

**К-21** 3.3.Е. - Закон збереження енергії  
(встановлено на основі чисельних експериментів)

У замкнутій (ізоляованій) системі енергія не зникає і не виникає з нічого, вона може лише перетворюватись з одного виду в інший або передаватись від одного тіла до другого.

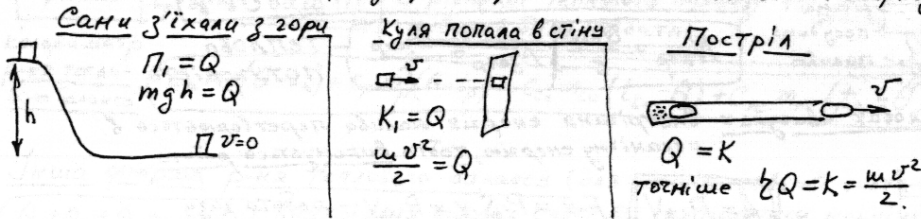
Тобто, повна енергія ізоляованої системи змашається постійною  
 $E + U = \text{const}$

$$K_1 + P_1 + U_1 = K_2 + P_2 + U_2 \rightarrow K_1 + P_1 = K_2 + P_2 + \Delta U \rightarrow K_1 + P_1 = K_2 + P_2 + Q \rightarrow -\Delta E = Q$$

$$E_1 - E_2 = Q \quad \text{3.3.Е}$$

Приклади перетворення енергії і передачі енергії

1. Електрокадрівальні прилади (електрична  $\rightarrow$  внутрішня)
2. Електро лампи. (електрична  $\rightarrow$  внутрішня  $\rightarrow$  світлова (випромінювання) е.м.)
3. Електродвигун (електрична  $\rightarrow$  механічна)
4. Тепловий двигун (внутрішня хімічна палива  $\rightarrow$  механічна)
5. Котел, піч (внутр. хімічна палива  $\rightarrow$  внутрішня тепла)
6. Сонце (внутр. ядра  $\rightarrow$  внутр. тепла  $\rightarrow$  е.м. випромінювання)
7. Внутрішня від сонця до Землі через випромінювання
8. Внутрішня хімічна пороху при пострілі  $\rightarrow$  механічна кінетична снаряду.



8 кл. § 2, 12 ① Відповісти на запитання в кінці §§

② В робочому зошиті виконати вправу 7

③ Повторити §§ 1-12, 21, 24

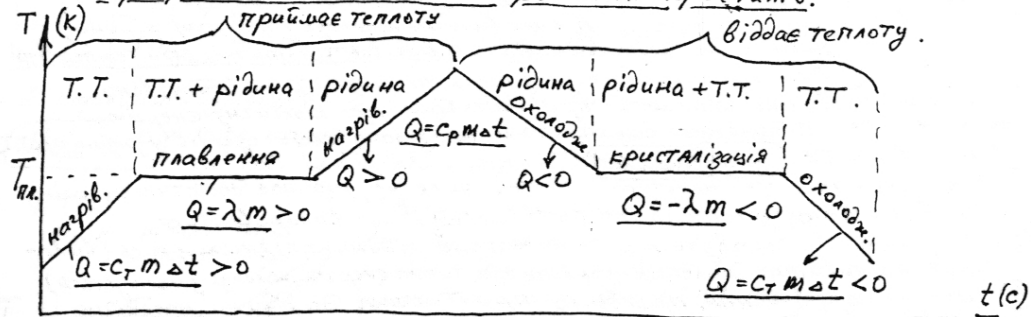
④ Повторити К 13-21

Залік!!  $\rightarrow$  К.р.!!!

**К-22** Тверді тіла (Т.Т.)  $\leftarrow$  кристалічні / аморфні

Кристали - Т.Т. з періодичним повторенням їх структурних елементів (іони, атоми, молекули) у просторі.

Графіки плавлення і тверднення кристалів.



1. Кристали плавяться і кристалізуються при певній температурі  $T_{пл} = T_{крст}$  - температура плавлення.
2. У різних речовин  $T_{пл}$  - різні.
3. У процесі плавлення і кристалізації температура речовини залишається незмінною (при плавленні або кристалізації кінетична енергія руку молекул не змінюється).
4. Плавлення проходить з поглинанням енергії, яка йде на руйнування кристалічної решітки (потенціальна енергія взаємодії частинок в кристалі < потенціальної енергії взаємодії частинок в рідині, тому ця енергія від'ємна).  
 $Q_{пл} = \lambda \cdot m$  - кількість теплоти, що потрібна для плавлення тіла масою  $m$ .  
 $\lambda = \frac{Q}{m}$  - питома теплота плавлення речовини (з табл.) - кількість теплоти, що потрібна для плавлення 1 кг речовини.
5. Кристалізація проходить з виділенням енергії (зростають сили взаємодії частинок, відповідно їх потенціальна енергія стає меншою (енергія притягання від'ємна)).  
 $Q_{кр} = -\lambda \cdot m$  - кількість теплоти що виділяється при кристалізації.

