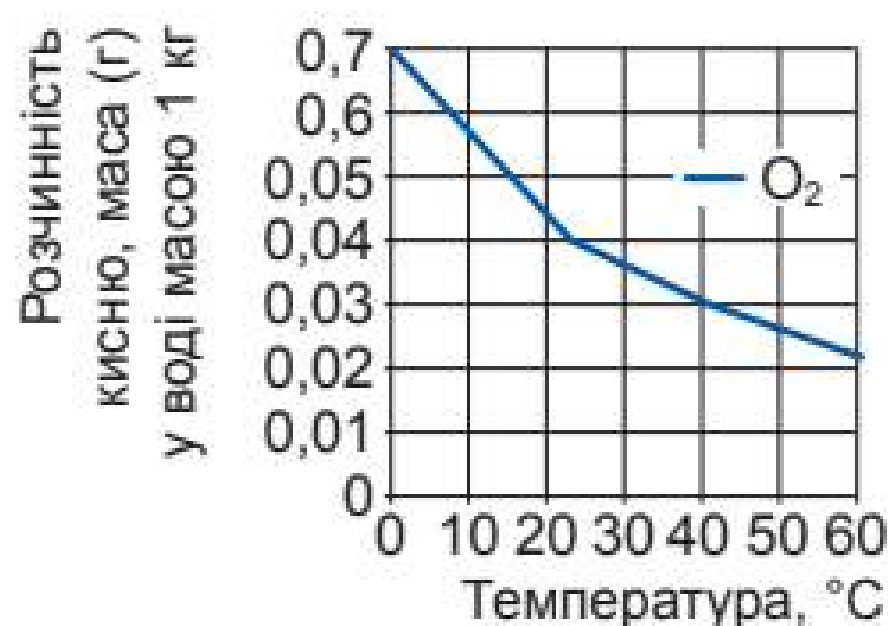
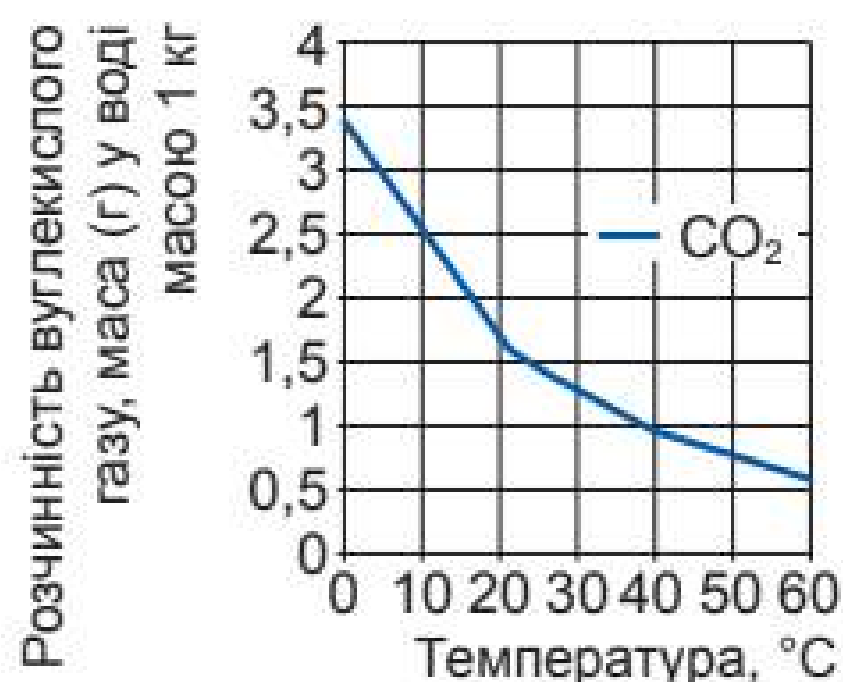
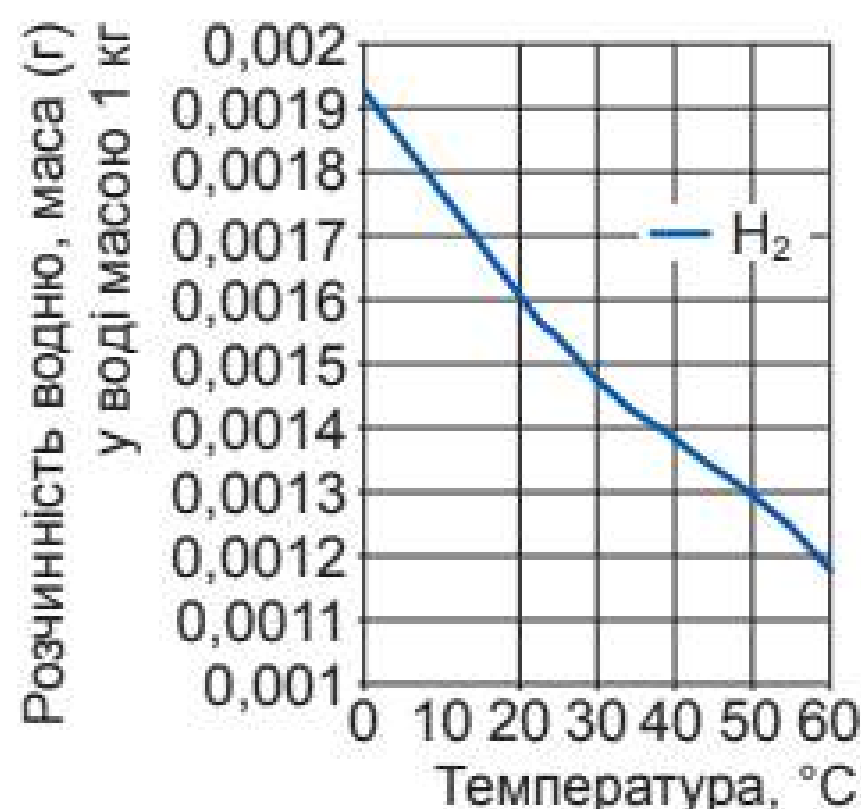
ЗАСТОСУЙ

- 1 Прочитай опис досліду. Вибери з-поміж наведених правильний варіант пояснення побаченого юною дослідницею.

Квітана витиснула поршнем повітря з пластикового шприца об'ємом 20 мл. Після цього, поволі рухаючи поршень, наповнила на чверть шприц теплою водопровідною водою. Закривши наконечник пальцем однієї руки, пальцями другої спочатку сильно потягла, потім відпустила поршень. Ці дії дівчинка повторила тричі. За результатами спостережень Квітана дійшла висновку (*вибери правильний*), що:

- А** вода щоразу сильніше закипала, бо внаслідок тертя поршня об внутрішні стінки шприца нагрілася до 100°C
- Б** в усій товщі води внаслідок різкого зниження тиску утворилася велика кількість дрібних бульбашок розчинених кисню, азоту, вуглекислого газу
- В** молекули води внаслідок різкого зниження тиску розпалися на атоми Оксигену й Гідрогену, з яких утворилися молекули газів — кисню і водню
- Г** нечисленні дрібні бульбашки утворилися на поверхні води, потім злилися в одну велику, яка лопнула внаслідок підвищення зовнішнього тиску
- 2 Повтори дослід Квітани. Чи збіглися ваші спостереження і пояснення побаченого?
- 3 Розташуй, скориставшись поданими графіками, формули газів за зменшенням їхньої розчинності у воді.

- А** H_2
Б O_2
В N_2
Г CO_2



- 4) Визнач за поданими вище графіками:
- 1) масу (г) вуглекислого газу, що виділиться внаслідок підвищення температури водного розчину з 10 до 40 °С. Візьми до уваги, що маса води в розчині — 1 кг;
 - 2) масу (г) водню, що виділиться внаслідок підвищення температури водного розчину з 20 до 50 °С. Візьми до уваги, що маса води в розчині — 2000 г;
 - 3) хімічні формули газів X і Y, якщо розчинність у воді газу X за нормального атмосферного тиску й температури 50 °С приблизно така сама, як розчинність газу Y за температури 6 °С і такого ж тиску.
- 5) Поміркуй, які з описаних вище хімічних перетворень можуть бути використані на міжнародних космічних станціях для підтримання життєдіяльності екіпажу. Відшукай та опрацюй відповідну інформацію, подай результат у зрозумілій і цікавій для однокласників й однокласниць формі.
- 6) Запропонуй якомога більше методів вимірювання швидкості фотосинтезу в дослідженні, зображеному на малюнку 1.3. Апробуй їх і підготуй звіт про дослідження.
- 7) Оціни слушність гасел «Водень — світовий мейнстрим», «Водень — чиста енергія майбутнього!», «Водень: сила, що рухає інновації та сталий розвиток!», вибери одне й трьома аргументами підтвердь чи спростуй його.
- 8) Долучися до дискусії, аргументуй свою позицію.



Я вважаю, що водень може бути ідеальним паливом для майбутнього. Адже його можна виробити з відновлюваних джерел.

Але виробництво водню потребує багато енергії, це недешево. До того ж цей газ вибухонебезпечний. Краще вже звичний природний газ!



- 9) Зобрази схематично чи змодельуй в інший спосіб взаємодію глюкози з киснем з утворенням вуглекислого газу, води. Візьми до уваги, що внаслідок цього перетворення виділяється енергія.
- 10) Відшукай в опрацьованому матеріалі приклади взаємообернених фізичних процесів і перетворень речовин. Поясни їхнє значення в житті людини.
- 11) Поясни, чому дихання і фотосинтез не можна вважати взаємозворотними реакціями.
- 12) Підсумуй, чого корисного навчився / навчилася, опрацювавши матеріал і виконавши завдання. Долучи здобуток, оформивши його на свій розсуд, до особистого портфоліо досягнень.

2. [Пере]Відкриваємо закони збереження

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



Підготуйся в групі до уроку, скориставшись доступними засобами комунікації: стисло сформулюй два правильні й одне неправильне твердження про збереження маси й енергії у твоєму щоденні. Запропонуй оцінити правильність твоїх тверджень й оціни твердження інших. Візьми участь у формулюванні спільних висновків за результатами обговорення.

ДОЛУЧИСЯ, ПРОАНАЛІЗУЙ та ОЦІНИ твердження пані Олени.

Твердження 1. Маса реагентів (парафіну й кисню) дорівнює масі продуктів реакції (вуглекислого газу й води). Тобто загальна маса реагентів (парафіну, кисню, вуглекислого газу й води) не змінюється.

Твердження 2. Під час горіння свічки хімічна енергія перетворюється на світлову і теплову.

Твердження 3. Закони збереження маси та енергії під час хімічних реакцій поза планетою Земля не діють.

{ Які твердження правильні? Яке — неправдиве? }

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Горіння свічки таке буденне і таке загадкове... Та чи часто, спостерігаючи рівне мерехтіння полум'я, ти замислюєшся про фізичні зміни і хімічні перетворення, які відбуваються цієї миті? Свічки почали виготовляти тисячі років тому, однак темою наукового дослідження горіння свічки стало лише у XIX столітті.

Видатний науковець Майкл Фарадей прочитав для юнацької аудиторії серію науково-популярних лекцій у Королівському інституті в Лондоні. Однією з найвідоміших стала його «Історія свічки» (1860–1861 рр.)



Відшукай в інтернеті за ключовою фразою відео й переглянь його.

Фарадей, історія свічки



Проаналізуй інформацію й оціни її правильність.

Горіння свічки — це складний процес, під час якого відбуваються і фізичні, і хімічні зміни. Парафін — суміш речовин, молекули яких містять атоми Карбону й Гідрогену. Коли запалюють свічку, парафін біля ґнота плавиться і перетворюється на рідину. Розплавлений парафін підіймається ґнотом, випаровується і реагує з киснем повітря. Утворюються вуглекислий газ і вода. Унаслідок реакції виділяються світло і тепло. Теплова енергія витрачається на плавлення і випаровування парафіну, нагрівання його випарів до *температури займання*. Реакція закінчується, якщо закінчується паливо (парафін) або немає доступу кисню.

Атоми Карбону, які були в молекулах складників парафіну, унаслідок повного згоряння стали складниками молекул вуглекислого газу, атоми Гідрогену — складниками молекул води. Атоми Оксигену, які були в молекулах кисню, стали складниками і молекул вуглекислого газу, і молекул води. Загальна кількість атомів Карбону, Гідрогену, Оксигену в молекулах *продуктів* реакції (CO_2 , H_2O) така сама, як у молекулах *реактантів* (наприклад $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$, O_2).

Закони збереження маси та енергії під час хімічних реакцій є фундаментальними законами природи й діють у будь-якій точці Всесвіту незалежно від того, де відбувається хімічна реакція — на Землі чи поза нею. Багато космічних місій та експериментів у космосі підтверджують це. Наприклад, хімічні реакції, що відбуваються в ракетних двигунах або в експериментах на Міжнародній космічній станції (МКС) підтверджують універсальність цих законів збереження.

Підсумуй, заповнивши пропуски у формулюванні:

Атоми під час хімічних змін Тому маса реактантів ... масі продуктів реакції. Зберігається й ..., яка переходить з однієї форми в іншу, поглинається або

ЕКСПЕРИМЕНТУЙ у групі

- Досліди, чи зміниться сума мас використаних речовин:
 - унаслідок розчинення кристалів мідного купоросу у воді;
 - через десять хвилин після вміщення в розчин, що утворився, сталевого цвяха.

Візьми участь у пропонуванні й обговоренні дизайну дослідів, розподіленні й виконанні роботи, оцінюванні результатів і формулюванні висновків.

2. Прочитай опис досліду: «Зі свічки виготовили кілька нових: розрізали впоперек на шматки різної довжини з однаковою відкритою частиною ґнота. Свічки одночасно запалили й накрили прозорою скляною посудиною, перекривши доступ повітря ззовні». Сформулюй та обґрунтуй гіпотези щодо черговості згасання свічок. Зістав свою гіпотезу з гіпотезами й обґрунтуваннями, які запропонували інші учні й учениці, візьми участь в обговоренні.

Навіщо розрізали свічку й зауважили однаковість відкритих відрізків ґнота?

Чи зміниться результат дослідження, якщо взяти свічки однакової висоти, але різного діаметра (об'єм парафіну свічки був би такий самий, як і в першому варіанті)?

Після обговорення наполягатимеш на своєму чи зміниш гіпотезу? Що пропонуєш зробити для перевірки гіпотез?

Чому свічки згасли не догорівши?

Як змінюється склад повітря в банці під час горіння свічки?

Що відбувається з газами внаслідок підвищення температури?

У якій частині посудини (верхній чи нижній) збиратимуться гарячі гази, що утворилися внаслідок горіння?

Чи вдалося тобі підтвердити гіпотезу й пояснити результат дослідження?

3. Вибери дизайн досліду / дослідів (мал. 2.1), який дасть змогу підтвердити: під час горіння свічки маса речовини не змінюється (сума мас *реактантів* дорівнює сумі мас *продуктів реакції*).



Мал. 2.1. Як довести, що маса речовин, які прореагували, дорівнює масі речовин, що утворилися?

Чи вдалося тобі правильно дібрати дизайн досліду?



Дізнайся, виконавши інтерактивну вправу за QR-кодом.



4. Поміркуй, оціни ризики й поясни, дизайн якого досліду *на малюнку 2.2*: а) наочніший; б) безпечніший.



Мал. 2.2. Оцінюй ризики!
Експериментуй безпечно!

5. Запропонуй дизайн досліду для підтвердження того, що світлова енергія може перетворитися на хімічну, а сума мас реагентів і продуктів реакції не зміниться.

ЗАСТОСУЙ

1 Розподіли твердження на ☒ ПРАВИЛЬНІ і ☐ НЕПРАВИЛЬНІ.

1. Загальна маса розчину дорівнює сумі мас води й розчиненої солі, що підтверджує закон збереження маси.
2. Унаслідок горіння свічки її об'єм зменшується, тому що маса свічки перетворюється на енергію.
3. Унаслідок випаровування води її маса зникає разом з енергією, витраченою на випаровування.
4. Під час фотосинтезу в рослинах енергія світла перетворюється на хімічну енергію, яка зберігається в молекулах глюкози. Це підтверджує закон збереження енергії в хімічних реакціях.

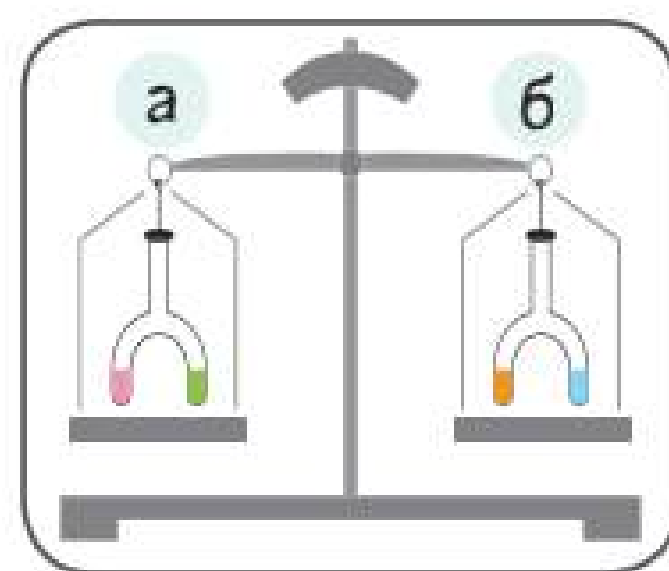


Перевір відповідь, виконавши інтерактивну вправу за QR-кодом.



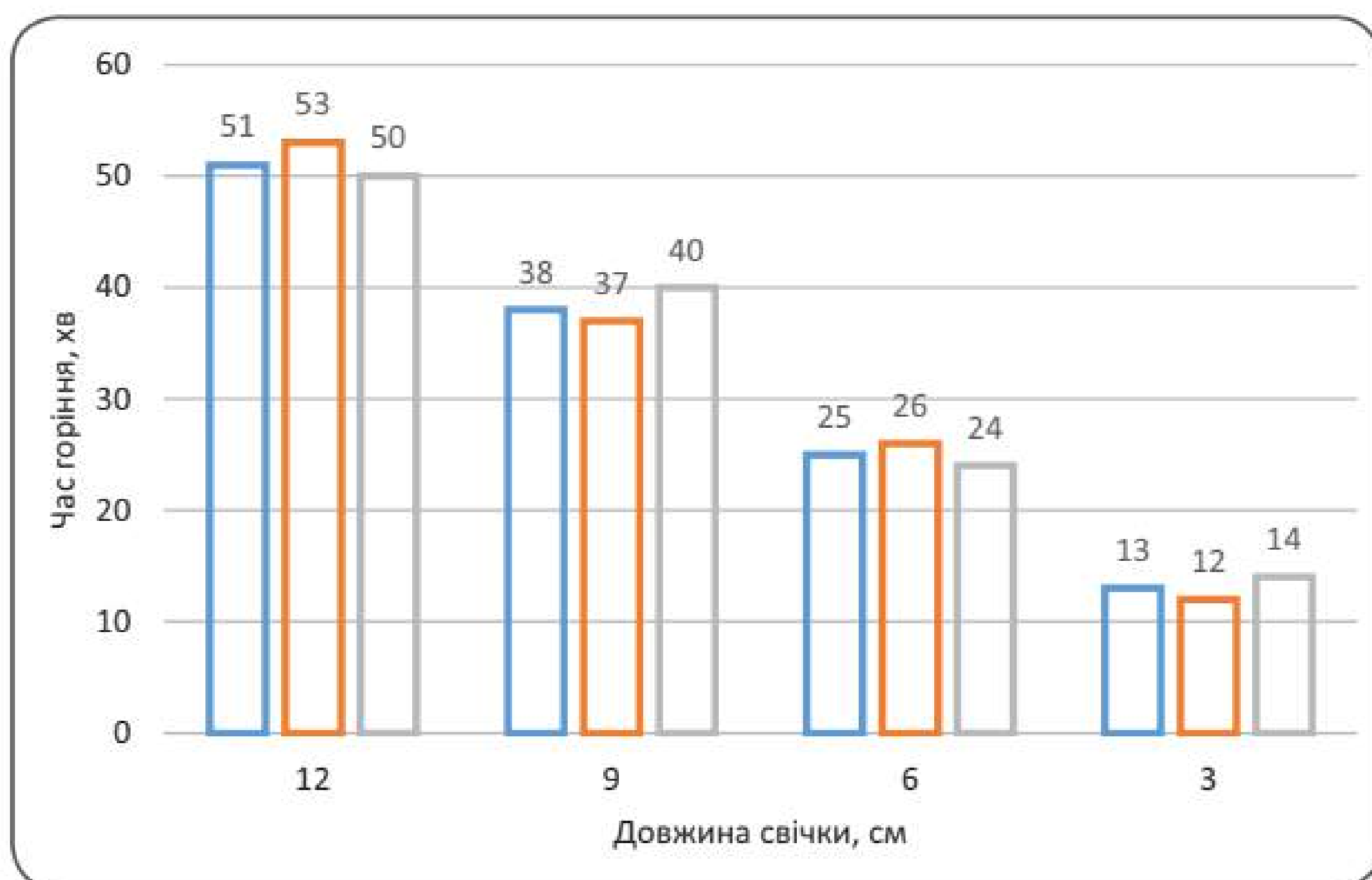
2 На терезах зрівноважено дві закорковані посудини (мал. 2.3). Нахиливши таку посудину можна змішати рідини, які були в її різних колінах. Спрогнозуй, чи порушиться рівновага терезів, якщо змішали рідини:

- А** лише в посудині **а** і між ними відбулася хімічна реакція;
- Б** лише в посудині **б** і між ними відбулася хімічна реакція;
- В** в обох посудинах і між ними відбулися хімічні реакції;
- Г** в обох посудинах і в посудині **а** відбулася хімічна реакція, а в посудині **б** — ні.



Мал. 2.3. Змішуємо, не відкорковуючи посудини, рідини з різних колін і спостерігаємо чи порушиться рівновага

- 3 Англійський науковець Роберт Бойль прожарював метали у відкритих посудинах і після численних дослідів виявив, що маса посудини з металом після прожарювання завжди більша за масу посудини з металом до прожарювання. Поясни, чи спростовують результати цього дослідження закон збереження маси речовин у хімічних реакціях.
- 4 Відшукай інформацію і підготуй повідомлення про дванадцятиденний дослід Антуана Лорана Лавуазьє і роль Марії-Анни П'єретти Польз у відкритті закону збереження маси речовин у хімічних реакціях.
- 5 Запропонуй дизайн досліду для підтвердження закону збереження маси в хімічних реакціях із використанням безпечних речовин, приладів і пристосувань, які маєш удома. Виконай дослід і підготуй звіт у зручній і доступній тобі формі (на вибір — подкаст, малюнки, фото, відео тощо).
- 6 Зістав результати свого дослідження за методикою, описаною на с. 20 (дослідження 2), із поданими на діаграмі (мал. 2.4). Чи не суперечать вони одні однім? Опиши ймовірний дизайн дослідження, результати якого відображено на діаграмі. Чим він принципово відрізняється від описаного в дослідженні 2 на с. 20? Який параметр, на твою думку, змінювали, а який — вимірювали, які параметри мали б контролювати?



Мал. 2.4. Результати дослідження тривалості горіння свічок

- 7 Спрогнозуй результат досліду, описаного в дослідженні 2 на с. 20, якщо змінити його дизайн: а) помістити під скляну посудину ввімкнутий маленький вентилятор, який живиться від мініатюрної батарейки; б) одночасно помістити ці запалені свічки під однакові скляні посудини. Поясни ці гіпотези й перевір експериментально.

- 8 Долучися до дискусії, аргументуй свою позицію. Чи всі учасники й учасниці дискусій висловлюють свою думку ввічливо й толерантно? Чи маєш що порадити їм?

Я вважаю, що маса спеченого хліба дорівнює масі інгредієнтів, узятих для приготування тіста — борошна, води, дріжджів, цукру тощо. Закон збереження маси працює в усіх сферах життя!



Не знаю, що й сказати. Зважувати треба... І зважати багато на що... От сира відбивна зі свинини на вигляд велика, а підсмажиш — чи не на третину менша. «Шагренева шкіра» якась, а не м'ясо... навряд чи закон збереження маси поширюється на приготування їжі...



Я вважаю, що на Місяці закон збереження маси виконується лише в одному випадку із шести, адже вага тіл на Місяці вшестеро менша ніж на Землі.

Ти ще скажи, що ймовірність натрапити на єдинорога біля своєї домівки 50 % — або натрапиш, або ні 😊. Не плутай масу з вагою. Вага залежить від сили тяжіння, а маса — ні. Закон збереження маси діє і на Землі, і на Місяці.



- 9 Проаналізуй статтю і вислови своє ставлення до прочитаного. Розшифруй комерційну назву¹ вітамінного комплексу, скориставшись періодичною таблицею хімічних елементів. Поясни, які навички тобі вдалося вдосконалити під час виконання завдання. Порівняй свої думки з висновками однокласників й однокласниць.

РОЗКРИЙ СЕКРЕТ ЕНЕРГІЇ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я

З НОВОЮ ЛІНІЄЮ ВІТАМІНІВ «56|57|7|58»

Любий друже!

У світі науки існує фундаментальний принцип — закон збереження маси та енергії. Ми взяли цей принцип за основу та створили унікальну лінію вітамінів «56|57|7|58», щоб допомогти тобі підтримувати здоров'я та енергію на найвищому рівні! Вибравши вітаміни «56|57|7|58», ти інвестуєш у своє здоров'я і добробут, зберігаючи природний баланс маси та енергії в організмі. Довірся науці, довірся «56|57|7|58»!

З турботою про твоє здоров'я — Команда «56|57|7|58»

¹ Стаття навчальна, вигадана, будь-які збіги з назвою реальних продуктів випадкові й не є рекламою чи антирекламою.

- 10) Вибери з-поміж наведених раніше дослід, який є підтвердженням того, як правильно в разі пожежі вибиратися із задимленого приміщення.
- 11) Магній масою 4,8 г повністю прореагував із киснем масою 32 г, який у реакції також витратився повністю. Продуктом горіння є магній оксид MgO . Обчисли його масу (г).
- 12) Унаслідок прожарювання малахіт перетворився на сполуку Купруму масою 80 г, вуглекислий газ масою 22 г і воду масою 9 г. Обчисли масу (г) малахіту, який розклався.
- 13) Унаслідок випалювання крейди масою 1 т утворилося негашене вапно масою 560 кг і вуглекислий газ. Обчисли масу (кг) вуглекислого газу, що утворився.
- 14) Скористайся додатковими джерелами інформації і добери до завдань 11–13 ілюстрації з-поміж поданих на малюнку 2.5. До якого завдання підходять дві ілюстрації?



Мал. 2.5. Добери ілюстрації до завдань 11–13

- 15) Підсумуй, чого корисного навчився / навчилася, опрацювавши матеріал і виконавши завдання. Долучи здобуток, оформивши його на свій розсуд, до особистого портфоліо досягнень.

3. Моделюємо хімічні реакції. Схема хімічної реакції. Хімічні рівняння

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

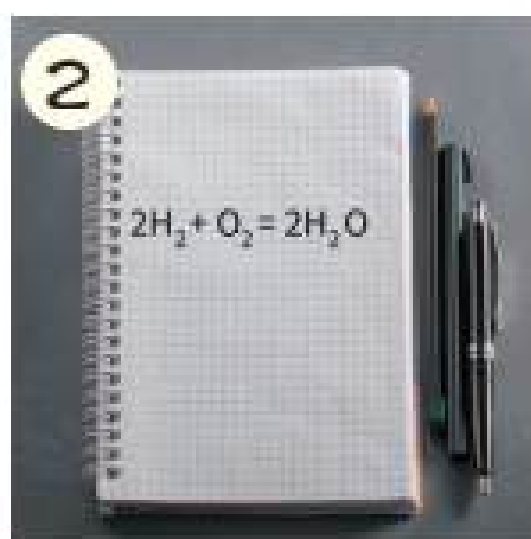
Завдання



Підготуйся в групі до уроку, скориставшись доступними засобами комунікації: стисло сформулуй два правильні й одне неправильне твердження про моделювання в хімії. Запропонуй оцінити правильність твоїх тверджень й оціни твердження інших. Візьми участь у формулюванні спільних висновків за результатами обговорення.

ДОЛУЧИСЯ, ПРОАНАЛІЗУЙ та ОЦІНИ твердження пані Олени.

Твердження 1. Найзручніший спосіб інформування про *суть хімічної реакції* між воднем і киснем наведено на першому фрагменті колажу (мал. 3.1, 1). Будь-хто з хімічної спільноти (і не лише!) у будь-якому куточку світу зрозуміє цей запис.



Мал. 3.1. Написи різні — зміст той самий

Твердження 2. За допомогою хімічних формул, коефіцієнтів, математичних символів *плюс (+), мінус (-), дорівнює (=)* тощо можна створити знакову модель хімічної реакції.

Твердження 3. Створюючи знакову модель хімічної реакції, не можна змінювати індекси в хімічних формулах.

{ Які твердження правильні? Яке — неправдиве? }

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Рівняння хімічної реакції. Ти вже знаєш, що суть хімічних перетворень можна описати на мікрорівні за допомогою матеріальних моделей молекул. Ту саму інформацію можна описати словесно чи за допомогою хімічних формул і математичних знаків. Суть хімічного перетворення не залежить від того, якою мовою його описують. Щоб переконатися в цьому, проаналізуймо три описи реакції синтезу води з простих речовин.

1) матеріальні моделі:



2) словесний опис:

«У двох молекулах водню (проста речовина) чотири атоми Гідрогену. Молекула кисню (проста речовина) складається з двох атомів Оксигену. Дві молекули водню і молекула кисню перетворюються на дві молекули води (складна речовина). Кожна молекула води складається з атома Оксигену й двох атомів Гідрогену»;

3) опис за допомогою хімічних формул і математичних символів:

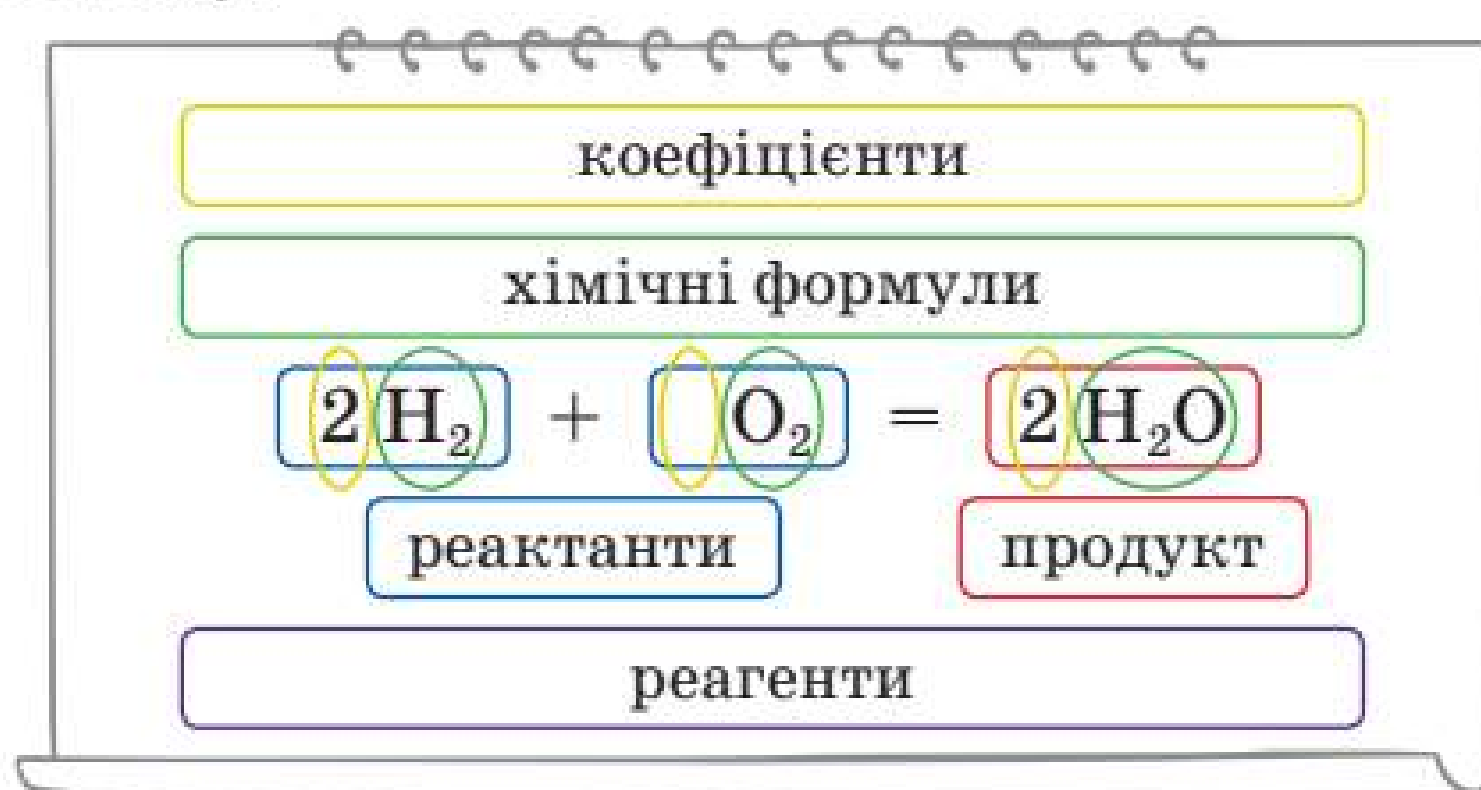


Саме цей опис найкомпактніший. Замість стрілки в ньому треба поставити знак *дорівнює* — адже кількість символів атомів кожного елемента в лівій і правій частинах запису однакова:



Цей запис — *рівняння реакції* синтезу води з простих речовин.

Хімічне рівняння — умовний запис хімічної реакції за допомогою хімічних формул і математичних знаків. *Коефіцієнти* в хімічному рівнянні вказують на найпростіші відношення кількостей структурних частинок *реактантів* і *продуктів* реакції (мал. 3.2). *Коефіцієнт 1 у хімічному рівнянні не зазначають*, так само як і в математичному.



Мал. 3.2. Хімічне рівняння — знакова модель хімічної реакції

Хімічні рівняння складають у певній послідовності. Розгляньмо її на прикладі *синтезу* води з простих речовин — водню і кисню.

1. Напишімо послідовно *формулу водню*, символ *плюс*, *формулу кисню*, *стрілку* зліва направо й *формулу води*:



Це *схема хімічної реакції*. У ній зазначено формули реактантів і продукту реакції, стрілка вказує напрямок її перебігу.

2. Перетворімо схему хімічної реакції на хімічне рівняння, добиваючи коефіцієнти так, щоб кількості символів атомів будь-якого хімічного елемента в лівій і правій частинах запису збіглися:



Дібравши всі коефіцієнти замінімо *стрілку* в записі на знак *дорівнює*:



За тим самим алгоритмом перетворімо на хімічне рівняння схему реакції горіння метану CH_4 :



Поміркуймо, чи можна правильно скласти хімічне рівняння, не добиваючи коефіцієнти, а змінюючи індекси в хімічних формулах реактантів і продуктів реакції. Звісно ні, бо індекси позначають кількість атомів кожного елемента в молекулі, а зміна індексів призведе до зміни формули речовини. Правильний спосіб скласти хімічне рівняння — записати його схему й дібрати коефіцієнти, щоб збалансувати кількість атомів кожного елемента.

Розгляньмо приклад. Гідроген пероксид (перекис водню) із часом розкладається на воду й кисень:



Хтось необачно може вдатися до простого, але **неправильного** способу перетворення схеми реакції на хімічне рівняння: вилучить індекс 2 у формулі кисню. *Це помилка!* Адже символом **O** позначають *окремий атом* Оксигену, властивості якого відрізняються від властивостей *молекули* кисню, у якій сполучені два атоми Оксигену.

Трапляється, що для правильного добору коефіцієнтів доводиться застосовувати вміння визначати *найменше спільне кратне*. Докладніше про це зможеш дізнатися з додаткових джерел інформації. *Скористайся ними!*

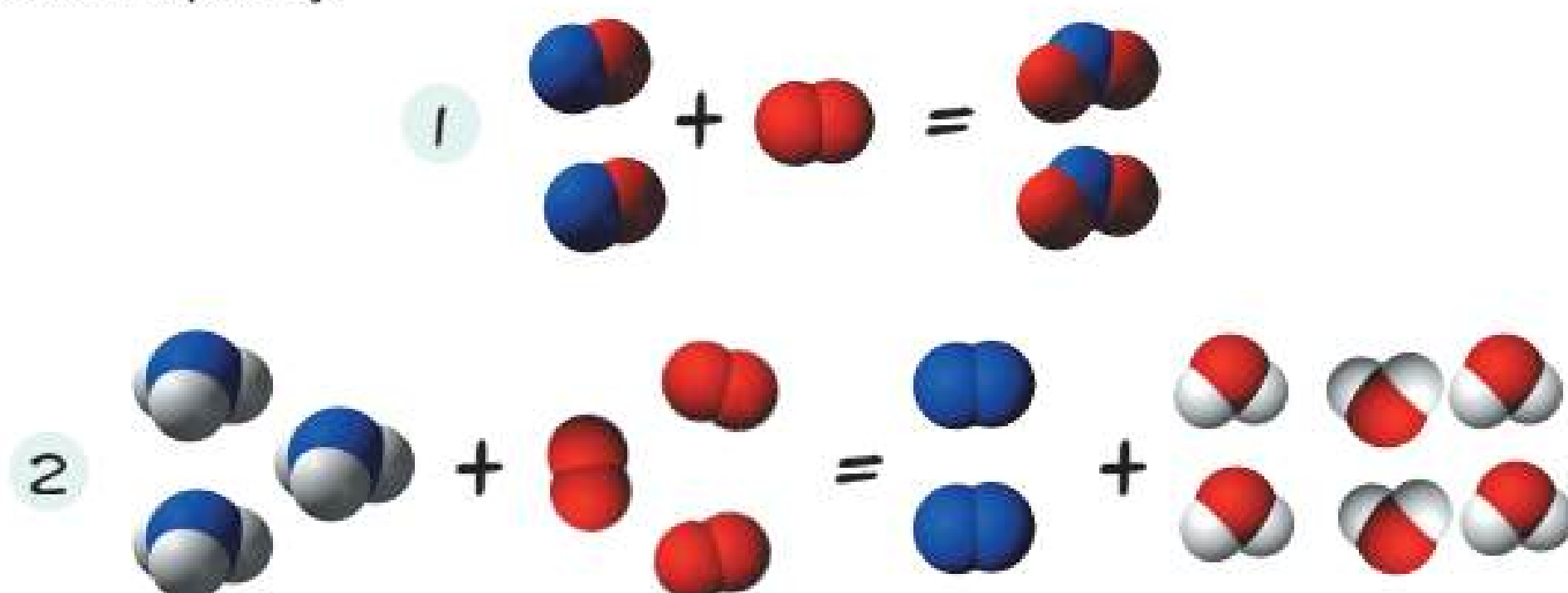


Відшукай в інтернеті за ключовими словами

хімічне рівняння, найменше спільне кратне, коефіцієнти  інформацію, опрацюй її і подай як алгоритм.

ЗАСТОСУЙ

- 1) Напиши хімічні рівняння за малюнком, на якому синім кольором позначено атоми Нітрогену.



- 2) Перетвори схеми реакцій на хімічні рівняння.



- 3) Долучися до дискусії, аргументуй свою позицію.

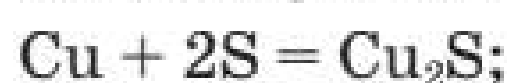


Я вважаю, що вміння складати рівняння хімічних реакцій дуже специфічне і багатьом з нас не знадобиться в майбутньому. То навіщо марнувати час, набуваючи його?

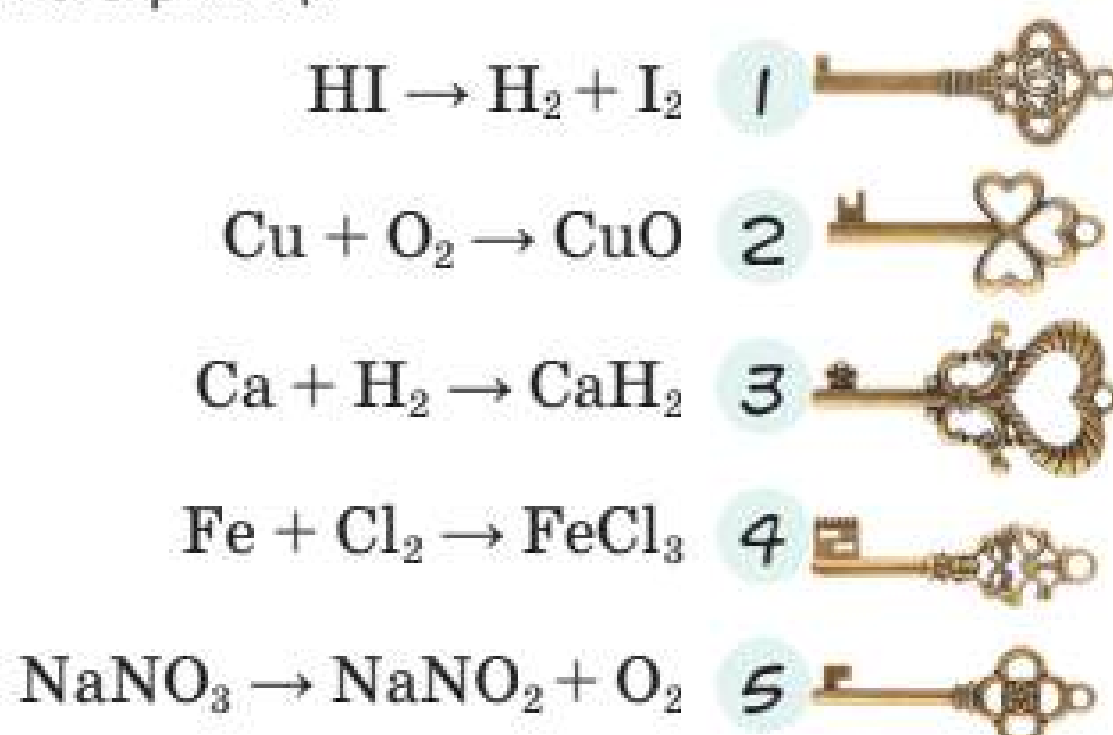
Уміння аналізувати і синтезувати інформацію, потрібне для складання хімічних рівнянь, важливе в багатьох сферах, не лише в науці.



- 4) Перевір чи правильно дібрано коефіцієнти в хімічних рівняннях, виправ виявлені помилки.



- 5 Добери ключі до чарівних алхімічних скриньок: перетвори схеми реакцій на хімічні рівняння. Послідовність коефіцієнтів у хімічному рівнянні відповідає послідовності цифр на скриньці.



- 6 Долучися до розроблення:
- правил і виготовлення карток, фішок тощо для навчальної гри «Хімічний баланс» для учнів й учениць твого класу;
 - квесту для учнів й учениць, які навчаються в інших школах чи за межами України. Проходження квесту потребує вміння записувати схеми реакцій і перетворювати їх на хімічні рівняння.
- 7 Підсумуй, чого корисного навчився / навчилася, опрацювавши матеріал і виконавши завдання. Долучи здобуток, оформивши його на свій розсуд, до особистого портфолію досягнень.

Навчайся хімії з **Pi-stacja UA**

Хімічні рівняння. Закон збереження маси



4. Моль — одиниця кількості речовини. Молярна маса речовини

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



Підготуйся в групі до уроку, скориставшись доступними засобами комунікації: стисло сформулюй два правильні й одне неправильне твердження про спостереження зовнішніх ефектів хімічних реакцій. Запропонуй оцінити правильність твоїх тверджень й оціни твердження інших. Візьми участь у формулюванні спільних висновків за результатами обговорення.

ДОЛУЧИСЯ, ПРОАНАЛІЗУЙ та ОЦІНИ твердження пані Олени.

Твердження 1. Про перебіг хімічних реакцій можна зробити висновок за деякими змінами, які спостерігають на *макрорівні*. Це поява чи зміна кольору, запаху. Такі зміни людина може побачити чи відчути безпосередньо. Або ж виявити, скориставшись спеціальними технічними засобами, сенсорами наприклад (мал. 4.1).

Твердження 2. Якщо уважно придивитися, особливо скориставшись збільшувальним склом, можна побачити руйнування молекул реагентів, перегрупування атомів з утворенням молекул продуктів реакції (мал. 4.2).

Твердження 3. Маса речовини прямо пропорційна масі її молекули, атома чи іншої структурної частинки.



Мал. 4.1. «Розумний» прилад, який виявляє молекули чадного газу в повітрі й сигналізує про перевищення їхнього гранично допустимого вмісту



Мал. 4.2. А якщо придивитися? Невже побачиш молекули та атоми?

{ Які твердження правильні? Яке — неправдиве? }

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Одиничний акт хімічної реакції, який описують за допомогою знакової моделі — хімічного рівняння, простим оком не побачити. Використання збільшувального скла чи світлового мікроскопа також не дає змоги побачити молекули чи перегрупування атомів. Адже йдеться про об'єкти *мікросвіту*. Тобто твердження 2 — непра-

вильне. Для безпосереднього ж спостереження на *макрорівні* кількість використаних реагентів (і, відповідно, продуктів, що утворилися) має бути значною, відчутною на рівні сприйняття сенсорною системою людини. Наприклад, двох молекул водню і молекули кисню замало (*мал. 4.3*), щоб побачити утворення водяної пари, відчути на дотик сконденсовану вологу чи почути звук вибуху воднево-кисневої суміші.



Відшукай в інтернеті за ключовою фразою

Hydrogen and Oxygen make Water



відео й переглянь його.



Мал. 4.3. Моделювання одиничного акту реакції між воднем і киснем на мікрорівні

Як перейти від *мікро-* до *макрорівня* і визначити масу речовини, що *реагує* чи *утворюється* внаслідок хімічної реакції? На практиці уявлення про *кількість структурних частинок* у порції речовин дістають, користуючись фізичною величиною *кількість речовини*.

Кількість речовини (n) — фізична величина, яка прямо пропорційна кількості (N) структурних одиниць (молекул, атомів тощо) речовини в її порції.

Фізичну величину *кількість речовини* скорочено позначають буквою латинської абетки n (вимовляємо *ен*). Як і будь-яка фізична величина *кількість речовини* має свою *одиницю*.

Моль — одиниця кількості речовини.

У будь-якій речовині *кількістю* 1 моль міститься величезна кількість її структурних частинок. Розгляньмо приклади. Порція води *кількістю речовини* 1 моль містить молекул води

602 214 076 000 000 000 000 000.

Порція графіту *кількістю речовини* 1 моль містить атомів Карбону

602 214 076 000 000 000 000 000.

Порція вуглекислого газу *кількістю речовини* 1 моль містить його молекул

602 214 076 000 000 000 000 000.



Це величезне число (602 214 076 000 000 000 000 000) є точним значенням *сталой Авогадро* (N_A), якою характеризують кількість структурних частинок у речовині *кількістю* 1 моль:

$$N_A = 602\,214\,076\,000\,000\,000\,000\,000 \frac{1}{\text{моль}}$$

Масу речовини кількістю 1 моль назвали молярною масою (M):

Молярна маса M — маса речовини кількістю 1 моль.

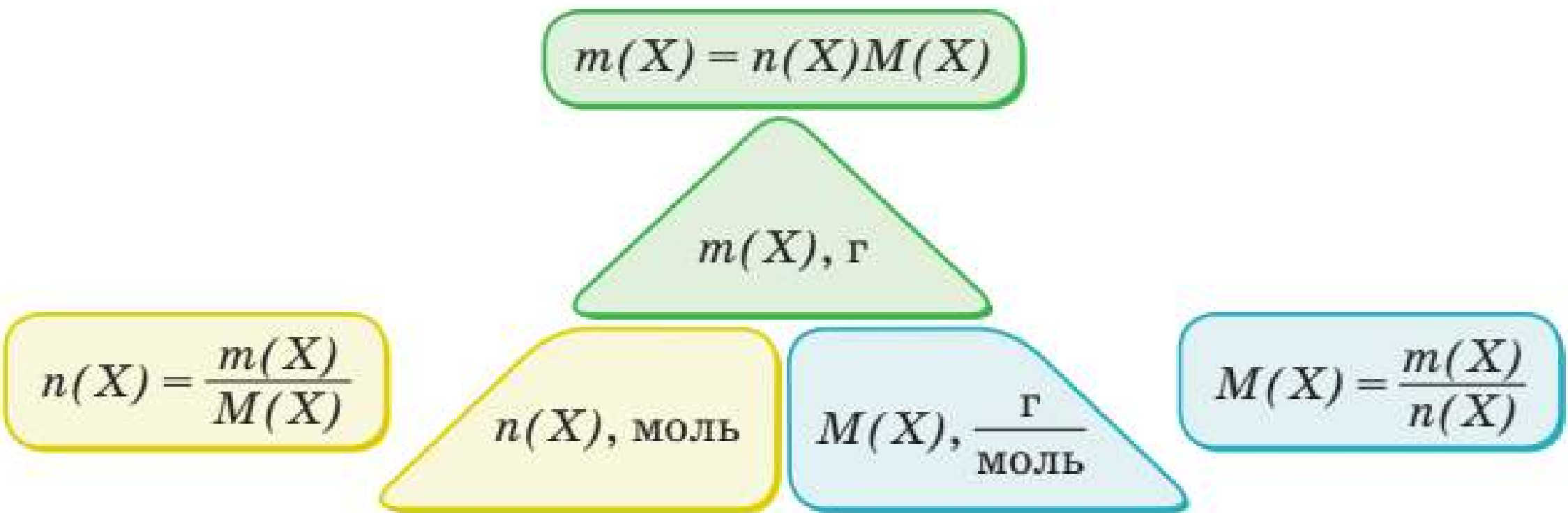
Числове значення молярної маси (M) приблизно дорівнює числовому значенню відносної молекулярної (формульної) маси речовини (M_r). Приклади наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Відносні молекулярні (формульні) і молярні маси деяких речовин

Назва речовини	Маса речовини	
	відносна молекулярна (формульна)	молярна
Вода	$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$	$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$
Графіт	$M_r(\text{C}) = 12$	$M(\text{C}) = 12 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$
Вуглекислий газ	$M_r(\text{CO}_2) = 44$	$M(\text{CO}_2) = 44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

Залежність маси від кількості речовини *прямо пропорційна*, коефіцієнтом пропорційності є молярна маса речовини (мал. 4.4).



Мал. 4.4. Зв'язок між масою речовини, її кількістю і молярною масою

МОДЕЛЮЙ у групі

1. Запропонуй модель, виготовлену з підручних матеріалів, яка дала б змогу наочно пояснити суть *одиниці кількості речовини* й

зілюструвати пряму пропорційну залежність маси речовини (г) від кількості (моль) і навпаки. Візьми участь в обговоренні моделей, запропонованих іншими учнями й ученицями в групі. Виберіть гуртом оптимальну й презентуйте її в класі. Долучися до вибору найвідповіднішої поставленій меті моделі з-поміж презентованих кожною групою. Які переваги й недоліки вибраної моделі? Порівняй із моделлю, поданою за QR-кодом.



Моделюємо одиницю кількості речовини



ЗАСТОСУЙ

- 1 Розподіли твердження на ☒ ПРАВИЛЬНІ і ☐ НЕПРАВИЛЬНІ.
 1. Моль — одиниця кількості речовини.
 2. Моль — одиниця сталої Авогадро.
 3. Порція води кількістю речовини 1 моль містить близько 602 000 000 молекул води.
 4. Маса порції води кількістю речовини 0,1 моль становить 1,8 г.
 5. Маса речовини дорівнює добутку кількості речовини й молярної маси.
 6. Кількість речовини дорівнює частці від ділення молярної маси на масу речовини.



Перевір відповідь, виконавши інтерактивну вправу за QR-кодом.



- 2 Розглянь діаграму Венна й назви фізичну величину, спільну для елементів схеми.

$$N(X) : N_A = \text{?} = m(X) : M(X)$$

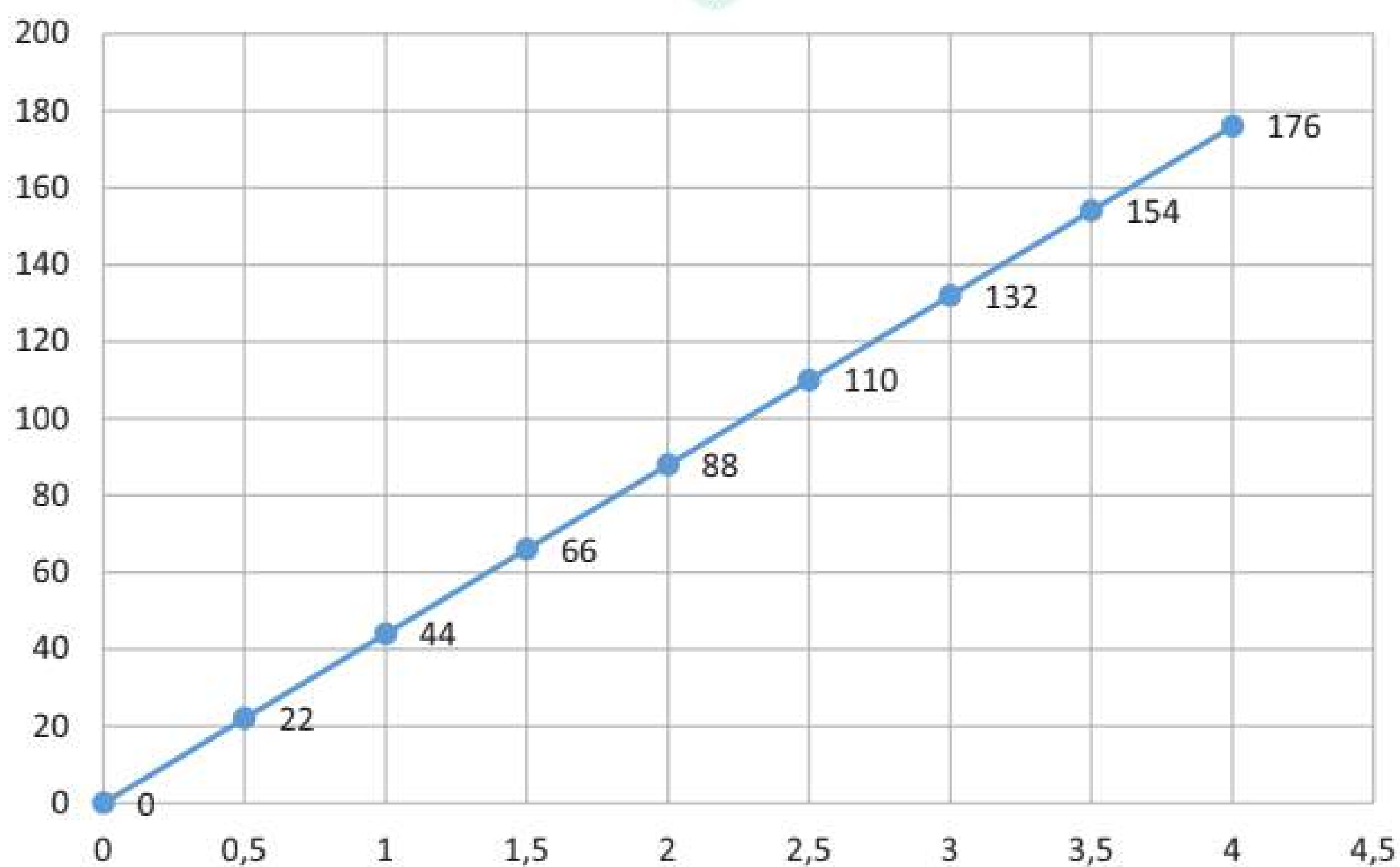
- 3 П'єр спробував пояснити молодшій сестрі, що моль — це одиниця кількості речовини. Оціни доступність і зрозумілість його пояснень. Визнач, що в цій моделі є аналогом сталої Авогадро, кількості речовини, молярної маси й маси речовини.

Уяви, що в тебе дуже багато однакових кубиків, які ти складаєш в однакові коробки. Якщо в повній коробці 9 кубиків, то у двох повних коробках їх 18, у десятих — 90 тощо. Тож тобі не доведеться по одному перераховувати всі кубики, якщо знаєш, скільки в тебе повних коробок із ними й скільки кубиків уміщує одна коробка. Так само, знаючи масу дев'яти кубиків в одній коробці, ти зможеш обчислити масу кубиків у будь-якій кількості коробок.

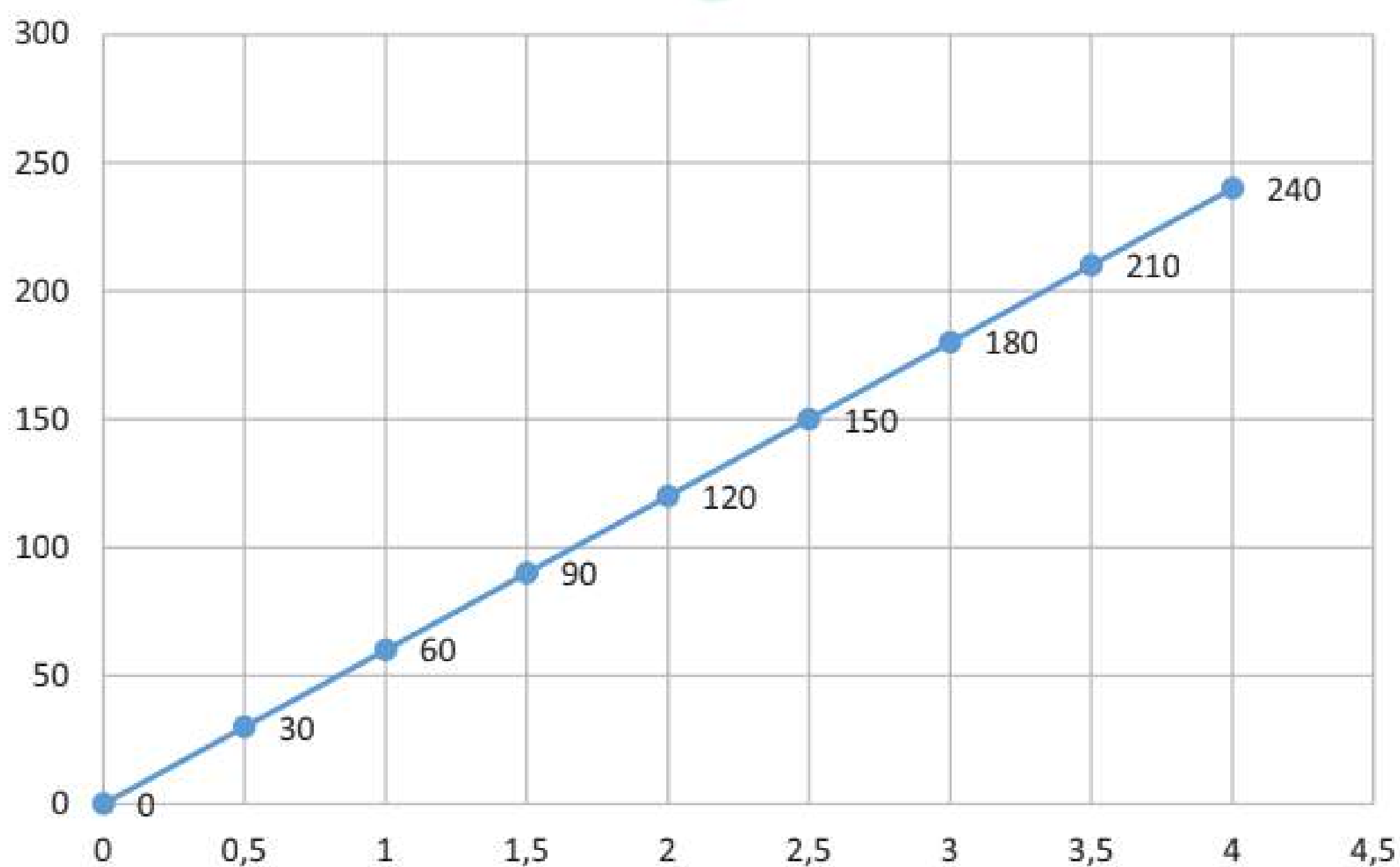


4. Вибери графік залежності маси (г) від кількості речовини (моль) кварцу (SiO_2).

