



Наука!

ФРЕКС

НАУКОВИЙ
ОБРАЗ СВІТУ

Мікросвіт



*Доц. кафедри електрофізики
Іванюта Олександр Миколайович*

Наукова революція початку ХХ сторіччя

Майкл Фарадей — поняття електромагнітного поля.

Джеймс Клерк Максвелл — електродинаміка, статистична фізика.

Матерія — і як речовина і як електромагнітне поле. (**дуалізм**)

Чарлз Лайєль — про повільну безперервну зміну земної поверхні.

Жан Батист Ламарк — цілісна концепція еволюції живої природи.

Маттіас Шлейден — теорія клітини — про єдність походження і розвитку всього живого.

Юліус Роберт фон Маєр, Джеймс Прескотт Джоуль, Ленц Емілій Християнович — закон збереження і перетворення енергії — теплота, світло, електрика, магнетизм і т. д. переходять одна в іншу і є формами одного явища, ця енергія не виникає з нічого і не зникає.

Чарльз Роберт Дарвін - матеріальні чинники та причини еволюції - спадковість і мінливість.

Антуан Анрі Беккерель — радіоактивність.

Вільгельм Конрад Рентген — Промені.

Джозеф Джон Томсон — елементарна частинка - **електрон**.

Ернест Резерфорд — планетарна модель атома.

Макс Планк— квант дії і закон випромінювання.

Нільс Бор — квантова модель атома Резерфорда-Бора.

Альберт Ейнштейн— загальна теорія відносності — зв'язок між простором і часом.

Луї де Бройль — всім матеріальним мікрооб'єктам притаманні як корпускулярні, так і хвильові властивості (квантова механіка).

Річард Фейнман - Відносна істинність теорій і картини природи, умовність наукового знання.

Залежність знання від застосовуваних дослідником методів.

Розширення ідеї єдності природи — спроба побудувати єдину теорію всіх взаємодій.

Мислення вивчає не об'єкт, а те, якою явилася спостерігачеві взаємодія об'єкта з приладом.

Наукове знання характеризує не дійсність як вона є, а сконструйовану почуттями і розумом дослідника реальність.

Наукова революція початку ХХ сторіччя

Квантово-релятивістська наукова картина світу стала першим результатом новітньої революції у природознавстві.



Наукова революція початку ХХ сторіччя

була пов'язана з переглядом початкових ідеалізацій простору, часу, руху в контексті створення теорії відносності і розроблення квантової механіки. Практично всі найголовніші постулати, раніше висунуті наукою, виявилися спростованими. До них входили уявлення про атоми як тверді, неподільні «цеглини» матерії, про час і простір як незалежні абсолюті, про строгу причинну обумовленість усіх явищ, про можливість об'єктивного спостереження природи.

На передній план вийшли хімія, біологія і цикл наук про Землю. Наука остаточно злилася із технікою. Це привело до сучасних науково-технічних революцій.

підвищений рівень абстрактності, втрата наочності, що є наслідком математизації науки, можливості оперування над абстрактними структурами, позбавленими наочних праобразів.

Наука стала використовувати такий логічний апарат, який найбільше пристосований для фіксації нового діяльнісного підходу до аналізу явищ дійсності. З цим пов'язане використання некласичних (неаристотелівських) багатозначних логік, обмеження і відмова від використання таких класичних логічних прийомів, як закон виключеного третього.

Нарешті, ще одним підсумком революції у науці став розвиток біосферного класу наук і нове відношення до феномена життя.

Життя перестало здаватися випадковим явищем у Всесвіті і стало розглядатися як закономірний результат саморозвитку матерії, що також закономірно привів до виникнення розуму.

Новітня революція в науці привела до заміни споглядального стилю мислення діяльним.

1 Змінилося розуміння предмета знання: ним стала тепер не реальність у чистому вигляді, що фіксується живим спогляданням, а деякий її зріз, одержаний у результаті певних теоретичних і емпіричних способів освоєння цієї реальності.

2 Наука перейшла від вивчення речей, які розглядалися як незмінні і здатні вступати у певні зв'язки, до вивчення умов, потрапляючи в які річ не просто поводить певним чином, але тільки в цих умовах може бути або не бути чимось. Тому сучасна наукова теорія починається з виявлення способів і умов дослідження об'єкта.

3 Залежність знання про об'єкт від засобів пізнання і відповідної їм організації знання визначає особливу роль приладу, експериментальної установки в сучасному науковому пізнанні. Без приладу нерідко відсутня сама можливість виділити предмет науки (теорії), оскільки він виділяється в результаті взаємодії об'єкта з приладом.

4 Аналіз лише конкретних проявів сторін і властивостей об'єкту у різний час, в різних ситуаціях приводить до об'єктивного «розкиду» кінцевих результатів дослідження. Властивості об'єкту також залежать від його взаємодії з приладом. Звідси випливає правомірність і рівноправність різних видів опису об'єкта, різних його образів. Якщо класична наука мала справу з єдиним об'єктом, що відображається єдино можливим способом, то сучасна наука має справу з безліччю проєкцій цього об'єкта, але ці проєкції не можуть претендувати на закінчений всесторонній його опис.

5. Відмова від споглядальності і наївної реалістичності установок класичної науки привела до посилення математизації сучасної науки, зрощення фундаментальних і прикладних досліджень, вивчення вкрай абстрактних, абсолютно невідомих раніше науці типів реальностей потенційних (квантова механіка) і віртуальних (фізика високих енергій), що привело до взаємопроникнення факту і теорії, до неможливості відділення емпіричного від теоретичного.

наука стала релігією XXI століття?

Корпускулярно-хвильовий дуалізм

це теорія про те, що матерія представляється на мікрорівні одночасно і як найдрібніші частинки (корпускули), і як хвилі.

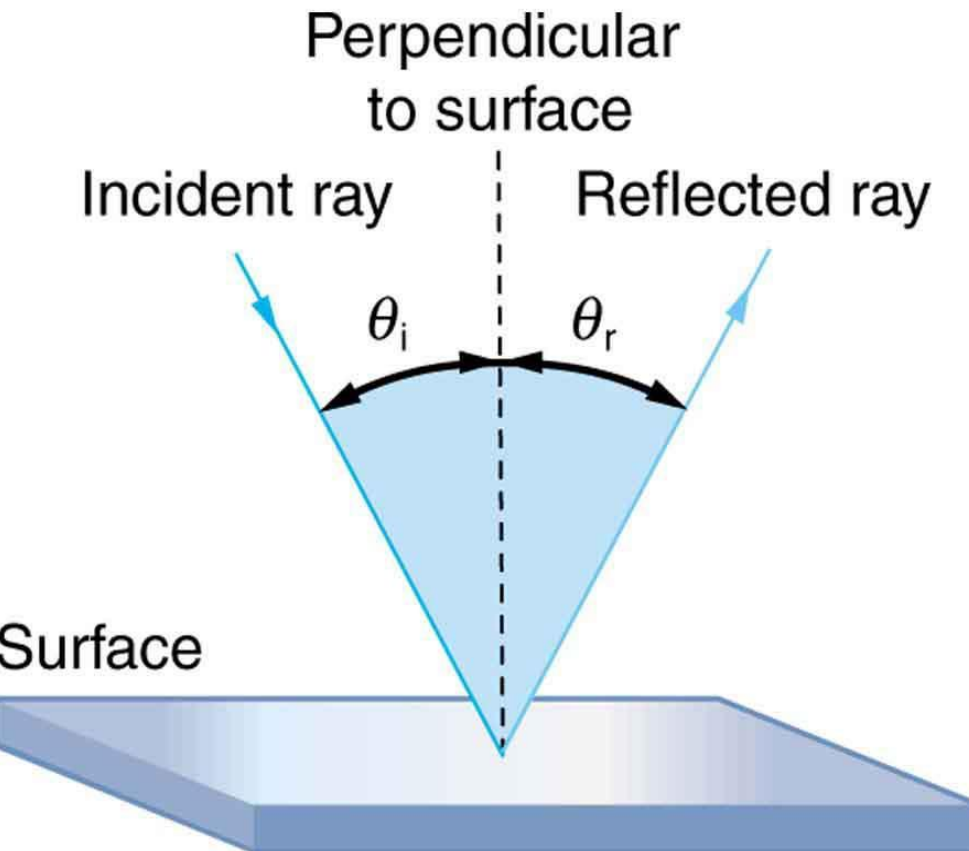
**на основі багатовікового
досвіду і розвитку уявлень
про світло виникли дві
потужні теорії**

**Корпускулярна
теорія
(Ньютон –
Декарт)**

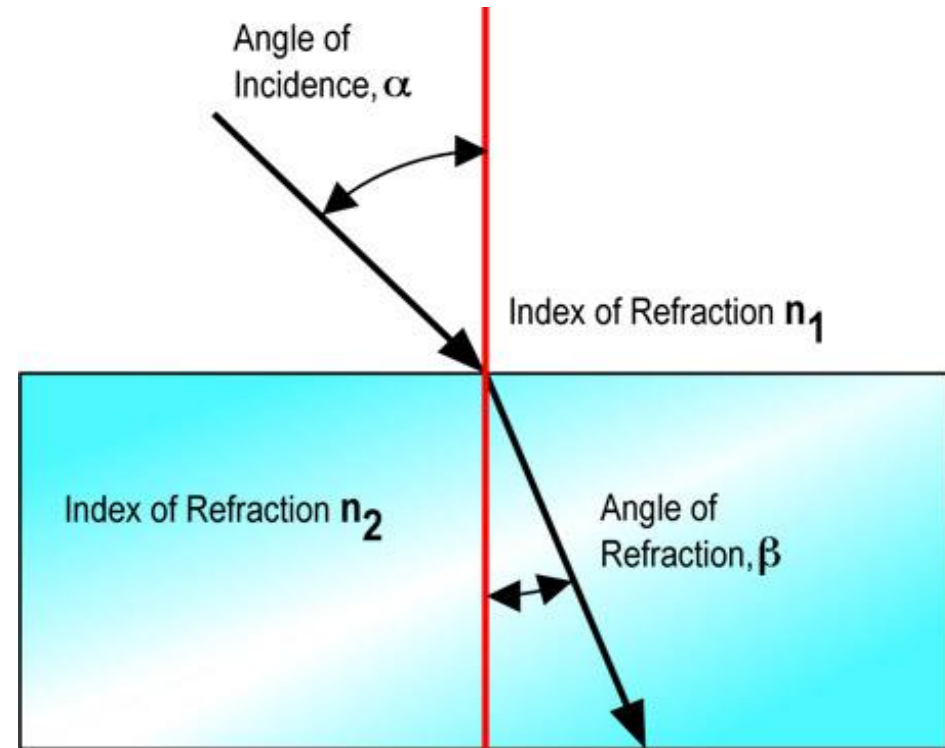
Хвильова теорія
(Гук – Гюйгенс)

Корпускулярна теорія.

Світло - корпускули, що випускаються тілами і летять з величезною швидкістю. До аналізу руху світлових корпускул Ньютон застосував сформульовані ним закони механіки. З цих уявлень він легко вивів закони відбиття і заломлення світла.



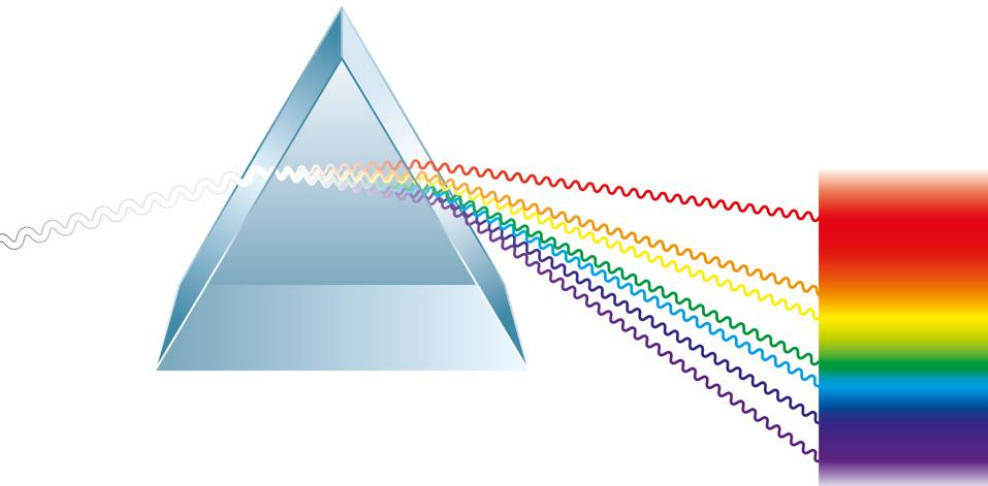
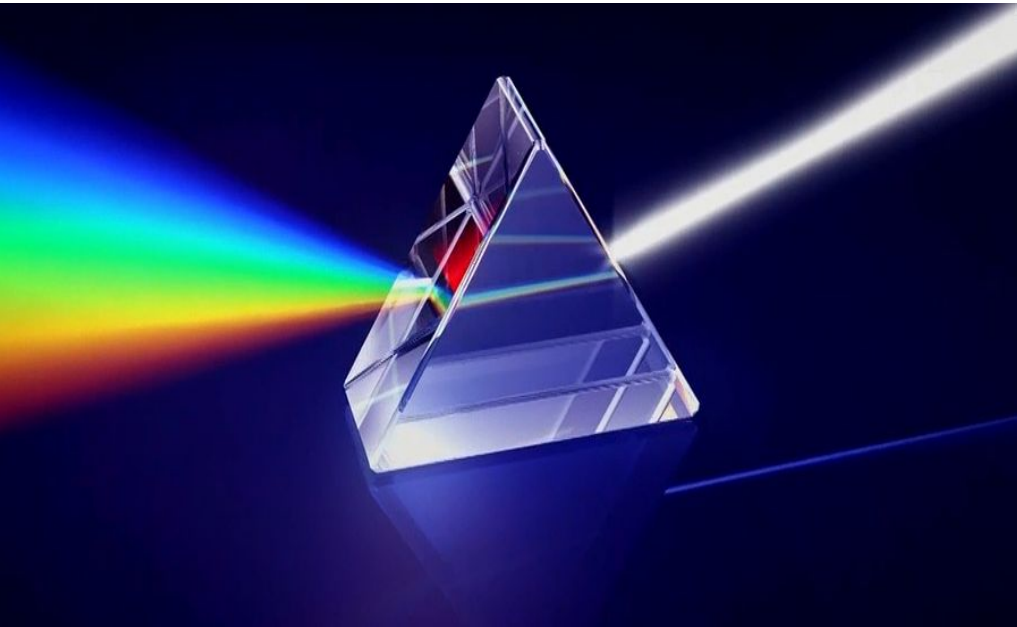
Закони відбивання



$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

і заломлення світла

Корпускулярна теорія.



В 1666 г. Ньютон показав, що біле світло є складовим і містить «**чисті кольори**», кожен з яких характеризується своїм заломленням, тобто дав поняття **дисперсії** світла.

Хвильова теорія

У той же час в XVII в. не розвивалася протилежна, хвильова теорія Гука - Гюйгенса про те, що світло є процес поширення поздовжніх деформацій в деякому середовищі, що пронизує все тіло, - в світовому ефірі.

Недоліки теорій.

- **Недоліки хвильової теорії:**

- Гюйгенс не зміг пояснити фізичної причини наявності різних кольорів і механізм зміни швидкості поширення світла в ефірі, що пронизує різні середовища.

- **Мінуси корпускулярної теорії:**

Ньютону важко було пояснити, чому при падінні на межу двох середовищ відбувається часткове і повне відбивання, і переломлення, а також інтерференцію і дисперсію світла.

XIX століття.

Початок XIX ст. характеризується інтенсивним розвитком математичної теорії коливань і хвиль і її додатком до пояснення ряду оптичних явищ. У зв'язку з роботами Т. Юнга і О. Френеля перемога тимчасово перейшла до хвильової оптики.

1801 М.Т. Юнг - принцип інтерференції і пояснює кольори тонких плівок.

1818 М. О. Френель пояснює явище дифракції.

1840 М. О. Френель і Д. Арго досліджують Інтерференцію поляризованого світла і доводять поперечність світлових коливань.

1841 М.О. Френель будує теорію кристалооптичних коливань.

1849 р А. Фізо виміряв швидкість світла і розрахував по хвильової теорії коефіцієнт заломлення води, що збіглося з експериментом.

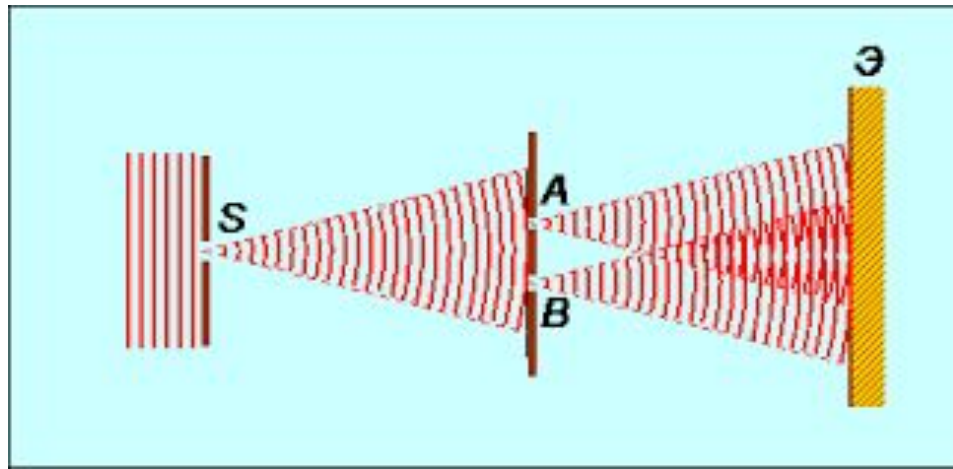
1848 р М. Фарадей відкрив обертання площини поляризації світла в магнітному полі (ефект Фарадея).

1860 р Дж. Максвелл, ґрунтуючись на відкритті Фарадея, прийшов до висновку, що світло є електромагнітними хвилями, а не пружними.

1888 Г. Герц експериментально підтвердив, що електромагнітне поле поширюється зі швидкістю світла c .

