

25.10.2022

Група 25

Фізика і астрономія

Урок 5-6

Тема: Лабораторна робота №1 «Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини». Кристалічні і аморфні тіла

Мета:

- Повторити теоретичний матеріал; узагальнити, систематизувати та поглибити знання учнів із теми; застосувати математичні знання під час розв'язування прикладних задач; формувати просторову уяву;
- розвивати в учнів пізнавальний інтерес, уміння використовувати набуті знання, навички й уміння в нових ситуаціях; підвищити інтерес до вивчення математики; розвивати абстрактне та логічне мислення;
- виховувати у учнів повагу та зацікавленість до вивчення математики, старанність у навчанні; сприяти розширенню кругозору учнів.

Матеріали до уроку:

1

Чи зміниться, і якщо зміниться, то як, висота підняття води в ґрутових капілярах, якщо ґрунт розпушити?

A Не зміниться

B Зменшиться

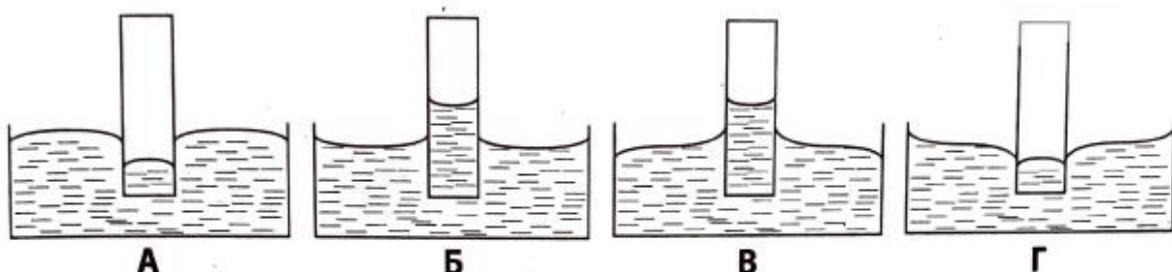
Б Збільшиться

Г Відповідь залежить від складу ґрунту

В) Зменшиться, оскільки радіус ґрутових капілярів після розпушування збільшиться.

2

Ртуть змочує сталь, але не змочує скло. Виберіть рисунок, що відповідає ситуації, коли в сталеву посудину зі ртуттю опустили скляну трубку.



Г) Крапля незмочувальної рідини набуває форми, близької до сферичної, а поверхня рідини поблизу стінки посудини є опуклою. Бачимо опуклий меніск у капілярі.

3

Чому дорівнює поверхневий натяг рідини, якщо на вихідному отворі піпетки, діаметр якого 1,2 мм, може втриматися крапля масою 36 мг? Вважайте, що $g = 10 \text{ м/с}^2$.

A) 40 мН/м

B) 48 мН/м

C) 73 мН/м

D) 96 мН/м

Дано:

$$\begin{aligned} d &= 1,2 \text{ мм} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м} \\ m &= 36 \text{ мг} = 36 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \\ g &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ \delta - ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{F_{\text{ноб}}}{e} \\ e &= 2\pi r \\ F_{\text{ноб}} &= F_T \\ F_T &= mg \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{mg}{2\pi r} \\ r &= \frac{d}{2} = \frac{1,2 \cdot 10^{-3}}{2} \text{ м} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м} \\ \delta &= \frac{36 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}} \approx \\ &\approx 0,0955 \frac{\text{м}}{\text{м}} \approx 95,5 \frac{\text{мН}}{\text{м}} \end{aligned}$$

Відповідь: 95,5 $\frac{\text{мН}}{\text{м}}$.

Г) 96 мН/м.

4

На поверхні води плаває сірник, довжина якого 4 см і маса 0,1 г. Яке прискорення отримує сірник відразу після того, як з одного боку від нього капають мильний розчин? Поверхневий натяг води 73 мН/м, мильного розчину — 40 мН/м.

