

## **«Будова і властивості твердих тіл. Кристалічні та аморфні тіла. Рідкі кристали та їх властивості».**

**Тема уроку:** Будова і властивості твердих тіл. Кристалічні та аморфні тіла.

Рідкі кристали та їх властивості.

**Дидактична мета уроку:** навчити відмінностям внутрішньої будови та властивостям кристалічних та аморфних тіл; розширити знання учнів про тверді тіла;

**Розвиваюча мета уроку:** розвиток основних понять про будову та властивості рідких кристалів, про полімери; показати практичну значущість вивченої теми; розвивати інтерес до вивчення фізики.

**Виховна мета уроку:** виховувати самостійність творчого мислення.

**Тип уроку:** комбінований урок.

### **Хід уроку.**

#### **1. Організаційний етап.**

#### **2. Актуалізація опорних знань.**

- Які агрегатні стани речовини вам відомі?

Агрегатні стани речовини:

- газоподібний
- рідкий
- твердий
- плазма.

#### **3. Вивчення нового матеріалу.**

Довгий час здавалося, що найцікавіше у фізиці - це дослідження мікросвіту і мікрокосмосу. Саме там намагалися знайти відповіді на найважливі, фундаментальні питання, що пояснюють устрій навколишнього світу.

А зараз утворився третій фронт досліджень - вивчення твердих тіл. *Чому ж так важливо досліджувати тверді тіла?* Величезну роль, звичайно, грає десь практична діяльність людини.

*Тверді тіла* - це метали і діелектрики, без яких немислима електротехніка, це - напівпровідники, що лежать в основі сучасної електроніки, магніти, понад провідники, конструкційні матеріали.

Словом, можна стверджувати, що науково-технічний прогрес значною мірою заснований на використанні твердих тіл. Тверде тіло складається з мільярда частинок, які взаємодіють між собою. Це обумовлює появу певного порядку в системі і особливих властивостей всієї кількості мікрочасток. Структура твердих тіл багатообразна. Проте всі тверді тіла можна розділити на два великі класи: кристали і аморфні тіла. ***Кристали - це тверді тіла, атоми або молекули яких займають певні, впорядковані положення в просторі.***

Тому кристали мають плоскі грані.

Наприклад крупинка звичайної куховарської солі має плоскі грані, складові один з одним прямі кути (рис 1):



Це можна відмітити, розглядаючи сіль за допомогою лупи. Строга періодичність в розташуванні атомів приводить до збереження порядку на великих відстанях (у такому разі говорять, що є дальній порядок).

А як геометрично правильна форма крижинки! (рис 2):



У ній також відбита геометрична правильність внутрішньої будови кристалічного твердого тіла - льоду. Проте, правильна зовнішня форма не єдиний і не навіть найголовніший наслідок впорядкованої будови кристала.

***Головне - це залежність фізичних властивостей від вибраного в кристалі напрямку.*** Багато кристалів по-різному проводять теплоту і електричний струм в різних напрямках. Від напрямку залежать і оптичні властивості

кристалів. **Залежність фізичних властивостей від напрямку усередині кристала називають *анізотропією***. Всі кристалічні тіла анізотропні.

*Кристали: монокристали та полікристали.*

*Монокристал* – це одиночний кристал, що має макроскопічні упорядковані кристалічні ґрадки.

*Полікристал* – це тверде тіло, яке являє собою сукупність хаотично орієнтованих монокристалів, що зрослися між собою.

Більшість кристалічних тіл - полікристали, оскільки вони складаються з безлічі зрощених кристалів. Одиночні кристали - монокристали мають правильну геометричну форму, і їх властивості різні по різних напрямках (анізотропія). Не всі тверді тіла - кристали. Існує безліч аморфних тіл.

*Чим вони відрізняються від кристалів?*

**У аморфних тіл немає строгого порядку в розташуванні атомів.** Тільки найближчі атоми - сусіди розполагаються в деякому порядку.

Але строгої направленості по всім напрямкам одного і того ж елементу структури, яка характерна для кристалів в аморфних тілах, немає. Часто одна і та ж речовина може знаходитися як в кристаллическом, так і в аморфному стані. *Наприклад*, кварц  $\text{SiO}_2$ , може бути як в кристаллической, так і в аморфній формі(аморфна форма - кремнезем).

