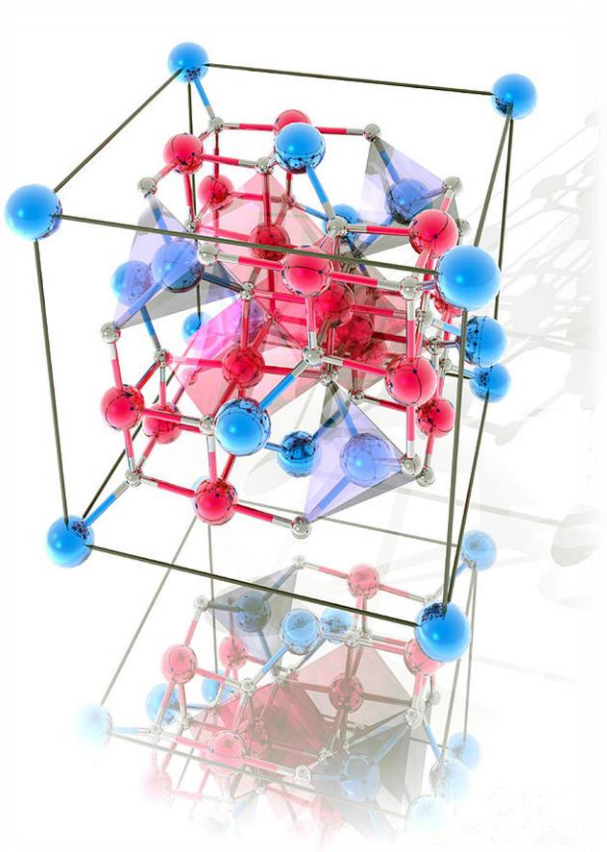
tatarchuk.tetyana@gmail.com

Магнітні матеріали зі структурою шпінелі

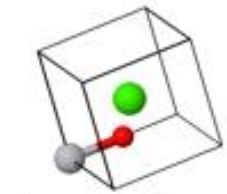


Кристалічна структура

Кристалічна структура - це опис упорядкованого розташування атомів, іонів або молекул у кристалічному матеріалі.

Впорядковані структури виникають із внутрішньої природи складових частинок, утворюючи симетричні візерунки, що повторюються уздовж основних напрямків тривимірного простору в речовині.

У кристалі атоми розташовані прямолінійно в тривимірну періодичну схему. Невелика частина кристала, яку можна повторити, утворюючи весь кристал, називається елементарною коміркою.



Asymmetric unit

Primitive unit cell

Conventional unit cell

Crystal

Такі пристрої, як твердотільні транзистори, лазери, сонячні елементи та світлодіоди, часто виготовляються з монокристалів.

Багато матеріалів, включаючи більшість металів і кераміки, є полікристалічними. Це означає, що є багато маленьких кристалів, упакованих разом, де орієнтація між кристалами є випадковою.

monocrystalline solar panel

solid state transistors

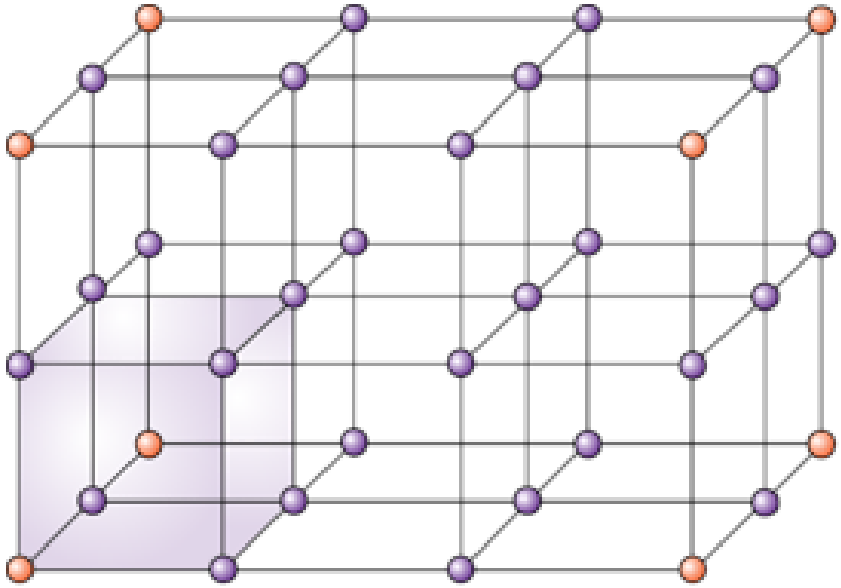
light emitting diodes (LED)

laser

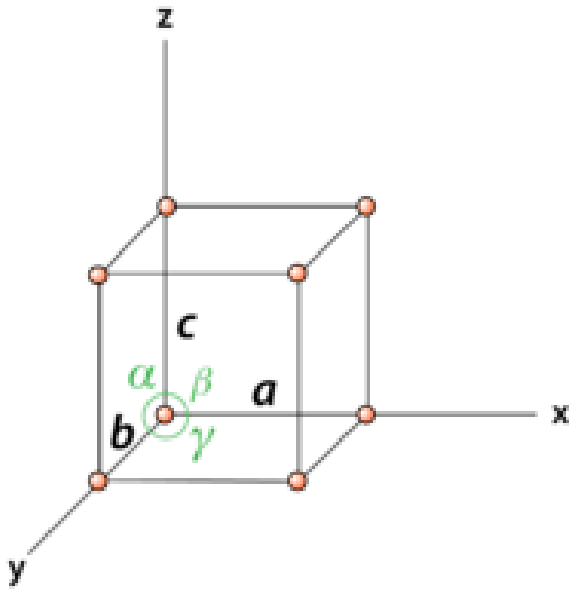
Елементарна комірка

Елементна комірка - це найменша повторювана одиниця, що має повну симетрію кристалічної структури.

