Таза темір: құрылымы мен қасиеттері

Темірдің полиморфтық ауысуы және техникалық темір

- Қатты дене химиясы • 12-дәріс
- Темірдің кристалдық құрылымы, фазалық өзгерістері және өнеркәсіптік маңызы

Темірдің жалпы сипаттамасы

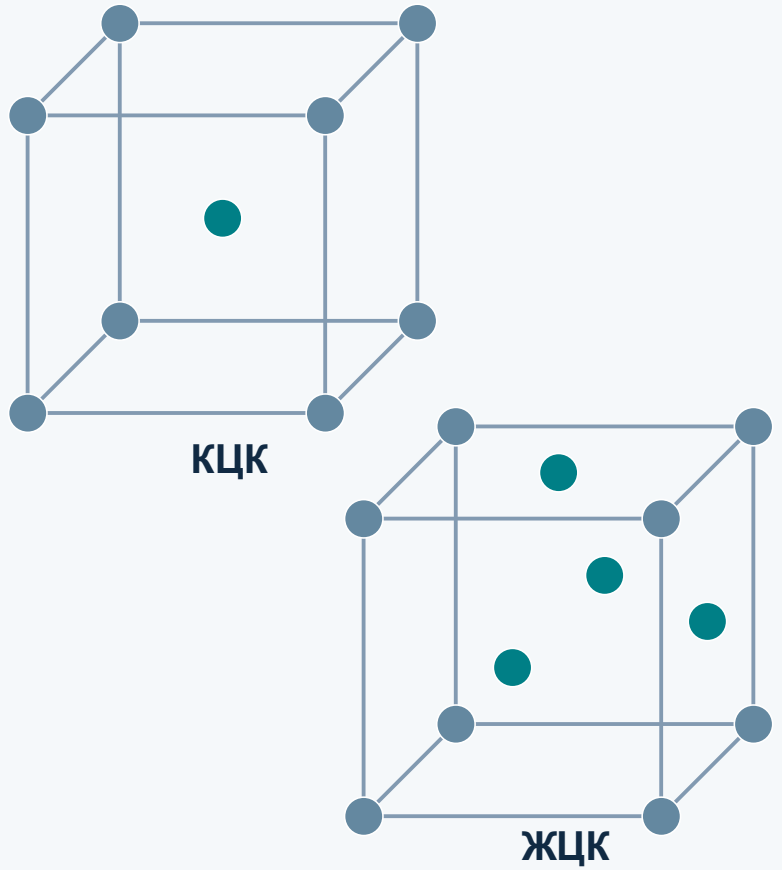
Fe — ауыспалы металл

- Атомдық нөмірі — 26; атомдық массасы — 55,845 г/моль.
- Электрондық конфигурациясы: [Ar] $3d^6\ 4s^2$.
- Тығыздығы (20 °C шамасында) — 7,87 г/см³.
- Балқу температурасы — шамамен 1538 °C.

Таза темірдің кристалдық құрылымы

Кристалдық тор температураға тәуелді

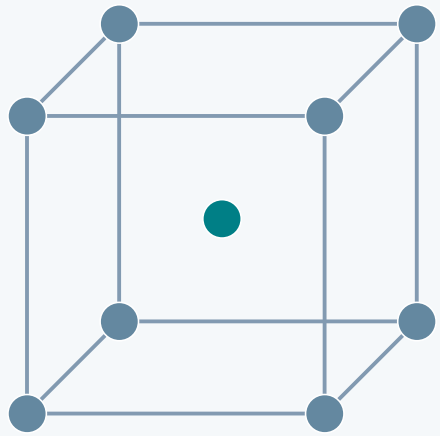
- α-Fe және δ-Fe: көлемдік центрленген кубтық тор (КЦК).
- γ-Fe: жақтары центрленген кубтық тор (ЖЦК).
- КЦК торында элементар ұяшыққа 2 атом сәйкес келеді.
- ЖЦК торында элементар ұяшыққа 4 атом сәйкес келеді.



α-темір (феррит)

Бөлме температурасында тұрақты фаза

- 912 °C-қа дейін КЦК құрылымы сақталады.
- Координациялық саны — 8; атомдық қапталу коэффициенті — 0,68.
- Салыстырмалы жұмсақ, иілімді және пластикалық.
- 770 °C шамасына дейін ферромагниттік қасиет көрсетеді.

