Алюміній.
Фізичні та хімічні властивості

Алюмінієвмісні мінерали:

а – берил, б – аквамарин, в – рубін, г – сапфір, д – смарагд, е – корунд, є – топаз.

s^1	s^2											p^1	p^2	p^3	p^4	p^5	p^6
Li	Be																
Na	Mg	d^1	d^2	d^3	d^4	d^5	d^6	d^7	d^8	d^9	d^{10}	Al					
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga					
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn				
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Ti	Pb	Bi	Po		
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No

Металічні елементи в Періодичній системі:

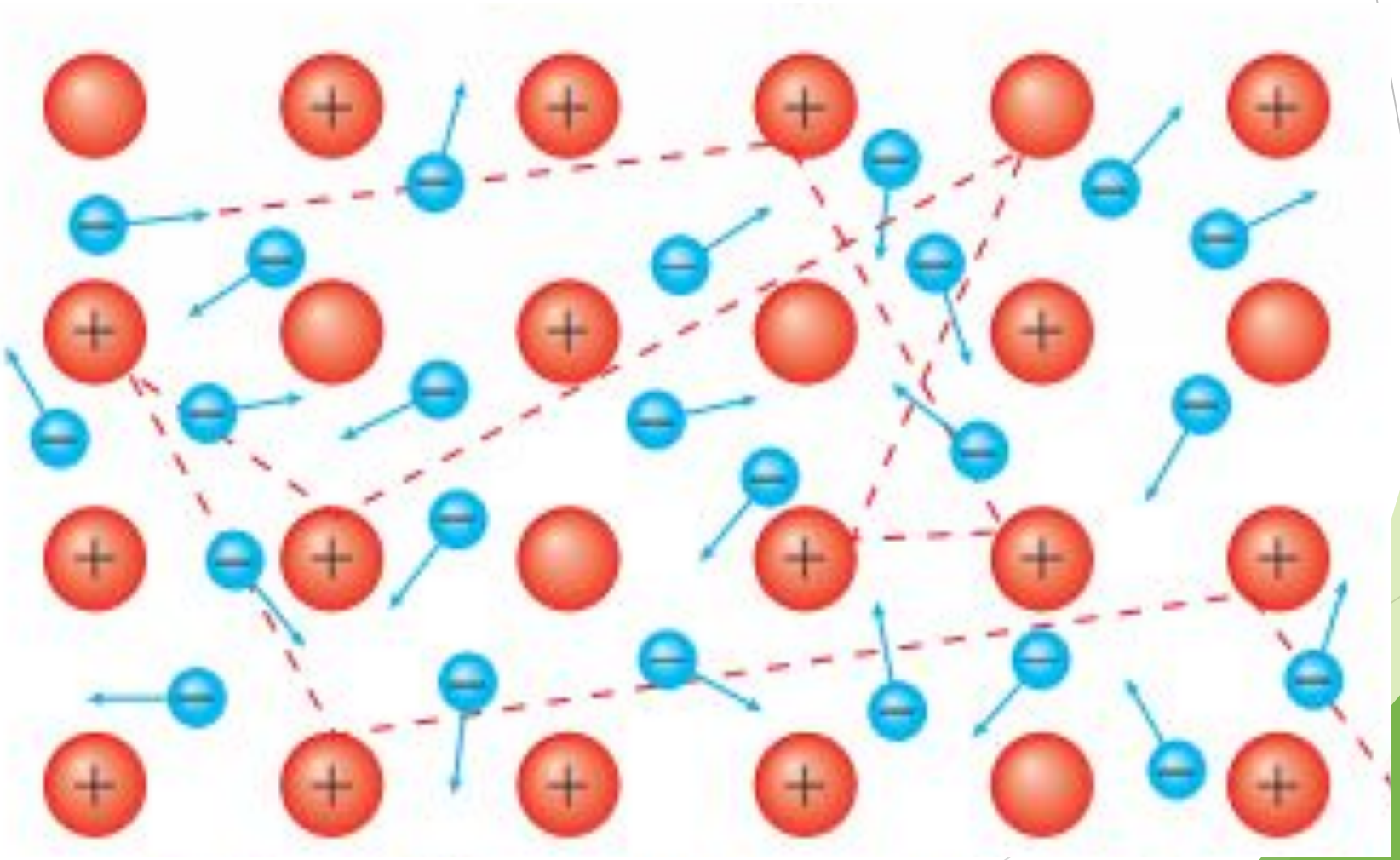
— s-елементи, — d-елементи, — p-елементи, — (f-елементи)

- **Для металічних елементів характерна невелика електронегативність — менша за 1,8. Найбільше металічні властивості виявлені в елементів ІА групи Періодичної системи — лужних елементів. їхні атоми настільки легко віддають валентні електрони, що в природі ці елементи перебувають виключно у вигляді сполук.**