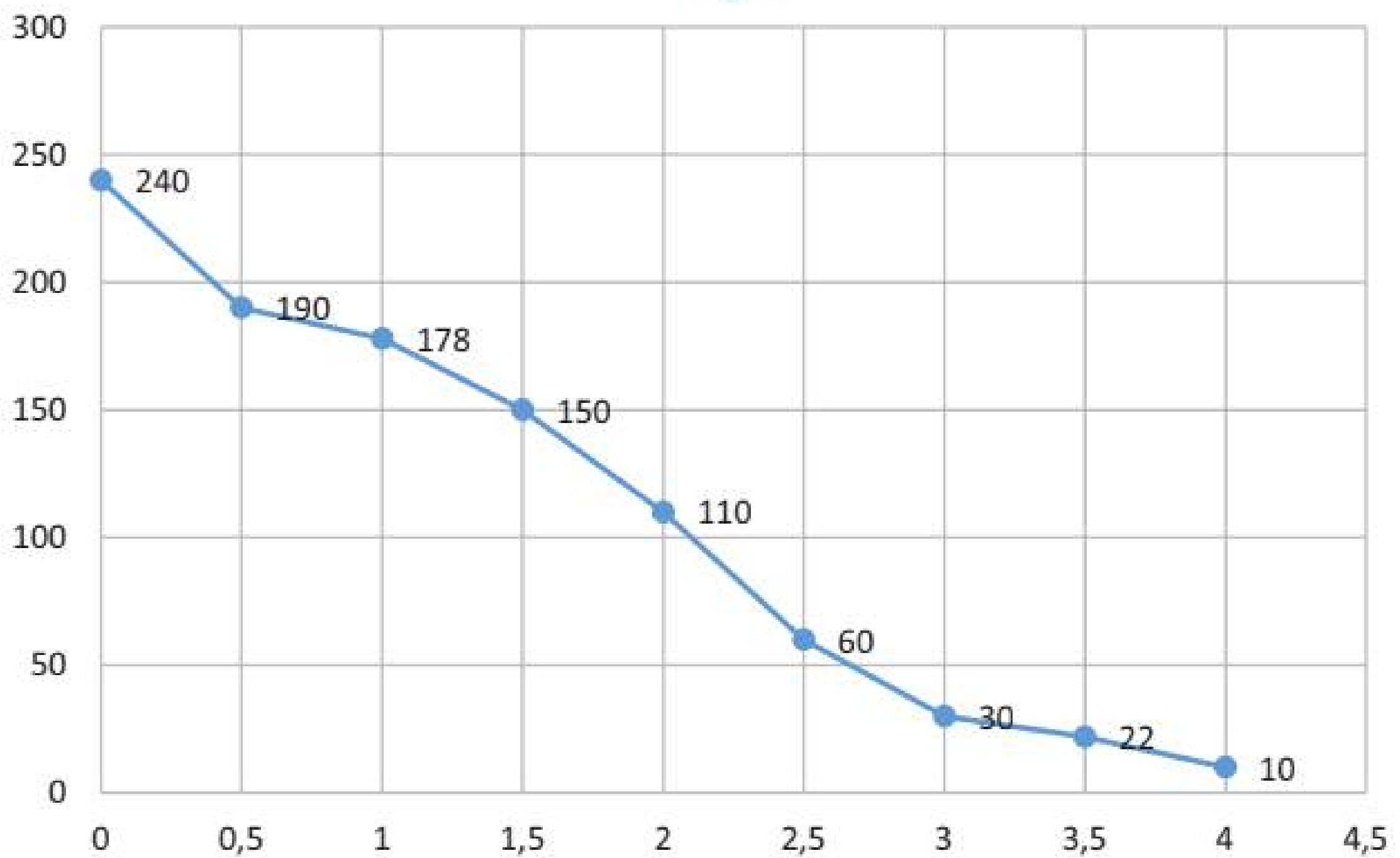
1



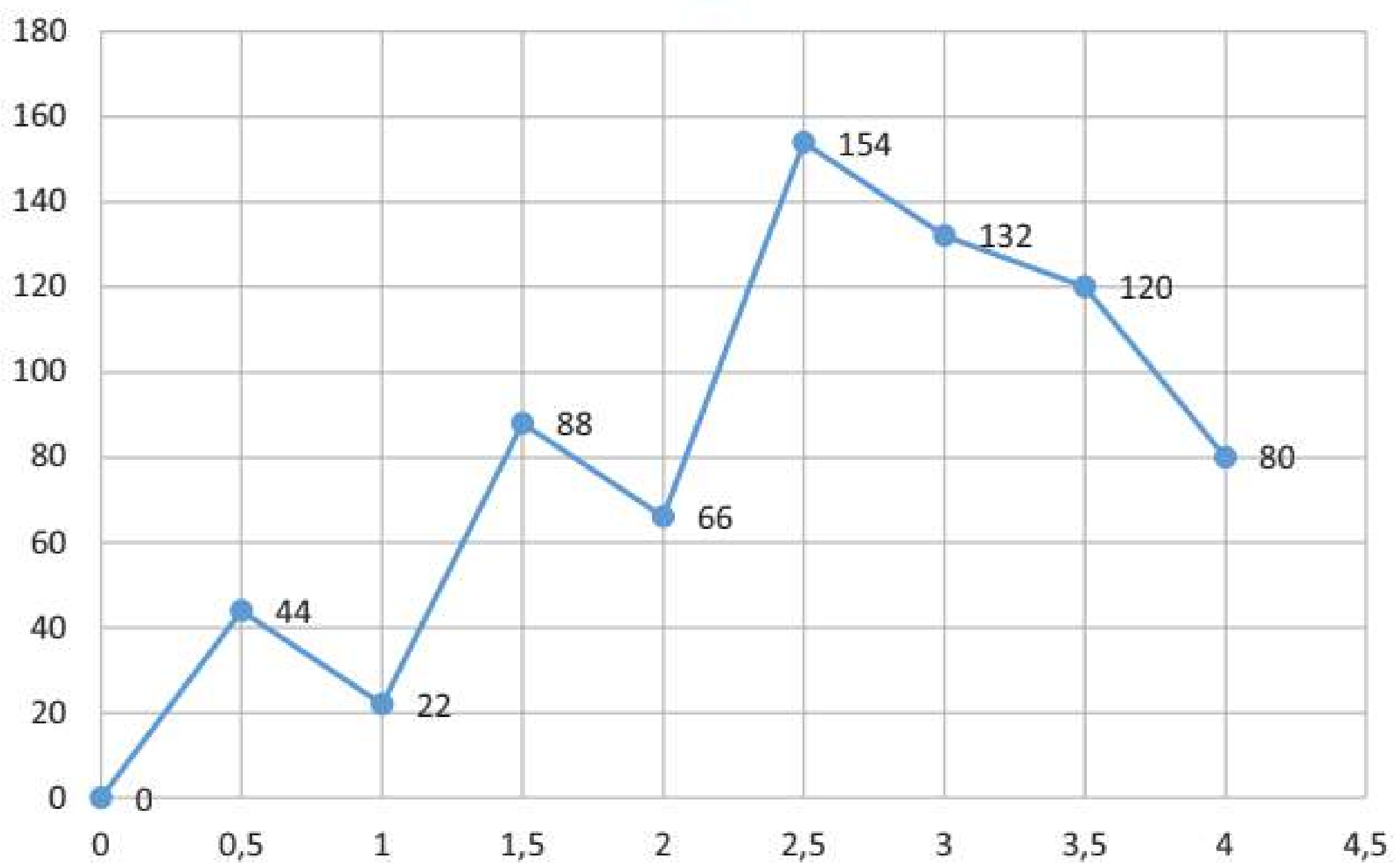
2



3



4



Перевір відповідь, виконавши інтерактивну вправу за QR-кодом.



- 5 Оціни, скориставшись додатковими джерелами й виконавши обчислення, правильність інформації.

А вирощений у лабораторії чорний алмаз MEYLOR BLACK STAR масою 150,42 карата потрапив у Книгу рекордів Гіннеса. Кількість речовини алмазу в унікальному кристалі становить 2,51 моль

Б масова частка води в організмі Тимофія близько 65 %. Маса хлопчика 55 кг. Відповідно кількість речовини (моль) води в Тимофієвому організмі близько 1000 моль

В норма споживання гарячої води, якщо лічильник не встановлено, дорівнює 166 667 моль на особу

Г середня витрата води на миття у ванні — 150 л. Витрата води під час миття під душем близько 15 л/хв. Густина води 1 кг/м³. Якщо миття у ванні замінити п'ятихвилинним душем, можна заощадити воду кількістю речовини 4167 моль

- 6 Розшифруй рецепт оладок дідуса-хіміка й випробуй свої здібності в кулінарії. Поясни, які незалежні, залежні (вимірювані) й контрольовані змінні могли б бути в експерименті з пошуку найліпшого рецепта оладок.



Інгредієнти: кефір — 900 мл; борошно пшеничне — 700 г; яйце куряче — 1 шт.; цукор-пісок ($C_{12}H_{22}O_{11}$) — 0,585 моль; сода харчова ($NaHCO_3$) — 0,086 моль; ванілін ($C_8H_8O_3$) — 0,00004 моль; сіль кухонна ($NaCl$) — 0,5 г; олія для смаження — 30 г.

- 7 Поміркуй, кого б з групи тобі хотілося погостувати оладками, що приготовані за рецептом із попереднього завдання. Придумай для цієї людини три компліменти, які стосуються її обізнаності в опрацьованій темі та вправності в командній роботі: «Я хочу пригостити тебе першою смачною оладкою, тому що ти завжди знаєш / вмієш / розумієш...».

- 8 Добери ключі до чарівних алхімічних скриньок: кількість речовини (моль), зазначена на скриньці, відповідає масі речовини (г), зазначеній на ключі.



$m(NaOH) = 20 \text{ г}$ 1

$m(CaO) = 5,6 \text{ г}$ 2

$m(Al_2O_3) = 20,4 \text{ г}$ 3

$m(N_2) = 112 \text{ г}$ 4

$m(H_2O_2) = 170 \text{ г}$ 5



- 9 Обчисли:
- кількість атомів Гідрогену у двох молекулах води;
 - кількість речовини (моль) Гідрогену у воді кількістю речовини 1 моль;
 - кількість атомів Оксигену в трьох молекулах кисню;
 - кількість речовини (моль) атомів Оксигену в кисні кількістю речовини 0,5 моль.

Скористайся в разі потреби моделями, зображеними на малюнках 4.3 й 4.5.



Мал. 4.5. Моделюй творчо! Обчислюй точно!

- 10 Відшукай інформацію про День моля і його емблему. Пригадай уроки англійської і поясни, яке звірятко й чому зображують на емблемі цього наукового свята.
- 11 Долучися до дискусії, аргументуй свою позицію. Чи всі учасники й учасниці дискусії висловлюють свою думку ввічливо й толерантно? Чи маєш що порадити їм?

Агов, Оксано, чула про День моля? Хочеш відсвяткувати цього річ? Маю безліч креативних ідей!



Андрію, є інші, цікавіші справи, ніж святкування на честь якоїсь абстрактної одиниці. Чи не ліпше витратити цей час на спорт або волонтерство?

А чом би не поєднати? Ми можемо організувати науковий ярмарок і зібрати гроші на благодійність або провести спортивно-хімічну естафету для молодших школярів і школярок. Це буде і цікаво, і корисно. І моль — не абстрактна, а цілком конкретна одиниця фізичної величини!

- 12 Розв'яжи кросворд, скориставшись додатковими джерелами інформації.



Перевір за QR-кодом відповідь, виконавши інтерактивну вправу.



Горизонтально:

1. Наука, яку Авогадро вивчав самотужки.
3. Фах, який здобув Авогадро в університеті.
5. Місто, в університеті якого навчався і викладав Авогадро.
6. Одиниця кількості речовини.
8. 12294 Авогадро – це
9. Розділ фізики, з яким пов'язаний початок наукової діяльності Авогадро.
11. Ім'я Авогадро.

Вертикально:

2. Маса речовини кількістю 1 моль.
4. Країна, у якій народився Авогадро.
7. Мінерал складу $(K,Cs)BF_4$.
10. Відношення кількості молекул речовини до кількості речовини – ... Авогадро.
12. ... речовини дорівнює добутку кількості речовини на її молярну масу.



- 13 Підсумуй, чого корисного навчився / навчилася, опрацювавши матеріал і виконавши завдання. Долучи здобуток, оформивши його на свій розсуд, до особистого портфоліо досягнень.

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ



Навчайся хімії з Pi-stacja UA

Кількість речовини. Моль. Число Авогадро



Молярна маса

Задачі на кількість атомів, молекул, йонів



5. Молярний об'єм газу. Закон Авогадро

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



Підготуйся в групі до уроку, скориставшись доступними засобами комунікації: стисло сформулюй два правильні й одне неправильне твердження про газуватий стан і гази. Запропонуй оцінити правильність твоїх тверджень й оціни твердження інших. Візьми участь у формулюванні спільних висновків за результатами обговорення.

ДОЛУЧИСЯ, ПРОАНАЛІЗУЙ та ОЦІНИ твердження пані Олени.

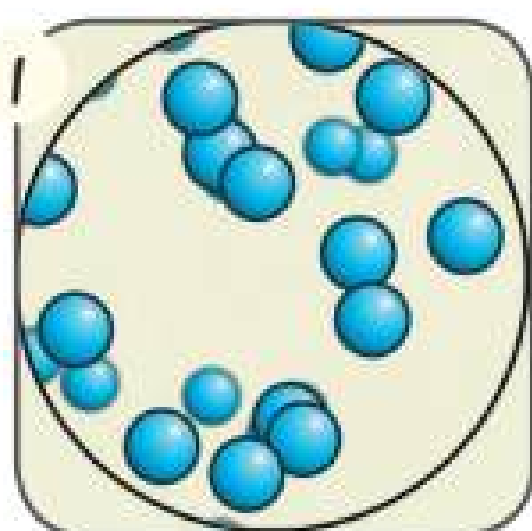
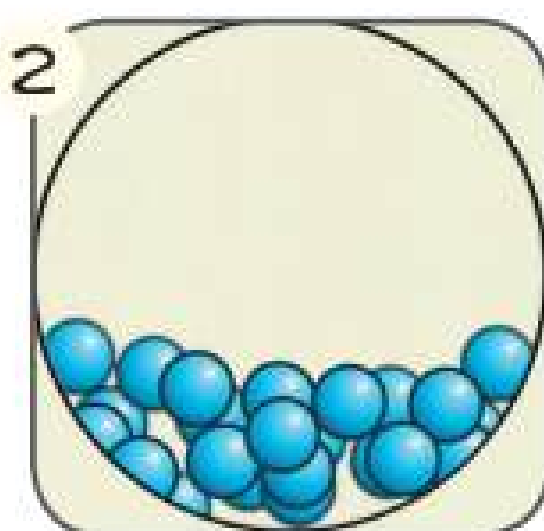
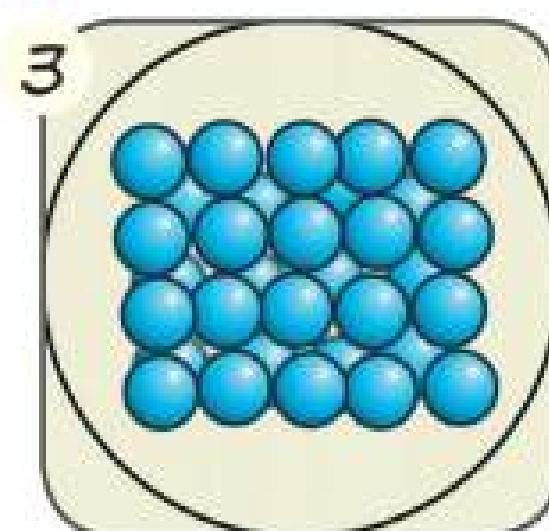
Твердження 1. Проміжки між молекулами газу значно більші за розміри його молекул, а притягання між молекулами дуже слабке.

Твердження 2. Гази мають малу густину, тому утворюють щільний шар у верхній частині контейнера, у якому містяться.

Твердження 3. Ідеальний газ — це теоретична модель, яку використовують для спрощення обчислень, якщо взаємодія між молекулами газу та їхній власний об'єм такі малі, що ними можна знехтувати.

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Які особливості газуватого стану речовин? Дещо про гази ти вже знаєш зі щодення і вивченого раніше. Скориставшись малюнком 5.1 зможеш пригадати, що характерною особливістю газуватого стану речовини є те, що молекули газу не тримаються вкупі. Вони вільно рухаються в об'ємі, значно більшому за об'єм самих молекул. Тобто проміжки між молекулами газу дуже великі, а притягання між ними — слабке (мал. 5.1). Тож молекули газу рівномірно розподілені в контейнері, а твердження 2 — неправильне X.



Мал. 5.1. Стани речовини: газуватий 1, рідкий 2, твердий 3



Мал. 5.2. Срібна медаль, присвячена пам'яті Амедео Авогадро

Італійський природодослідник Амедео Авогадро (мал. 5.2) досліджував властивості газів. І за результатами численних експериментів 1811 року сформулював закон, який згодом назвали його ім'ям. Цей закон став революційним кроком у розумінні природи газів і хімічних реакцій між ними, сприяв розвитку уявлень про молекули.

За однакових умов (тиск і температура) газу однакового об'єму містять однакову кількість молекул.

Як відміряти кількість газу? У хімічних розрахунках замість мас газуватих реактантів і продуктів зручніше використовувати їхні *об'єми*. Щоб відрахувати певну кількість структурних одиниць газуватої речовини, треба знати, як пов'язані *кількість речовини, кількість структурних одиниць* (атомів, молекул тощо) у ній та її *об'єм*.

Спочатку з'ясуємо, що таке молярний об'єм.

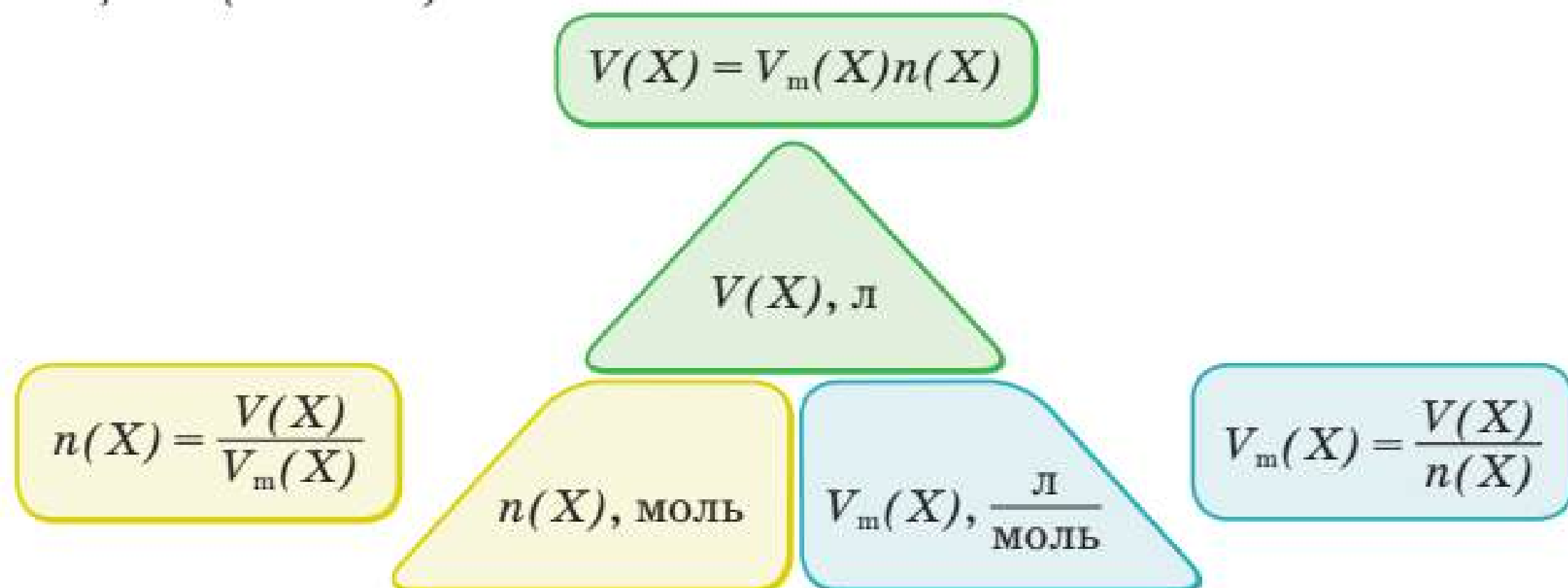
Молярний об'єм V_m — об'єм речовини кількістю 1 моль.

Тобто молярний об'єм — це відношення об'єму V речовини X до її кількості n :

$$V_m(X) = \frac{V(X)}{n(X)}.$$

Аналізуючи формулу, за якою обчислюють молярний об'єм, легко дійти висновків:

- одиниця молярного об'єму — $\frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$; також для зручності використовують $\frac{\text{см}^3}{\text{моль}}$, $\frac{\text{дм}^3}{\text{моль}}$ або $\frac{\text{л}}{\text{моль}}$;
- залежність між об'ємом речовини та її кількістю *пряма пропорційна* (мал. 5.3).



Мал. 5.3. Зв'язок між об'ємом речовини, її кількістю і молярним об'ємом

Як обчислити молярний об'єм речовини? Тобі, звісно, відома формула, за якою обчислюють густину як частку від ділення маси речовини на її об'єм:

$$\rho(X) = \frac{m(X)}{V(X)}.$$

Для речовини кількістю 1 моль

$$\rho(X) = \frac{M(X)}{V_m(X)}.$$

Відповідно

$$V_m(X) = \frac{M(X)}{\rho(X)}.$$

Обчислимо молярний об'єм води за *різних* умов:

- за температури $+4^\circ\text{C}$ й нормального атмосферного тиску густина води в рідкому стані сягає $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, тож її молярний об'єм за цих умов

$$V_m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})};$$

$$V_m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \text{ г/моль}}{1 \text{ г/см}^3};$$

$$V_m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \frac{\text{см}^3}{\text{моль}};$$

- за температури 0°C і нормального атмосферного тиску густина льоду (води у твердому стані) становить близько $0,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, тож молярний об'єм замерзлої води за цих умов дещо більший:

$$V_m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})};$$

$$V_m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \text{ г/моль}}{0,9 \text{ г/см}^3};$$

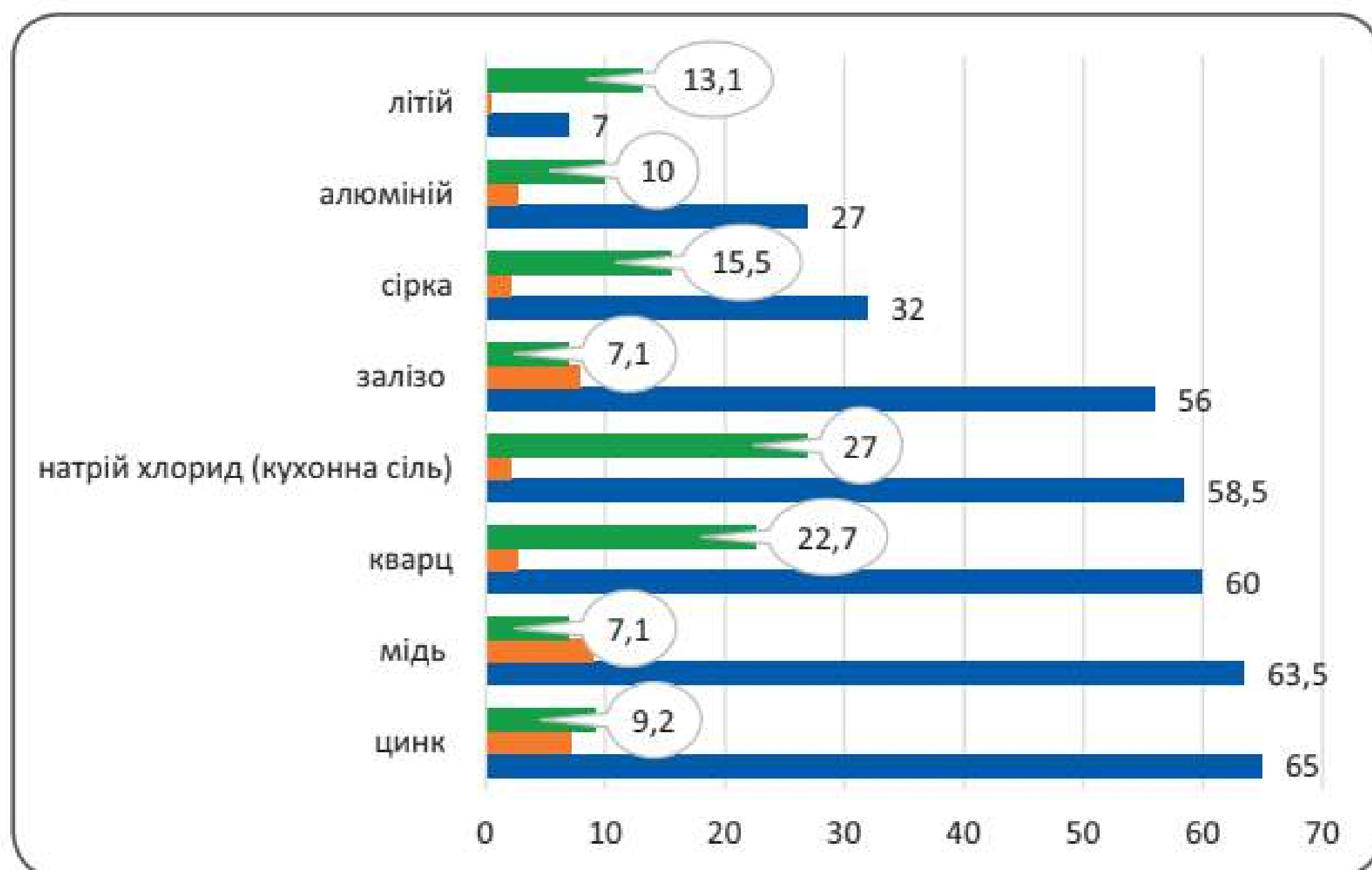
$$V_m(\text{H}_2\text{O}) = 20 \frac{\text{см}^3}{\text{моль}}.$$

Проте *відмінність* у числових значеннях молярного об'єму води і льоду відносно *невелика*. Однак достатня для того, щоб спостерігати явища, які зображено на *малюнку 5.4*.



Мал. 5.4. Густина льоду менша за густину води

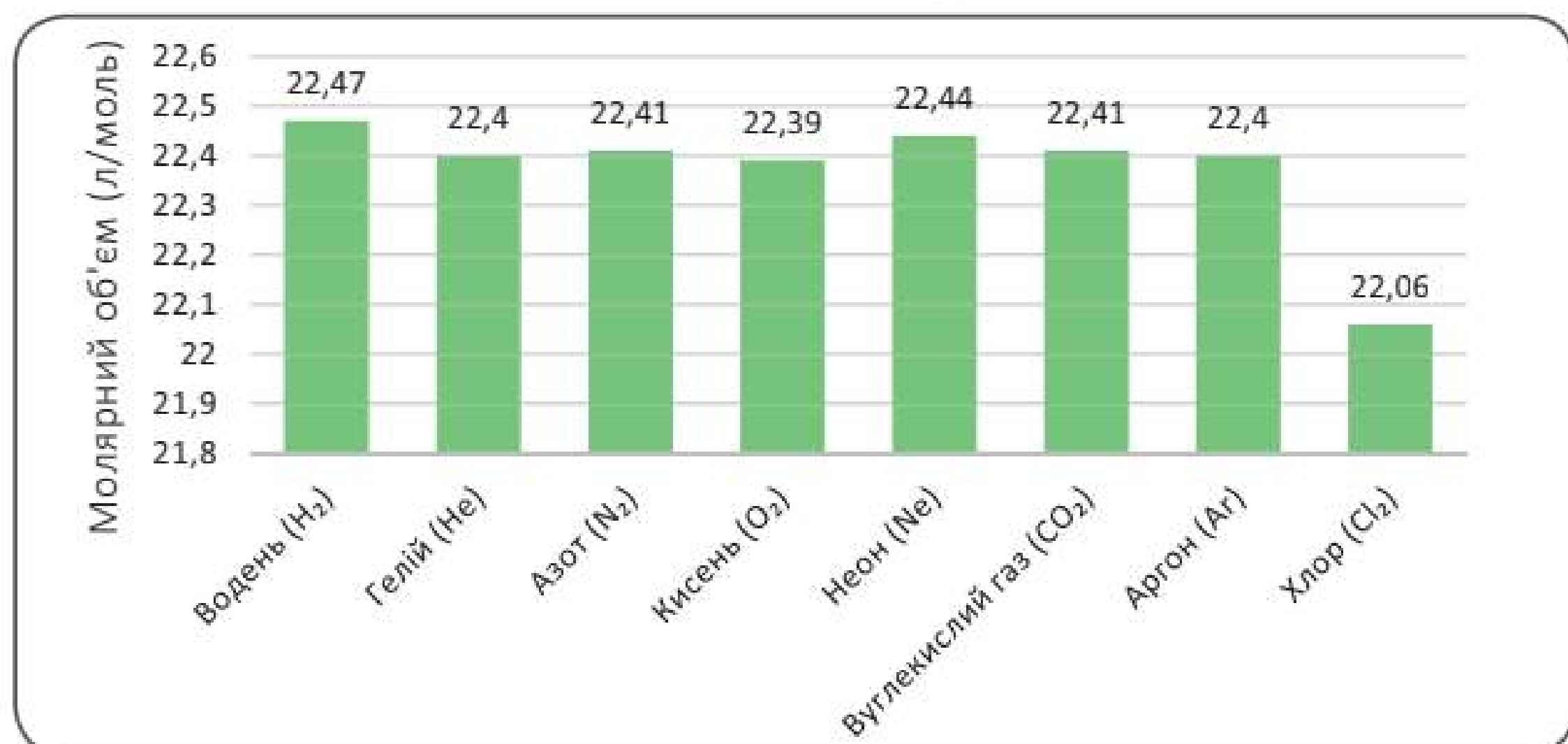
Молярні об'єми твердих речовин різняться (мал. 5.5).



Мал. 5.5. Молярні об'єми (см³/моль) ■ густини (г/см³) ■ і молярні маси (г/моль) ■ деяких твердих речовин

Висновку щодо молярних об'ємів газів зможеш дійти, проаналізувавши діаграму на малюнку 5.6. Числові значення молярних об'ємів різних газів близькі. Для ідеального газу за нормальних умов (температура 0 °C¹, тиск 101,3 кПа)

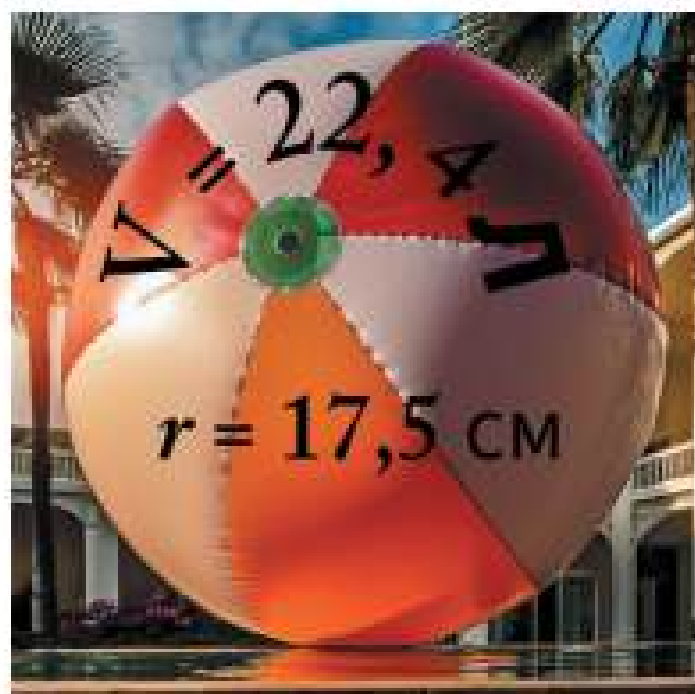
$$V_m(X) = 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}.$$



Мал. 5.6. Молярні об'єми (л/моль) деяких газів за н. у.

¹ 273,15 K

Цікаво, 22,4 л — це багато чи мало? Моделі, які дають змогу дістати наочне уявлення про молярний об'єм газу за нормальних умов, зображено на малюнку 5.7.



Мал. 5.7. Моделі молярного об'єму (л/моль) газу (н. у.)

МОДЕЛЮЙ у групі

1. Запропонуй план створення з матеріалів, що є напохваті, моделей, які дали б змогу наочно пояснити:

а) відмінність і подібність взаємного розташування і швидкості руху структурних частинок речовини в *газуватому, рідкому, твердому* стані;

б) суть *молярного об'єму* й зілюструвати пряму пропорційну залежність між *кількістю* (моль) та об'ємом речовини;

в) однакове значення молярного об'єму для різних газів за однакових умов.

Візьми участь в обговоренні моделей, запропонованих іншими учнями й ученицями в групі. Виберіть гуртом оптимальні й презентуйте їх у класі. Долучися до вибору найвідповідніших поставлених меті моделей із-поміж презентованих кожною групою.

Які переваги й недоліки вибраних більшістю голосів моделей? Порівняй їх із тими, що запропонувала твоя навчальна група.

ЗАСТОСУЙ

1 Розподіли твердження на ☒ ПРАВИЛЬНІ і ☐ НЕПРАВИЛЬНІ.

1 Молярний об'єм будь-якого газу за н. у. становить 22,4 м³.

2 За однакових умов різні гази однакового об'єму містять різну кількість молекул.

3 Об'єм газу (н. у.) дорівнює добутку кількості речовини й молярного об'єму газу.

4 Об'єм (н. у.) кисню кількістю речовини 2 моль дорівнює 44,8 л.

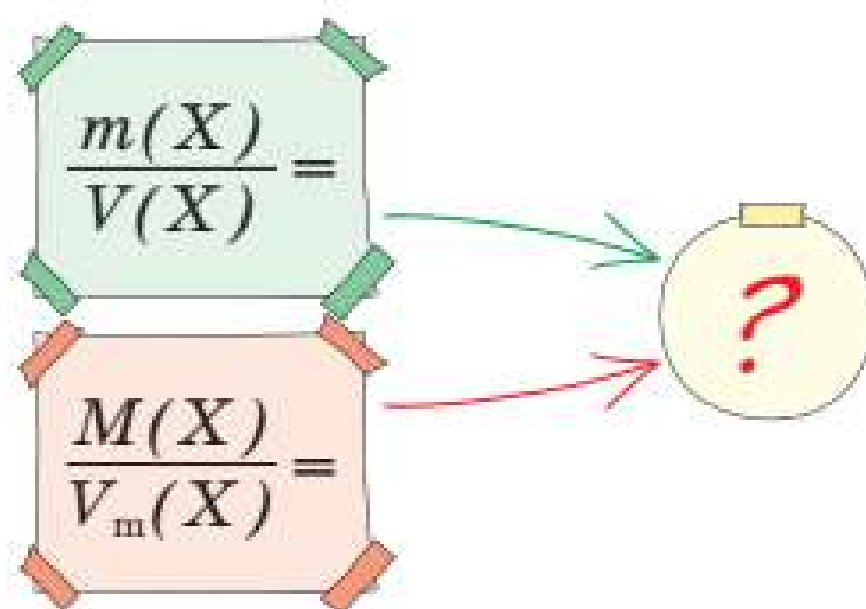
- 5 Кількість речовини водню об'ємом 2,24 л (н. у.) дорівнює 0,1 моль.
- 6 Кількість речовини вуглекислого газу дорівнює частці від ділення об'єму вуглекислого газу (н. у.) на молярний об'єм.



Перевір відповідь, виконавши інтерактивну вправу за QR-кодом.



- 2 Розглянь схему й назви фізичну величину, спільну для її елементів (мал. 5.8).

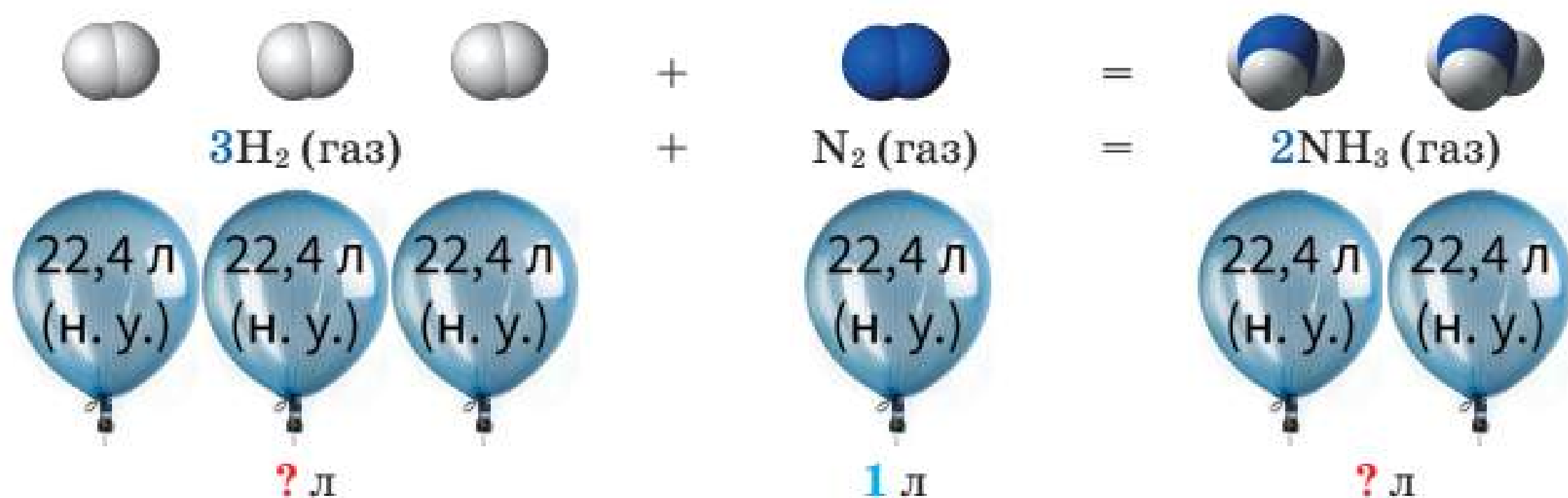


Мал. 5.8. Яка фізична величина об'єднує ці формули?

- 3 Поясни за малюнком 5.9 відношення об'ємів газів у реакції водню з азотом. Доповни записи відношень об'ємів газів і напис на малюнку:

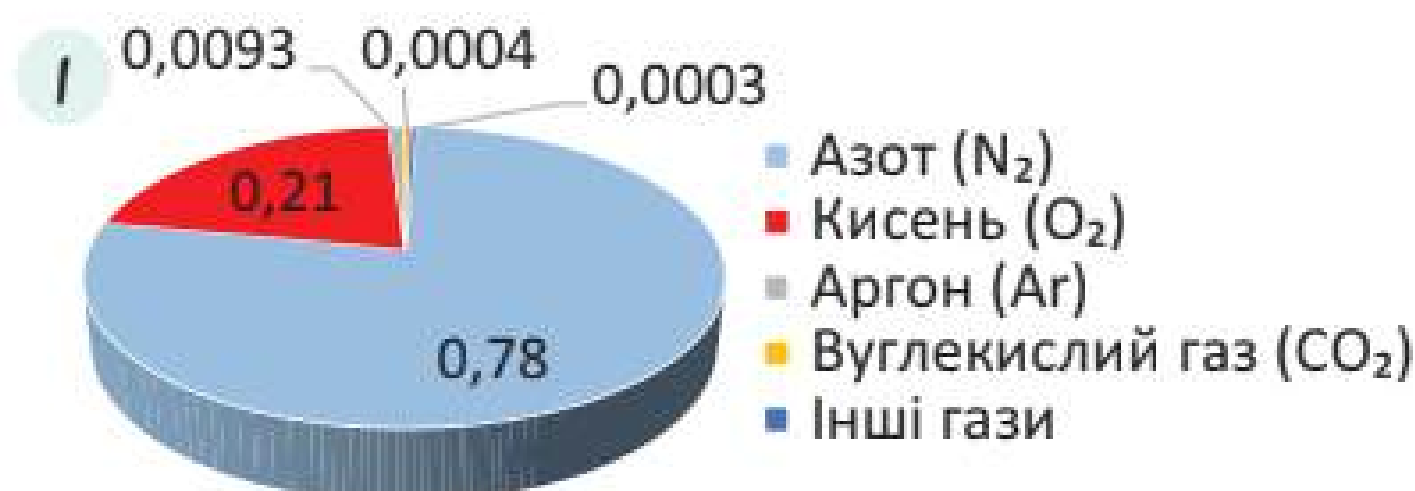
$$n(\text{H}_2) : n(\text{N}_2) : n(\text{NH}_3) = 3 : 1 : ?;$$

$$V(\text{H}_2) : V(\text{N}_2) : V(\text{NH}_3) = ? : 1 : ?.$$



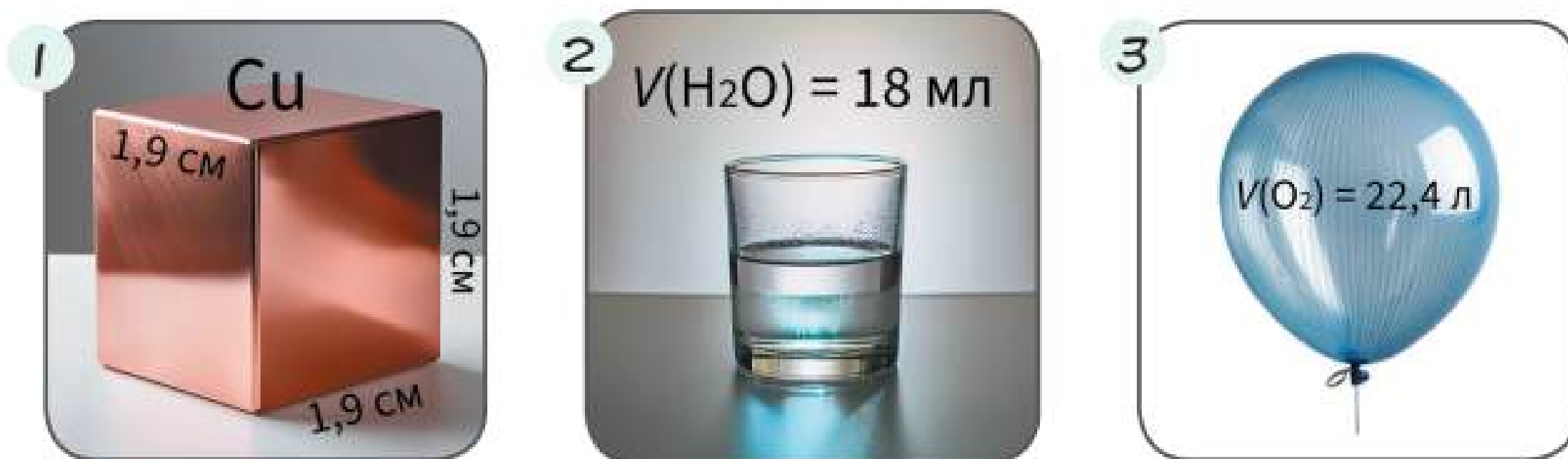
Мал. 5.9

- 4 Проаналізуй діаграму (мал. 5.10, 1) й кресленик (мал. 5.10, 2). Обчисли об'єм (л) і кількість речовини (моль) кисню в класній кімнаті.



Мал. 5.10. 1. Об'ємні частки газів у повітрі. 2. Класна кімната

- 5 Поміркуй, чи зміниться помітно молярний об'єм речовини — міді 1 ; води 2 ; кисню 3 (мал. 5.11) із підвищенням атмосферного тиску.



Мал. 5.11. Об'єми міді 1 , води 2 , кисню 3 кількістю речовини 1 моль. Мідь і вода в звичайних умовах (20–25 °С, атмосферний тиск бл. 760 мм рт. ст.), а кулька з киснем — у нормальних умовах

- 6 Оціни за малюнком 5.11:

- а) точність даних щодо довжини ребра мідного кубика, аргументуй свою думку результатами обчислень;
- б) правильність тверджень щодо кількості структурних частинок в порціях речовин.

А у кубіку з ребром 1,9 см кількість атомів Купруму близька до числа Авогадро

Б у воді об'ємом 18 мл сумарна кількість атомів Гідрогену вдвічі більша за число Авогадро

В у кисні об'ємом 22,4 л (н. у.) приблизно вдвічі більше молекул, ніж атомів Купруму в мідному кубіку з ребром 1,9 см

Г у воді об'ємом 18 мл сумарна кількість атомів Оксигену така сама, як сумарна кількість атомів цього елемента в кисні об'ємом 22,4 л



Перевір відповідь до завдання 6, б, виконавши інтерактивну вправу за QR-кодом.

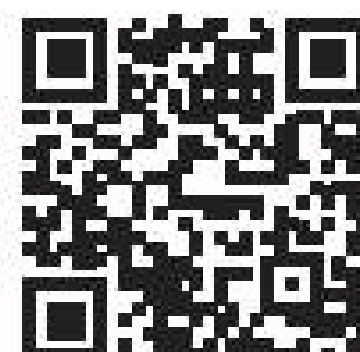


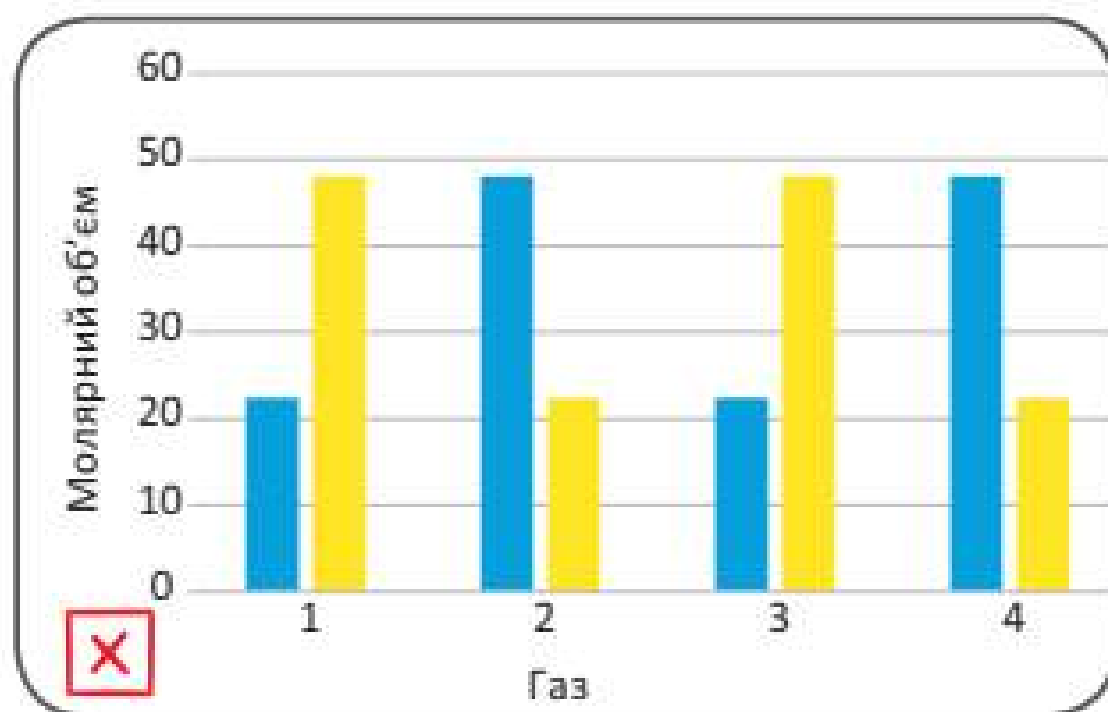
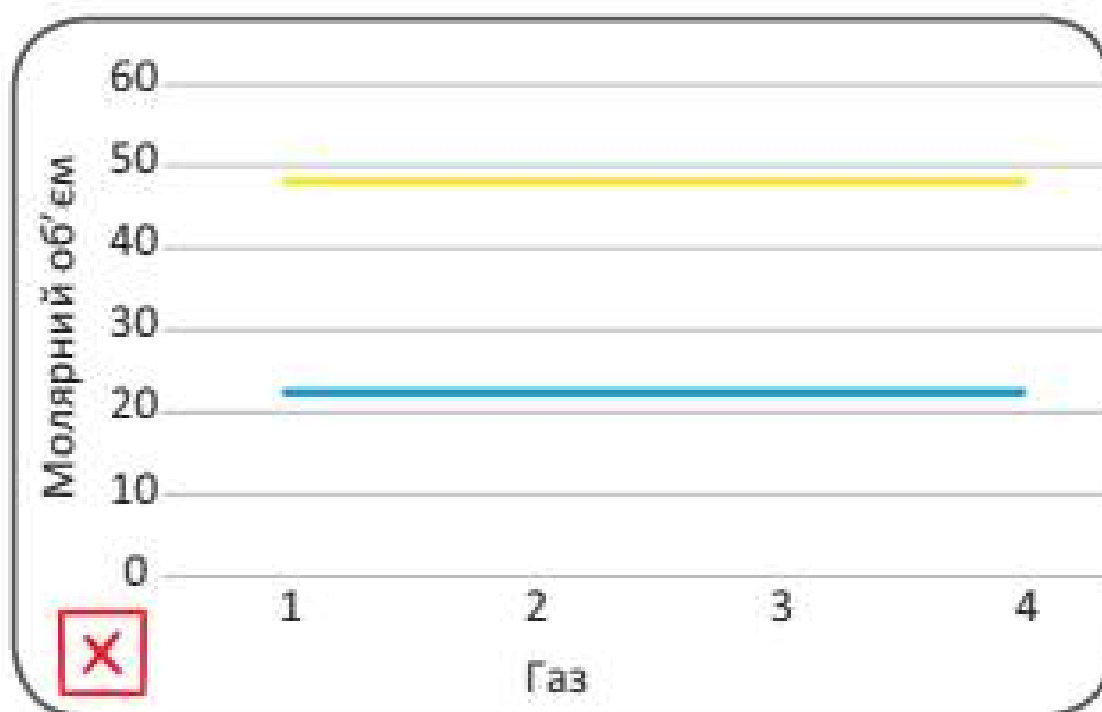
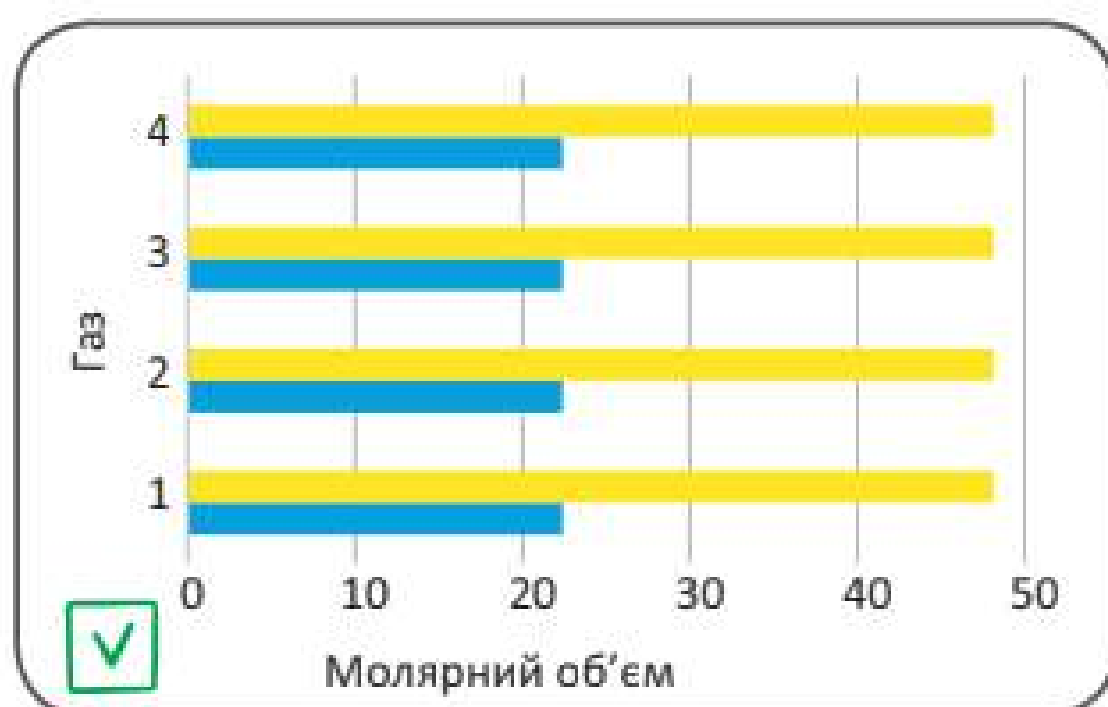
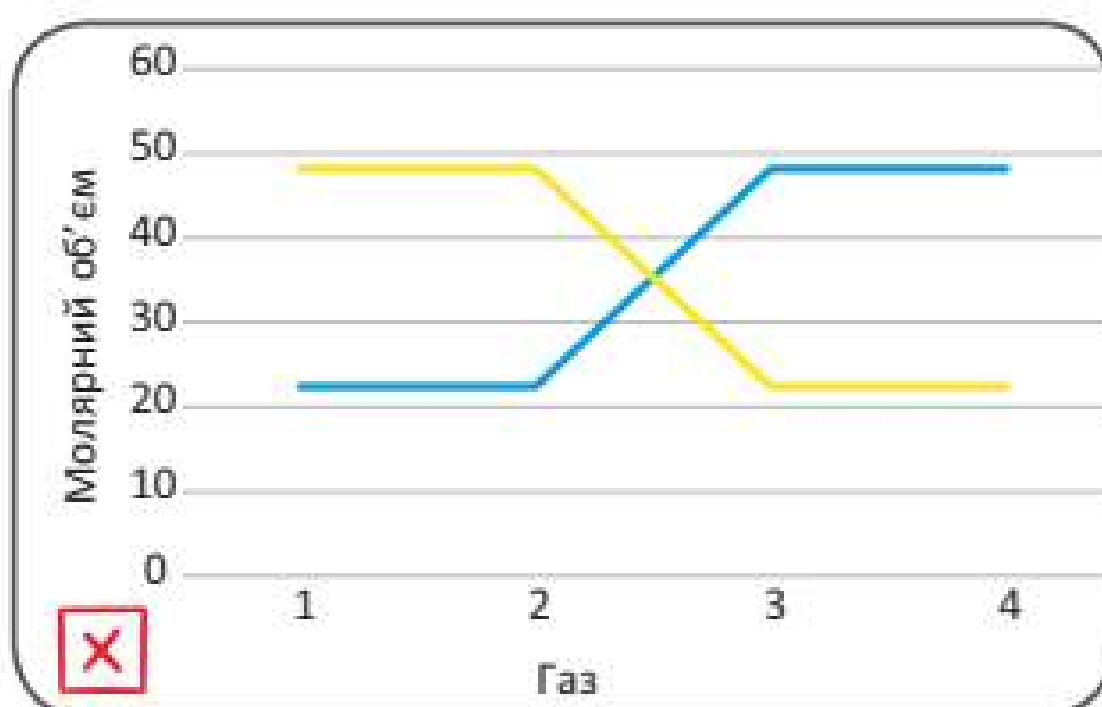
Поміркуй, що відбувається з об'ємом газу внаслідок підвищення температури і зниження тиску.

Оціни правильність виконання твоїми однолітками завдання: «Вибери з-поміж наведених діаграму, на якій правильно відображено результати дослідження молярних об'ємів газів (1–4) за нормальних умов ■ і за температури 20 °С і тиску 50 кПа ■».



Дізнайся правильну відповідь, виконавши інтерактивну вправу за QR-кодом.





- 7 У медичній кисневій подушці міститься кисень масою 71,4 г. Обчисли його кількість речовини (моль) й об'єм (л) за нормальних умов.
- 8 Досліджуючи дихання рослин, французький ботанік і фармацевт Л. Гарро з'ясував, що 12 бруньок бузку виділили протягом доби вуглекислий газ об'ємом 0,07 л (н. у.). Обчисли масу (г) вуглекислого газу, який виділили бруньки бузку.
- 9 Французький хімік, один із фундаторів наукової агрохімії Ж. Б. Буссенго виявив, що листкова поверхня площею 1 дм² лавровишні й олеандра під час фотосинтезу в середньому поглинає на світлі за годину вуглекислий газ об'ємом 5,28 см³ (н. у.). Обчисли кількість речовини (моль) вуглекислого газу та його масу (г), які можуть бути поглинуті листковою поверхнею площею 10 дм² цих рослин за 5 годин.
- 10 Маса вуглекислого газу, який людина в середньому видихає за добу, становить 1 кг. Обчисли об'єм (л) вуглекислого газу (н. у.), який людина видихає за годину.
- 11 Дізнайся з додаткових джерел інформації масу вуглекислого газу, який автомобіль із двигуном внутрішнього згорання під час руху в середньому викидає в повітря кожні 100 км. Відстань від будинку Сергія до гімназії становить 5 км. Обчисли, на скільки літрів зменшиться обсяг викидів вуглекислого газу (н. у.), якщо Сергій діставатиметься гімназії і вертатиметься додому на велосипеді замість того, щоб його підвозила автомобілем старша сестра.
- 12 Кисневий концентратор — пристрій для індивідуальної кисневої терапії та створення сприятливого клімату в приміщеннях. Він за хвилину виробляє кисень об'ємом 4 л (н. у.). Обчисли кількість речовини (моль) і масу (г) кисню, який виробить кисневий концентратор за годину.

- 13 У подушці безпеки водія міститься азот масою 100 г. Обчисли його кількість речовини (моль) й об'єм (л) за нормальних умов.
- 14 Молярна маса газу, у молекулі якого лише атоми Гідрогену й Сульфуру, дорівнює 34 г/моль. Визнач формулу цього газу. У Чорному морі міститься близько 4,6 млрд тонн¹ цього газу. Обчисли об'єм (млрд м³) цього газу (н. у.).
-  Перевір відповідь, виконавши інтерактивну вправу за QR-кодом.
- Запропонуй ШІ розв'язати це завдання й оціни правильність наданого ним розв'язку.
- 15 Підготуй і презентуй у класі повідомлення про наукову діяльність А. Авогадро й медаль на його честь.
- 16 Долучи однокласників й однокласниць до розроблення правил, карток, інструкції тощо для настільної чи комп'ютерної навчальної гри з опрацьованої теми. Апробуйте й удоскональте в разі потреби свою розробку. Проаналізуйте кроки інженерного дизайну — від задуму до кінцевого результату спільної творчості.
- 17 Виготов із доступних матеріалів модель молярного об'єму газів (н. у.).
- 18 Підсумуй, чого корисного навчився / навчилася, опрацювавши матеріал і виконавши завдання. Долучи здобуток, оформивши його на свій розсуд, до особистого портфоліо досягнень.



Навчайся хімії з Pi-stacja UA

Закон Авогадро



¹ За приблизними оцінками.

6. Відносна густина газів

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



Підготуйся в групі до уроку, скориставшись доступними засобами комунікації: стисло сформулюй два правильні й одне неправильне твердження про властивості газів. Запропонуй оцінити правильність твоїх тверджень й оціни твердження інших. Візьми участь у формулюванні спільних висновків за результатами обговорення.

ДОЛУЧИСЯ, ПРОАНАЛІЗУЙ та ОЦІНИ твердження пані Олени.

Твердження 1. Щоб надувна кулька здійнялася в повітрі, її треба заповнити газом, густина якого більша, ніж густина повітря.

Твердження 2. Відношення числових значень густин газів дорівнює відношенню числових значень їхніх молярних мас.

Твердження 3. Густина одного газу можна виразити через густину іншого.

{ Які твердження правильні? Яке — неправдиве? }

ЕКСПЕРИМЕНТУЙ у групі

Візьми участь в обговоренні, плануванні, виконанні дослідження, яке влітку дало змогу Орестові й іншим учасникам та учасницям міжнародного наукового табору правильно дібрати газ для наповнення метеорологічного зонда. Ось як це було.

Спочатку визначили основні критерії, на які треба зважити, добираючи газ-наповнювач, і подали цю інформацію як схему (мал. 6.1).



Мал. 6.1. Яким має бути газ-наповнювач у метеозонді?

Заповніть прогалини на схемі (мал. 6.1), дібравши потрібні слова з-поміж таких: *колір, безпечність, розчинність, смак, ціна, запах*.

Яку стратегію виконання завдання ви вибрали? Чи була вона ефективною?

Які з відомих вам газів (азот, кисень, вуглекислий газ, метан, водень, гелій тощо) відповідають дібраним критеріям? Скористайтеся додатковими джерелами інформації і сформулюйте висновок. Зіставте його з висновками, яких дійшли інші групи. Після обговорення ухваліть разом остаточне рішення.

Під керівництвом досвідчених науковців і науковиць юні дослідники й дослідниці порівняли деякі властивості кількох газів. Результати обговорили, застосувавши мозковий штурм.

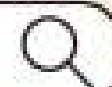
Скористайтеся і ви цим методом, виконуючи завдання.

- 1 Розгляньте малюнок 6.2. Сформулюйте й поясніть гіпотези щодо послідовності згасання свічок у зображених дослідах.



Відшукайте в інтернеті за ключовою фразою відео й перегляньте його.

Dog Cave Experiment



- 2 Зіставте гіпотези з побаченим у відео. Чи справдилися ваші припущення?



Мал. 6.2. Яка свічка згасне першою в посудині 1?
Останньою — у посудині 2?

- 3 Скористайтеся додатковими джерелами інформації, технологією *бриколаж* і доберіть підручні матеріали для створення джерела повільного надходження вуглекислого газу в посудину 1 і заміни сухого льоду в посудині 2. Запропонуйте конструкції пристроїв. Підказки: 1) «в ... шумить "душа океану"» (Леся Українка); 2) на ... майстриня з Вінниччини Олена Грошовик вишиває; 3) Герміона перетворила ... на вино, а Гаррі Поттер — на лід; 4) використовують як невидиме чорнило.



Перевірте правильність ідей, виконавши завдання за QR-кодом.



Візьми участь у розподіленні й розв'язанні завдань з обчислення густин газів за молярною масою і молярним об'ємом. Вибери формулу (мал. 6.3), за якою обчислюють густину газу, візьми до уваги одиниці густини. Поясни свій вибір у групі, оціни пояснення вибору іншими учнями й ученицями.



Мал. 6.3. Як обчислити густину газу?

Долучися до заповнення таблиці 6.1: обчисли *густину* газу / *густини* газів¹. Візьми участь у пошуку відповідей на запитання.

- У якому стовпчику таблиці можна об'єднати комірки й лише раз зазначити кількісну характеристику газів?
- Як змінюються густини газів зі збільшенням їхніх молярних мас?
- Що дає підставу стверджувати, що густина і молярна маса газу є прямо пропорційними величинами?
- Що є коефіцієнтом пропорційності в рівнянні, яким описують залежність густини від молярної маси газу?

Таблиця 6.1

Газ					
Назва	Хімічна формула	Відносна молекулярна маса M_r	Молярна маса M , г/моль	Молярний об'єм V_m , л/моль	Густина, г/л

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Візьми до уваги

☐ Метеозонд — одноразовий безпілотний аеростат для вивчення атмосфери. Він складається з наповненої газом латексної оболонки й підвішеного до неї контейнера з апаратурою (мал. 6.4). Щодня двічі на добу в усьому світі одночасно приблизно з 900 місць запускають метеорологічні



Мал. 6.4.
Метеозонд
NASA, 2021 р.

¹ Відповідно до розподілення завдань у групі.

кулі, наповнені воднем або гелієм. Метеозонди часто досягають висоти 30 км над Землею — це чи не в півтора–два рази вище, ніж зазвичай літають літаки.

Вітер розносить повітряні кулі на відстань до 200 км, а сенсори передають дані на Землю що кілька секунд. Так збирають актуальну інформацію про температуру, атмосферний тиск, вологість повітря, швидкість вітру тощо. Без цих відомостей швидкі (за декілька годин) точні прогнози погоди були б неможливі.