Геометрія елементарної комірки визначається як паралелепіпед, забезпечуючи шість параметрів решітки, прийнятих як довжини країв комірок (a, b, c) та кути між ними (α, β, γ).

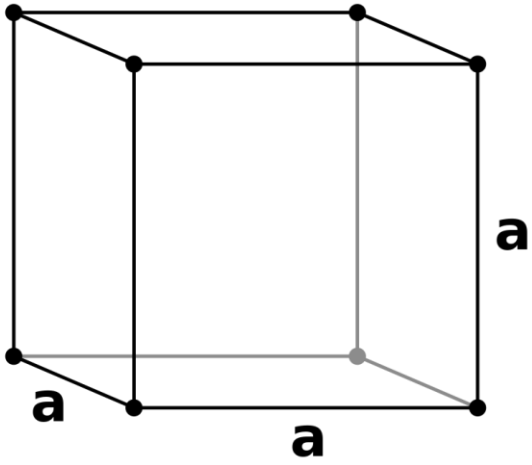


Crystal Lattice

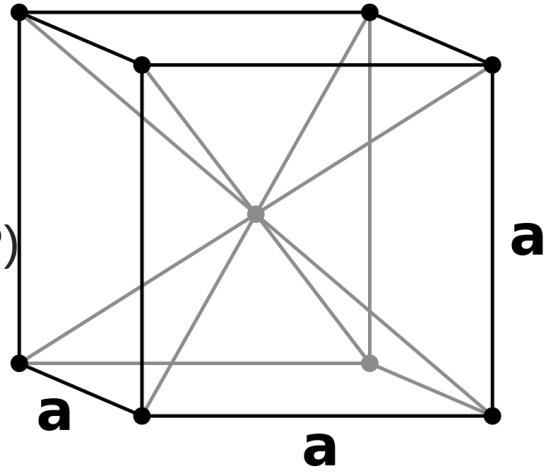


Unit Cell

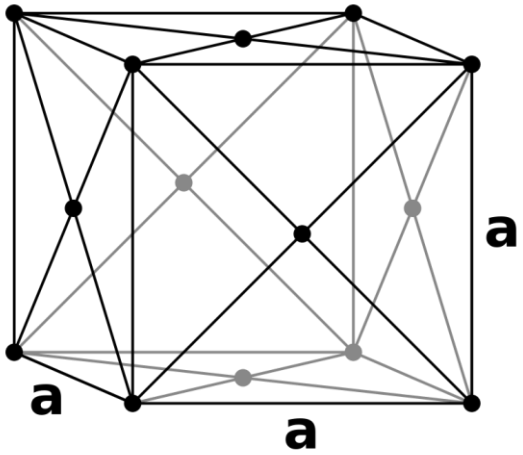
Елементарна комірка



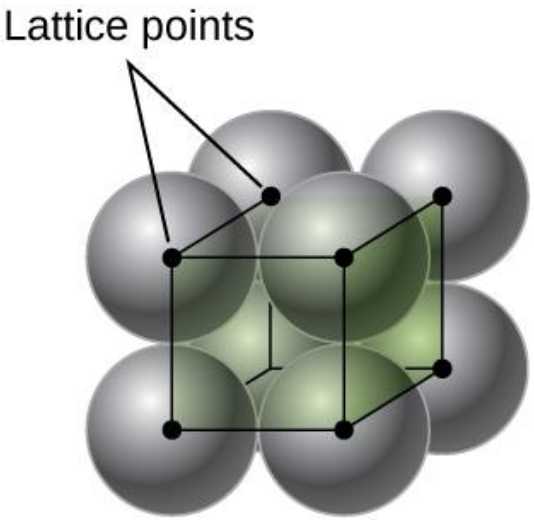
Примітивна кубічна (P)



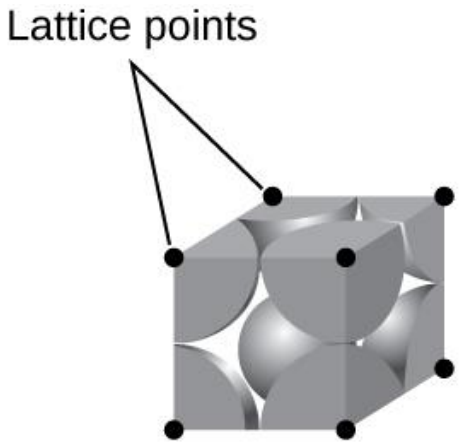
Об’ємоцентрована кубічна (I)