Група / Період	I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B	VIII B	VIII B	I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A
1	H 2,20																	He -
2	Li 0,98	Be 1,57											B 2,04	C 2,55	N 3,04	O 3,5	F 3,98	Ne -
3	Na 0,93	Mg 1,31											Al 1,61	Si 1,90	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16	Ar -
4	K 0,82	Ca 1,00	Sc 1,36	Ti 1,54	V 1,63	Cr 1,66	Mn 1,55	Fe 1,83	Co 1,88	Ni 1,91	Cu 1,90	Zn 1,65	Ga 1,81	Ge 2,01	As 2,18	Se 2,55	Br 2,96	Kr -
5	Rb 0,82	Sr 0,95	Y 1,22	Zr 1,33	Nb 1,6	Mo 2,16	Tc 2,1	Ru 2,2	Rh 2,28	Pd 2,20	Ag 1,93	Cd 1,69	In 1,78	Sn 1,96	Sb 2,05	Te 2,1	I 2,66	Xe 2,60
6	Cs 0,79	Ba 0,89	*	Hf 1,3	Ta 1,5	W 1,7	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,20	Pt 2,28	Au 2,54	Hg 1,9	Tl 1,8	Pb 1,8	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,2	Rn -
7	Fr 0,7	Ra 0,9	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
Лантаноїди	*	La 1,1	Ce 1,12	Pr 1,13	Nd 1,14	Pm 1,13	Sm 1,17	Eu 1,2	Gd 1,2	Tb 1,1	Dy 1,22	Ho 1,23	Er 1,24	Tm 1,25	Yb 1,1	Lu 1,27		
Актиноїди	**	Ac 1,1	Th 1,3	Pa 1,5	U 1,38	Np 1,36	Pu 1,28	Am 1,13	Cm 1,28	Bk 1,3	Cf 1,3	Es 1,3	Fm 1,3	Md 1,3	No 1,3	Lr 1,291		

Тип кристалічних граток	Характеристика	Тип зв’язку	Приклади речовин	Фізичні властивості
Молекулярна	У вузлах кристалічних граток знаходяться полярні або неполярні молекули, зв’язані між собою слабкими силами електростатичного притягання	Ковалентний	Вода, амоніак, більшість органічних сполук	Невисокі температури плавлення й кипіння, нетверді, діелектрики, розчинні (з полярним типом зв’язку) і нерозчинні (з неполярним типом зв’язку), гази або рідини за кімнатної температури
Атомна	У вузлах атомних кристалічних граток розміщені атоми, зв’язані між собою спільними електронними парами	Ковалентний неполярний	Алмаз, кремній, силіцій	Високі температури плавлення й кипіння, тверді, крихкі, діелектрики або напівпровідники, нерозчинні
Йонна	У вузлах йонних кристалічних граток почергово розташовані позитивно й негативно заряджені йони	Йонний	Більшість солей, оксидів, основ	Високі температури плавлення й кипіння, тверді, крихкі, діелектрики, у водних розчинах і розплавах – провідники, розчинні
Металічна	У вузлах металічних кристалічних граток поряд із нейтральними атомами розміщаються заряджені йони металів	Металічний	Метали, сплави	Різні температури плавлення й кипіння, переважно високі, тверді, пластичні, провідники, нерозчинні у воді

- Метали лише в газоподібному стані існують у вигляді атомів. У твердому чи рідкому агрегатному стані метали складаються з катіонів та спільних (належать відразу багатьом атомам) електронів. Особливість такої будови простих речовин металів зумовлена наявністю металічного зв’язку.
- Металічний зв’язок