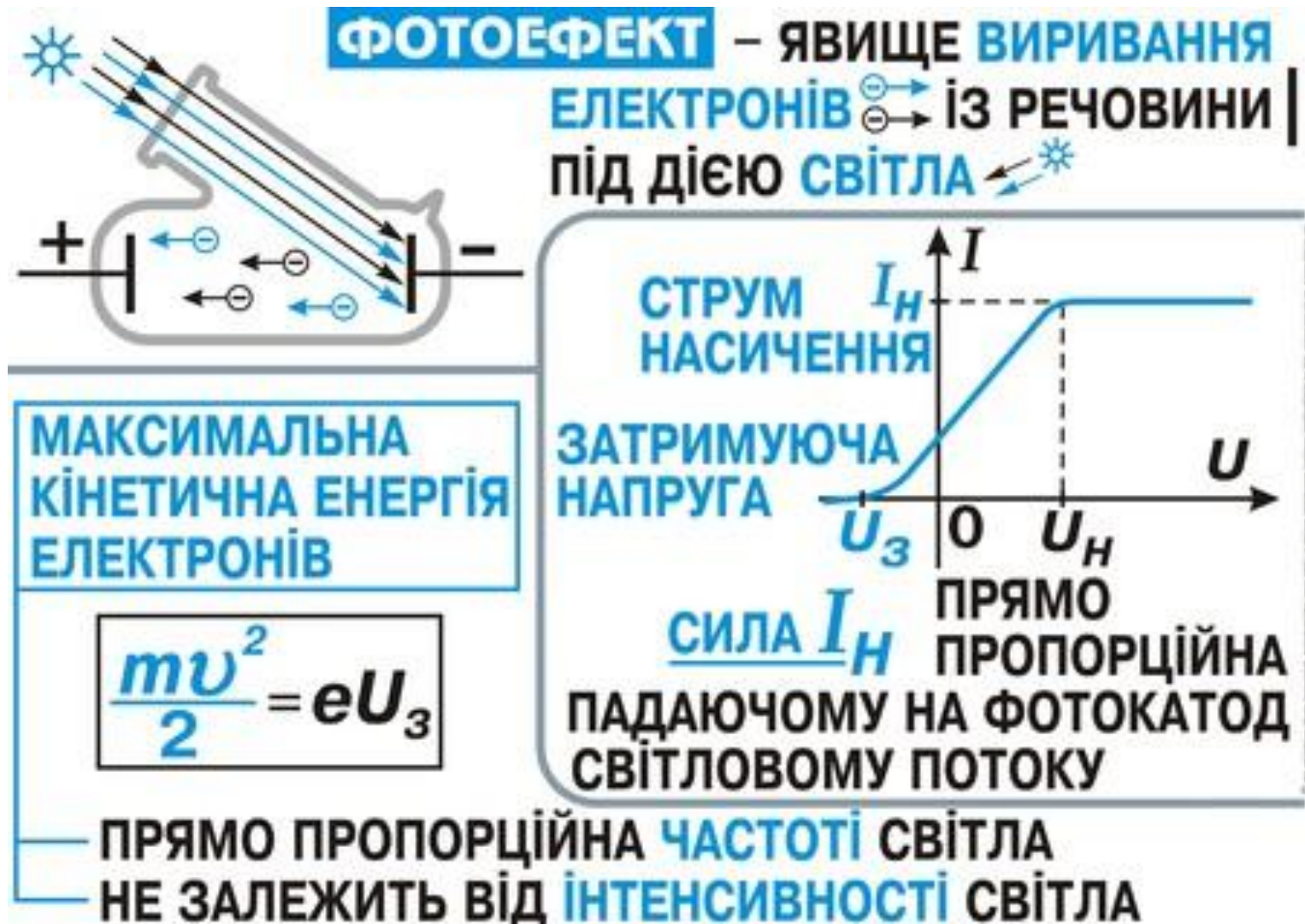
1899 р П. Лебедев виміряв тиск світла.

Дифракція



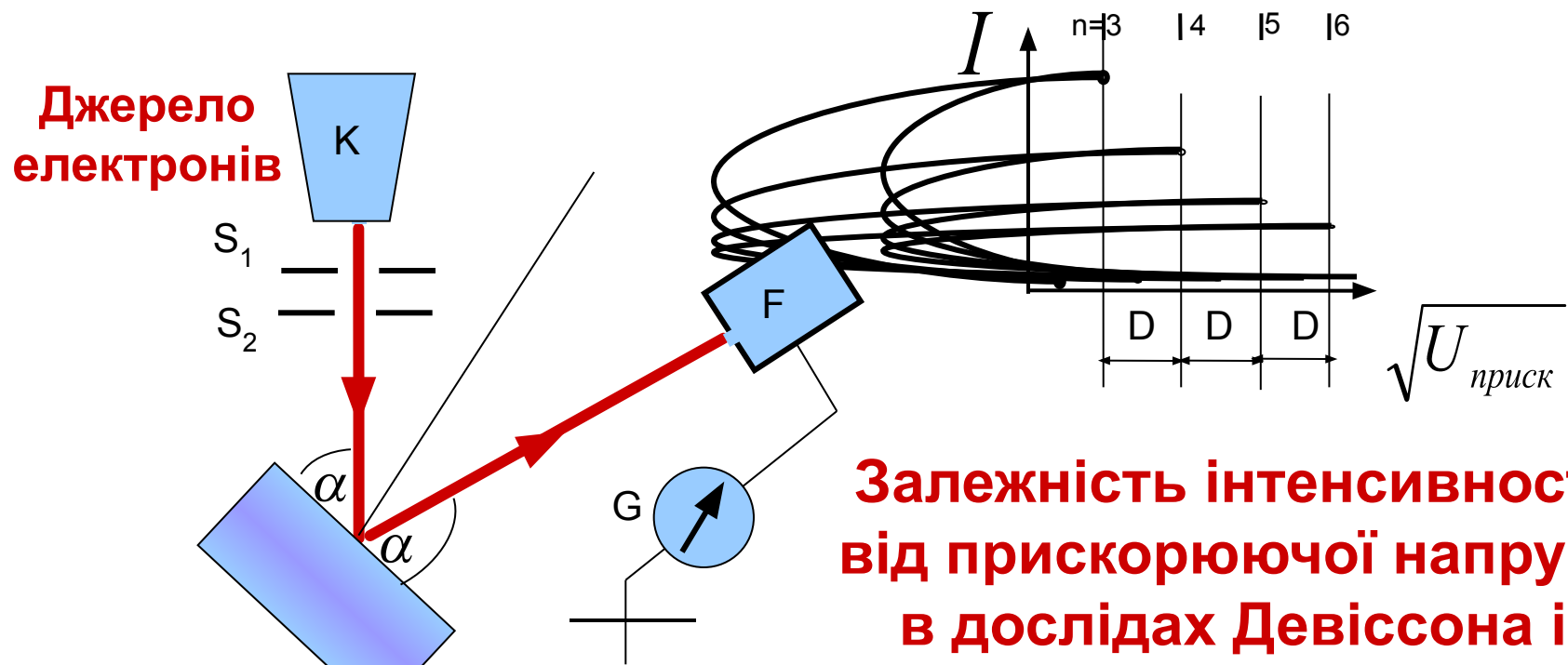
Фотоефект.

Хвильова теорія не змогла пояснити розподіл енергії в спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла та в явищі фотоефекту, яке в 1890 р досліджував А.Г. Столетов.



А. Ейнштейн захистив кандидатську дисетацію, вивівши математичні формули які описують явище фотоефекту

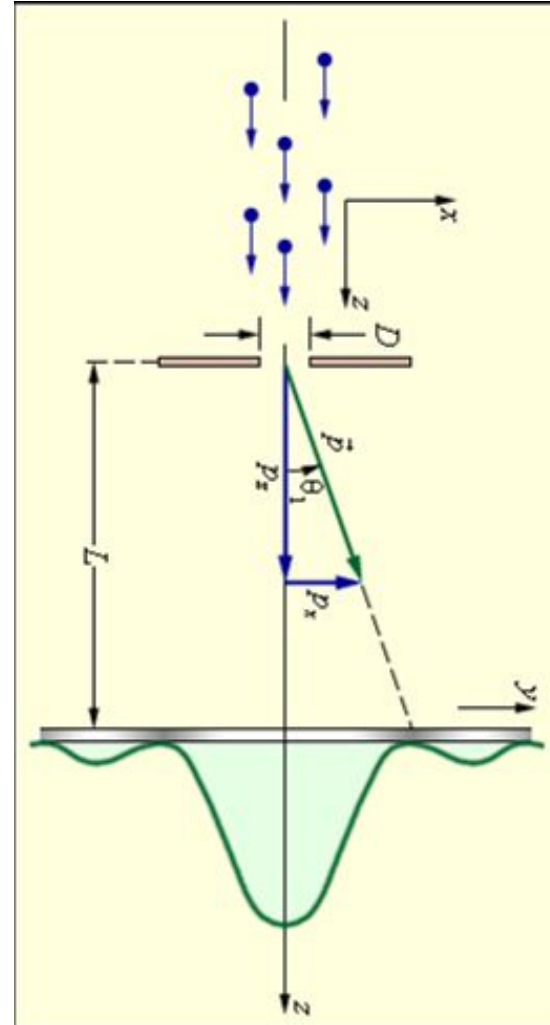
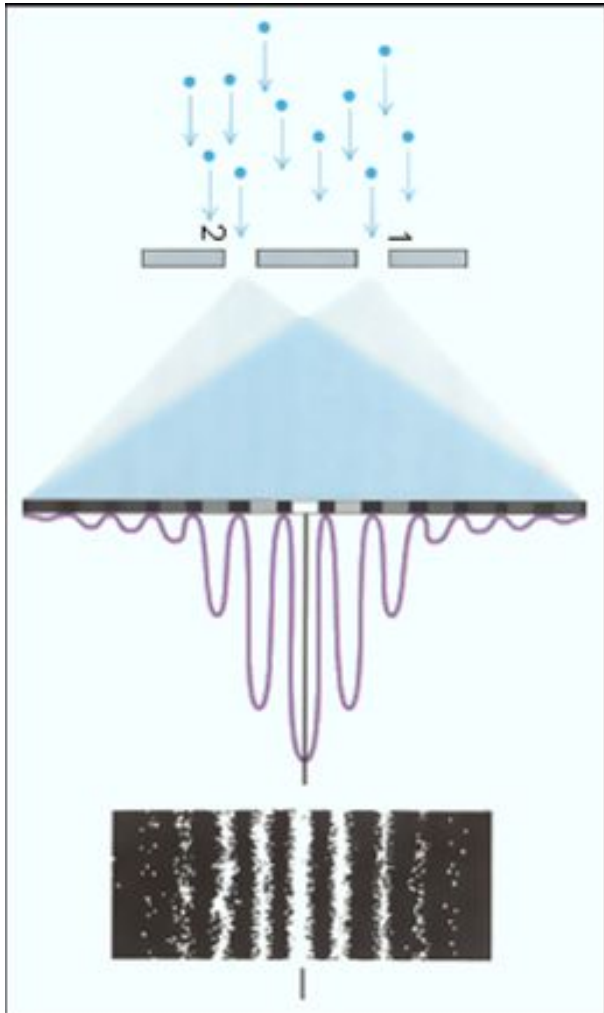
Досліди К. Девіссона та Джермера (1927р.)



Залежність інтенсивності від прискорюючої напруги в дослідах Девіссона і Джермера

$$2d \sin \alpha = k\lambda, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

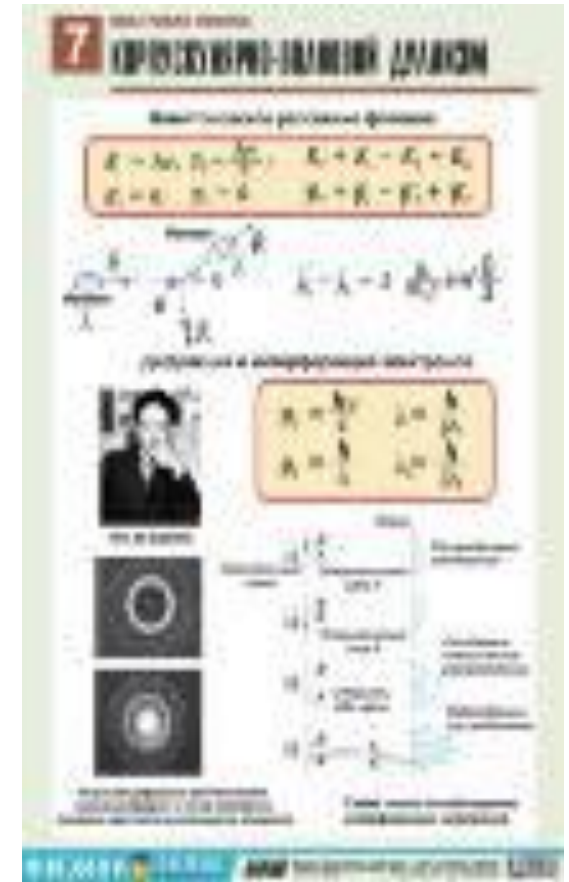
Дифракція електронів на одній та на двох щілинах



Дифракційна картина досліджувалася для потоку електронів, то необхідно було довести, що хвильові властивості притаманні кожному електрону окремо. Це вдалося експериментально підтвердити в 1948 р радянському фізику В. А. Фабрикант.

Корпускулярно-хвильовий дуалізм

Французький вчений маркіз Луї де Бройль (1892-1987), усвідомлюючи існуючу в природі симетрію і розвиваючи уявлення про подвійну корпускулярно-хвильову природу світла, висунув в **1923 р** гіпотезу про універсальність корпускулярно-хвильового дуалізму.



$$\lambda = \frac{h}{p}$$

Корпускулярно-хвильовий дуалізм

Сучасне трактування корпускулярно-хвильового дуалізму може бути виражена словами фізика В. А. Фока (1898-1974): **«Можна сказати, що для атомного об'єкта існує потенційна можливість проявляти себе, в залежності від зовнішніх умов, або як хвиля, або як частка, або проміжним чином»**.

Таким чином, тривалий шлях досліджень привів до сучасних уявлень про подвійну природу матерії --- корпускулярно-хвильову.

Імовірнісні та детерміновані закони фізики

Метою наукового пізнання є встановлення законів науки, що адекватно відображають дійсність. Прийнято вважати, що в **природі діють об'єктивні закономірності – стійкі, такі що повторюються зв'язки між предметами і явищами. (принцип детермінізму - визнання об'єктивності взаємозв'язку та взаємообумовленості явищ (кореляція)).**

Людство ж пізнає закони природи - віддзеркалення цих об'єктивних закономірностей в нашій свідомості.

Закони завжди носять об'єктивний характер і відображають реальні процеси, що пов'язують явища навколишнього світу. Закони є ступенями пізнання.

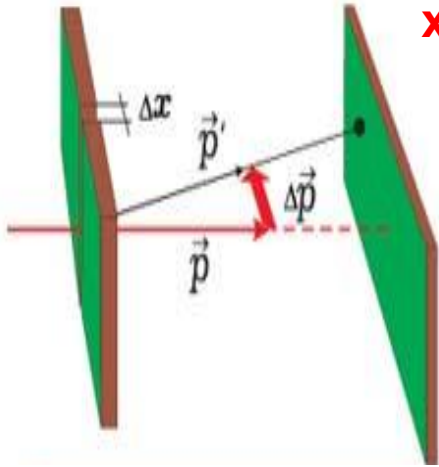
Прийнято поділяти закони по ступеню їх узагальнення:

- **менш загальні** (стосуються обмеженої області знання, що вивчається конкретними науками, наприклад, закон природного відбору)
- **більш загальні** (зачіпляють декілька областей знання, застосовуються в декількох суміжних областях, наприклад, закон збереження енергії);
- **загальні** (фундаментальні закони буття, наприклад, принцип розвитку і загального зв'язку).

Також виділяють **закони функціонування і закони розвитку де неможливо передбачити причинно наслідковий зв'язок. (принцип імовірності - визнання можливості взаємозв'язку та взаємообумовленості явищ).**

Співвідношення невизначеності Гейзенберга

об'єкт мікросвіту неможливо одночасно з наперед заданою точністю характеризувати і координатою, і імпульсом.



- * Мікрочастинка (мікрооб'єкт) не може мати одночасно визначені координату x і імпульс p , причому невизначеності цих величин задовольняють умові:

добуток невизначеностей координати та імпульсу не може бути меншим за сталу Планка

$$\Delta x \Delta p_x \geq \hbar$$

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$$

$$mvR \ll \hbar$$

Класична ньютонівська фізика

Співвідношення невизначеностей можна узагальнити для інших канонічно спряжених величин. Наприклад, для енергії частинок та часу їх взаємодії

Вернер Карл ГЕЙЗЕНБЕРГ



1901–1976

Німецький фізик-теоретик. Закінчив Мюнхенський університет. Створив математичний апарат квантової механіки – матричну механіку. У 1926 році Гейзенберг став асистентом Нільса Бора в Копенгагені. Саме там у 1927 році він і сформулював свій принцип невизначеностей. Починаючи з 1927р. працював над створенням єдиної теорії поля. Лауреат Нобелівської премії з фізики за 1932р. У той час, коли більшість його колег емігрували,

Гейзенберг очолив німецьку національну ядерну програму. Після війни Гейзенберг виступив активним прихильником подальшого розвитку західнонімецької науки і її возз'єднання з міжнародним науковим співтовариством. Його вплив послужив важливим інструментом, який дозволив отримати без'ядерний статус збройним силам Західної Німеччини в післявоєнний період.

Електрони – елементарні частинки

Границі застосовності класичної механіки

1 Електрон в атомі водню відповідно до теорії Бора має швидкість порядку 10^6 м/с, припускаючи невизначеність імпульсу $\Delta p \approx p$, тобто

$$\Delta p \sim mV \sim 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^6$$

одержимо невизначеність координати

Невизначеність координати

електрона порядку розмірів атома!

$$\Delta x \approx \frac{\hbar}{2mV} \approx \frac{1,05 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^6} \approx 10^{-10} \text{ м}$$

2 Будемо розглядати слід електрона, що рухається зі швидкістю $v \approx 10^6$ м/с на фотоемульсії. Положення електрона можна зафіксувати з точністю до розмірів зерна фотоемульсії $\Delta x \approx 10^{-6}$ м, отже

$$\Delta V_x \approx \frac{\hbar}{m\Delta x} \approx 10^2 \text{ м/с}$$

Швидкість електрона буде

визначена з точністю

$$\frac{\Delta V_x}{V} \cdot 100\% = \frac{10^2}{10^6} \cdot 100\% = 0.01\%$$

Отже у цьому випадку електрон можна розглядати як класичну частинку

Хвильова функція

Де Бройль зв'язав з частинкою, яка вільно рухається плоску хвилю, зміст якої спочатку був незрозумілим. Плоска хвиля, яка рухається у напрямку x , описується рівнянням плоскої хвилі:

$$\xi = A \cos(\omega t - kx) = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

Візьмемо $\xi = \psi$ $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{2\pi\hbar}{p}$

$$\omega = 2\pi\nu; \quad E = h\nu = 2\pi\hbar\nu = \hbar\omega$$

Тоді **рівняння хвилі**

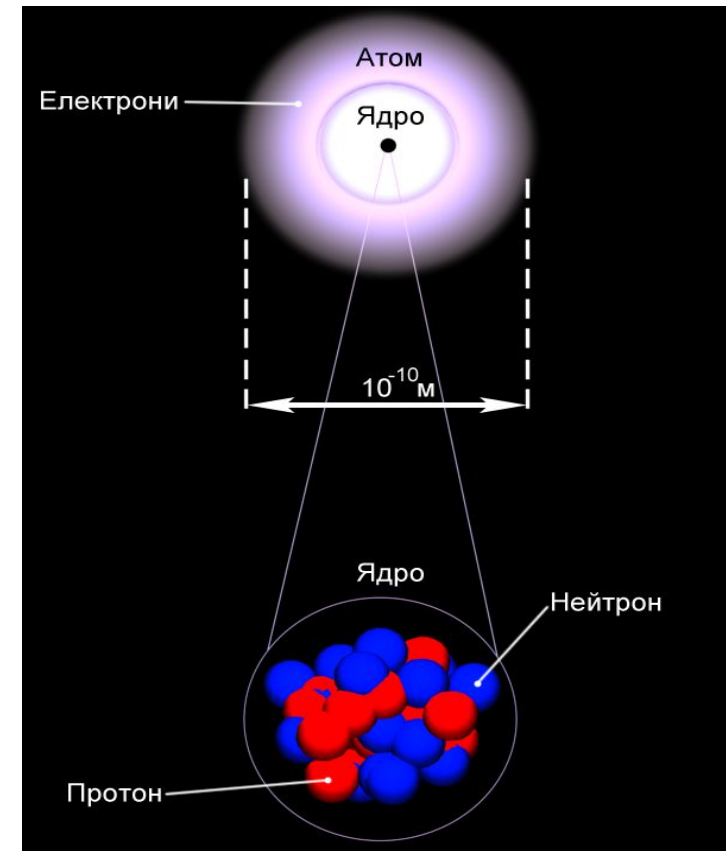
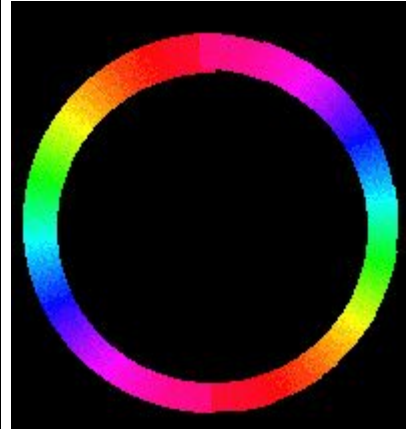
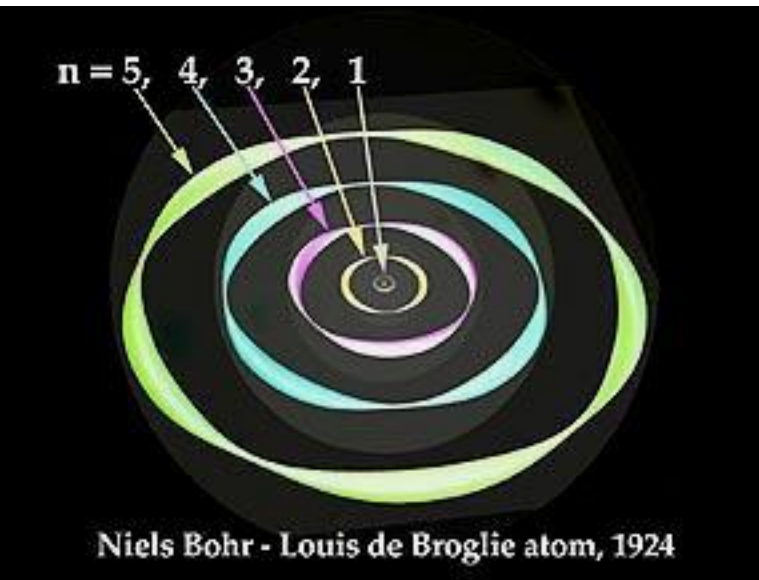
Де Бройля

$$\psi = A \cos\left[\frac{1}{\hbar}(Et - px)\right]$$

або в експоненціальній формі

$$\psi = A \exp\left[\left(\frac{i}{\hbar}\right)(px - Et)\right]$$

Хвилі де Бройля для електрона



Хвильова функція є основною характеристикою стану мікрооб'єктів.