$\lambda$  - питома теплота кристалізації = питомиї теплоті плавлення.

8 кл § 13, 14, 15, 16 ① Відповісти на запитання в кінці §§.

② В робочому зошиті виконати вправи 8, 9

③ Виконати завдання 3.

④ Аморфні тіла ...

⑤ Монокристал... Полікристал...

## K-23 Пароутворення - перехід ретовини з рідкого або твердого стану у газоподібний.

**Випаровування** - пароутворення, що відбувається з вільної поверхні рідини.  
**Сушіння (вогання)** - пароутворення з поверхні т.т.

**Випаровування** - неперервний процес вильоту молекул з поверхні рідини, зумовлений тепловим рухом, відбувається при будь-якій температурі

① Для переходу молекул з поверхні рідини у газ (пару) вони повинні отримати при тепловому русі кінетичну енергію, достатню для подолання сил притягання з боку своїх сусідів у рідині ад.т. Умова вильоту  $K > P_{\text{взаємодії}}$

② З пониженням температур, густота молекул, що має достатню енергію, стає меншою, зменшується потік молекул, що випаровуються.

③ У процесі випаровування температура рідини (т.т.) знижується (випаровують найшвидші молекули, середня кінетична енергія молекул зменшується).

④ Щоб випаровування проходило при  $T = \text{const}$  до рідини необхідно підводити теплоту.

**Пароутворення супроводжується поглинанням теплоти (при  $T = \text{const}$ )**

яка йде: 1. на роботу проти сил притягання молекул 2. на роботу по розширенню ретовини (об'єм газу > за об'єм рідини з якої виник газ).

$Q = L \cdot m$  - кількість теплоти, яку треба надати рідині масою  $m$ , щоб випарувати її при постійній температурі

$L = \frac{Q}{m}$  - **Питома теплота випаровування (пароутворення)** - кількість теплоти, яку треба надати 1 кг рідини, щоб випарувати її при  $T = \text{const}$ .

$L$  залежить від зовнішнього тиску... , температури...

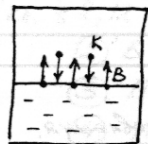
**Швидкість випаровування** (зменшення маси рідини) визначає:

1. Рід рідини (ефір, вода) 2. Температура 3. Тиск (концентрація) газу (пари) над рідиною 4. Площа поверхні 5. Вітер, відкатка газу (пари)

**Конденсація** - процес переходу газу (пари) у рідину (т.т.), супроводжується виділенням енергії.

$Q = -L \cdot m$  - кількість теплоти, що виділяється при конденсації

$L$  - питома теплота конденсації = питомих теплоті випаровування.



Якщо рідина **закрита**, то в посудині над рідиною знаходиться **наситена пара** - тобто, пара, що перебуває у динамічній рівновазі з своєю рідиною.

$N_{\text{випаров.}} = N_{\text{конденс.}}$  - динамічна рівновага...

Наситена пара кожної рідини, характеризується певним тиском  $P_n$  при даній температурі (з табл.).

8 кл. § 17, 18, 20 ① Відповісти на запитання в кінці §§.

② Виконати вправи 10, 11

③ Виконати Завдання 4, 5 (1, 2).

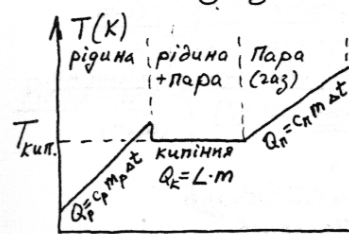
## K-24 Кипіння - інтенсивне пароутворення рідини, що відбувається не тільки з вільної поверхні, але і по всьому об'єму рідини в середину бульбашок пари. (впізнають по бульбашках, проходить при $T = \text{const}$ ).



Бульбашки пари швидко збільшують свої розміри, спливають на поверхню і лопають - рідина характерно шипить.