*Властивості аморфних тіл*

Всі аморфні тіла ізотропні, тобто їх фізичні властивості однакові по всіх напрямках (скло, смола, каніфоль, цукровий льодяник і ін. ). При зовнішніх діях аморфні тіла виявляють одночасно пружні властивості, подібно до твердих тіл, і текучість, подібно рідині.

Так, при короткочасних діях (ударах) вони поведуться як тверді тіла і при сильному ударі розколюються на шматки. Але при дуже тривалій дії аморфні тіла течуть.

Простежимо за шматком смоли, який лежить на гладкій поверхні. Поступово смола по ній розтікається, і, чим вище температура, тим швидше

це відбувається. Атоми або молекули аморфних тіл, подібно до молекул рідини, мають певний час “осілому життю” - час коливань біля положення рівноваги. Але в отлічаї від рідин це час у них вельми великий.

Так, для вару при  $t = 20^{\circ}\text{C}$  час “осілого життя” 0,1 с. В цьому відношенні аморфні тіла близькі до кристалічних, оскільки перескоки атомів з одного положення рівноваги в інше відбуваються рідко.

Аморфні тіла при низьких температурах по своїх властивостях нагадують тверді тіла. Текучістю вони майже не володіють, але у міру підвищення температури поступово розм'якшуються і їх властивості все більш і більш наближаються до властивостей рідин. Це відбувається тому, що із зростанням температури поступово учащаються перескоки атомів з одного положення в інше.

Певної температури тіл у аморфних тіл, на відміну від кристалічних, немає.

**Аморфні тіла займають проміжне положення між кристалічними твердими тілами і рідинами.** Їх атоми або молекули розташовуються у відносному порядку.

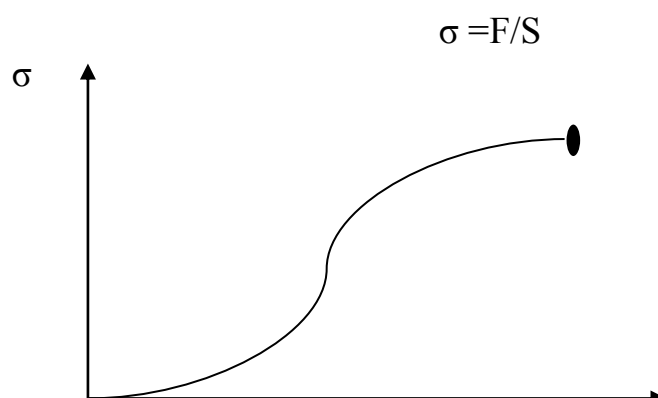
Розуміння структури твердих тіл (кристалічних і аморфних) дозволяє створювати матеріали із заданими властивостями.

*Механічні властивості твердих тіл Діаграма розтягування.*

Величина, **що характеризує стан деформованого тіла, називається механічною напругою.**

У будь-якому перетині деформованого тіла діють сили пружності, що перешкоджають розриву цього тіла на частини.

**Напругою або, точніше, механічною напругою називають відношення модуля сили пружності  $F$  до площі поперечного перетину  $S$  тіла.**



$$\frac{\Delta l}{l}$$

*Мал.1. Діаграма розтягу*

У СІ за одиницю напруги береться  $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$ , як і для тиску.  
У разі стиснення стрижня напруга аналогічно тиску в газах і рідинах.  
Для дослідження деформації розтягування стрижень за допомогою спеціальних пристроїв піддають розтягуванню, а потім вимірюють подовження зразка і напругу, що виникає в нім. За наслідками дослідів викреслюють графік залежності напруги від відносного подовження, що отримав назву діаграми розтягування.

*Закон Гуку.*

Досвід показує: *при малих деформаціях напруга  $s$  прямопропорційна відносно подовження  $e$ . Ця залежність, звана законом Гуку, записується так:*

$$\sigma = E |\epsilon|$$

Відносне подовження  $e$  у формулі узяті по модулю, оскільки закон Гуку справедливий як для деформації розтягування, так і для деформації стиснення, коли  $\epsilon < 0$ .

*Коефіцієнт пропорційності  $E$ , що входить в закон Гуку, називається модулем пружності або модулем Юнга.*

Модуль Юнга визначають по формулі, вимірюючи напругу  $\sigma$  і відносне подовження  $\epsilon$  при малих деформаціях.

Для більшості широко поширених матеріалів модуль Юнга визначений експериментально.

Чим більше модуль Юнга, тим менше деформується стрижень за інших рівних умов. Модуль Юнга характеризує опірність матеріалу упругої деформації розтягування або стиснення.