За її допомогою можна визначити середні значення фізичних величин, які характеризують певний об'єкт у певному стані.

ФІЗИЧНИЙ ЗМІСТ ХВИЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ

Макс Борн 1926р.

- Квадрат модуля хвильової функції $|\psi|^2$ є **густиною вірогідності**
- **Вірогідність(ймовірність)**

$$|\psi|^2 = \frac{dP}{dV}$$

$$dP = |\psi|^2 dV$$

$$\int_0^{\infty} |\psi|^2 dV = 1$$

- **Визначає вірогідність того, що частинка перебуває в одній із точок простору. Вірогідність достовірної події дорівнює 1.**

Електрони – елементарні частинки

Елементарні частинки - це первинні частинки, які не можна розкласти на складники та з яких складається уся матерія (**масу спокою, електричний заряду, спін**)

Елементарні частинки у сучасній фізиці не відповідають строгому визначенню елементарності, оскільки більшість з них є **складними системами**. Загальною властивістю цих систем є те, що вони не є атомами чи ядрами (окрім протона), тому їх називають **суб'ядерними частинками**

1 Здатність до взаємних перетворень. Елементарні частинки здатні народжуватися й знищуватися.

2 Кожна елементарна частинка має античастинку. Частинки відрізняються від античастинок тільки знаками зарядів, інші їх характеристики - тотожні.

Під час зіткнення частинки і античастинки відбувається їх **анігіляція** (зникнення), що супроводжується народженням фотонів великої енергії. Може протікати й зворотний процес – **народження** пари частинка-античастинка

3 Час життя. Розрізняють стабільні, квазістабільні і нестабільні (резонанси) елементарні частинки. **Стабільні частинки:** фотон, електрон, протон і нейтрино.

Нестабільні частинки через певні проміжки часу зазнають **самочинних** перетворень в інші частинки. Нестабільні частинки розрізняються за часом життя.

Квазістабільні частинки розпадаються за рахунок електромагнітної та слабкої взаємодій. Час життя $> 10^{-20}$ с (для вільного нейтрона навіть ~ 15 хв).

Резонанси - елементарні частинки, які розпадаються за рахунок сильних взаємодій. Часи життя 10^{-23} - 10^{-24} секунд

4 Маса та розмір. Більшість мають масу близьку до маси протона. (помітно меншою є лише маса електрона). Визначені з дослідів розміри протона, нейтрона, пі-мезона за порядком величини складають 10^{-15} м. **Розміри електрона – не встановлені.**

5 Спін є цілим або півцілим величини \hbar . В цих одиницях спін пі- та К-мезонів дорівнює 0, у протона, нейтрона і **електрона** $=1/2$, у фотона $= 1$. існують частинки з більшими спінами.

6 Електричний заряд. Електричні заряди відомих Е. ч. є цілими кратними величині $e \approx 1,6 \times 10^{-19}$ К, яка називається елементарним електричним зарядом.

Електронні прилади

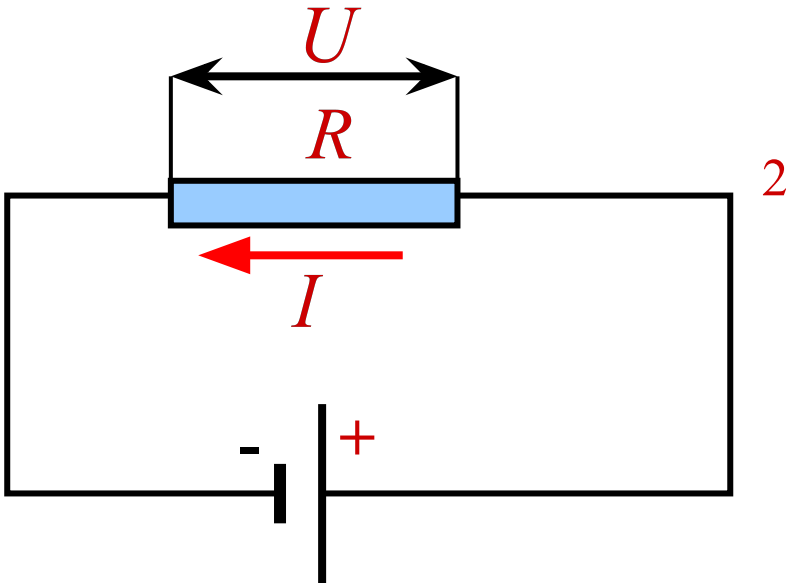
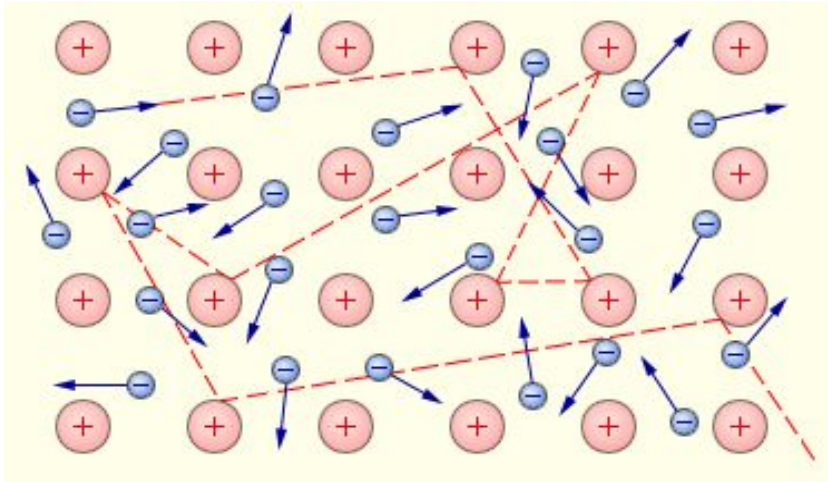
З зіставлення електрики і механіки випливає, що:

- **енергія електричного поля** аналогічна **потенційній енергії пружної деформації**
- **енергія магнітного поля аналогічна кінетичній енергії;**
- **індуктивність L** відіграє роль **маси m**
- **$1/C$** – роль **коефіцієнта пружності k**
- **Заряд q** відповідає **зміщенню маятника x**
- **сила струму I** відповідає **швидкості v**
- **напруга U** відповідає **прискоренню a**

Це можна використати

Електрон є найлегшим зі складових атома. Маса $9,11 \cdot 10^{-31}$ кг., Негативний заряд
Розмір - занадто малий для виміру сучасними методами

Електронні прилади



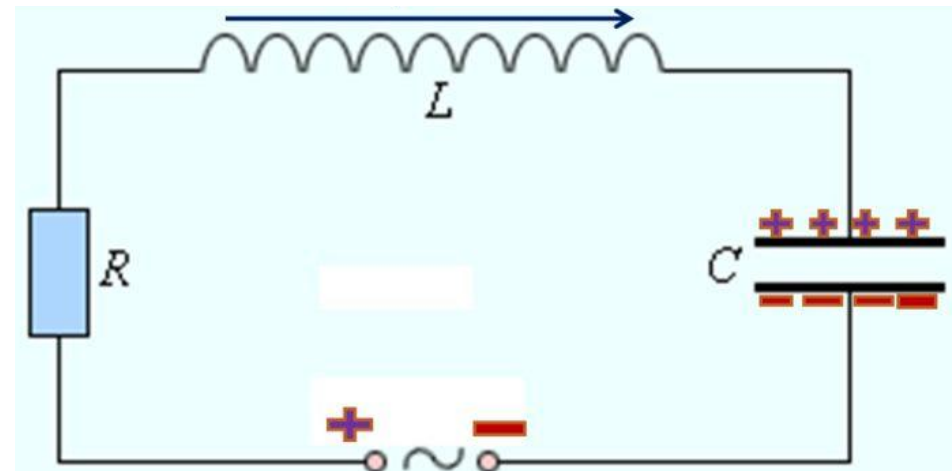
ξ, r
Коло постійного струму



Термінатор

Начало

RadioMaster.com.ua





Металлопленочные резисторы-предохранители **NFR** 12 кОм ±5%

Металлопленочные общего применения **SFR** 12 кОм ±5%

Толстопленочные высокоомные, высоковольтные (>10 МОм; >1 кВ) **VR** 2.7 МОм ±5%

Металлопленочные мощные (1 Вт/2 Вт) **PRO1/2** 82 кОм ±5%

MRS16 47 кОм ±10%

Металлопленочные прецизионные **MRS25** 390 кОм ±10%; ±50 ppm/°C

1008 или 108 = 1 Ом

3303 или 333 = 33 кОм

1006 или 106 = 10 МОм

R470 = 0.47 Ом

0 = 0.0 Ом



0.68 мкГн ± 20%

2.7 мкГн ± 5%

22 мкГн ± 20%

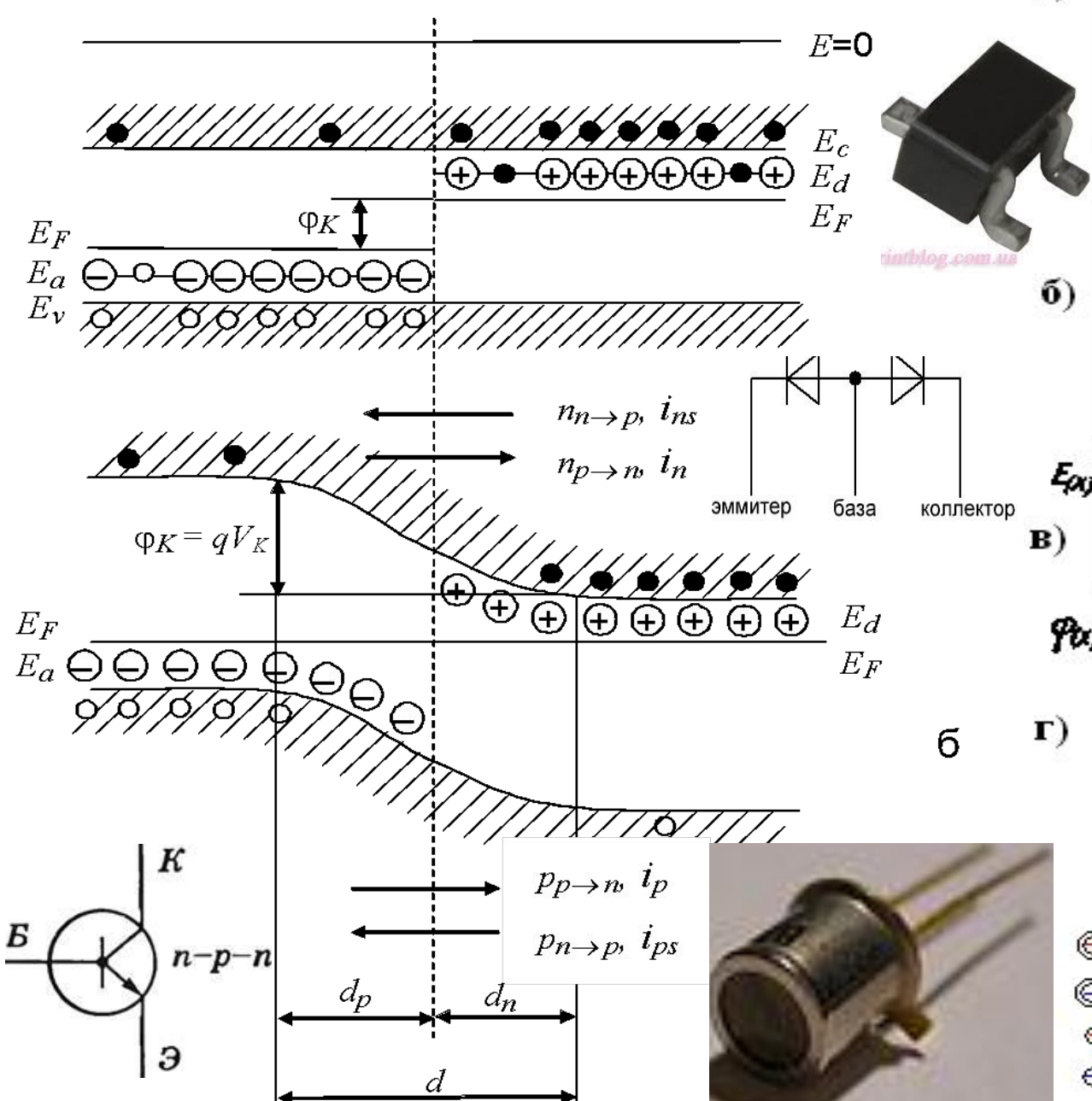
220 мкГн ± 10%

47 мГн ± 20%

1 мГн ± 10%



Електронні прилади



tinblog.com.ua



а)

б)

в)

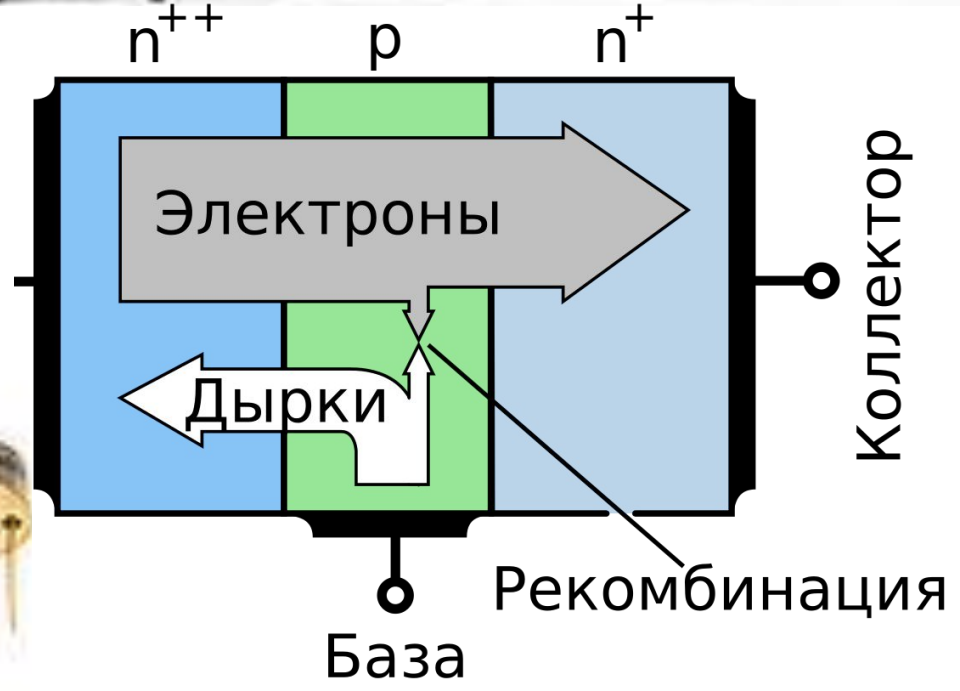
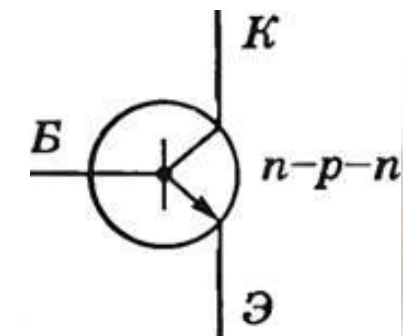
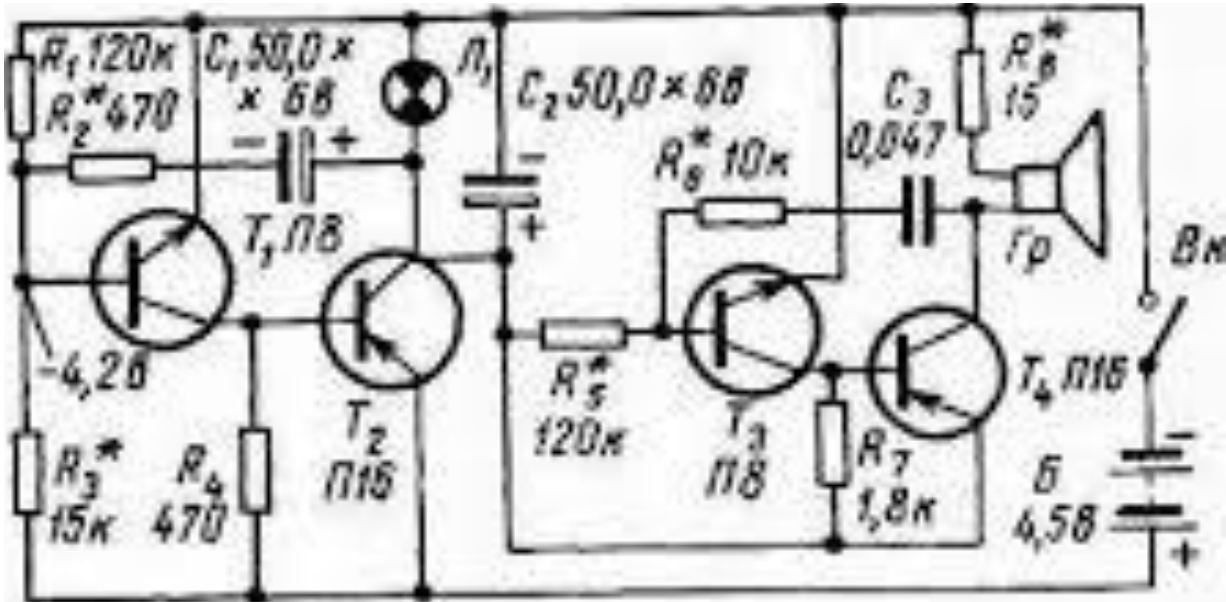
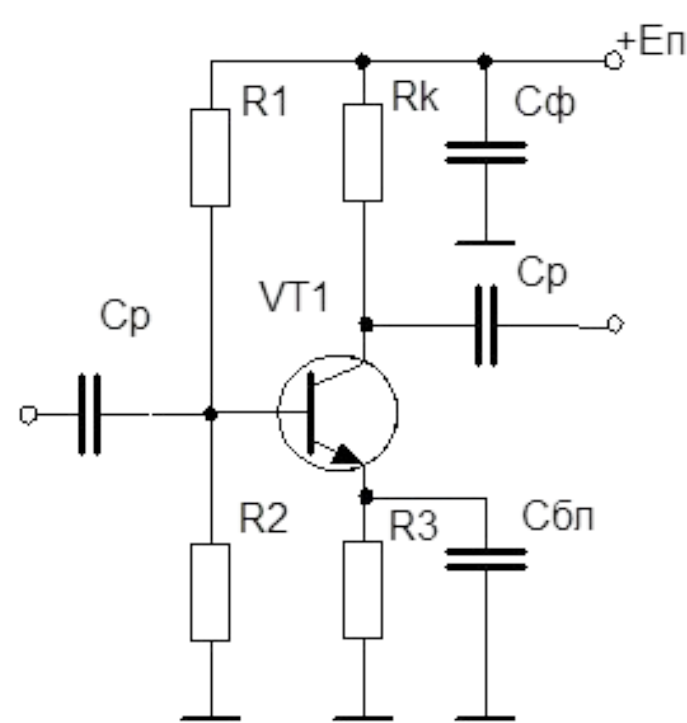
г)