Дано:

$$\begin{aligned} l &= 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м} \\ m &= 0,1 \text{ г} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \\ g &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ \delta_e &= 73 \frac{\text{мН}}{\text{м}} = 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \\ \delta_m &= 40 \frac{\text{мН}}{\text{м}} = 0,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \\ a - ? \end{aligned}$$

$F = ma$

$F = F_{\text{ноб}, \text{в.}} - F_{\text{ноб}, \text{м.}}$

$F_{\text{ноб}, \text{в.}} = \delta_e l$

$ma = F_{\text{ноб}, \text{в.}} - F_{\text{ноб}, \text{м.}}$

$F_{\text{ноб}, \text{м.}} = \delta_m l$

$a = \frac{F_{\text{ноб}, \text{в.}} - F_{\text{ноб}, \text{м.}}}{m}$

$a = \frac{\delta_e l - \delta_m l}{m} = (\delta_e - \delta_m) \frac{l}{m}$

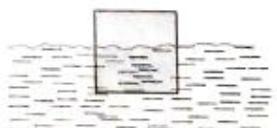
$a = \frac{(73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} - 0,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}})}{0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

$\approx 29,04 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Відповідь: $a \approx 29,04 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

5

Кубик, змочуваний водою, плаває на поверхні води (див. рисунок). Як і чому зміниться глибина занурення кубика, якщо його натерти парафіном?



Вода не змочує парафін. А отже кубик буде намагатись максимально втриматись на воді, тобто у воду зануриться лише мінімальна частина даного тіла.

1**Аморфні — тож не мають форми? Чи так це?**

Ви вже знаєте, що за структурою аморфні тіла дуже близькі до рідин. Молекули, атоми, іони аморфних тіл взагалі розташовані хаотично, і тільки всередині невеликих локальних груп, які містять усього кілька частинок, вони розташовані в певному порядку (*ближній порядок*). Фізичні властивості аморфних тіл (теплопровідність, електропровідність, міцність, оптичні властивості тощо) однакові в усіх напрямках — *аморфні тіла ізотропні*.

■

Ізотропія (від грец. *isos* — рівний і *tropos* — напрямок, властивість) — незалежність фізичних властивостей від напрямку, обраного в тілі.

Прикладами аморфних тіл можуть бути скло, різні затверділі смоли (янтар), пластики тощо. Аморфні тіла певний час зберігають свою форму, однак унаслідок тривалого впливу вони течуть. Якщо аморфне тіло нагрівати, то воно м'якшає поступово і його перехід у рідкий стан займає значний інтервал температур.

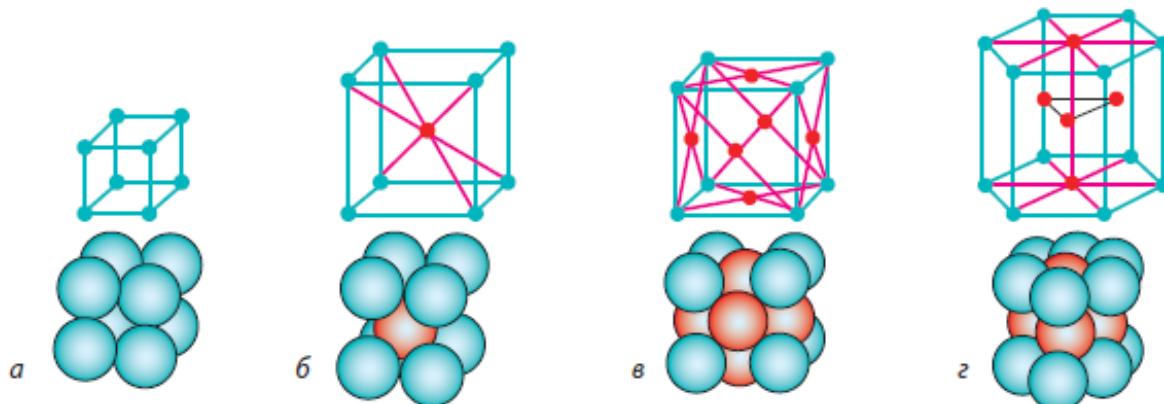


Рис. 34.1. Деякі види кристалічних ґраток: а — проста кубічна; б — об'ємноцентрована кубічна; в — гранецентрована кубічна; г — гексагональна

2**Що таке поліморфізм**

У кристалічних тілах частинки речовини (атоми, молекули, іони) розташовані в чітко визначеному порядку. Якщо з'єднати центри положень рівноваги частинок кристалічного тіла, то вийде правильна просторова ґратка, яку називають *кристалічною*. Доведено, що існує 230 типів кристалічних ґраток.