$P_{\text{парі}} \geq P_{\text{рідини}} = P_0 + \rho g h$  - **Умова кипіння = умова зростання**

бульбашок пари - тиск насиченої пари в середині бульбашок  $\geq$  тиску рідини на бульбашку, але  $\rho g h \ll P_0 \Rightarrow P_{\text{парі}} \geq P_0$  - тиск насиченої пари в бульбашці повинен бути більшим за зовнішній (атмосферний) тиск на рідину.



У момент закипання рідина децю перегріта ( $T > T_{\text{кип}}$ ), величина перегріву  $\Delta T$  виснагується наявністю в рідині центрів кипіння (пилінки, бульбашки розширеного газу, іони і т.п.), при відсутності центрів кипіння  $\Delta T$  - велике

$T_{\text{кипіння}}$  залежить { рід рідини, зовнішній тиск  $\rightarrow$  для  $H_2O$ , домішки } {  $P_0 = 1 \text{ атм} \rightarrow t_k = 100^\circ\text{C}$ ,  $P_1 = 0,4 \text{ атм} \rightarrow t_k = 70^\circ\text{C}$  (гори),  $P_2 = 16 \text{ атм} \rightarrow t_k = 200^\circ\text{C}$  }

**Вологість** - наявність водяної пари в повітрі.

I **Абсолютна вологість** -  $\rho \left[ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$  - густина водяної пари в повітрі

II **Відносна вологість**  $\varphi = \frac{P_{\text{парі}}}{P_{\text{нас. парі}}}$  - відношення парціального тиску водяної пари, що є в повітрі до тиску насиченої пари при цій самій температурі.

$\varphi$  - характеризує ступінь віддалення водяної пари, що є в повітрі, від насиченої пари при цій температурі (якщо пара в повітрі насичена  $\varphi = 1 = 100\%$  - вода не випаровується).

**Значення вологості:**

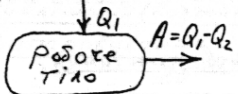
1. Терморегуляція організму людей, тварин (комфорт 40-60%)
2. Рослини в залежності від вологості мають різний зовнішній вигляд (кактус)
3. Метеорологія (передбачення погоди)
4. Виробництво ткацьке, швейне, кондитерське, електричне.
5. Зберігання овочів, фруктів, тканин, творів мистецтва (музей)

8 кл § 19 10 кл §§ Кипіння. Вологість повітря.

Психрометр...

**K-25** Теплові двигуни - періодично працюють пристрої, що перетворюють внутрішню енергію палива у механічну енергію.

Нагрівник  $T_1$



$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \text{ - К.К.Д. теплового двигуна.}$$

Неможливо побудувати вісний двигун (ретретивний товіле) першого роду (не може бути двигуна, який би виконав більшу роботу, ніж затратено енергії).

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Максимально можливий К.К.Д. ідеального теплового двигуна при заданій температурі нагрівника  $T_1$  і холодильника  $T_2$ . Реальні теплові двигуни з заданими температурами завжди мають К.К.Д.  $\eta < \eta_{\max}$

Типи теплових двигунів.

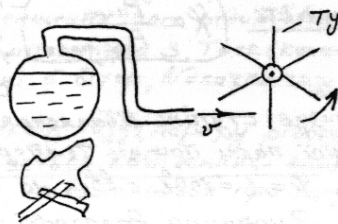
**I.** Парова машина - історично перший тепловий двигун (1800р- $\eta=2-3\%$ ; 1880р- $\eta=18-20\%$ )  
1776. рос. Ползунов.  
1784 англ. Дж. Уатт.

**II.** Двигуни внутрішнього згоряння ( $\eta=25-45\%$ )



- 1) Цикл Отто (високоякісне паливо - бензин, електрична система запалення, карбюратор).
- 2) Цикл Дизеля (низькосортне паливо - солярка, без системи запалення).

**III.** Парова турбіна - найпотужніший двигун -  $N > 10^6$  кВт  $\eta=40-45\%$ .



**IV.** Газова турбіна

**V.** Реактивні двигуни

**VI.** Холодильні машини...

Екологічні проблеми ... Парниковий ефект... Озонові діри...

Зкл. § 21, 22, 23, 24 10 кл. ① Відповісти на запитання в кінці §§.

② Написати реферат на тему (3-4 сторінки):

- а) "Тепловий двигун" (любого типу) - описати схему будови, принцип дії, К.К.Д., перспективи, історія винаходу, паливо.
- б) "Парові турбіни".
- в) "Екологічні проблеми застосування теплових двигунів".