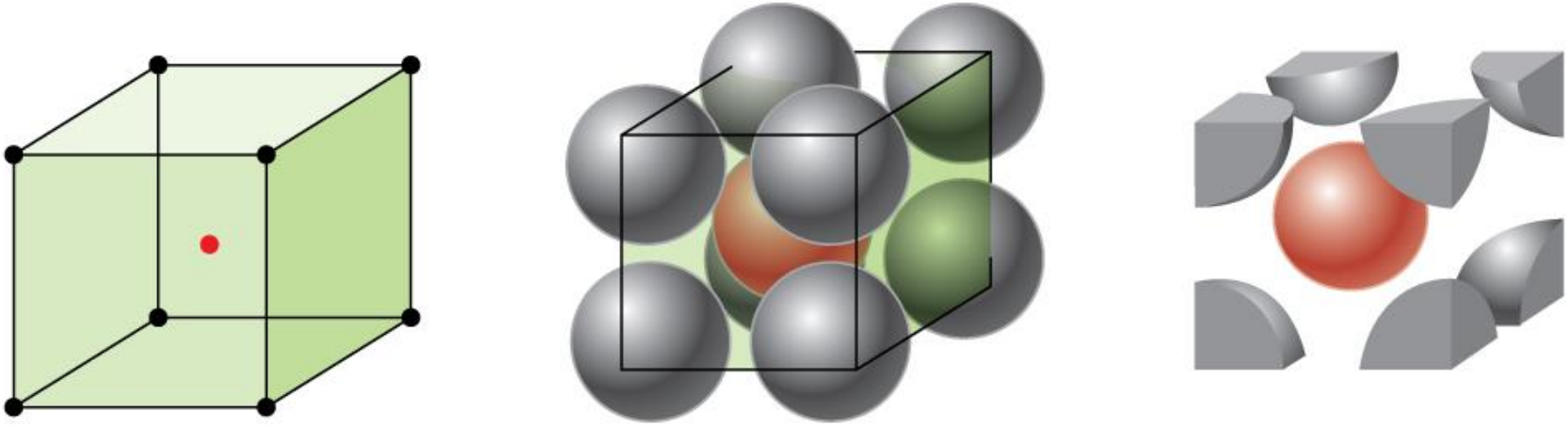
Гранецентрована кубічна (F)