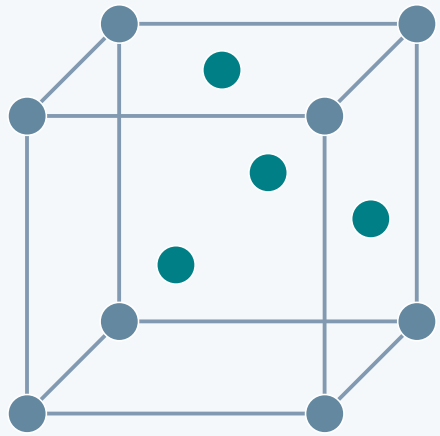


КЦК торы

γ-темір (аустенит)

Жоғары температуралық фаза

- 912–1394 °C аралығында тұрақты.
- ЖЦК торының координациялық саны — 12.
- Атомдық қапталу коэффициенті — 0,74.
- Көміртекті еріту қабілеті α-темірге қарағанда жоғары.

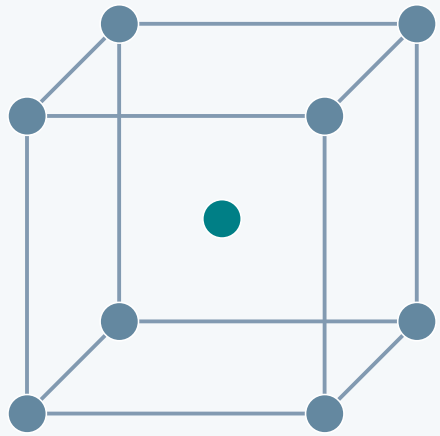


ЖЦК торы

δ-темір

Балқу алдындағы жоғары температуралық фаза

- 1394–1538 °C аралығында тұрақты.
- Кристалдық торы — КЦК.
- Сұйық темірдің тепе-теңдік жағдайында кристалдануы δ-фазадан басталады.
- Металдардың құю және кристалдану процестерін түсіндіруде маңызды.



КЦК торы

Темірдің полиморфтық ауысуы

Қалыпты қысымдағы таза темір

- Температура өзгергенде кристалдық тордың түрі өзгереді.
- α ↔ γ және γ ↔ δ — құрылымдық фазалық ауысулар.
- 770 °C — Кюри нүктесі: магниттік ауысу, тор түрі өзгермейді.

α-Fe / КЦК	γ-Fe / ЖЦК	δ-Fe / КЦК	Сұйық Fe
	912 °C	1394 °C	1538 °C

Полиморфтық ауысудың термодинамикасы

Фазалық тұрақтылық және бос энергия

- Тұрақты фаза Гиббс энергиясының ең төменгі мәніне сәйкес келеді.
- Фазалық тепе-теңдік кезінде Gα = Gγ немесе Gγ = Gδ.
- G = H − TS; температура энтропиялық үлестің маңызын арттырады.
- Ауысулар жылу эффектісімен және көлемнің өзгеруімен жүреді.

Темірдің физикалық және механикалық қасиеттері

Құрылым мен қасиет арасындағы байланыс

- Жылу мен электр тогын өткізеді.
- Механикалық қасиеттері тазалыққа, түйіршік өлшеміне және ақауларға тәуелді.
- Серпімділік модулі бөлме температурасында шамамен 210 ГПа.
- Ылғал мен оттек әсерінен коррозияға ұшырауы мүмкін.

Техникалық темір

Өнеркәсіпте қолданылатын тазалығы жоғары темір

- Құрамында аз мөлшерде C, Mn, Si, S, P және басқа қоспалар болуы мүмкін.
- Қоспалар мен өңдеу жағдайлары беріктікке, пластикалық және магниттік қасиеттерге әсер етеді.
- Магнитөткізгіштерде, электротехникада және металлургиялық шикізат ретінде қолданылады.
- Нақты химиялық құрам материалдың маркасына және стандартына тәуелді.

Қорытынды

Негізгі тұжырымдар

- Темірдің α, γ және δ полиморфтық түрлері бар.
- КЦК ↔ ЖЦК ауысулары температураға байланысты жүреді.
- Кюри нүктесі құрылымдық емес, магниттік ауысуды сипаттайды.
- Техникалық темірдің қасиеттерін қоспалар мен микроқұрылым анықтайды.

Әдебиет: Callister & Rethwisch, Materials Science and Engineering; ASM Handbook, Vol. 3: Alloy Phase Diagrams.