1. Загальна характе-ристика хімічного елемента

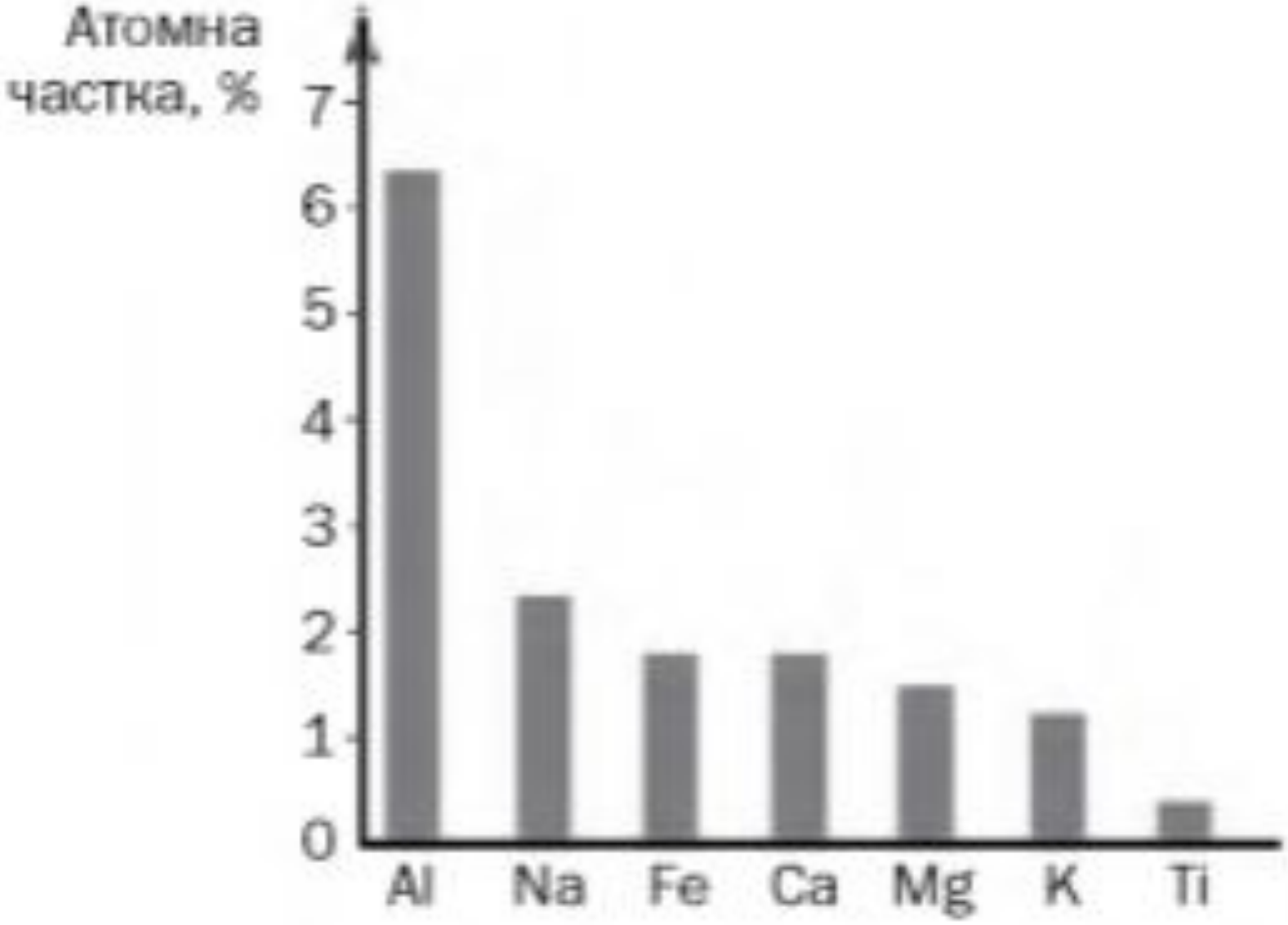
№	Основні характеристики	Підпункти характеристики
1	**Місце елемента в періодичній системі**	а) порядковий номер (протонне число); б) відносна атомна маса; в) період, ряд; г) група, підгрупа; д) максимальне й мінімальне значення валентності
2	**Будова атома**	а) кількість протонів і нейтронів у ядрі атома, заряд ядра; б) кількість електронів в електронній оболонці атома; в) кількість енергетичних рівнів в електронній оболонці атома; г) електронна, графічна електронна формули атома; д) кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні, зокрема неспарених; е) завершений чи незавершений зовнішній енергетичний рівень електронної оболонки атома, скільки електронів не вистачає до завершення
3	**Хімічний характер елемента й утворених ним речовин**	а) до металічних чи неметалічних елементів належить елемент; б) формула вищого оксиду й відповідного йому гідрату оксиду; в) хімічний характер зазначених оксиду та гідрату оксиду, приклади рівнянь реакцій; г) формула леткої сполуки елемента з Гідрогеном, валентність елемента в ній
4	**Порівняння хімічного характеру елемента з властивостями сусідніх елементів**	а) порівняння в періоді; б) порівняння в підгрупі

2. Поширеність у природі

- Алюміній є найпоширенішим металічним елементом на Землі.
- Його вміст у земній корі становить 8% (за масою) — це перше місце серед металічних елементів і третє серед усіх елементів.
- Через високу хімічну активність у вигляді простої речовини Алюміній у природі не трапляється. Він міститься у складі багатьох сполук, які утворюють ґрунти,— глиноземів (Al_2O_3) і бокситів ($Al_2O_3xH_2O$).
- Також Алюміній є у складі багатьох мінералів, зокрема коштовного каміння. Різне забарвлення цих мінералів зумовлене невеликими домішками оксидів певних металічних елементів (у рубінів — Cr, у сапфірів — Ti та Fe тощо).
- Незважаючи на поширеність у природі, Алюміній не міститься в живих організмах і не бере участі в метаболізмі.
- В Україні є великі поклади алюмінієвої руди у вигляді бокситів і глинозему в Приазов'ї, на Закарпатті та в межах Українського кристалічного щита — тектонічної смуги, яка простягається вздовж середньої течії Дніпра на відстань понад 1000 км і завширшки 250 км.

Алюмінієва руда боксит

Атомні частки найпоширеніших металічних елементів у літосфері



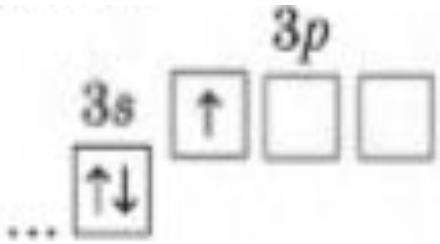
- **Природні сполуки алюмінію: а — каолін; б — корунд; в — боксит.**