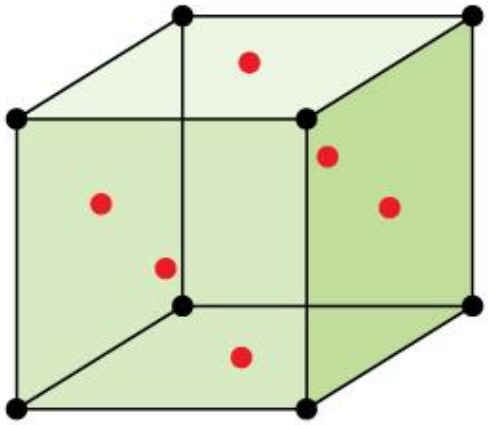
Simple cubic lattice cell

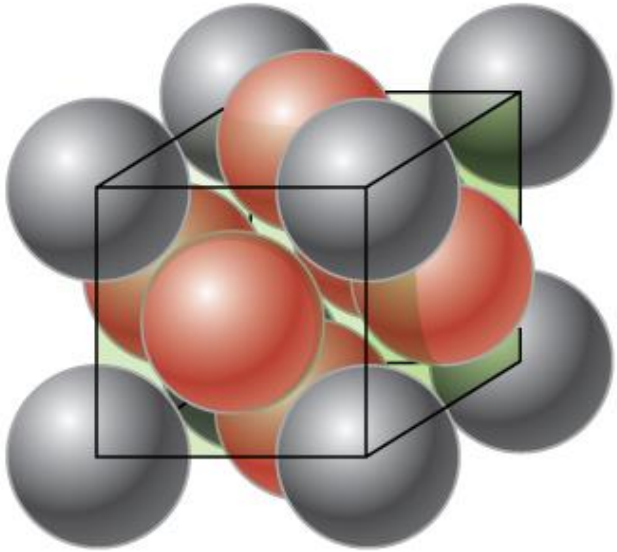


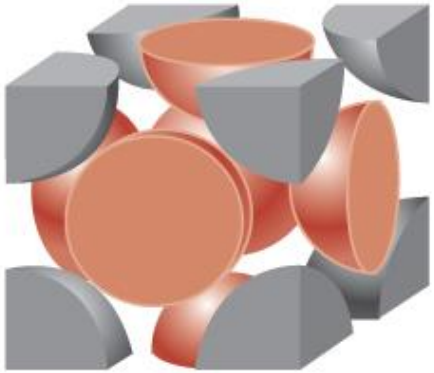
8 corners



Body-centered cubic structure

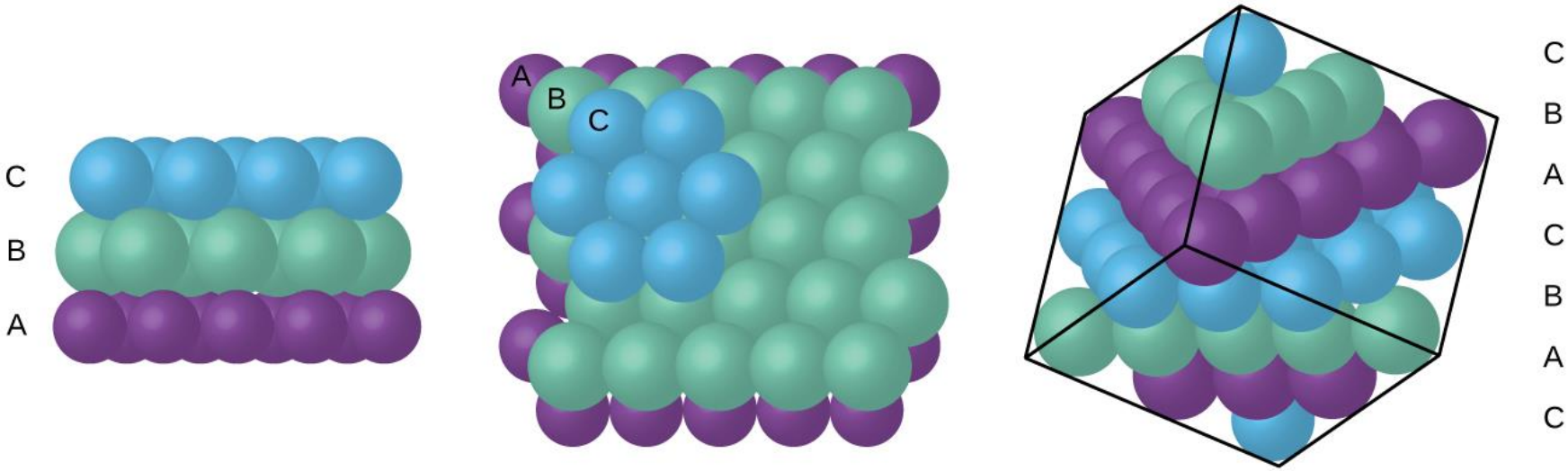






Face-centered cubic structure

Щільна упаковка атомів



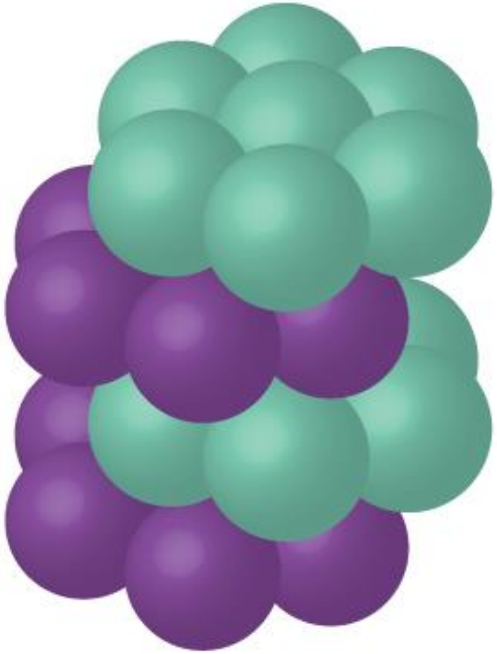
Side view

Top view

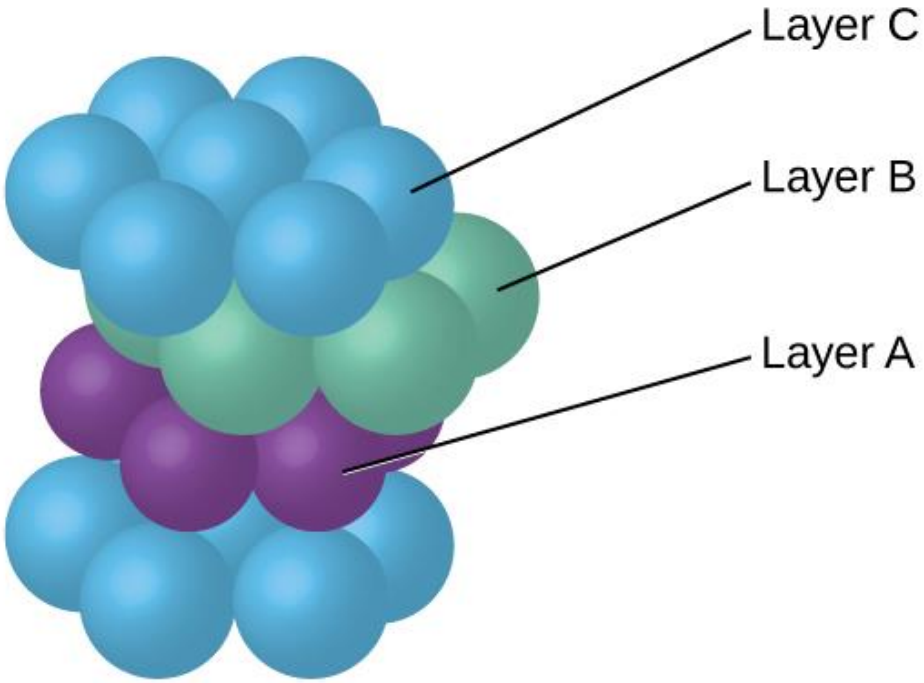
Rotated view

Cubic closest packed structure

Гексагональна щільна упаковка

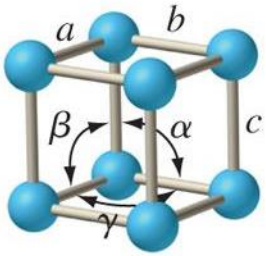


Hexagonal closest packed

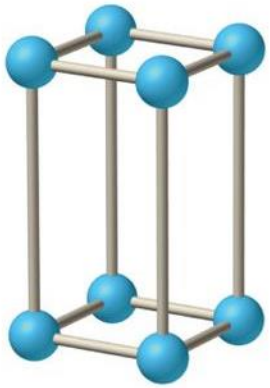


Cubic closest packed

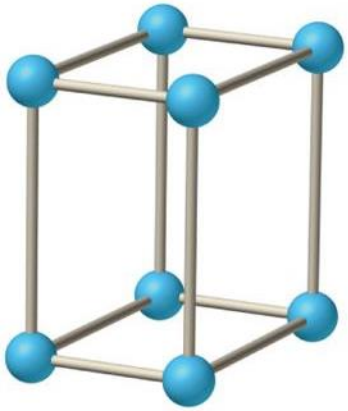
Кристалічні системи



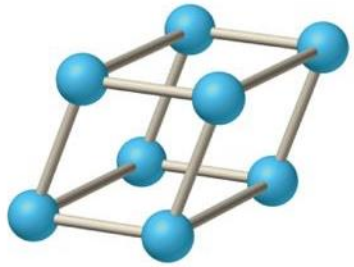
Simple cubic
$a = b = c$
$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