**K-26** Рідина - агрегатний стан при якому ретовина, мають певний об'єм, приймає форму посудини (внаслідок дії сили тяжіння).  
Рідина - конденсований стан ретовини, проміжний між твердим і газоподібним.

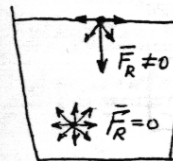
Рідина-т.т.

- Спільне:** густина, відстань між частинками, наявність об'єму і вільної поверхні, опір розтягу, близька теплоємність (при  $T \approx T_{пл}$ , характер руху і розташування частинок (при  $T \approx T_{пл}$ )).
- Різне:** текучість (молекули рідини не мають певного місця). т.т. - анізотропні - дальній порядок в розташуванні частинок. Рідини - ізотропні - ближній порядок.

Рідина-газ (пара)

- Спільне:** текучість, форма посудини, ізотропність (властивості однакові в будь-якому напрямі), внутрішній тиск, відстані між частинками (при  $T \approx T_{критичне}$ ), густина (при  $T \approx T_{крит.}$ ).
- Різне:** газ займає наданий об'єм повністю, не має вільної поверхні. Потенціальна енергія взаємодії молекул в рідині  $\ll$  ніж у газі ( $E_{п.газ} \approx 0$ ). Мала стисливість рідин.

Поверхневі явища



Молекула всередині рідини - молекулярні сили скомпенсовані  $\vec{F}_R = 0$ ,  $E_{п}$  - потенціальна енергія  $\ll 0$ .

Молекула у поверхневому шарі - молекулярні сили не скомпенсовані  $\vec{F}_R \neq 0$  - направлена у глиб рідини (великий внутрішній тиск в рідині  $P \sim 10^4$  атм.),  $E_{п} < 0$ .

Щоб молекула перемістилась у поверхневий шар, вона повинна виконати роботу (за рахунок власної кінетичної енергії) проти сил, що діють у поверхневому шарі  $\rightarrow$  молекули у поверхневому шарі рідини володіють додатковою потенціальною енергією!

$U_{пов.} = \sigma \cdot S$  - Поверхнева енергія - пропорційна площі поверхні рідини.

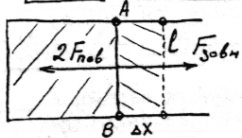
$\sigma = \frac{U_{пов.}}{S}$  - [ Дж / м<sup>2</sup> ] - коефіцієнт поверхневого натягу = поверхневий енергії одиниці площі поверхні рідини.

$\sigma = \frac{A}{\Delta S}$  - коеф. поверхневого натягу = роботи, що затрачена на утворення 1 м<sup>2</sup> поверхні рідини. (При зміні площі поверхні рідини змінюється її внутрішня енергія).

$\sigma$ -залежить { ① Рід рідини ( $\sigma$ -з таблиць)  
② Температура (при  $T \rightarrow T_{крит.}$   $\sigma \rightarrow 0$ )  
③ Додатки (зменшують  $\sigma$ ).

10 клас. Анізотропія... Ізотропія...  
Критична температура...

**К-27** Сила поверхневого натягу -  $F_{пов}$ .



На рукоятку дротину АВ діє  $F_{зовн}$ , і сила з боку рідкої плівки - сила поверхневого натягу, яка хоче скоротити площу поверхні плівки. Сила поверхн. натягу дві-тому, що плівка має дві поверхні (з двох сторін).

Нехай дротина перемістилась (рівномірно  $F_{зовн} = 2F_{пов}$ ) на  $\Delta X$ , тоді плівка збільшила свою поверхню на  $\Delta S = 2 \cdot l \cdot \Delta X$  (дві поверхні), що призвело до збільшення поверхневої енергії на  $\Delta U_{пов} = \sigma \cdot \Delta S$  за рахунок роботи зовнішньої сили  $A = F_{зовн} \cdot \Delta X$ .

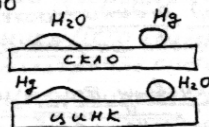
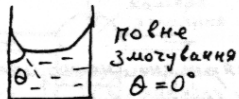
$A = \Delta U_{пов} \Rightarrow F_{зовн} \cdot \Delta X = \sigma \Delta S \Rightarrow 2F_{пов} \cdot \Delta X = \sigma \cdot 2l \cdot \Delta X \Rightarrow$

$F_{пов} = \sigma \cdot l$  - сила поверхневого натягу.  
 $l$  - довжина лінії що обмежує поверхню рідини.

- $F_{пов}$
1. Діє уздовж поверхні рідини
  2. Діє  $\perp$  до лінії, що обмежує поверхню рідини
  3. Дія приводить до зменшення площі поверхні рідини.