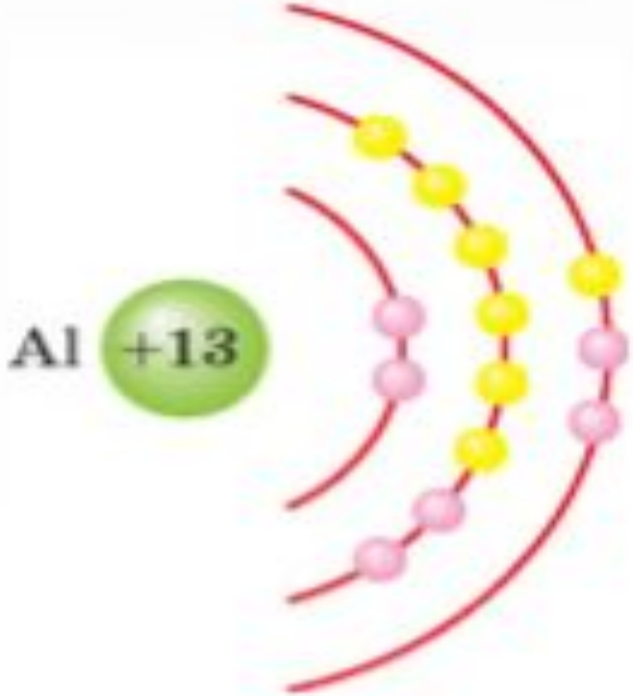
- **Алюмінієвмісні мінерали: а – берил, б – аквамарин, в – рубін, г – сапфір, д – смарагд, е – корунд, є – топаз.**

3. Будова атома Алюмінію

- На зовнішньому енергетичному рівні атома Алюмінію перебувають три електрони:

$_{13}Al \quad \ldots 3s^2 3p^1$





- Атом легко їх втрачає, перетворюючись на тризарядний катіон:

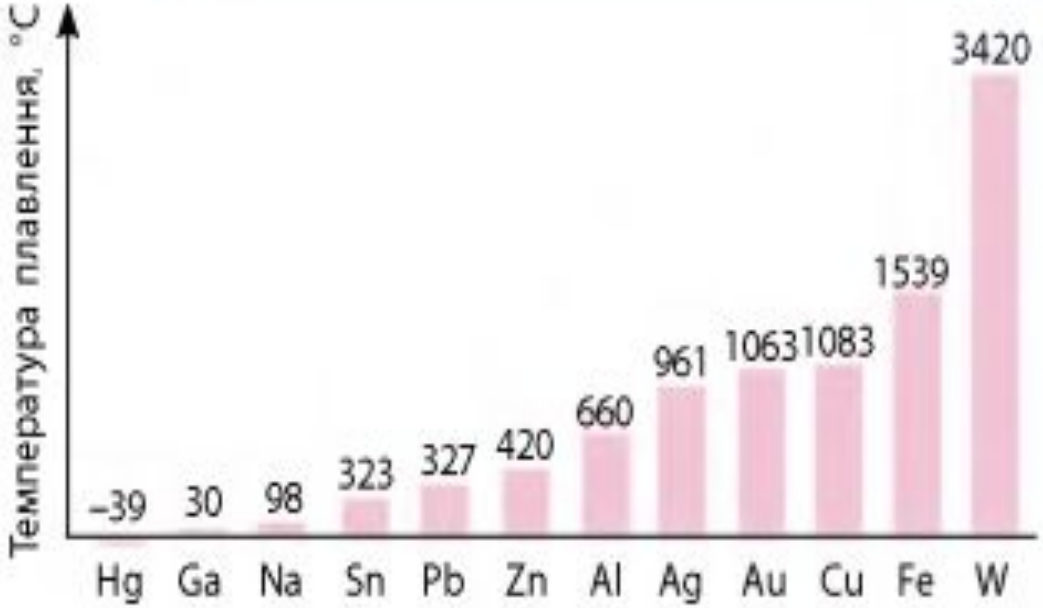
$$Al - 3e^- = Al^{3+}$$

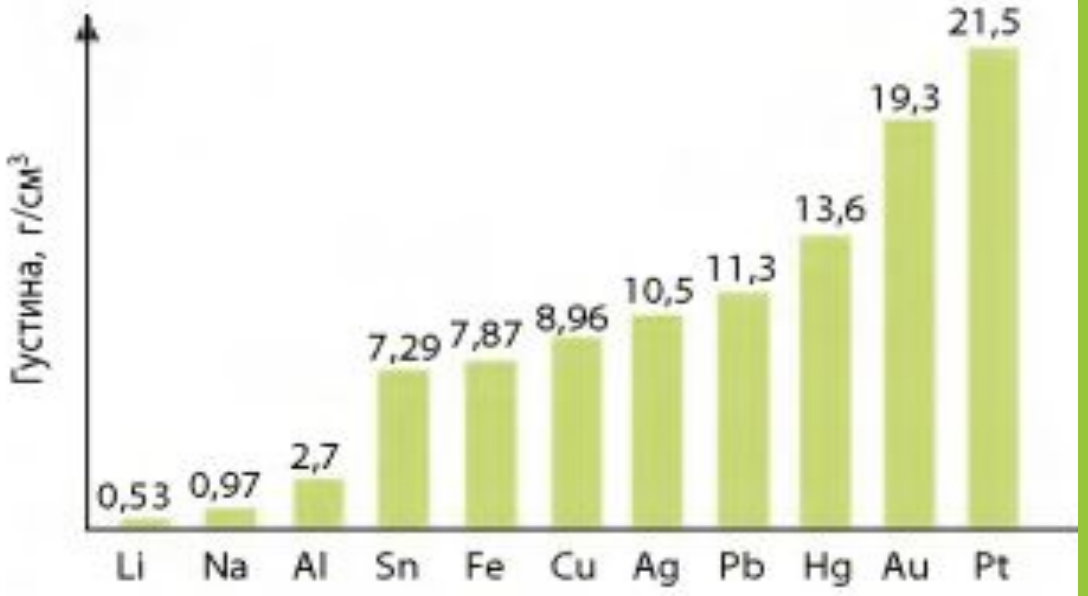
- Катіони Алюмінію є складниками більшості сполук елемента.