*Межі пропорційності і пружності.*

Ми вже говорили, що закон Гуку виконується при невеликих *деформаціях*, а отже, при напрузі, що не перевершує деякої межі.

*Максимальна напруга при якому ще виконується закон Гука, називають межею пропорційності.  $\sigma_n$*

Якщо збільшувати навантаження, то деформація стає нелінійною, напруга перестане бути прямо пропорціональним відносному подовженню.

Проте при невеликих нелінійних деформаціях після зняття навантаження форма і розміри тіла практично відновлюються.

*Максимальну напругу, при якій ще не виникають помітні залишкові деформації (відносна залишкова деформація не перевищує 0,1%), називають межею пружності  $\sigma_{пр}$ .*

Межу пружності перевищує межа пропорційності лише на соті долі відсотка.

**Межа міцності.** Якщо зовнішнє навантаження таке, що напруга в матеріалі перевищує межу пружності, то після зняття навантаження зразок, небагато і коротшає, але не приймає колишніх розмірів, а залишається деформованим.

У міру збільшення навантаження деформація наростає все швидше і швидше.

При деякому значенні напруги, відповідному на діаграмі точці С, подовження наростає практично без збільшення навантаження.

Це явище називають *текучістю матеріалу (ділянка CD)*.

Далі із збільшенням деформації крива напруги починає трохи зростати і досягає максимуму в точці E.

Потім напруга різко спаде і зразок порушується (точка K).

Таким чином, розрив відбувається після того, як напруга досягає максимального значення  $\sigma_{нч}$ , званого *межею міцності (зразок розтягується без збільшення зовнішнього навантаження аж до руйнування)*.

*Поліморфізм* – це явище, за якого кристалічні тіла, однакові за своїм хімічним складом, мають різні фізичні властивості.

У практичній діяльності людини великого значення набули аморфні речовини, які називають *полімерами*. Це високомолекулярні сполуки. Відносна молекулярна маса полімерів може змінюватися від декількох тисяч до мільйонів. Молекули полімеру складаються із величезної кількості

однакових ланок - мономерів, об'єднаних у довгі ланцюги міцними хімічними зв'язками. До них належать такі природні речовини, як бавовна, шерсть, дерево, шкіра, натуральний шовк, каучук, ебоніт тощо. Величезну кількість полімерних матеріалів видобувають штучно: віскозний шовк, синтетичний каучук, целофан, органічне скло, поліетилен, пластичні маси, штучні волокна, епоксидні смоли та ін. До природних полімерів належать і біополімери: білки, нуклеїнові кислоти. Із біополімерів побудовано клітини всіх живих організмів. Крім аморфного, відкрито ще один стан речовини з подвійною природою - і рідини, і твердого тіла - це так звані **рідкі кристали**, особливий стан деяких органічних речовин. Для них характерна плинність і вони утворюють краплі. Однак їх краплі можуть мати не кулеподібну, а видовжену форму. Молекули у краплі розміщуються порядком, не властивим звичайним рідинам і твердим тілам. Якщо в твердих кристалах спостерігається дальній порядок розміщення частинок у трьох взаємно перпендикулярних напрямках, то в рідких - за одним напрямом (одновісний дальній порядок).

Існують рідкі кристали в певному інтервалі температур, різному для різних речовин. Під час нагрівання вони перетворюються в звичайну рідину, внаслідок охолодження стають твердими кристалами.

Розрізняють три основні типи рідких кристалів: смектичні, нематичні, холестеричні. У нематичних рідких кристалах (від грец. "нема" - нитка) молекули схожі на нитки. У смектичних рідких кристалах (від грец. "смеґма" - мило) рівень впорядкованості вищий. Молекули смектика згруповані у шари. Прикладом смектика є розчин мила у воді. Коли ми миємо з милом руки, то шари молекул мила легко ковзають один відносно одного і шкіри, забираючи з неї бруд і передаючи його воді.

#### **4. Закріплення нових знань та вмінь.**

1. Чим відрізняються кристалічні тіла від аморфних?

2. Які основні властивості аморфних тіл.
3. Що називають монокристалом?
4. Які тіла називають полікристалічними?
5. Що таке анізотропія? Ізотропність?
6. Запишіть формулу закону Гука для однобічного розтягу чи стиску і як він формулюється?

**5. Підбиття підсумків уроку.**

6. Домашнє завдання. Фізика – 10, § 34-35, стор 202 – 211