Явища на межі рідина-Т.Т.

Змочування  $0^\circ < \theta < 90^\circ$

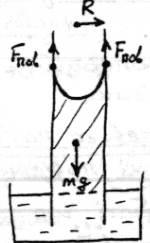
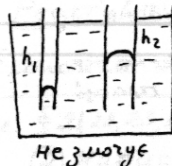
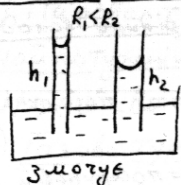


Незмочування  $90^\circ < \theta < 180^\circ$



Врахування: фарбування, змащування, паяння, зклеювання.

Капілярні явища - опускання (незмочує) або піднімання (змочує) рідини у тоньких трубках (капілярах).



Умова рівноваги стовпа піднятої рідини:  $mg = F_{пов}$

$mg = \rho Vg = \rho S h g = \rho \pi R^2 h g$

$F_{пов} = \sigma l = \sigma \cdot 2\pi R$

$\rho \pi R^2 h g = \sigma \cdot 2\pi R \Rightarrow$

$h = \frac{2\sigma}{\rho g R}$  - висота піднімання (опускання) рідини у капіляре при повному змочуванні (незмочуванні)

10 клас. Адсорбція... Абсорбція... Флотація...  
 Капілярні явища в рослинах...

**К-28** I Аморфний стан (скло, смола, мед, сірка...) - твердий некристалічний стан ретовини, що характеризується ізо트로пією властивостей і відсутністю точки плавлення (переохолоджена рідина).



Аморфний стан - конденсований стан ретовини при якому в ній відсутній дальній порядок у розташуванні частинок. На відміну від кристалів, аморфні тіла не мають точної просторової повторюваності частинок - близький порядок (як у рідині).

Аморфний стан найчастіше виникає при швидкому охолодженні розплаву (для утворення кристалу потрібен час). З часом аморфні тіла кристалізуються

II. Монокристали. Особливості:

1. Правильність зовнішньої форми і зовнішня симетрія (пов'язані з періодичним розташуванням частинок).
2. Монокристали - анізотропні!!! Фізичні властивості кристалів (механічні, електричні, магнітні, оптичні) - зумовлені атомно-кристалічною структурою, її симетрією, силами взаємодії.
3. Стала температура плавлення.

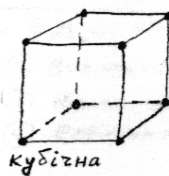
Кристалічна решітка - властиве кристалом регулярне розташування частинок (молекули, атоми, іони).

Елементарна комірка - найменша просторова частка кристала, повторенням якої утворюється кристал.

Типи кристалів (визначаються типами сил взаємодії між частинками)

1. Атомарні (C, Ge, Si) у вузлах решіток розташовані нейтральні атоми між якими виникає ковалентний (парноелектронний) зв'язок ( $T_{пл} = 1500 - 3000 K$ ).
2. Іонні (NaCl, KBr, солі) у вузлах решіток розташовані  $\oplus$  і  $\ominus$  іони, що правильно чергуються, між ними діють кулонівські сили ( $T_{пл} = 600 - 1300 K$ ).
3. Молекулярні (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, парафін) у вузлах решітки розташовані молекули, діють ван-дер-ваальсівські сили ( $T_{пл} = 300 - 500 K$ ).
4. Метали (Ag, Cu, Al, Fe) у вузлах решітки розташовані позитивні іони, що виникли після відділення від атомів зовнішніх (валентних) електронів, які утворюють електронний газ вільних частинок (електрони вільно переміщуються по кристалу) ( $T_{пл} = 800 - 1800 K$ ).

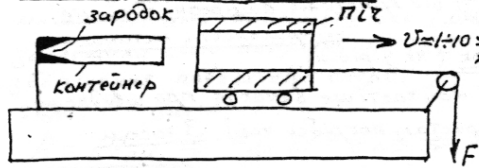
10 клас. Рентгеноструктурний аналіз... Нейтронографія...  
 Електронографія... ізо트로пія... анізотропія...  
 Елементарні комірки: монокристал... полікристал...



**K-29 Кристалізація** - утворення кристалів з газу, розчину, розплаву.

Монокристали вирощують з переохолоджених розплавів ( $\Delta T = (0,1-0,5) \cdot T_{пл.}$ ), пересичених розчинів, пересиченої пари.