б

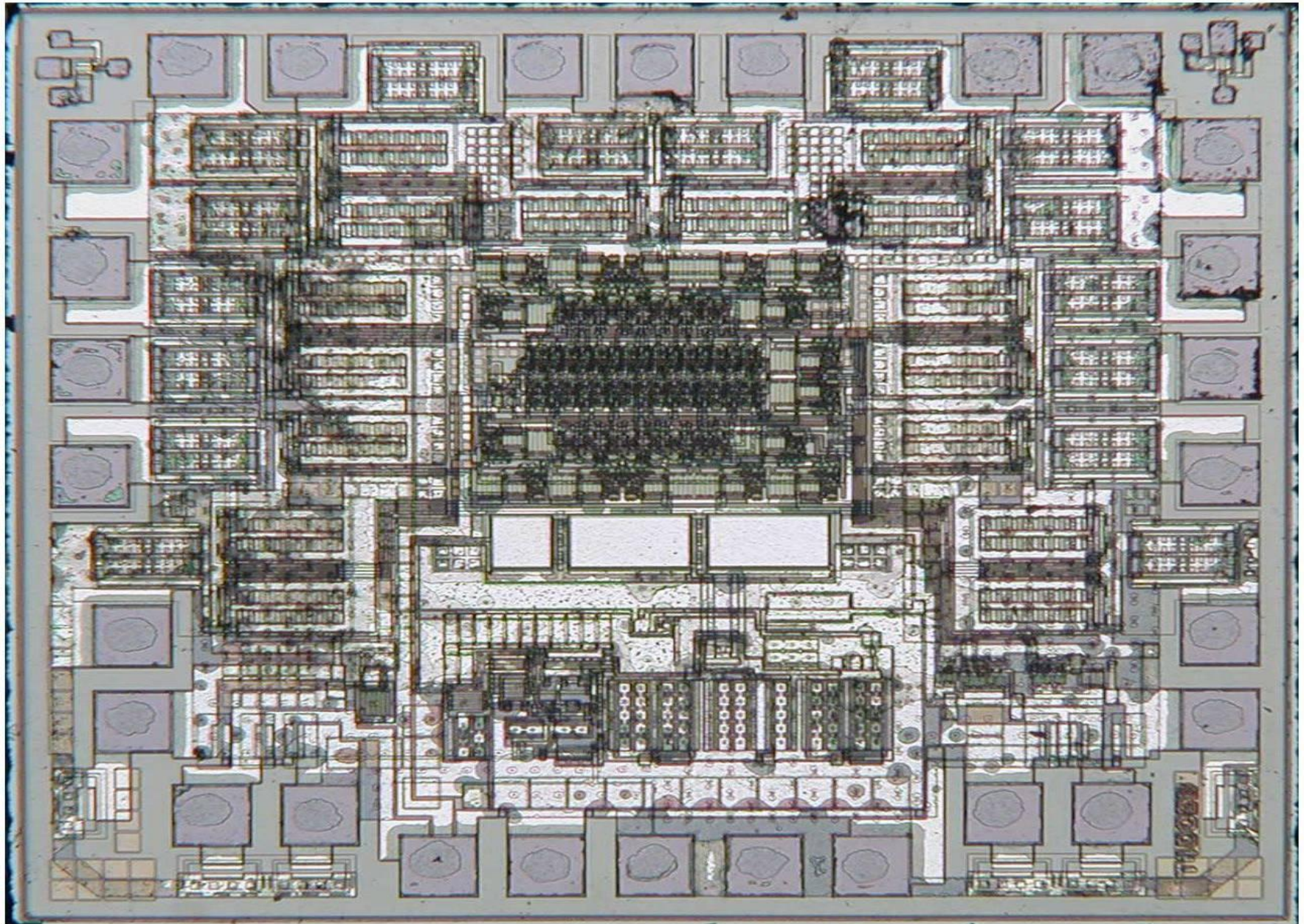
Електронні прилади

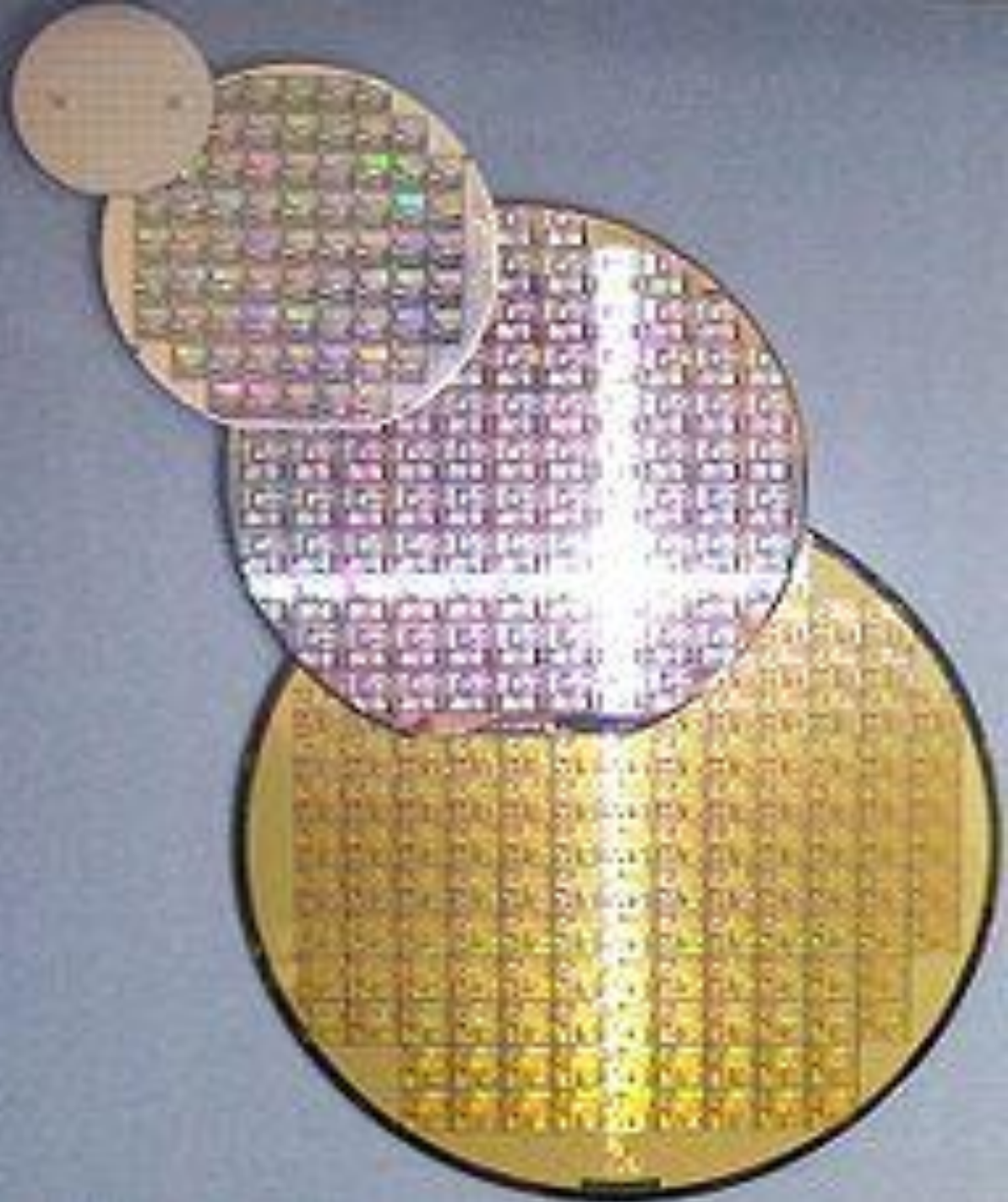


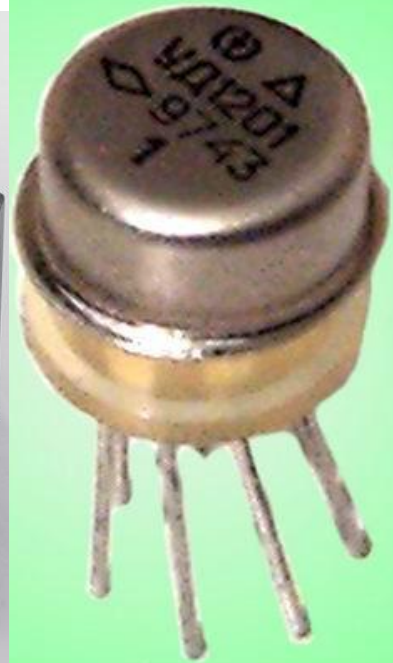
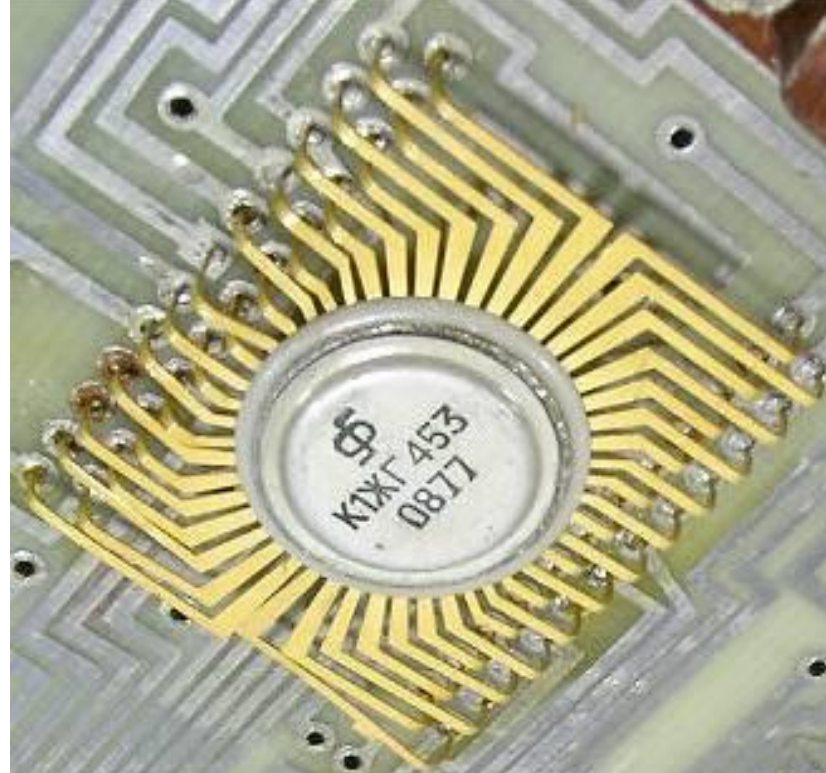
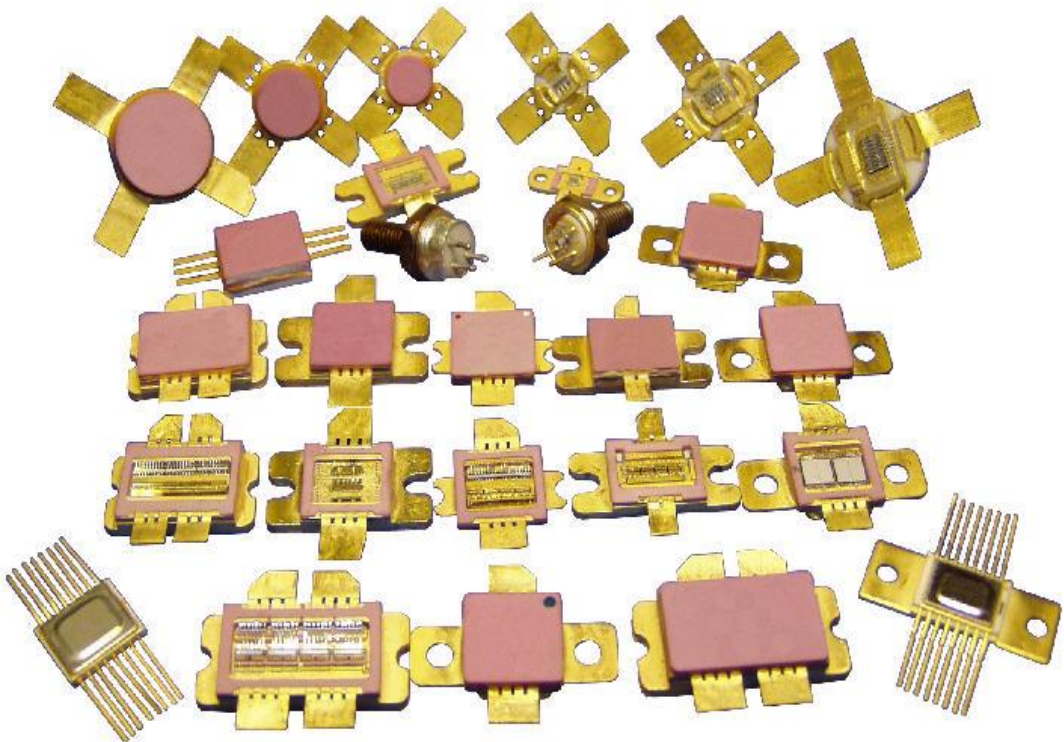
Електронні прилади

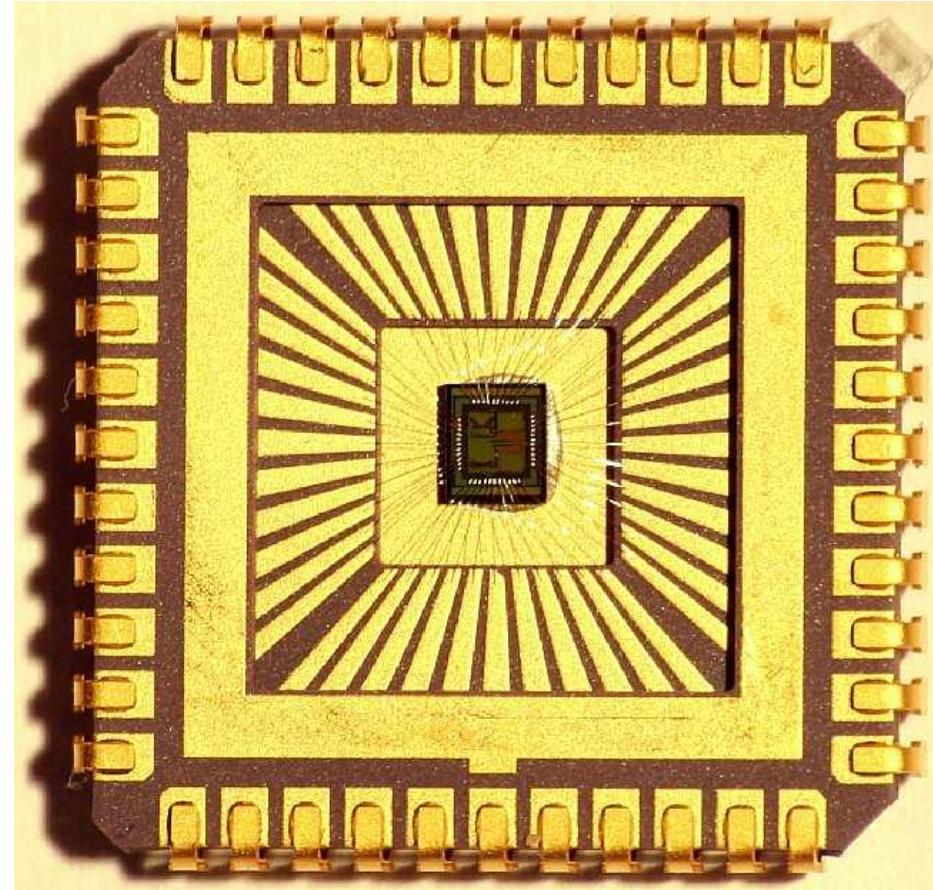
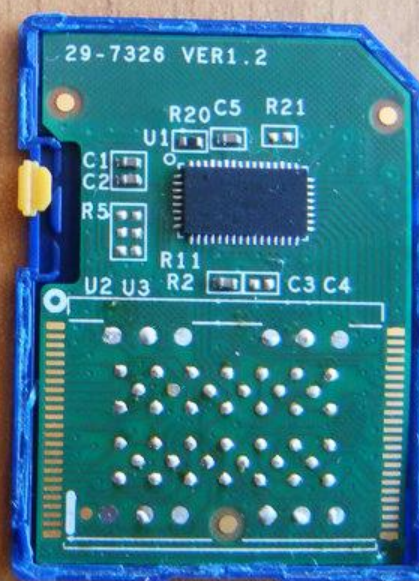


Ідею «... всю електроніку можна зібрати у вигляді єдиного блоку ...» висловив Джефф Даммер на початку 50-их. У 1956 досліді Даммера вийшли невдалими, але в 1959 Кілбі вдалося зробити першу працюючу мікросхему.