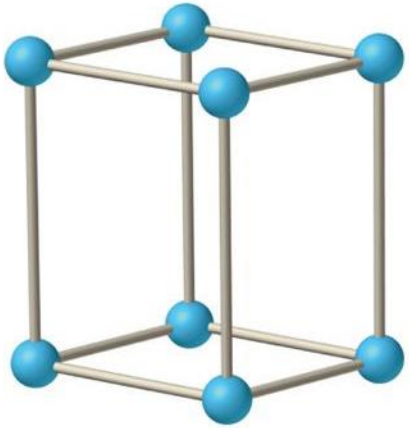
Tetragonal
$a = b \neq c$
$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



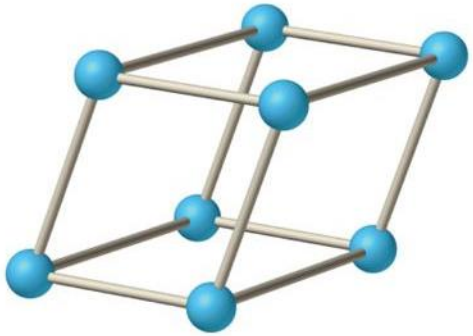
Orthorhombic
$a \neq b \neq c$
$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$



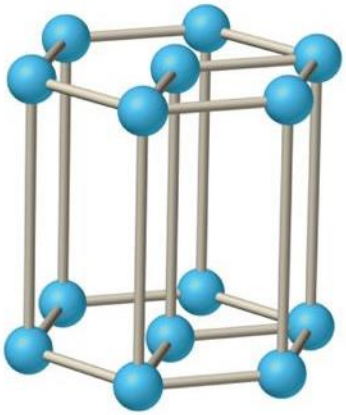
Rhombohedral
$a = b = c$
$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$



Monoclinic
$a \neq b \neq c$
$\gamma \neq \alpha = \beta = 90^\circ$



Triclinic
$a \neq b \neq c$
$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$



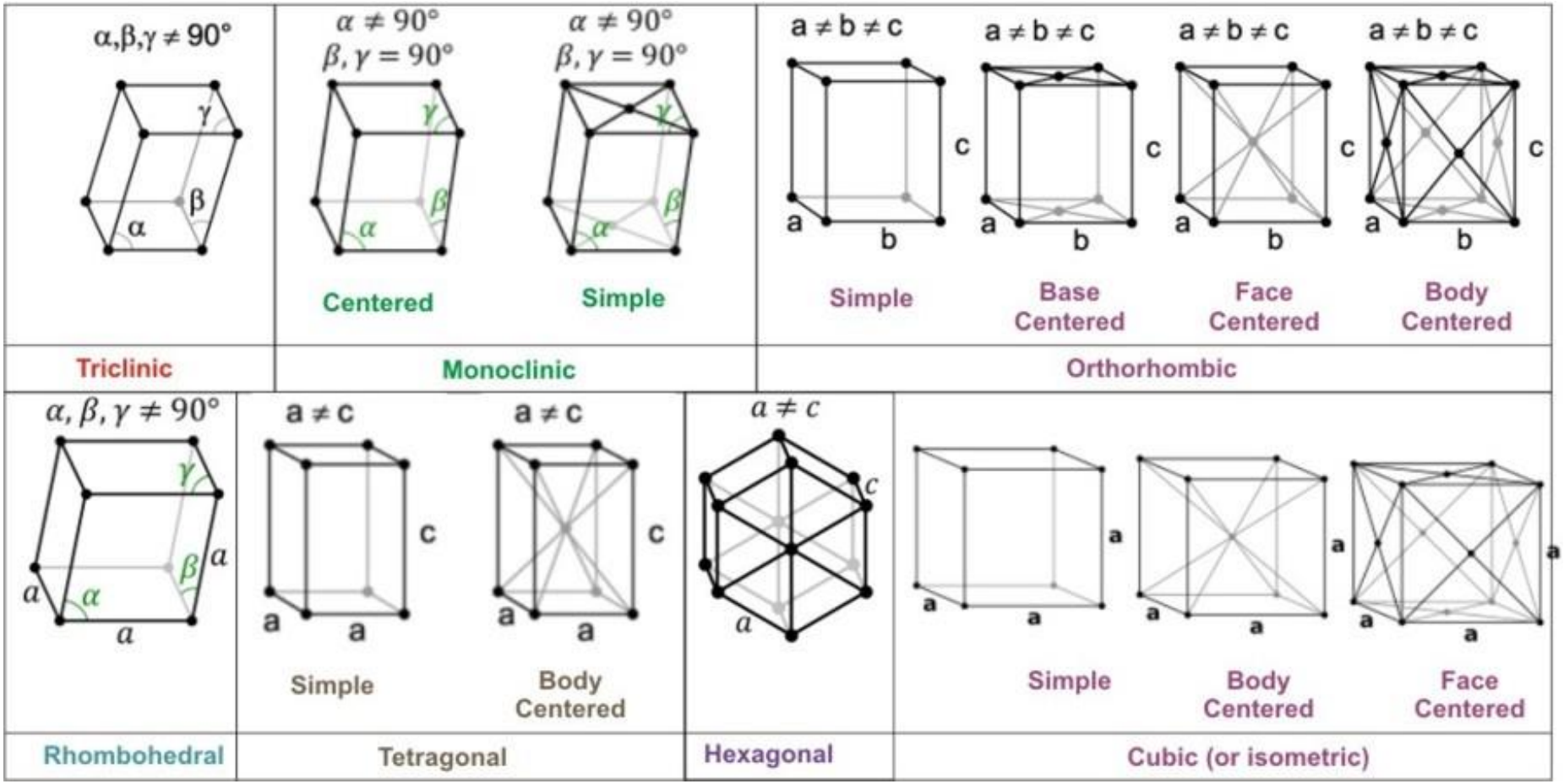
Hexagonal
$a = b \neq c$
$\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$