**I Вирощування з розплаву**



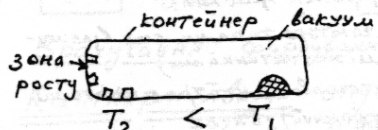
① **Метод Чалмерса**. Ретовину, що поміщають в горизонтальний контейнер, розплавляють і поступово кристалізують з одного кінця, переміщуючи її з малою швидкістю. У контейнері перед кристалізацією відкачують повітря (зменшується кількість домішок і дефектів).



② **Метод Кіропулоса - Чохральського**. Затравка - маленький кристалик. При підніманні держака одночасно знижується температура.

**II Вирощування з розчину** - аналогічне методу Кіропулоса - Чохральського. (вирощують монокристали сегнетової солі до 20 кг).

**III Вирощування з газоподібної фази**



Ретовину поміщають у контейнер, у якому створено вакуум. Під час нагрівання ретовини її пара займає весь об'єм контейнера. Для частини контейнера з меншою температурою  $T_2$  пара буде пересичена і почнеться кристалізація.

**Розчини** - фізично однорідні суміші двох або декількох ретовин

- Розчинність т.т. в рідині**
- ① гранична концентрація т.т. залежить від  $T$
  - ② Супроводжується зниженням  $T$  (енергія витрачається на руйнування крист. решітки), або підвищенням  $T$  (після руйнування кристалу утворюються сольвати - комплекси молекул т.т. і рідини)
  - ③  $V_{розчину} \neq V_{розчинник} + V_{т.т.}$
  - ④ У розчині зростає  $T_{кипіння}$  у порівнянні з чистим розчинником
  - ⑤ Знижується  $T$  кристалізації (сіле на вулиці зимою)
  - ⑥ Розчинність газів з підвищенням  $T$  зменшується.

**K-30 Електродинаміка** - галузь фізики, що вивчає електромагнітну взаємодію (рух і взаємодію заряджених частинок).

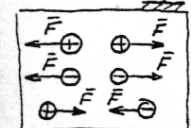
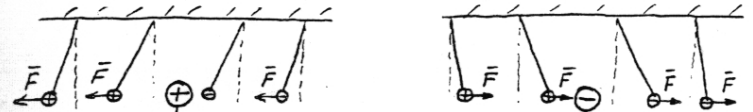
**Дослід.** Якщо потерти скло шовком, в обох тіл з'являються нові особливі властивості - вони починають взаємодіяти між собою і з іншими тілами новим видом взаємодії - електромагнітна взаємодія - при контакті тіла отримали електричний заряд.



**I Електризація** - отримання тілами заряду при їх контакті.

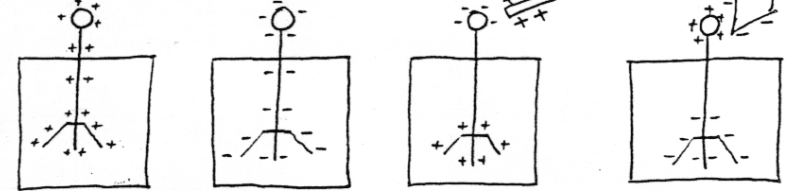
**II Види електричного заряду**

+	ПОЗИТИВНИЙ	скло	шерсть
↓		↓	
-	НЕГАТИВНИЙ	шовк	ебоніт



1. Тіло з зарядами одного знаку - відштовхуються.
2. Тіла з зарядами різних знаків - притягуються.

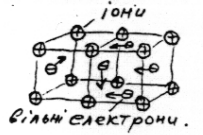
**III Електроскоп** - прилад що дає можливість виявити власний заряд, або заряд тіл.



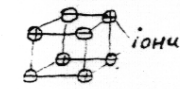
**I При електризації заряди тіл:**

- ① Рівні за модулем.
- ② Протилежні за знаком
- ③ Розподілені на поверхні тіл.

**IV Провідники** (метали, людина, ґрунт-земля, розчини солей, кислоти) - ретовини в яких є вільні заряджені частинки - тобто заряджені частинки, які можуть вільно переміщатись в ретовині



**V Діелектрики (ізолятори)** (фарфор, скло, гума, пластмаси, шовк, ебоніт, гас, газу (повітря)) - ретовини в яких відсутні вільні заряджені частинки.



- Згл. § 25, 26, 27
- ① Відповісти на запитання в кінці § §
  - ② Виконати Завдання 7 в робочому зошиті, замалювати результати.
  - ③ Намалювати "роботу" електрометра.
  - ④ елементарні частинки... електроскоп... (переклад)