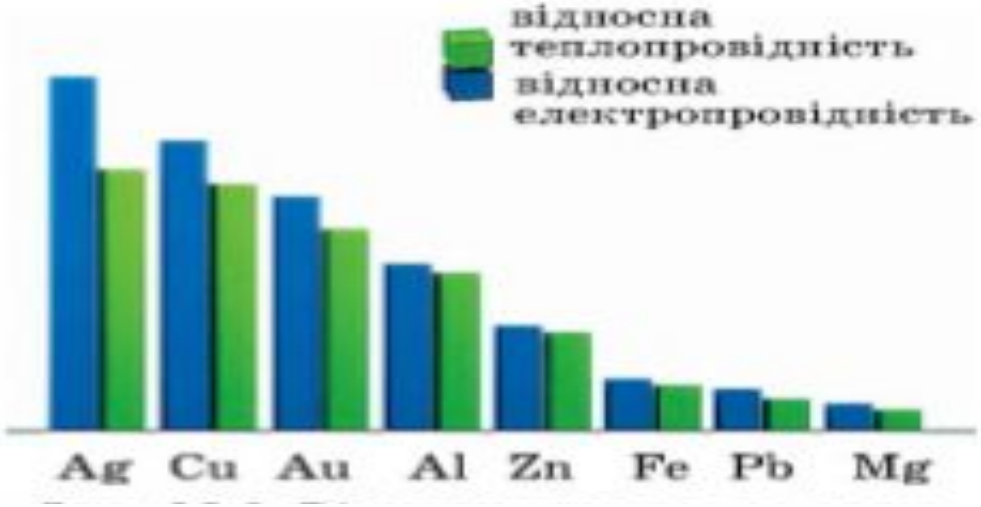
4. Фізичні властивості алюмінію

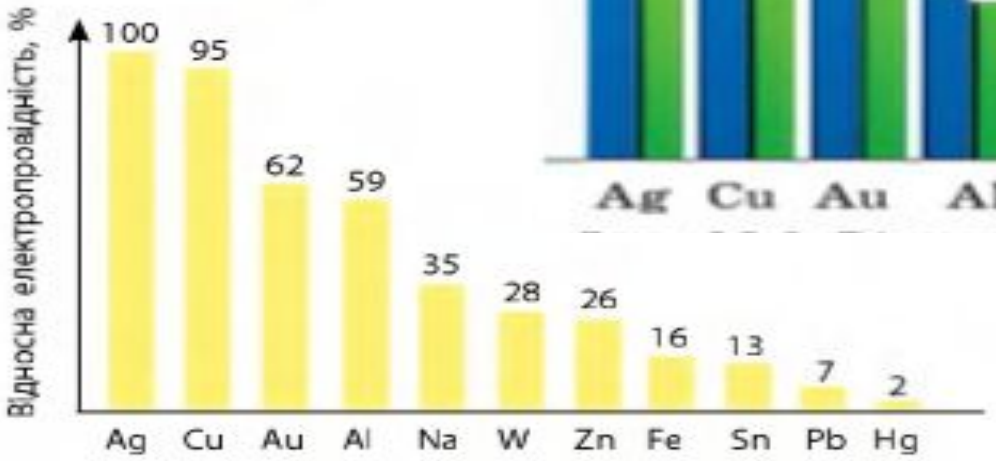
- • Алюміній — парамагнітний сріблясто-білий метал;
- • ковкий, легко витягується в дріт, добре піддається формовці й утворює фольгу;
- • $t_{пл.}$ = 660°C, $t_{кип.}$ = 2520 °C;
- • належить до групи легких металів, густина 2,7 г/см^3;
- • виявляє високу тепло- й електропровідність (65 % від електропровідності міді), а також високу світловідбивну здатність.