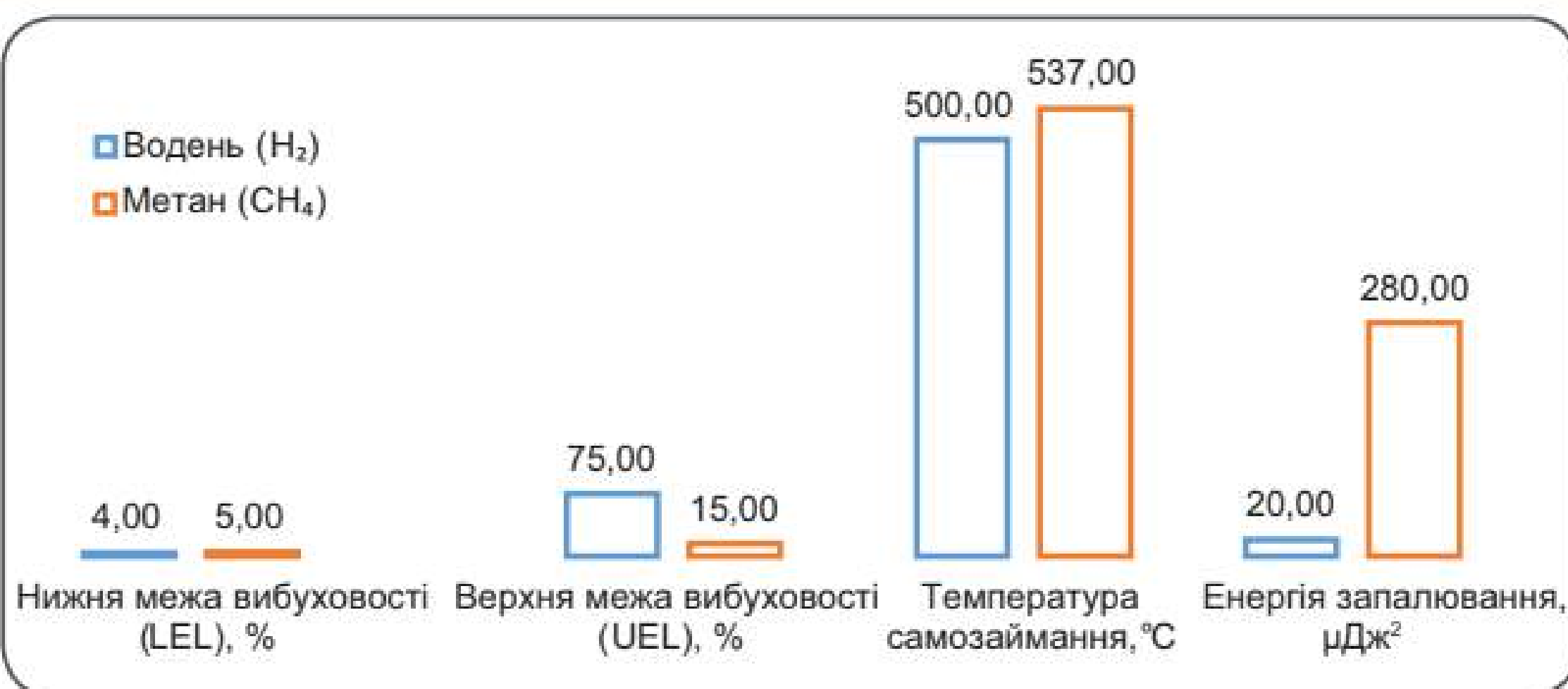
Від XIX ст. Собачу печеру (італ. *Grotta del Cane*) часто описували в підручниках, щоби продемонструвати чималу густину й неабияку небезпечність вуглекислого газу. Ілюстрували явища, що відбувалися в печері, науковою демонстрацією (мал. 6.2) з такою самою назвою, але без жертв серед тварин. Більше про Собачу печеру й ризики неправильного поводження з вуглекислим газом дізнайся з додаткових джерел інформації.

Водень і метан легко займаються та утворюють із повітрям вибухонебезпечні суміші. Дізнайся більше про це з додаткових джерел інформації.

Які параметри впливають на вибухонебезпечність газів (мал. 6.5)?

1. **Нижня межа вибуховості (Lower Explosive Limit, LEL):** мінімальна об'ємна частка (%)¹ газу в суміші його з повітрям, за якої може статися вибух.

2. **Верхня межа вибуховості (Upper Explosive Limit, UEL):** максимальна об'ємна частка (%) газу в суміші його з повітрям, за якої може статися вибух.



Мал. 6.5. Оціни й порівняй вибухонебезпечність газів

¹ Пригадай, що таке частка від цілого, наприклад, масова частка хімічного елемента в речовині. Поясни, що таке об'ємна частка.

² 1 мДж (мікроджоуль) = 0,000001 Дж.

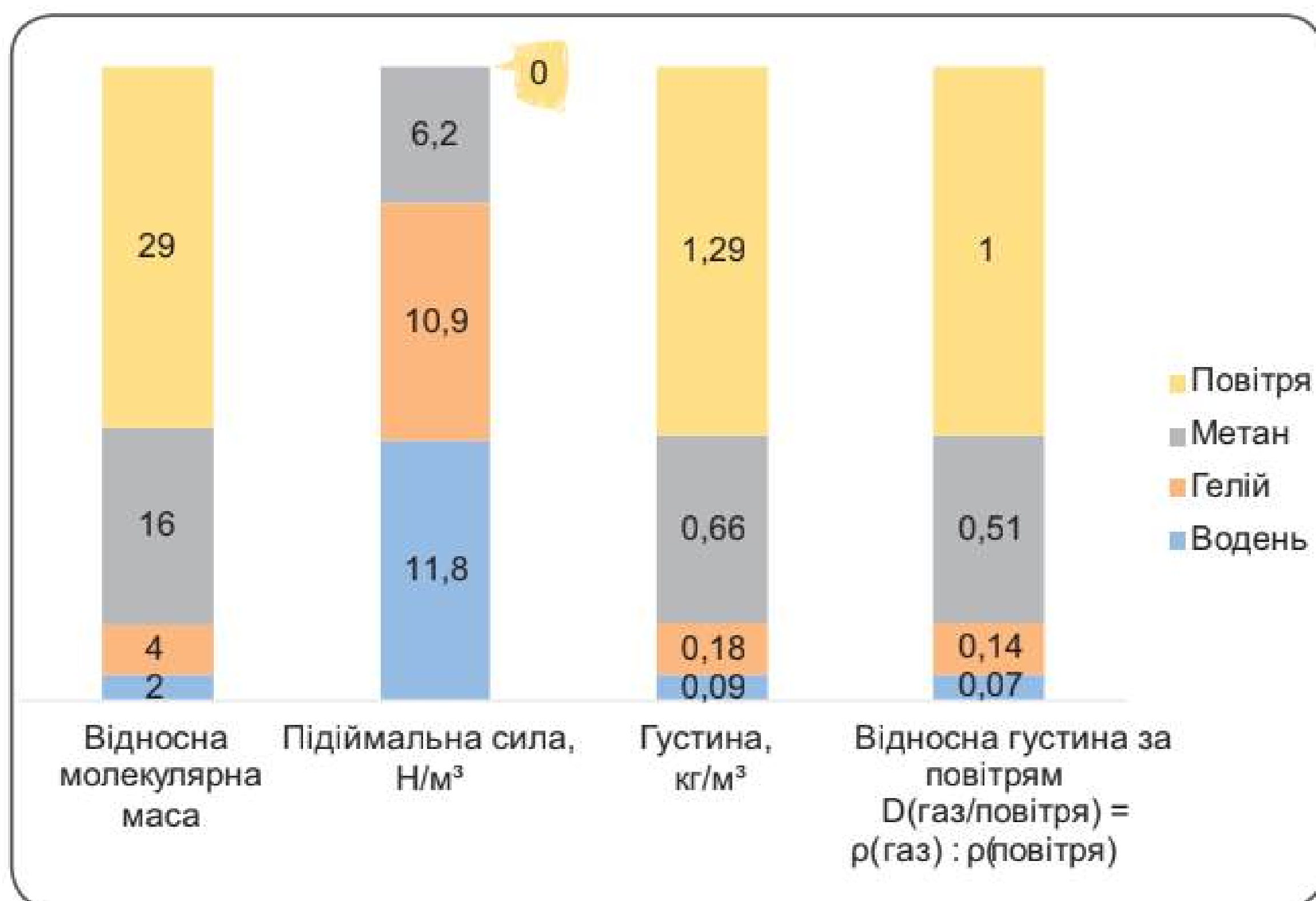


3. Енергія запалювання: мінімальна енергія від джерела запалювання, яка ініціює реакцію горіння газу в кисні.

4. Температура самозаймання: мінімальна температура, за якої газ займається¹ без зовнішнього джерела запалювання.

☐ Гелій не горить і в суміші з повітрям не вибухає. Хоча гелій нетоксичний, вдихати його ризиковано — унаслідок різкого зниження рівня кисню в організмі людина може знепритомніти й навіть померти.

Запаси Гелію на Землі обмежені, а без нього припиниться виробництво чипів, не працюватимуть медичні томографи, адронний колайдер тощо. Тому, використовуючи в повітроплаванні, наукових дослідженнях знання про підймальну силу газів, починають віддавати перевагу поширенішому й дешевшому водню. До того ж його підймальна сила найбільша, якщо порівняти з іншими газами. У разі неухильного дотримання правил безпечного користування ризик вибуху водню мінімальний.



Мал. 6.6. Деякі характеристики повітря, водню H₂, гелію He і метану² CH₄ (приблизні значення за температури 0° і нормального атмосферного тиску)

¹ Загоряється без зовнішнього джерела запалювання.

² Метан — основний складник природного газу.

Густина — важлива кількісна характеристика газів. Потрібно знати її, щоб правильно використовувати газуваті речовини в практичній діяльності, на виробництві й у побуті. Для кількісної характеристики атомів, молекул застосовують *відносні атомну й молекулярну маси*. Порівнюючи гази, використовують *відносну густину*. Густиною D газуватої речовини X за газуватою речовиною Y позначають $D(X/Y)$. Густина D газуватої речовини X за газуватою речовиною Y дорівнює відношенню числових значень густин ρ цих газів, виміряних за однакових умов:

$$D(X/Y) = \frac{\rho(X)}{\rho(Y)}.$$

Густина речовини ρ дорівнює частці від ділення її маси m на об'єм V :

$$\rho(X) = \frac{m(X)}{V(X)}; \quad \rho(Y) = \frac{m(Y)}{V(Y)}.$$

Для речовин кількістю 1 моль ці формули набудуть вигляду:

$$\rho(X) = \frac{M(X)}{V_m(X)}; \quad \rho(Y) = \frac{M(Y)}{V_m(Y)}.$$

Отже,

$$\frac{M(X) / V_m(X)}{M(Y) / V_m(Y)}.$$

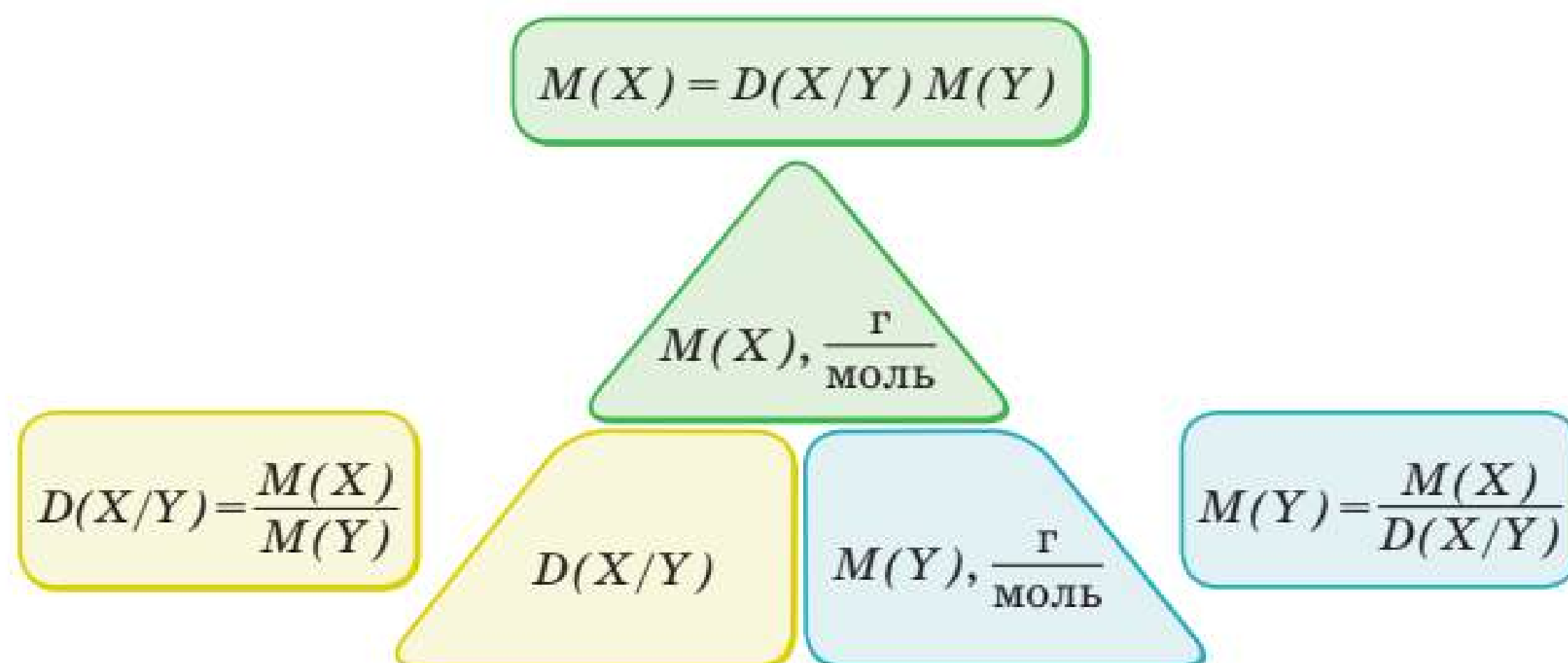
Для газуватих речовин за однакових умов

$$V_m(X) = V_m(Y),$$

тому

$$D(X/Y) = \frac{M(X)}{M(Y)}.$$

Отже, густина газуватої речовини X за газуватою речовиною Y дорівнює відношенню молярних мас M цих газів. Цей зв'язок відображено на схемі (мал. 6.7).



Мал. 6.7. Густина: правильно обчислюй, вправно використовуй!

Молярні маси речовин чисельно дорівнюють їхнім відносним молекулярним масам. Тож густина газуватої речовини X за газуватою речовиною Y дорівнює частці від ділення відносної молекулярної маси газу X на відносну молекулярну масу газу Y :

$$D(X/Y) = \frac{M_r(X)}{M_r(Y)}.$$

Тобто що більша відносна молекулярна (формульна) маса газу, то більша його густина. Очевидно, що густина одного газу за іншим не має одиниць (так само, як і відносна молекулярна чи формульна маса).

Найчастіше визначають густину газу за воднем H_2 , киснем O_2 й повітрям. Наприклад, формула обчислення *відносної густини* газу X за *воднем* має такий загальний вигляд:

$$D(X/H_2) = \frac{M_r(X)}{M_r(H_2)};$$

$$D(X/H_2) = \frac{M_r(X)}{2}.$$

Середня молекулярна маса повітря дорівнює 29. Тому надувна кулька, заповнена вуглекислим газом, відносна молекулярна маса якого 44, лежатиме на підлозі. А така сама кулька з воднем, відносна молекулярна маса якого 2, полине у височінь.

Аналізуючи схему на *малюнку 6.7*, легко дійти висновку, що за експериментально визначеною відотною густиною невідомого газу X за відомим газом Y можна обчислити молярну (а отже, і відносну молекулярну) масу невідомого газу X :

$$M(X) = D(X/Y)M(Y);$$

$$M_r(X) = D(X/Y)M_r(Y).$$

Зроби висновок, чи правильними були твердження 2 і 3 пані Олени, подані у вправі «Криголам».

ЗАСТОСУЙ

- 1 Доповни текст, скориставшись довідкою. Обчисли масу (г) газу, яким було вирішено заповнити метеозонд, якщо за н. у. об'єм цього газу становить $2,24 \text{ м}^3$.

«Юні дослідники й дослідниці деякий час міркували, зважуючи всі *за* і *проти*. Нарешті вони вирішили наповнити метеозонд газом, формула якого ..., тому що цей газ ... Зонд із прикріпленим ... полинув аж за хмари й зник із поля зору. Дані сенсорів про ... (м/с), ... (°C), ... (%) й атмосферний ... (кПа), уміст ..., формула якого O_3 , та найвідомішого парникового газу, формула яко-

го ..., надходили на смартфони юних науковців і науковиць. Беручи участь у цьому дослідницькому проєкті, друзі вкотре пересвідчилися, що для досягнення успіху важливо брати до уваги всі чинники — закони ..., ..., правила ... тощо. Цей день став для них ... нових наукових відкриттів і пригод.

Довідка: He / CO₂ / N₂ / H₂ / O₂; густину меншу від густини повітря / не вибухає / має приємний запах / незаймистий / підтримує горіння / має найбільшу підймальну силу; банер / контейнер / із рекламним логотипом / із вимірювальною апаратурою; температура / тиск / швидкість вітру / вологість; клімат / атмосфера; фізика / хімія / безпека; початок / кінець.

2 Поясни:

- а) який газ, на твою думку, найдоцільніше використати для наповнення метеозонда;
- б) які результати дослідів й опрацювання інформації дали змогу тобі й іншим юним дослідникам і дослідницям правильно дібрати газ для метеозонда;
- в) у якій кульці (мал. 6.8) метан (CH₄), а в якій — сірчистий газ SO₂. Обчисли густину метану за сірчистим газом;



Мал. 6.8. Розпізнай кульки з метаном і сірчистим газом



Перевір відповідь, виконавши інтерактивну вправу.

- 2) де треба встановлювати сенсори метану CH₄, пропану C₃H₈, бутану C₄H₁₀ — ближче до стелі чи до підлоги приміщення.



3 Схематично намалюй за описом, спрогнозуй і поясни результати дослідів:

- а) до кінців коромисла терезів підвісили два однакові скляні прозорі хімічні стакани, перший — догори дном, а другий — отвором. Терези перебувають у рівновазі. У перший стакан Г-подібною скляною трубкою повільно надходить водень;
- б) на шальки терезів поставили два однакові скляні прозорі хімічні стакани догори отвором. Терези перебувають у рівновазі. У перший стакан Г-подібною скляною трубкою повільно надходить вуглекислий газ.

4 Проаналізуй діаграму (мал. 6.5) й оціни правильність тверджень.



Перевір свій результат, виконавши інтерактивну вправу.

- А** У метану ширший діапазон вибухонебезпечних концентрацій, ніж у водню.



Б Для запалювання водню треба менше енергії, ніж для запалювання метану.

В Нижня межа вибуховості водню майже така сама, як у метану.

Г Температура самозаймання водню дещо вища, ніж у метану.

5 Проаналізуй діаграму (мал. 6.6) й оціни правильність тверджень.



Перевір свій результат, виконавши інтерактивну вправу.



А Що більша молярна маса газу, то більша його підймальна сила.

Б Що більша відносна молекулярна маса газу, то менша його густина.

В Що більша густина газу, то більша його густина за повітрям.

Г Що більша густина газу за повітрям, то менша маса молекули газу.

6 Порівняй рекламні повідомлення. Це правда чи наукова фантастика? Неточності через необізнаність чи свідомі перебільшення? Аргументуй свою думку, скориставшись додатковими джерелами інформації.



Зістав свій висновок із поданим за QR-кодом.

Чи погоджуєшся з ним? Чому? Що вважаєш за потрібне додати до нього?



ВІДЧУЙ МАГІЮ СТРАТОСФЕРИ З НАШОЮ ВОДНЕВОЮ КАПСУЛОЮ!

Мрієш побачити Землю з висоти, що перевищує висоту пташиного польоту? Запрошуємо тебе в незабутню подорож у стратосферу нашою мегакомфортабельною водневою капсулою! Дістань неймовірний досвід високого польоту з нейтральним викидом.

Бронюй свій квиток і відкрий нові горизонти з нами!

ВІДЧУЙ МАГІЮ КОСМОСУ З НАШОЮ ВОДНЕВОЮ КАПСУЛОЮ!

Хочеш відчувати, як це — перетнути невидиму межу між атмосферою і космосом? Запрошуємо тебе в незабутню подорож у стратосферу нашою суперкомфортабельною водневою капсулою! Отримай найбезпечніший і найдоступніший досвід польоту в космос із нейтральним викидом.

Забронюй свій квиток і стань частиною космічної історії!

- 7 Добери ключі до чарівних алхімічних скриньок: послідовність цифр на скриньці відповідає густині першого газу за другим.



Перевір відповідь, виконавши інтерактивну вправу.



$$D(\text{CO}_2/\text{H}_2) = 1$$

$$D(\text{O}_2/\text{He}) = 2$$

$$D(\text{N}_2/\text{CO}) = 3$$

$$D(\text{O}_3/\text{O}_2) = 4$$

$$D(\text{NH}_3/\text{H}_2\text{S}) = 5$$



- 8 Спрогнозуй, що відбудеться з об'ємом кулі метеозонда протягом польоту.



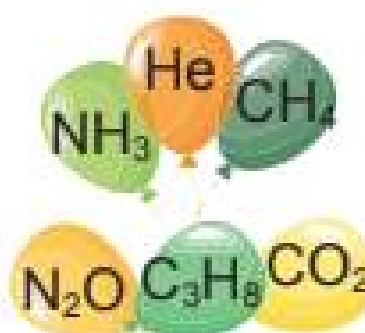
Поясни свою відповідь і перевір її, виконавши інтерактивну вправу.



- А** не зміниться, бо газ залишається всередині кулі
Б поступово збільшиться, бо що вище від рівня моря, то атмосферний тиск нижчий
В поступово зменшиться, бо що вище від рівня моря, то вищий атмосферний тиск
Г після зменшення залишиться незмінною, бо лише частина молекул виходить з оболонки крізь пори в ній

- 9 Вибери повітряні кульки з формулами газів:

- а) густина яких за воднем дорівнює 22;
 б) густина яких за воднем є цілим числом;
 в) густина яких за воднем різниться на 0,5.



Перевір відповіді, виконавши інтерактивну вправу.



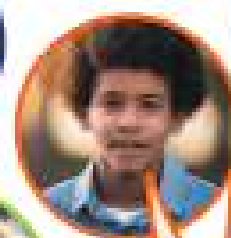
- 10 Долучися до дискусій. Чию думку щодо дій, пов'язаних з аварійним витоком небезпечних газуватих речовин чи розташуванням сенсора чадного газу, поділяєш?

Я вважаю, що в разі витоку хлору (Cl_2), якщо перебуваєш у приміщенні, треба негайно піднятися на вищий поверх або евакуюватися на відкриту місцевість. Виходити із зони хімічного зараження треба в напрямку, перпендикулярному до напрямку вітру, оминати тунелі, яри, лощини.



Маєш рацію! А в разі витоку амоніаку (NH_3) треба спуститися на нижчий поверх і вийти на відкриту місцевість. Якщо немає змоги евакуюватися, то для захисту треба використовувати підземні укриття, підвали й нижні поверхи будинків.

Я вважаю, що в усіх приміщеннях сенсори чадного газу треба розташувати на висоті 1,5–1,7 м від підлоги.



Ні! У спальні детектор чадного газу треба розмістити на тумбочці біля ліжка або на стіні приблизно на 1 м вище від підлоги.

Ні! Якщо в приміщенні є пристрій із відкритою камерою згоряння, наприклад газовий обігрівач, камін, біокамін, треба встановити давач чадного газу на стіну за 15 см до стелі або на стелю за 30 см до стіни.

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ



Навчайся хімії з Pi-stacja UA

Відносна густина газів



Навчайся хімії у ВШО



Відносна густина газів

7. Умови виникнення, безпечне використання горіння і повільного окиснення, керування ними

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Забдання



Підготуйся в групі до уроку, скориставшись доступними засобами комунікації: стисло сформулюй два правильні й одне неправильне твердження про горіння і повільне окиснення. Запропонуй оцінити правильність твоїх тверджень й оціни твердження інших. Візьми участь у формулюванні спільних висновків за результатами обговорення.

ДОЛУЧИСЯ, ПРОАНАЛІЗУЙ та ОЦІНИ твердження пані Олени.

Твердження 1. До виникнення лісової пожежі призвели уламки скляних пляшок, які туристи й туристки залишили неподалік наметового містечка.

Твердження 2. Пожежа на полігоні твердих побутових відходів могла статися внаслідок їхнього повільного окиснення і самозаймання, а не підпалу.

Твердження 3. Якщо бензин розлився і зайнявся, його треба негайно погасити великою кількістю холодної води.

{ Які твердження правильні? Яке — неправдиве? }

ЕКСПЕРИМЕНТУЙ у групі

Візьми участь у плануванні й виконанні дослідження, результати якого дадуть змогу *підтвердити* або *спростувати* твердження про те, що скляні уламки можуть призвести до лісової пожежі.

Оцініть ризики дослідження, сформулюйте й обговоріть правила, яких треба дотримуватися *перед, під час і після* виконання дослідів (мал. 7.1). Доберіть з-поміж зображеного на малюнку 7.2 те, чим треба скористатися в дослідженні. Виберіть дизайн дослідів, скористайтесь в разі потреби додатковими джерелами інформації. Звіт оформте як допис у соціальній мережі або в інший спосіб на вибір.

Треба експериментувати в лісочку неподалік гімназії. Там земля встелена сухою травою, опалою глицею і шишками.



Жартуєш? Це небезпечно й безвідповідально. Адже...

А я пропоную...

Мал. 7.1. А як вважаєш ти?



Мал. 7.2. 1 Збільшувальна лінза. 2 Уламки скла. 3 Хмиз, ломаччя.
4 Кольчужна рукавичка для запобігання порізам.
5 Сухе листя, підсохла трава. 6 Медичний ртутний термометр.
7 Інфрачервоний безконтактний пірометр (200–2200 °C).
8 Термопара зі щупом (0–1500 °C)

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Умови виникнення і припинення горіння цікавили людину із часів її першого знайомства з вогнем. Що саме потрібно для виникнення горіння? Насамперед — реактанти: речовина, яка горить (паливо), і кисень (або інший окисник). Паливо й кисень мають тісно контактувати, однак цього зазвичай замало. Дрова в грубці не спалахують самі, хоча навколо них повітря, яке приблизно на $1/5$ складається з кисню. Щоб запалити деревину, треба довести її температуру до такої, щоб почалася хімічна взаємодія з киснем. Цю температуру називають *температурою займання*. Для нагрівання палива до температури займання зазвичай користуються відкритими джерелами вогню, наприклад сірником чи газовою запальничкою (мал. 7.3).



Мал. 7.3. Відкриті джерела вогню

Проте нагріти речовину чи матеріал до температури займання можна й іншими способами (мал. 7.4).



Мал. 7.4. Доповни твердження: 1 Можлива причина займання автівки — перегрівання внаслідок ... несправних рухомих вузлів і деталей.

2 Електрична іскра внаслідок короткого ... є вірогідною причиною пожежі.

3 Забудькуватість — непряма причина А котра пряма?

4 Деревина поглинає енергію сфокусованого ..., яка перетворюється на тепло.

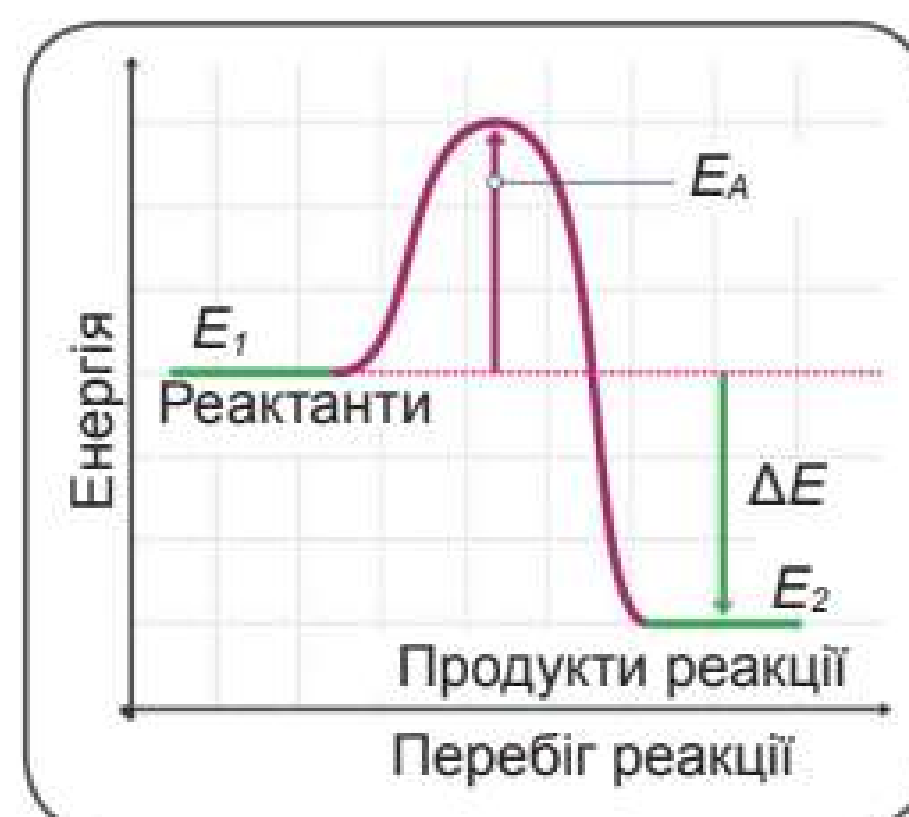
5 Улучення ... в дерево — часта причина пожеж у природі

Що об'єднує всі ці способи? Те, що для нагрівання палива до температури займання потрібна енергія.

Енергія активації E_A — це найменша кількість енергії, потрібна для початку хімічної реакції.

У реакції горіння енергія активації забезпечує подолання енергетичного бар'єра між реагентами (наприклад, целюлозою і киснем) і продуктами реакції (вуглекислим газом і водою). Енергія ΔE , що вивільняється внаслідок руйнування старих й утворення нових зв'язків між частинками речовини (мал. 7.5), виділяється у вигляді тепла і світла.

Для початку горіння потрібне зовнішнє джерело енергії, наприклад, запалений сірник або інше джерело. Енергія із цього джерела повинна забезпечити необхідну енергію активації.



Мал. 7.5. Енергія активації потрібна реагентам для подолання енергетичного бар'єра. У реакції горіння деревини енергія реагентів (E_1) більша від енергії продуктів реакції (E_2). Тепловий ефект реакції дорівнює різниці $E_2 - E_1$, енергія виділяється

Унаслідок горіння виділяється тепло-ва енергія, яка підтримує процес, забезпечуючи енергію активації для подальшого горіння. Це створює *ланцюгову* реакцію (мал. 7.6), яка триває доти, доки є достатня кількість реагентів.

Щоб почалося горіння скіпки — тонкої дерев'яної палички, — треба ввести її кінчик у полум'я пальника. У цьому місці деревина нагріється до потрібної температури й займеться. Найближча до вогню ділянка нагріється від тепла, що виділяється внаслідок горіння. Процес поширюватиметься, захоплюючи нові й нові ділянки скіпки.

Інколи речовина, що горить, є порошком (вугільний пил у шахтах) або дрібними розпорошеними в повітрі краплями (аерозоль гасу, бензину). Унаслідок підпалювання таких сумішей речовин із повітрям тепло швидко поширюється на всі боки. Уся суміш миттєво нагрівається до температури займання. Відбудеться швидке згоряння — спалах (мал. 7.7).



Мал. 7.6. Ланцюгову реакцію можна змодельовувати: від запаленого сірника займається найближчий до нього. Це триватиме, доки є сірники і доступ кисню



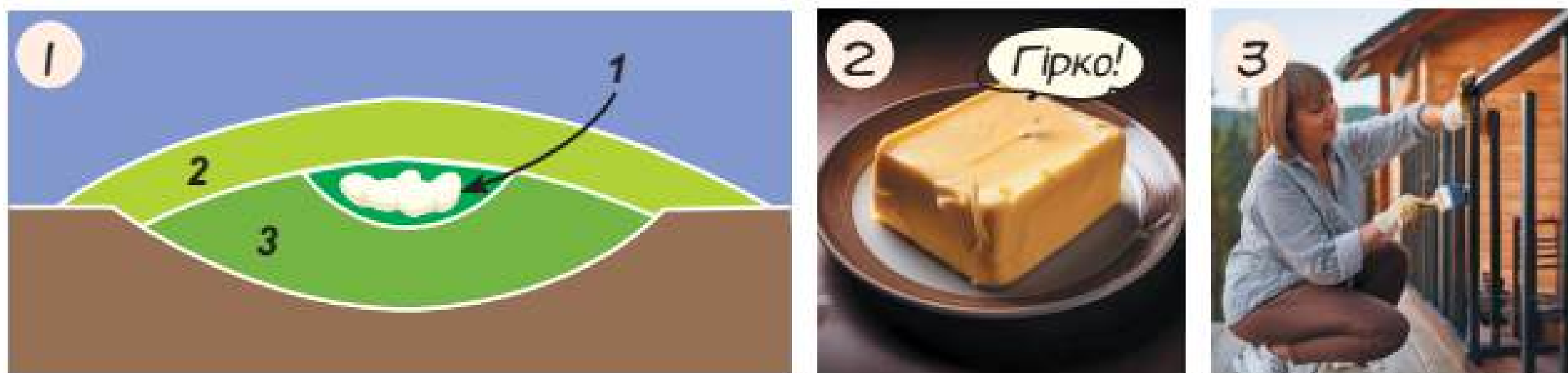
Мал. 7.7. 1 Купку жовтого пилку зрілих спор плауна (лікоподій) не завжди вдається підпалити сірником.

2 Натомість розпорошений на полум'я лікоподій спалахує і миттєво згоряє

Горінням можна керувати! І тут тобі стануть у пригоді здобуті в попередні роки навчання знання про так званий *трикутник горіння*.

Повільне окиснення не таке помітне, як горіння. У повільному окисненні також бере участь кисень, але світлова енергія не виділяється, лише тепла. Приклади взаємодії речовин із киснем без виділення світла: гниття органічних решток, згіркнення вершкового масла, загусання олій, потемніння свіжого зрізу яблука, іржавіння заліза тощо. Люди і тварини використовують тепловий ефект повільного окиснення (*як?*), пильнують (*як?*), щоб воно не перейшло в горіння, подекуди запобігають (*як?*) повільному окисненню, щоб

зберегти харчі від псування, чавунні й сталеві вироби — від іржавіння. Поясни це за малюнком 7.8 у групі, оціни пояснення інших.

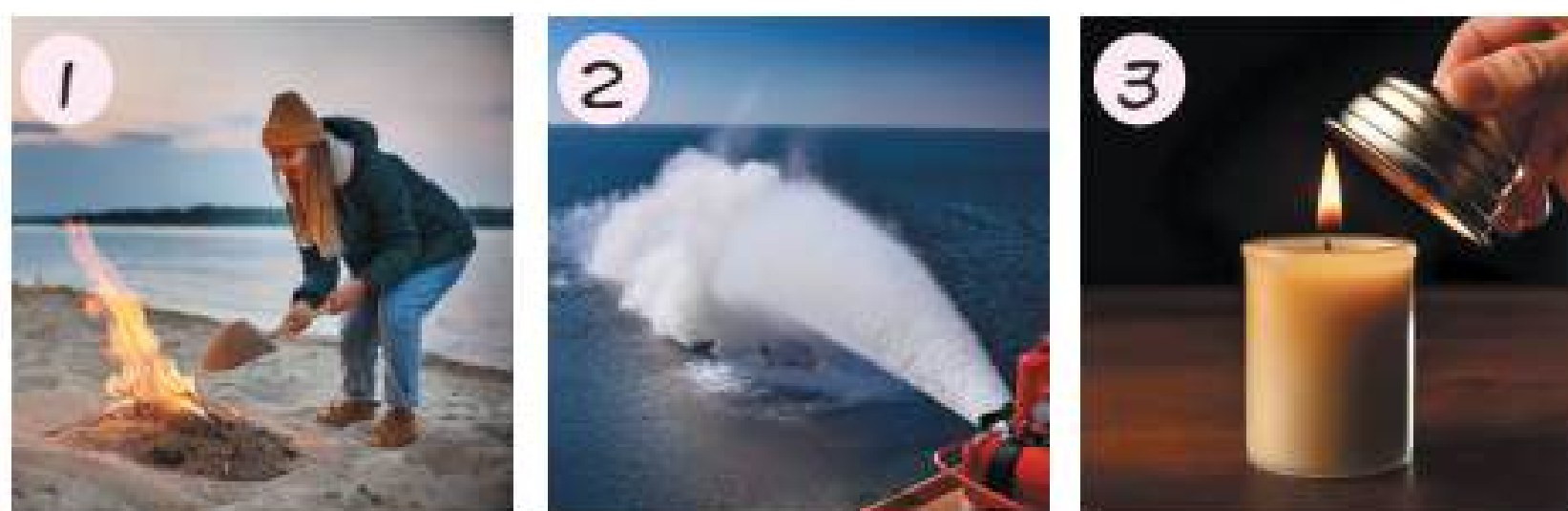


Мал. 7.8. Повільне окиснення в щоденні.

- 1 Для когось смітник, а для смітної курки — інкубатор!
(1 — камера для яєць, 2 — шар піску, 3 — трава, опале листя тощо)
2 Гірко! 3 Скажи ржавінню Ні!

МОДЕЛЮЙ у групі

Намалюй трикутник горіння в зошиті або змодельуй із доступних матеріалів в інший спосіб. Поясни, користуючись моделлю, способи гасіння пожежі, які зображено на малюнку 7.9.



Мал. 7.9. Способи гасіння полум'я багаття 1, нафти в морі 2, свічки 3

ЗАСТОСУЙ

- 1 З'ясуй разом із дорослими, чи є в тебе вдома побутові хімікати, маркування на контейнерах із якими свідчить про легку займистість або пожежну небезпечність. Оцініть разом, чи правильно зберігаєте ці хімікати, виправте ситуацію, якщо треба.
- 2 Відшукай в інтернеті інформацію для ілюстрування твердження 2 пані Олени й презентуй у класі або на віртуальній виставці як дайджест. Поясни, як створюючи такі матеріали, дотриматися академічної доброчесності.
- 3 Поясни з огляду на умови виникнення і припинення горіння:
 - а) як правильно гасити олію, що зайнялася на пательні;
 - б) як погасити одяг, що зайнявся на людині;
 - в) чому не можна розпорошувати аерозольні побутові хімікати на полум'я;

2) навіщо на пожежному стенді розміщують багор¹ чи лом, сокиру, лопату. З'ясуй, скориставшись додатковими джерелами інформації, чи є ці інструменти на зображенні ювілейної монети Національного банку України «100 років пожежному автомобілю України»².

4) Оціни слушність гіпотез, запропонуй безпечний дизайн дослідження, виконай його разом із дорослими. Отримані результати подай у формі таблиці й поясни. Підготуй і презентуй у класі звіт:

а) Квітана припускає: порожній паперовий стаканчик легко підпалити, а такий самий із водою всередині за решти однакових умов не займеться;

б) Орест прогнозує: вичавлену зі свіжих апельсинових шкірок на вогнетривку керамічну плитку калюжку запашної есенції важко підпалити сірником. А випорснуті просто зі шкірки на полум'я свічки дрібнесенькі розпорошені крапельки цієї ж есенції згорять миттєво.

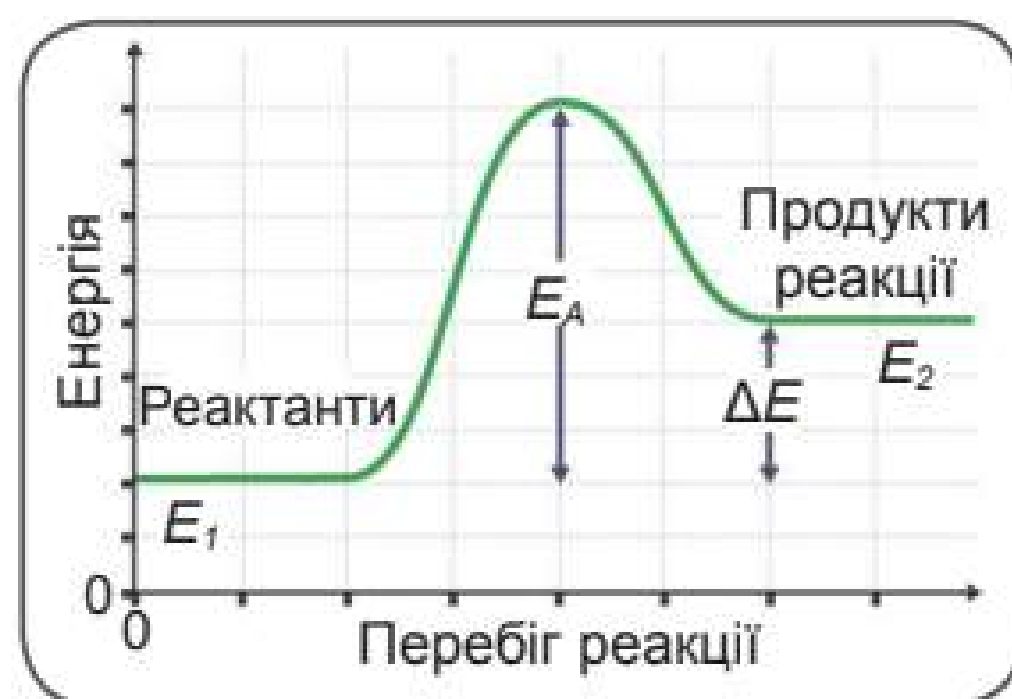
5) Змодельюй:

а) на гладкій горизонтальній поверхні за допомогою олії змодельюй плями нафти й нафтопродуктів. Скористайся водою (запалювати нічого не треба!), щоб пояснити, чому цей засіб не підходить для гасіння нафти, бензину, гасу, які горять. Запропонуй ефективні способи гасіння розлитих нафтопродуктів у побуті. Поясни свій вибір з огляду на умови виникнення і припинення горіння. Зваж, що користування деякими засобами гасіння вогню потребує спеціальних навичок (поясни чому), оціни ризики користування ними;

б) гніздо смітної курки й досліди зміну температури в ньому із часом. Вислови припущення щодо того, як птаху вдається підтримувати сталу температуру в створеному ним гнізді-інкубаторі. Перевір свою гіпотезу експериментально або відшукай інформацію в інтернеті й підготуй повідомлення для учнів й учениць молодших класів.

6) Порівняй із графіком на малюнку 7.5 графік на малюнку 7.10 і допиши пояснювальний текст до нього:

«Енергія активації потрібна реагентам для подолання енергетичного бар'єра. У реакції, дані про яку відображено на графіку, енергія ...»



Мал. 7.10

¹ Довга дерев'яна тичка з металевим вістря́м і гаком.

² Номінал 5 гривень, уведено в обіг 3 жовтня 2016 року.

7 Добери з літературних творів цитати, у яких ідеться про засоби і способи гасіння пожеж; прокоментуй їх з огляду на умови виникнення й припинення горіння.

8 Проаналізуй уривок допису. Поясни, чим є ці твердження: науковими фактами, судженнями, які потребують додаткової перевірки, перебільшеннями тощо. Добери приклади на підтвердження своєї думки.

«Зерно є одним із найнебезпечніших продуктів сільського господарства з погляду вибухо- й пожежонебезпечності». Зерносховища — зони підвищеної пожежної небезпеки

9  Виконай інтерактивні вправи.

1. Вибери формули газів, які підтримують горіння парафіну.

A CO_2

Б N_2

В O_3

Г O_2

2. НЕ МОЖНА гасити водою полум'я, якщо горить

A деревина

В бензин

Б папір

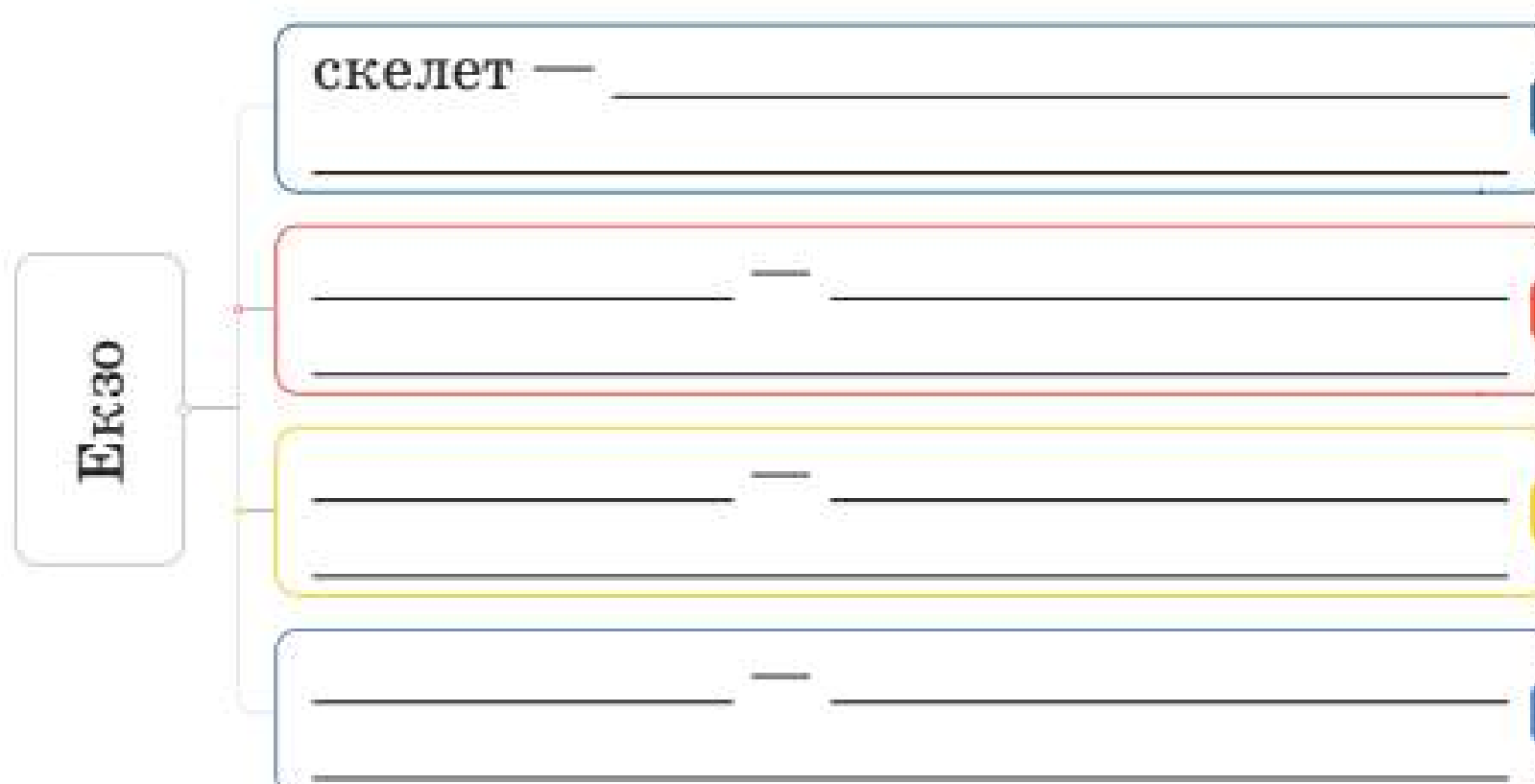
Г олія



10 Розподіліть роботу в парі: один / одна наводить приклад переходу горіння в повільне окиснення, другий / друга – навпаки. **Обміняйтеся** зошитами, **перевірте** і, якщо треба, **скорегуйте** відповіді. **Поверніть** зошити одне одному й наведіть приклад переходу горіння в повільне окиснення і навпаки, відмінний від наведеного вашим однокласником / однокласницею. **Удруге** обміняйтеся зошитами й **перевірте**, узгодьте і, якщо треба, **скорегуйте** відповіді.

II Скористайся довідковою літературою і **витлумач** терміни *екзотермічна* реакція й *ендотермічна* реакція. **Упиши** в зошиті в схеми й **витлумач** спільнокореневі слова з префіксами *ендо-* й *екзо-*, якими послуговуються в інших природничих науках, медицині тощо.

Екзотермічна реакція — _____



Ендо	СКОП — _____
	_____ — _____
	_____ — _____
	_____ — _____

12) Долучися до діалогу.

Горіння свічки — екзотермічний процес, адже внаслідок горіння виділяється теплова енергія.



Ні, горіння свічки — ендотермічний процес, адже на запалювання її треба витратити енергію.

Навчайся хімії з **Pi-stacja UA**

Оксиди. Окиснення. Горіння



Енергетичний ефект хімічної реакції

8. Реакції сполучення. Поняття про оксиди, сульфіді. Реакції розкладу

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Забдання



Підготуйся в групі до уроку, скориставшись доступними засобами комунікації: стисло сформулюй два правильні й одне неправильне твердження про хімічні реакції, їхні схеми, рівняння. Запропонуй оцінити правильність твоїх тверджень й оціни твердження інших. Візьми участь у формулюванні спільних висновків за результатами обговорення.

ДОЛУЧИСЯ, ПРОАНАЛІЗУЙ та ОЦІНИ твердження пані Олени.

Твердження 1. Утворення води внаслідок згоряння водню в кисні є реакцією сполучення.

Твердження 2. Утворення водню і кисню внаслідок електролізу води є реакцією розкладу.

Твердження 3. Горіння метану в кисні є водночас і реакцією сполучення, і реакцією розкладу.

{ Які твердження правильні? Яке — неправдиве? }

МОДЕЛЮЙ у групі

1. Долучися в групі до створення сценарію однієї з руханок, яка дасть змогу змодельовати або реакцію згоряння водню в кисні, або реакцію електролізу води. Розподіліть ролі, розробіть атрибутику з підручних матеріалів, придумайте гасло для створеної моделі. Оцініть за результатами моделювання правильність тверджень 1–2 пані Олени.

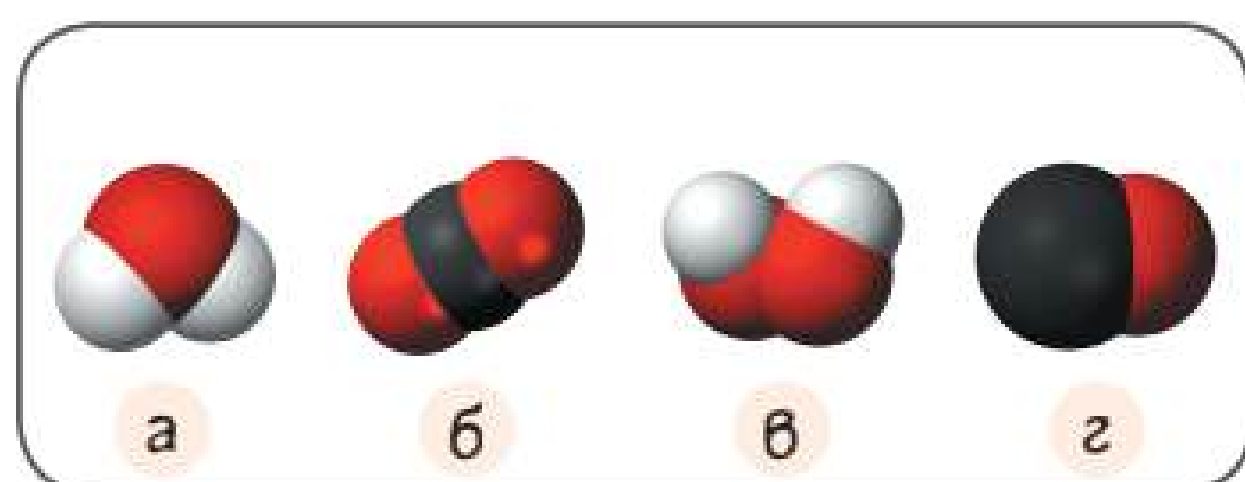
2. Обговоріть і доповніть визначення реакцій сполучення і розкладу, заповнивши пропуски у формулюваннях:

У реакціях ... реактантами є кілька речовин, продуктом — ...

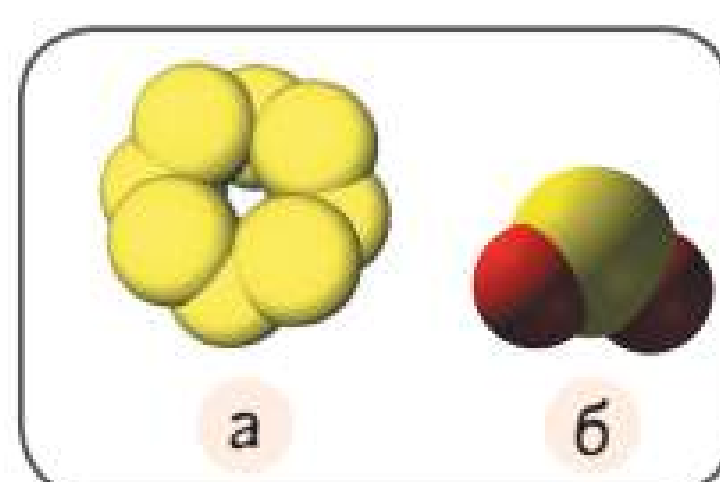
У реакціях ... реактантом є ... речовина, продуктами — кілька речовин.

Оксиди. Вода H_2O й вуглекислий газ CO_2 (мал. 8.1, а, б) є продуктами згоряння метану в кисні. Чим подібні ці речовини? Адже одна за звичайних умов — рідина, друга — газ. Проте відповідь очевидна — молекули обох речовин складаються з атомів двох хімічних елементів, одним з яких є Оксиген. Такі речовини називають *оксидами*. Подібним до води за якісним, але відмінним від неї за кількісним складом є гідроген пероксид H_2O_2 (мал. 8.1, в). *То гідроген пероксид теж належить до оксидів? Ні! В оксидах немає атомів Оксигену, сполучених між собою.* Натомість такі атоми Оксигену є в пероксидах, наприклад у гідроген пероксиді H_2O_2 . Натомість чадний газ CO (мал. 8.1, г) — продукт неповного згоряння парафіну, метану тощо — є оксидом. У формулах оксидів символ Оксигену заведено записувати другим¹.

Бінарний — той, що складається з двох частин. У формулі бінарної сполуки символи лише двох хімічних елементів.



Мал. 8.1. Моделі молекул: води а, вуглекислого газу б, гідроген пероксиду в, чадного газу г



Мал. 8.2. Моделі молекул сірки а й продукту її горіння в кисні — сірчистого газу б

Оксиди утворюються внаслідок реакцій різних типів. Наприклад, сірка, формула якої S_8 (мал. 8.2, а), згоряє в кисні блакитним полум'ям. Продукт цієї реакції сірчистий газ — оксид, у молекулі якого атом Сульфуру й два атоми Оксигену (мал. 8.2, б). Зв'язки і між атомами Сульфуру в молекулі сірки, і між атомами Оксигену в молекулі кисню руйнуються. Атоми перегруповуються й утворюють нові зв'язки — між атомами Оксигену й Сульфуру. Горіння сірки в кисні — реакція *сполучення*. Запах сірчистого газу ти відчуваєш, коли згоряє головка сірника. Сірчистий газ задушливий, подразнює дихальні шляхи й слизові оболонки.



Відшукай в інтернеті за ключовою фразою

Sulphur Burning  відео й переглянь його.

¹ Зокрема сполука, формула якої OF_2 , не є оксидом Флуору. Це оксиген фторид.

Білий пухкий порошок магній оксиду утворюється внаслідок згоряння магнію. Формула магній оксиду MgO . Під час перебігу реакції виділяється світлова і теплова енергія.



Відшукай в інтернеті за ключовою фразою відео й переглянь його.

Magnesium Burning Oxygen



Також оксиди утворюються внаслідок *розкладання* деяких оксигеновмісних речовин. Мінерал малахіт, формула якого $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, широко використовують для виготовлення декоративних виробів (мал. 8.3, а). А внаслідок прожарювання зеленого порошку малахіту (мал. 8.3, б) утворюються чорний порошок оксиду Купруму (мал. 8.3, в), водяна пара й вуглекислий газ. Скористайтесь законом збереження маси речовини й визначте формулу одного з оксидів Купруму, проаналізувавши хімічне рівняння розкладання малахіту:



Відшукай в інтернеті за ключовою фразою відео й переглянь його.

Розкладання малахіту



Мал. 8.3. Малахітова статуетка а, здрібнені малахіт б й оксид Купруму в

Кальцій оксид, який у побуті називають *негашеним вапном*, добувають випалюванням вапняку (CaCO_3). Формулу кальцій оксиду також визнач самотужки, проаналізувавши хімічне рівняння:



Сульфід, так само як оксиди, є бінарними сполуками. Тож формули сульфідів записують за допомогою символів двох хімічних елементів, один із яких — *Сульфур*. У сульфідах немає атомів Сульфуру, які сполучені один з одним. За цією ознакою відрізняємо сульфідів від персульфідів (порівняй з оксидами й пероксидами). Прикладом сульфиду неметалічного елемента є гідроген сульфід. Мінерал сфалерит (ZnS) також належить до сульфідів. Натомість пірит (FeS_2) є персульфідом (мал. 8.4).



Мал. 8.4. 1 Модель молекули гідроген сульфїду.

2 Сфалерит і розташування структурних частинок у ньому.

3 Пірит і розташування структурних частинок у ньому

Сульфїди можуть утворюватися внаслідок реакцій сполучення. Рівняння цих реакцій ти легко доповниш формулами, скориставшись законом збереження маси:



Більше про бінарні сполуки та їхні назви зможеш дізнатися, зісканувавши QR-код.



ЕКСПЕРИМЕНТУЙ у групі

Візьми участь у плануванні дослідження, яке передбачає добування купрум оксиду (CuO) в інший спосіб, ніж розкладання малахіту. Обговорїть, оцініть доступність і безпечність запропонованих способів, виберіть оптимальний. Порівняйте його зі способами, які запропонували інші групи. Ухваліть спільно остаточне рішення і перевірте його доцільність на практиці.

Розробіть дизайн досліду (реального чи мисленнєвого), за допомогою якого можна довести, що речовина, яку добудете, ідентична тій, що утворюється внаслідок розкладання малахіту. Наведіть приклад вимірювань й обчислень, на основі яких можна дійти висновку про формулу добутого продукту.

ЗАСТОСУЙ

1 Укажи ознаку, за якою класифікують хімічні перетворення на реакції сполучення і розкладання.

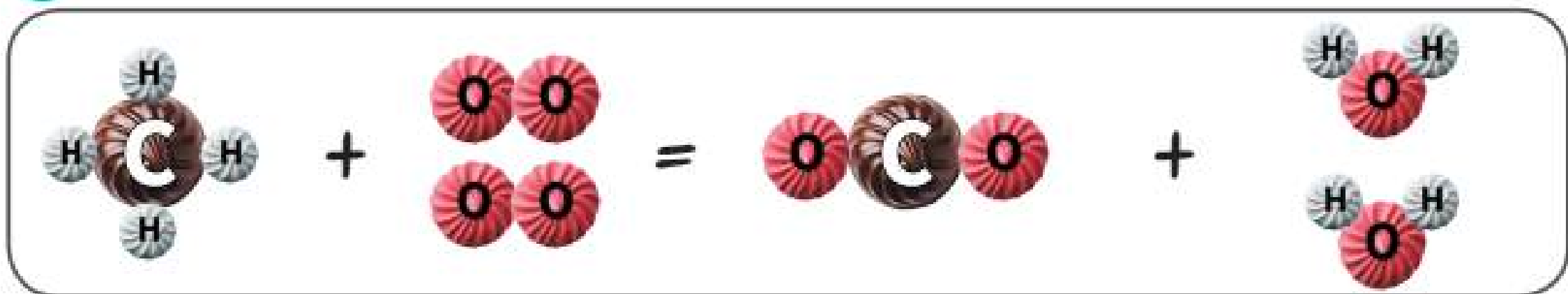
А енергетичний ефект

Б кількість реактантів і продуктів

В швидкість

Г величина енергії активації

2 Напиши хімічне рівняння, що відповідає моделі на малюнку 8.5.



Мал. 8.5

Поясни, який набір цукерок доцільніше використати для моделювання.

Набір	Маса (г) однієї цукерки		
			
1	20	10	5
2	24	32	2

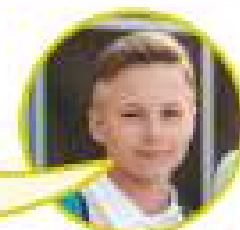
3 Долучися до дискусії, аргументуй свою позицію. Чи всі учні й учениці висловлюють свою думку ввічливо й толерантно? Чи маєш що порадити їм?

У реакції горіння метану в кисні беруть участь дві речовини, за цією ознакою її треба віднести до реакцій сполучення.



Ні, унаслідок згоряння метану утворюються дві речовини, за цією ознакою її треба віднести до реакцій розкладання.

Маячня якась! Невже так важко второпати, що згоряння метану не можна вважати ні реакцією сполучення, ні реакцією розкладання.



Так багато речовин і різноманітних хімічних реакцій... Напевно, що розкладанням і сполученням типи реакцій не обмежені. Та й будь-яка штучна класифікація недосконала...

А як вважаєш ти?

4 Добери з-поміж поданих і розподіли за колонками таблиці формули речовин:

CuS , H_2SO_4 , NO , SO_2 , SO_3 , Na_2S , H_2SO_4 , P_4O_{10} , SF_6 , N_2O_4 .

Хімічні формули	
оксидів	сульфідів



Виконай інтерактивну вправу за QR-кодом.



5 Дізнайся, що означають префікси моно-, ди- (ді-), три- в словах *монополія*, *монорейка*, *дилогія*, *диптих*, *трилогія*, *триптих*. Поміркуй, чому чадний газ називають карбон монооксидом, а вуглекислий газ — карбон діоксидом. Відшукай у попередньому завданні хімічні формули нітроген монооксиду, сульфур діоксиду, сульфур триоксиду. Вислови припущення, як називають сполуки, формули яких NaCl, AlN. Перевір відповідь, скориставшись додатковими джерелами інформації.

6 Перетвори схеми хімічних реакцій на хімічні рівняння. Розподіли номери схем реакцій за колонками таблиці:



Схеми реакцій	
сполучення	розкладання

7 Накресли в зошиті таблицю і розподіли формули Na_2S ; SiO_2 ; SO_2 ; SO_3 ; CaS ; Fe_2S_3 ; TiO_2 ; Mn_2O_7 ; SeO_2 за колонками: загальна формула оксидів E_xO_y ; загальна формула сульфідів E_xS_y .

8 Дізнайся, де в Україні та світі є бальнеологічні курорти із джерелами мінеральної води, багаті на сірководень. Створи інтерактивну мапу таких курортів. Підготуй довідку про тих, хто досліджував в Україні унікальну лікувальну мінеральну воду з високим умістом сірководню. Дізнайся ім'я першовідкривачки розташованого поблизу селища Сатанів родовища мінеральної води, яка багата на сірководень. Поділися інформацією в класі.

Навчайся хімії з Pi-stacja UA

Види хімічних реакцій



9.

Керування хімічними реакціями.

Використання продуктів й енергетичного ефекту хімічних реакцій

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



Підготуйся в групі до уроку, скориставшись доступними засобами комунікації: стисло сформулюй два правильні й одне неправильне твердження про енергію активації (енергетичний бар'єр) і про те, як можна вплинути на перебіг хімічних реакцій. Запропонуй оцінити правильність твоїх тверджень й оціни твердження інших. Візьми участь у формулюванні спільних висновків за результатами обговорення.

ДОЛУЧИСЯ, ПРОАНАЛІЗУЙ та ОЦІНИ твердження пані Олени.

Твердження 1. Що вища температура, то швидше відбувається хімічна реакція.

Твердження 2. Якщо знизити енергію активації, швидкість реакції підвищиться без зміни кінцевого результату.

Твердження 3. Швидкість природних хімічних процесів стала, людина може впливати лише на швидкість виробничих процесів, у яких використовують хімічні реакції.

{ Які твердження правильні? Яке — неправдиве? }

ЕКСПЕРИМЕНТУЙ у групі

Візьми участь у плануванні й виконанні дослідження впливу на швидкість розкладання гідроген пероксиду¹: а) його масової частки в розчині; б) температури; в) ферментів, які містяться в сирих овочах, м'ясі. Запропонуйте безпечний дизайн дослідів, зазначте його переваги. Виберіть і зреалізуйте оптимальний варіант.

Оціни ефективність своєї участі в дослідженні й роботу групи за п'ятибальною шкалою. Чи збіглася твоя оцінка групової роботи з оцінками інших?