14 комірок Браве

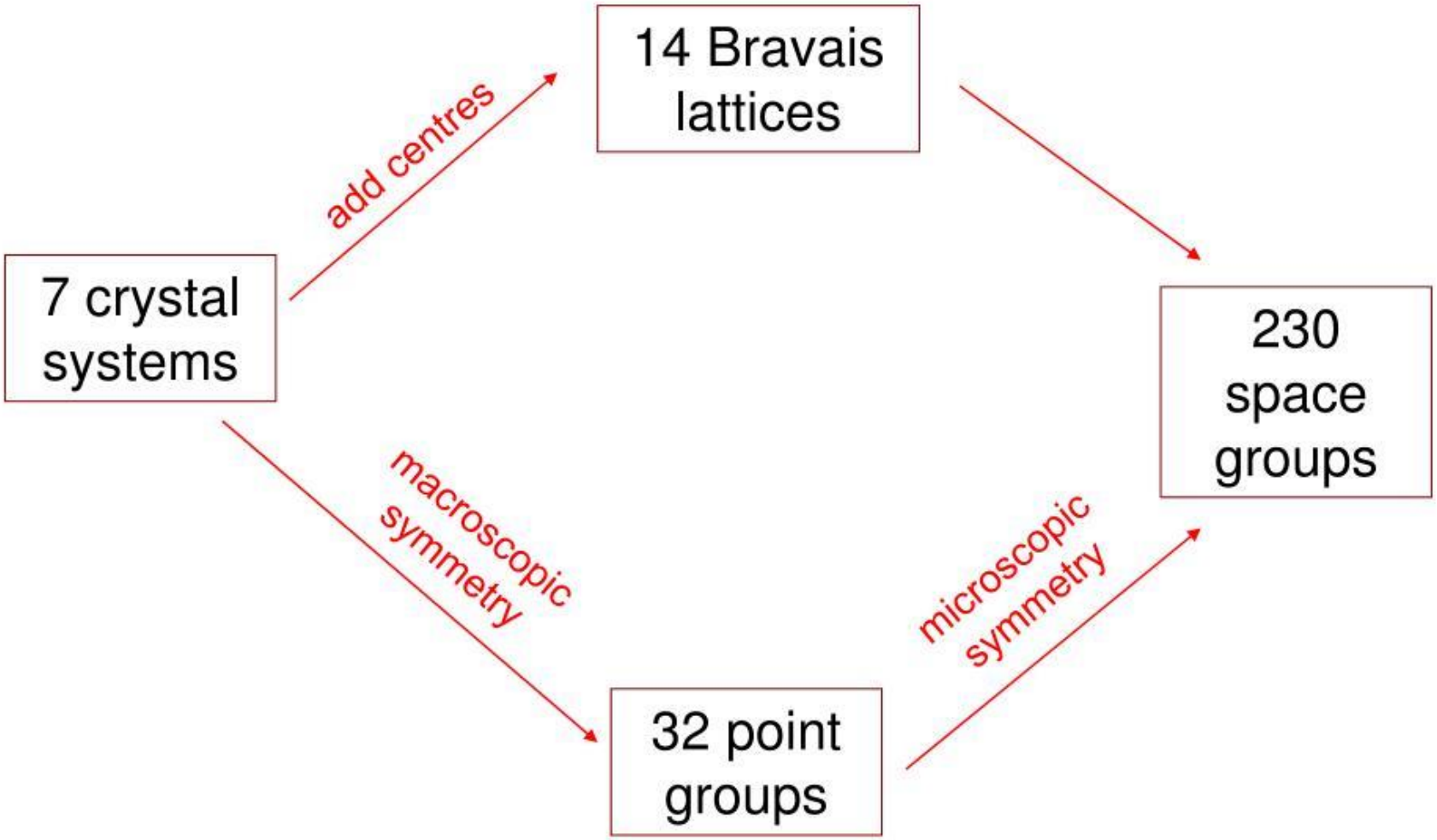
- ✓ Існує 7 різних типів кристалічних систем, і кожен вид кристалічної системи має 4 різні типи центрування (примітивне, базове, центрове, тілесне, обличчя).
- ✓ Однак не всі поєднання є унікальними; деякі комбінації еквівалентні, тоді як інші комбінації неможливі через причини симетрії.
- ✓ Це зменшує кількість унікальних решіток до 14 решіток Браве.