Наприклад, у кристалі полонію іони Полонію розташовані у вершинах куба, утворюючи *просту кубічну ґратку* (рис. 34.1, а).

Іони чистого Фермуза за кімнатної температури теж розміщені у вершинах куба, крім того, один іон розташований у центрі куба — це *об'ємноцентрована кубічна ґратка* (рис. 34.1, б).

...

Якщо нагріти залізо до 906 °С, то розташування йонів Феруму раптом зміниться — гратка перебудується. Центральні йони змістяться, а в середині кожної грані куба з'явиться додатковий іон, — це *гранецентрована кубічна гратка* (рис. 34.1, в). У такій гратці частинки впаковані щільніше, ніж в об'ємноцентрованій кубічній. Щільне пакування спостерігається також у *гексагональній кристалічній гратці* (рис. 34.1, г).

Зверніть увагу! Частинки в кристалах щільно впаковані, відстані між їх центрами приблизно дорівнюють розміру частинок (електронні хмари частинок торкаються одна одної), а от у зображені кристалічних граток часто показують тільки положення рівноваги частинок.

Багато кристалічних речовин мають одинаковий хімічний склад, однак через різну структуру кристалічних граток відрізняються своїми фізичними властивостями (рис. 34.2). Таке явище називають **поліморфізмом**, а переход із однієї кристалічної структури в іншу — **поліморфним переходом**.

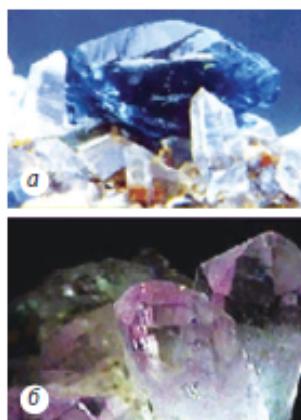


Рис. 34.3. Природні кристали: а — лазурит; б — кварц

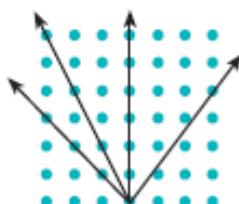


Рис. 34.4. Унаслідок упорядкованої будови кристала відстані між його частинками в різних напрямках різні

Від напрямку, обраного в кристалі, залежать його тепlopровідність, електропровідність, заломлення, прозорість, лінійне розширення та багато інших фізичних властивостей. Анізотропія кристалів зумовлена їх кристалічними гратками: в різних напрямках відстані між частинками, що утворюють кристалічну гратку, різні (рис. 34.4).

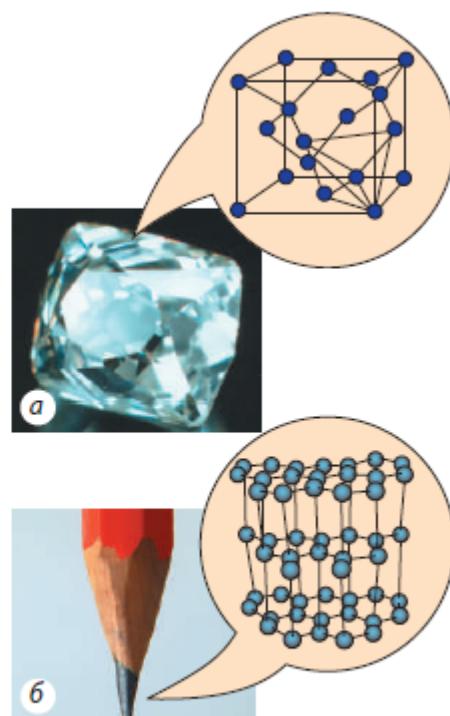


Рис. 34.2. Різні кристалічні стани вуглецю: а — алмаз; б — графіт

Наприклад, у виробництві штучних алмазів використовують поліморфний переход графіту в алмаз. Цей переход відбувається за тисків 60 тис. — 100 тис. атмосфер і за температур 1800–2300 °С. І навпаки: у результаті нагрівання у вакуумі до температури близько 1500 °С алмаз перетворюється на графіт.