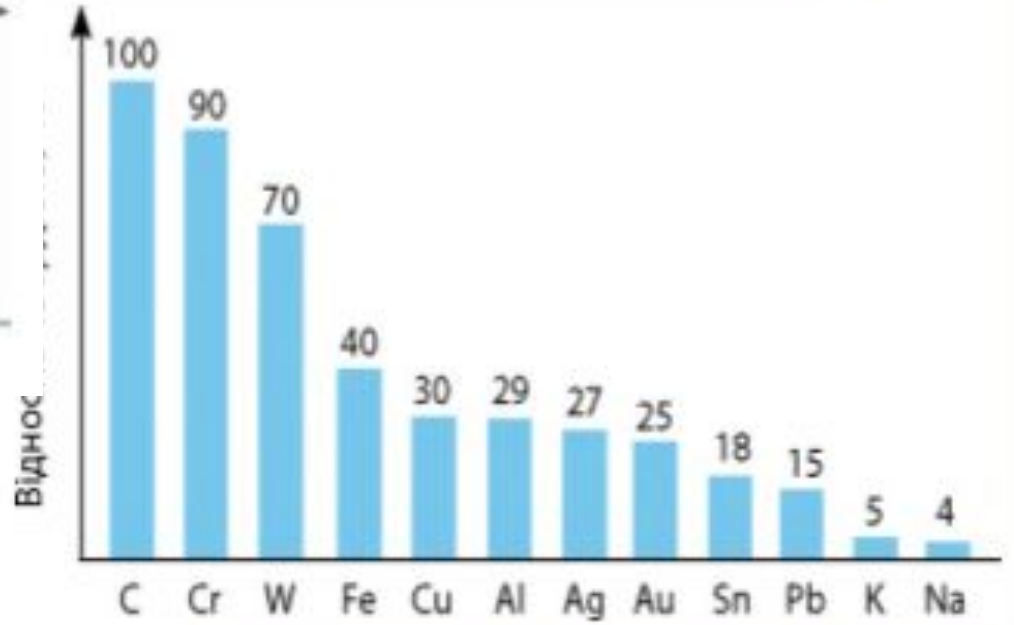
- Алюмінієва фольга (1), профіль (2) та заготовки (3).


Температура плавлення, °С
–39
30
98
323
327
420
660
961
1063
1083
1539
3420
Hg
Ga
Na
Sn
Pb
Zn
Al
Ag
Au
Cu
Fe
W


Густина, г/см³
0,53
0,97
2,7
7,29
7,87
8,96
10,5
11,3
13,6
19,3
21,5
Li
Na
Al
Sn
Fe
Cu
Ag
Pb
Hg
Au
Pt


відносна теплопровідність
відносна електропровідність
Ag
Cu
Au
Al
Zn
Fe
Pb
Mg


Відносна електропровідність, %
100
95
62
59
35
28
26
16
13
7
2
Ag
Cu
Au
Al
Na
W
Zn
Fe
Sn
Pb
Hg


100
90
70
40
30
29
27
25
18
15
5
4
C
Cr
W
Fe
Cu
Al
Ag
Au
Sn
Pb
K
Na

5. Хімічні властивості алюмінію

- Алюміній — дуже активний метал, у ряду активності він розміщений значно лівіше від водню. Але поверхня алюмінію вкрита алюміній оксидом — міцною й тугоплавкою речовиною ($t_{пл.}$ = 2044 °C), унаслідок чого алюміній за звичайних умов не взаємодіє з киснем повітря та водою.
- **1. Взаємодія з киснем.**
- Алюміній активно взаємодіє з киснем повітря, але реакція відбувається лише на зрізі зразка. Якщо зруйнувати плівку алюміній оксиду на поверхні металу або попередити її утворення нанесенням на поверхню алюмінієвого виробу шару ртуті (амальгами алюмінію), то алюміній досить швидко перетворюється на оксид:

$$4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$$

- Видовище горіння алюмінієвої пудри, розпорошеної в полум’ї пальника, захоплює

- **2. Взаємодія з іншими неметалами.**
- **Порошкоподібний алюміній активно взаємодіє з галогенами за звичайних умов, а із сіркою, фосфором та іншими неметалами — за нагрівання. Наприклад, із йодом реакція відбувається за кімнатної температури, але за наявності каталітичної кількості води:**

$$2Al + 3I_2 \xrightarrow{H_2O} 2AlI_3$$

- Під час взаємодії алюмінію з йодом виділяється велика кількість теплоти, під дією якої йод частково сублімує, утворюючи хмару випарів йоду фіолетового кольору.
- **Алюміній реагує з галогенами - фтором, хлором, бромом, йодом. Унаслідок реакцій утворюються відповідні галогеніди Алюмінію:**

$$Al + Hal_2 \xrightarrow{t} AlHal_3.$$

$$2Al + 3S = Al_2S_3 \quad (6\bar{e})$$

$$2Al + 3Cl_2 = 2AlCl_3 \quad (6\bar{e})$$

$$2Al + 3I_2 = 2AlI_3 \quad (6\bar{e})$$

- Горіння алюмінію в хлорі супроводжується виділенням теплової та світлової енергії. Після закінчення реакції колбу заповнює дим - розпорошений алюміній хлорид.
- Так само бурхливо відбувається реакція алюмінію з бромом.
- Реакція алюмінію з йодом каталітична. Аби вона почалася, достатньо добавити кілька крапель води до суміші алюмінієвого порошку з йодом.