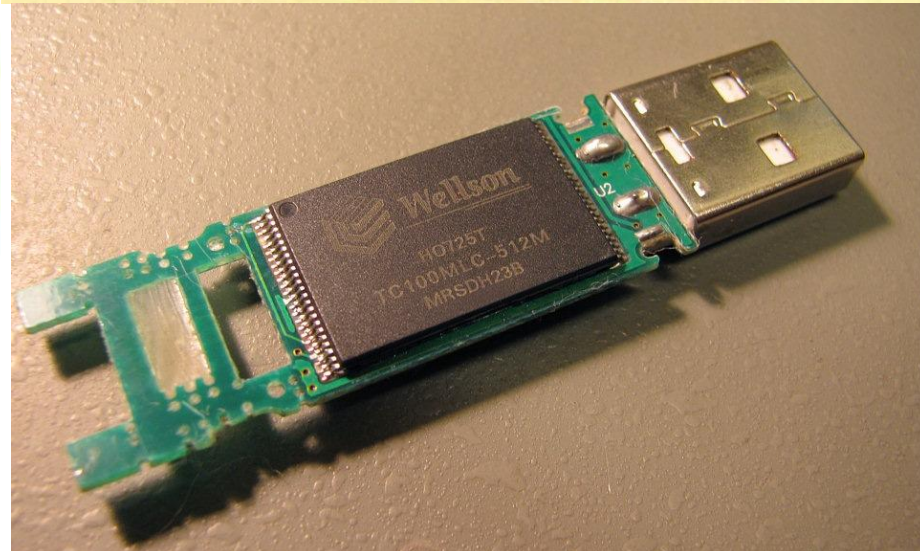


SIM CARD GUIDE

Standard

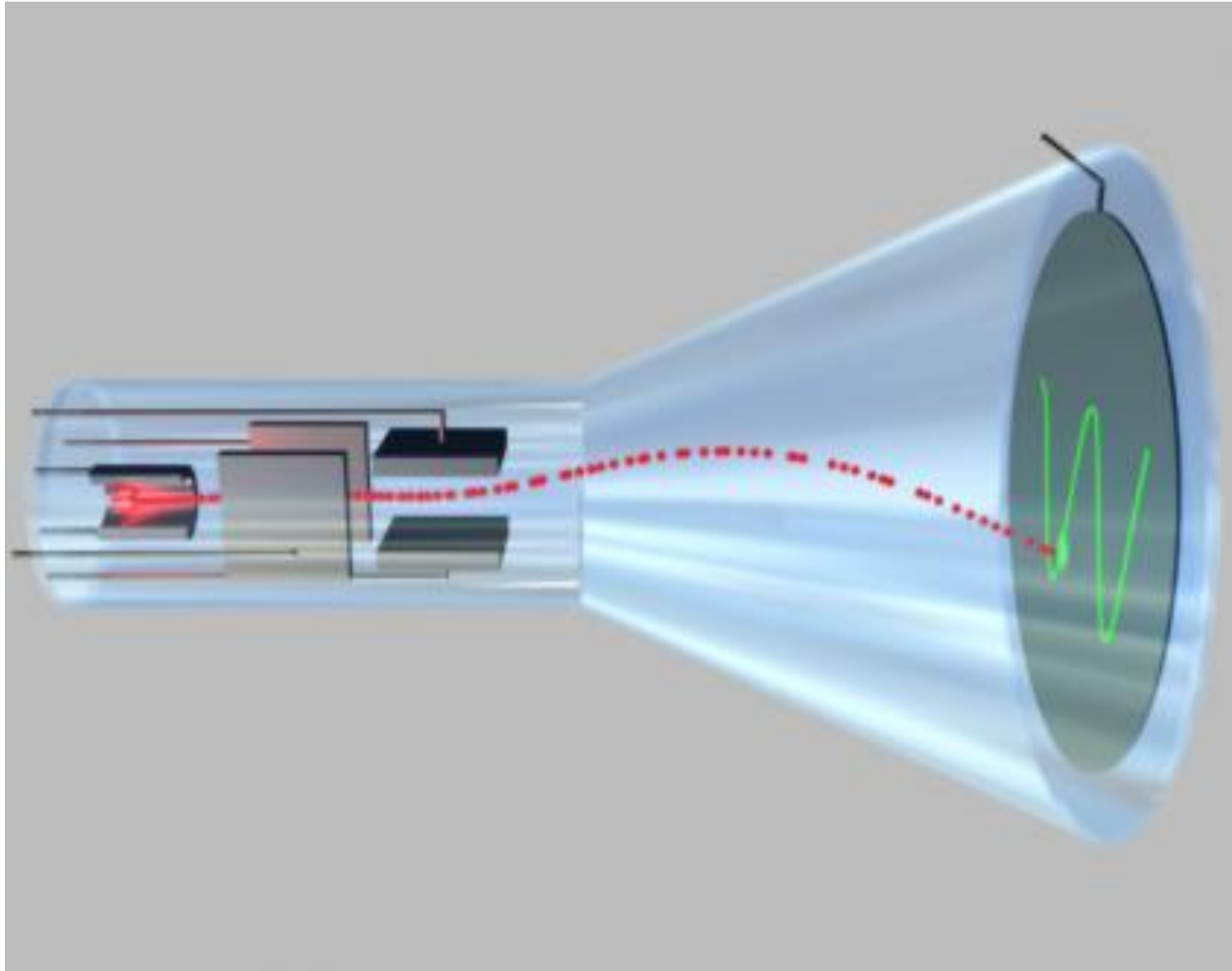
Micro

Nano





Електронні прилади



- У 1900 р. була опублікована робота

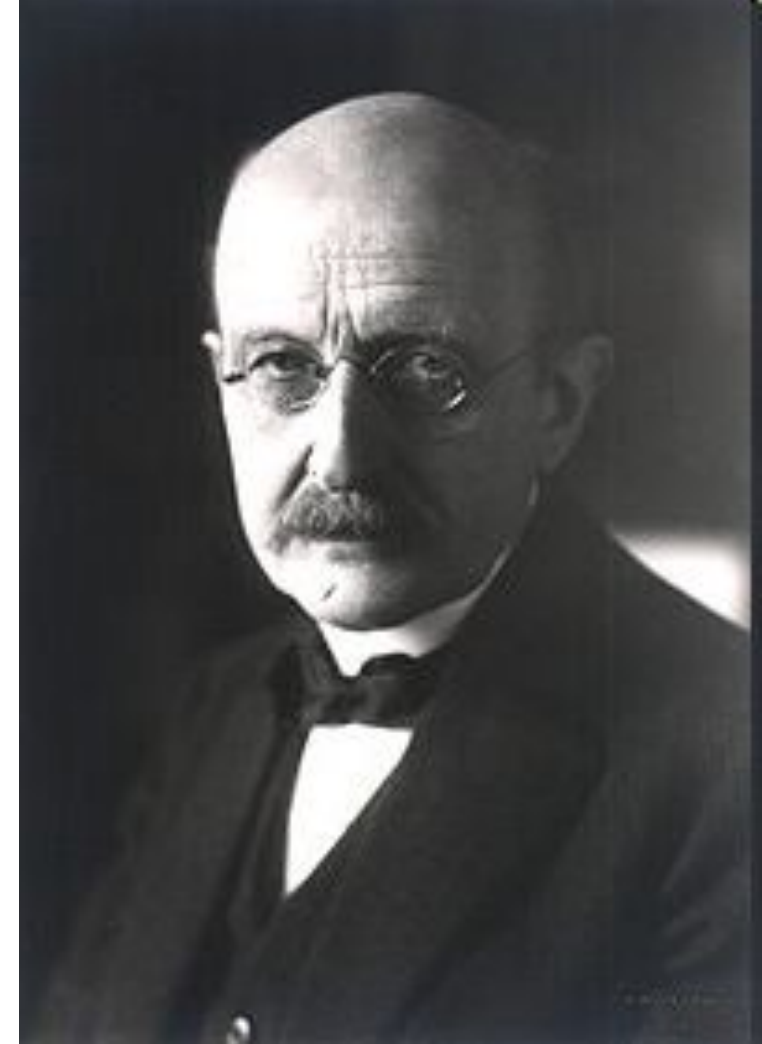
М. Планка

присвячена проблемі теплового випромінювання. Припустивши, що випромінювання відбувається не безперервно, а порціями - квантами, він отримав формулу для розподілу енергії по спектру теплового випромінювання.

- Так, вперше у фізиці з'явилася нова фундаментальна константа -- постійна Планка h . Гіпотеза Планка про квантову природу теплового випромінювання суперечить основам класичної фізики і показала межі її застосовності.

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m\nu}$$



ФОРМУЛА ПЛАНКА

- Планк припустив, що світло випромінюється порціями – квантами.

Енергія кванта світла

$$\varepsilon = h\nu$$

- $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ - стала Планка. Стали Планка – це універсальна константа, яка відіграє у квантовій механіці величезну роль

$$r_{\nu, T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

Висновки з формули Планка

- 1 Дає кінцеве значення енергії випромінювання абсолютно чорного тіла у всьому діапазоні частот – закон Стефана - Больцмана

$$R = \int_0^{\infty} r_{\nu, T} d\nu = \frac{2\pi h}{c^2} \int_0^{\infty} \frac{\nu^3 d\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} = \frac{2\pi k^4}{c^2 h^3} T^4 \int_0^{\infty} \frac{\left(\frac{h\nu}{kT}\right)^3 d\left(\frac{h\nu}{kT}\right)}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} = \sigma T^4$$

Висновки з формули Планка

- 2** Для малих частот $h\nu \ll kT$ співпадає з формулою Релея – Джинса

$$e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1 \approx 1 + \frac{h\nu}{kT} - 1 = \frac{h\nu}{kT}, \text{ тоді } r_\nu \approx \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT$$

- 3** Для великих частот $h\nu \gg kT$ описує випромінювання в області високих частот. Тобто, **ультрафіолетова катастрофа ліквідована!**

$$e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1 \approx e^{\frac{h\nu}{kT}}, \text{ тоді } r_\nu \approx \frac{2\pi\nu^3}{c^2} e^{-\frac{h\nu}{kT}}$$

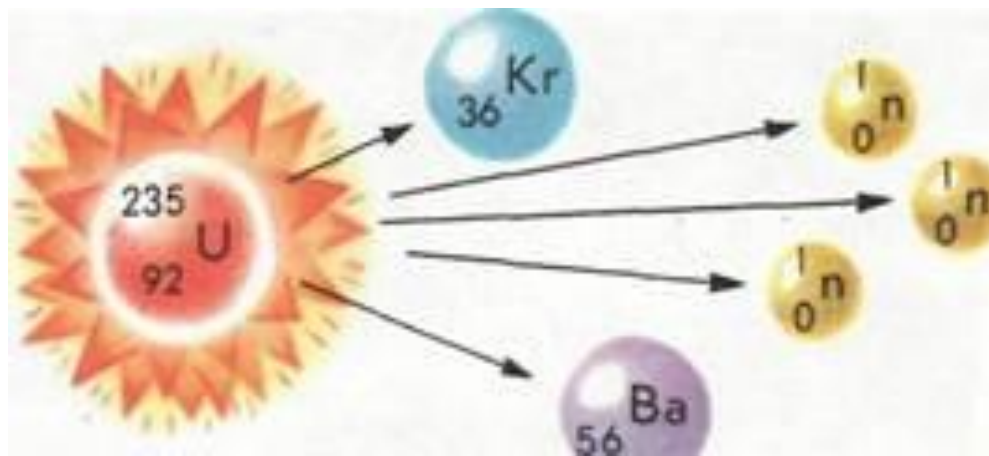
Ядерні реакції -

штучні перетворення атомних ядер при
взаємодії їх з елементарними
частинками

або одне з одних

УМОВИ:

- 1) Частинки близько наближаються до ядра і потрапляють в сферу дії ядерних сил;
- 2) Частинки повинні мати велику кінетичну енергію



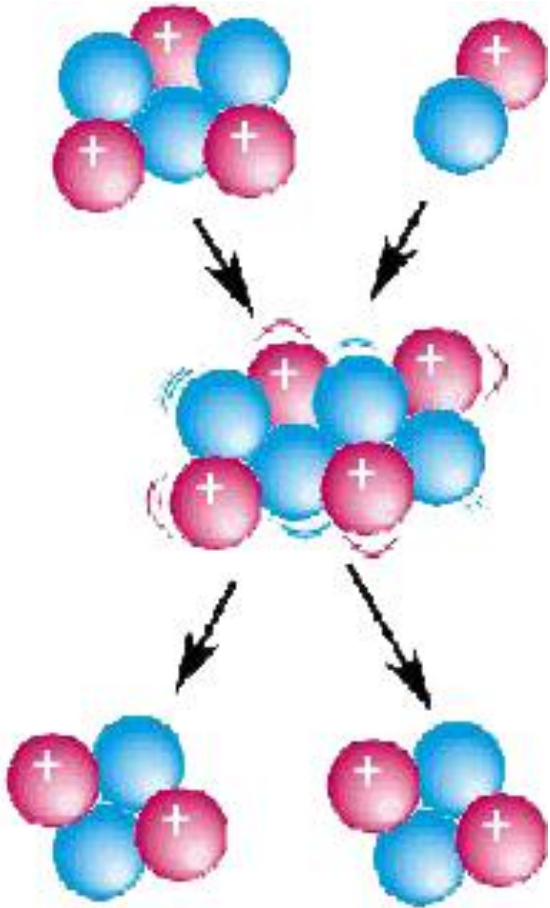
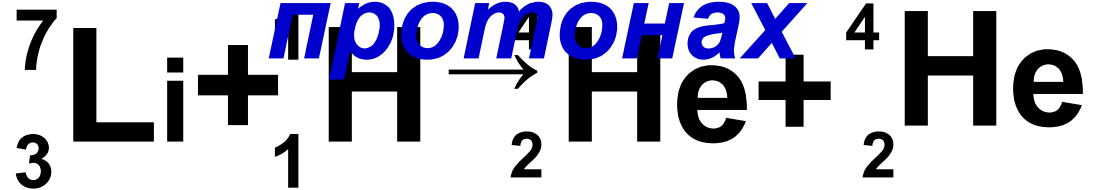
Перші ядерні

реакції

Е. Резерфорд, 1932 р.

Ядерна реакція
на швидких

протонах



Класифікація ядерних реакцій:

1. За енергією частинок, що їх викликають:

2. За видом ядер, що приймають участь у реакції:

*реакції на легких ядрах ($A < 50$), середних ($50 < A < 100$)
и важких ядрах ($A > 100$);*

3. За природою бомбардуючих частинок:

реакції на нейтронах, квантах, заряджених частинках;

4. За характером ядерних

Енергетичний вихід ядерних реакцій
це різниця енергій спокою ядер до реакції
та після реакції

Прикла ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

$$\Delta m = (m_{{}^2_1\text{H}} + m_{{}^3_1\text{H}}) - (m_{{}^4_2\text{He}} + m_{{}^1_0\text{n}})$$

Якщо $E < 0$, то енергія виділяється
(екзотермічна);

Якщо $E > 0$, то енергія поглинається
(ендотермічна).

Ядерні реакції на нейтронах

1934 г., Е.Фермі - опромінював нейтронами

майже всі елементи періодичної системи.

Нейтрони, не маючи заряду, безперешкодно проникають в атомні ядра і викликають їх зміни.

$${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{11}^{24}\text{Na} + {}_2^4\text{He}$$


Реакції на швидких нейтронах.
Реакції на повільних нейтронах
(більш ефективні, ніж швидкі;
в сповільнюють в звичайній воді)

ПОДІЛ ЯДЕР УРАНУ

Відкриття в 1938 г. О. Ган, Ф. Штрассман

Пояснення у 1939 г. О.Фріш, Л.Мейтнер

Деление

При бомбардуванні нейтронами ^{235}U утворюється 80 різноманітних ядер. Найбільш ймовірний поділ на Kr-91 і Ba-142

в соотношении 2/3



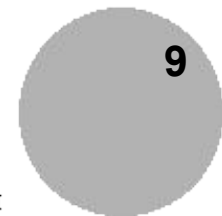
осколок



вторичные нейтроны



осколок



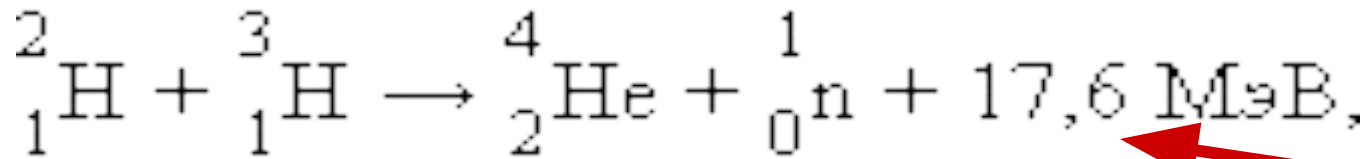
Ланцюгова ядерна реакція

Для здійснення ланцюгової реакції необхідно, щоб середня кількість вивільнених нейтронів з часом не зменшувалася.

Відношення кількості нейтронів в будь-якому «поколінні» до кількості нейтронів в попередньому «поколінні» називають коефіцієнтом розмноження

Якщо $k < 1$, реакція швидко затухає,
Якщо $k = 1$, то реакція проходить з постійною інтенсивністю (керована),
Якщо $k > 1$, реакція проходить лавиноподібно (не керована) і призводить до ядерного вибуху

Термоядерний синтез -
реакція об'єднання легких ядер при
дуже високій температурі, яка
супроводжується виділенням енергії



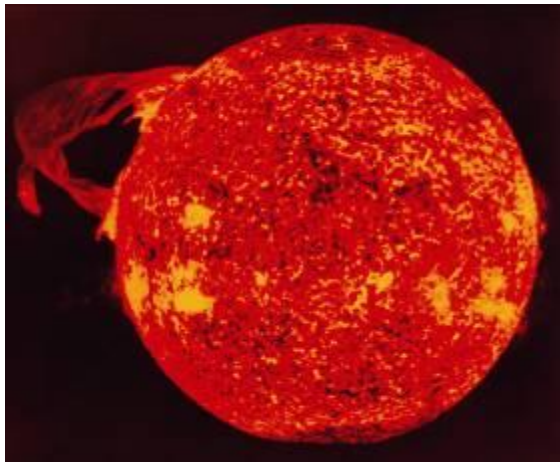
Енергетично дуже

іона!!!

1. **Самопідтримуються -**
в недрах Землі, Сонця та інших
зірок.

2. **Некерована- воднева бомба!!!**

3. **Ведуться роботи по здійсненню**
керованої термоядерної реакції.

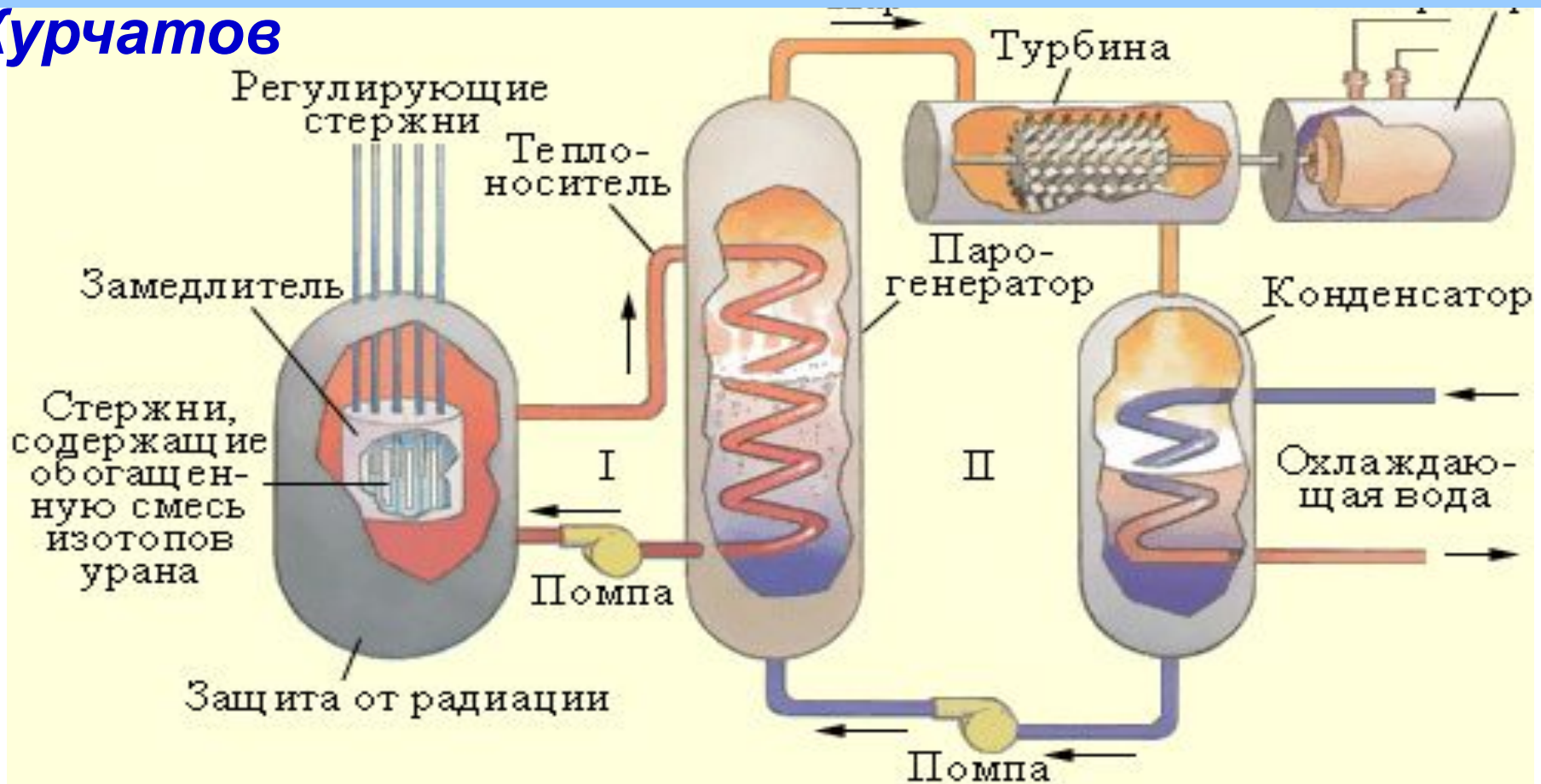


ядерні технології

Ядерний реактор – установка, в якій здійснюється керована ланцюгова реакція поділу важких ядер

**Перший ядерний реактор: США, 1942 г., Э.Фермі,
Поділ ядер урану В Росії: 25 грудня 1946 г., І.В.**

Курчатов



Умови роботи:

- 1) Пальне - природний уран, збагачений до 5% ураном-235, торій або плутоній
- 2) Сповільнювач - важка (D_2O) або звичайна вода
- 3) Для зменшення витікання нейтронів активна зона оточена шаром відбивача (графіт)
- 4) Ядерне пальне вводять в активну зону в вигляді стрижнів. Температура 800K-900 K
- 5) Управління за допомогою регулюючих стрижнів із з'єднань бору та кадмію, активно поглинають нейтрони
- 6) Система охолодження для відводу тепла з активної зони реактора (вода, рідкі метали, деякі органічні рідини)
- 7) Системи дозиметричного контролю та біологічного захисту навколишнього середовища від протонів, нейтронів, γ -випромінювання
- 8) Після 30-40 років служби реактор не підлягає

Застосування ядерної енергії

Атомна енергетика

**Перша АЕС,
1954 г.,
м. Обнінск,
потужність 5000
кВт**



На середину 2008 року у світі працює бл. 440 АЕС.