Що вважаєш за потрібне взяти до уваги, щоб поліпшити дослідницькі навички й уміння співпрацювати? Чи такої самої думки дотримуються інші учні й учениці з групи, класу?

Чи змогли ви на основі результатів дослідження підтвердити або спростувати твердження пані Олени?

¹ Аптечний препарат «Перекис водню» — водний розчин із масовою часткою гідроген пероксиду 3%.

Долучися в групі до створення (на вибір) сценарію руханки, що дасть змогу показати: а) як підвищення температури впливає на рух частинок реагентів і швидкість хімічної реакції; б) як каталізатор пришвидшує хімічну реакцію, знижуючи енергетичний бар'єр (енергію активації), але не впливає на кінцевий продукт.

Розподіліть ролі, доберіть чи сконструйте обладнання з підручних матеріалів, придумайте гасло для створеної моделі.

Апробуйте руханку на уроці фізичної культури й поясніть її хімічний зміст учителю чи вчительці.

Попросіть учителя чи вчительку фізкультури оцінити за п'ятибальною шкалою зрозумілість ваших пояснень впливу температури і/або каталізатора на швидкість хімічної реакції.

Запропонуйте інший спосіб моделювання, оцініть переваги й недоліки руханки, порівнюючи її з іншими моделями.

Заповніть пропуски у формулюванні:

— “

... — це речовина, яка пришвидшує хімічну реакцію, залишаючись після неї в хімічно незмінному стані.

... знижує енергію активації.

” —

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Швидкість хімічної реакції — це швидкість утворення продуктів або витрачання реагентів. Спостерігаючи хімічні явища і процеси в щоденні, можна дійти висновку, що хімічні реакції відбуваються з різною швидкістю (*наведи приклади*).

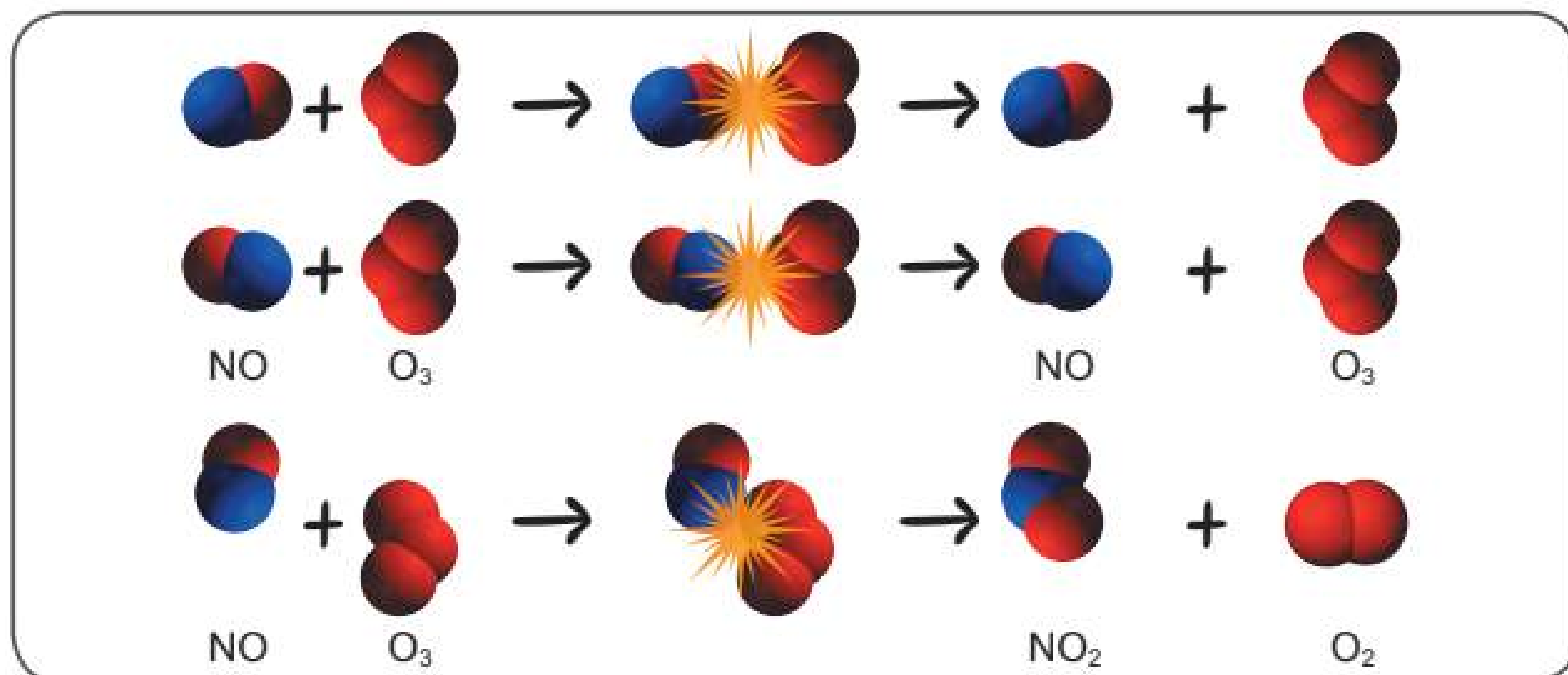
Чому одні хімічні реакції відбуваються миттєво, а інші тривають століттями? Відповідь на це запитання важливо знати для того, щоб керувати швидкістю хімічних перетворень, пришвидшувати корисні й уповільнювати шкідливі процеси.

Ти вже знаєш, що потрібно для того, щоби почалася хімічна реакція. Поясни це за малюнком 9.1.



Мал. 9.1. З пункту А в пункт Б...

Важливим чинником, особливо для багатоатомних молекул складної форми, є взаємне розташування (мал. 9.2).



Мал. 9.2. Взаємне розташування частинок реагентів важлива для ефективної взаємодії між ними

Каталізатор пришвидшує хімічну реакцію, змінюючи її механізм і зменшуючи витрати енергії. Образно пояснити різницю між перебігом реакції без каталізатора і за його участю дає змогу малюнок 9.3. Оціни результат спроби нейромережі й прокоментуй малюнок, користуючись науковими термінами.



Від яких ще чинників залежить швидкість хімічної реакції?

Мал. 9.3. З каталізатором швидше!

Природа реагентів істотно позначається на їхній реакційній здатності. Наприклад, залізо у вологому повітрі швидко іржавіє, бо реагує з водою і киснем повітря. Натомість золото за тих самих умов із киснем і водою не реагує (мал. 9.4). Натрій бурхливо реагує з водою, а платина хімічно дуже стійка.



Мал. 9.4. 1 Давні лицарські обладунки. 2 Золоті вироби

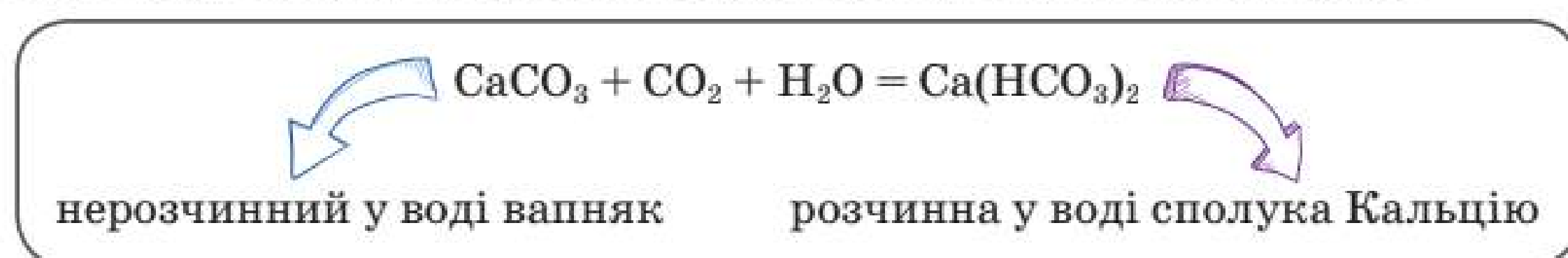
Використання продуктів й енергетичного ефекту хімічних реакцій надзвичайно широке, бо... Ти самотужки зможеш продовжити пояснення, скориставшись, якщо треба, різними джерелами інформації, наприклад колажем на малюнку 9.5.



Мал. 9.5. Керуй хімічними реакціями вправно, використовуй енергію ощадливо!

- 1 Хімічні джерела електричної енергії. 2 Сьогодні — паливо у феєрверку, а завтра — основа безкарбонової енергетики.
3 Хімічне джерело світла — надійний помічник людини. 4 Ферменти в дії!
5 Реакція горіння — джерело теплової і світлової енергії

Швидкість природних хімічних процесів також може змінюватися під впливом діяльності людини. Наприклад, через спалювання вуглеводневого палива збільшується вміст вуглекислого газу в атмосфері. Це може призводити до того, що вода у Світовому океані стає кислішою, тому швидше руйнуються коралові рифи. Адже головним складником скелета коралів є кальцій карбонат. Ця речовина також міститься в мушлях, перлинах, шкаралупі пташиних яєць, мармурі, вапняку, крейді тощо. Також це може призвести до пришвидшення розчинення сталактитів у карстових печерах:



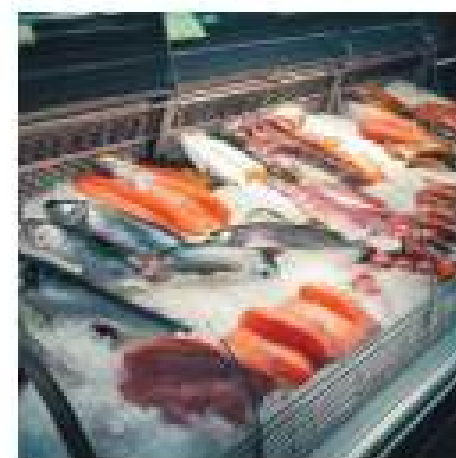
Поміркуй, що має робити людина, щоб зберегти ці унікальні природні утворення (мал. 9.6).



Мал. 9.6. Збережімо красу і велич природи! 1 Корали. 2 Сталактити

ЗАСТОСУЙ

- 1 Поясни вплив температури на швидкість хімічних реакцій на прикладі зберігання харчових продуктів і ліків (мал. 9.7).



Мал. 9.7. Холод зберігає свіжість, тепло — пришвидшує псування!

- 2 Створи добірку ілюстрацій, які доводять, що хімічні реакції в природі відбуваються з різною швидкістю. Поясни, як дотримуєшся академічної доброчесності й захищаєш своє авторське право.
- 3 Витлумач твердження «Найважливішою ланкою логістичного ланцюжка є розроблення оптимальних транспортних шляхів доправлення виробленого продукту до споживача» з погляду уявлень про керування хімічними реакціями.
- 4 Сплануй дослідження, результати якого можуть довести твоїм одноліткам, що вміст лимонної кислоти у водному розчині впливає на швидкість її реакції з кальцій карбонатом, який міститься в шкаралупі курячого яйця. Подай результати у формі таблиці й графіка. Поділися результатами в класі.
- 5 Змодельуй, скориставшись підручними матеріалами, вплив закислення Світового океану на організми, мушлі й скелети яких побудовані з кальцій карбонату. Спрогнозуй вплив закислення Світового океану на туризм, продовольчу безпеку, біорізноманіття тощо.
- 6 Підготуй і презентуй у класі довідку про галузі використання реакцій, унаслідок перебігу яких світлова енергія:
- а) виділяється;
 - б) поглинається.
- 7 Збери інформацію про:
- а) використання каталізаторів в енергозбереженні;
 - б) побутові пристрої, у яких використовують каталізатори.
- Поділися новими знаннями в класі.
- 8 Дізнайся про хімічні реакції, що відбуваються в каталізаторній коробці автомобіля, і поясни значення каталізаторів у збереженні довкілля.
- 9 Підготуй повідомлення про науковий доробок українських хіміків і хімікинь, фахом яких є дослідження каталітичних реакцій і створення нових каталізаторів.
- 10 Дізнайся, у якому українському виші є кафедра фізики та хімії горіння. Обґрунтуй важливість знання хімії для фахівців і фахівчинь у галузі пожежної безпеки.

II Розв'яжи кросворд.



Перевір за QR-кодом відповідь, виконавши інтерактивну вправу.

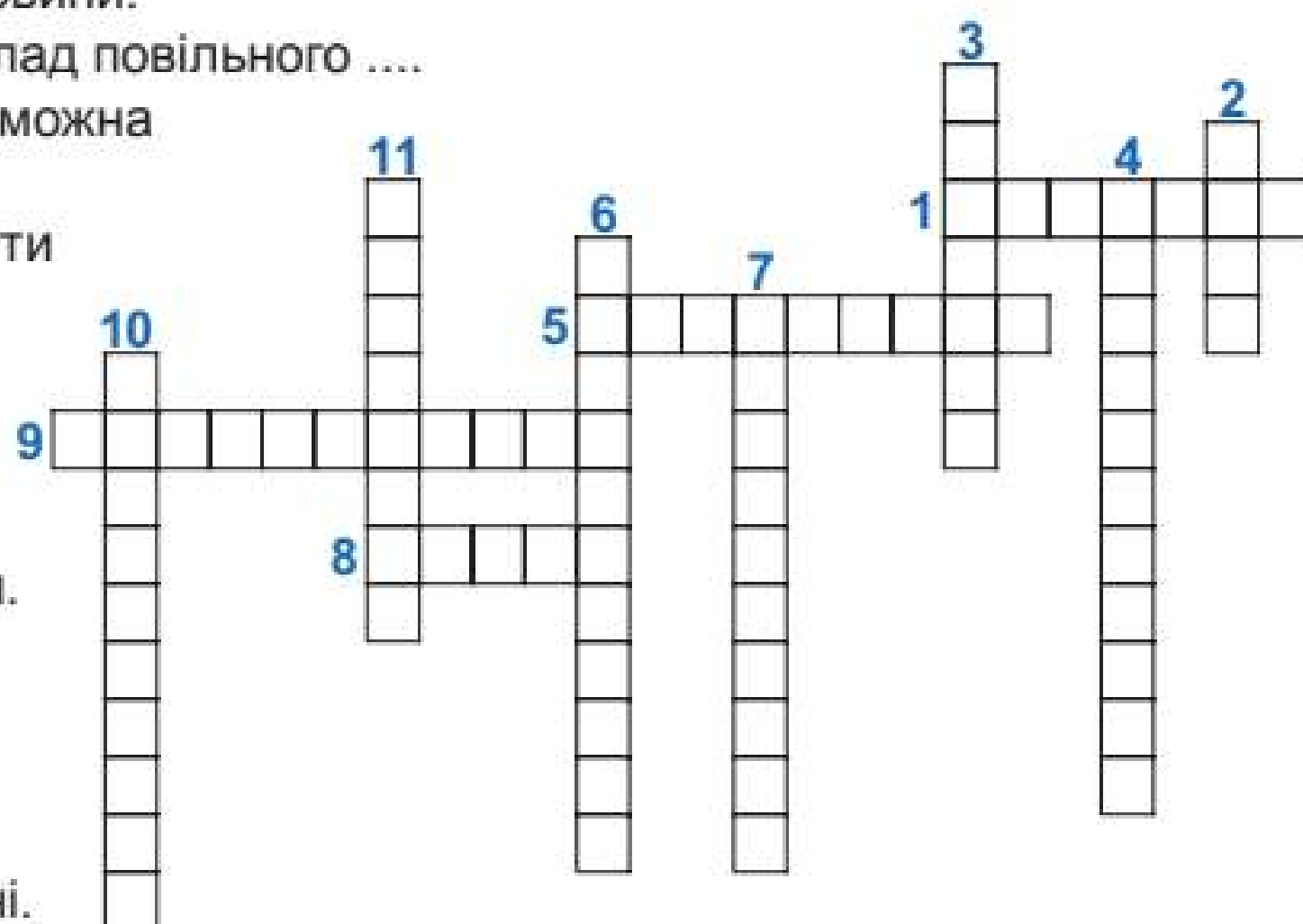


Горизонтально:

1. Хімічне перетворення речовини.
5. Іржавіння заліза – це приклад повільного
8. Суміш вуглеводнів, яку не можна гасити водою – це
9. Порошковий ... повинен бути в кожній автівці.

Вертикально:

2. ... – це ефективний засіб гасіння бензину, що зайнявся.
3. Доступ кисню – це одна з трьох необхідних умов
4. ... пришвидшує хімічну реакцію, залишаючись після неї в хімічно незмінному стані.
6. З одного реактанту утворюється кілька продуктів – це реакція
7. З кількох реактантів утворюється один продукт – це реакція
10. Необережне ... з вогнем – причина пожеж.
11. Щоб запалити речовину, треба нагріти її до температури



Навчайся хімії з **Pi-stacja UA**

Швидкість хімічної реакції



Навчайся хімії у **ВШО**

Швидкість хімічної реакції



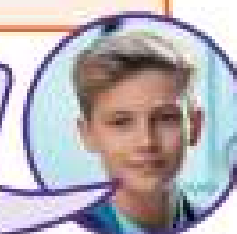
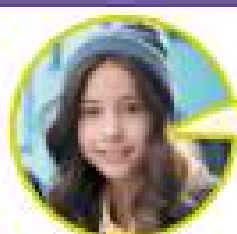
Тема 2. ДОСЛІДЖУЄМО Й УПОРЯДКОВУЄМО ХІМІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ

10. Групуємо. Класифікуємо. Систематизуємо



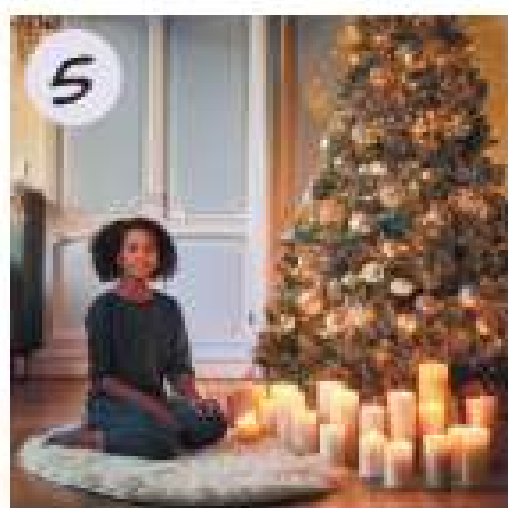
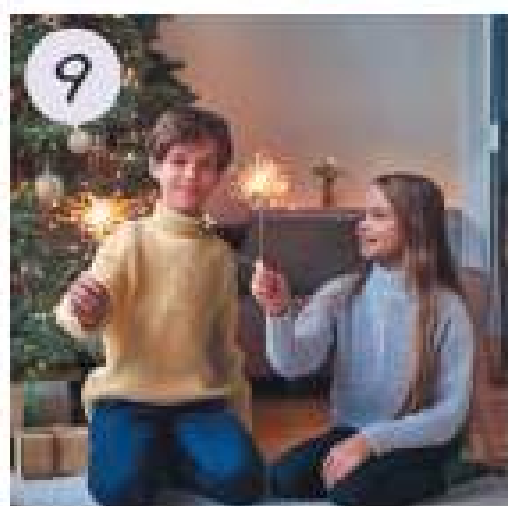
Рада вітати вас знов! Як швидко промайнув перший семестр!
А зимові канікули — ще швидше! Добре відпочили?

Я поєднав приємне з корисним: відпочиваючи, багато фотографував
і тепер маю світлини зимових краєвидів, розваг тощо.



А я захопилася написанням запитів (англ. *prompt*), за ними
штучний інтелект створив реалістичні зображення.

Пропоную оцінити ваші здобутки (мал. 10.1) з погляду хімії, фізики,
біології, а головне — безпеки життєдіяльності, щоб розподілити
за рубриками уявного альбому. Хто допоможе нам це зробити?



Мал. 10.1. Як згрупувати зображення? Скласти класифікувати?
Аналізуй всебічно, мисли системно!



Я пропоную зробити дві рубрики: чорно-білі й кольорові світлини. Просто й зрозуміло!



Ні, краще так: 1) світлини; 2) зображення, створені штучним інтелектом!

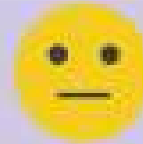


Раджу всім уважніше прочитати умову завдання, а тоді виконувати його!

КЛАСИФІКУЙ Й ОЦІНЮЙ у групі

Відгукнися на прохання пані Олени й твоїх однолітків про допомогу й візьми участь у роботі групи. Запропонуй назви рубрик, за якими можна розподілити фото. Візьми участь в обговоренні назв, запропонованих іншими учнями й ученицями в групі. Виберіть гуртом оптимальну рубрикацію і презентуйте її в класі. Долучися до вибору найвідповіднішої поставленій меті рубрикації з-поміж презентованих кожною групою.

Якою стратегією ви скористалися, щоб виконати завдання? Чи була вона ефективною? Чому? Чи виникали суперечки щодо рубрики, до якої треба помістити світлину? Як ви розв'язали цю проблему? Які переваги й недоліки рубрикації, яку вибрали? Оцініть співпрацю та її результати за п'ятибальною шкалою згідно з поданими критеріями або запропонуйте іншу шкалу й критерії:

Оцінка					
Продукту					
Зв'язок із навчальним матеріалом					
Чіткість структури					
Зручність використання					
Універсальність рубрик					
Процесу					
Креативність і різноманітність ідей					
Системність мислення					
Аргументованість пропозов					
Гнучкість у розв'язанні суперечок					

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Групування (кластеризація) — це об'єднання об'єктів у групи (кластери) на основі певної спільної ознаки чи властивості. Основна мета групування — зібрати об'єкти, що подібні за якоюсь властивістю, в одну групу. Наприклад, можеш *згрупувати* фрукти за кольо-

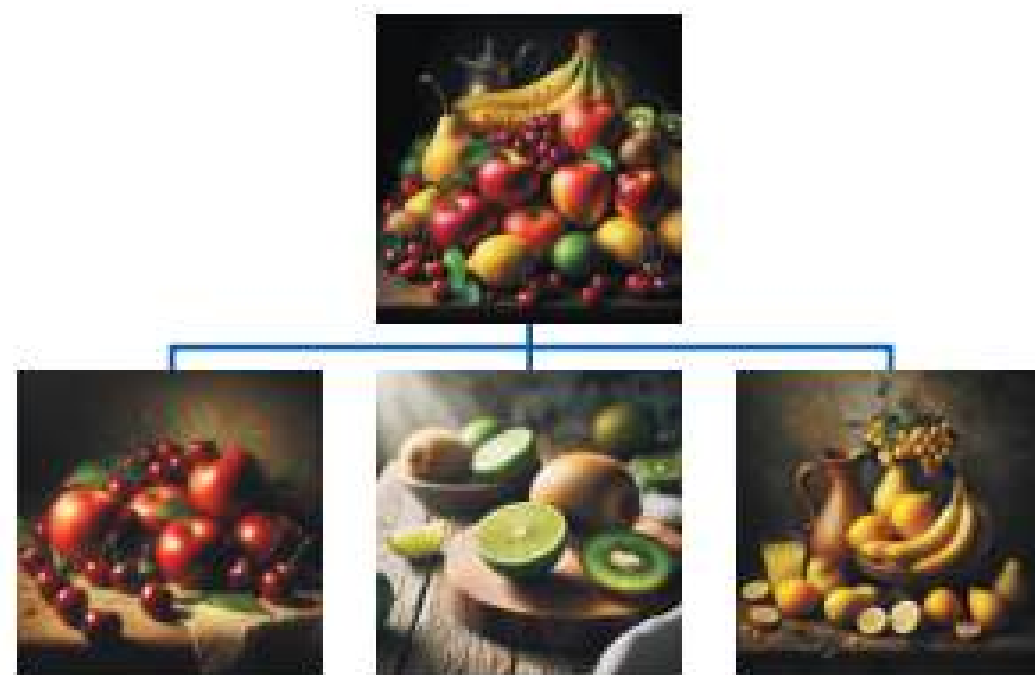
ром (мал. 10.2): червоні (яблука, вишні), жовті (банани, лимони), зелені (ківі, лайм).

- Запропонуй інший підхід до групування фруктів, зображених на малюнку 10.2.

Класифікування — складніший процес, ніж групування. Адже передбачає не лише об'єднання об'єктів, подібних за якоюсь ознакою, а й *упорядкування* і *систематизування* їх за категоріями або класами на основі певної ієрархії чи визначених критеріїв. Класифікуючи, дослідники й дослідниці виявляють відносини між групами й підгрупами, тобто створюють більш організовану структуру.

- Наведи приклади класифікації в хімії, математиці чи іншій науці.
- Поясни, який підхід до впорядкування об'єктів гнучкіший — групування чи класифікування.

Чим природна класифікація відрізняється від штучної? У природній класифікації відображено природні закономірності й зв'язки між об'єктами, а штучну створюють для зручності й спрощення подання і сприйняття інформації. У штучній класифікації не можна взяти до уваги всі природні властивості, за якими подібні об'єкти, відобразити всі відмінності між ними. Яка класифікація природна, а яка — штучна, легко збагнути за колажем на малюнку 10.3.



Мал. 10.2. Групувати — це просто!



Мал. 10.3. 1 В основі класифікації зір різних спектральних класів — особливості світлового випромінювання, температура й хімічний склад.

Ці властивості існують незалежно від нашого розуміння.

2 Кулінарія VS ботаніка: яка класифікація природніша?

- Яка класифікація, на твою думку, природніша? Поясни.

Систематизування — найвищий рівень, на якому всі об'єкти об'єднано в логічну систему з певними *правилами* або *закономірностями*.

Отже, групування є початковим етапом, *класифікування* передбачає встановлення ієрархії і виявлення зв'язків між групами об'єктів, а *систематизування* дає змогу створити завершену, цілісну систему, у якій усе впорядковане й узаємопов'язане. Уміння систематизувати й користуватися системами допомагає краще зрозуміти навколишній світ.

ЕКСПЕРИМЕНТУЙ у групі

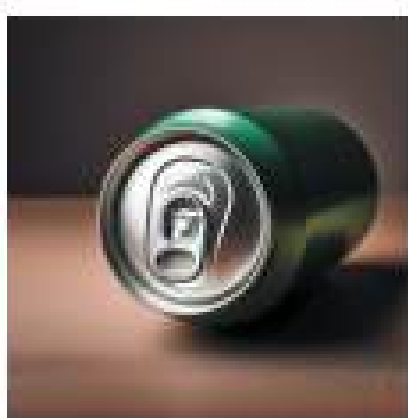
Візьми участь у плануванні й виконанні дослідження, результатом якого має стати *класифікація* простих речовин, наприклад, зображених на *малюнку 10.4*. Скористайтесь навчальними колекціями зі зразками чи імітаціями простих речовин.

Подайте результат дослідження як ієрархічне дерево або візуалізуйте в інший спосіб. Порівняйте свій продукт із візуалізаціями, створеними іншими групами. Дійдіть спільного висновку щодо класифікації простих речовин.

Оцініть досконалість розробленої класифікації, сформулювавши критерії оцінювання самостійно або скориставшись поданими за QR-кодом. Визначте, штучною чи природною є ця класифікація.



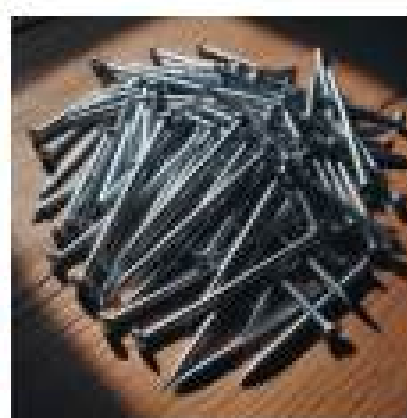
...



...



...



...



...



...



...



Цинк



...



Йод



Бром



...

Мал. 10.4. Чи просто скласифікувати прості речовини?

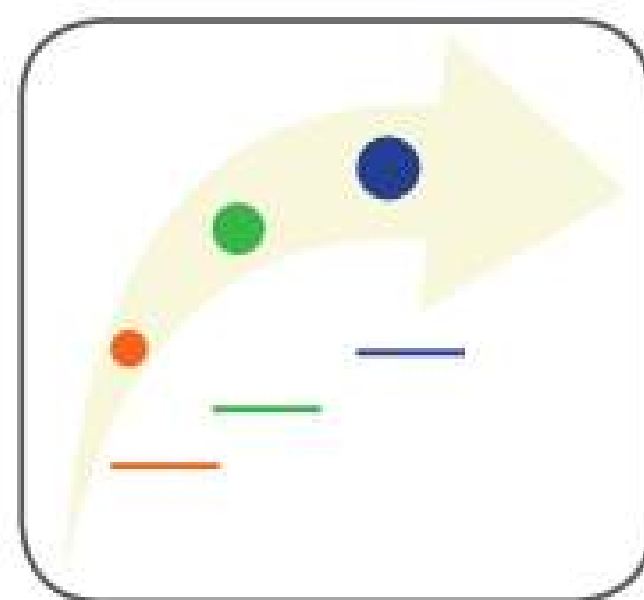
- Напиши в зошиті назви й/або формули простих речовин, зображених на *малюнку 10.4*. Запропонуй ще один об'єкт дослідження (можна більше!) замість знака питання.

ЗАСТОСУЙ

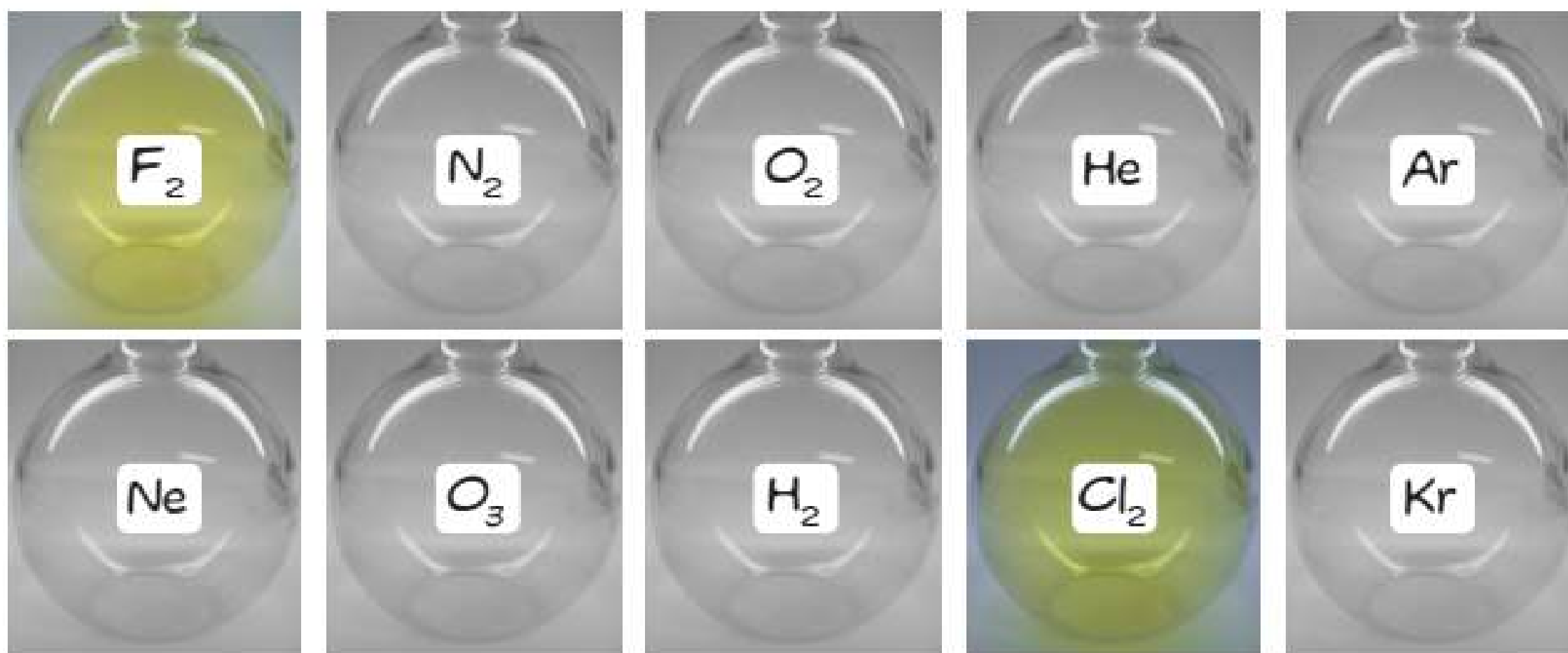
- 1 Розташуй процеси систематизування (А), групування (Б), класифікування (В) за зростанням організованості результату.

- 2 Добери: а) з поезії Лесі Українки «Зорі, очі весняної ночі» рядки до фрагмента 1 *малюнка 10.3*; б) аргументи до діалогу, який зображено там само на фрагменті 2.

«Зорі, очі весняної ночі»



- 3 Візуалізуй класифікацію хімічних реакцій за відомими тобі критеріями. Оціни досконалість класифікації. Визнач, природною чи штучною вона є. Обміняйтеся в парі зошитами, оцініть результати одне одного.
- 4 Згрупуй і скласифікуй гази, посудини з якими зображено на *малюнку 10.5*. Скористайся додатковими джерелами інформації, щоб дізнатися більше про властивості цих газів. Поясни процес організування інформації і результати.



Мал. 10.5. Гази: подібність чи відмінності? Одноманітність чи різноманіття?

- 5 Дізнайся назви простих речовин у поданих назвах літературних творів і в цитатах, згрупуй і скласифікуй ці речовини. Поясни принципи (критерії) добирання, групування і класифікування.

1. Як ... дорогий, як та зоря ясна (*Володимир Самійленко*).
2. Сіль дорожча за (*Божена Немцова*).
3. І плаче дзвонів стоголо-
са ... (*Микола Зеров*).
4. Хай мерзне в Цельсієві ... (*Олекса Стефа-*

нович). 5. ...де все те сховане — браслет, і ..., і смарагди, і ... (Астрід Ліндгрєн). 6. ...оболонку своїх дирижаблів не ..., а газом ... (Микола Трублаїні). 7. Живиця, ..., нефть кипіла (Іван Котляревський). 8. ...збільшеним тиском кров починає розчиняти ... з повітря, що його вдихає водолаз (Микола Трублаїні). 9. ...воду крізь зябра, молюск забирає з неї ... (Анатолій Давидов). 10. З морської солі, до якої входить хлористий натрій, Сайрес Сміт легко добув ... і ... (Жуль Верн). 11. ...казанах плавили ... і ... для покрівель (Павло Загребельний). 12. Земля вдихне глибинно і жагучо на вишняках на-стояний ... (Ліна Костенко). 13. ... проспектів. Туга ліхтарів (Ва-силь Стус). 14. ...листя в осокорів з одного боку матово-срібне, як ... (Олесь Донченко). 15. ... згорів і наш вогонь тьмяніє (Антуан де Сент-Екзюпері).

- 6 Зіграй у гру «Третій зайвий»: добери ознаку й визнач зайвий об'єкт. Скільки відповідей у кожного підпункту цього завдання? Чому? Склади подібне завдання з хімії і запропонуй однокласникам й однокласницям розв'язати його.



- 7 Знайди й поясни виграшний шлях у навчальній грі «Хімічні хрестики-ну-лики». Запропонуй однокласникам й однокласницям свій варіант гри.



- 8 Зініціюй і зорганізуй розроблення дизайну й правил карткової настільної або комп'ютерної гри, у якій треба з-поміж поданих об'єктів вибрати й класифікувати прості речовини. Апробуйте й удоскональте, якщо тре-ба, гру.



11. Лужні, солеродні, благородні... зовні. А що всередині?

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання

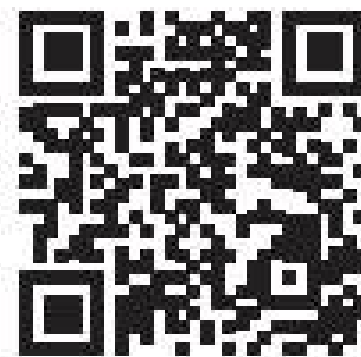


Підготуйся в групі до уроку, скориставшись доступними засобами комунікації: отримай від учителя чи вчительки завдання і розроби лаконічний дизайн картки-загадки з інформацією про хімічний елемент, застосування його простих і складних речовин (хімічний символ і назву елемента зазнач на звороті картки!). Спробуйте в групі відгадати загадки, які підготували інші. Доопрацюйте, якщо треба, картки за результатами обговорення так, щоби полегшити або ускладнити відгадування.

АНАЛІЗУЙ І СИНТЕЗУЙ у групі

1. Упорядкуйте, згрупуйте, систематизуйте картки з інформацією про хімічні елементи (ті, які підготували до уроку, або зображені в *додатку 1* до блоку 11). З'ясовувати достеменно, що саме відображає модель у лівому нижньому квадранті картки наразі не обов'язково, проте порівняти ці моделі на картках різних хімічних елементів доцільно.

Порада: спочатку спробуйте розташувати картки в рядок за збільшенням / посиленням певної властивості / кількісної характеристики. *Чи виникла проблема під час упорядкування?* Порівняйте дібраний вами спосіб упорядкування із запропонованим у завданні, яке подано за QR-кодом.



Після цього спробуйте згрупувати картки (об'єднайте в кластери за певною ознакою / сукупністю ознак хімічних елементів і/або речовин, які вони утворюють). *Чи вдалими були спроби?*

Всебічно проаналізуйте інформацію на картках і відшукайте ту, що об'єднує хімічні елементи, але водночас дає змогу побачити різницю між ними. Поясніть, яка інформація про хімічні елементи, наведена на картках, дала змогу чітко й однозначно систематизувати їх, а яка — підтвердила правильність вибудованої системи. Що, на вашу думку, змодельовано на картках? Аргументуйте відповідь. Зіставте створену вами систему з поданою за QR-кодом.



- Чи досягли ви мети? Якою стратегією скористалися, щоб виконати завдання? Чи була вона ефективною? Чому?

- Оцініть співпрацю та її результати за п'ятибальною шкалою згідно з поданими критеріями або запропонуйте іншу шкалу й критерії. Перенесіть інформацію у зошит.

Оцінка	★	★★	★★★	★★★★	★★★★★
Чи вдалося впорядкувати й згрупувати хімічні елементи?					
Чи вдалося виявити істотну ознаку й систематизувати хімічні елементи?					
Чи була ефективною ваша стратегія досягнення мети?					
На якому рівні було організовано співпрацю в групі?					

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

У давнину грецькі філософи Емпедокл й Аристотель уважали, що всі речовини складаються із чотирьох первнів-стихій: землі, води, повітря і вогню. Це були радше філософські, а не наукові уявлення, але вони стали основою для майбутніх досліджень у цій галузі.

У період панування алхімії науковці, шукаючи філософський камінь й еліксир безсмертя, відкрили чимало нових речовин. Проте єдиного підходу до систематизації їх на той час так і не виробили.

У XVII—XVIII століттях дослідники не залишали спроб упорядкувати речовини. Поняття *хімічного елемента* запровадив англійський хімік і фізик Роберт Бойль у своїй праці «Хімік-скептик», опублікованій 1661 року. Роберт Бойль піддав сумніву класичні уявлення про чотири стихії, що панували з античних часів. Він підтримував погляд на елементи як неподільні складники матеріальних тіл й обґрунтував різницю між сумішами й сполуками. Водночас припустив, що елементи в кінцевому підсумку складаються із частинок різного роду й розміру, на які вони, однак, не можуть бути розділені жодним відомим на той час способом.

Французький природодослідник Антуан Лавуазьє 1789 року оприлюднив у науковій праці «Елементарний курс хімії» першу таблицю простих речовин, які *скласифікував* за властивостями на *метали* й *неметали*. Згодом науковці помітили, що прості й складні речовини деяких хімічних елементів подібні за складом і властивостями. За цією ознакою елементи об'єднували в групи — *природні родини*. Наприклад, Флуор, Хлор, Бром, Йод, які належать до природної родини *галогенів* (Hal), утворюють однотипні речовини складу Hal_2 , де Hal — це F, Cl, Br, I тощо (мал. 10.4, 10.5). З металічними елемен-

тами галогени утворюють бінарні сполуки, зокрема й ті, що добре відомі тобі з повсякдення (мал. 11.1).



Мал. 11.1. Галогени — ті, що народжують солі. 1 Станум фторид SnF_2 є складником засобів для профілактики карієсу й зменшення чутливості зубів.

2 Натрій хлорид NaCl є на кожній кухні. 3 Аргентум бромід AgBr як фоточутливий матеріал використовують у виготовленні кіно- і фотоплівки.

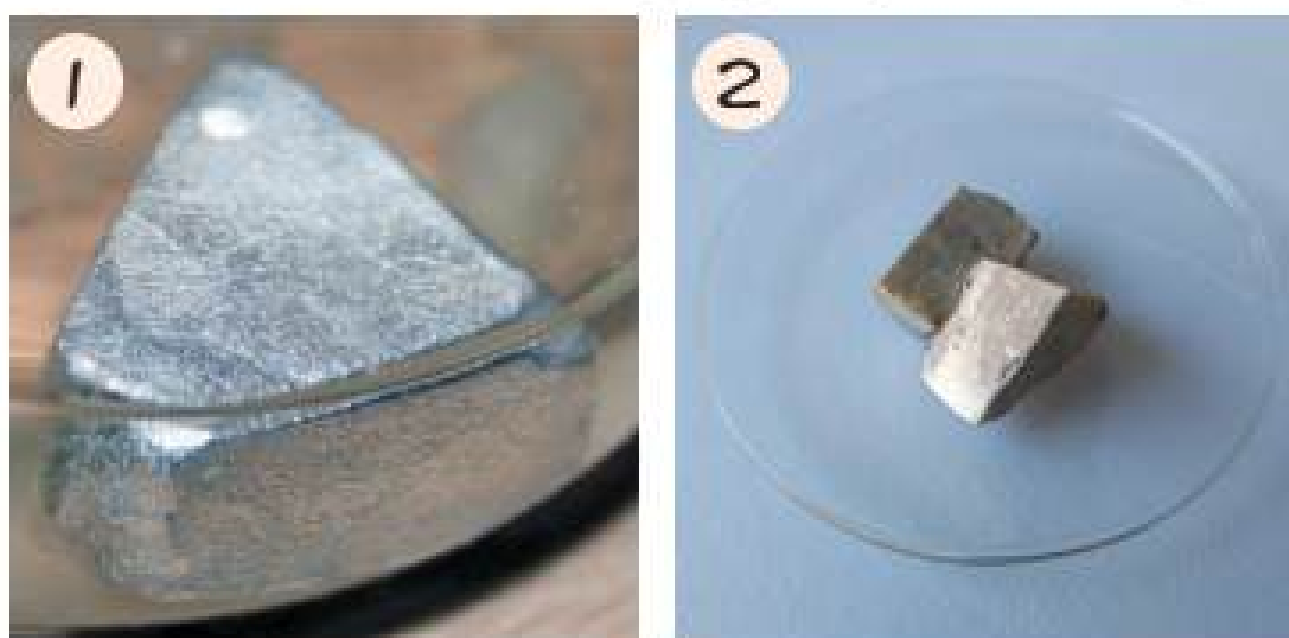
4 У кухонну сіль додають калій йодид KI , щоб запобігти йододефіциту

Гідроген галогеніди (галогеноводні) — речовини із загальною формулою HNaI (мал. 11.2). За звичайних умов це їдкі задушливі гази, добре розчинні у воді. Їхні водні розчини дуже кислі. Унаслідок дії водних розчинів гідроген галогенідів на крейду чи харчову соду виділяється вуглекислий газ.



Мал. 11.2. Моделі молекул гідроген фториду 1, гідроген хлориду 2, гідроген броміду 3, гідроген йодиду 4

Подібні між собою і лужні елементи — Літій, Натрій, Калій тощо. Усі лужні метали — прості речовини лужних елементів — дуже хімічно активні, м'які (їх легко розрізати ножем), з характерним металевим блиском на свіжому зрізі (мал. 11.3).



Мал. 11.3. 1 Калій під шаром рідини, яка захищає від контакту з повітрям.

2 Натрій на повітрі швидко тьмяніє



Відшукай в інтернеті за ключовими фразами

Reaction of Sodium and Water, Reaction of Potassium and Water



відео

й переглянь їх.

Природна родина благородних елементів — Гелій, Неон, Аргон, Криптон, Ксенон і Радон. Відповідні прості речовини — благородні гази — вирізняються тим, що мають дуже низьку реакційну здатність. Дізнайся більше про них із додаткових джерел інформації.

Та всі згадані спроби класифікації хімічних елементів були недосконалыми, бо не мали єдиної основи. Тож науковий пошук тривав...

Першу спробу класифікації хімічних елементів за атомними масами здійснив 1829 року німецький хімік Йоганн Вольфганг Деберейнер. Під час вивчення властивостей бром у виявив, що він посідає проміжне місце між хлором і йодом. Зокрема з'ясував, що в ряду простих речовин хлор — бром — йод поступово змінюється колір й зменшується реакційна здатність. І поступово збільшується маса атомів відповідних хімічних елементів. Пізніше Деберейнер помітив цікаву закономірність для деяких груп елементів (мал. 11.4). Якщо розташувати за збільшенням атомних мас три хімічно подібні елементи, то атомна маса середнього члена трійки приблизно дорівнює половині суми атомних мас її крайніх членів. Проте намагання науковця відшукати інші подібні групи з трьох хімічних елементів виявилися марними.

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Мал. 11.4. Тріади Деберейнера

Про інші спроби класифікації хімічних елементів (гвинтовий графік Шанкуртуа й октави Ньюлендса, таблиці Лотара Маєра й Дмитра Менделєєва) зможеш дізнатися більше з додаткових джерел інформації. Зокрема пересвідчишся, що врешті-решт 1864 року Лотар Маєр *скласифікував* 28 хімічних елементів, розташувавши їх у таблиці. А Дмитро Менделєєв 1869 року виявив у ряду хімічних елементів, розташованих за збільшенням мас атомів, *періодичне* повторення однакових ознак. На основі цієї закономірності він сформулював *періодичний закон* про залежність властивостей хімічних елементів, їхніх простих і складних речовин від значень атомних мас.

Виявлена Менделєєвим *періодичність* — це система, яка дала змогу на основі закономірності визначити в періодичній таблиці місце елементів, тоді ще невідомих, передбачивши не лише їхнє існу-

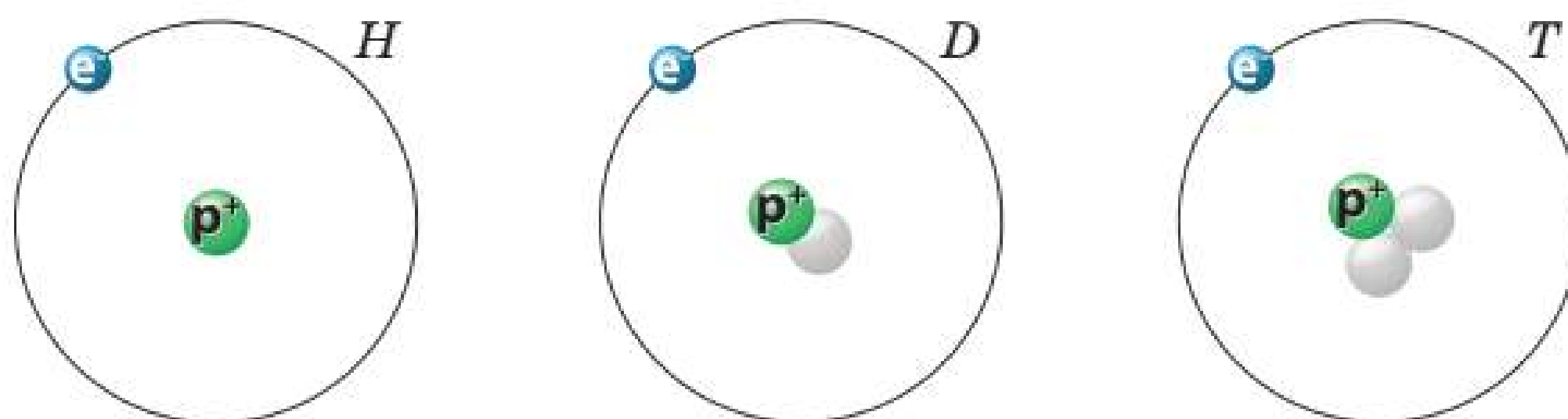
вання, а й властивості. А також виправити значення атомних мас дев'яток відомих хімічних елементів. З огляду на непересічне значення цього наукового доробку, Лондонське королівське товариство присудило 1882 року золоті медалі Деві з формулюванням «За відкриття періодичних співвідношень атомних ваг» спільно Менделєєву і Маєру.

Чи всі хімічні елементи розташовані в сучасній періодичній таблиці за збільшенням атомних мас? У тебе була нагода пересвідчитися, що ні. Причину цього науковці зрозуміли лише тоді, коли дослідили будову атома. Зокрема 1911 року голландський фізик А. Ван ден Брук *припустив*, що атомний номер елемента збігається з величиною позитивного заряду ядра атома. Цю *гіпотезу* 1920 року експериментально підтвердив англійський фізик Дж. Чедвік. Так розкрили *фізичний зміст* порядкового номера елемента в періодичній таблиці й запропонували сучасне формулювання періодичного закону. Заповни пропуски в цьому формулюванні:

Властивості хімічних елементів, простих речовин, а також склад і властивості сполук перебувають у ... залежності від величин зарядів ... атомів.

Тобто відкриття складної будови атома дало змогу виявити, що *фундаментальною* характеристикою кожного елемента є величина заряду ядра атома, а не атомна маса. *До речі, а чому атомні маси, на відміну від зарядів ядер атомів, не цілі числа?*

Зазираємо всередину атома. Ти вже знаєш, що атом є електронейтральною системою (*поясни чому*). Він складається з позитивно зарядженого ядра, що практично визначає його масу (понад 99,9 %), й електронів навколо ядра. Розмір електронної оболонки визначає розміри атома. Позитивний заряд ядра зумовлений протонами в ньому. Окрім протонів у ядрі містяться нейтрони, які не мають електричного заряду. Маса нейтрона така ж, як і маса протона. Протонне число Z в атомах хімічного елемента завжди те саме. Натомість кількістю нейтронів атоми хімічного елемента можуть різнитися (*мал. 11.5*).



Мал. 11.5. Гідроген трапляється у вигляді трьох нуклідів, які мають індивідуальні назви: протій (H), дейтерій (D), тритій (T)

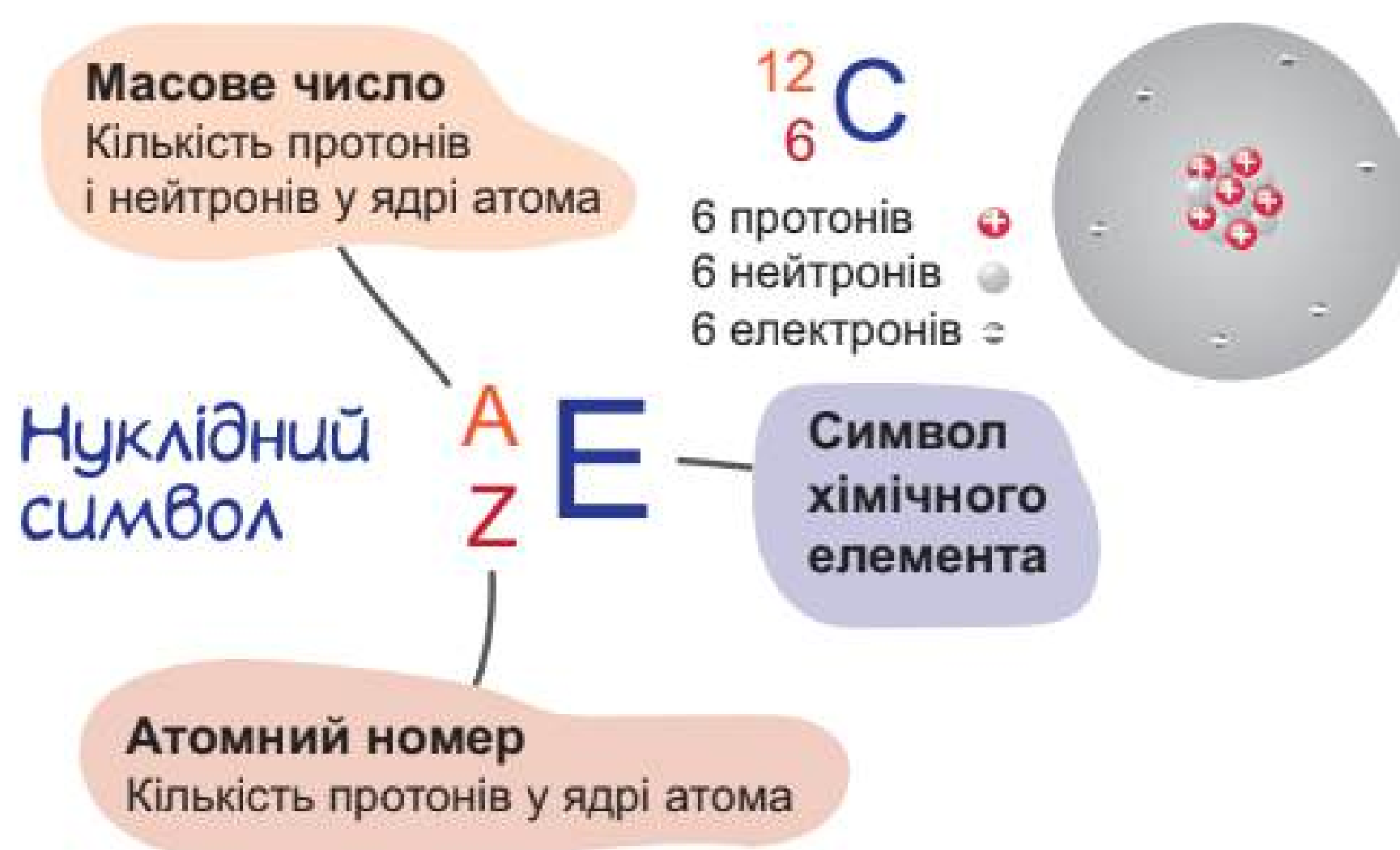
Проаналізувавши схему (мал. 11.5), заповни пропуски у визначенні:

Ізотопи — це нукліди, які мають ... кількість протонів, але різну кількість

Через різну кількості нейтронів ізотопи хімічного елемента різняться нуклонними (масовими) числами A . Нуклонне число дорівнює кількості нуклонів (протонів і нейтронів у ядрі атома):

$$A(E) = N(E) + Z(E),$$

де $A(E)$ — масове (нуклонне) число атома хімічного елемента E , $N(E)$ і $Z(E)$ — його нуклонне і протонне числа відповідно (мал. 11.6).



Мал. 11.6. Нуклідний символ Карбону-12 $^{12}_6\text{C}$

- Поміркуй, що означає число 12 у запису Карбон-12.
- Поясни, чому масове (нуклонне) число й маса атома — не те саме.

Проаналізувавши схему (мал. 11.6), заповни пропуски у визначенні.

Нуклідний символ — символ нукліда елемента, біля якого зазначено масове число як передній надрядковий (верхній) індекс й атомний номер як ... підрядковий (...) індекс.

Середню атомну масу хімічного елемента обчислюють, зважаючи на поширеність (атомну частку) нуклідів. Наприклад, поширеність нукліда $^{10}_5\text{B}$ становить 20 %, а нукліда $^{11}_5\text{B}$ становить 80 %. Вочевидь переважають важчі нукліди Бору. Тобто середня атомна маса Бору аж ніяк не дорівнюватиме 10,5 як середньому арифметичному чисел

10 й 11, а тяжітиме до 11, проте не досягне його. Обчислимо *середнє арифметичне зважене* $\bar{A}$ мас нуклідів В-10 і В-11:

$$\bar{A}(B) = \frac{10 \cdot 20 + 11 \cdot 80}{20 + 80};$$

$$\bar{A}(B) = \frac{10 \cdot 20 + 11 \cdot 80}{100};$$

$$\bar{A}(B) = 10,8.$$

- Поміркуй, за якої умови середнє арифметичне зважене дорівнюватиме середньому арифметичному.

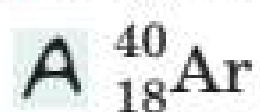
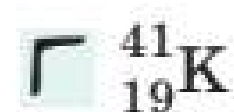
Ядра атомів деяких хімічних елементів *нестабільні* й можуть розпадатися, вивільняючи частинки або електромагнітні хвилі. Цей процес може тривати від часток секунди до мільйонів років залежно від нукліда. У довідці трапляються здебільшого *стабільні* ізотопи хімічних елементів, оскільки нестабільні врешті-решт розпадаються. Радіоактивний розпад відіграє важливу роль у природних процесах, його використовують у ядерній енергетиці, медицині й інших галузях. Дізнайся більше про використання і небезпеку радіоактивних ізотопів з додаткових джерел інформації.

ЗАСТОСУЙ

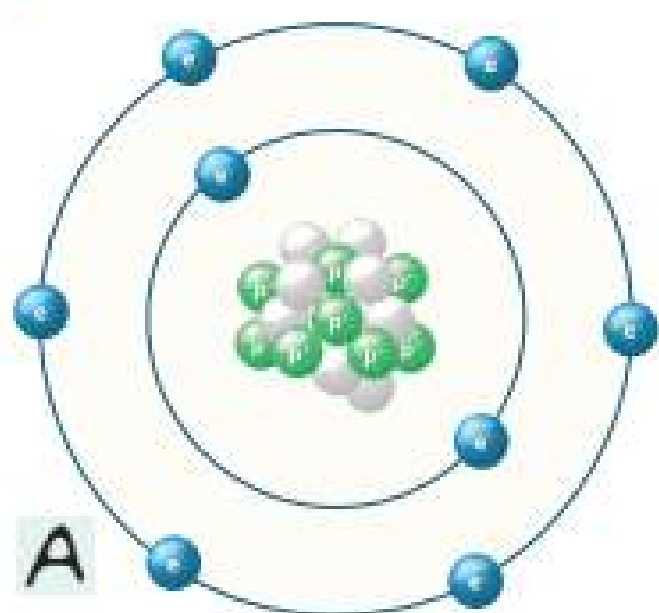
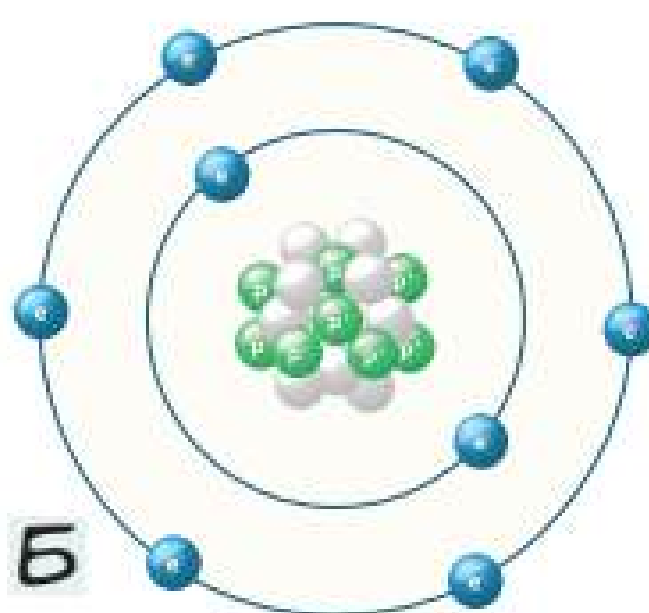
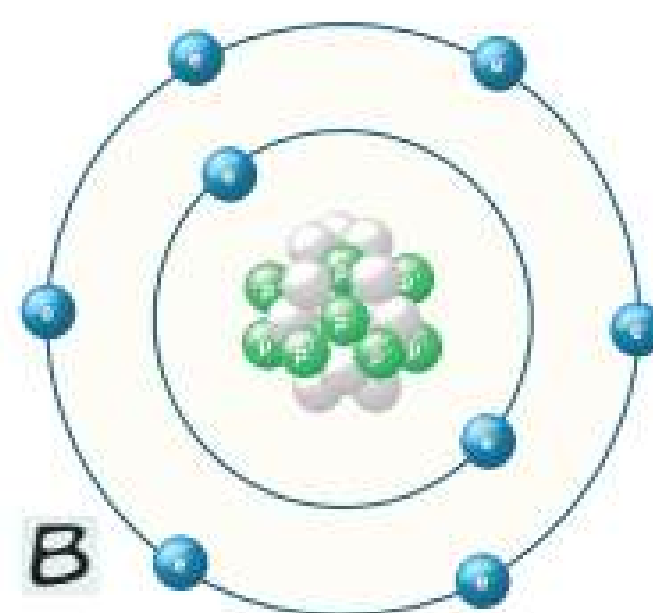
- 1 Що нового вдалося дізнатися про закономірності в хімії, працюючи з картками, які містять інформацію про хімічні елементи?
- 2 Що спільного мають галогени? Які сполуки вони утворюють і які з них тобі відомі з повсякденного життя?
- 3 Поясни:
 - а) чи можна вважати тріаду Деберейнера системою хімічних елементів;
 - б) чому після відкриття періодичного закону довелося виправити атомні маси деяких хімічних елементів;
 - в) як вдалося правильно передбачити властивості до того невідомих хімічних елементів.
- 4 Доповни речення так, щоб утворилося правильне твердження: «Фізичний зміст *порядкового номера хімічного елемента в періодичній таблиці* полягає в тому, що він дорівнює ... у ядрі атома»
 - А кількості протонів
 - Б кількості нейтронів
 - В сумі кількостей протонів і нейтронів
 - Г різниці кількостей протонів і нейтронів



5 Визначи нуклід із найбільшою масою.

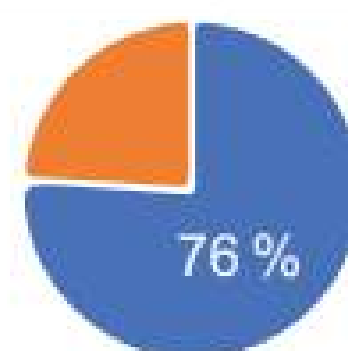


6 Розглянь малюнок 11.7 і заповни таблицю в зошиті.



Нуклід	Назва	Нуклід-ний символ	Атом-ний номер	Масове (нуклон-не) число	Кількість		
					прото-нів	нейтро-нів	елек-тронів
А	...-16	...	...	...	...	...	...
Б	...-...	...	...	17	8	...	...
В	...-...	$^{18}_8\text{O}$	...	...	...	10	...

7 Розглянь діаграму й обчисли середнє арифметичне зважене A мас нуклідів Cl-35 і Cl-37. Зістав відповідь із даними періодичної таблиці, округливши обидва числа до десятих.



■ Хлор-35

■ Хлор-37

8 Поєднай назву нукліда з властивістю атома. Скористайся додатковими джерелами інформації і підготуй на свій вибір або за порадою вчителя чи вчительки повідомлення про властивості й застосування одного з нуклідів, про які йдеться в завданні.

Назва нукліда

Властивість атома

1 Йод-131

А 53 протони

2 Кобальт-60

Б 27 електронів

3 Цезій-137

В 60 електронів

Г 27 нейтронів

Д 82 нейтрони



Перевір відповідь за QR-кодом.