- Взаємодія алюмінію з галогенами - хлором (1), бромом (2), йодом (3)

- **3. Взаємодія з кислотами.**
- **Як і всі активні метали, алюміній витісняє водень із розбавлених розчинів кислот:**

$$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$$

$$2Al + 3H_2SO_4(\text{розб.}) = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow$$

- **За нагрівання алюміній взаємодіє з концентрованими кислотами-окисниками (холодна нітратна кислота пасивує алюміній):**

$$2Al + 6H_2SO_4(\text{конц.}) \overset{t}{=} Al_2(SO_4)_3 + 3SO_2\uparrow + 6H_2O$$

$$Al + 6HNO_3(\text{конц.}) \overset{t}{=} Al(NO_3)_3 + 3NO_2\uparrow + 3H_2O$$

4. Взаємодія з лугами.

$$2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$$

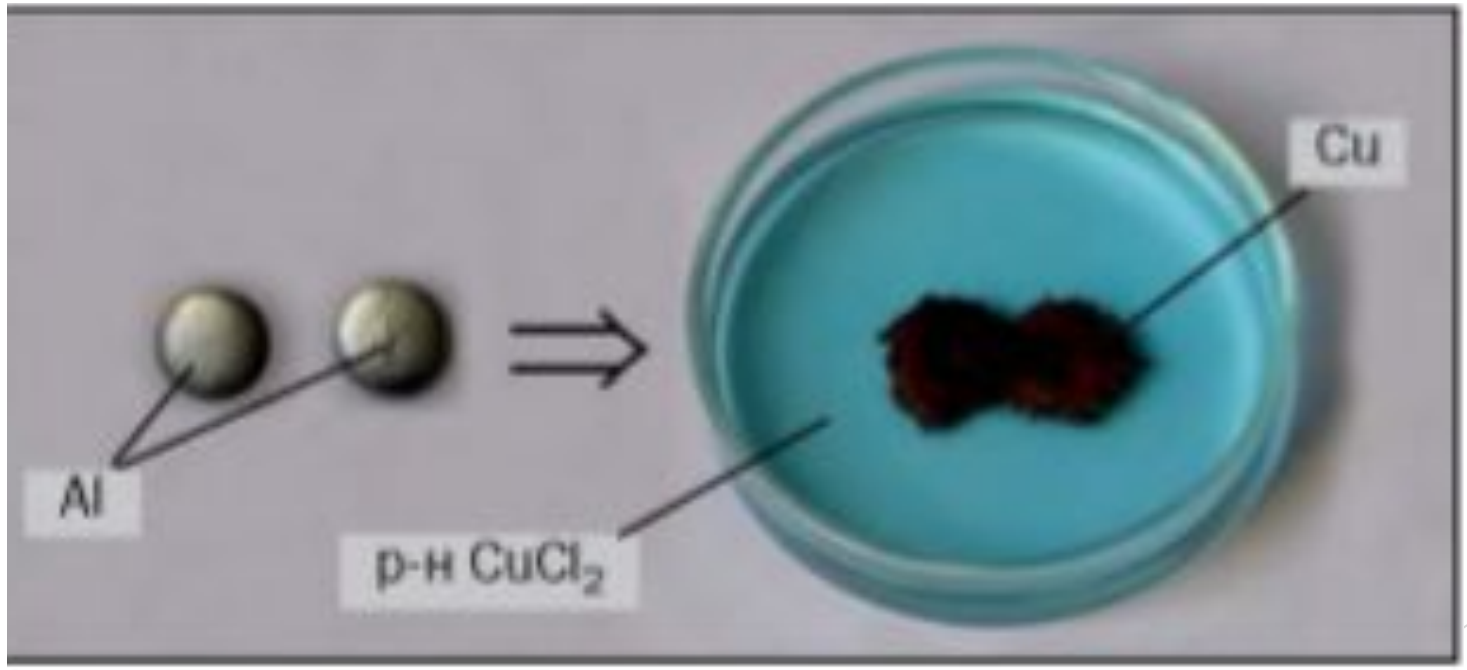
$$2Al + 6NaOH\ (\text{надлишок}) + 6H_2O = 2Na_3[Al(OH)_6] + 3H_2\uparrow;$$

$$2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow.$$

- **5. Відновлення металів (алюмотермія).**
- **Алюміній — активний метал, тому витісняє інші метали з їхніх сполук, зокрема з оксидів. Ці реакції використовують для одержання деяких металів алюмотермічним способом:**