Усі вони зосереджені в 30 країнах світу, зокрема:

 США — 103 АЕС.
 Франція — 59 АЕС.
 Японія — 55 АЕС.
 Росія — 10 АЕС.
 Україна — 4 АЕС.

Найбільша АЕС в Європі — Запорізька атомна електростанція в місті Енергодарі (Запорізька область), будівництво якої розпочато 1980 року

В Україні розташовані 5 АЕС:

Чорнобильська атомна електростанція (ЧАЕС) — у м. Прип'ять
(Київська обл.)

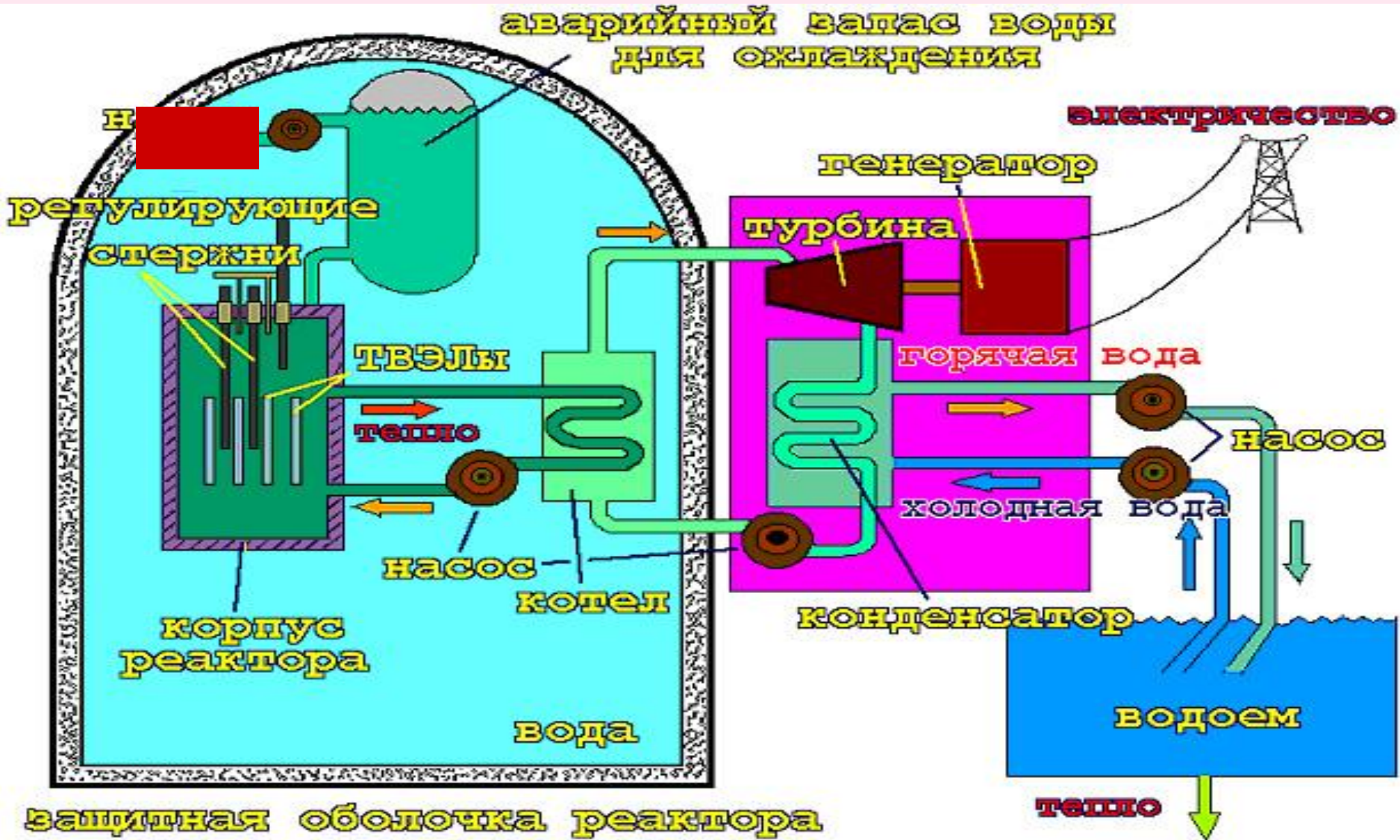
Південно-українська атомна електростанція — у м. Южноукраїнськ
(Миколаївська обл.)

Хмельницька атомна електростанція — у м. Нетішин на Хмельниччині

Запорізька атомна електростанція — у м. Енергодар
(Запорізька область)

Рівненська атомна електростанція — у м. Кузнецовськ

Будова АЕС





1) Не можна розташовувати в густонаселених районах - потенційна загроза радіоактивного ураження!!!!

2) Складнощі захоронення радіоактивних відходів та демонтажем атомних електростанцій, які відслужили свій термін



1) Не споживають дефіцитного органічного

2) Не завантажують перевезеннями вугілля ЗД-транспорт,

3) Не споживають атмосферне повітря,

4) Не засмічують середовище золою і продуктами згоряння.



В 1955 р. Засновано **МАГАТЄ**

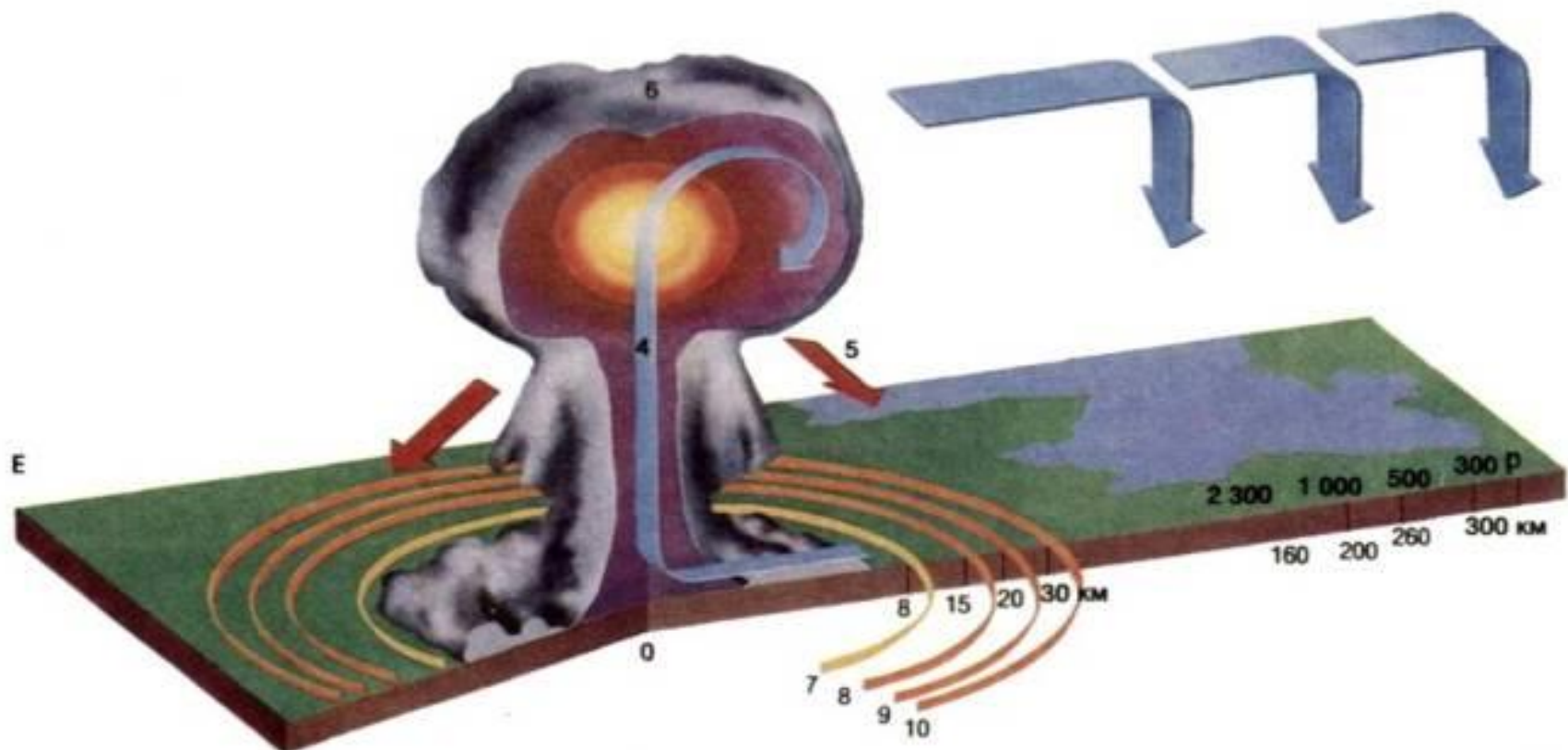
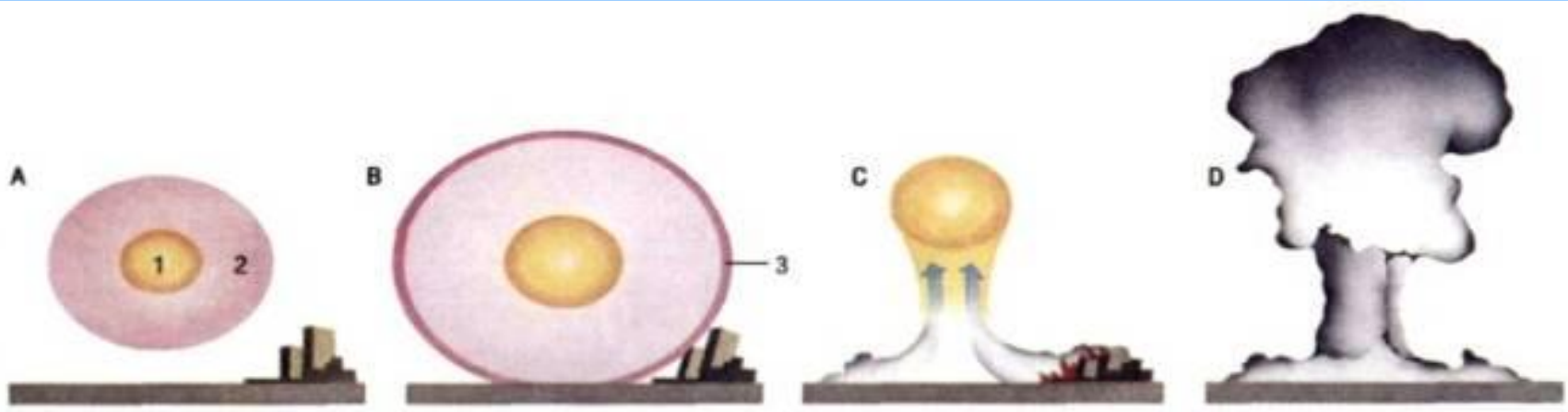
МІЖНАРОДНЕ АГЕНТСТВО З АТОМНОЇ ЕНЕРГІЇ (МАГАТЄ) є міжурядовою організацією, яка на основі угоди з ООН з 1956 р. входить в загальну систему Об'єднаних Націй. МАГАТЄ уповноважене: заохочувати і підтримувати вивчення, розвиток і практичне використання атомної енергії в усьому світі в цивільних цілях; посередником в обміні послугами та матеріалами між своїми членами за їх бажанням; забезпечувати використання матеріалів, послуг і обладнання для розвитку атомної енергетики в мирних цілях; заохочувати обмін науковою і технічною інформацією у сфері мирного використання атомної енергії; вживати заходів безпеки для запобігання використанню ядерних матеріалів у військових цілях; разом з відповідальними за ці питання органами та інститутами системи ООН визначати і встановлювати норми в області безпеки та охорони здоров'я.



Ядерна зброя

... На відміну від звичайної зброї, справляє руйнівну дію за рахунок ядерної, а не механічною або хімічної енергії. За руйнівною мощі тільки вибухової хвилі одна одиниця ядерної зброї може перевершувати тисячі звичайних бомбі артилерійських снарядів. Крім того, ядерний вибух чинить на все живе згубний теплове і радіаційне дію, причому, як правило, на великих площах.

Радіус ураження при ядерному вибуху



**Перша атомна бомба
СРСР - «РДС-1»
ядерний заряд вперше
випробуваний
29 серпня 1949
на Семипалатинському
полігоні.**

**Потужність заряду до
20 кілотонн
тротилового
еквівалента.**

**Музей РФЯЦ-ВНІІТФ
м. Снежінск**



Відокремлювана моноблочна головна частина балістичної ракети

Пуск здійснюється з підводного човна на дальність до 1500 км.

У цьому ракетному комплексі вперше реалізований підводний пуск ракети з глибини 40-50 м. Виріб має в своєму складі термоядерний заряд мегатонного класу.

Габаритні розміри: довжина 2300 мм,
діаметр 1304 мм. Маса 1144 кг.

Виріб розроблялося і випробовувалося на початку 1960-х рр., прийнято на озброєння в 1963 р.
Музей РФЯЦ-ВНІІТФ р. Снежинск.





Головна частина міжконтинентальної балістичної ракети

Довжина 1893 мм, діаметр міделю 1300 мм, маса 736 кг. Заряд термоядерний мегатонного класу. корпус має багат шарову конструкцію, що передбачає силову оболонку і теплозахист. наконечник корпусу виконаний з радіо прозорого матеріалу.

Розробка та випробування проводилися в 1960-х рр..

Музей РФЯЦ ВНИИТФ, м. Снежинск

Низькоенергетичні ядерні реакції

• **холодний термоядерний синтез**

(Експериментальна установка являє собою ємність з електролітом із суміші хлоридів паладію, літію і окису дейтерію. При пропущенні струму паладій і дейтерій осідають на електродах. Відповідно до теорії холодного термоядерного синтезу, під час дифузії на цих електродах молекули дейтерію стикаються, утворюючи молекули гелію. При цьому вивільняються високоенергетичні нейтрони, які повинні бути виявлені.)

• **біологічна трансмутація**

«У мітохондріях клітини за рахунок перескоків електрона від Fe^{2+} до Fe^{3+} генерується високочастотне електромагнітне поле з частотою 10^{28} Гц. У цьому полі прискорюються протони. Оскільки поле високочастотне, воно вільно проникає всередину ядер атомів і змінює напрямок дії кулонівських сил відштовхування між протонами на притягання, після чого протони зливаються.»

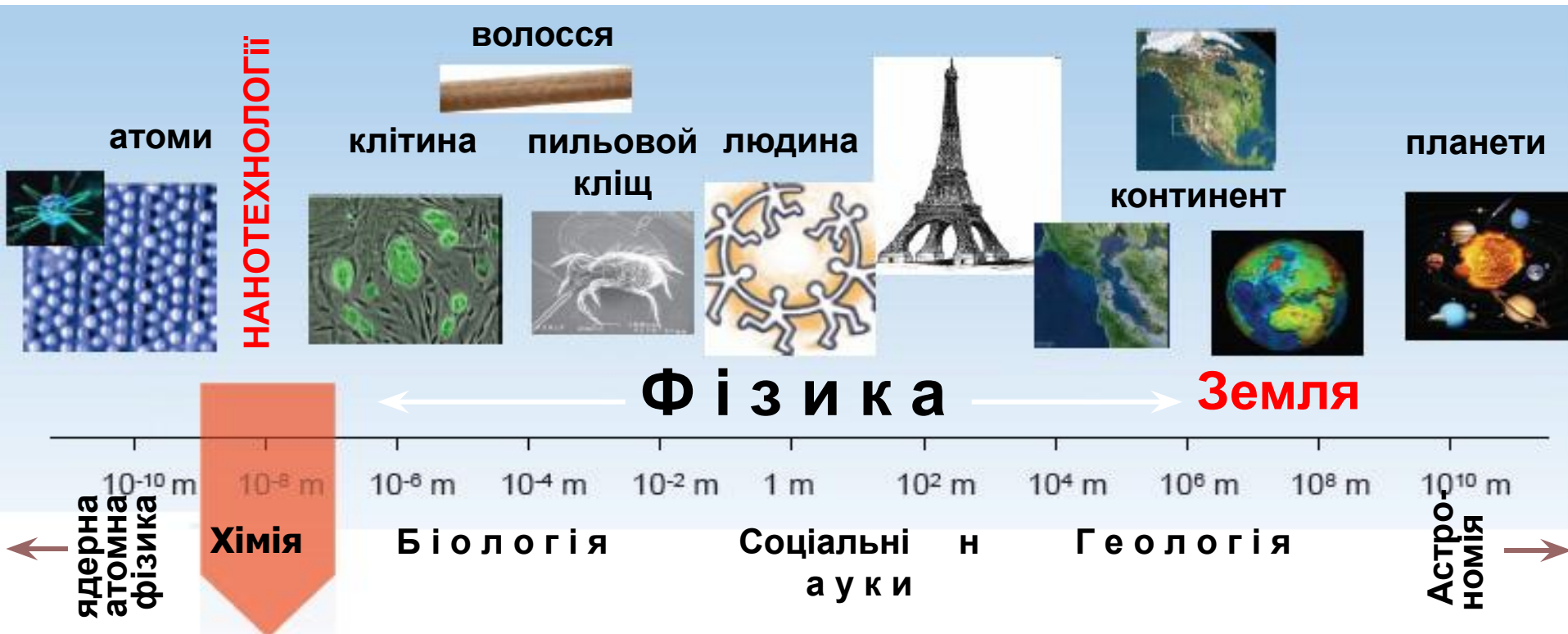
• **бульбашковий термоядерний синтез**

При проходженні ультразвукової хвилі через дейтерированного рідина в ній утворюються кавітаційні бульбашки в фазі розрідження, а в фазі стиснення вони схлопуються. Оскільки тиск в бульбашці визначається в основному лапласовським складовою $2\sigma/r$, то можна створити майже нескінченні тиску при стисненні і, як наслідок, термоядерні температури.

Насправді досяжні температури порядку 10000K (1eV) не дають підстав говорити про термояд, а всього лише про сонолюмінісценції. Нейтронів не виявляється.

Нанотехніка і нанотехнології

- В перекладі с грецького слово «нано» означає карлик. - 10^{-9} м
- IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry, Міжнародна спілка чистої і прикладної хімії) постановила, що якщо хоч б по одному виміру розміру об'єкту менш ніж 100 нм, то ми говоримо про наносистему - це і є рівень наномасштабів
- «Справжнє нано" починається з моменту появи наноефектів - змін фізичних властивостей речовин, пов'язаних з переходом до цих масштабів



Можливо примусити наносвіт працювати на людство !!!