9 Проаналізуй твердження.

I В атомі Гідрогену негативно заряджений електрон притягується до позитивно зарядженого протона.

II Дейтерій — найпростіший атом, бо має лише протон, нейтрон й електрон.

Чи є поміж них правильні?

- А** правильне лише І
- Б** правильне лише II
- В** обидва правильні
- Г** немає правильних

- 10 Квітана потерла об волосся надуту гумову кульку, а Орест — пластиковий гребінець. За їхніми діями спостерігав Матвій. Потім підлітки обмінялися думками.



Коли я потерла об волосся надувну кульку, вона набула негативного заряду, бо частина електронів із волосся перейшли на кульку. Оскільки волосся віддало частину електронів, тепер у ньому більше протонів, ніж електронів, тому воно має позитивний заряд.

Я потер гребінець об волосся, і думаю, що він набув позитивного заряду, тому що частина протонів із волосся перейшла на гребінець. Оскільки волосся віддало частину протонів, тепер у ньому менше протонів, ніж електронів, тому воно має негативний заряд.



Унаслідок тертя саме електрони переходять з одного матеріалу на інший. Адже перебувають у зовнішніх оболонках атомів і можуть легко переміщуватися на відміну від протонів, що містяться в ядрах атомів.

А як вважаєш ти?

- 11 Сформулюй гіпотезу щодо змін, які відбудуться, якщо до тонкої цівки води з крану піднести надуту повітряну кульку. Виконай дослід, зафіксуй спостереження зручним для тебе способом і поясни їх.
- 12 Розташуй об'єкти за збільшенням числового значення заряду, узявши до уваги його знак.
- А** електрон
 - Б** нейтрон
 - В** протон
 - Г** ядро атома Карбону
 - Д** ядро атома Гелію



Перевір відповідь за QR-кодом.



- 13 Підлітки змодельовали атом і його складники, скориставшись смайликами. Поєднай назву частинки / складника атома зі смайликом-моделлю. Поясни свій вибір.



Перевір відповідь за QR-кодом.



Назва частинки / складника атома

- 1 атом
- 2 електрон
- 3 нейтрон
- 4 протон
- 5 ядро

Смайлик-модель



- 14 Розташуй нукліди різних хімічних елементів, що мають однакове масове число, за збільшенням кількості нейтронів у ядрах атомів. Перевір відповідь за QR-кодом.

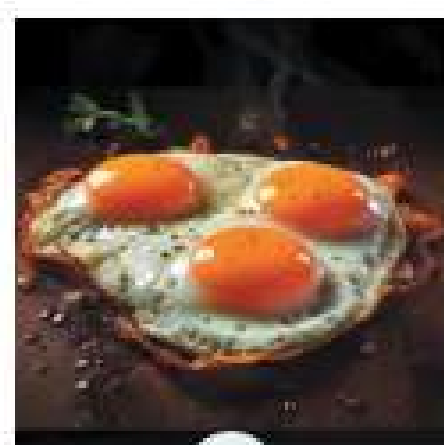


- 15 Доповни речення, щоб утворилися правильні твердження:

«Щороку сьомого листопада, у день народження ... в багатьох країнах, зокрема й в Україні, відзначають день захисту від ... Густина цього газу приблизно в 7,5 раза ... за густину повітря. Він потрапляє в будівлі, просочуючись із ґрунтів. Цей газ також надходить розчиненим у воді, наприклад, артезіанській, і накопичується в ... частині приміщень. ... вентиляція в будинках дуже важлива і дає змогу знизити вміст ... в повітрі».

- 16 Склади кросворд із прізвищ науковців і термінів, які стосуються матеріалу блоку 11.

- 17 Добери страви, які сприяють виведенню радіонуклідів з організму: виконай вправу за QR-кодом.



1



2



3



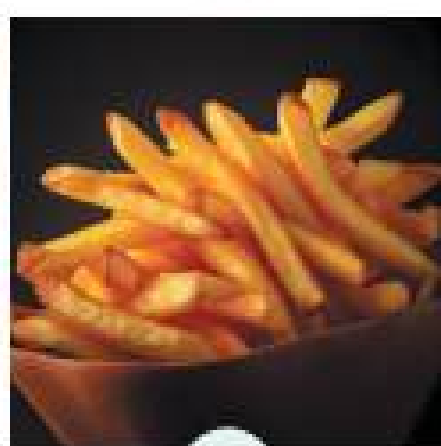
4



5



6



7



8



9



10

- 18 Дізнайся якомога більше про Національний музей «Чорнобиль», здійсни віртуальний тур ним, напиши план екскурсії з огляду на матеріал блоку 11. Поділися новими знаннями і враженнями на своїй сторінці в соціальній мережі.
- 19 Зініціюй і зорганізуй розроблення правил і дизайну настільної карткової (або іншої на ваш вибір) гри, яка стосується змісту блоку 11.
- 20 Виконай інтерактивні вправи.



Навчайся хімії з Pi-stacja UA

Класифікація хімічних елементів



Будова атома

Періодичний закон



12. Таємниці періодичної таблиці

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

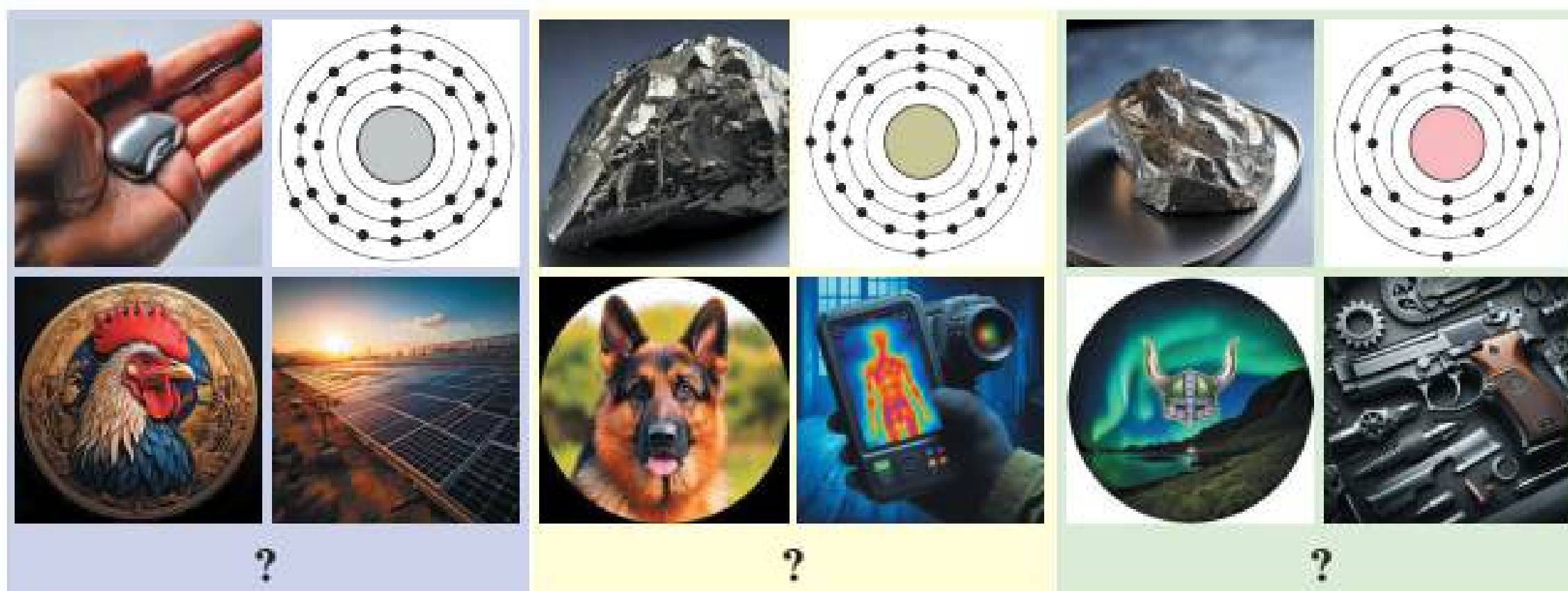
Завдання



Підготуйся в групі з трьох осіб до уроку: розподіліть між собою картки (мал. 12.1) з інформацією про хімічні елементи, відповідні прості і складні речовини. Відгадайте назви хімічних елементів, скориставшись, якщо треба, додатковими джерелами інформації. Перевірте відповідь за QR-кодом.



Поясніть, що об'єднує ці хімічні елементи. Зазначте їхні назви, хімічні символи й протонні числа. Витлумачте слово *екаелемент*.

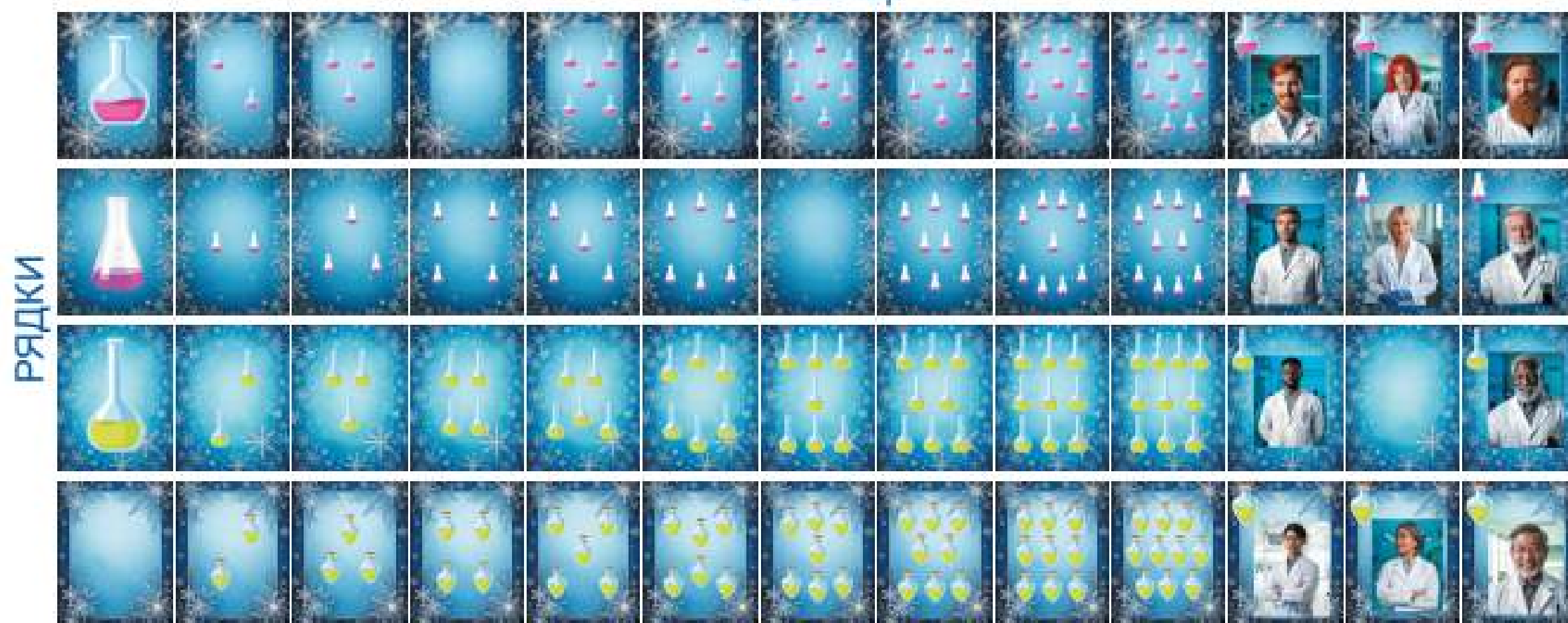


Мал. 12.1

АНАЛІЗУЙ І ПРОГНОЗУЙ у групі

Візьми участь в аналізуванні змісту й розташування карток, зображених на малюнку 12.2. Визначте, хаотично чи системно вони розташовані. З'ясуйте принцип їхнього розташування.

СТОВПЦІ



Мал. 12.2. Цікавий пасьянс, чи не так?

Дайте обґрунтовані відповіді на запитання.

- Чим подібні й різняться картки в рядках? У стовпцях?
- Що таке періодичність? Наведіть приклади періодичних явищ і процесів у природі, техніці, щоденні.
- Поясніть суть періодичності на прикладі карток, зміст і розташування яких проаналізували.
- Що мало б бути зображено на чистій картці в кожному рядку? Поясніть свою думку.
- Опишіть закономірності в розташуванні карток, дібравши потрібні слова: *рядок, стовець; кількість, якість; колір, форма, розмір; суттєва, несуттєва; послідовно, стрибкоподібно, однакова, різна; зменшується, збільшується, змінюється, не змінюється.*
- Поміркуйте, що нагадує вам система карток (мал. 12.2), назвіть виявлені аналогії та відмінності.
- Оцініть процес і результат співпраці, свій поступ за самостійно дібраними критеріями.

ОПРАЦІЮ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Періодична таблиця хімічних елементів — це графічний вираз періодичного закону. Нині в періодичній таблиці впорядковано 118 хімічних елементів. Структурними одиницями періодичної таблиці є **періоди** і **групи** хімічних елементів.

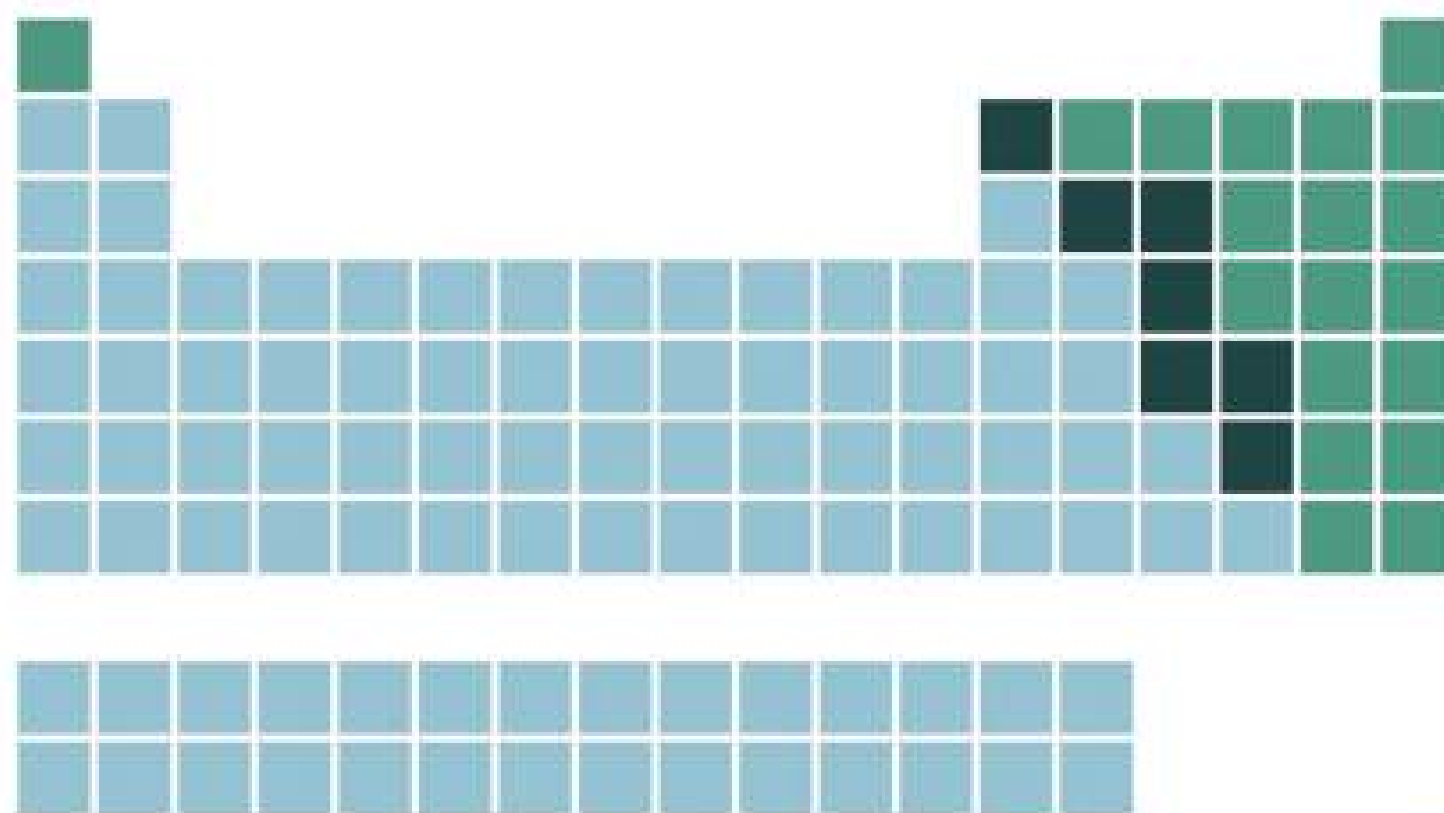
Періодом називають фрагмент *природного ряду* хімічних елементів, у якому вони розташовані за зростанням протонних (атомних) чисел. Кожен період починається *лужним* і завершується *благородним (інертним)* елементом.

Перший період містить лише два елементи: Гідроген (H) і Гелій (He). Відповідні прості речовини водень (H₂) і гелій (He) за звичайних умов є газами. Натомість шостий і сьомий періоди такі довгі, що багато їхніх елементів для зручності розміщено під основною частиною таблиці.

Групами називають стовпці періодичної таблиці. Елементи однієї групи мають подібні властивості. Наприклад, усі металічні елементи першої групи утворюють прості речовини — хімічно дуже активні метали. Натомість усі прості речовини елементів 18 групи є безбарвними малоактивними газами без запаху, як-от неон (Ne).

Місце в періодичній таблиці елементів, прості речовини яких є *металами, неметалами й металоїдами* (виявляють властивості і металів, і неметалів), ти зможеш самостійно описати за *малюнком 12.3 (зроби це)*.

Поміркуй, які хімічні елементи займають ліву й центральну частину періодичної таблиці, а які — містяться в її правій верхній частині (переважно в 14–18 групах). Який хімічний елемент 1 групи відрізняється від інших? Чим?



Мал. 12.3. Де чие місце? Неметалічні ■, металічні ■, перехідні ■ між металічними й неметалічними хімічні елементи

У тебе вже була нагода пересвідчитися, що місце в періодичній таблиці, подібність і відмінність властивостей хімічних елементів зумовлено будовою атомів (додаток 1). Зокрема складом електронної оболонки — кількістю і відстанню від ядра електронів у ній. Перевір відповідність моделей на малюнках поданим твердженням.

Електрони в атомі розташовані навколо ядра в областях, які називають *енергетичними рівнями*. Енергетичний рівень — це певна величина енергії, яку може мати електрон в атомі. Найближче до ядра *перший* енергетичний рівень. Найменшу енергію мають електрони, які перебувають найближче до ядра атома (мал. 12.4).

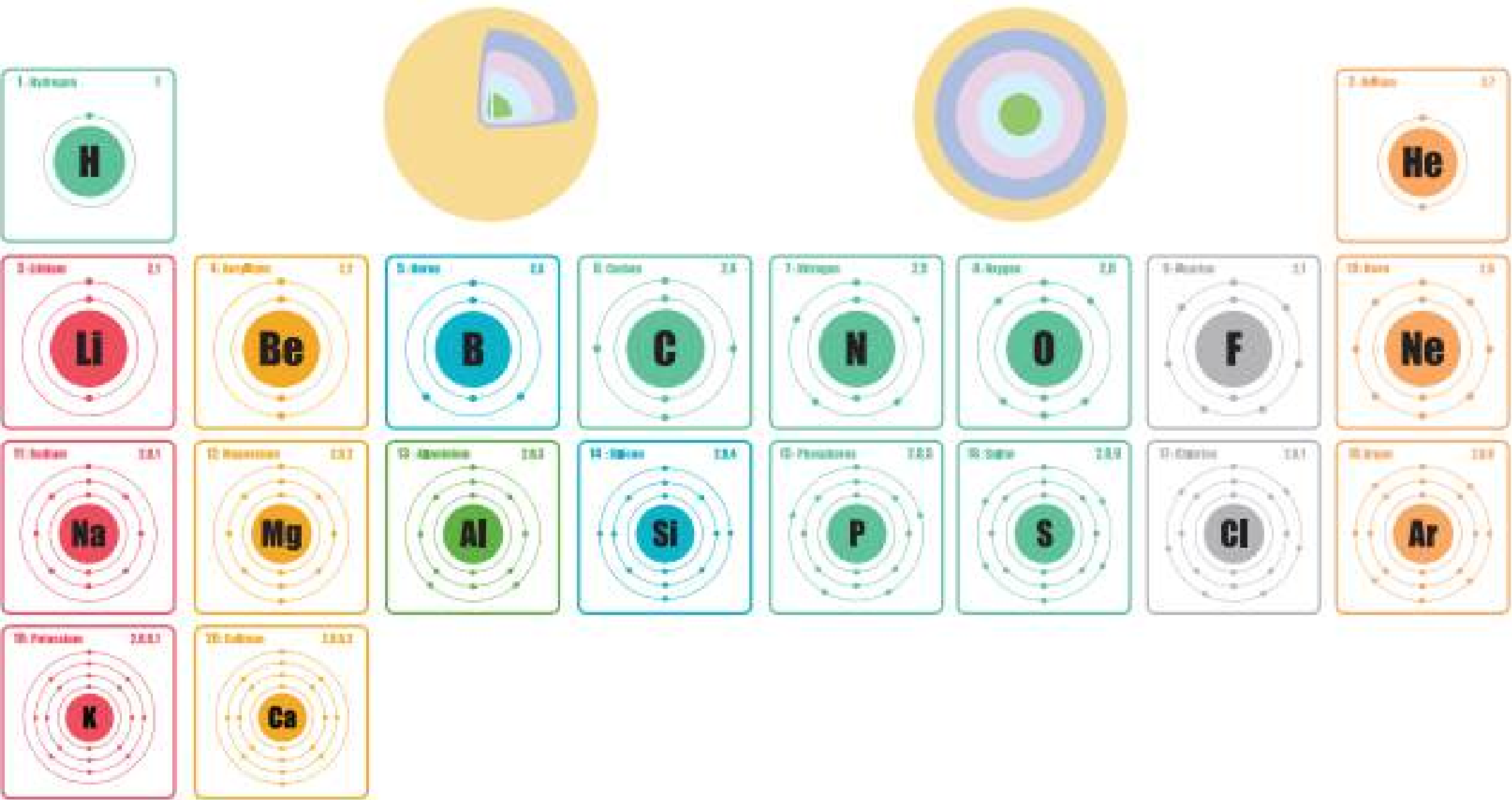


Мал. 12.4. 3D VS 2D. Електрони перебувають навколо ядра атома в тривимірному сферичному просторі **1**. Однак енергетичні рівні частіше моделюють і демонструють як перетин **2**

- Оціни переваги й недоліки цих моделей.

Кожен енергетичний рівень може вмістити певну кількість електронів. Перший — не більш як два, а другий — як **вісім** електронів. Максимальна місткість третього енергетичного рівня — **18** електронів. Однак в атомах хімічних елементів із протонними числами від 11 до 20 в межах третього енергетичного рівня перебувають від **одного** до **восьми** електронів. А в атомах Калію і Кальцію попри неза-

повненість третього енергетичного рівня **один** і **два** електрони відповідно заповнюють четвертий енергетичний рівень (мал. 12.5).

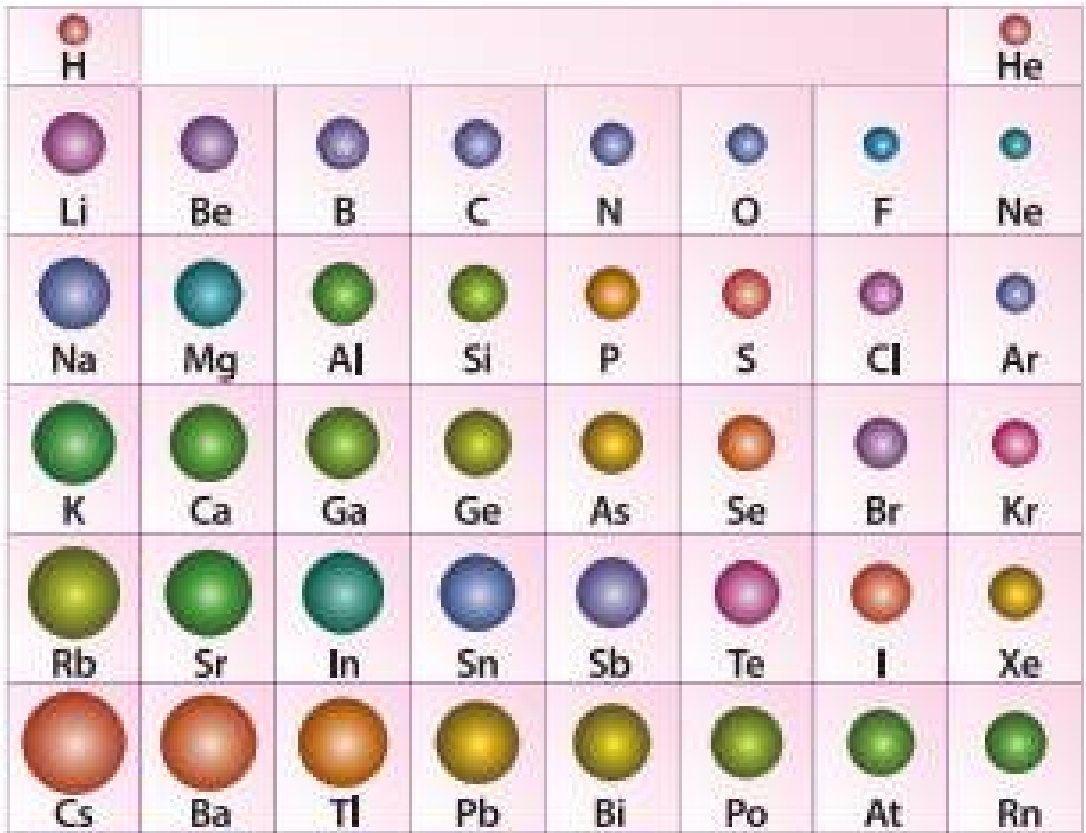


Мал. 12.5. Розподіл електронів в атомах елементів 1–20

Атоми в одній колонці (групі) періодичної системи мають однакову кількість електронів у просторі, який називають *зовнішнім* енергетичним рівнем. Кількість енергетичних рівнів в атомі збігається з номером періоду (рядка в періодичній таблиці).

Розуміння того, як електрони заповнюють енергетичні рівні, дає змогу збагнути, чому саме стільки періодів у періодичній системі. Кожен **період** з погляду будови атома означає **початок нового енергетичного рівня**.

Радіус атома дає змогу оцінити його розмір. Зазвичай ідеться про радіус як середню відстань від центра ядра атома до електронів зовнішнього енергетичного рівня. Що більше енергетичних рівнів в атомі, то більший його радіус. Тому в групах елементів зі збільшенням протонного числа зростає радіус атомів. У періодах зі збільшенням протонного числа збільшується кількість електронів в оболонці атома, зростає сила притягання між протилежно зарядженим ядром атома й електронами, тож радіус атомів зменшується (мал. 12.6).



Мал. 12.6. Закономірності зміни радіуса атомів у періодичній таблиці

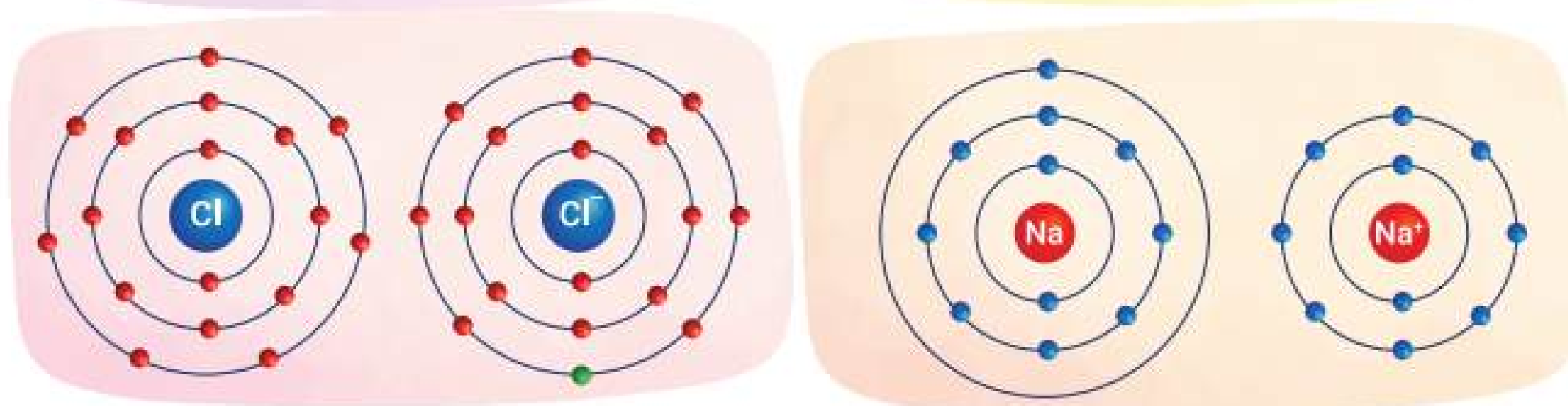
Чи можуть атоми втрачати чи приєднувати електрони? Порівняй моделі, зображені на *малюнку 12.7*, з відповіддю штучного інтелекту на це запитання. Скористайся додатковими джерелами інформації, щоб підтвердити або спростувати твердження ШІ.

Чи може атом приєднати або втратити електрон?

Так, атоми можуть утрачати й приєднувати електрони. Цей процес називають **йонізацією** (*мал. 12.7*).

Приєднання електронів: коли атом приймає додаткові електрони, він стає **негативно зарядженим іоном** (аніоном). Наприклад, атом хлору (Cl) легко приєднує електрон і перетворюється на **аніон Хлору** (Cl^-).

Втрачання електронів: коли атом віддає один або кілька електронів, він стає **позитивно зарядженим іоном** (катионом). Наприклад, атом натрію (Na) легко віддає один електрон, перетворюючись на **катион Натрію** (Na^+).



Мал. 12.7. Йонізація — перетворення атомів на йони

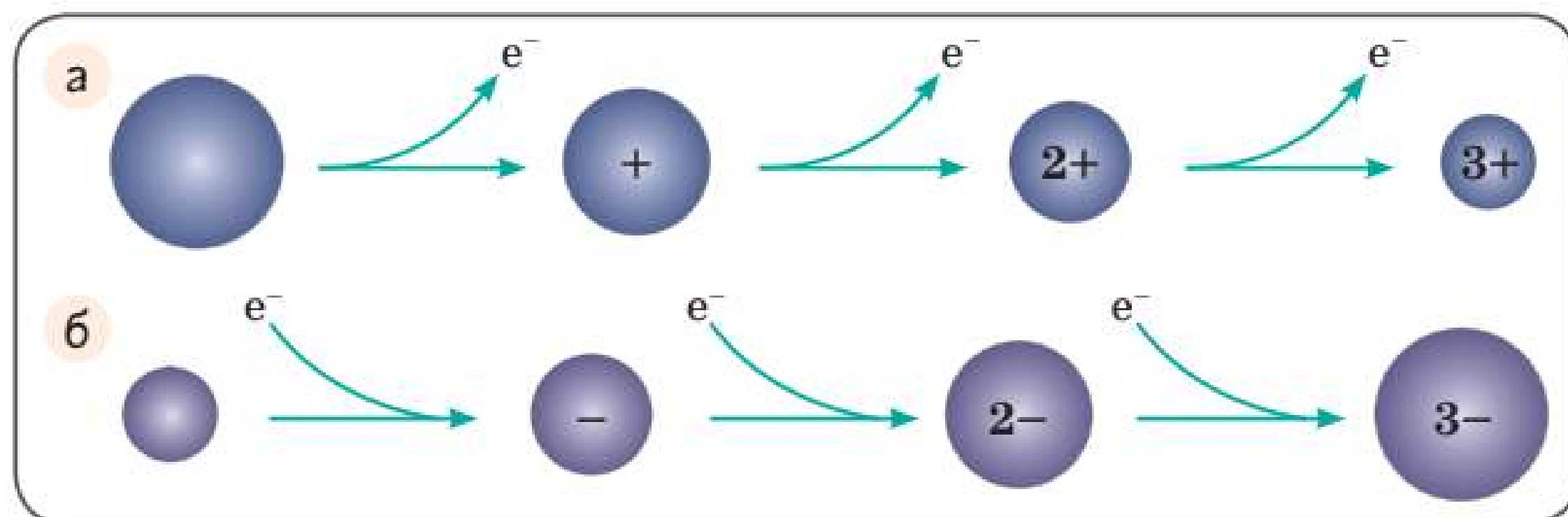
- Порівняй будову атома й катіона Натрію, атома й аніона Хлору з будовою атомів Неону й Аргону відповідно.

Отже, атом утрачає або приєднує певну кількість електронів, щоб мати в межах зовнішнього енергетичного рівня їх стільки само, що й атом найближчого в періодичній таблиці інертного елемента (*мал. 12.8*).

							18
1	2	13		15	16	17	He:
Li^+				$\text{:}\ddot{\text{N}}\text{:}^{3-}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}^{2-}$	$\text{:}\ddot{\text{F}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{Ne}}\text{:}$
Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}		$\text{:}\ddot{\text{P}}\text{:}^{3-}$	$\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}^{2-}$	$\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{Ar}}\text{:}$
K^+	Ca^{2+}						

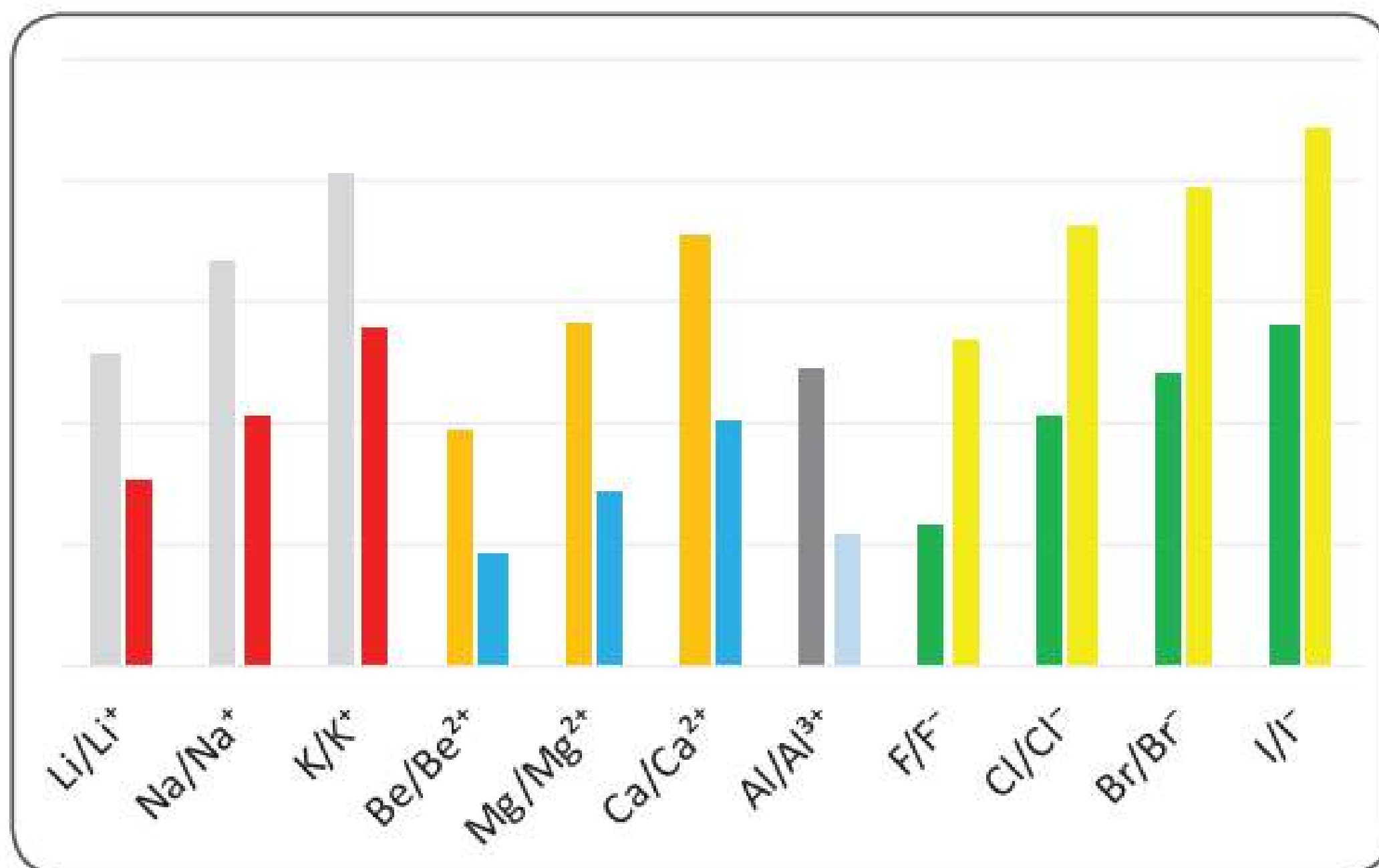
Мал. 12.8. Атоми та йони з однаковою кількістю електронів позначено однаковим кольором

Йонний радіус може бути більшим або меншим за атомний радіус хімічного елемента. Утрачання одного або кількох електронів атомом приводить до того, що розмір йона менший за розмір атома (мал. 12.9, а). Металічні елементи переважно утворюють прості катіони, тому їхній йонний радіус зазвичай менший за атомний. Відповідно радіус аніона, на який перетворюється атом унаслідок приєднання одного чи кількох електронів, більший від радіуса атома (мал. 12.9, б).



Мал. 12.9. Електроном менше, електроном більше...

Неметали переважно утворюють прості аніони, тому їхній йонний радіус зазвичай більший за атомний. Це особливо помітно в групі галогенів. Висновки щодо зміни радіусів йонів у періодах і групах періодичної таблиці зроби самостійно, проаналізувавши діаграму на малюнку 12.10.



Мал. 12.10. Атомний радіус **VS** йонний радіус

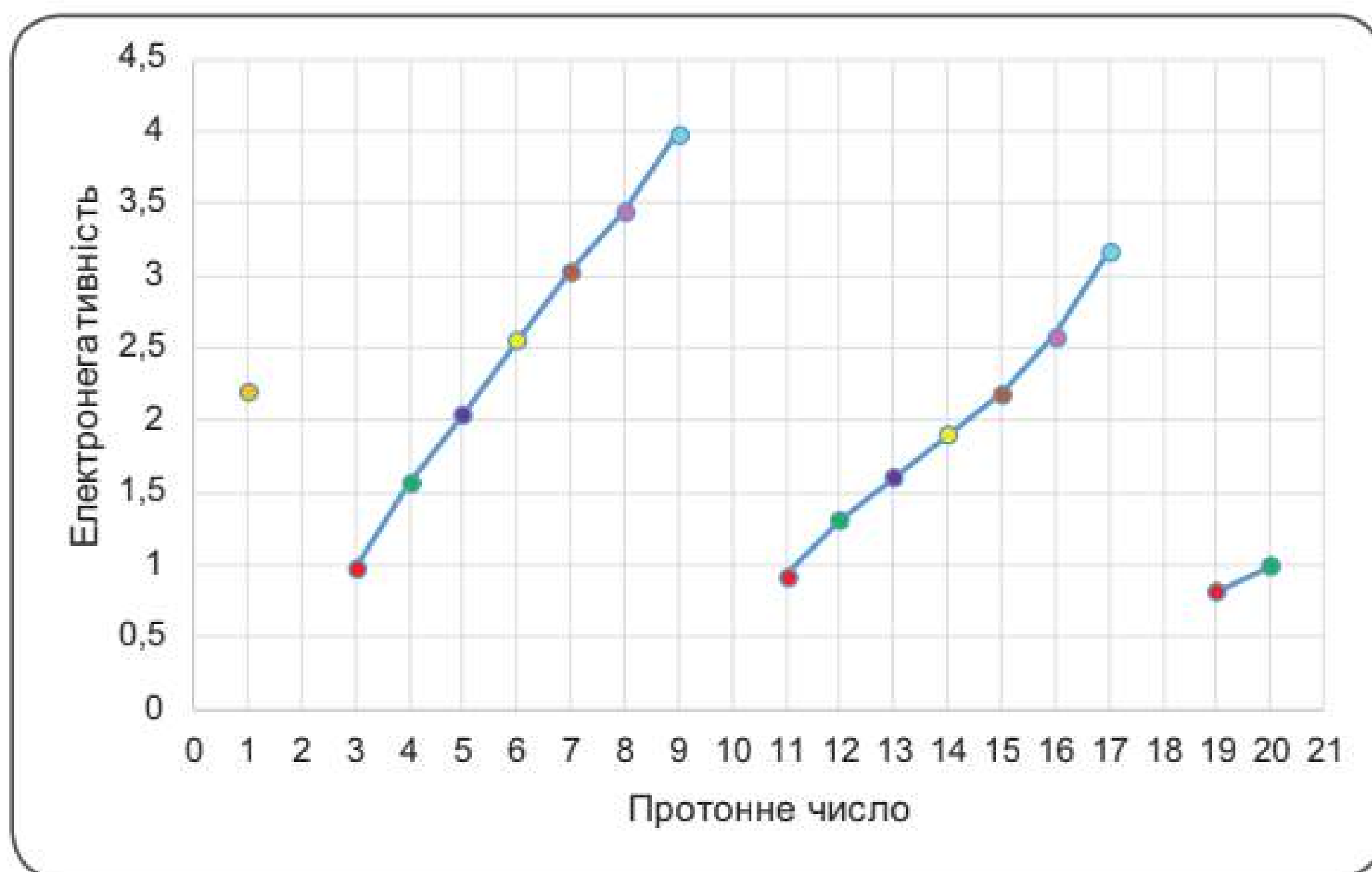
Електронегативність й енергія йонізації — важливі характеристики атома. Про одну з них вже йшлося раніше. Порівняй подані визначення (мал. 12.11) і добери пропущені слова.

... (χ) — кількісна характеристика здатності атома в молекулі відтягувати на себе електронну густину.

... — мінімальна кількість енергії, потрібна для видалення електрона із зовнішнього енергетичного рівня нейтрального атома в газовій фазі.

Мал. 12.11. Порівняй визначення електронегативності й енергії йонізації

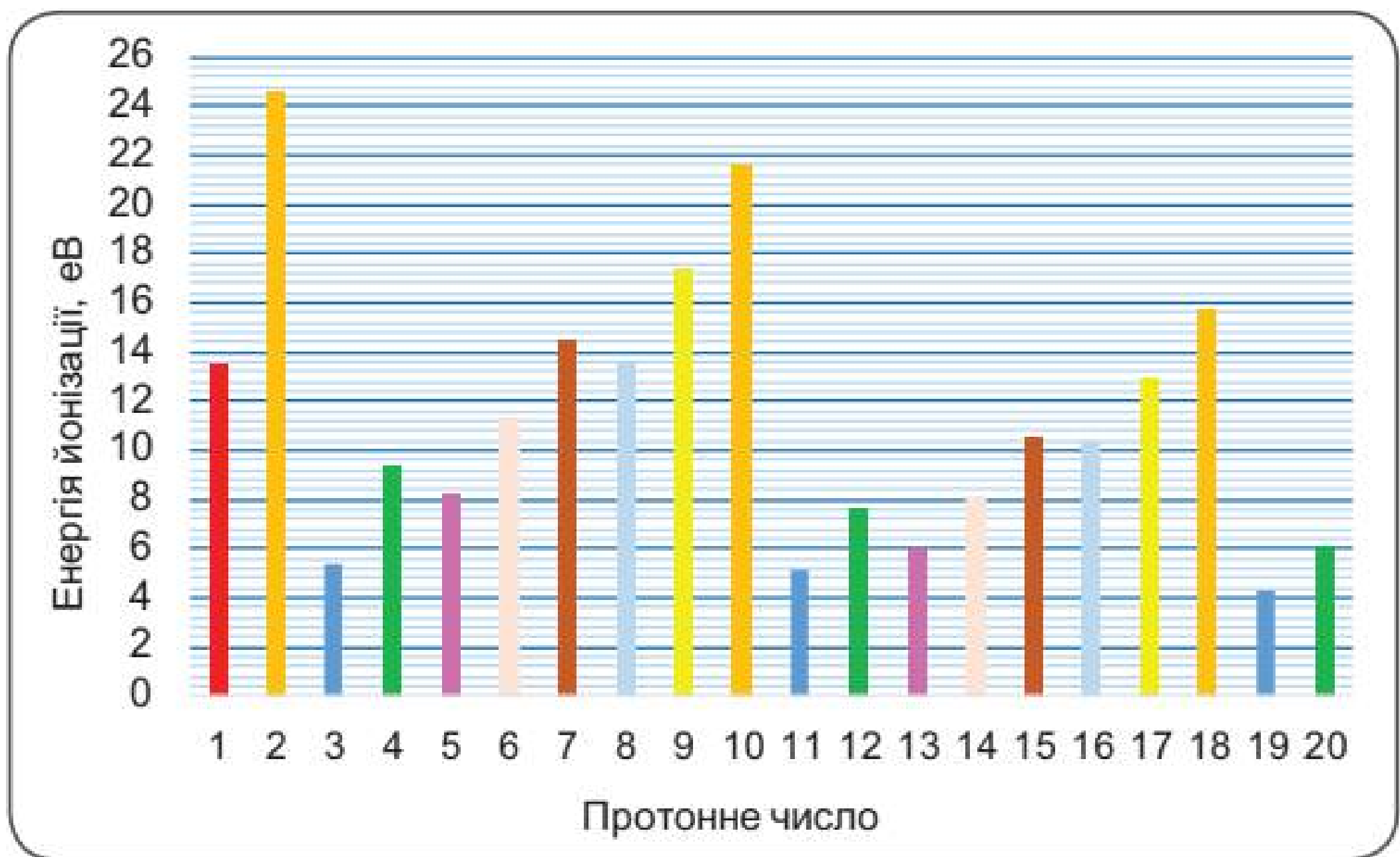
Електронегативність зростає зі збільшенням заряду ядер і зменшенням радіуса атомів у періодах. У групах зі збільшенням заряду ядер і розмірів атома електронегативність зменшується. У цьому ти пересвідчишся, проаналізувавши графіки на малюнку 12.12. Адже що більші величини протилежних за знаком зарядів і менша відстань між ними, то сильніше заряди притягуються один до одного.



Мал. 12.12. Електронегативність атомів хімічних елементів 1–20

Висновки щодо особливостей зміни енергії йонізації в періодах і групах зроби самостійно, проаналізувавши графіки на малюнку 12.13.

Реакційна здатність простих речовин (металів і неметалів) залежить від електронегативності й енергії йонізації. Зі збільшенням протонного числа елементів хімічна активність металів зменшується в періоді й збільшується в групі, а неметалів — навпаки. Численні підтвердження цього знайдеш у додаткових джерелах інформації.



Мал. 12.13. Енергія йонізації атомів хімічних елементів 1–20.
Чи все тут «гладко»?



Відшукай в інтернеті за ключовими фразами

Reactivity of Alkali Metals with Water;
Halogen reactions with iron wool; Comparing the four halogens



відео

й переглянь їх.

ЗАСТОСУЙ

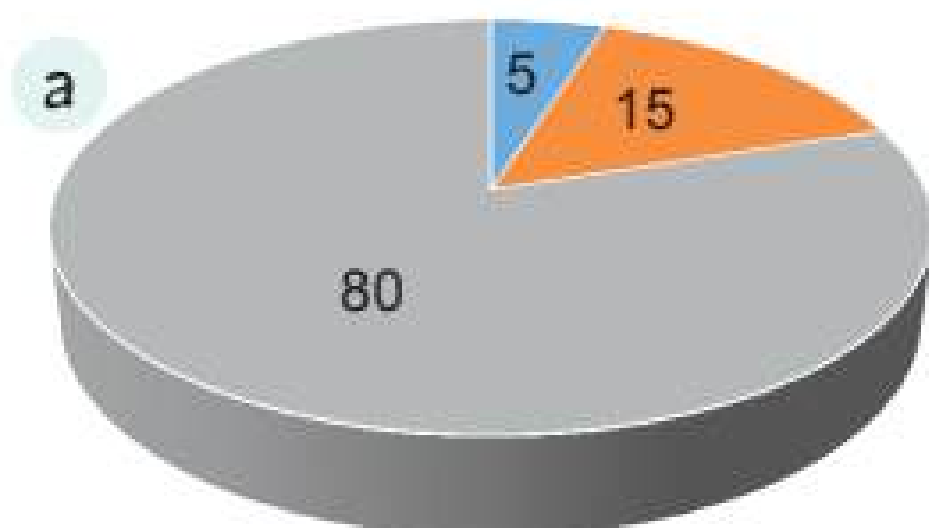
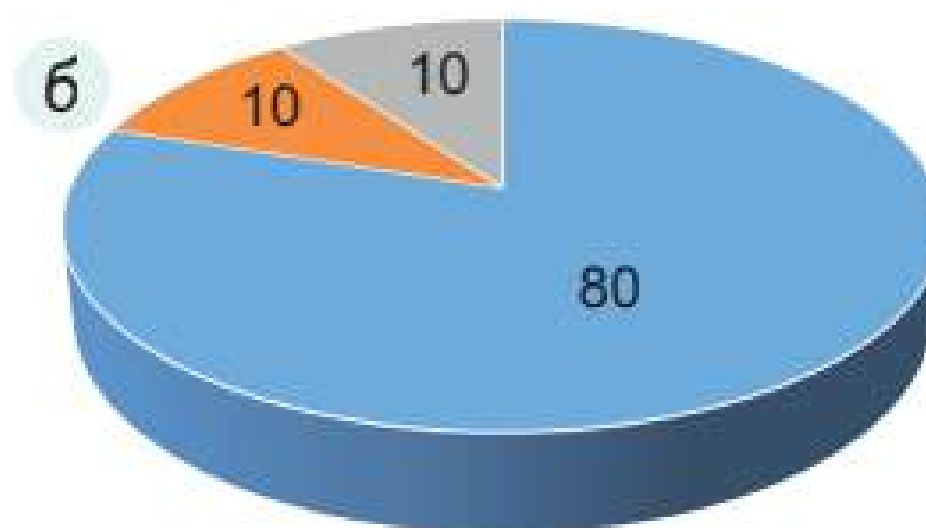
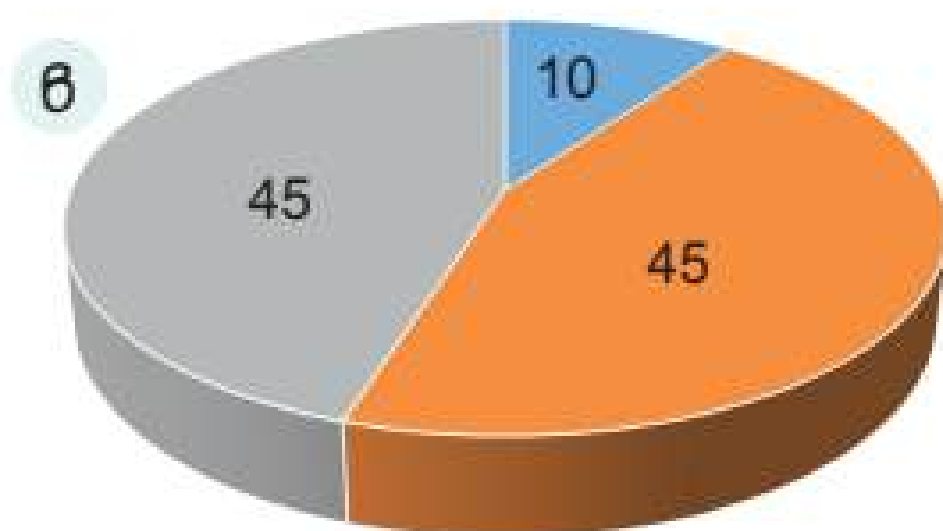
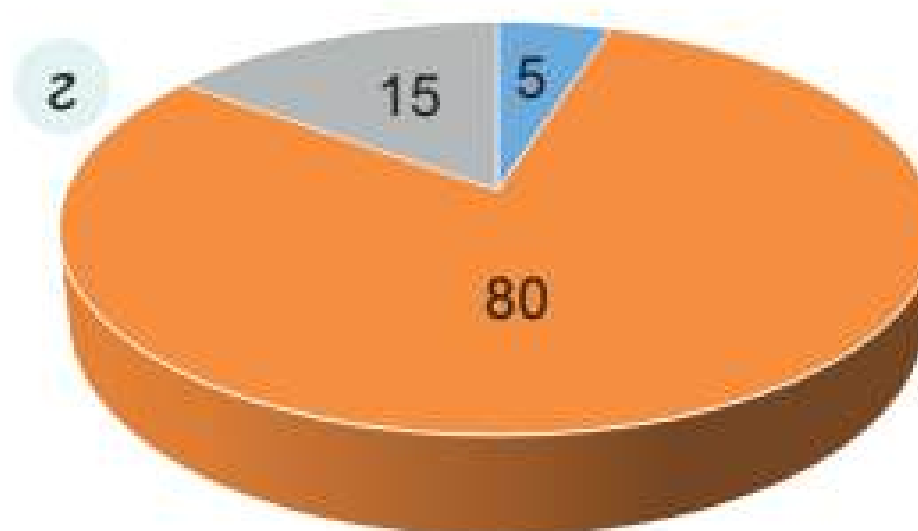
1 Доповни й заповни (в зошиті, на окремому аркуші, в гугл-документі) аркуш самоконтролю за зразком.

№	ЧИ ДОБРЕ Я			
ЗНАЮ				
1	структуру періодичної таблиці?			
...	?			
ВМІЮ				
6	визначати склад ядра атома за місцем хімічного елемента в періодичній таблиці?			
...	?			
11	співпрацювати в команді?			
...	?			
РОЗУМІЮ				
16	чому елементи в групах подібні за властивостями?			
...	?			

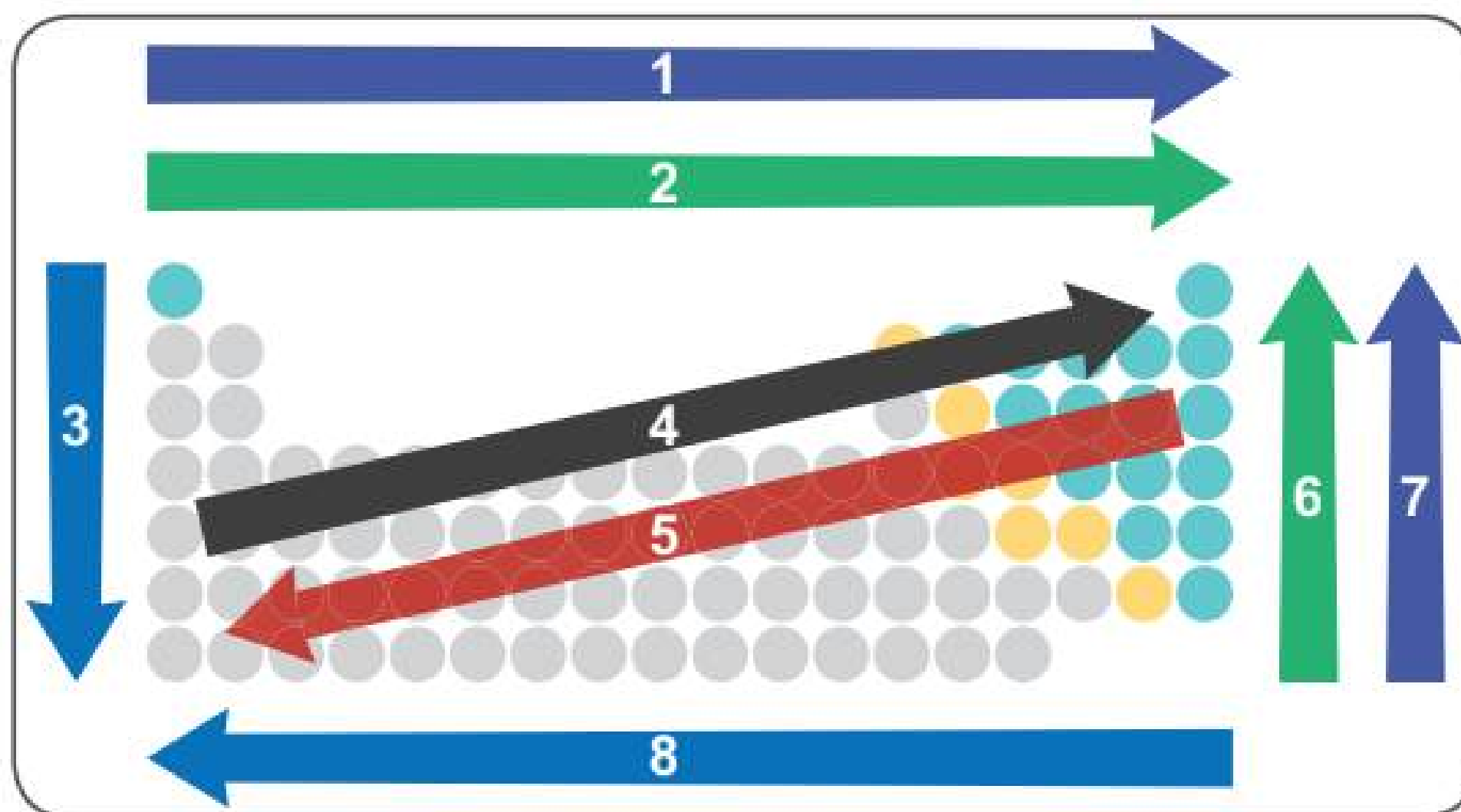
2 Заповни в зошиті таблицю.

Нуклідний символ		$^{55}_{25}\text{Mn}$				
Кількість	протонів		19		79	
	нейтронів		20	16		
	електронів			16		50
Масове число					197	120

3 Вибери діаграму, на якій правильно відображено приблизне співвідношення кількості (часток, %) металічних, неметалів, перехідних між металічними і неметалічними елементів у періодичній таблиці.

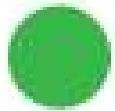


4 Запропонуй підписи до стрілок, якими позначено закономірності періодичної таблиці (мал. 12.14).



Мал. 12.14. Закономірності періодичної таблиці

5. Елемент з розподілом електронів в атомі 2, 8, 8, 1 є
 А лужним В неметалічним
 Б благородним Г галогеном
6. Елемент з розподілом електронів в атомі 2, 8, 7 є
 А лужним
 Б благородним
 В металічним
 Г галогеном
7. Елемент, розташований у другому періоді восьмій групі є
 А лужним
 Б благородним
 В металічним
 Г галогеном
8. В атомі хімічного елемента два енергетичних рівні, у межах зовнішнього енергетичного рівня перебувають три електрони. Протонне число цього елемента —
 А 2 В 5
 Б 3 Г 6
9. В атомі хімічного елемента на два електрони більше, ніж у катіоні Алюмінію. Протонне число цього елемента —
 А 11 В 14
 Б 12 Г 15
10. Розташуй частинки за збільшенням радіусів.
 А атом Нітрогену
 Б атом Оксигену
 В атом Магнію
 Г катіон Магнію
- II. Вибери стовпчик, у якому моделі атомів розташовано правильно за розмірами.

	А	Б	В	Г
Li				
Na				
K				
Rb				

12 Проаналізуй твердження щодо періодичної таблиці (мал. 12.15).

Мал. 12.15

I. Однаковим кольором виділено клітинки хімічних елементів з однаковим значенням енергії йонізації.

II. Однаковим кольором виділено клітинки хімічних елементів, які стали відомі людству в певний історичний проміжок часу.

Чи є поміж них правильні?

- A правильне лише перше
- B обидва правильні
- Б правильне лише друге
- Г немає правильних

13 Розташуй назви хімічних елементів за збільшенням електронегативності атомів.

- A Натрій
- Б Калій

- В Оксиген
- Г Флуор

14 Вибери формулу катіона Магнію.

- A Mg^{3+}
- Б Mg^{3-}

- В Mg^{2+}
- Г Mg^{2-}

15 Доповни записи.

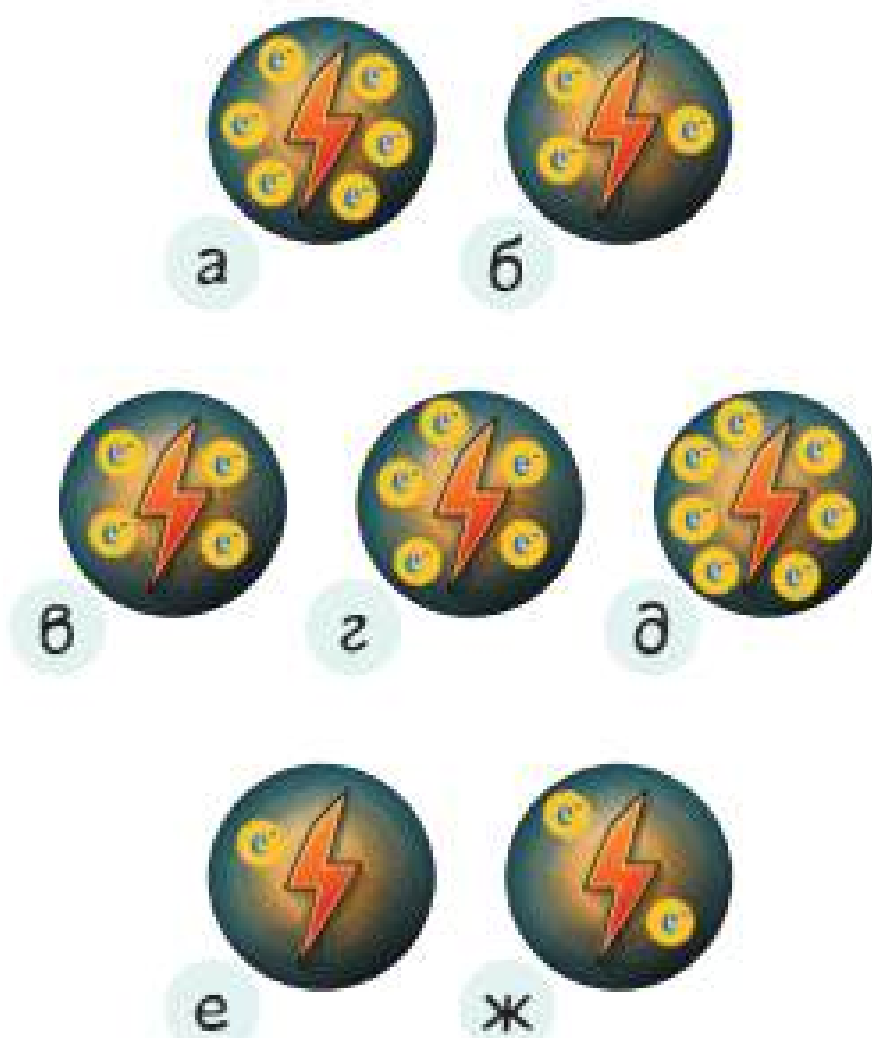
- а) $O^0 + \square e^- \rightarrow O^{2-}$;
- б) $F^0 + \square e^- \rightarrow F^-$;
- в) $Ca^0 - \square e^- \rightarrow Ca^{2+}$;

- з) $Al^0 - \square e^- \rightarrow Al^{3+}$;
- д) $N + 3e^- \rightarrow N^{\square-}$;
- е) $Rb^0 - e^- \rightarrow Rb^{\square}$.