3 Чому монокристали є анізотропними

Кристалічні тіла можуть бути **монокристалами** і **полікристалами**.

Монокристал — тверде тіло, частинки якого утворюють єдину кристалічну гратку.

Упорядковане розташування частинок у монокристалі є причиною того, що монокристали мають плоскі грані та незмінні кути між гранями (рис. 34.3); *фізичні властивості монокристалів залежать від обраного в них напрямку*.

Залежність фізичних властивостей кристала від обраного в ньому напрямку називають **анізотропією** (від грец. *anisos* — нерівний і *tropos* — напрямок, властивість).

Так, механічна міцність багатьох кристалів різна в різних напрямках: шматок слюди легко розшаровується на тонкі пластинки в одному напрямку, але його набагато складніше розломати перпендикулярно до пластинок.

Полікристали — тверді тіла, які складаються з багатьох хаотично орієнтованих маленьких кристаликів, що зрослися між собою (кристалітів).

На відміну від монокристалів *полікристалічні тіла ізотропні*, тобто їх властивості однакові в усіх напрямках. Полікристалічну будову твердого тіла можна виявити за допомогою мікроскопа, а іноді її видно й неозброєним оком (чавун). Більшість металів, які використовує людина, є полікристалами.

4

Рідкі кристали

Рідкий кристал — стан речовини, який поєднує плинність рідини й анізотропію кристалів.

У *рідині* частинки в цілому розташовані хаотично та можуть вільно обертатись і переміщуватись у будь-яких напрямках; у *кристалічному твердому тілі* існує тривимірний далекий порядок і частинки можуть лише коливатися біля положень рівноваги. У *рідкому кристалі* є певний ступінь упорядкованості в розташуванні молекул (рис. 34.5), але й допускається деяка свобода їх переміщення. Найчастіше рідкокристалічний стан спостерігається в органічних речовин, молекули яких мають видовжену або дископодібну форму.

Залежність оптичних властивостей рідких кристалів від температури та електричного поля забезпечила їх широке застосування в дисплеях годинників і калькуляторів, у персональних комп’ютерах, плоских телевізійних екранах; їх використовують у медицині (наприклад, як індикатори температури) тощо. Так, кут повороту осей молекул у кожному шарі холестеричного рідкого кристала залежить від температури, а від кута повороту залежить забарвлення кристала, тому якщо тонку полімерну плівку з мікропорожнинами, заповненими холестериком, накласти на тіло, то вийде кольорове відображення розподілу температури.

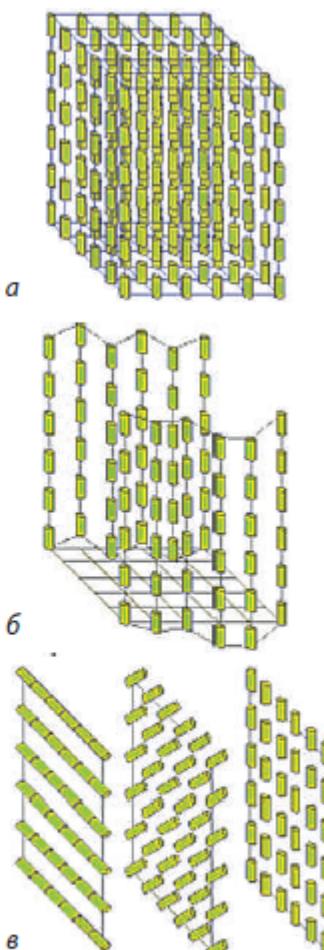


Рис. 34.5. Деякі типи рідких кристалів: а — смектичні (молекули орієнтовані паралельно одна одній і утворюють тонкі шари); б — нематичні; в — холестеричні.

Домашнє завдання: пройти тест за посиланням
<https://forms.gle/jmqg4YjnuGTbtBv79>.

Зворотній зв'язок:

E-mail t.anastasia.igorivna@gmail.com