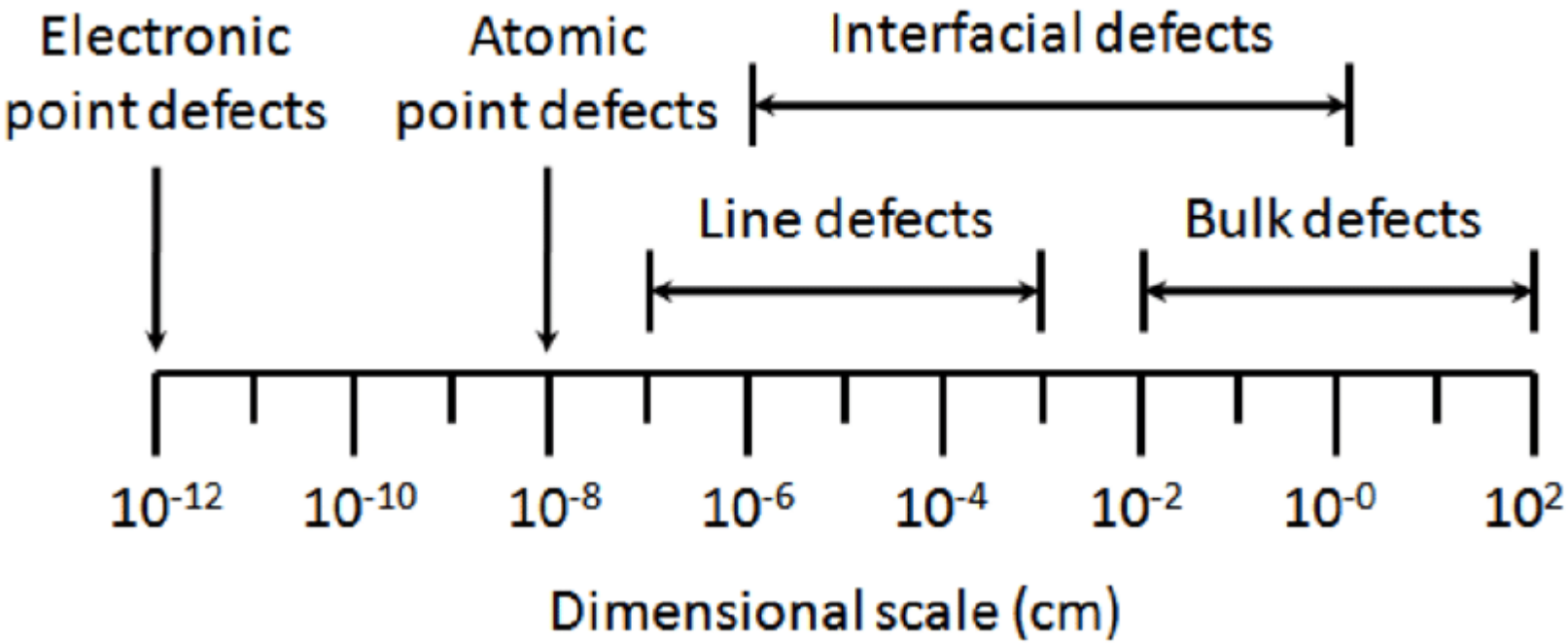
Огюст Браве (1811–1863) - французький фізик, відомий своєю роботою з кристалографії

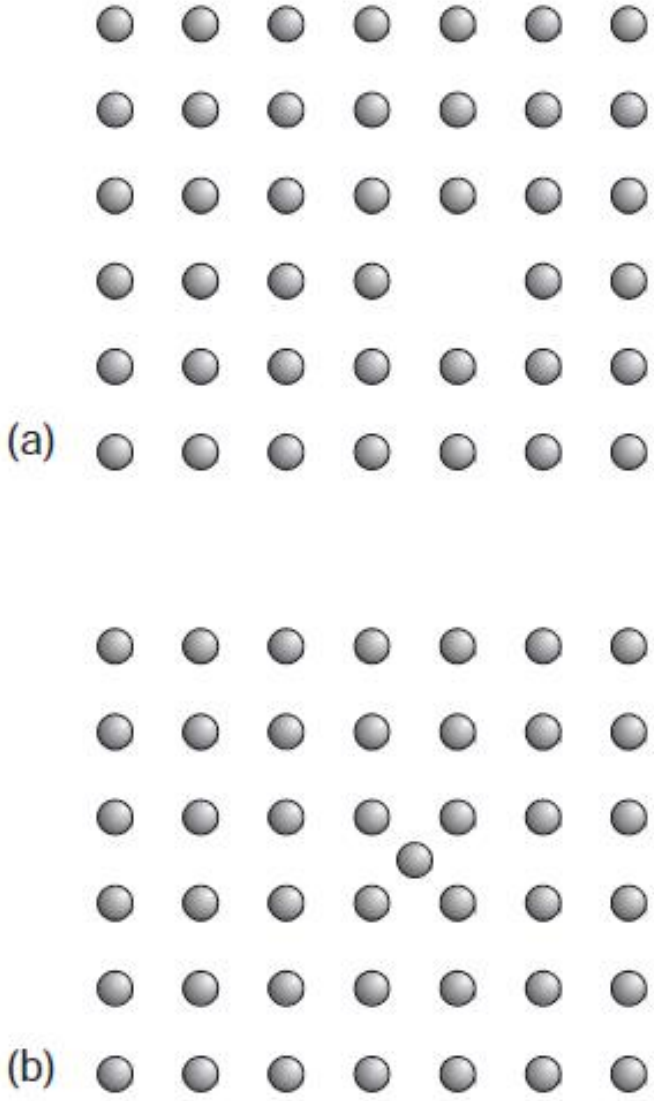
14 комірок Браве



space groups locate atoms within a cell:
help solve unknown structure




Electronic point defects
Atomic point defects
Interfacial defects
Line defects
Bulk defects
10^{-12}
10^{-10}
10^{-8}
10^{-6}
10^{-4}
10^{-2}
10^{-0}
10^{2}
Dimensional scale (cm)