- 16 Поєднай художнє зображення Атома-Суперагента (1–4) з його суперсилою (а – ж) — *кількістю електронів у межах зовнішнього енергетичного рівня секретності*. Поясни вибір зовнішності для Атомів-Суперагентів. Зображеннями яких побутових предметів пропонуєш доповнити ці образи?



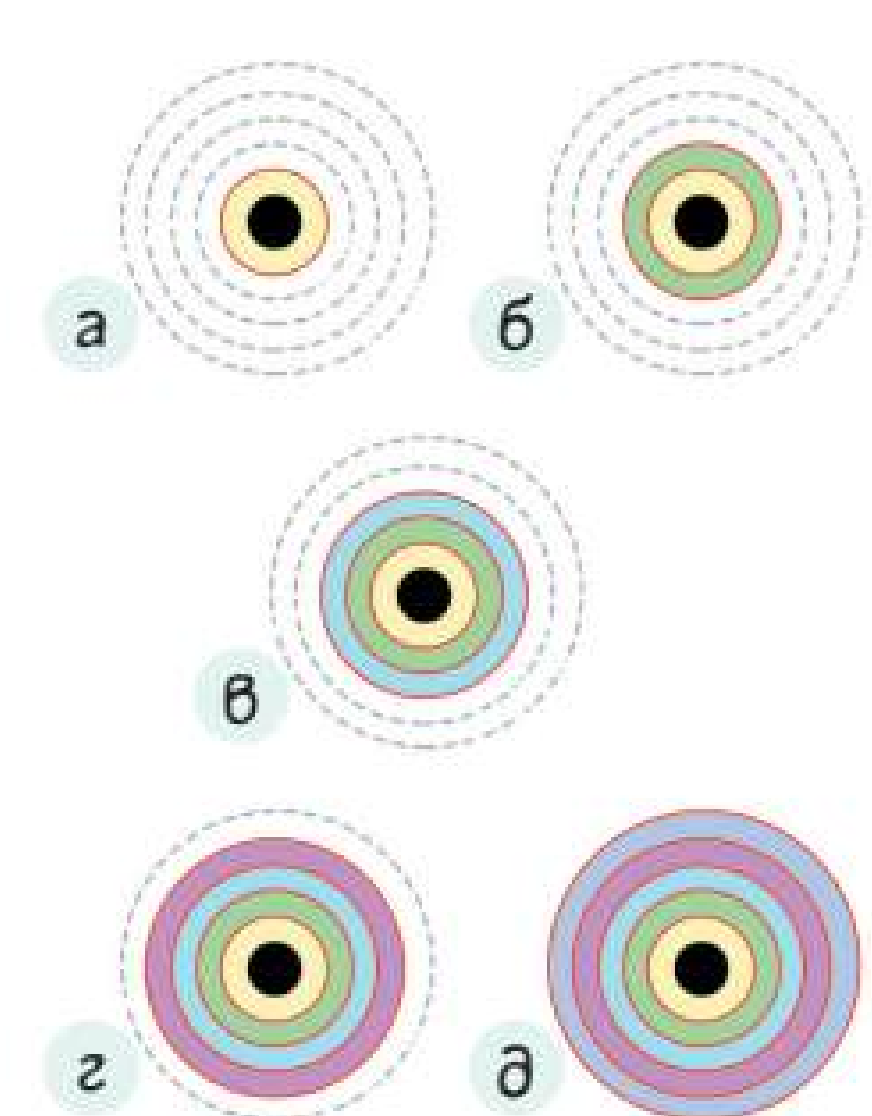
Перевір відповідь, виконавши інтерактивну вправу за QR-кодом.



- 17 Поєднай художнє зображення хімічного елемента (в образі агента чи агентки під прикриттям) (1–4) із рівнем захищеності — *кількістю енергетичних рівнів в електронній оболонці атома (а – д)*. Візьми до уваги, що ядро атома позначено чорним кольором, а енергетичні рівні — кольоровими кільцями.



Перевір відповідь, виконавши інтерактивну вправу за QR-кодом.



- 18 Добери ім'я (А – Д) й емблему (а – д) для супергероя чи супергеройки (1–4), що уособлюють атом хімічного елемента. Поясни вибір зовнішності й аксесуарів для них. Зображеннями яких побутових предметів пропонуєш доповнити ці образи? Дізнайся, образ кого із цих супергероїв і супергеройок пов'язаний із випадковим відкриттям хімічного елемента. Опиши цю історію у своєму блозі або намалюй комікс.



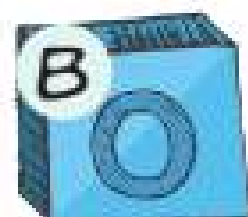
Перевір відповідь, виконавши інтерактивну вправу за QR-кодом.



Chlorine



Iodine



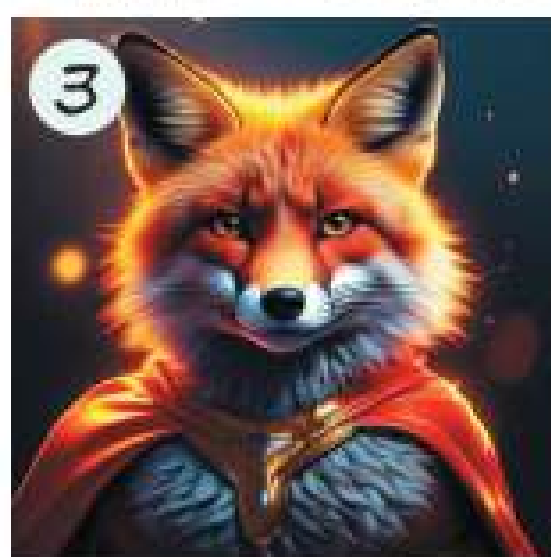
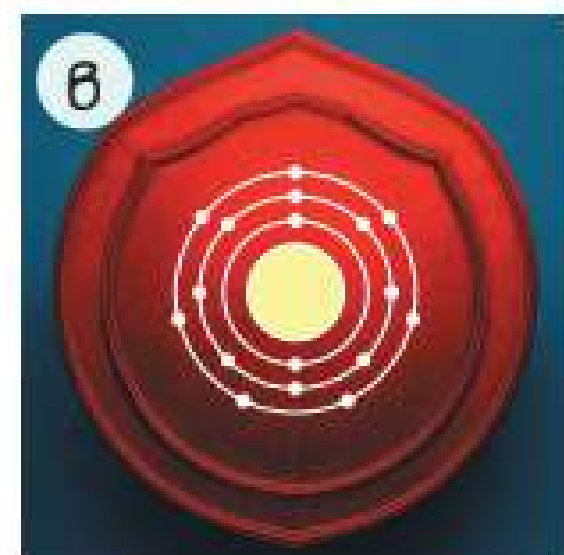
Oxygen



Fluorine



Bromine



- 19 Склади й художньо оформи досьє на хімічний елемент.
- 20 Зіграйте в парі в гру з відгадування назв хімічних елементів: перший гравець чи гравчиня формулює запитання щодо хімічного елемента, на які другий гравець чи гравчиня відповідає *так* або *ні*. Візьміть до уваги фізичний зміст порядкового номера хімічного елемента, номерів групи й періоду, належність до певної групи (лужні елементи, галогени, благородні елементи), закономірності зміни властивостей хімічних елементів у періодах і групах, щоб урізноманітнити запитання. Врешті-решт коло пошуків буде звужено настільки, що перший гравець зможе назвати хімічний елемент.
- 21 Застосуй апсайклінг і змодельуй на свій вибір чи за порадою вчителя або вчительки будову атома хімічного елемента з протонним числом 1–20. Створи рекламну листівку «Відкрий для себе атом...», у якій поясни переваги цієї моделі.
- 22 Дізнайся про елементний склад об'єкта зі свого щодення. Вибери з-поміж хімічних елементів той, кількість протонів у ядрі атома якого не перевищує 20. Схарактеризуй будову його атома за місцем у періодичній таблиці, підготуй стислу інформацію про значення цього елемента, застосування речовин, які він утворює.
- 23 Перевір правильність твердження: максимальну кількість електронів на енергетичному рівні визначають за формулою

$$N_{\max}(e^-) = 2n^2, \text{ де } n \text{ — номер рівня.}$$

- 24 Долучися в групі до створення (на вибір) сценарію руханки, що дасть змогу показати: а) розподіл електронів в атомі; б) утворення йонів з атомів. Розподіліть ролі, доберіть чи сконструйте обладнання з підручних матеріалів, придумайте гасло для створеної моделі. Апробуйте руханку на уроці фізичної культури й поясніть її хімічний зміст учителю чи вчительці. Попросіть учителя чи вчительку оцінити за п'ятибальною шкалою зрозумілість ваших пояснень.
- 25 Зініціюй і зорганізуй міжшкільний (а чом би не міжнародний?) конкурс на найкращий дизайн-проект оформлення кабінету хімії та рекреаційного простору поблизу нього, у якому буде використано інформацію з блоку 12.
- 26 Долучися до дискусії.

Та ну, серйозно, хто в реальному житті використовує цю періодичну таблицю? Я взагалі не розумію, навіщо ми маємо все це вчити.



А я цю тему вподобала, бо розвинула вміння порівнювати й шукати закономірності. І дізналася багато цікавого про хімічні елементи й використання речовин, які вони утворюють, у повсякденні.

А як вважаєш ти?

- 27 Відшукай інформацію і підготуй цікаве зрозуміле для учнів й учениць молодших класів повідомлення «Giant periodic table four times larger than previous record holder».

Стан електронів в атомі. Електронні орбіталі



Будова електронних оболонок атомів

Валентність та електронна будова атома



Радіус атома

Періодичний закон



Характеристика хімічних елементів

Тема 3. ДОСЛІДЖУЄМО ЗВ'ЯЗКИ МІЖ АТОМАМИ, МОЛЕКУЛАМИ, ЙОНАМИ

13. Ковалентний зв'язок вивчи оперативно кооперативно

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



Підготуйся в групі до уроку:

- витлумачте слова *кооперація*, *коворкінг*, *колаборація*. Поясніть, що в них означає префікс *ко-*. Наведіть ще кілька подібних прикладів;
- розподіліть між собою хімічні елементи з протонними числами 1, 7–10;
- розробіть план характеристики й дуже стисло схарактеризуйте елементи, зазначивши, зокрема, будову атомів і формули простих речовин;
- запропонуйте й узгодьте дизайн (матеріали, відносні розміри тощо) моделей, у яких рухомими деталями є електрони зовнішнього енергетичного рівня атомів;
- долучіться до дискусії:

Як вам завдання з моделювання? Це ж матеріал попередньої теми. І чому моделі динамічні?



Пропоную не марнувати часу. Бачила в інтернет-магазині готові: магнітна основа, рухомі деталі, доступні ціни...



Підозрюю, що не такі вже й доступні... Раджу поміркувати й підрахувати.

Поки ви міркуєте й рахуєте, я вже маю ідею: хитро, мудро й недорого коштом. Обговорімо?



А ти маєш ідею?

- сконструюйте моделі атомів, узявши до уваги їхню кількість: Ne — 1, H — 8, N — 3, O — 3, F — 3.

АНАЛІЗУЙ І СИНТЕЗУЙ у групі

1. Порівняйте, скориставшись моделями, які сконструювали, електронні оболонки атомів Гідрогену, Нітрогену, Оксигену, Флуору, Неону. Дайте відповіді на запитання.

- У якого атома зовнішній енергетичний рівень завершений?
- Скількох електронів бракує іншим атомам до завершення зовнішнього енергетичного рівня?



2. Змоделюйте молекули водню (H_2), фтору (F_2), кисню (O_2), азоту (N_2). Візьміть до уваги принципи взаємодії одно- і різнойменних зарядів. Унаочніть цей принцип, скориставшись маленькими магнітами.

Дайте відповіді на запитання.

- Скільки спільних пар електронів утворили в молекулах атоми Гідрогену? Флуору? Оксигену? Нітрогену?
- Став завершеним чи залишився незавершеним зовнішній енергетичний рівень атомів у молекулах водню, фтору, кисню, азоту?
- На однаковій чи різній відстані від ядер атомів перебувають спільні електронні пари в молекулах, які ви змодельовали? Чому?

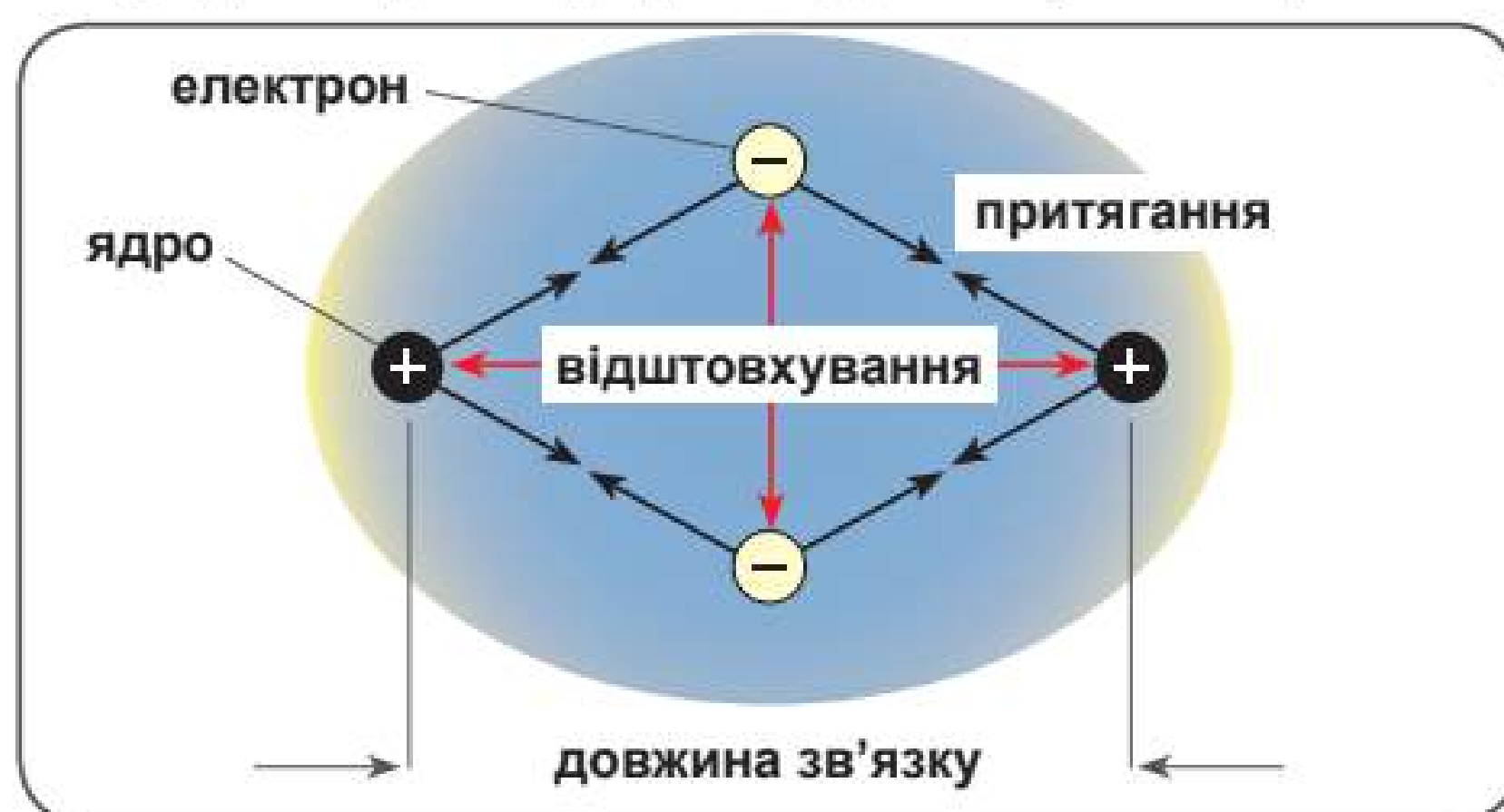
3. Змоделюйте молекули гідроген фториду (HF), води (H_2O), амоніаку (NH_3), узявши до уваги принципи взаємодії одно- і різнойменних зарядів і відносну електронегативність атомів.

Дайте відповіді на запитання.

- Чи став завершеним зовнішній енергетичний рівень атомів у молекулі?
- На однаковій чи різній відстані від ядер атомів перебувають спільні електронні пари в молекулах, які ви змодельовали? Чому?
- Як вважаєте, що більше: сума енергій атомів чи енергія молекули?

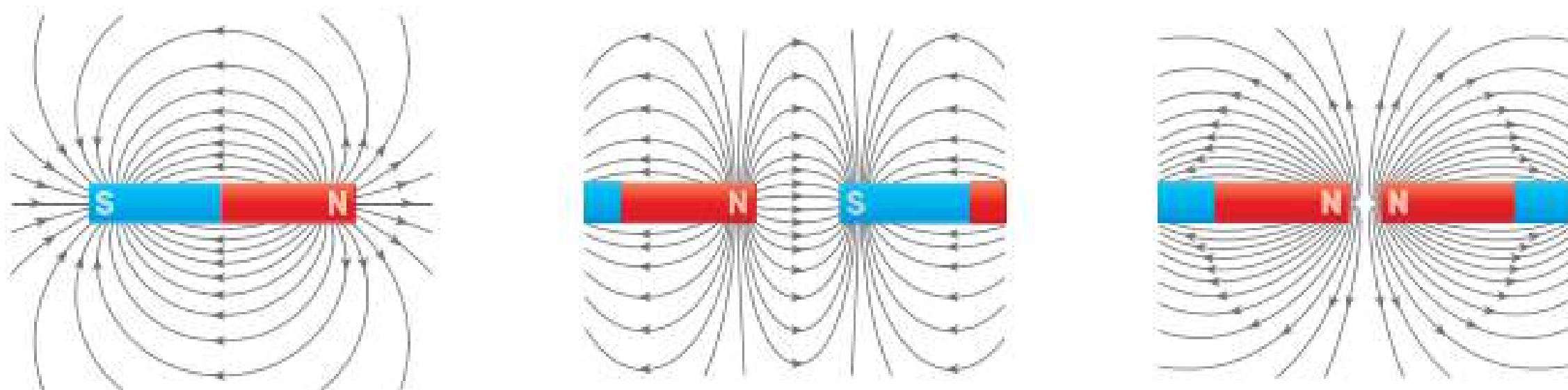
ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Атоми в речовинах тримаються купи внаслідок електростатичних взаємодій між різнойменно зарядженими частинками — протонами й електронами. Електростатичне притягання між протилежно зарядженими частинками приводить до виникнення сили, яка змушує їх рухатися назустріч одна одній. Натомість частинки з однойменними зарядами одна від одної відштовхуються (мал. 13.1).



Мал. 13.1. Притягання? Відштовхування? Що сильніше?

Подібне явище тобі вже доводилося спостерігати, експериментуючи з магнітами (мал. 13.2). Атоми сполучаються, коли електростатичне притягання між ними сильніше за відштовхування.

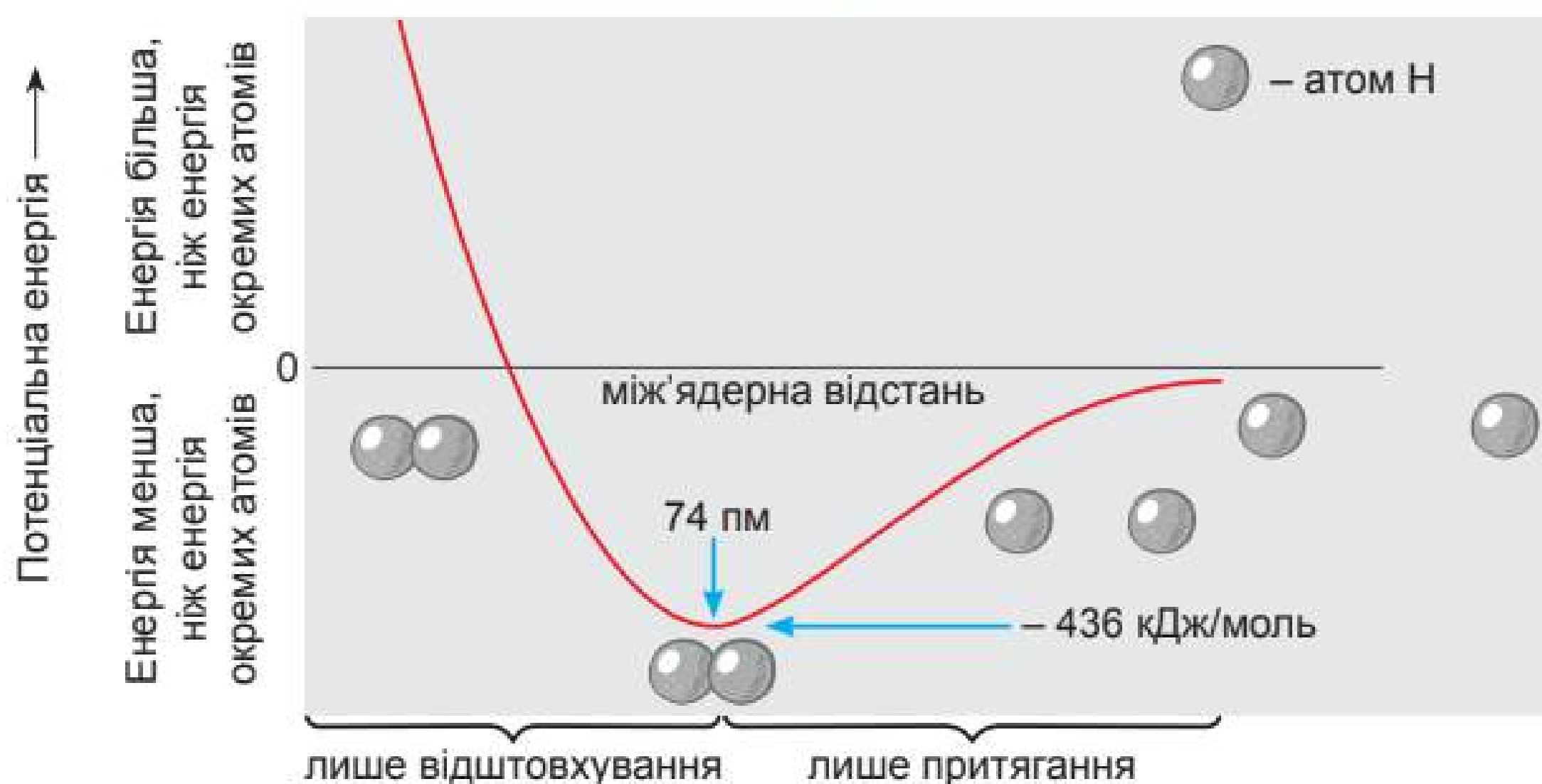


Мал. 13.2. Два магніти можуть притягуватися або відштовхуватися

Для утворення хімічного зв'язку треба, щоб енергія системи з двох атомів була нижчою за енергію окремих атомів.

Розгляньмо це на прикладі утворення хімічного зв'язку в молекулі водню (мал. 13.3). Спочатку два атоми Гідрогену перебувають на великій відстані й не впливають один на одного. Під час їхнього зближення починають діяти сили відштовхування між двома електронами — адже вони мають однойменні заряди.

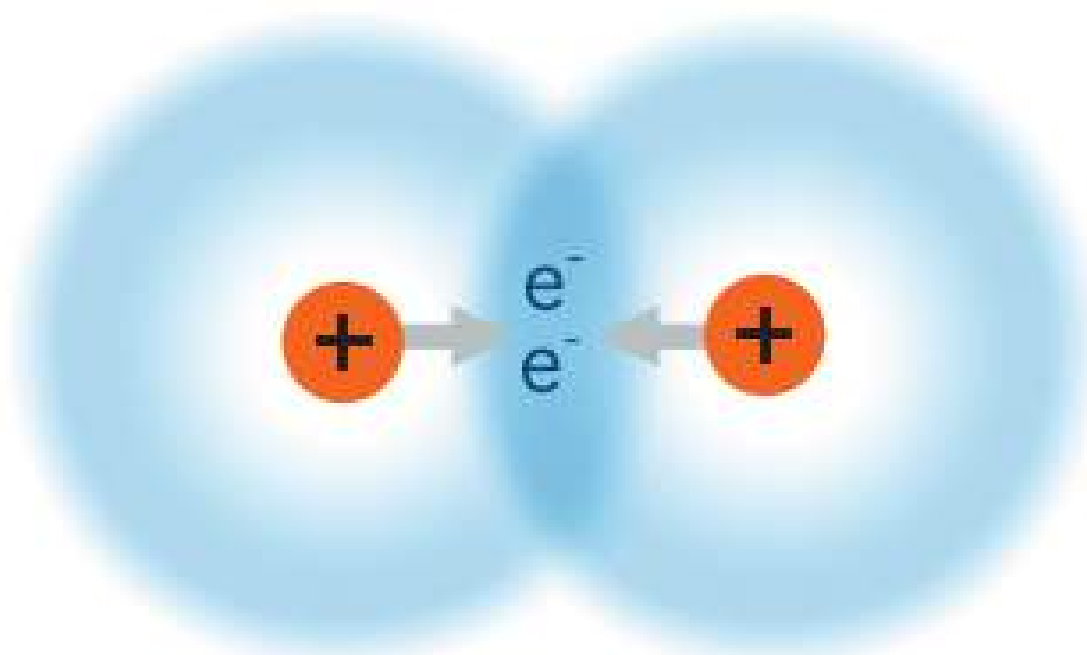
Принцип мінімуму енергії — це ідея, що в природі все прагне до стану, у якому витрати зусиль або енергії найменші. Уяви: ти можеш рухатися в різних напрямках, але вибираєш той, де затратиш найменше енергії. Тобто все в природі, від атомів до планет, намагається «зеконотити» енергію, щоб бути стабільнішим і менш витратним.



Мал. 13.3. Під час утворення молекули водню з атомів Гідрогену енергія виділяється

- За якої відстані між центрами ядер атомів Гідрогену потенціальна енергія молекули водню найменша?

Коли два атоми Гідрогену спільно використовують пару електронів (мал. 13.4), кожен набуває завершеної стійкої електронної конфігурації — як в атома благородного елемента (назви його).



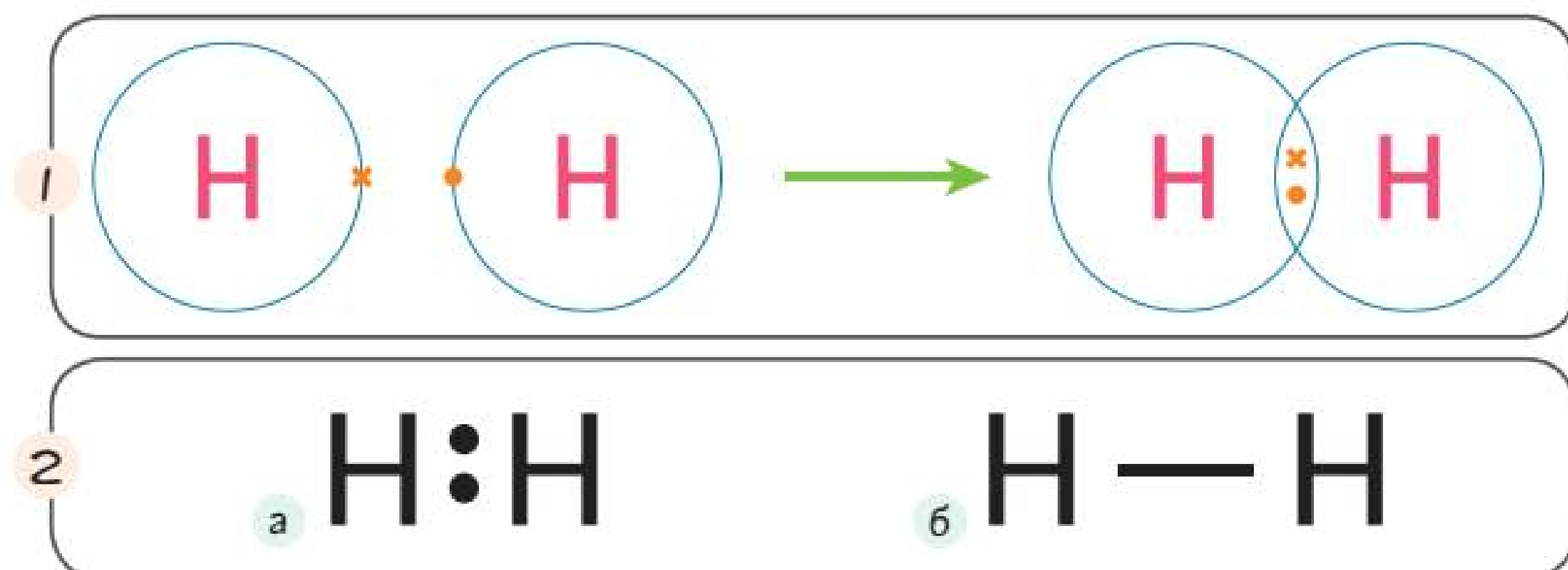
Мал. 13.4. Унаслідок утворення молекули водню атоми Гідрогену набувають завершеної стійкої електронної конфігурації

Мінімум енергії молекули відповідає точно визначеній відстані між ядрами атомів Гідрогену (мал. 13.3). Якщо атоми в молекулі під дією зовнішньої сили наблизяться один до одного, почнеться потужне відштовхування між однойменно зарядженими ядрами атомів і загальна енергія системи почне стрімко зростати. Це енергетично невигідно системі, тому відстань між ядрами є сталим рівноважним значенням. Для молекули водню довжина хімічного зв'язку становить 0,000 000 000 74 м, або 0,74 ангстрема, або 74 пм.

Зв'язок між атомами, які усупільнили одну чи кілька пар електронів і завершили свої зовнішні енергетичні рівні, називають **ковалентним**.

Ковалентний зв'язок зображують за допомогою електронних і графічних формул молекул. Електрони позначають крапками або хрестиками поруч із символами елементів. Одна крапка (хрестик) символізує один електрон (мал. 13.5).

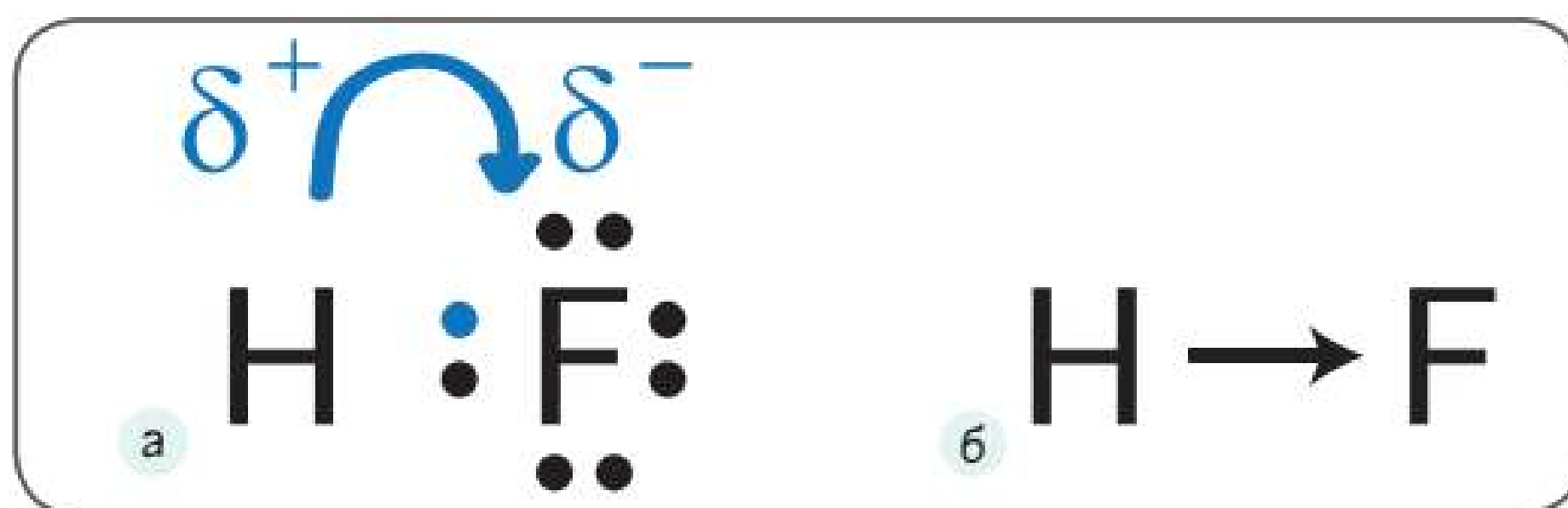
Якщо двоатомна молекула утворена атомами одного неметалічного елемента, то негативний заряд спільної електронної пари розподілений між ними порівну. Такий зв'язок називають *ковалентним неполярним*.



Мал. 13.5. 1 Утворення ковалентного неполярного зв'язку в молекулі водню

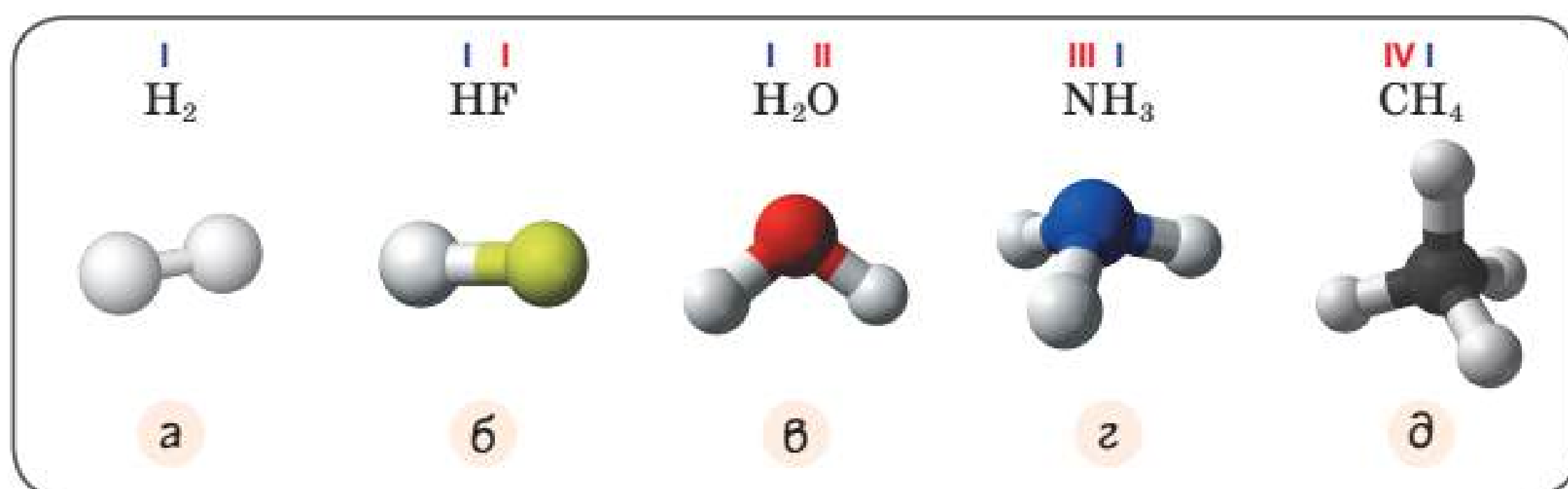
2 Електронна а і графічна б формули молекули водню

Ковалентний зв'язок, у якому одна чи кілька спільних електронних пар зміщені в бік електронегативнішого атома, називають *полярним* (мал. 13.6). Частковий позитивний і негативний заряди, що утворилися на атомах унаслідок перерозподілу електронної густини, позначають буквою грецької абетки *дельта* (δ) з відповідним знаком. Напрямок зсування спільних електронних пар в електронних і графічних формулах показують однією чи кількома стрілками.



Мал. 13.6. Електронна **а** і графічна **б** формули гідроген фториду відображають зсування спільної пари електронів до більш електронегативного атома

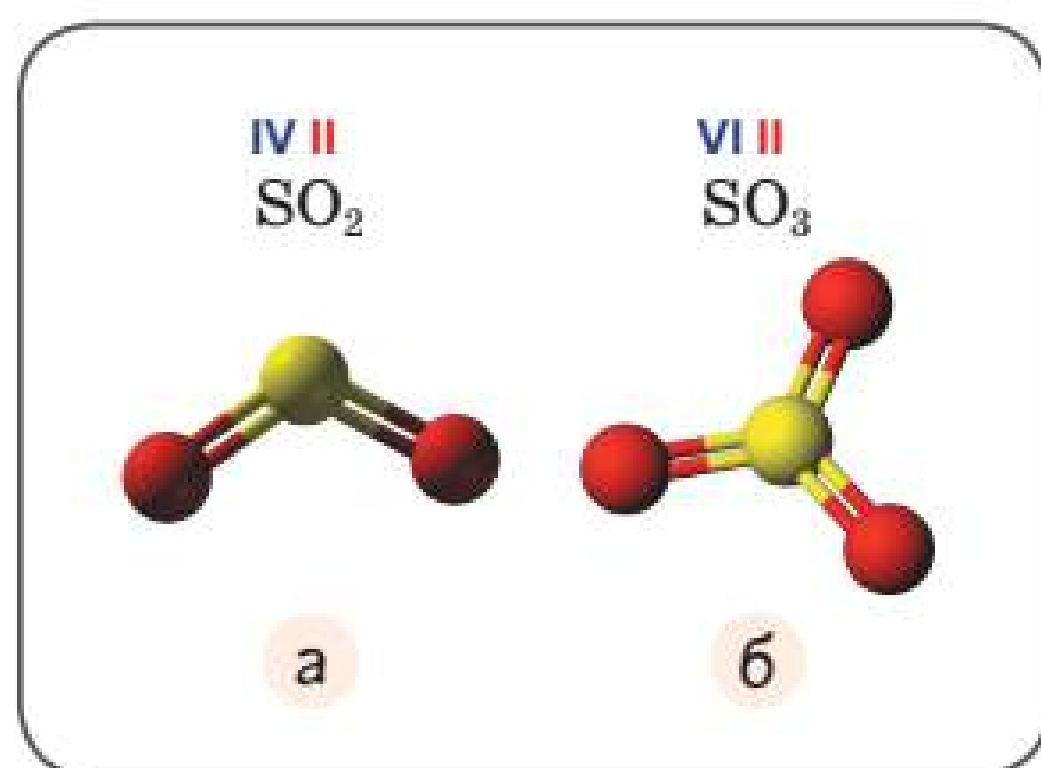
Валентність — здатність атомів вступати в хімічний зв'язок лише з певною кількістю інших атомів унаслідок взаємодії електронів зовнішнього енергетичного рівня. Гідроген одновалентний. У більшості речовин Оксиген двовалентний, Нітроген — три-, а Карбон — чотиривалентний. Кількісною мірою валентності атома є кількість атомів іншого елемента з відомою валентністю, які він здатний приєднати. Валентність зазначають римськими цифрами над символами хімічних елементів (мал. 13.7).



Мал. 13.7. Моделі молекул водню **а**, гідроген фториду **б**, води **в**, амоніаку **г** й метану **д** дають змогу унаочнити поняття валентності

- Обчисли добутки індексів на валентність у формулах гідроген фториду, води, амоніаку, метану. Чи є тут закономірність? Яка?

Є неметалічні елементи, які виявляють змінну валентність, наприклад Сульфур. Її зазначають у *систематичних* назвах (мал. 13.8).



Мал. 13.8. Моделі молекул сульфур(IV) оксиду **а**
й сульфур(VI) оксиду **б**

ЗАСТОСУЙ

- 1 Склади й заповни аркуш самоконтролю до блоку 13.
- 2 Доповни твердження: «До ядер атомів най... притягаються електрони ... енергетичного рівня, тож саме вони беруть участь в утворенні хімічних зв'язків. Атоми хімічних елементів, утворюючи молекули, прагнуть мати ... зовнішню оболонку з ... електронів», дібравши потрібні слова чи фрагменти слів із-поміж таких: *слабше / сильніше, зовнішнього / внутрішнього, стійку / нестійку, трьох / вісьмох*.
- 3 Зобрази електронні й структурні формули хлору, бромю, йоду, гідроген хлориду, гідроген броміду, гідроген йодиду, гідроген сульфідю й зазнач типи хімічних зв'язків у них.
- 4 Зазнач валентність Нітрогену у формулах оксидів, напиши їхні систематичні назви:



Склади алгоритм визначення валентності хімічного елемента в оксиді.

- 5 Напиши хімічні формули хлор(I) оксиду, хлор(IV) оксиду. Запропонуй алгоритм складання формули оксиду за його систематичною назвою.
- 6 Вибери правильне твердження. Ковалентним зв'язком сполучені атоми
А металічних елементів
Б неметалічних і металічних елементів
В неметалічних елементів
Г благородних елементів

- 7 Вибери формулу речовини з ковалентним неполярним типом зв'язку.
- А H_2O
 - Б N_2
 - В Ca
 - Г HI
- 8 Під час утворення молекул у хімічних реакціях атоми хімічних елементів намагаються набути стійкого зовнішнього енергетичного рівня з
- А трьома електронами
 - Б чотирма електронами
 - В сімома електронами
 - Г вісьмома електронами
- 9 Для утворення хімічного зв'язку між двома атомами треба, щоб енергія системи з двох атомів була за енергію окремо взятих атомів
- А нижчою
 - Б вищою
 - В такою самою
- 10 Порівняй ковалентний полярний і неполярний зв'язки. Результат порівняння подай як діаграму Венна або таблицю.
- 11 Долучися в групі до створення (на вибір) сценарію руханки, що дасть змогу унаочнити утворення ковалентного зв'язку (неполярного й полярного). Розподіліть ролі, доберіть чи сконструйте обладнання з підручних матеріалів, придумайте гасло для створеної моделі.
- Апробуйте руханку на уроці фізичної культури й поясніть її хімічний зміст учителю чи вчительці. Попросіть учителя чи вчительку оцінити за п'ятибальною шкалою зрозумілість ваших пояснень.
- 12 Витлумач, з огляду на вивчене, зображення (мал. 13.9). Добери персонажам імена — назви хімічних елементів. Поясни свій вибір.



Мал. 13.9

13 Доповни фантастичні діалоги й склади подібний.

Психолог: Ну, Неоне, є щось, що тебе бентежить?

Неон: Ні, усе гаразд, дякую! Адже маю вісім електронів на ... енергетичному рівні.

Психолог: Чудово, Неоне. Ти один із благородних елементів, у яких ... енергетичний рівень ..., тому тобі не треба утворювати зв'язки з іншими

Неон: Так, я цілком самодостатній!

Психологиня: Отже, Гідрогене, що тебе непокоїть?

Гідроген: Маю лише ... електрон і почуваюся невпевнено, а мені хочеться стабільності, як у

Психологиня: Тобі потрібен ще електрон, щоб заповнити ... енергетичний рівень. Може, знайдеш інший атом, з яким усупільниш електрони?

Гідроген: Це привабливо! Спробую утворити ковалентний ... зв'язок з іншим атомом Гідрогену чи ковалентний ... із самим ...!

Навчайся хімії з Pi-stacja UA

Природа та види хімічного зв'язку



Ковалентний зв'язок

Полярний і неполярний ковалентні зв'язки



14. Йонний зв'язок. Ступінь окиснення

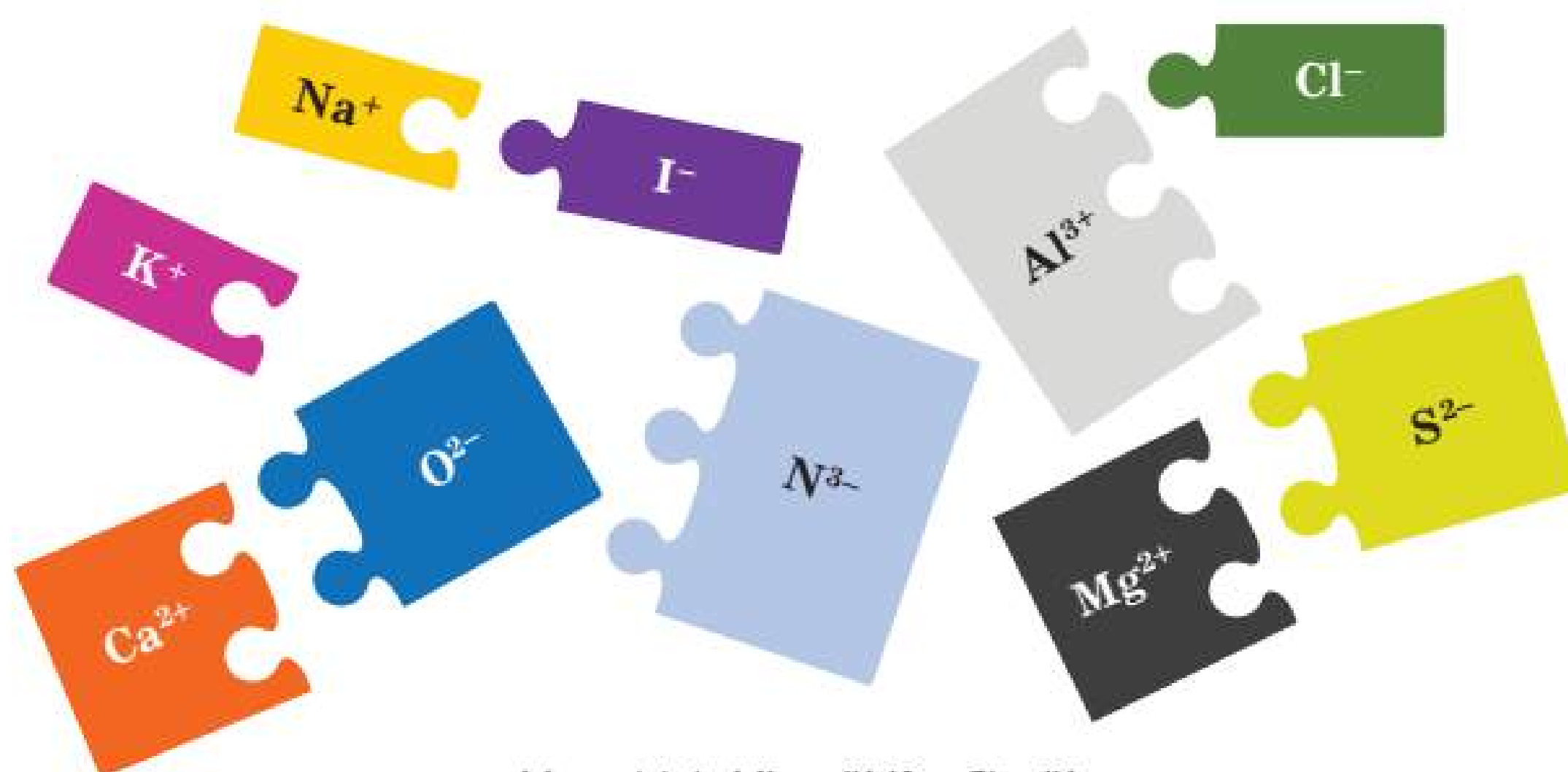
ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



Підготуйтеся в групі до уроку:

- розподіліть між собою хімічні елементи з протонними числами 3, 7–9, 11–13, 15–17, 19, 20, 35, 53;
- скористайтеся малюнком 12.8, якщо треба, й, узгодивши матеріали та відносні розміри, виготовте моделі йонів (по 10 однакових для кожного елемента) за зразками на малюнку 14.1 або ж запропонуйте свій дизайн.



Мал. 14.1. Міркуй! Комбінуй!

АНАЛІЗУЙ І МОДЕЛЮЙ у групі

1. Порівняйте, скориставшись підготовленими вдома моделями, заряди йонів хімічних елементів із протонними числами 3, 7–9, 11–13, 15–17, 19, 20, 35, 53.

2. Розподіліть у групі обов'язки й упишіть у таблицю назви бінарних йонних сполук.

3. Складіть із підготовлених моделей йонів моделі формульних одиниць сполук, обговоріть результати.

4. Оцініть створені моделі йонів і формульних одиниць бінарних йонних сполук за самостійно розробленими критеріями.

5. Упишіть у таблицю (попередньо перенесіть її в зошит чи створіть гугл-документ) формули сполук.

Назви й формули катіонів	Назви й формули простих аніонів							
	фто- рид F ⁻	хло- рид	бромід	йодид	оксид	суль- фід	нітрид	фос- фід
літій Li ⁺	літій фторид LiF							
натрій								
калій								
магній								
кальцій								
алюміній								

Обговоріть і доповніть речення так, щоб вони стали правильними твердженнями.

- Заряди ... металічних елементів першої і другої груп дорівнюють номеру групи.
- Числове значення заряду катіона ... Al³⁺ дорівнює різниці між номером групи й числом
- Числове значення заряду простого аніона неметалічного елемента груп 15–17 дорівнює різниці між номером групи й числом
- У бінарній йонній сполуці добутки індексів у формулі на числові значення заряду катіона й аніона однакові за величиною і протилежні за ...:

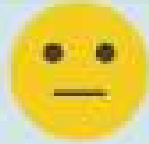
$$Kat_x^{a+} An_y^{b-};$$

$$ax = by \text{ (знаки зарядів до уваги не беремо);}$$

$$ax - by =$$

- Сумарний заряд йонів у формульній одиниці бінарної йонної сполуки дорівнює

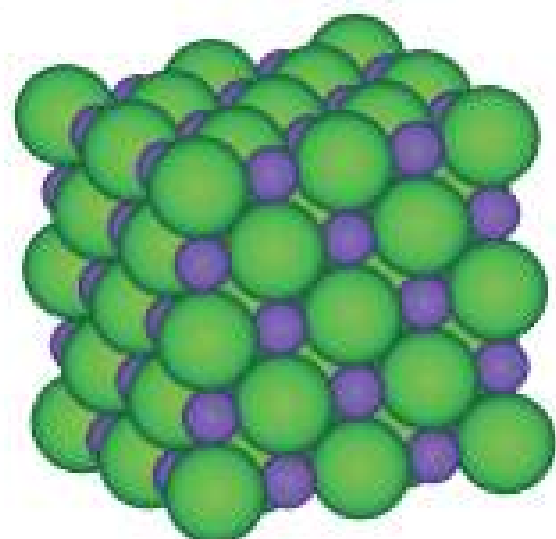
Оцініть підготовку до роботи, процес і результат співпраці за шкалою 1–5 або запропонуйте інший спосіб і/або шкалу оцінювання.

Оцінка					
підготовки					
процесу співпраці					
результату співпраці					

Йони, як ти вже знаєш, — це заряджені частинки, на які перетворюються атоми внаслідок приєднання або втрачання одного або кількох електронів.

Якщо атом приєднує електрони, то перетворюється на негативний йон — *аніон*. Унаслідок цього енергія виділяється. Натомість *катіон* — позитивний йон — утворюється внаслідок втрачання електронейтральною частинкою електронів. Під час цього процесу енергія поглинається. Протилежно заряджені йони притягуються, між ними виникає хімічний зв'язок.

Йонний зв'язок — це зв'язок між катіонами та аніонами. Його можна розглядати як граничний випадок ковалентного полярного зв'язку. Якщо різниця в значеннях електронегативності атомів хімічних елементів дуже велика, спільні електронні пари майже повністю зміщуються до атома електронегативнішого елемента. За цих умов атоми перетворюються на йони. Між катіонами та аніонами діють електростатичні сили притягання, які, наприклад, утримують натрій-катіони Na^+ й хлорид-аніони Cl^- у кристалі натрій хлориду (мал. 14.2).



Мал. 14.2. Натрій-катіони $\oplus$ й хлорид-аніони $\ominus$ в кристалі галіту (натрій хлорид)

Зверни увагу: у кристалі галіту натрій-катіон з усіх боків оточений хлорид-аніонами і навпаки. Енергетично найвигідніше, коли навколо кожного йона кількість йонів із протилежним за знаком зарядом найбільша. Однак через відштовхування однойменних йонів один від одного система набуває стійкості лише за певного розташування катіонів й аніонів. Наприклад, у натрій хлориді навколо катіона шість аніонів і навпаки.

Візьми до уваги: на катіони перетворюються атоми металічних елементів, на зовнішньому енергетичному рівні яких зазвичай не більш як три електрони. На аніони перетворюються атоми неметалічних елементів, у яких зовнішній енергетичний рівень містить 5–7 електронів. Атом неметалічного елемента Гідрогену може утворити й катіон H^+ , й аніон H^- .

Межа між ковалентним полярним і йонним зв'язком дещо умовна. Різниця числових значень електронегативності хімічних елемен-

тів дає змогу визначити, наскільки хімічний зв'язок у сполуці відрізняється від ковалентного неполярного. Для ковалентного неполярного зв'язку ця різниця дорівнює нулю або дуже близька до нього. Якщо величина менша за 0,4, такий зв'язок теж умовно називають *ковалентним неполярним*. У разі різниці електронегативності від 0,4 до 2,0 зв'язок вважають *ковалентним полярним*. Якщо різниця значень електронегативності понад 2,0, то зв'язок вважають *йонним*.

Ступінь окиснення. Ступінь окиснення елемента — це чисельна величина електричного заряду, який приписують атому в молекулі, припустивши, що електронні пари, які забезпечують зв'язок, повністю зміщені в бік електронегативніших атомів. Проаналізуй дані *таблиці 14.1* й дізнайся більше про ступені окиснення хімічних елементів.

Таблиця 14.1. Ступені окиснення

Ступені окиснення позначають у формулах речовин над символами хімічних елементів	$\overset{+1}{\text{H}}\overset{-1}{\text{Cl}}$; $\overset{+2}{\text{Mg}}\overset{-2}{\text{O}}$; $\overset{+3}{\text{Al}}\overset{-2}{\text{O}}_3$; $\overset{+2}{\text{Ca}}\overset{-3}{\text{N}}_2$
Ступінь окиснення може мати не лише додатне чи від'ємне значення. У простих речовинах ступінь окиснення атомів дорівнює нулю	$\overset{0}{\text{F}}_2$; $\overset{0}{\text{H}}_2$; $\overset{0}{\text{N}}_2$; $\overset{0}{\text{K}}$; $\overset{0}{\text{Al}}$
Ступінь окиснення Гідрогену в сполуках з неметалічними елементами зазвичай дорівнює +1, а з металічними — -1	$\overset{+1}{\text{H}}\text{Br}$; $\overset{+1}{\text{H}}_2\text{O}$; $\overset{+1}{\text{N}}\text{H}_3$; $\overset{-1}{\text{Na}}\text{H}$; $\overset{-1}{\text{Ca}}\text{H}_2$
Флуор в усіх сполуках з іншими елементами має ступінь окиснення -1	$\overset{+1}{\text{Na}}\overset{-1}{\text{F}}$; $\overset{+2}{\text{O}}\overset{-1}{\text{F}}_2$
Оксиген має ступінь окиснення -2 в усіх сполуках з іншими елементами, окрім Флуору й тих, де атоми Оксигену сполучені між собою	$\overset{-2}{\text{H}}_2\text{O}$; $\overset{-2}{\text{Al}}_2\text{O}_3$; $\overset{-2}{\text{Mg}}\text{O}$; $\overset{+2}{\text{O}}\text{F}_2$ $\overset{+1}{\text{H}}-\overset{-1}{\text{O}}-\overset{-1}{\text{O}}-\overset{+1}{\text{H}}$

Сума ступенів окиснення всіх атомів у сполуці чи простій речовині дорівнює нулю. Максимальний позитивний ступінь окиснення елемента дорівнює номеру групи для елементів груп 1, 2. А для елементів груп 13–17 — різниці між номером групи й числом 10. Наприклад, максимальний позитивний ступінь окиснення Хлору становить 7 (17 – 10 = 7). Мінімальний негативний ступінь окиснення елементів груп 14–17 дорівнює різниці між номером групи і числом 18. Зокрема мінімальний ступінь окиснення Сульфуру дорівнює -2 (16 – 18 = -2).

Як визначити ступінь окиснення хімічного елемента за формулою речовини? Набути цього вміння тобі допоможе алгоритм, наведений у *таблиці 14.2*.

Таблиця 14.2. Визначення ступенів окиснення хімічних елементів за формулами речовин

Послідовність дій	Приклади	
Напиши хімічну формулу сполуки	N_2O_5	H_2SO_4
Визнач ступені окиснення елементів за стандартними правилами: Гідроген (H) у більшості сполук має ступінь окиснення +1; Оксиген (O) зазвичай має ступінь окиснення -2 (крім пероксидів, де він має ступінь окиснення -1). Ступінь окиснення лужних елементів завжди +1, а елементів другої групи +2	$\overset{-2}{\text{N}_2\text{O}_5}$	$\overset{+1}{\text{H}_2}\overset{-2}{\text{SO}_4}$
Познач x невідомий ступінь окиснення елемента	$\overset{x}{\text{N}_2}\overset{-2}{\text{O}_5}$	$\overset{+1}{\text{H}_2}\overset{x}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}_4}$
Склади рівняння для суми ступенів окиснення всіх елементів у сполуці, узявши до уваги кількість атомів кожного елемента	$2x + 5 \cdot (-2) = 0$	$2 \cdot (+1) + x + 4 \cdot (-2) = 0$
Розв'яжи рівняння й обчисли x	$2x - 10 = 0$ $2x = 10$ $x = 5$	$2 + x - 8 = 0$ $x = 8 - 2$ $x = 6$
Зазнач ступені окиснення у формулі	$\overset{+5}{\text{N}_2}\overset{-2}{\text{O}_5}$	$\overset{+1}{\text{H}_2}\overset{+6}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}_4}$
Перевір обчислений результат: він має дорівнювати нулю	$2 \cdot (+5) + 5 \cdot (-2) = 0$	$2 \cdot (+1) + 1 \cdot (+6) + 4 \cdot (-2) = 0$

Як скласти формулу бінарної сполуки за відомими ступенями окиснення атомів елементів? Цього вміння набудеш, доповнивши алгоритм, що наведено в таблиці 14.3, і діючи за ним.

Таблиця 14.3. Складання формули бінарної сполуки за відомими ступенями окиснення хімічних елементів

Послідовність дій	Приклад
Запиши символи елементів та їхні ступені окиснення, познач невідомі ... x та y	$\overset{+3}{\text{B}}\overset{-2}{\text{O}}_y$
Обчисли, не зважаючи на знаки, і зазнач найменше спільне ... для числових значень ступенів окиснення	$\overset{+3}{\text{B}}\overset{-2}{\text{O}}_y$ $\overset{6}{\text{B}}\overset{-2}{\text{O}}_y$
Обчисли ..., поділивши найменше спільне ... на числові значення ступенів окиснення (на знаки не зважай), зазнач їх	$\overset{+3}{\text{B}_2}\overset{-2}{\text{O}_3}$
Перевір правильність формули, переконавшись, що сума добутків ... на ступені окиснення дорівнює ...	$2 \cdot (+3) + 3 \cdot (-2) = 0$
Напиши формулу сполуки	B_2O_3

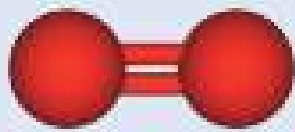
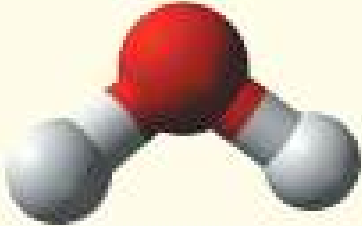


Зверни увагу: ступінь окиснення, на відміну від валентності, може бути позитивним, негативним, дорівнювати нулю та навіть бути дробовим числом. Значення валентності не завжди збігається із чисельним значенням ступеня окиснення. Пересвідчись у цьому, проаналізувавши дані, наведені в *таблиці 14.4*.

Валентність — кількість хімічних зв’язків, утворених атомом.

Ступінь окиснення визначають, умовно вважаючи всі полярні зв’язки повністю йонними.

Таблиця 14.4. Визначення ступенів окиснення хімічних елементів за формулами речовин

Формула і модель молекули речовини	Хімічний елемент	Валентність	Ступінь окиснення
O ₂ 	Оксиген	II	–2
H ₂ O 	Гідроген	I	+1
	Оксиген	II	–2
H ₂ O ₂ 	Гідроген	I	+1
	Оксиген	II	–1

Попри широке застосування в хімії, поняття *ступеня окиснення* є суто формальним. Наприклад, у молекулі гідроген хлориду експериментально визначено, що часткові заряди на атомах Гідрогену й Хлору становлять +0,17 і –0,17 (а ступені окиснення +1 і –1 відповідно). У кристалах цинк сульфіді часткові заряди на атомах Цинку й Сульфуру дорівнюють +0,86 і –0,86 замість формальних ступенів окиснення +2 і –2.

ЗАСТОСУЙ

- 1 Склади й заповни аркуш самоконтролю до блоку 14.
- 2 Визнач ступені окиснення елементів у сполуках, хімічні формули яких
N₂O; NO; N₂O₃; NO₂; N₂O₅; PCl₅; ClO₂; Ca₃N₂.
- 3 Вибери формули сполук, у яких:
а) Сульфур виявляє ступінь окиснення –2;
SO₂; SCl₂; SF₆; SO₃; MgS; K₂S

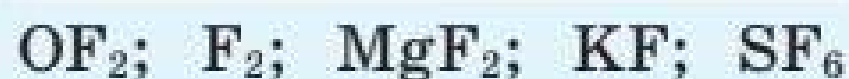
б) ступінь окиснення Гідрогену -1 ;



в) ступені окиснення елементів дорівнюють 0 ;



г) однаковий ступінь окиснення Флуору;



д) Сульфур виявляє ступінь окиснення $+4$;



4) Визнач ступені окиснення хімічних елементів у речовинах, формули яких



5) Склади формули оксидів Хрому (Cr), у яких він виявляє ступінь окиснення $+2$, $+3$, $+4$, $+6$.

6) Порівняй: а) ковалентний полярний і йонний зв'язки; б) ступінь окиснення і валентність. Результати порівняння подай як діаграми Венна або таблиці.

7) Долучися в групі до створення (на вибір) сценарію руханки, що дасть змогу унаочнити утворення йонного зв'язку. Розподіліть ролі, доберіть чи сконструюйте обладнання з підручних матеріалів, придумайте гасло для створеної моделі. Апробуйте руханку на уроці фізичної культури й поясніть її хімічний зміст учителю чи вчительці. Попросіть учителя чи вчительку оцінити за п'ятибальною шкалою зрозумілість ваших пояснень.

8) Доповни з огляду на зміст блоку 14 фантастичний діалог (мал. 14.3) й склади подібний з іншими персонажами й сюжетом. Добери потрібні назви й терміни з-поміж таких:

Натрій, Хлор, Оксиген, Магній, Алюміній, Нітроген; катіон, аніон; 2, 3, 7, 8, 11, 13, 17; двох, трьох, чотирьох; ковалентний, йонний, водневий; різні, однакові; молекула, йонна сполука.