Нанотехнології: між фізикою, хімією і

біологи

фахівці з інформатики і ЕОМ

хіміки

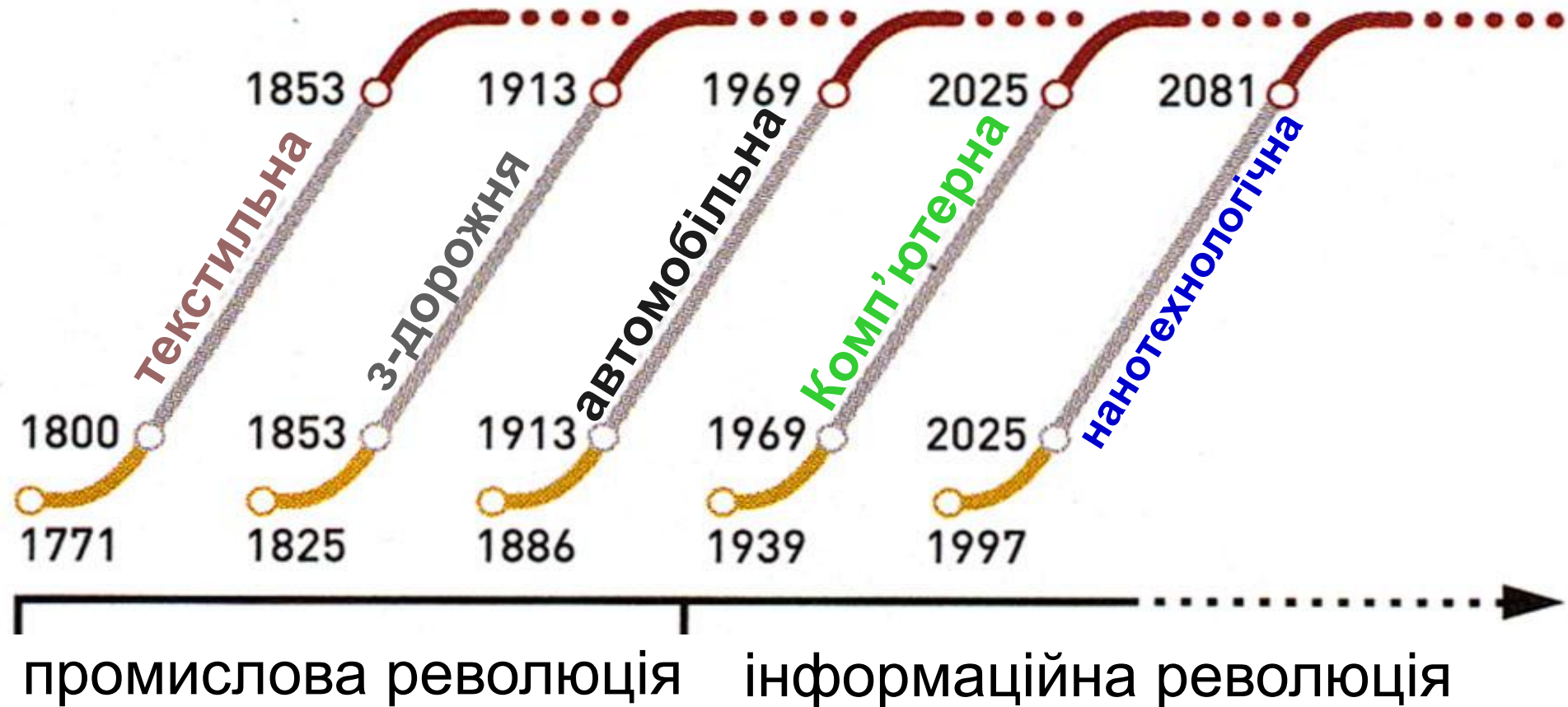
фізики

нанооб
єкти

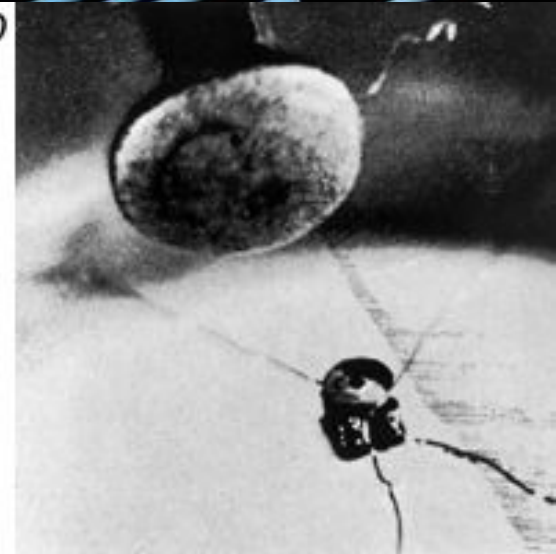
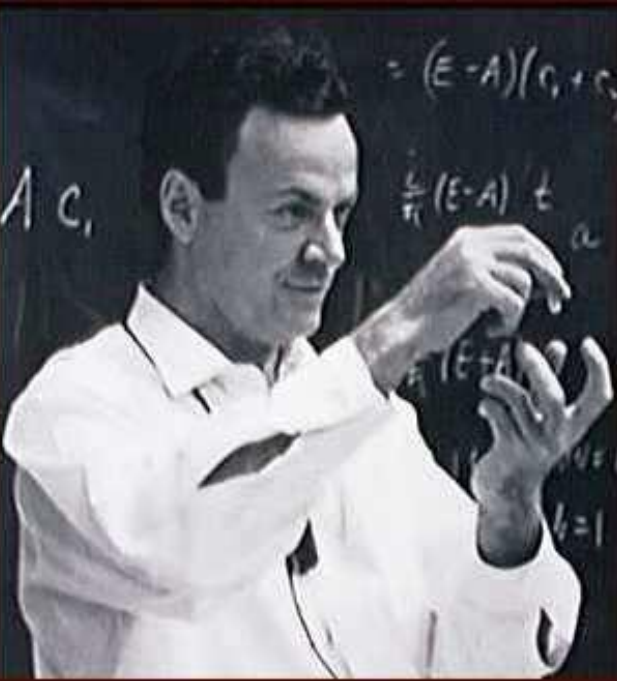
матеріалознавці

інжинери -

інжинери-електронщики



«ЗНИЗУ - ВВЕРХ» «ЗВЕРХУ - ВНИЗ».



Р. Фейнман (1959)

Річард Фейнман передбачив появу нанотехнологій ще в 1959 році, коли виступав з лекцією «Там, знизу, повно місця!» в Каліфорнійському технологічному інституті. На фото зліва Р. Фейнман розглядає за допомогою мікроскопа зроблений мікромотор, розміром 380 мкм, що показаний на малюнку зправа. Зверху на малюнку зправа показана голівка булавки.

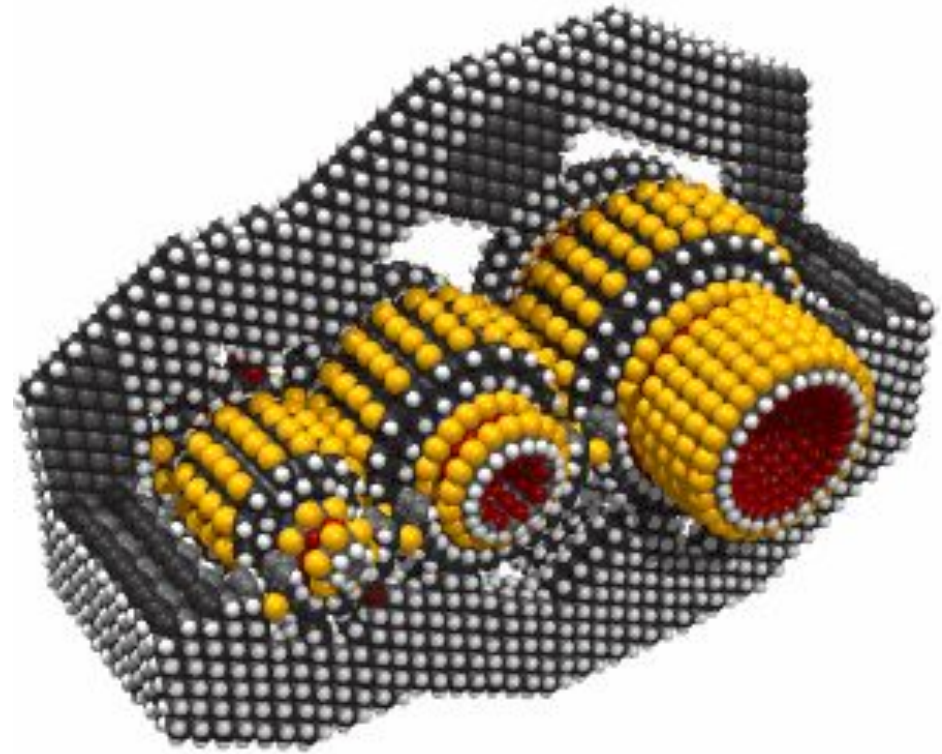
Mobile Cell Repairer (3D view)

Ремонтний наноробот

Машини творення: грядуща ера нанотехнології



Ерік Дрекслер – автор книги «Машини творення: грядуща ера нанотехнології», що став першим класиком нанотехнології



Анімація роботи редуктора з 15342 атомів

Щоб збирати наномашини, необхідно:

- 1) навчитися працювати з одиночними атомами – брати їх і ставити на потрібне місце.**
- 2) розробити складальники – нанопристрої, які могли б працювати з одиночними атомами.**
- 3) розробити пристрої, які б виготовляли наноскладальники, оскільки їх доведеться виготовити дуже і дуже багато.**

Інструменти нанотехнологій

Наномеханотроніка

Наносилотроніка

наноманіпуляторами

нанороботи

нанопіпетка

нанодіагностика

**Зондова
мікроскопія**

**Нанодроти
Наномотори**

**NEMS
технології**

**Молекулярні
роботи**

**Лазерний
пінцет**

**Спектро-
метрія**

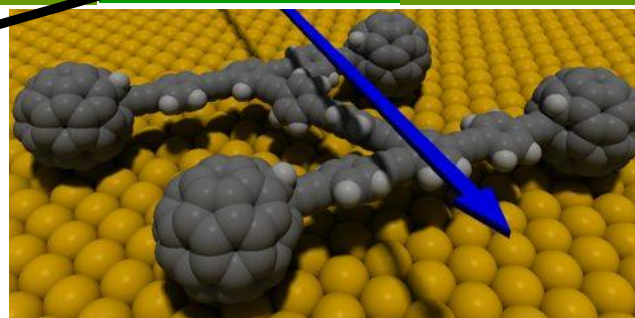
**Спектрофо-
тометрія**



Скануючий Зондовий Мікроскоп

Дізасемблери

Реплікатори?



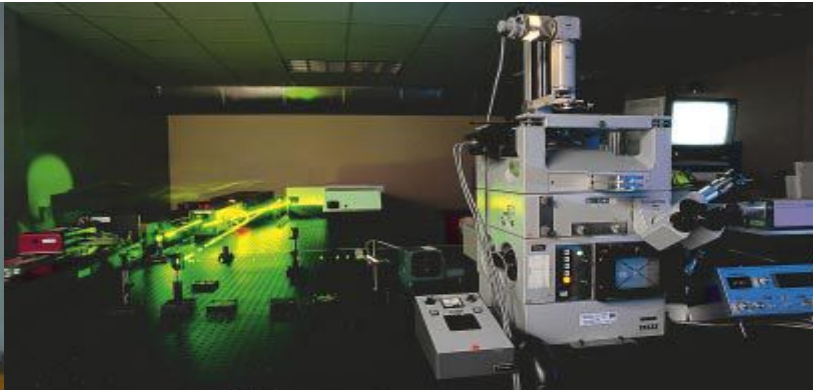
Наномашина з фулеренів



Спектрофотометр



Скануючий електронний мікроскоп

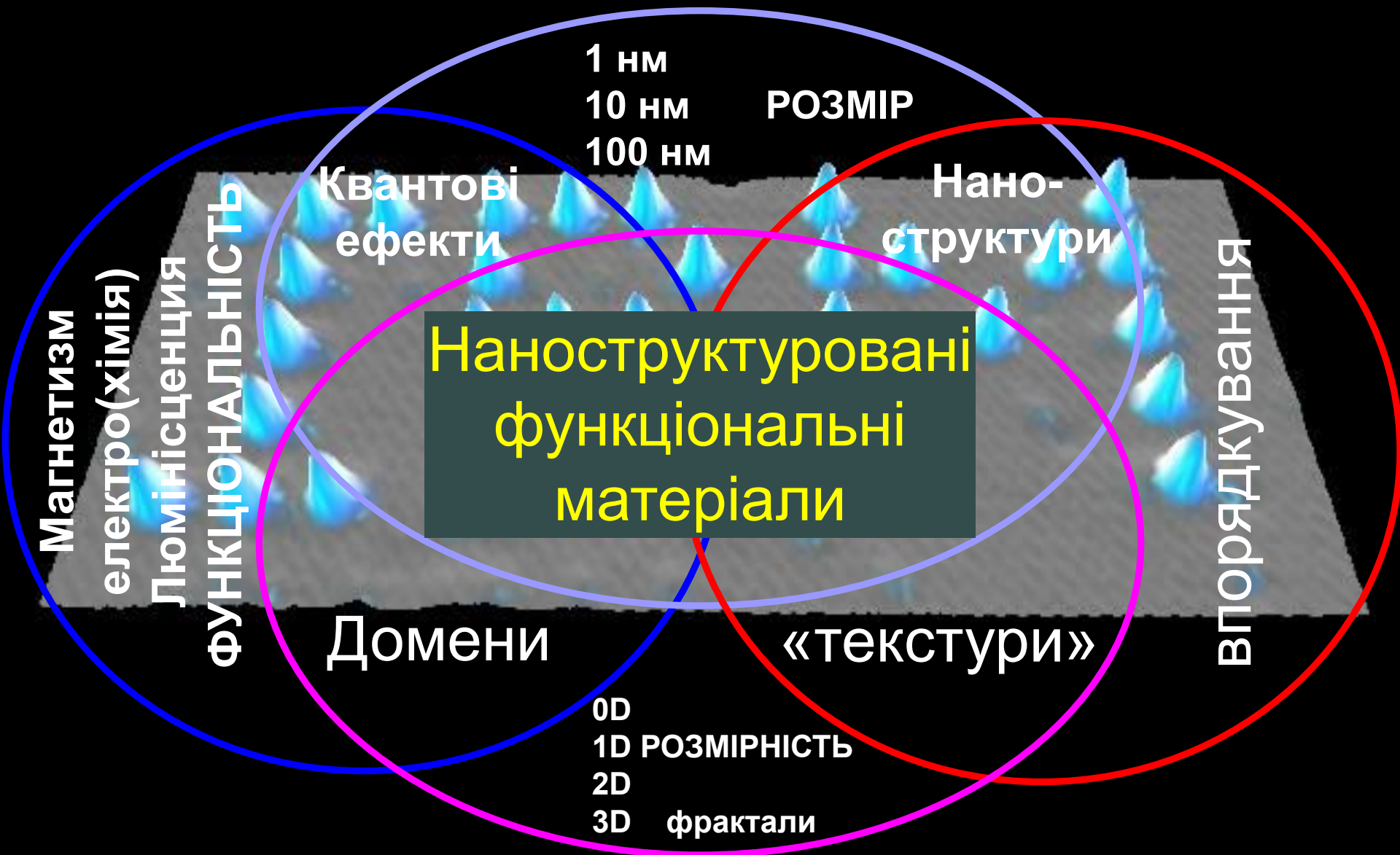


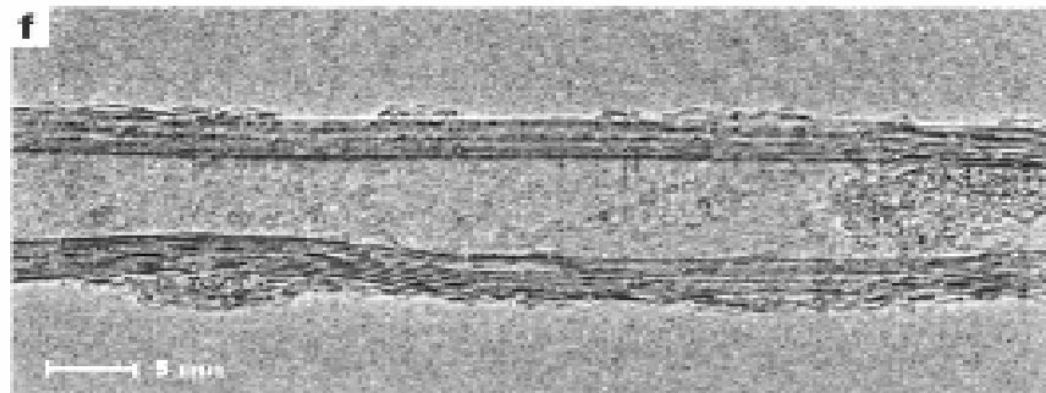
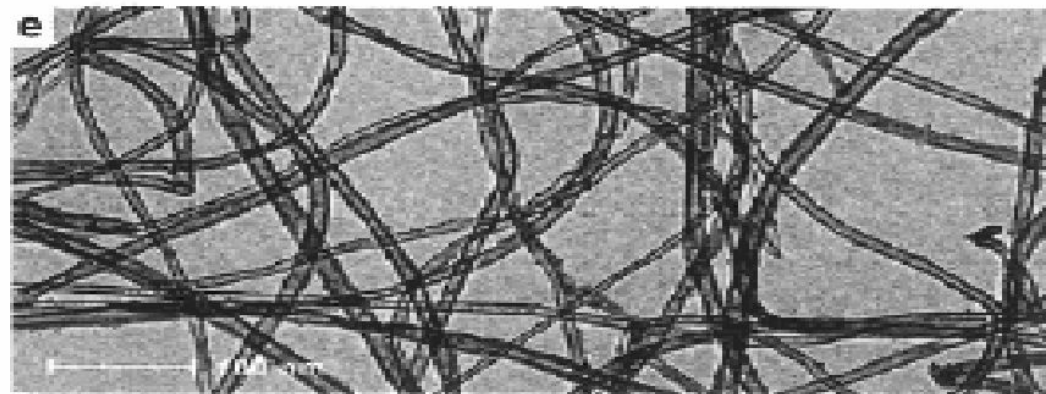
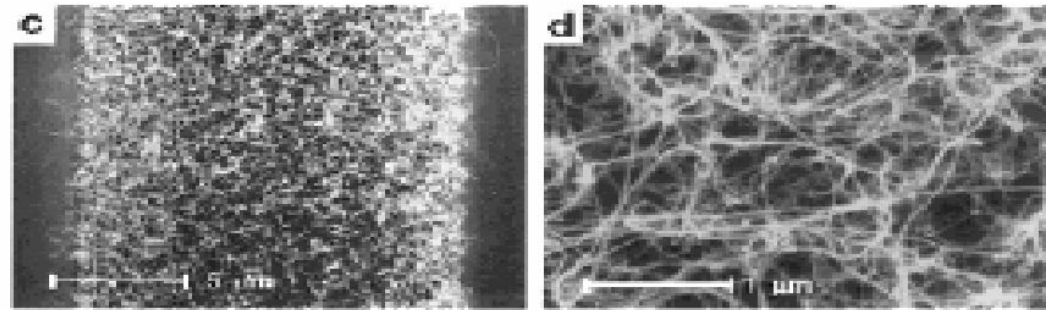
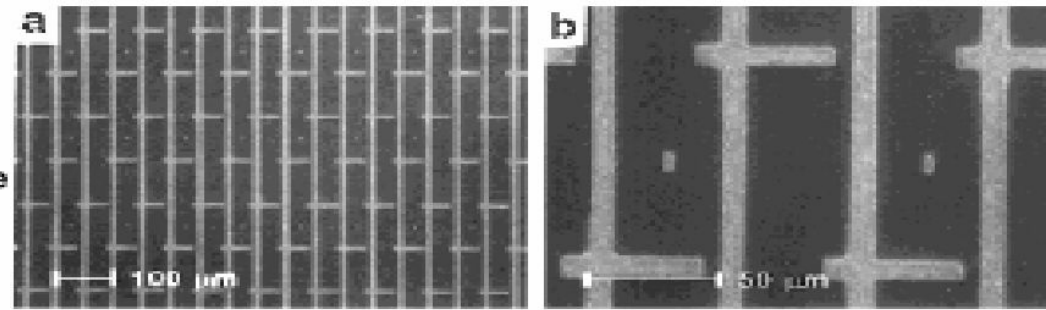
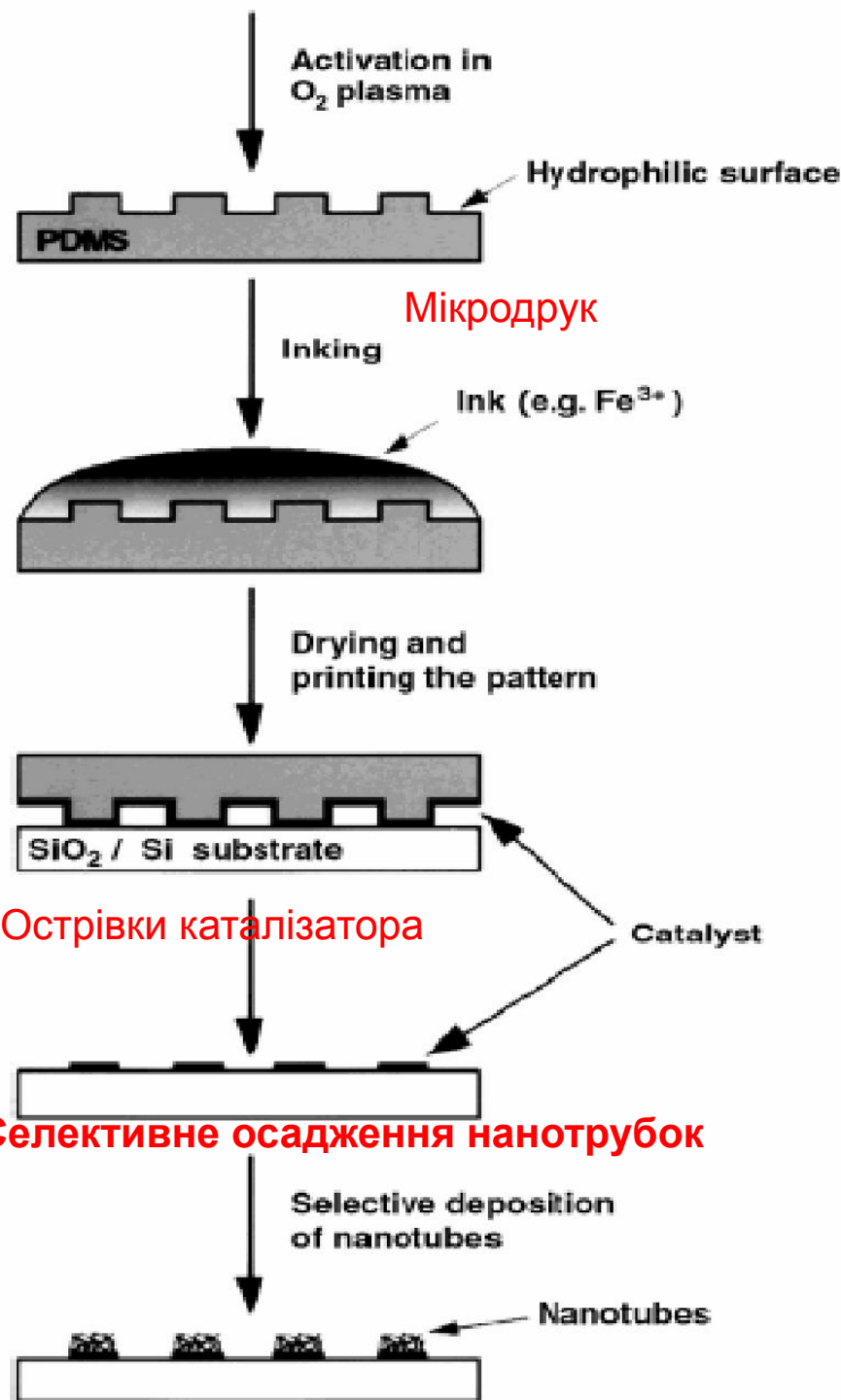
Установка «лазерний пінцет».