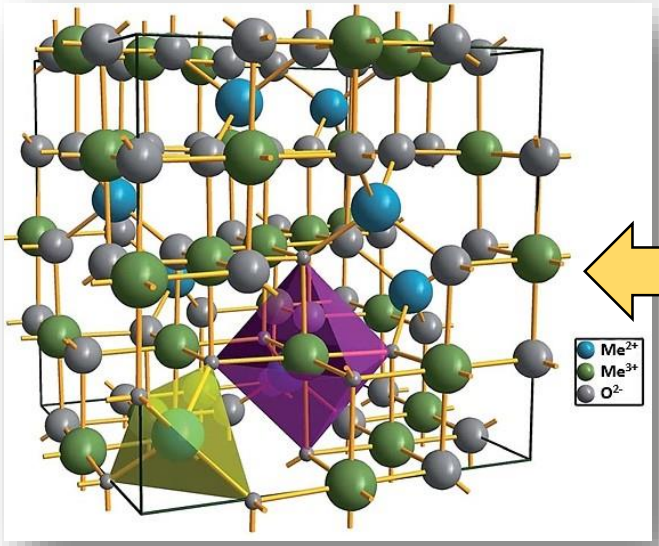
Point defects in pure crystals such as silicon:

(a) a vacancy;
(b) an interstitial.

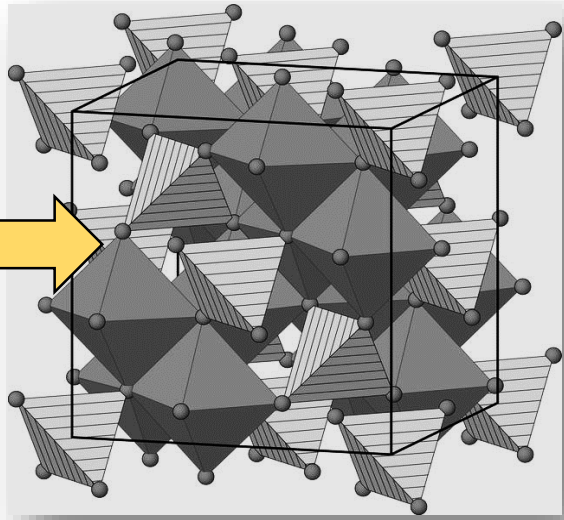
silicon

ШПІНЕЛЬ

Структурний тип шпінелі $Me^{2+}Me_2^{3+}O_4$



Розташування іонів в елементарній комірці ідеальної шпінелі (показано підгратки металів з тетраедричним та октаедричним оточенням аніонів)



M^{2+} = Zn^{2+}, Mg^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Cu^{2+}, чи $(0{,}5Li^{+}+0{,}5Fe^{3+})$

M^{3+} = Fe^{3+}, Al^{3+}, Cr^{3+}, La^{3+}

$$\left(Me_8^{2+}\right)_A\left[Me_{16}^{3+}\right]_B\left(O_{32}^{2-}\right)_O$$

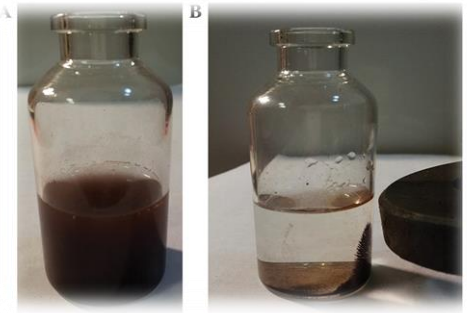
$$\left(Me_{1-x}^{2+}Fe_x^{3+}\right)_A\left[Me_x^{2+}Fe_{2-x}^{3+}\right]_B O_4$$

A – тетраедричні порожнини у структурі шпінелі (к.ч.=4)

B – октаедричні порожнини у структурі шпінелі (к.ч.=6)

O – позиції Оксигену

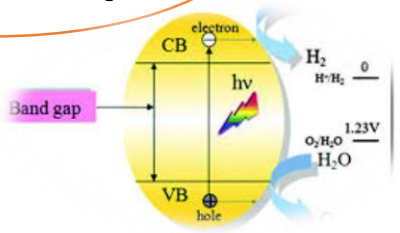
Застосування шпінельних сполук



ШПІНЕЛІ

$A^{2+}B_2^{3+}O_4^{2-}$

- адсорбенти
- пігменти
- магнітні матеріали
- газові сенсори
- фото-каталізатори
- джерела накопичення енергії



Шпінель

Шпінель використовується в ювелірних виробах, тому що вона тверда, міцна і часто більш доступна, ніж рубін або сапфір.

Рубін Чорного принца —це шпінель у формі намистини, що важить приблизно 170 каратів (34 г), розміром з куряче яйце. Нині встановлений в передній хрест Корони Британській імперії вище за алмаз Куллінан-II. Є одним з найбільш древніх історичних каменів Коштовностей Корони, перші відомості про який відносяться до середини XIV століття, коли він став належати британським королям.

Джордж Хейтер. Портрет королеви Вікторії, 1838 р. (фрагмент).

Королева зображена в Короні Британської імперії, що містить 3093 коштовні камені, у тому числі Рубін Чорного Принца в передній частині.

Колір шпінелей для ювелірних виробів

Синя шпінель

Чорна шпінель

Фіолетова шпінель

Червона шпінель

Рожева шпінель

Зелена шпінель

https://www.jtv.com