Театралізуйте один із діалогів для шкільного (а може й міжшкільного 😊) конкурсу «Хімічна містерія».

О, чарівна принцесо ..., прийми від мене, скромного ..., ці два електрони!

— Два електрони? Ти знаєш, це саме те, чого мені бракує, щоб стати повністю стабільною. Ти справді ладен віддати їх мені без жодних умов?

— Саме так. І хай це зробить мене ..., а тебе — ..., але я вірю, що так ми станемо



Мал. 14.3

єдиним цілим. Два електрони — це все, що я маю на зовнішньому енергетичному рівні, хоча волів би покласти до твоїх ніг усі свої ... електронів з усіх ... енергетичних рівнів!

— Дякую тобі, ..., і приймаю твій дорогоцінний дарунок. Тепер між нами міцний ... зв'язок! Адже наші заряди нині ... за величиною і ... за знаком!

— Так, ми разом — ідеальна ...!

9 Візьми участь у розробленні настільної карткової чи комп'ютерної гри, яка дасть змогу вправлятися в складанні назв за формулами бінарних йонних сполук і навпаки.

10 Підсумуй опрацьоване, користуючись хмаркою слів (мал. 14.4).



Мал. 14.4

Навчайся хімії з Pi-stacja UA

Йонний зв'язок. Йонні сполуки



15. Таємниці водневого зв'язку

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



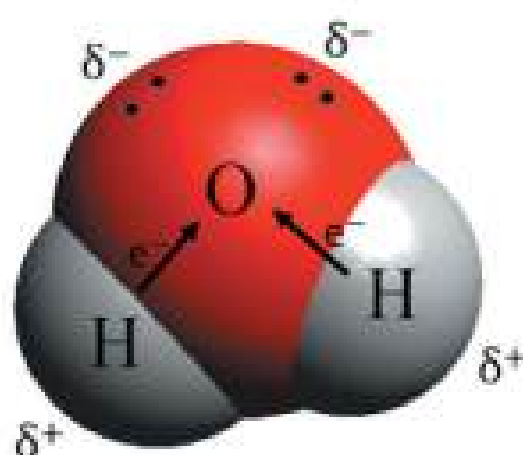
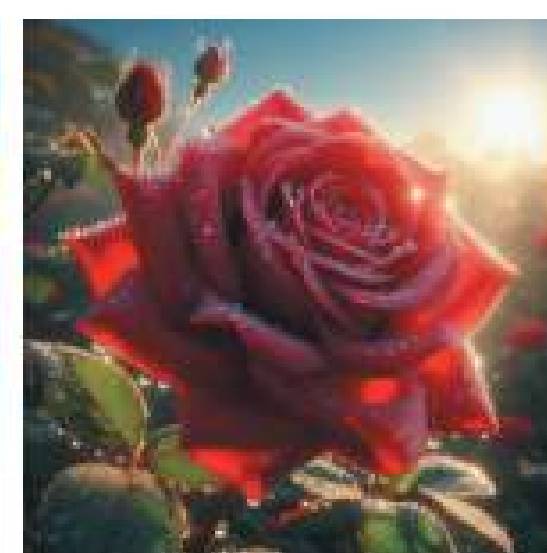
Підготуйся в групі до уроку:

- доберіть матеріали, узгодьте дизайн і розміри, виготовте 12 однакових моделей молекул води;
- роздивіться і доберіть назву до колажу (мал. 15.1), витлумачте його зміст на основі здобутих раніше знань із природознавства, фізики, хімії, біології тощо.



Відшукай в інтернеті за ключовою фразою відео й переглянь його.

Moving Water in Space



Мал. 15.1. А як назвеш цей колаж ти?



Закладімося, що ніхто з вас не зможе покласти монету на поверхню води так, щоб вона не потонула!

О, та це легко! Якщо обережно покласти монету плазом, вона плаватиме ніби невагома.



Гаразд, повірю на хвилю, що таке можливо. Але я кидала монетки у фонтан Треві в Римі — усі потонули. Там що, вода інша чи монети не такі? Треба самим дослідити й усе з'ясувати!

А як вважаєш ти?

1. Розподіліть роботу, проаналізуйте й доповніть плани досліджень і гіпотези ваших однолітків. Експериментуйте, щоб підтвердити чи спростувати їхні гіпотези. Скористайтеся термінами *притягання, відштовхування; зілляються, віддаляться; більшу краплю, дві калюжки; опуклу, увігнуту* й іншими доречними.

Мета дослідження: виявити ... між молекулами води.

Дослід 1. Краплі води на гладкій поверхні

Матеріали: скляна або пластикова поверхня, крапельниця, вода.

Послідовність дій

Піпеткою обережно помісти на гладеньку скляну пластинку впритул одна до одної дві краплі води.

Очікуваний результат: краплі ..., щойно їхні краї торкнуться, утворивши

Дослід 2. Монети в склянці з водою

Матеріали: склянка з водою, монети.

Послідовність дій

Наповни склянку водою майже по вінця. Обережно клади плазом монети у воду одну за одною, спостерігаючи, як вода утворює ... півсферу відносно краю посудини.

Очікуваний результат: з кожною новою монетою вода ..., аж поки

Дослід 3. Цівка води й ...

Матеріали: цівка води з крана, ..., вовняна тканина.

Послідовність дій

Натри ... об вовняну тканину, щоб створити статичний заряд. Піднеси заряджений предмет до цівки води, але не торкайся її.

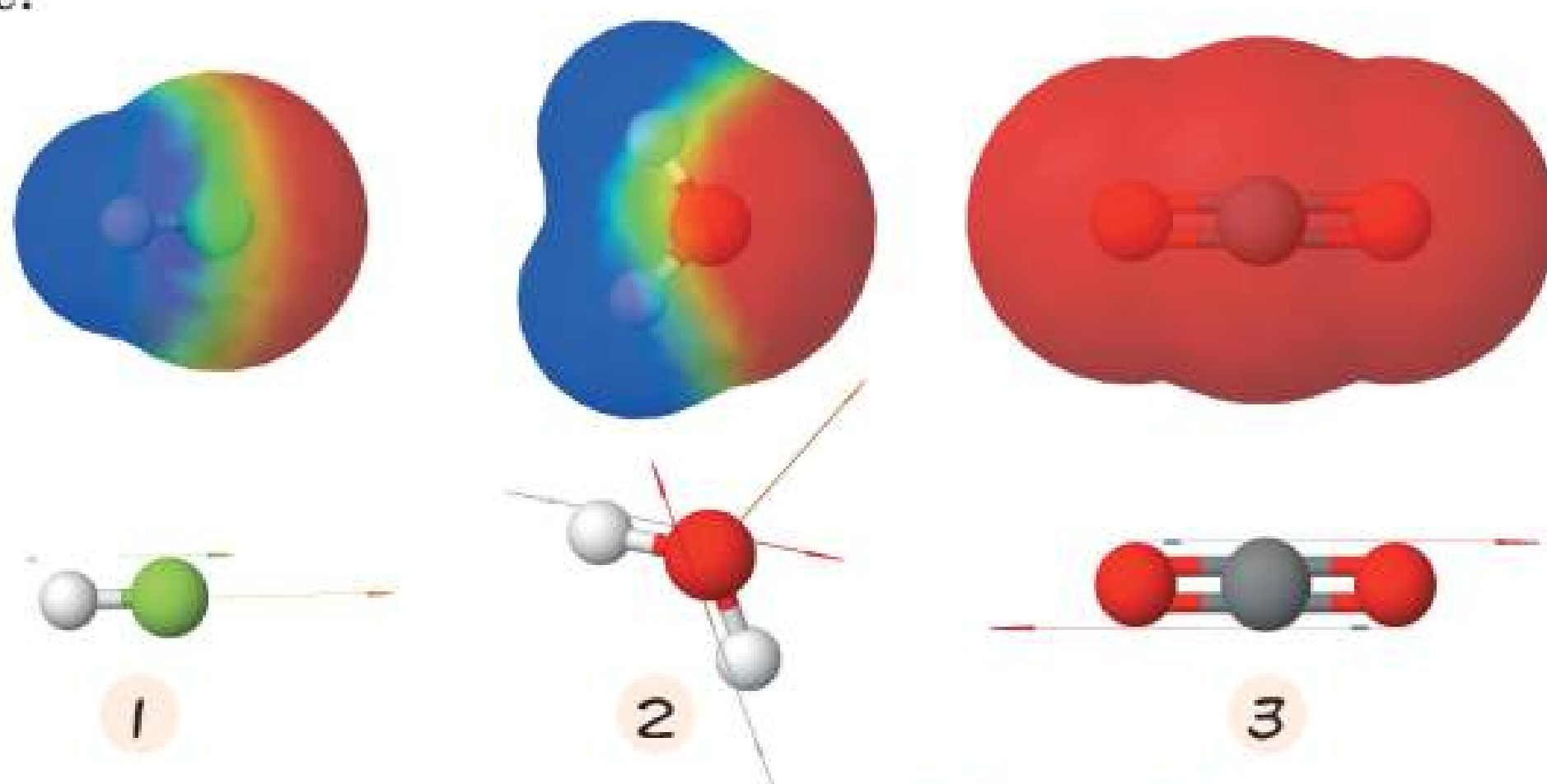
Очікуваний результат: цівка води

2. Обговоріть і поясніть результати дослідів, скориставшись заздалегідь підготовленими моделями молекул води, візьміть до уваги форму молекули й розподілення в ній електронної густини (мал. 15.1).

ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Будова молекули води тобі вже відома. Зокрема ти знаєш, що електронегативність Оксигену значно більша за електронегативність Гідрогену. Тому утворені внаслідок усупільнення електронних пар зв'язки О – Н у молекулі води *ковалентні полярні*. Вони розміщені під кутом $104,5^\circ$. Це зумовлює асиметричність структури й виникнення диполя.

За яких умов молекула є диполем (мал. 15.2) ти зможеш сформулювати самотужки. І порівняти своє формулювання з поданим нижче.



Мал. 15.2. Молекули гідроген фториду 1 і води 2 є диполями, а молекула вуглекислого газу — ні

Диполь — це система, у якій позитивний і негативний центри зарядів не збігаються. Найпростішим диполем є система двох рівних різнойменних, віддалених один від одного точкових зарядів.

За допомогою простого досліду можна пересвідчитись у тому, що молекули води полярні: тонка водяна цівка притягується до пластмасових чи гумових виробів, наелектризованих тертям (мал. 15.3).

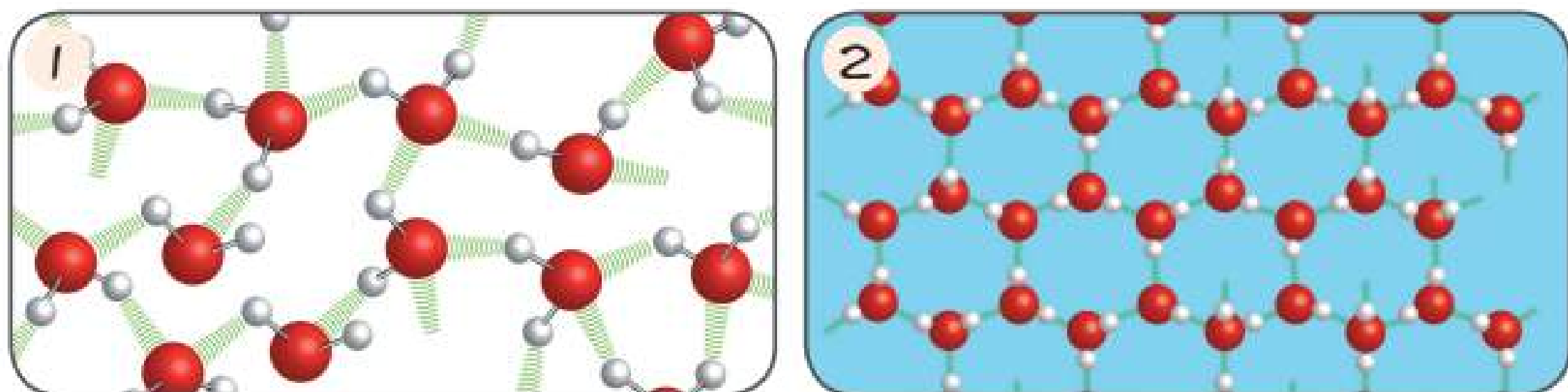
Під впливом диполів води на поверхні речовин, занурених у неї, міжатомні й міжмолекулярні сили слабшають приблизно у 80 разів. З усіх відомих речовин така висока діелектрична проникність властива лише воді. Цим пояснюють її здатність бути універсальним розчинником. Асиметричність розподілу електричних зарядів у молекулах води є причиною утворення між ними водневих зв'язків.



Мал. 15.3. Цівка води притягується до наелектризованого предмета

Водневий зв'язок слабкий, виникає між електронегативним атомом молекули й атомом Гідрогену іншої молекули, що вже зв'язаний з іншим електронегативним атомом, наприклад Оксигену. Водневі зв'язки між молекулами води є причиною аномально високих (як порівняти з леткими сполуками інших елементів 16 групи періодичної

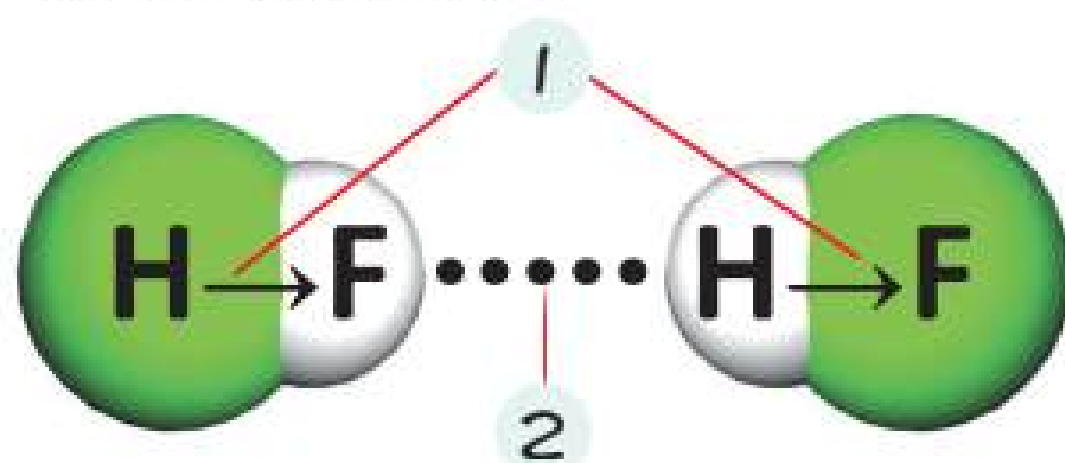
таблиці) температури кипіння води й температури плавлення льоду. Адже на руйнування їх потрібна енергія. Ще одна цікава особливість — це структура льоду. У льоду кожна молекула сполучена із сусідніми молекулами водневими зв'язками, які утримують їх на фіксованій відстані. Така структура створює порожнини, через що лід має меншу густину, ніж рідка вода (мал. 15.4).



Мал. 15.4. Водневі зв'язки між молекулами в рідкій воді 1 й льоду 2

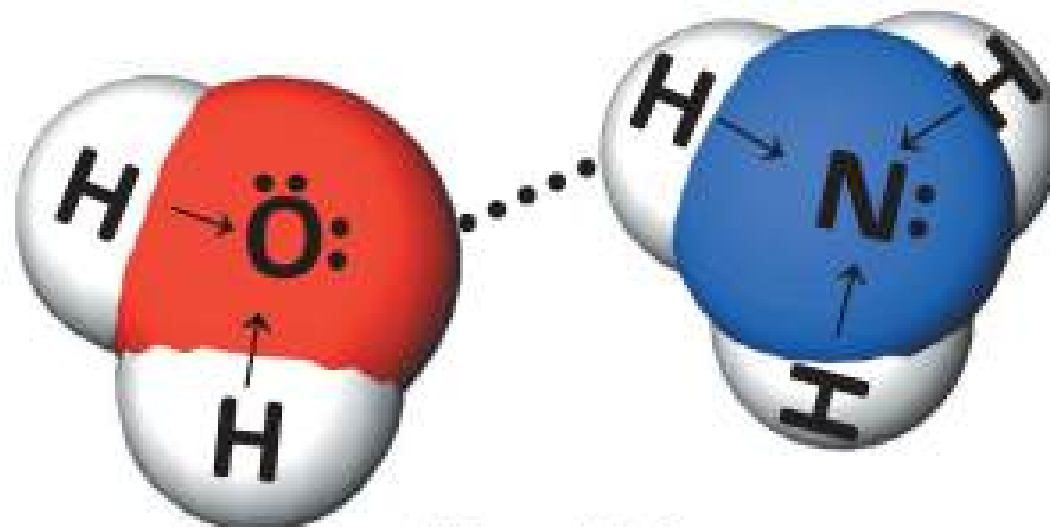
ЗАСТОСУЙ

- 1 Склади й заповни аркуш самоконтролю до блоку 15.
- 2 Визнач, якою цифрою на малюнку 15.5 позначено водневий зв'язок. Чим зумовлена можливість його утворення?



Мал. 15.5

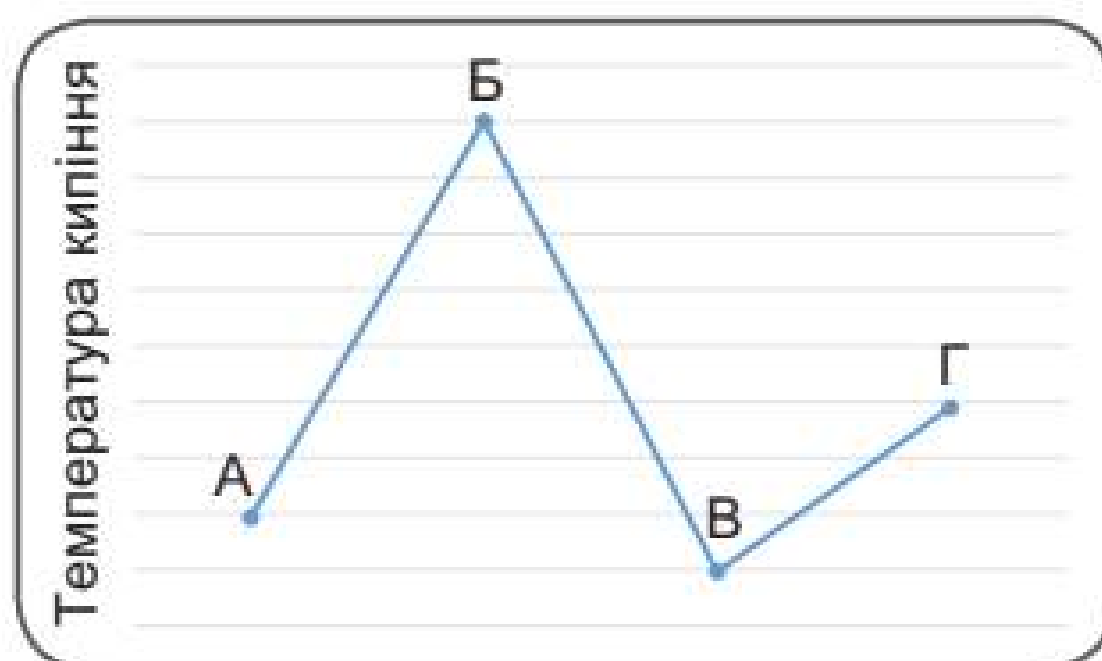
- 3 Поясни можливість утворення водневих зв'язків між молекулами води й амоніаку (мал. 15.6).



Мал. 15.6

- 4 Добери до фрагментів малюнка 15.4 фрагменти колажу 15.1. Обґрунтуй свій вибір і поясни, чому водневі зв'язки між молекулами води в льоду дуже важливі для збереження водних екосистем у холодному кліматі.

- 5 Визнач букву, якою на графіку температур кипіння бінарних сполук із Гідрогеном елементів 16 групи позначено температуру кипіння води (значення температур кипіння розташовано в довільній послідовності).



Мал. 15.7

- 6 Долучися в групі до створення сценарію руханки, що дасть змогу **унаочнити** утворення водневого зв'язку. Розподіліть ролі, доберіть чи сконструйте обладнання з підручних матеріалів, придумайте гасло для створеної моделі. Апробуйте руханку на уроці фізичної культури й поясніть її науковий зміст учителю чи вчительці. Попросіть їх оцінити за п'ятибальною шкалою зрозумілості ваших пояснень.
- 7 З огляду на зміст блоку 15 поясни: а) чому проїзна частина й тротуари зазнають морозного спучування, а внаслідок відлиги — нерівномірного опускання; б) походження відсортованих кам'яних кілець на півночі Норвегії. Світлину кілець знайди за пошуковим запитом *Zeipelodden, Svalbard, Arctic*; скористайся, якщо треба, додатковими джерелами інформації.
- 8 Долучися до діалогу.

Мій дідусь-агроном каже, що коли в ґрунті вдосталь вологи, а морози забезпечують промерзання на 30 см углиб, можна відмовитися від основного обробітку землі. Таке промерзання ефективніше за оранку.



Згодна, але моя сестра-фермерка вважає, що це може зашкодити озимим посівам і дає позитивний ефект на полях, які нічим не засіяно.



А як вважаєш ти?

- 9 Напиши хімічну казку про водневий зв'язок і його значення в природі.
- 10 Прочитай оповідання Хуліо Кортасара «Розбивання крапель» і за QR-кодом — уривок із твору Івана Франка «Перехресні стежки». Поясни описані явища з огляду на зміст блоку 15.



16. Магія кристалів

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



Підготуйся в групі до уроку:

- розгляньте піктограму, скористайтесь додатковими джерелами інформації і допоможіть юним чаклуну й чаклунці дійти згоди в суперечці про те, який магічний атрибут виготовлено з кристалічного матеріалу: багатогранник із кришталевого скла чи кулю з гірського кришталю;
- наведіть по два приклади (можна більше 😊) кристалічних й аморфних речовин.

АНАЛІЗУЙ у групі

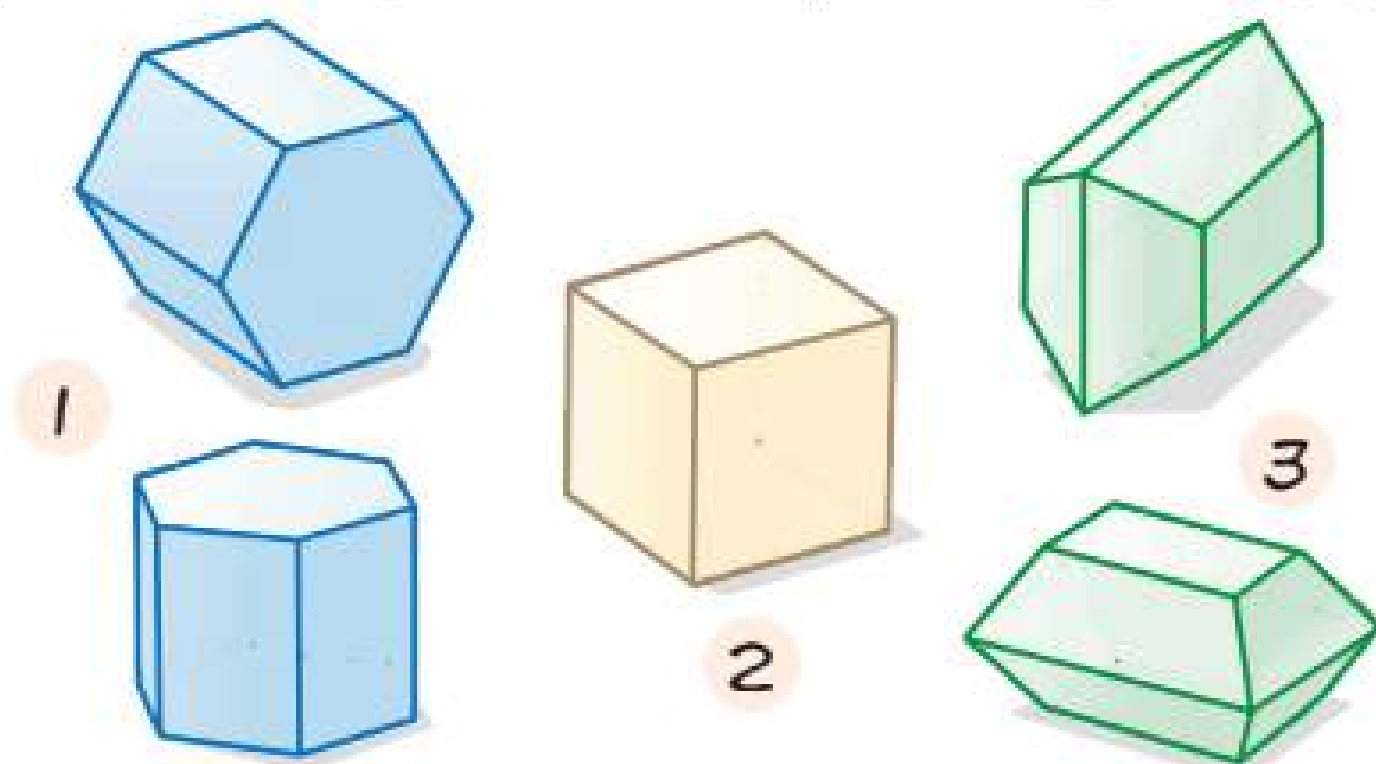
Прочитайте тексти й поясніть, який, на вашу думку, містить достовірну, а який — антинаукову інформацію про кристали. Після обговорення скористайтесь запитаннями, поданими за QR-кодом. Чи так само ви міркували?



- Кристали мають упорядковану атомну або молекулярну структуру, що повторюється в трьох вимірах. Таку структуру називають *кристалічними ґратками*. Кристали утворюються під час охолодження розчину або розплаву.
- Кристалізація з газу зазвичай потребує низького тиску й повільного охолодження. Швидкість охолодження впливає на розмір кристалів. Кристалічні матеріали здебільшого міцні, мають чіткі грані. Унікальна структура й властивості зумовлюють використання кристалів у виробництві мікропроцесорів, лазерів, оптичних фільтрів. А ще кристалічні речовини є на кухні й у домашній аптечці, їх використовують і у фермерстві, і в ювелірній справі.

Нещодавні дослідження кристалізації з розплавів, виконані на Міжнародній космічній станції, засвідчили: п'єзокристали утворюються внаслідок накопичення космічної енергії, яка зумовлює гармонію у Всесвіті. Розрахунки, зроблені в Міжнародному інституті прикладної енергетики та космічних досліджень (Нордалія), довели, що такі кристали можуть утворюватися і в земних умовах під час особливих астрологічних подій — повні, зорепаду чи парад планет. Незабаром гігантські п'єзокристали забезпечать безпосереднє конвертування гармонійних коливань в електроенергію, що відкриє шлях до революційних технологій у сфері енергетики. А ви особисто вже сьогодні зможете за спеціальною ціною придбати в нашому інтернет-магазині персональний мікроп'єзокристал. Цей унікальний інноваційний високотехнологічний продукт дасть змогу згармонізувати в оселі енергетичні вихорі енергії. Купуйте й сплачуйте менше за користування електрикою! Не баріться, на складі залишилося тільки три кристали!

Кристалічному стану речовини властиве впорядковане розташування структурних одиниць (атомів, молекул, йонів) у всьому кристалічному тілі незалежно від відстані між частинками. Структурні частинки кристалічних тіл утворюють у просторі правильні кристалічні просторові ґратки. Поверхня кристала обмежена площинами — *гранями*, лінії перетину яких є *ребрами*, а точки перетину ребер — *вершинами*. Кристали можуть мати різну форму (мал. 16.1).

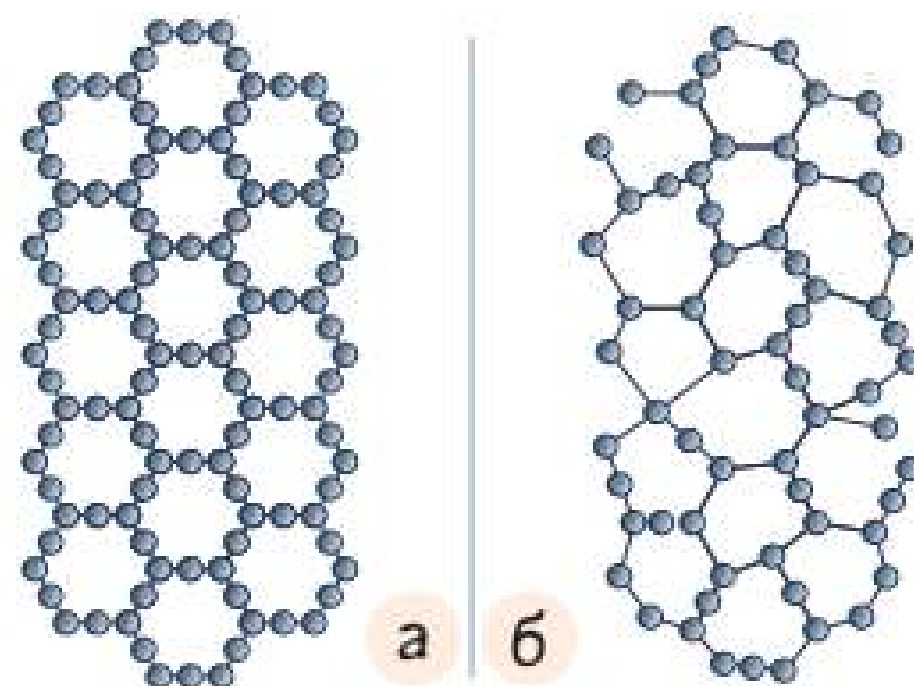


Мал. 16.1. Форма кристаликів льоду 1, натрій хлориду 2 і сахарози 3

В аморфних (безформних) тіл, на відміну від кристалічних, немає чіткого порядку в розташуванні атомів і молекул. Лише найближчі атоми розташовуються в деякому порядку. Але строгої повторюваності в усіх напрямках того самого елемента структури, яка характерна для кристалів, в аморфних тілах немає (мал. 16.2).

Та сама речовина може перебувати й у кристалічному, і в аморфному стані. Якщо розплавлений цукор охолоджувати повільно, утворюються кристалики. Якщо розплав охолоджувати дуже швидко — склоподібна маса — льодяник. Через кілька місяців поверхня льодяника вкриється пухкою кірочкою — цукор почне переходити з аморфного (склистого) до кристалічного стану (мал. 16.3).

Кристалічні ґратки — модель, за допомогою якої описують внутрішню будову кристалів. Точки кристалічних ґраток, у яких розташовані частинки, називають *вузлами*.



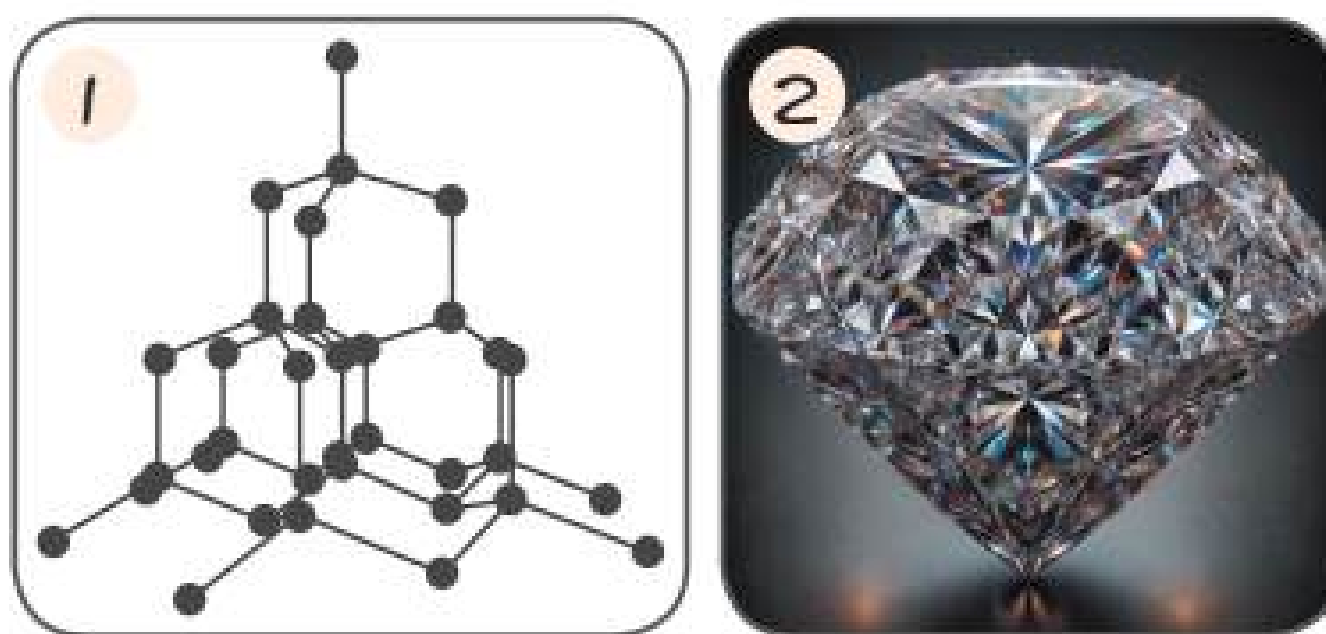
Мал. 16.2. Речовина кристалічної а та аморфної б будови



Мал. 16.3. Швидкість застигання і час зберігання мають значення!

Природа частинок у вузлах кристалічних ґраток і сили взаємодії між частинками зумовлюють тип ґраток: *атомні, молекулярні, йонні*.

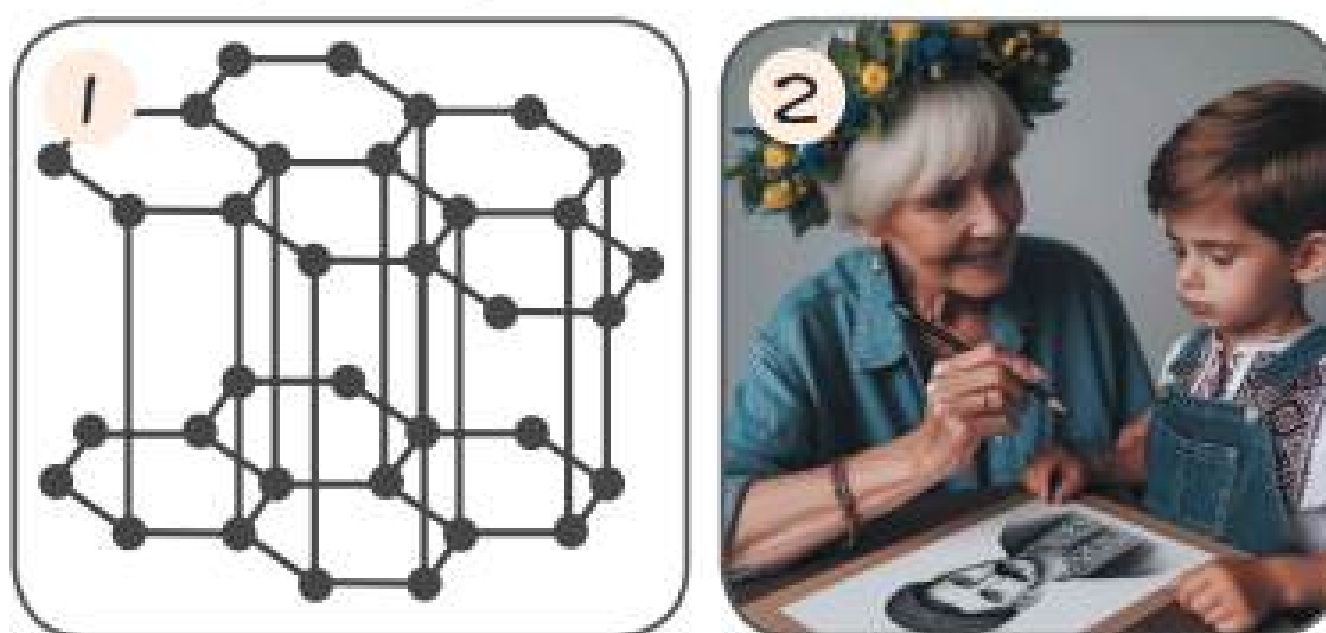
В атомних кристалах атоми сполучені ковалентним неполярним зв'язком. Характерним прикладом таких речовин є алмаз, у кристалічних ґратках якого всі щонайближчі між'ядерні відстані й усі кути між чотирма зв'язками атома Карбону рівні (*мал. 16.4*). Це найтвердіша речовина.



Мал. 16.4. 1 Модель кристалічних ґраток алмазу.

2 Діамант — огранений алмаз

З алмазів особливим огранюванням, що спеціально виявляє його блиск, виготовляють діаманти, які належать до дорогоцінних каменів. Алмаз не проводить електричний струм. Це надзвичайно стійка форма існування Карбону, за нагрівання без доступу повітря вище від температури 1200°C вона переходить у графіт. Кристалічна структура графіту зовсім не схожа на структуру алмазу. Атоми Карбону в графіті розташовані плоскими сітками (*мал. 16.5*). На відміну від алмазу, графіт непрозорий, чорного кольору, має високу електропровідність, легко розшаровується. Алмаз і графіт — атомні кристали. Відмінність у будові зумовлює відмінність у фізичних властивостях і застосуванні речовин.



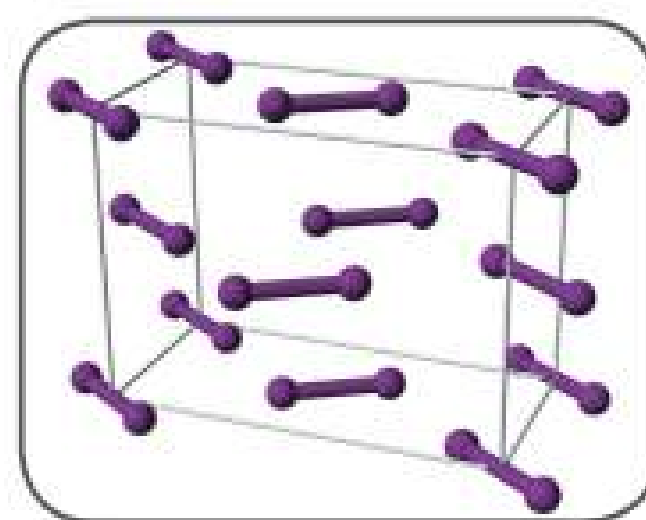
Мал. 16.5. 1 Модель кристалічних ґраток графіту.

2 Графіт: олівець малює, а серце пам'ятає

Кристали бору, силіцію, германію, арсену, кварцу також утворюють дуже міцні, тверді й тугоплавкі атомні кристали. Наприклад,

температура плавлення кварцу 1725°C . Такі речовини майже нерозчинні в будь-яких розчинниках, мають низьку реакційну здатність.

Молекулярні кристалічні ґратки побудовані з молекул речовини. Зазвичай у таких речовин низькі температури плавлення і кипіння, адже молекули слабо зв'язані між собою. Молекулярні ґратки мають у твердому стані водень (H_2), азот (N_2), кисень (O_2), галогени (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2), чимало органічних речовин. На малюнку 16.6 зображено кристалічні ґратки йоду, у вузлах яких містяться молекули I_2 .



Мал. 16.6. Кристалічні ґратки йоду

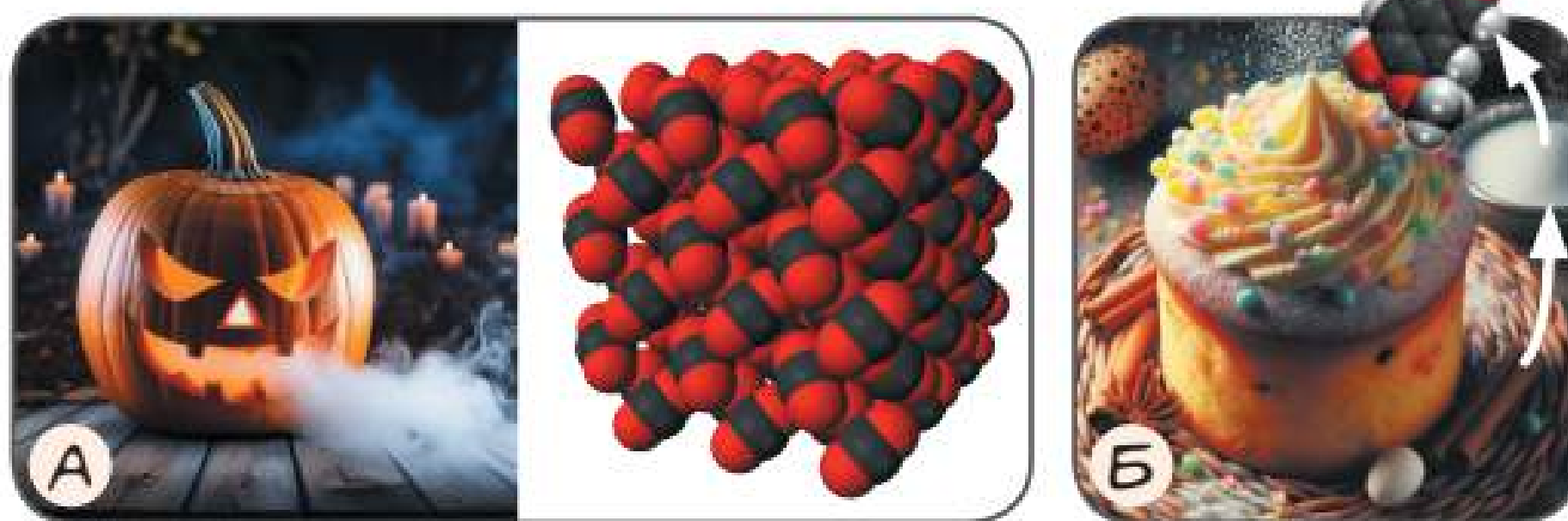
Атоми йоду в молекулі сполучені досить міцними ковалентними зв'язками, а між молекулами діють слабкі сили притягання. Тому вже за незначного нагрівання йод, не плавлячись, переходить із кристалічного стану в газуватий (сублімується), а за охолодження пара йоду кристалізується.



Відшукай в інтернеті за ключовою фразою

The Iodine Myth  відео

Лід (вода у твердому стані) — також молекулярний кристал (пригадай, які зв'язки зумовлюють аномальні властивості води). Міцність молекулярних кристалів залежить від розмірів і складності будови молекул. Молекули простої будови (як-от у сухому льоду — твердому карбон діоксиді CO_2) зазвичай утворюють кристали з відносно низькою міцністю через слабкі міжмолекулярні сили притягання. Тому сухий лід сублімується за звичайної температури (мал. 16.7, а). Молекули складнішої будови, наприклад ваніліну (мал. 16.7, б), можуть утворювати кристали, у яких міжмолекулярні взаємодії сильніші. Однак притягання між молекулами не таке сильне, щоб запобігти дифузії. Коли молекули ваніліну відокремлюються від кристалів і зі струменем повітря потрапляють у носову порожнину, ти відчуваєш пахощі, визнані найприємнішими у світі.



Мал. 16.7. Молекулярні кристали: і лячно, і смачно!

А Спецфект: сублімація сухого льоду. **Б** Ванілін: солодкі пахощі свята

- Чим небезпечний сухий лід? Чи можна користуватися ним у приміщеннях?

Йонні кристали поширені в природі, їх використовують у щоденні (мал. 16.8). Чи не найтипівіший приклад йонного кристала — уже відомий тобі галіт (мал. 14.2).

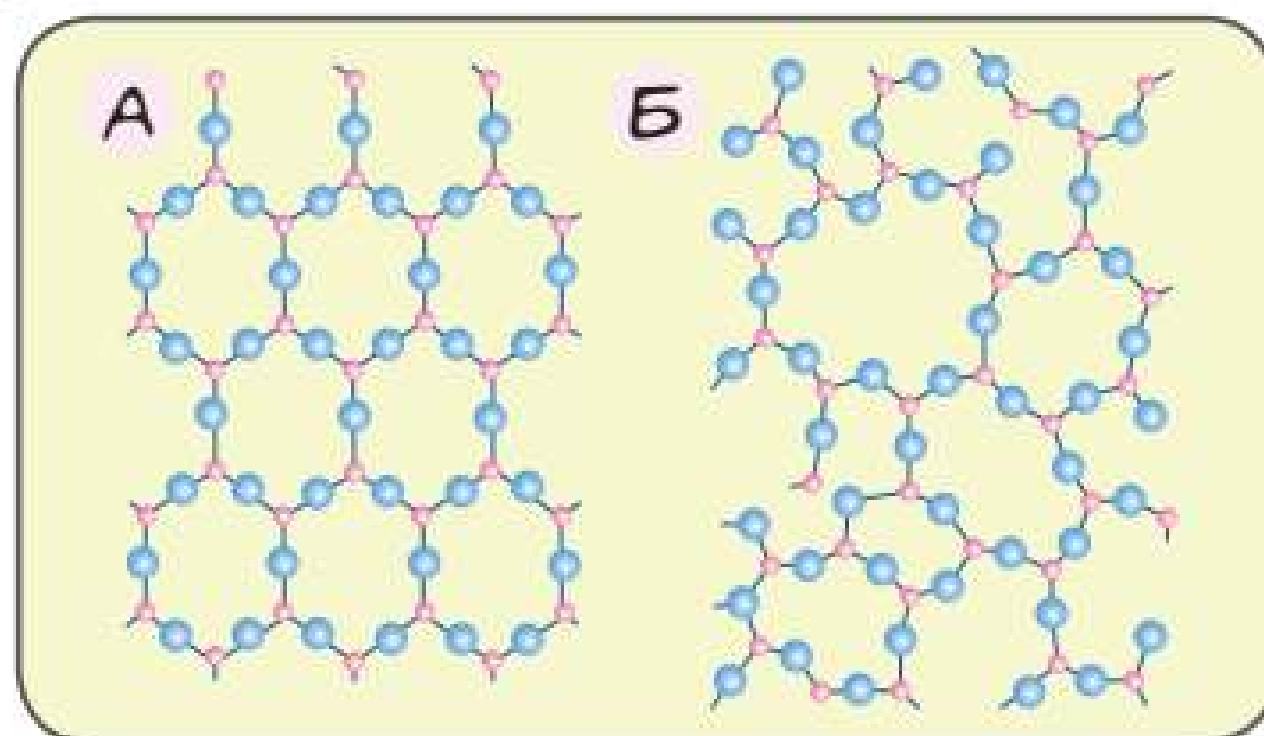


Мал. 16.8. Мінерал і калійне добриво сільвін (KCl)

У йонних кристалах зв'язки між йонами міцні, тому такі кристали мають високі температури плавлення (801°C — натрій хлорид, 2627°C — кальцій оксид тощо). Зазвичай йонні кристали тверді, але крихкі. Їхню крихкість зумовлено тим, що навіть за невеликої деформації кристала катіони й аніони зсуваються так, що сили відштовхування між однойменними йонами починають переважати над силами притягання між катіонами й аніонами, тож кристал руйнується.

МОДЕЛЮЙ І АНАЛІЗУЙ у групі

1. Скористайтесь підручними матеріалами й змоделюйте будову кристалічної й аморфної речовин, порівняйте їх.
2. Порівняйте за малюнком 16.9 2D-моделі кварцу й кварцового скла. Однаковий чи різний хімічний склад і будову мають кварц і кварцове скло? Поясніть відмінність фізичних властивостей кварцу й кварцового скла. Скористайтесь, якщо треба, додатковими джерелами інформації.



Мал. 16.9. Кварц **А** **VS** кварцове скло **Б**

Неухильно дотримуйтеся правил безпеки під час роботи в кабінеті хімії!

Завдання. Вам видано кухонну сіль, графіт, кварцовий пісок, шматочки льоду, цукор, ванілін, ментол. Сформулюйте гіпотезу щодо типу кристалічних ґраток цих речовин. Шукайте докази на підтвердження гіпотези: розгляньте речовини, скориставшись, якщо треба, збільшувальними приладами; з'ясуйте, чи однакової форми їхні кристали, чи легко їх подрібнити, наскільки вони легко- або тугоплавкі, термостійкі, чи мають запах. Перевірте, які з речовин розчинні у воді, які — ні, чи електропровідні речовини й розчини, що утворилися.

Чи вдалося вам правильно визначити тип кристалічних ґраток, ґрунтуючись на фізичних властивостях досліджуваних речовин? Перевірте свої висновки за додатковими джерелами інформації.

ЗАСТОСУЙ

- 1 Склади й заповни аркуш самоконтролю до блоку 16.
- 2 Спрогнозуй тип кристалічних ґраток у речовинах за описом їхніх властивостей і застосування:
 - а) камфора (компонент мазей, крапель та інших лікарських форм) — безбарвні леткі кристали з характерним запахом;
 - б) бор нітрид BN (боразон) за твердістю наближається до алмазу, водночас стійкіший до високих температур, використовують для виготовлення надтвердих абразивних матеріалів;
 - в) речовина X розчиняється у воді, тверда, але крихка, має високу температуру плавлення, розплав і розчин проводять електричний струм, харчова добавка E509.
- 3 Доповніть друге речення так, щоб воно стало правильним твердженням: «Білий фосфор (P_4) — безбарвна воскувата речовина, її температура плавлення $44,1^\circ\text{C}$, температура кипіння 280°C . У вузлах кристалічних ґраток білого фосфору містяться ...»

А атоми	Б молекули
В йони	Г електрони
- 4 Створи цифрову чи матеріальну колекцію світлин речовин аморфної і кристалічної (із ґратками різних типів), які використовуєш у щоденні. Зініціюй проведення фотовиставки (шкільної, міжшкільної, міжнародної 😊) і поясни, яких заходів уживеш, щоб не порушити авторське право інших осіб і захистити своє.

- 5 Визнач, скориставшись, якщо треба, додатковими джерелами інформації, аморфними чи кристалічними (зазнач тип ґраток) є речовини, про які йдеться в цитатах із літературних творів. Добери подібні приклади з інших літературних творів, етикеток побутових товарів, харчів. Дізнайся, які аморфні й кристалічні речовини використовують у смартфонах.

Блиснув загуслий на сонці бурштин і поплив у прозорій / Хвилі в наш край (*Овідій*). Хіба не здавалося, що алмаз, ця сльоза кристалізованого чистого вуглецю — субстанція первісна й неподільна? (*Оноре де Бальзак*). ...кварц і аметист, малахіт і берил загадково прозирали крізь скляний саркофаг... (*Павло Загребельний*). Повсюди були розіслані гінці, щоб сіль принесли (*Божена Немцова*). Мов тихий дзвін гірського кришталю, неказане лишилось неказаним (*Ліна Костенко*).

- 6 Підготуй цікаві повідомлення для учнів й учениць молодших класів про:
- а) будову молекули й кристалічні ґратки бакмінстерфулерену;
 - б) здобутки науковців і науковиць львівської кристалохімічної наукової школи.

Навчайся хімії з Pi-stacja UA

Йонний зв'язок. Йонні сполуки

Атомні кристалічні ґратки

Молекулярні кристалічні ґратки

Тема 4. ДОСЛІДЖУЄМО БУДОВУ, ВЛАСТИВОСТІ, ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ

17. Метали і сплави

ПІДГОТОВКА — ПОЛОВИНА УСПІХУ!

Завдання



Підготуйся в групі до уроку:

- візьміть участь у грі «Який ти сьогодні метал?». Складіть список металів, з яких зможете щоразу вибрати той, що відповідатиме настрою чи самопочуттю цього дня. На запитання «Який / яка ти сьогодні метал?» маєш пояснити, чому асоціюєш себе саме з ним. Наприклад, «Сьогодні я відчуваюся стійким і готовим долати будь-які труднощі, як ...» або «Сьогодні я буду дуже активною, як ...»;
- розподіліть роботу з виготовлення динамічних 2D-моделей атомів Натрію, Магнію, Алюмінію. Доберіть матеріали, узгодьте розміри й кількість (щонайменше 12) моделей кожного виду. Візьміть до уваги, що рухливими деталями мають бути електрони зовнішнього енергетичного рівня і заряди атома й відповідного йона.

ДОСЛІДЖУЙТЕ Й МОДЕЛЮЙТЕ в групі

1. Доберіть приладдя і засоби індивідуального захисту для дослідження і порівняння розчинності, електропровідності, крихкості, пластичності натрій хлориду (NaCl), сахарози ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), кварцу (SiO_2) й алюмінію (Al), цинку (Zn), міді (Cu), заліза (Fe). Сформулюйте гіпотезу й шукайте докази на підтвердження її. Проаналізуйте результати експериментів і поясніть загальні властивості металів, скориставшись моделями.

2. Порівняйте властивості металів і сплавів, скориставшись навчальною колекцією.

Оцініть співпрацю і здобутки за п'ятибальною шкалою. Можете висловити свої враження, скориставшись порівнянням із металом.

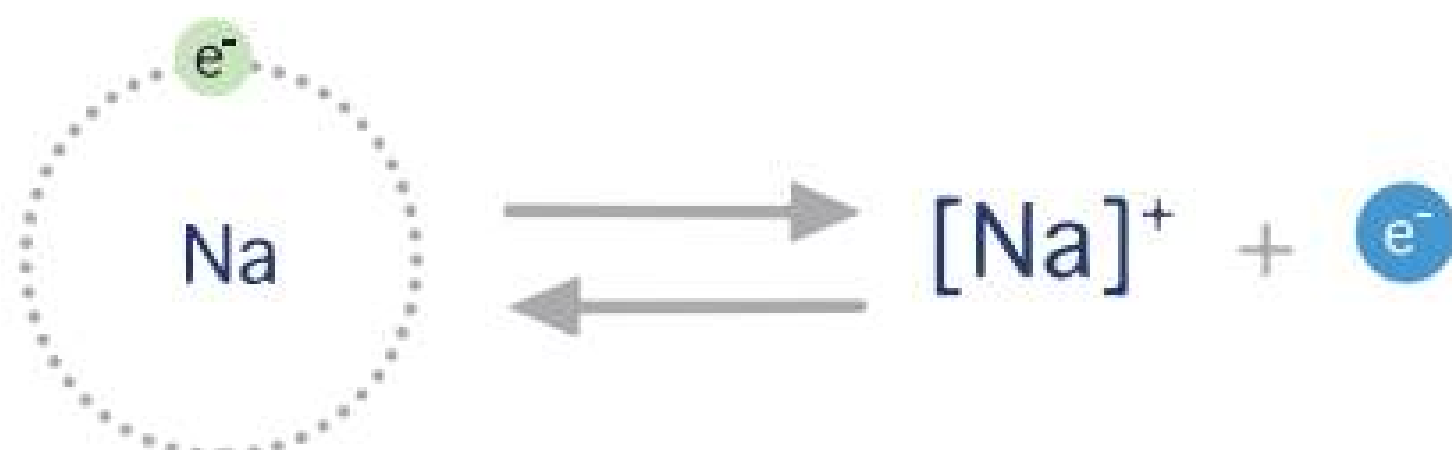
ОПРАЦЮЙ ІНФОРМАЦІЮ, ПОЯСНИ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Особливості будови атомів металічних елементів. Ти вже знаєш, що в атомах металічних елементів на зовнішньому енергетичному

рівні міститься від одного до трьох електронів, зрідка — чотири. Наприклад, в атомі Натрію на зовнішньому енергетичному рівні один електрон. Віддавши його, цей атом набуває стійкої електронної конфігурації атома Неону. Такої самої конфігурації набувають атоми Магнію та Алюмінію, віддавши відповідно два й три електрони. В атомі Стануму на зовнішньому енергетичному рівні чотири електрони. Унаслідок їхньої втрати утворюється стійка електронна конфігурація атома Криптону.

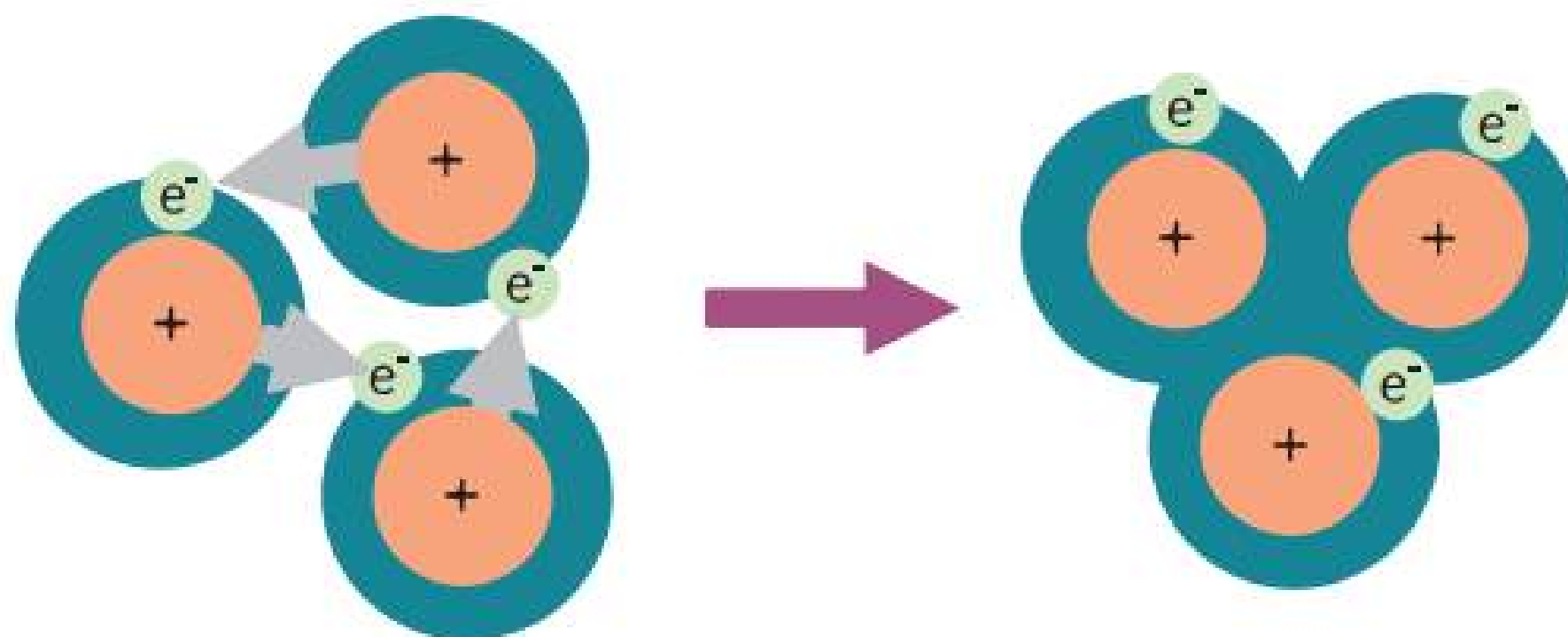
Що менше електронів на зовнішньому енергетичному рівні й що більший радіус атома, то легше атом металічного елемента перетворюється на катіон.

Які частинки в кристалічних ґратках металів? Метал складається з *атомів, катіонів і вільних електронів*. Розгляньмо, наприклад, будову натрію. Валентні електрони в металі безладно рухаються, однаково часто переходять від атомів до катіонів і навпаки (*мал. 17.1*). Унаслідок цього в металі утворюється *металічний зв'язок*, що забезпечує унікальні властивості металів.



Мал. 17.1. Взаємоперетворення атомів і катіонів у натрії за участю електронів зовнішнього енергетичного рівня

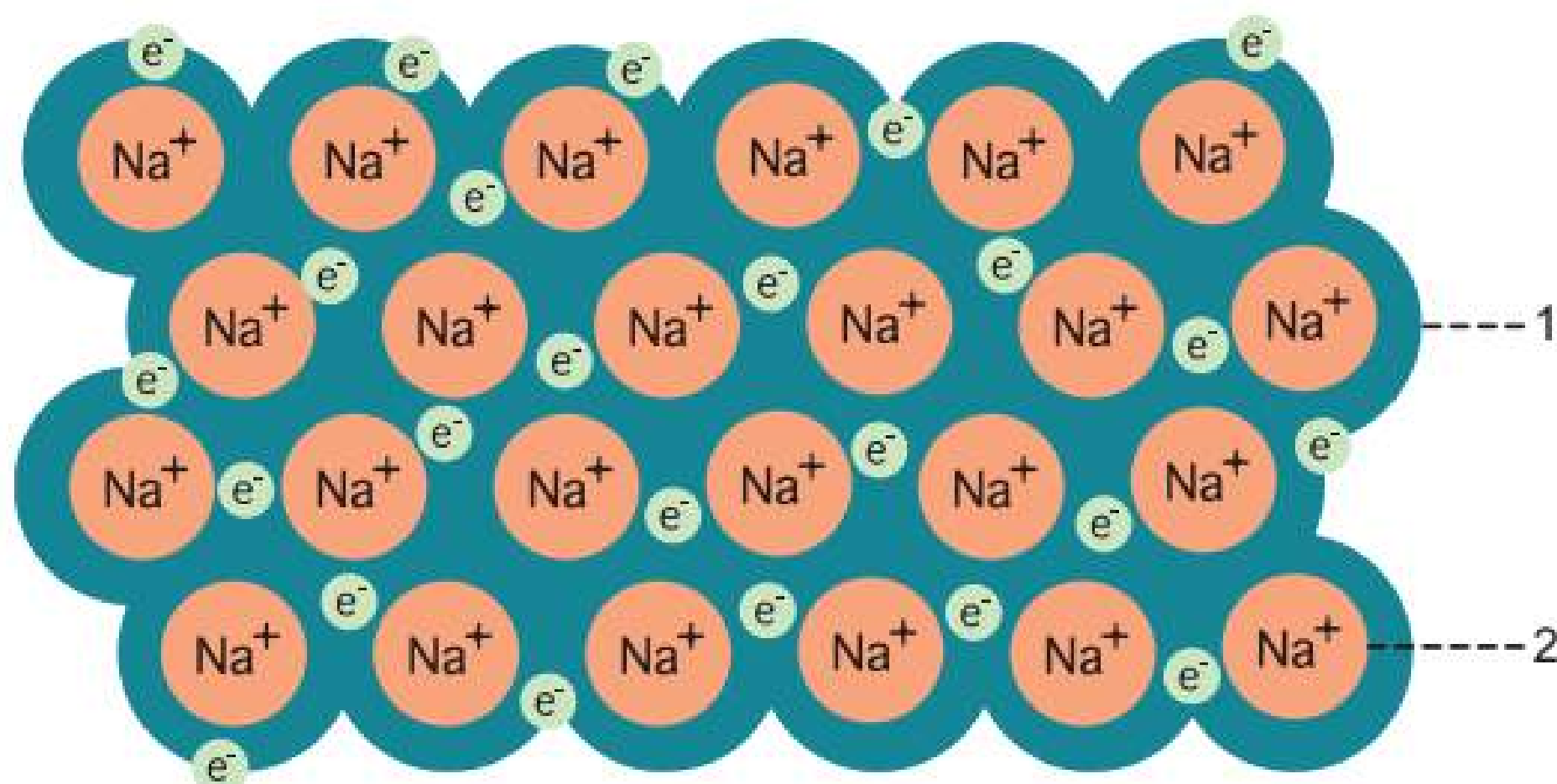
У металі багато делокалізованих електронів і катіонів металу. Катіони притягують делокалізовані електрони з інших атомів, які унаслідок цього перетворюються на катіони. Тобто електрони, рухаючись між катіонами металів, можуть тимчасово перебувати в межах зовнішнього енергетичного рівня атома, перш ніж притягнутися до іншого катіона (*мал. 17.2*).