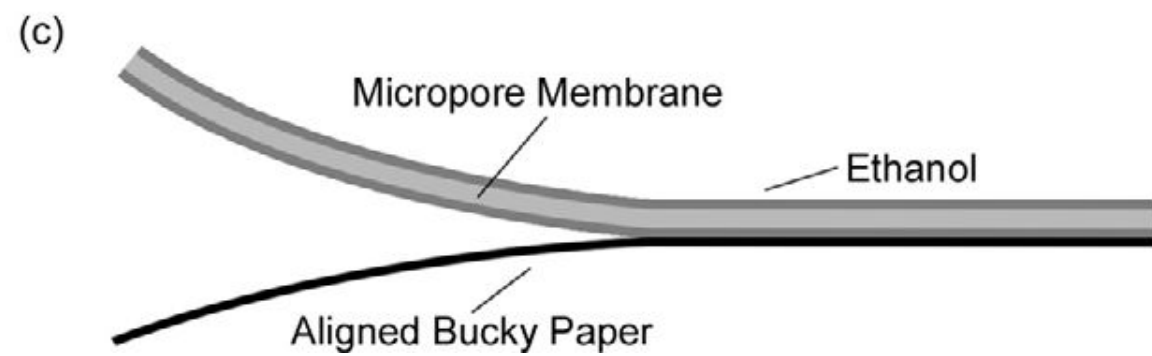
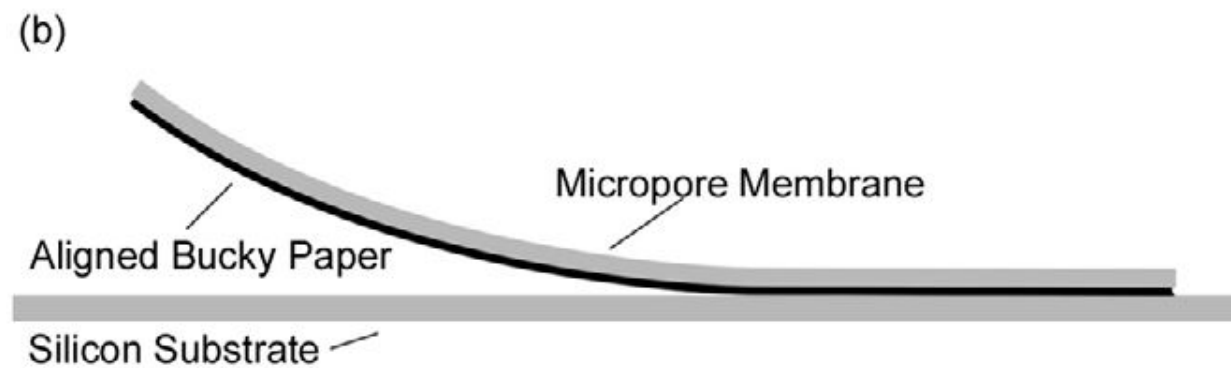
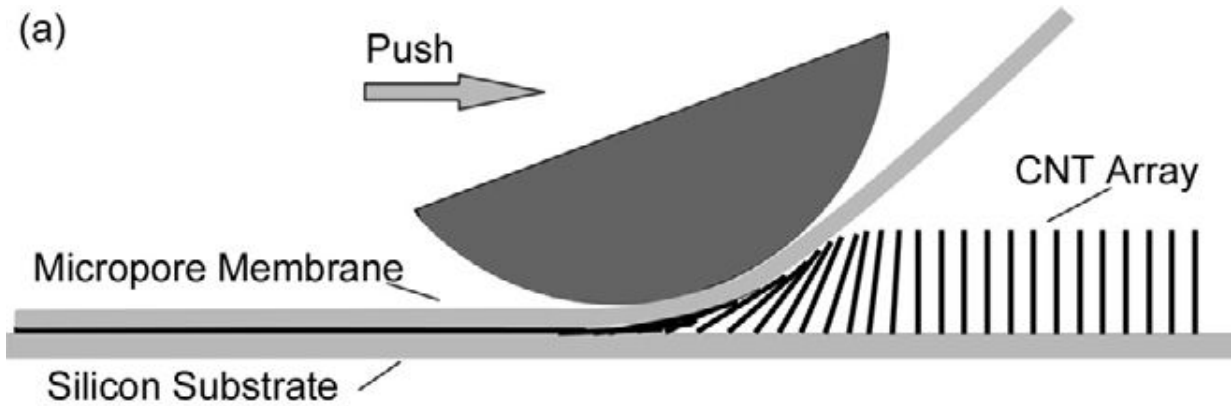
Атомно-емісійний
спектрометр

Нанооб'єкти

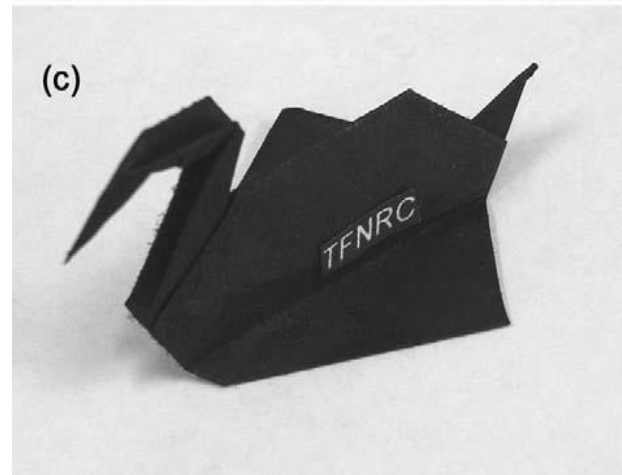
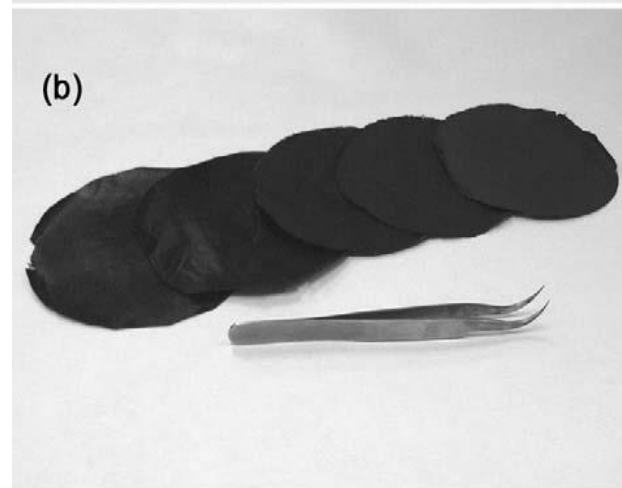
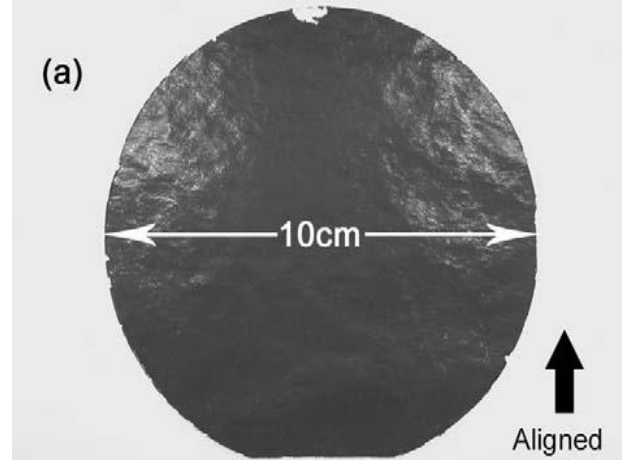




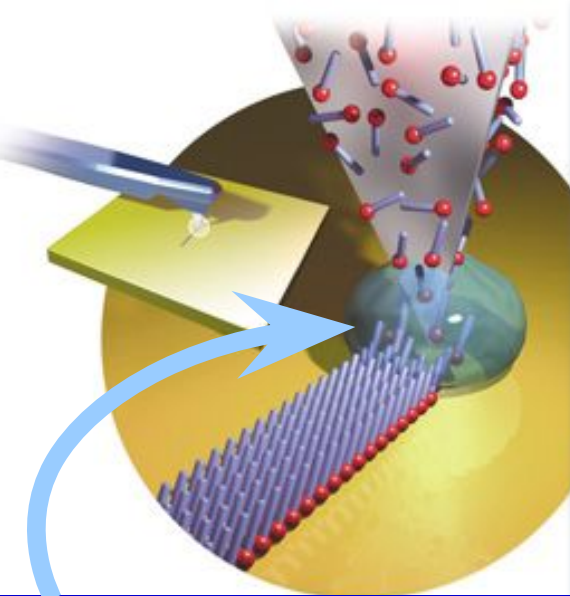
Нановолокна



Бумага из нанотрубок



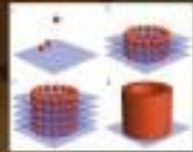
Біопрінтер



Функціоналізовані
супрамолекули



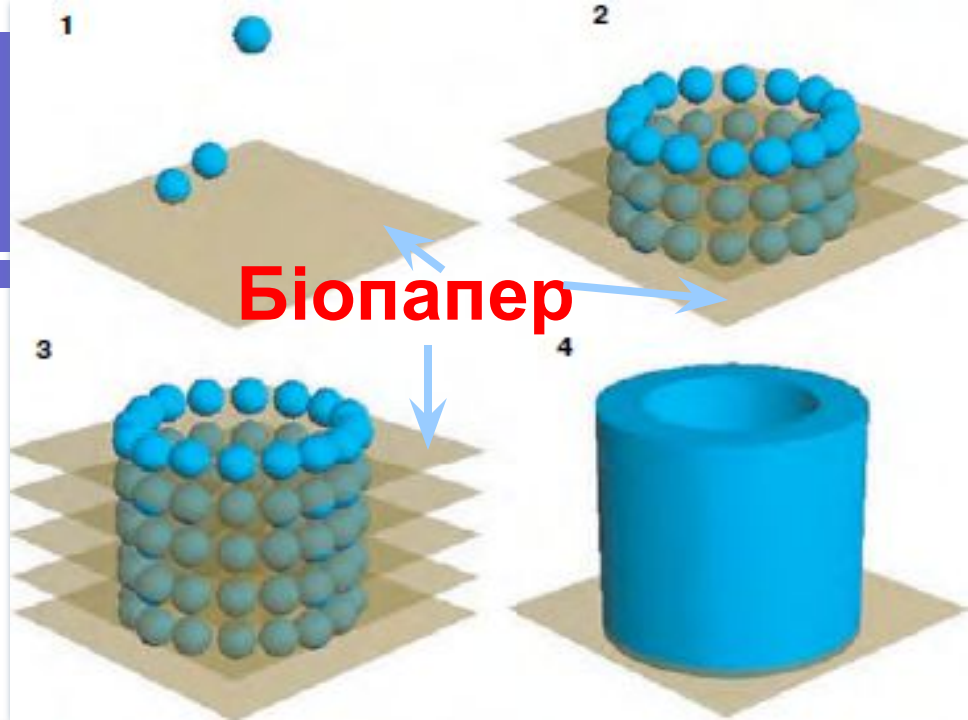
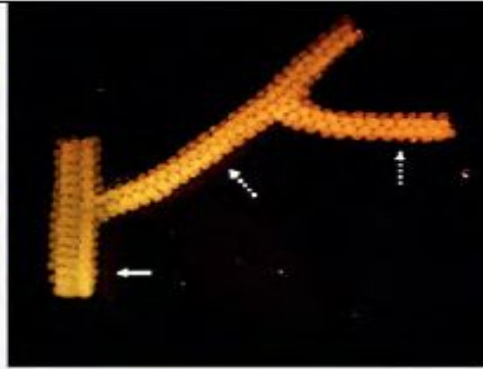
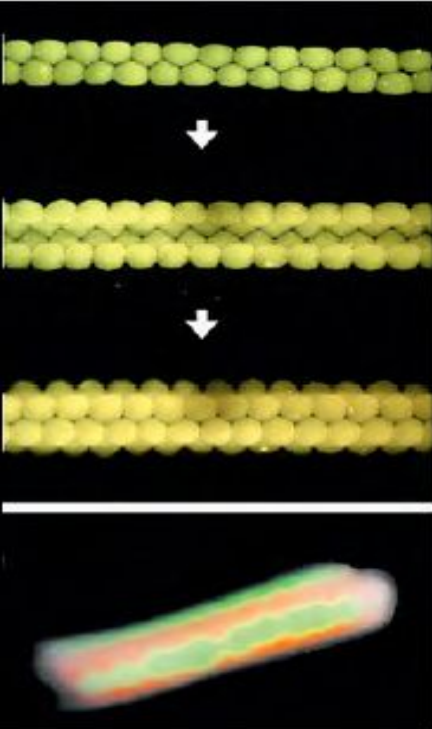
Organ Printing
is a computer-aided
robotic layer by layer
additive biofabrication
of functional living
human organ
constructs



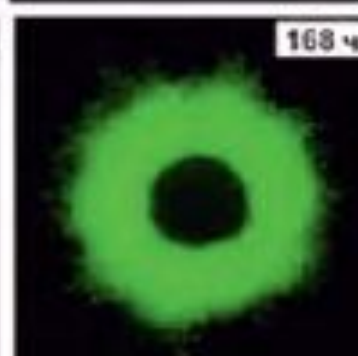
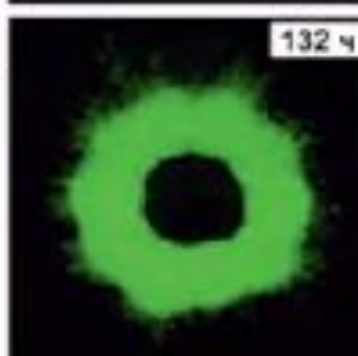
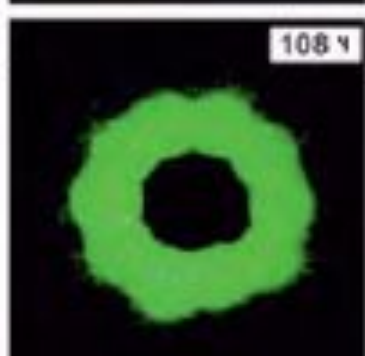
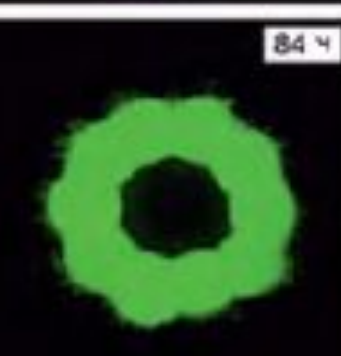
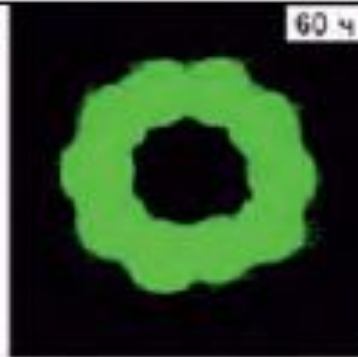
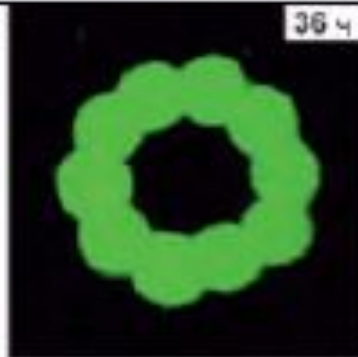
Art Gallery in San Francisco, USA



<http://www.virtualycus.org>



**Біопрінтінг
кровонос-
них судин
(капілярів).
Цикл 7 діб.
Об'єм
біотканини
зменшився**



ПРОБЛЕМИ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Короткотермінові (1-5 років):

нанокомпозити, наномембрани і фільтри, каталізатори нового покоління (з вмістом металів на порядок менше, ніж в тих, використовують), хімічні і біологічні сенсори, медичинські діагностичні прилади, акумуляючі батареї зі збільшеним терміном служби.

Середньотермінові (5-10 років):

цілеспрямована лікарняна терапія, точна медичинська діагностика, мезо- і мікро-мезопористи матеріали, високоефективні не дорогі сонячні батареї, топливні елементи, високоефективна технологія отримання водню з води.

Долготермінові (більш 20 років):

молекулярна електроніка, введення ліків крізь оболонку клітини, оптичні засоби передачі інформації.