$$3MnO_2 + 4Al = 3Mn + 2Al_2O_3$$

$$2Al + 3CuCl_2 = 3Cu + 2AlCl_3.$$



- **Гранули алюмінію до і після реакції з купрум(II) хлоридом**

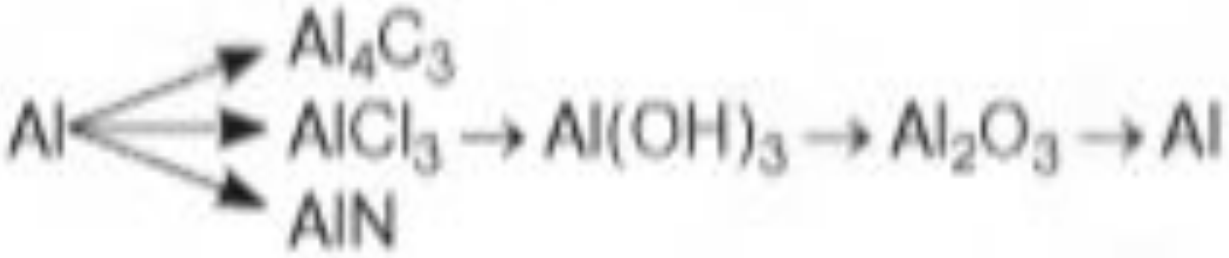
6. Застосування алюмінію

- • У великих кількостях алюміній використовують у металургії для одержання інших менш активних металів методом алюмотермії.
- • Алюміній є цінним конструкційним матеріалом. Він відносно легкий (густина алюмінію набагато менша за густину сталі), але досить міцний. Тому з алюмінію виготовляють легкі й довговічні будівельні конструкції
- • Багато алюмінію потребує авіаційна промисловість. Дюралюмінієм обшивають корпуси літаків.
- • Пилоподібний алюміній та деякі його сполуки використовують як тверде ракетне пальне. • Алюміній легко піддається штамповці, він стійкий до корозії, а його сполуки нетоксичні. Завдяки цьому з алюмінію виготовляють столові прибори, посуд, бляшанки, кухонні гаджети.
- • Через свою високу відбивну здатність та легкість напилення алюміній є ідеальним матеріалом для виготовлення дзеркал.
- • Суміш алюмінію з ферум(III) оксидом — терміт — використовують для зварювання залізничних рейок та труб.
- Застосування алюмінію:
- а — у будівництві;
- б — в авіаційній промисловості;
- в — для виготовлення харчових ємностей

Сплави

Назва	Склад (масові частки, %)	Назва	Склад (масові частки, %)
Нержавіюча сталь (звичайна)	Fe — 74; Cr — 18; Ni — 8	Дуралюмін	Al — 71—90; Cu — до 13; Zn, Si, Mg — решта
Бронза (звичайна)	Cu — 70—96; Sn — решта	Ніхром	Ni — 77—85; Cr — 15—20; Al — решта
Латунь	Cu — 54—90; Zn — решта	Мельхіор	Cu — 70—80; Ni — решта

- 1. Схарактеризуйте хімічну активність алюмінію.
- 2. Чим ви поясните, що Алюміній має ступінь окиснення +3, а не, приміром, +2 чи -5?
- 3. Зважаючи на хімічні властивості алюмінію, сформулюйте поради щодо використання алюмінієвого кухонного посуду.
- 4. Де в промисловості застосовують відновні властивості алюмінію?
- 5. Схарактеризуйте хімічний елемент Алюміній та фізичні властивості утвореної ним простої речовини.
- 6. Чому не можна тримати луги в алюмінієвій тарі?
- 7. Користуючись рядом активності металів, розташуйте метали мідь, натрій, алюміній за зростанням хімічної активності.
- 8. Напишіть хімічні рівняння за схемою перетворень:



- 9. Сплав міді й алюмінію масою 15 г обробили надлишком хлоридної кислоти й добули водень об’ємом 13,44 л (н. у.). Обчисліть масові частки металів у сплаві.

- **10. На початку XX ст. взаємодією алюмінію з розчином лугу добували водень, яким заповнювали дирижаблі. Обчисліть відносний вихід водню об'ємом 295,68 л (н. у.), для добування якого було взято алюміній масою 270 г.**
- **11. Допишіть схеми реакцій і перетворіть їх на хімічні рівняння:**

а) $Al + ... \rightarrow AlCl_3 + ...;$

б) $Al + ... \xrightarrow{t} K_3AlO_3 + ...;$

в) $Al_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow ... + ...;$

г) $Al(OH)_3 + Ba(OH)_2 \rightarrow ...$.

- **12. Знайдіть масову частку алюміній оксиду в мінералі беміті AlO(OH).**
- **13. Наведіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:**

а) $Al \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightarrow AlCl_3 \rightarrow Al(NO_3)_3;$

б) $Al \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow Na_3AlO_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow K[Al(OH)_4].$

- **14. Обчисліть масу Алюмінію в 48,3 г кристалогідрату $AlCl_3 \cdot 6H_2O$.**
- **15. У якому об'ємі води потрібно розчинити 7,5 г кристалогідрату $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$, щоб приготувати розчин із масовою часткою безводної солі 7,1 %?**

- 16. Під час взаємодії суміші алюмінію та магнію з надлишком хлоридної кислоти виділилося 8,96 л газу, а при дії надлишку розчину лугу на таку саму порцію суміші металів добуто 3,36 л цього газу. Обчисліть масові частки металів у суміші, якщо об’єми газу виміряно за нормальних умов.
- 17. Склад бокситу можна описати формулою Al20 3-3H20, а склад глини — Al20 3-2Si02-2H20. У якій речовині масова частка Алюмінію більша?
- 18. Суміш порошків алюмінію й міді масою 20 г обробили розбавленим розчином сульфатної кислоти. Під час реакції виділився водень об'ємом 6,72 л (н. у.). Обчисліть масові частки металів у суміші.
- 19. Обчисліть масу бокситу $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$, що містить 20 % домішок, яка необхідна для одержання алюмінію масою 10,8 кг.
- 20.Обчисліть масу алюмінію, яку можна добути з алюміній оксиду масою 51 кг. Вихід продукту реакції від теоретично можливого становить 95 %.
- 21. Виконайте навчальний проект «Крилатий метал», у якому розкрийте:
- а) властивості, що зумовлюють широке використання алюмінію в різних галузях господарства, військовій справі, побуті;
- б) виробництво алюмінію в Україні;
- в) використання сплавів алюмінію;
- г) продукцію вітчизняних виробників, що містить алюміній.