Мал. 17.2. «Колообіг» електронів у металі: миттєві переходи між «атомом» і «катіоном» — це природний безупинний процес

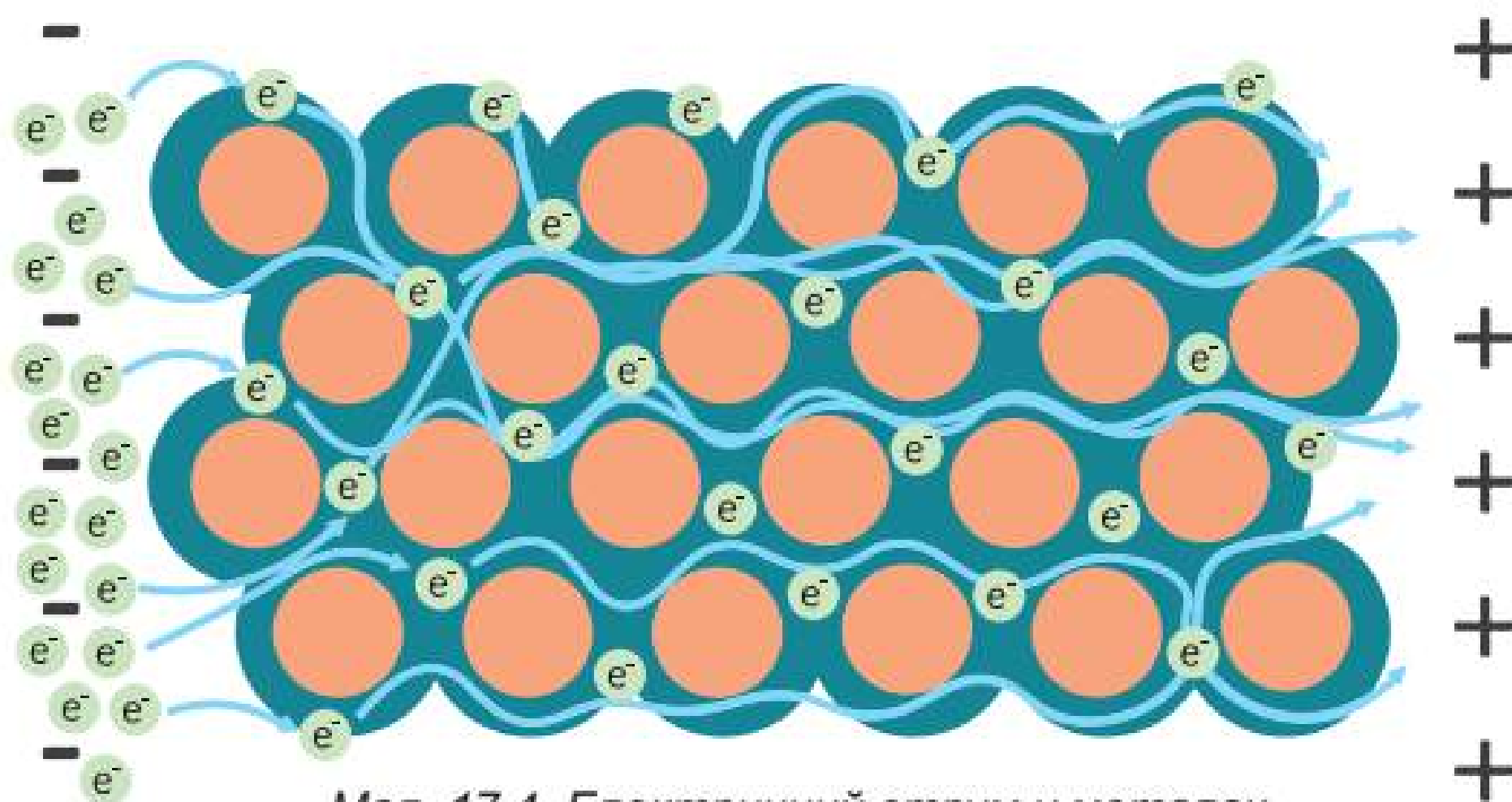
- У підписі до малюнка 17.2 терміни *атом* і *катіон* узяті в лапки. Поміркуй чому.

Хаотичний рух делокалізованих (усупільнених усіма атомами металу) валентних електронів нагадує безладний рух частинок у газах. Тому щодо таких електронів використовують термін *електронний газ*. Натомість атоми / катіони лише злегка коливаються навколо свого положення у вузлах кристалічних ґраток (мал. 17.3).



Мал. 17.3. Металічний зв'язок у натрії: делокалізовані електрони зовнішнього енергетичного рівня утворюють електронний газ

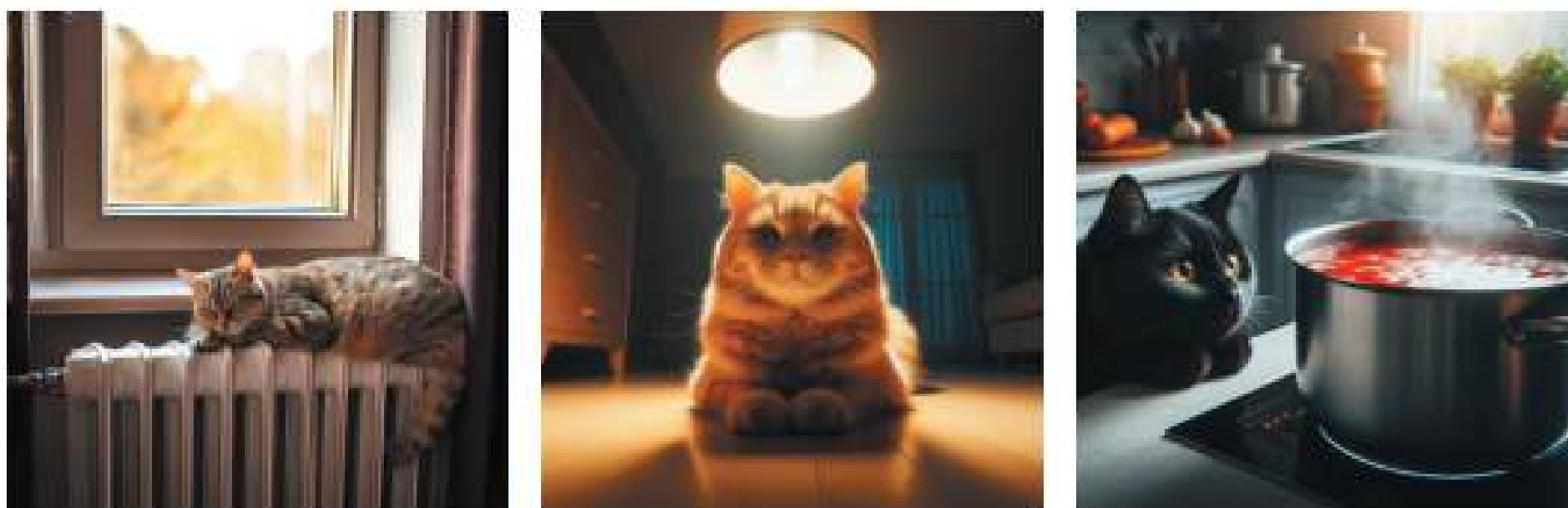
Як будова впливає на властивості металів? Під дією навіть невеликої різниці потенціалів делокалізовані електрони починають рухатися впорядковано в напрямку, зумовленому зовнішнім електричним полем, у металі виникає електричний струм (мал. 17.4).



Мал. 17.4. Електричний струм у металах

Делокалізовані електрони дають змогу теплу дуже швидко проходити через твердий метал. Коли метал нагрівають, швидкість руху делокалізованих електронів підвищується. Вільно рухаючись між вузлами кристалічних ґраток вони передають цю енергію іншим електронам й атомам / катіонам металу. Атоми / катіони починають швидше вібрувати у вузлах кристалічних ґраток, передаючи тепло через механічні коливання. Але основний внесок у теплопровідність

робить саме рух делокалізованих електронів. Тому тепло дуже швидко поширюється в усій масі металу. Тож завдяки делокалізованим електронам метали нагріваються та охолоджуються швидко й рівномірно, що зумовлює застосування їх у системах передавання тепла — радіаторах, кухонному посуді тощо (мал. 17.5).

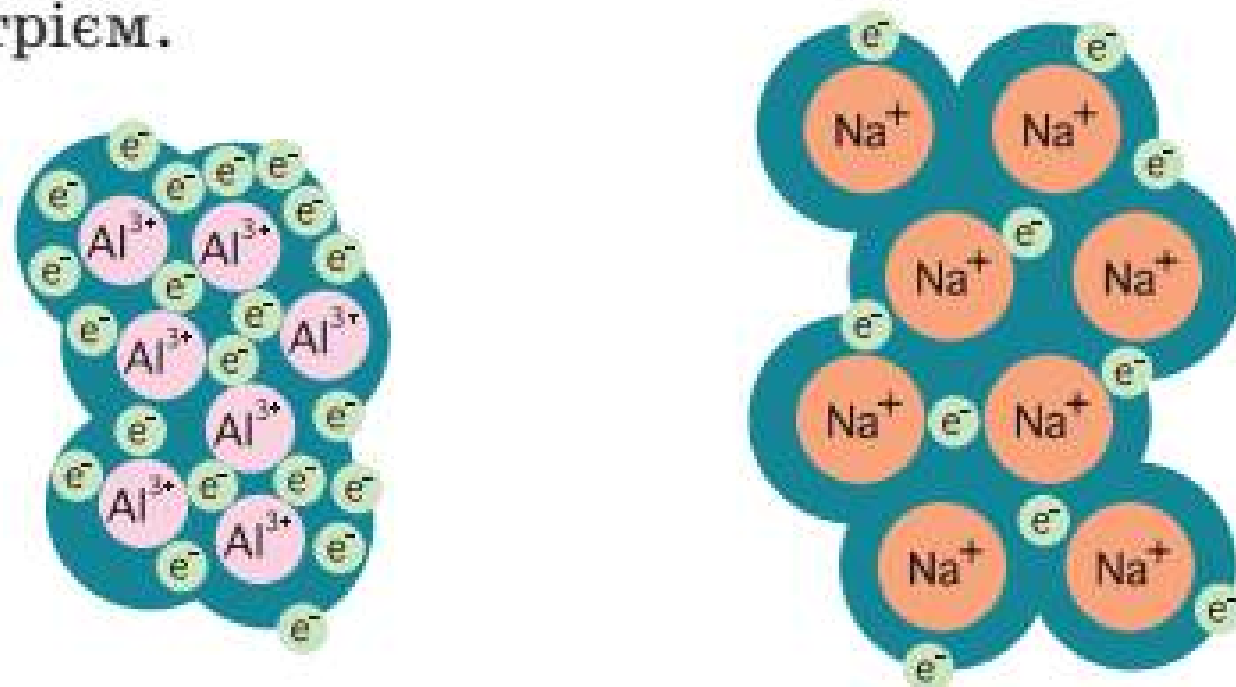


Мал. 17.5. І тепло, і світло, і ситно! А все завдяки делокалізованим електронам!

- Прокоментуй малюнок і підпис до нього, користуючись науковою термінологією.

Міцність зв'язку в металі зумовлено силами притягання між катіонами металу й делокалізованими електронами. Щоб зруйнувати металевий предмет, треба подолати ці сили тяжіння. Що сильніше притягання, то міцніший металічний зв'язок і важче зруйнувати метал. Більший заряд катіона (і, відповідно, більша кількість делокалізованих електронів) зумовлює сильніше притягання і міцніший металічний зв'язок.

Що менші йони металічного елемента, то сили притягання сильніші, бо менша відстань між позитивним зарядом (ядро катіона) і негативним зарядом (делокалізовані електрони). Наприклад (мал. 17.6), радіус катіонів Натрію (Na^+) більший, а заряд менший, ніж у катіонів Алюмінію (Al^{3+}). Тому в зразку натрію притягання між катіонами металу й делокалізованими електронами слабше, ніж у зразку алюмінію. Унаслідок цього густина і твердість алюмінію більші, як порівняти з натрієм.



Мал. 17.6. Алюміній щільніший і твердіший за натрій

- Як вважаєш, яку твердість і густину має магній, як порівняти з натрієм й алюмінієм? Перевір правильність своєї думки, скориставшись додатковими джерелами інформації.

Пластичність і ковкість багатьох металів також можна пояснити особливостями металічного зв'язку. Унаслідок удару чи іншого механічного впливу зсуваються шари атомів / катіонів у зразку металу, однак це не призводить до руйнування, оскільки всі електрони, які забезпечують існування хімічних зв'язків, — спільні. Завдяки цьому шари атомів / катіонів можуть ковзати один над одним. Тому більшість металів пластичні — їх можна скручувати, витягувати або пресувати без розтріскування чи розривання (мал. 17.7).



Мал. 17.7. 1 Срібна монета «Коваль» Національного банку України.

2 Мідний дріт

Перехід електронів у реакціях металів із неметалами, як ти вже знаєш, приводить до утворення речовин йонної будови. Унаслідок горіння натрію в хлорі утворюється натрій хлорид:



Продуктом згоряння магнію в кисні є магній оксид:

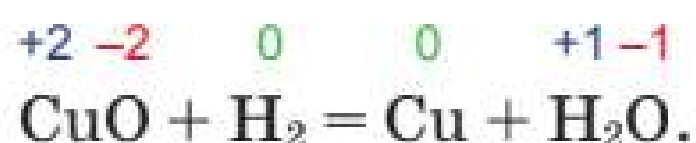


Залізо реагує із сіркою з утворенням ферум(+2) сульфід:

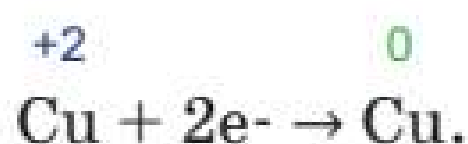


- Перетвори схеми реакцій на хімічні рівняння, зазнач ступені окиснення хімічних елементів, тип реакцій. Атоми металічних елементів у цих реакціях втрачають чи приєднують електрони? А неметалічних?

Видобування металів з оксидних і сульфідних руд ґрунтується на перетворенні катіонів металічних елементів на атоми внаслідок приєднання електронів. Мідь, наприклад, можна відновити воднем:



Катіони Купруму(+2) приєднують два електрони й перетворюються на атоми:



Ці два електрони перейдуть від двох атомів Гідрогену, що до початку реакції перебували в молекулі водню:



Який відновник не використали б — вуглець, магній, чадний газ тощо — суть відновлення полягатиме в переході електронів до катіонів металічного елемента й перетворенні їх на атоми.

Сульфідні руди зазвичай випалюють, унаслідок чого утворюються оксиди:



А вже з оксиду металічного елемента відновлюють метал:

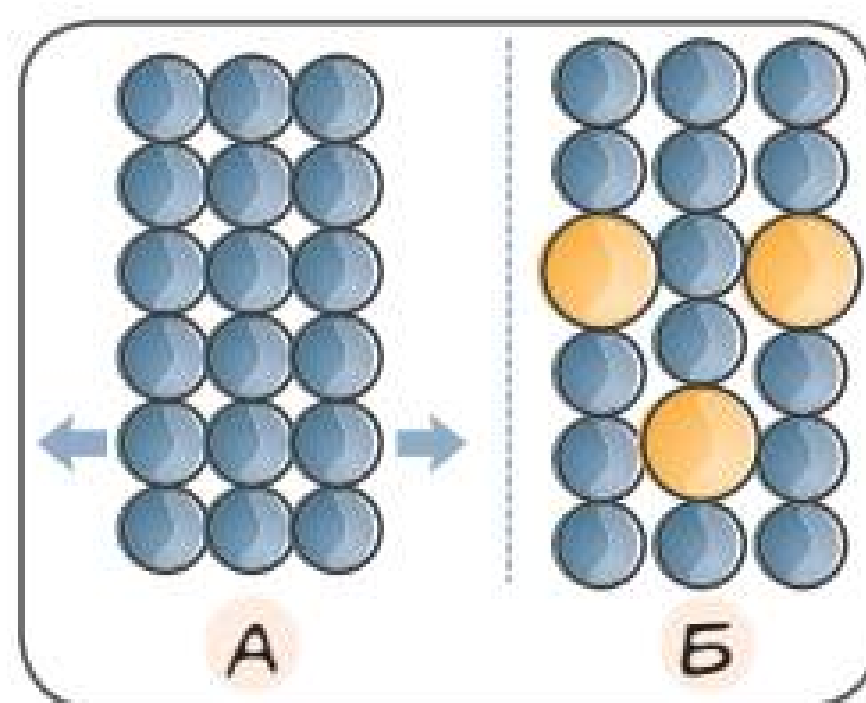


- Перетвори схеми реакцій на хімічні рівняння, зазнач ступені окиснення хімічних елементів. Дізнайся визначення реакції заміщення і поясни, чи є така реакція поміж описаних вище перетворень.

Сплави утворюються внаслідок стоплення кількох металів або металів із неметалами. Як і метали, усі сплави у твердому стані зазвичай мають упорядковану кристалічну будову.

Атоми і катіони різних металічних елементів мають різні розміри. Це порушує однорідність металічних кристалічних ґраток і запобігає легкому ковзанню шарів катіонів (мал. 17.8). Тому сплави зазвичай твердіші й міцніші за чисті метали. Наприклад, сталь — це сплав заліза з вуглецем, який набагато міцніший за саме залізо.

Використання металів і сплавів широке й різноманітне (мал. 17.9). Опрацюй додаткові джерела інформації і підготуй повідомлення про властивості й застосування одного чи кількох із них.



Мал. 17.8. Структура заліза А і сталі Б



Мал. 17.9. Як людина використовує метали і сплави

ЗАСТОСУЙ

- 1 Склади й заповни аркуш самоконтролю до блоку 17.
- 2 Уяви, що раптово зникли сплави заліза — чавун і сталь. Спрогнозуй зміни, які відбулися б у житті людей унаслідок цього.
- 3 Відшукай та опрацюй інформацію і створи інфографіку «Метали в смартфоні».
- 4 Підготуй повідомлення про використання металів і сплавів у протезуванні, здобутки українських і закордонних фахівців і фахівчинь у цій галузі.
- 5 Поясни, окиснення чи відновлення металів відбувається внаслідок іржавіння заліза й утворення патини на міді:



- 6 Досліди вплив умов перебігу (доступ води, кисню) на швидкість іржавіння заліза.
- 7 Склади таблицю, у якій порівняй за різними ознаками іржу й патину.
- 8 Поясни:
 - а) суть відновлення металів із руд;
 - б) переваги й недоліки використання водню як відновника металів;
 - в) чи можливе окиснення без відновлення і навпаки;
 - г) чи змінюються величини зарядів ядер атомів і йонів, кількість електронів в атомах і йонах, сумарний електричний заряд під час окисно-відновних процесів.

- 9 Долучися до дискусії.



Я вважаю, що сплави — це механічна суміш атомів.



Ні, сплави є дисперсними системами.

А як вважаєш ти?

- 10 Створи часоряд «Метали».
- 11 Напиши есей «Як я використовую метали в побуті й поведжуся з металевими відходами».

- 12 Підсумуй опрацьоване, користуючись хмаркою слів (мал. 17.10).



Мал. 17.10

Навчайся хімії з Pi-stacja UA

Видобування металів

Використання металів і сплавів

Підсумки



Незабаром навчальний рік добігає кінця, настав час для узагальнювання і підсумовування. Що пропонуєте?



Та хіба крім контрольної роботи чи тестування може бути щось інше?



Авжеж може! Маю пропозиції, від яких ви навряд чи відмовитеся! Так ми підсумовували здобутки в гімназії, у якій я навчалася раніше!

А які цікаві ідеї маєш ти?

Пропонова 1. Намалюй і розфарбуй

хімічного метелика. Він стане твоєю рефлексією за рік і допоможе побачити сильні сторони й можливості для розвитку.

Уяви, що метелик уособлює хімію як навчальний предмет. Його чотири крила символізують твої досягнення у вивченні хімії цього року. Перше крило — *уміння досліджувати природу*, друге — *опрацьовувати інформацію*, третє — *пояснювати закони й закономірності природи*, четверте — *співпрацювати*. Розфарбоване крило має відображати рівень твого володіння відповідним умінням. У центральній частині метелика напиши ключові слова або фрази, які характеризують твої враження від вивчення хімії у восьмому класі. Підготуй стисле пояснення принципу розфарбування й аргументуй дібрані ключові слова чи фрази.



Пропонова 2. Уяви, що ти — супергерой чи супергеройка й володієш надзвичайними здібностями до хімії.



Намалюй себе у відповідному образі: додай елементи костюма, які символізують твої знання і вміння (наприклад, колба як щит, малюнок періодичної таблиці на плащі, молекули як суперзброя тощо). Визнач свою «хімічну суперсилу» ⚡ — *управність у дослідженні хімічних явищ і написанні рівнянь реакцій, передбаченні властивостей хімічних елементів за місцем у періодичній таблиці, тлумаченні природи хімічного зв'язку, добиранні металів і сплавів для виготовлення предметів*. Зазнач цю навичку на своєму

малюнку, поясни на прикладах, чому саме її вважаєш своєю «суперсилою». Напиши *три поради* тим однокласникам й однокласницям, які хочуть підвищити свій рівень володіння цією «силою».

Презентуй свого супергероя чи супергеройку: поділися малюнком із класом і розкажи, чому ця навичка важлива, тобто є справжньою «суперсилою» ⚡.

Продемонструй володіння «суперсилою» ⚡: пройди експресвипробування ☒ ☐ на «хімічному поліграфі».

Після презентування однокласниками й однокласницями всіх «суперсил» поміркуй і визнач, яку з них тобі ще треба розвивати, а якими знаннями і вміннями зможеш поділитися з іншими.



Пропонова 3. Поділися мрією (на свій вибір стисло напиши, намалюй, запиши подкаст чи відео): розкажи про свою майбутню професію і наведи приклади застосування в ній набутих цього навчального року вмінь і здобутих знань.

Пропонова 4. Стань частиною колективного розуму:

візьми участь у створенні спільного *матеріального* чи *цифрового* постера «ХІМІЯ: AD ASTRA PER ASPERA»: великий аркуш поділіть на вісім фрагментів (за кількістю вмінь і тем). На кольоровому клаптику напиши одне своє найбільше ДОСЯГНЕННЯ, як-от: *я стала експерткою / став експертом із виявлення фейків* або *я швидко перетворюю схеми реакцій на хімічні рівняння*. А на білому клаптику зазнач найбільший ВИКЛИК, над подоланням якого ти ще працюєш, наприклад: *маю вдосконалювати вміння визначати залежні і незалежні змінні в дослідженні; треба відпрацювати навичку складання формул йонних сполук*.

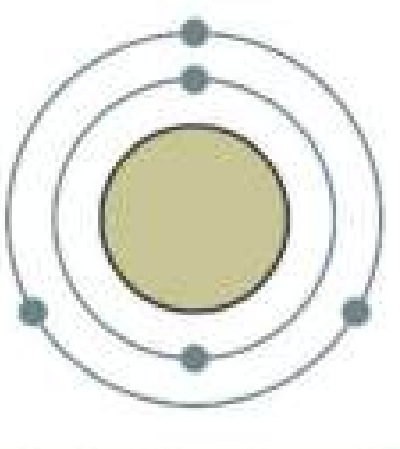
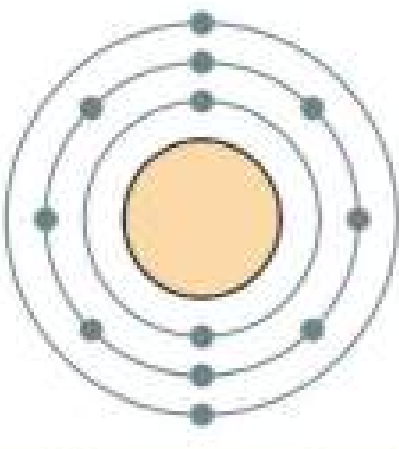
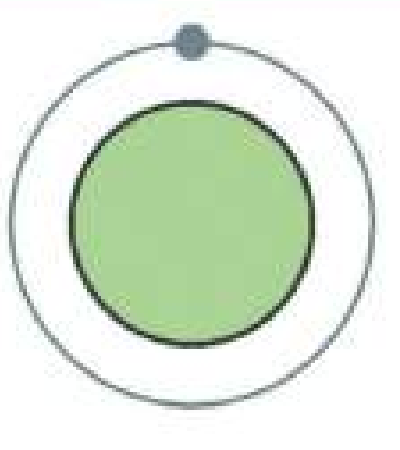
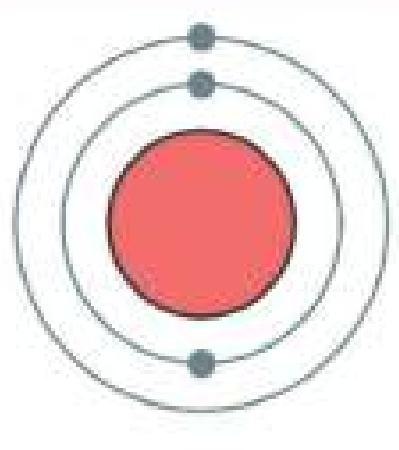
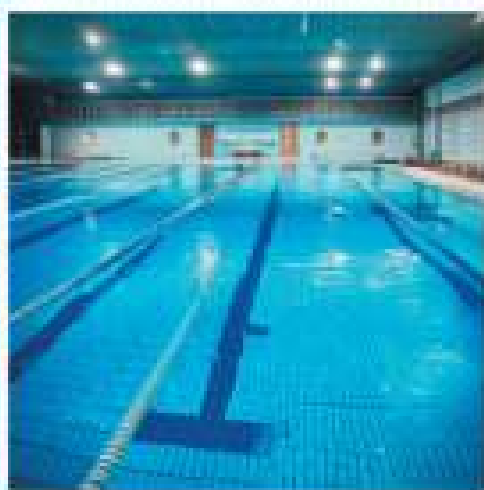
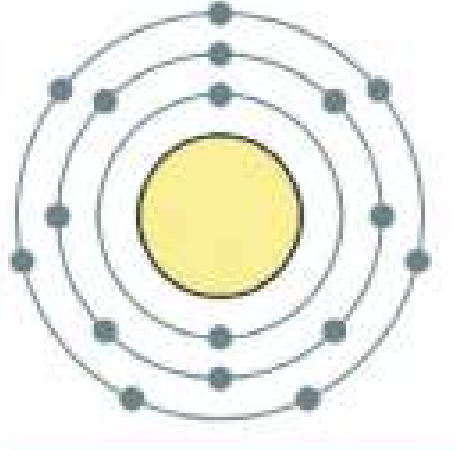
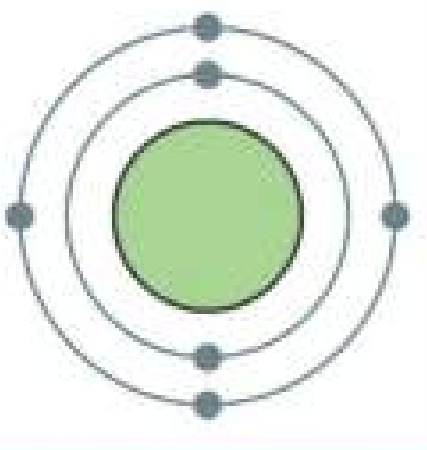


Біла пляма — фразеологізм, означає

Підсумуйте, яка ділянка постера найяскравіша, а де забагато білих плям. Запропонуйте способи збільшення барвистої і зменшення білої частин постера і сплануйте діяльність із досягнення цієї мети.

До зустрічі в новому навчальному році!

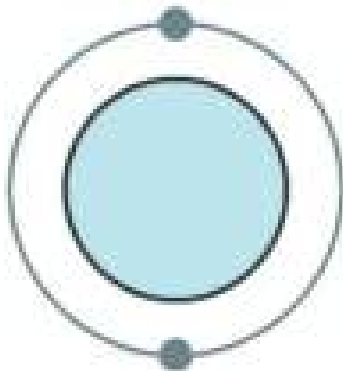
Додаток 1 до блоку 11. Вияви закономірності! Побудуй систему!

 <p>Мінерал сірка</p>	<p>16,00</p> <p>Темно-сірий дуже твердий, крихкий напівметал</p>		<p>24,31</p> <p>Сріблясто-білий м'який хімічно активний метал</p>
			
	<p>2,02</p> <p>Неметал, безбарв- ний найлегший ви- бухонебезпечний газ без запаху й смаку, має дво- атомні молекули</p>		<p>6,94</p> <p>Сріблясто-білий м'який легкий хімічно активний метал</p>
			
	<p>35,45</p> <p>Неметал, жовту- вато-зелений важ- кий їдкий отруйний газ із різким запа- хом, має двоатом- ні молекули</p>		<p>12,01</p> <p>Неметали — сі- рий електропро- відний м'який шаруватий графіт і найтвердіший прозорий алмаз</p>
			



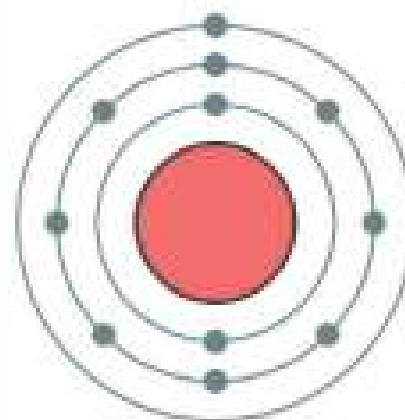
4,0

Неметал, без-
барвний легкий хі-
мічно неактивний
газ без запаху й
смаку, складаєть-
ся з атомів



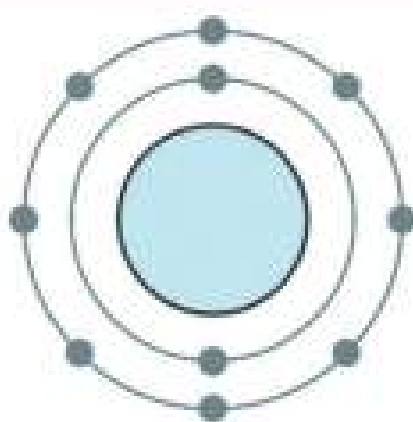
22,99

Сріблясто-білий
легкий м'який
хімічно дуже
активний метал



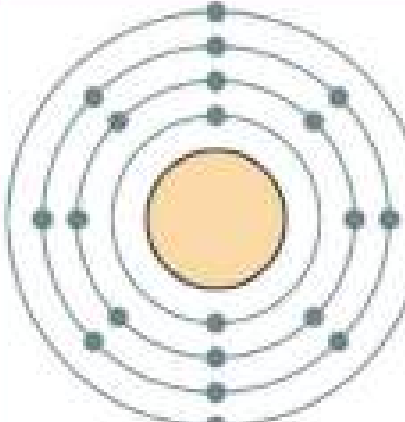
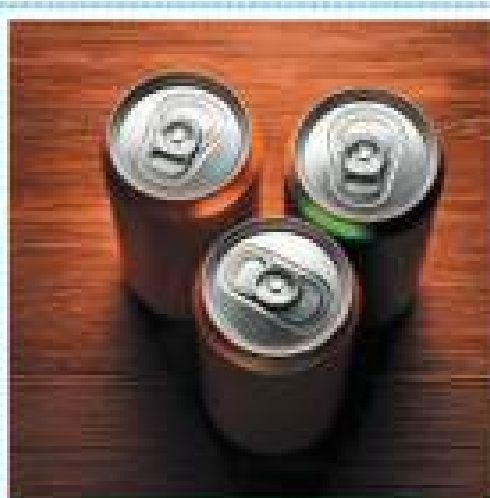
20,18

Неметал, без-
барвний хімічно
неактивний газ
без запаху
й смаку, склада-
ється з атомів



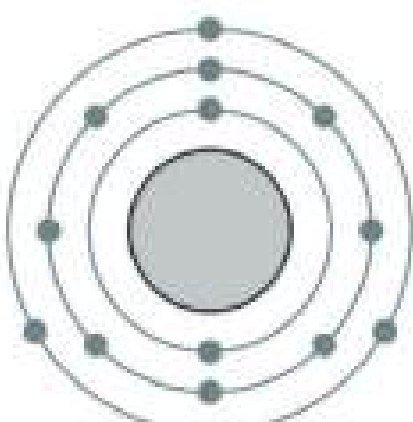
40,08

М'який сріблясто-
білий дуже
активний метал



26,98

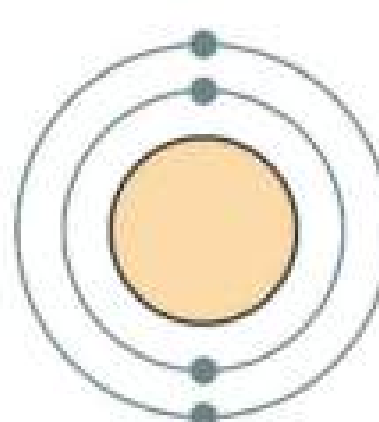
Сріблясто-білий
легкий м'який
пластичний
метал



Інструмент
зі сплаву, який
не утворює іскор
під час ударів
або тертя

9,01

Сталево-сірий,
твердий, міцний,
легкий і крихкий
метал

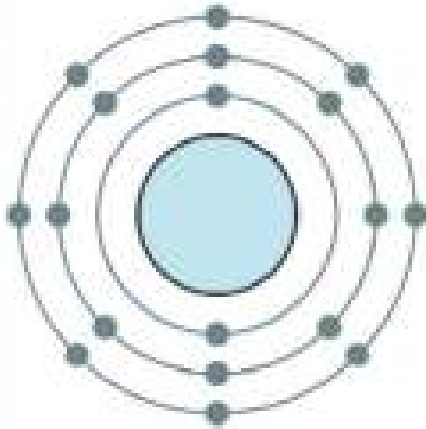
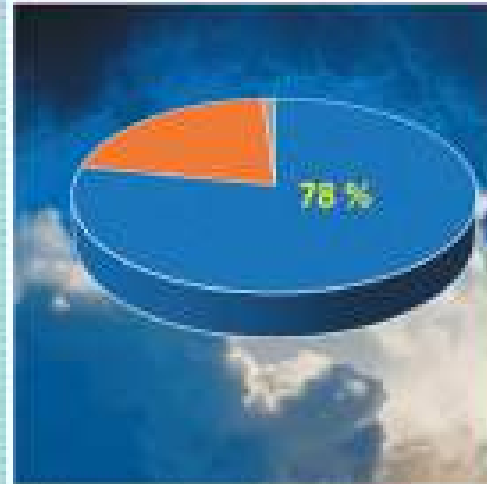


Мінерал берил



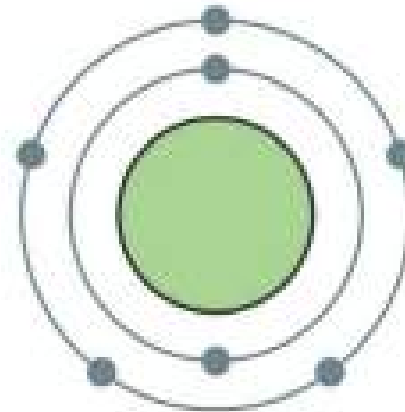
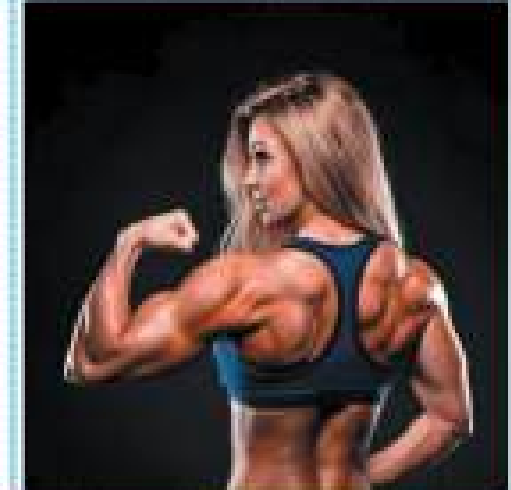
39,95

Неметал,
безбарвний неактивний газ без запаху й смаку, складається з атомів



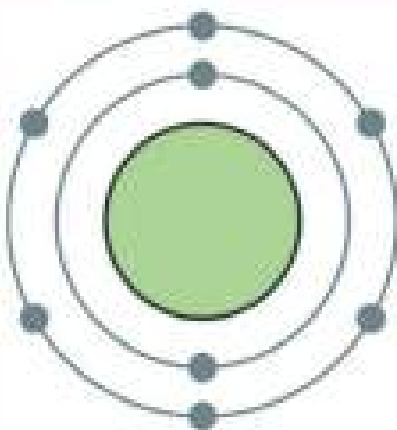
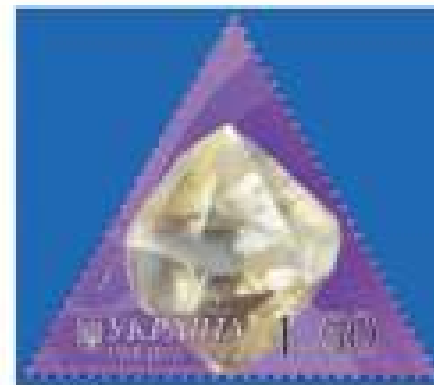
14,01

Неметал, хімічно неактивний безбарвний газ, не має запаху й смаку, основний складник повітря, має двоатомні молекули



16,00

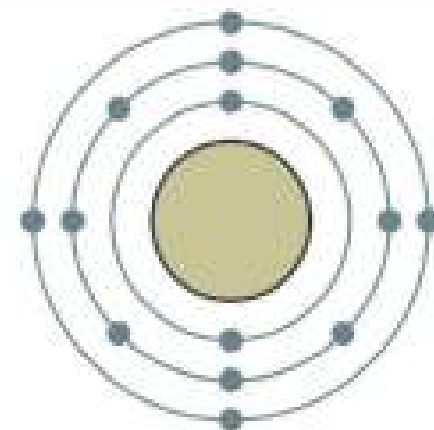
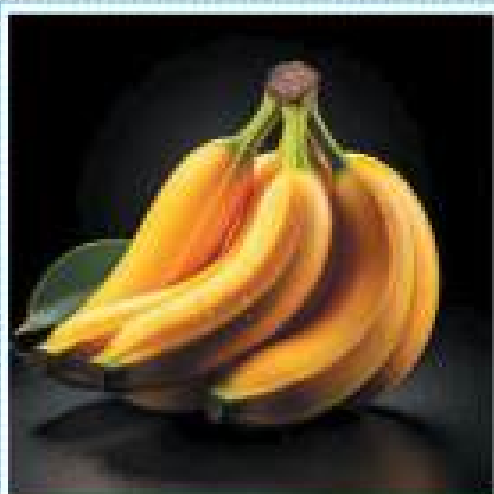
Неметал — хімічно активний безбарвний газ, складник повітря, підтримує дихання і горіння



Мінерал кварц

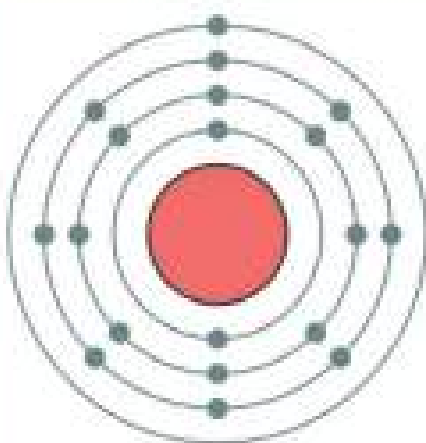
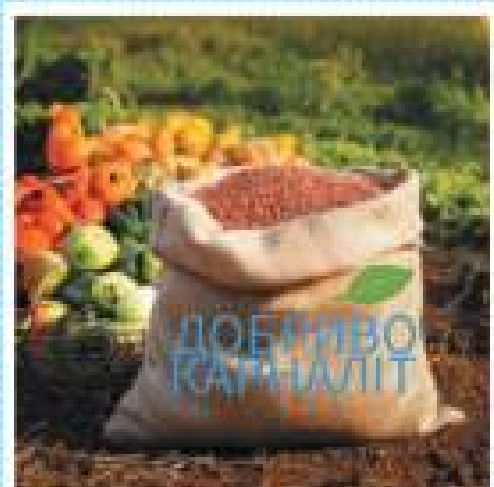
28,09

Неметал утворює темно-сірі зі смолистим блиском крихкі кристали



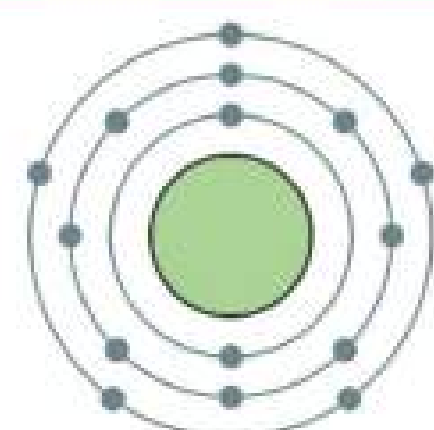
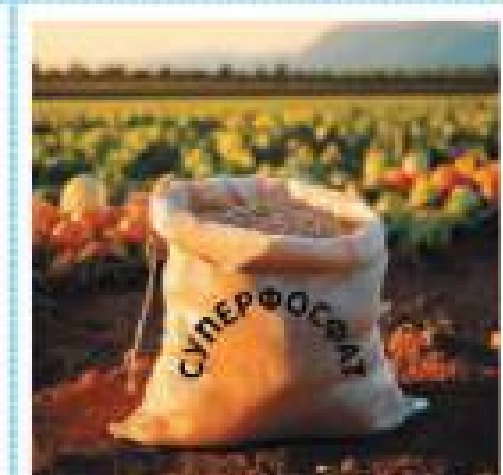
39,10

М'який сріблясто-білий досить активний **метал**



30,97

Неметал — червоно-бурий порошок, у суміші з товченим склом і клеєм наносять на бічні поверхні сірникових коробок

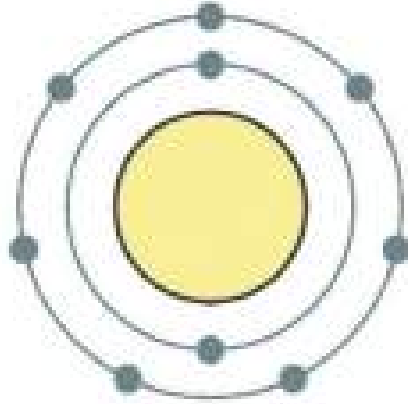




Мінерал фторит

19,00

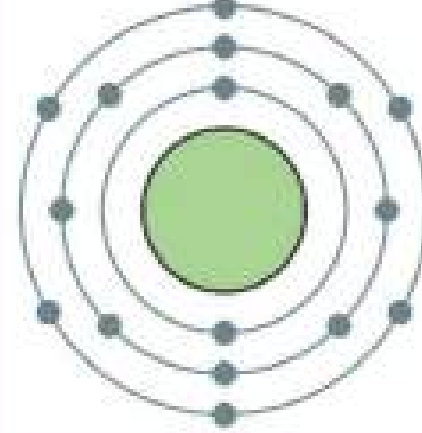
Неметал, жовто-зеленкуватий їдкий отруйний хімічно дуже активний газ із різким запахом, який має двоатомні молекули



Мінерал сірка самородна

32,06

Неметал, жовта крихка кристалічна речовина, має восьмиатомні молекули



Предметний покажчик

А

Авогадро стала 32, 33
 Авогадро число 38, 45
 Азот 13, 16, 44, 47, 49, 84, 112, 135
 Алмаз 36, 134, 137, 138, 149
 Алюміній 42, 105, 120, 125, 139, 140, 142
 Амоніак 57, 115
 Аморфне тіло 133
 Аніон 100, 101, 120, 121, 125, 136
 Аргентум(+1) бромід 87
 Аргон 88, 100
 Атмосфера 50, 55
 Атом 4, 7, 8, 15, 16, 19, 26, 27, 28, 30, 31, 37, 38, 40, 43, 45, 47, 53, 62, 68, 69, 88–95, 98–103, 105, 107, 118, 121–124, 129, 133–135, 137, 139, 141, 143–145, 150, 151

Б

Багор 64
 Бакмінстерфулерен 138
 Бар'єр енергетичний 61, 64, 73, 74
 Бензин 59, 62, 64, 65, 78
 Берил 138, 148
 Бор 90, 134
 Бром 82, 88, 116

В

Валентність 110, 115, 116, 124
 Валентність змінна 116
 Валентність стала 115
 Валеріана лікарська 6, 8
 Ванілін 36, 135, 137
 Вапно 24, 69
 Вапняк 69, 76
 Вибухонебезпечність 51
 Викид нейтральний 56
 Відновлення 144, 145
 Вода 13–16, 18–21, 23–27, 32, 33, 36, 37, 41, 45, 59, 61, 64, 68, 72, 76, 78, 84, 86, 87, 93, 94, 112, 115, 127–131, 135, 137, 145
 Водень 14–17, 25–27, 31, 44, 51, 52, 54–57, 67, 72, 112–114, 116, 143, 145

Воднево-киснева суміш 14

Г

Газ 3, 12–17, 39, 40, 42–61, 68–71, 83–88, 94, 97, 132, 141, 144, 149, 150
 Газ благородний 88
 Газ вуглекислий 13, 15–19, 24, 31, 32, 44, 46, 49, 51, 54, 55, 61, 68, 69, 72, 76, 87, 129
 Газ електронний 141
 Газ ідеальний 39, 42
 Газ сірчистий 55, 68
 Газ чадний 30, 57, 58, 68, 72, 144
 Газу густина 39, 41, 42, 48, 50, 53, 54–57
 Газу густина відносна 48, 50, 52–54, 58
 Газу чадного детектор 58
 Галоген 86, 87, 91, 105, 109, 135
 Галогенід 87
 Гас 62, 64
 Гелій 49, 52, 84, 88, 97
 Германій 134
 Гідроген бромід 87, 116
 Гідроген галогенід 87
 Гідроген йодид 87, 116
 Гідроген пероксид 27, 68, 69, 73
 Гідроген сульфід 69, 70, 116
 Гідроген фторид 87, 112, 115, 129
 Гідроген хлорид 87, 124
 Гіпотеза 13, 20, 22, 49, 64, 89, 93, 128, 137, 139
 Гниття 62
 Горіння 18–24, 27, 52, 55, 59–68, 71, 76, 77, 151
 Горіння трикутник 62, 63
 Графіт 31, 32, 134, 137, 149
 Група 97, 99, 101–103, 105, 109, 120, 122, 123
 Групування 80–83

Ґ

Ґратки кристалічні 132–135, 137–138
 Ґратки кристалічні атомні 134, 138
 Ґратки кристалічні йонні 136
 Ґратки кристалічні металічні 140

Ґратки кристалічні молекулярні 135, 138

Д

Дизайн 19–22, 47, 59, 64, 70, 73, 84, 85, 95, 109, 111, 119, 127

Дилогія 72

Диполь 129

Диптих 72

Дистиляція 6, 7

Діамант 134

Дослідження 6, 9, 10, 17, 20, 22, 45, 48, 52, 59, 64, 70, 73, 77, 82, 83, 128, 132

Е

Екосистема 130

Електроліз 13, 14, 67

Електролізер 13

Електрон 8, 89, 90, 92, 93, 98–102, 104, 105, 109–112, 114–118, 121, 122, 125, 126, 137, 139–145

Електронегативність 102, 106, 112, 121, 122, 128

Електрони делокалізовані 140–142

Елемент благородний 85, 88, 116, 118

Елемент інертний 88

Елемент лужний 85, 87, 97, 105, 109, 123

Елемент металічний 86, 97, 98, 101, 104, 121, 122, 139, 143, 144

Елемент неметалічний 69, 98, 104, 105, 114, 116, 120–122, 143

Елемент перехідний 98, 104

Елементи солеродні 85

Енергії мінімуму принцип 113

Енергія активації 61, 62, 64, 70, 73, 74

Енергія звукова 15, 31

Енергія іонізації 102, 103

Енергія механічна 15, 31

Енергія світлова 15, 18, 21, 30, 62, 69, 76, 77, 81

Енергія теплова 15, 18, 19, 61, 62, 66, 68, 76

Енергія хімічна 18, 21

Ефект енергетичний реакції 70, 73, 75

Ефект тепловий реакції 62

З

Займання 19, 60–62

Закон Авогадро 40, 47

Закон збереження енергії 15, 18, 19, 23

Закон збереження маси 15, 18, 19, 21–23, 29, 69, 70

Закон періодичний 88, 89, 91, 95, 97

Зв'язку хімічного довжина 112, 114

Зв'язок водневий 125, 127, 129, 130, 131

Зв'язок йонний 121, 122, 124–126, 138

Зв'язок ковалентний неполярний 114, 117, 118, 122, 134

Зв'язок ковалентний полярний 115, 117, 118, 121, 122, 124, 125, 128, 129

Зв'язок металічний 140–143

Зв'язок хімічний 111, 113, 114

Змінна залежна 6, 36, 148

Змінна контрольована 36

Змінна незалежна 6, 36, 138

Золото 75

Зонд метеорологічний 48, 50, 51, 54, 55, 57

І

Ізотопи 90, 91

Індекс 25, 27, 90, 115, 120

Інкубатор 63, 64

Іржа, ржа 145

Іржавіння, ржавіння 62, 63, 145

Й

Йод 82, 86, 88, 116, 135

Йододефіцит 87

Йон 38, 100, 101, 111, 119, 121, 136, 137, 139, 142, 145

Йонізація 100, 102, 103, 106

К

Камінь дорогоцінний 134

Камінь філософський 6, 86

Капсула воднева 56

Карбон діоксид 72, 135

Карбон моноксид 72

Каталізатор 74, 75, 77

Катіон 100, 105, 106, 120, 121, 125, 136, 140–144

Кварц 34, 42, 135, 136, 138, 139, 151

Кисень 13–15, 27, 46, 49, 60, 62, 84, 135

Кількість речовини 31–33, 36–38, 44, 46
 Кластеризація 80, 85
 Ковкість 143
 Коефіцієнт 25–29, 50
 Корал 76
 Космос 19, 56
 Кратне найменше спільне 27
 Крейда 24, 76, 87
 Криголам 5, 54
 Криптон 88, 140
 Кристал 19, 36, 121, 132–137, 151
 Кришталь гірський 132, 138
 Ксенон 88
 Купорос мідний 19
 Купруму оксид 69
 Курка смітна 63, 64
Л
 Лід 9, 41, 49, 130, 135, 137
 Лід сухий 49, 135
 Лікоподій 62
 Лоза срібляста 9
М
 М'ята котяча 6, 7, 10, 11
 Магній 24, 69, 120, 125, 140, 142–144
 Магній оксид 24, 69, 143
 Макрорівень 30, 31
 Малахіт 24, 69, 70, 138
 Маса відносна молекулярна 8, 11, 32, 53, 54, 56
 Маса молярна 30–33, 38, 50, 54, 56
 Маса формульна 11, 32, 54
 Метал 22, 86, 87, 97, 98, 102, 139–147, 149–151
 Металоїд 97
 Метан 27, 49, 51, 52, 55, 56, 67, 68, 71, 115
 Мідь 42, 45, 139, 143, 145
 Міжнародна космічна станція (МКС) 19
 Мікрорівень 25, 31
 Модель 7, 8, 25, 26, 30, 32, 33, 37, 39, 43, 47, 63, 67–71, 74, 85, 87, 93, 94, 98, 100, 105, 111, 115–117, 119, 124, 125, 128, 131, 133, 134, 139
 Модель 2D 98, 136, 139
 Модель атома 98, 105, 111
 Модель знакова 25, 26, 30

Модель йона 119
 Модель матеріальна 25, 26
 Модель молекули 7, 8, 26, 31, 67, 71, 87, 115, 116, 127, 128
 Моделювання 14, 15, 25, 31, 67, 74, 111
 Моль 30–41
 Молярний об'єм 39–50
 Монополія 72
 Монорейка 72
Н
 Назва систематична 116, 117
 Нафта 63, 64
 Нафтопродукти 64
 Неметал 86, 97, 101, 102, 104, 143, 149–152
 Неон 88, 97, 100, 111, 118, 140
 Непеталактол 9
 Непеталактон 6–8
 Нітроген 8, 28, 105, 111, 112, 115, 116, 125
 Номер атомний 89, 90
 Нуклід 89–92, 94
О
 Оболонка електронна 89, 93, 98, 99, 107, 110, 111
 Одиниця формульна 119, 120
 Озон 84
 Окиснення 66, 145
 Окиснення повільне 59, 62, 63, 65
 Окиснення ступінь 119, 122–125, 143, 144
 Оксиген фторид 68
 Оксид 24, 66–72, 116, 117, 120, 125, 135, 136, 143, 144
П
 П'єзокристал 132
 Парафін 18–20, 65, 68
 Пати́на 145
 Період 97, 99, 100–102, 105, 109
 Періодичність 88, 97
 Пероксид 27, 68, 69, 73, 123
 Персульфід 69, 89
 Печера карстова 76
 Пірит 69, 70
 Пірометр 60

Пластичність 143
Платина 75
Притягання електростатичне 112
Продукт реакції 18–27, 30, 31, 40, 61, 64, 65, 67, 68, 70, 73–75, 143
Р
Радіус аніона 101
Радіус атома 99, 101, 102, 110, 140
Радіус катіона 142
Радон 88
Реагент 18, 26
Реактант 18–21, 26, 27, 30, 31, 40, 60–62, 64, 67, 70, 74, 75, 78
Реакція екзотермічна 65
Реакція ендотермічна 66
Реакція заміщення 144
Реакція ланцюгова 62
Реакція розкладання 13, 14, 67, 69–73
Реакція сполучення 67, 68, 70, 71
Реакція хімічна 12, 13, 19, 21, 22, 25, 26, 28, 30, 31, 61, 66, 67, 73–75
Рівень зовнішній енергетичний 98–100, 102, 105, 111, 112, 114–118, 121, 126, 139–141
С
Сахароза 133, 139
Сенсор 14, 30, 51, 54, 55, 57, 58
Силіцій 134
Синтез 15, 25, 26
Синтез води 25, 26
Система 31, 82, 85, 88, 89, 91, 97, 99, 113, 114, 121, 129, 145, 149
Система періодична хімічних елементів 99
Систематизування 82, 83, 86
Сірка 42, 68, 143, 152
Сірководень 72
Скло 30, 60, 136, 151
Скло кришталеве 132
Сода харчова 36, 187
Спалах 62
Сплав 139, 144–146, 150
Срібна медаль, монета 40, 143
Сталактит 76
Сталь 144, 145
Стратосфера 56

Сульфід 67, 69–72, 116, 124, 143
Сульфур(IV) оксид 116
Сульфур(VI) оксид 116
Сфалерит 70
Схема хімічної реакції 25–29, 71, 72, 143, 144, 148

Т
Таблиця періодична хімічних елементів 23, 88, 91, 92, 96–109, 147
Температура займання, самозаймання 19, 51, 52, 59–62
Температура кипіння 12, 13, 130, 131, 135, 137
Температура плавлення 130, 135–137
Термопара 60
У
Умови звичайні 45, 68, 87, 97
Умови нормальні 42–47
Ф
Фермент 73, 76
Флюорит 150
Формула електронна 114, 115
Формула хімічна 7, 8, 11, 17, 25–27, 71, 72, 117, 123, 124
Фосфор білий 137
Фотосинтез 13, 15, 17, 21
Фтор 112
Х
Хімічний зв'язок металічний 140–142
Хімічної реакції швидкість 73, 74, 76–78
Хлор 57, 86, 88, 92, 100, 116, 124, 125, 143
Ц
Цинк 42, 139
Ч
Чавун 145
Число масове (нуклонне) 90, 92, 104
Число протонне 89, 90, 96–99, 102, 103, 105, 109, 111, 119
Я
Явища 9, 41, 51, 97, 112, 131, 147
Явища періодичні 97
Явища фізичні 9, 12
Явища хімічні 9, 12
Ядро атома 93, 94, 98, 99, 107, 112

Іменний покажчик

Авогадро Амедео	40	Лавуазьє Антуан Лоран	22
Бойль Роберт	22, 86	Ліндґрен Астрід	84
Брук ван ден Антоніус	89	Маєр Лотар	88
Буссенго Жан Батіст	46	Менделєєв Дмитро	88, 89
Верн Жуль	84	Немцова Божена	83, 138
Гарро Лазар	46	Ньюлендс Джон Александер	88
Грошовик Олена	49	Польз Марія-Анна П'єретта	22
Давидов Анатолій	84	Самійленко Володимир	83
Деберейнер Йоганн Вольфганг	88, 91	Сент-Екзюпері де Антуан	84
Деві Гамфрі	89	Стефанович Олекса	83
Донченко Олесь	84	Трублаїні Микола	84
Загребельний Павло	84	Українка Леся	49, 83
Зеров Микола	83	Фарадей Майкл	18
Костенко Ліна	84	Франко Іван	131
Котляревський Іван	84	Чедвік Джеймс	89
		Шанкуртуа Олександр Еміль	88

Тлумачний словничок

Актинідин — речовина (C₁₀H₁₃N), що приваблює котів, з дією, подібною до дії непеталактону, активної сполуки, що міститься в котячій м'яті.

Алгоритм — послідовність дій або інструкцій, спрямованих на виконання певного завдання.

Аморфний — матеріал чи стан речовини, який не має чіткої кристалічної структури. Наприклад, скло є аморфним.

Аргумент — логічне обґрунтування чи доказ певного твердження.

Бальнеологія — наука, що вивчає лікувальні властивості мінеральних вод і методи використання їх у медицині.

Валеріана лікарська (Valeriana officinalis) — рослина, коріння якої використовують для виготовлення заспокійливих засобів.

Вапняк — осадова гірська порода, що складається переважно з кальцій карбонату (CaCO₃). Використовують у будівництві та виробництві цементу.

Вершина — точка перетину ребер або кутів фігури.

Гігієна інформаційна — комплекс правил і заходів, спрямованих на забезпечення безпеки та здоров'я людини в інформаційному середовищі.

Гіпотеза — припущення, яке потребує перевірки чи доказів у науковому дослідженні.

Грань — плоска поверхня, яка обмежує багатогранник.

Дизайн — процес творчого планування і створення об'єктів, що поєднує функціональність й естетичність.

Диалогія — літературний чи художній твір, що складається з двох частин.

Диптих — твір мистецтва або літератури, поділений на дві взаємопов'язані частини.

Дистиляція — метод очищення рідин через випаровування і конденсацію. Використовують у виробництві спирту, очищенні води.

Екосистема — сукупність організмів і неживих складників, які взаємодіють у певному середовищі.

Електростатика — розділ фізики, що вивчає властивості та взаємодії нерухомих електричних зарядів.

Змінна залежна — в експерименті величина, значення якої залежить від змін іншої змінної (незалежної).

Змінна контрольована — параметр, який утримують постійним під час експерименту для забезпечення достовірності результатів.

Змінна незалежна — величина, яку змінюють в експерименті для аналізування її впливу на залежну змінну.

Інтелект штучний (ШІ) — комп'ютерні системи, що можуть виконувати завдання, які зазвичай потребують людського інтелекту, такі як навчання, розпізнавання мовлення, ухвалення рішень.

Йододефіцит — нестача Йоду в організмі, що може призвести до захворювань щитоподібної залози.

Карст — геологічне явище, пов'язане з розчиненням вапнякових чи гіпсових порід підземними водами, що зумовлює утворення печер, провалів.

Каталізатор — речовина, яка пришвидшує хімічну реакцію, не змінюючи своєї кількості після її завершення.

Коворкінг — спільний робочий простір для людей різних професій, який сприяє співпраці та творчій роботі.

Колаборація — співпраця між двома чи більше сторонами для досягнення спільної мети.

Колаж — техніка створення зображення або твору поєднанням різних матеріалів (фотографій, текстів, тканин тощо).

Кооперація — об'єднання зусиль або ресурсів для досягнення спільної мети.

Корал — морський організм, який формує коралові рифи. Скелет коралових поліпів містить кальцій карбонат (CaCO_3). Також використовують для виготовлення прикрас.

«Криголам» — це вправа, яку застосовують перед початком заняття, щоб створити веселий настрій, активізувати або зняти бар'єри, які заважають вільному і щирому самовиявленню особи. Ще одна мета «криголама» — «зламати кригу» в стосунках учасників групи.

Кристалохімія — наука, що вивчає зв'язок між хімічним складом речовин і їхньою кристалічною структурою.

Кришталь гірський — прозорий різновид кварцу (SiO_2), який використовують для виготовлення прикрас, предметів декору.

Логістика — процес планування, організації, транспортування і зберігання ресурсів для забезпечення ефективності.

Малахіт — поширений мінерал класу карбонатів ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$).

Метод науковий — систематичний підхід до дослідження, що включає формулювання гіпотез, експерименти й аналіз.

Монополія — ситуація, коли одна компанія або організація контролює весь ринок певного товару чи послуги.

Монорейка — залізнична система, де поїзд рухається однією рейкою, зазвичай із магнітною або електричною підвіскою.

Непеталактол — хімічна сполука ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_2$), яка міститься в рослинах роду *Nepeta* (котячий запах), залучає певних комах.

Непеталактон — запашна речовина ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_2$), що міститься в котовнику (*Nepeta*), приваблює котів.

П'єзокристал — кристал, який під дією механічного тиску генерує електричний заряд.

Пасьянс — карткова гра для одного гравця / гравчині, що ґрунтується на стратегічному розкладанні карт.

Патина — тонкий шар продуктів корозії із чітким забарвленням, який утворюється на металевій поверхні під впливом повітря і/або води, зеленувате покриття, що виникає із часом на мідних виробах.

Ребро — лінія, що з'єднує вершини багатогранника.

Скло — аморфний матеріал, що утворюється внаслідок швидкого охолодження розплавлених силікатів.

Скло кришталеве — скло з підвищеним вмістом плюмбум діоксиду, яке має високу прозорість і блиск.

Філософський камінь — міфічна речовина, яка, за легендами, здатна перетворювати метали на золото й дарувати безсмертя.

Фурор — гучний успіх або сенсація, яка викликає загальне захоплення.

Навчальне видання

ЛАШЕВСЬКА Ганна Анатоліївна

ХІМІЯ

Підручник для 8 класу
закладів загальної середньої освіти

Зображення використовуються згідно з ліцензією Shutterstock / FOTODOM UKRAINE

Формат 84×108/16. Обл.-вид. арк.

Л32 **Лашевська Г. А.**
Хімія : підруч. для 8 кл. закл. загал. серед. освіти. / Г. А. Лашевська. –
Київ : Літера ЛТД, 2025. – 160 с. : іл.
ISBN 978-966-945-477-5

УДК 37.016:54(075.3)