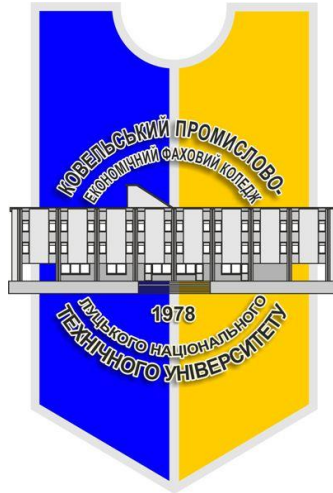


Міністерство освіти і науки України
ВСП « Ковельський промислово-економічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



ФІЗИКА І АСТРОНОМІЯ

конспекти лекцій для студентів ІІ-го курсу
для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня фаховий молодший
бакалавр усіх спеціальностей денної форми навчання.

Ковель, 2020

УДК 53.01/0982(07)

Ф-50

До друку

Голова навчально-методичної ради Луцького НТУ _____ О.М. Ляшенко

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій Луцького НТУ

Директор бібліотеки _____ С.С. Бакуменко

Затверджено навчально-методичною радою Луцького НТУ,
протокол №__ від «__» _____ 2020 року.

Рекомендовано до видання методичною радою КПЕК Луцького НТУ,
протокол № _____ від «__» _____ 2020 року.

Голова вченої ради КПЕК Луцького НТУ _____ І.М. Ілюшик

Розглянуто і схвалено на засіданні циклової методичної комісії природничо-математичних дисциплін Ковельського промислово-економічного коледжу Луцького НТУ, протокол № __ від «__» _____ 2020 року.

Голова циклової методичної комісії _____ Лиховид Л.Г

Укладач: _____ Л.І.Середа, викладач фізики КПЕК Луцького НТУ.

Рецензент: _____ С.Ф. Бабарика, к.т.н викладач КПЕК Луцького НТУ.

Відповідальний за випуск: _____ Л.В.Прокопчук, методист КПЕК Луцького НТУ.

Фізика і астрономія [Текст]: конспекти лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст II-го курсу денної форми / уклад. Л.І.Середа. – Луцьк: Луцький НТУ, 2020. – 55 с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми предмету «Фізика і астрономія» рівень «стандарт» авторський колектив під керівництвом Локтева В.М. з метою розуміння здобувачами освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст суті фізичних процесів з урахуванням внутрішньо-наукових та між предметних зв'язків.

© Середа Л.І., 2020

Електричне поле . Напруженість і потенціал електричного поля

Питання	Напруженість	Потенціал
Визначення фізичної величини	Напруженістю електричного поля в даній точці називають векторну фізичну величину, яка дорівнює відношенню сили, що діє з боку електричного поля на точковий пробний заряд, Поміщений у дану точку поля, до значення цього заряду	Потенціалом електричного поля в даній точці називають скалярну фізичну величину, що дорівнює відношенню потенціальної енергії заряду, поміщеного в дану точку поля, до величини цього заряду
Формула (за визначенням)	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	$\varphi = \frac{W_p}{q}$
Одиниця	$[E] = \frac{\text{В}}{\text{м}}; \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$	$[\varphi] = \text{В}$
Величина скалярна чи векторна?	Векторна величина	Скалярна величина
Силова чи енергетична характеристика поля?	Силова характеристика поля	Енергетична характеристика поля
Формула для точкового заряду	$E = k \frac{q}{r^2}, E = k \frac{q}{\epsilon r^2}$	$\varphi = k \frac{q}{r}, \varphi = k \frac{q}{\epsilon r}$
Як зображується графічно?	За допомогою силових ліній	За допомогою еквіпотенціальних поверхонь
Як обчислити роботу з переміщення заряду в однорідному полі?	$A = qEd$	$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$
Який взаємозв'язок напруженості, напруги, різниці потенціалів?	$U = Ed$ $U = \varphi_1 - \varphi_2$	

Речовина в електричному полі . Вплив електричного поля на живі організми

Провідники – це речовини , які містять вільні електричні заряди

Приклади провідників: розчини кислот, солей, луг, метали, тіло людини, іонізовані газ ...

Напруженість електричного поля всередині ізольованого провідника (як суцільного так і порожистого) дорівнює нулю.

Електростатична індукція – це явище перерозподілення зарядів у провіднику під впливом зовнішнього електричного поля

Як для зарядженого, так і не для зарядженого провідника електричний заряд завжди перебуває на поверхні провідника

Електростатичний захист – чутливих до електричного поля приладів

Діелектрики - це речовини, в яких немає вільних зарядів
<i>Приклади'</i> , дистильована вода, скло, пластмаса, гума, ебоніт, порцеляна, H_2 , N_2 , NH_4 , ...
Поділяються на полярні та неполярні. Неполярні діелектрики — це діелектрики, у яких центри розподілу позитивного та негативного заряду в молекулі збігаються (H_2 , O_2 , поліетилен тощо). Полярні діелектрики — це діелектрики, у яких центри розподілу негативного та позитивного зарядів не збігаються (H_2O , $NaCl$, спирт тощо)
Поляризація діелектриків це зміщення зв'язаних позитивних та негативних зарядів діелектриків у протилежні сторони
Електричне поле, створене зв'язаними зарядами на поверхні діелектрика, зменшує напруженість електричного поля всередині діелектрика
Діелектричною проникністю називають величину, яка показує, у скільки разів зменшується напруженість електричного поля всередині даного однорідного діелектрика

Провідники та діелектрики в електричному полі

Провідники	Діелектрики
• Переміщуються по всьому провіднику. • Відбувається явище електромагнітної індукції	• Зміщуються зв'язані електричні заряди. • Відбувається явище поляризації
• В результаті індукції на поверхні провідника з'являється електричний заряд. • Можна розділити заряди	• В результаті поляризації на поверхні діелектрика з'являється зв'язаний заряд. • Заряди не можна розділити

Електроємність . Конденсатори та їх використання в техніці . Енергія електричного поля

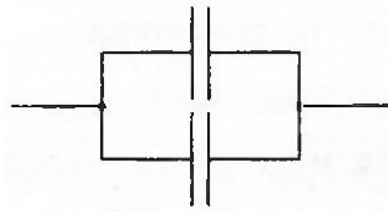
Конденсатором називають два провідники (обкладки), між якими знаходиться діелектрик, завтовшки значно менший, ніж розміри провідника
Зарядом конденсатора вважають модуль заряду однієї з пластин
Електроємністю C конденсатора називають фізичну величину, що дорівнює відношенню модуля заряду Q однієї з пластин до різниці потенціалів (напруги) U між обкладками: $C = \frac{q}{U}$
Електроємність плоского конденсатора $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$, де S — площа однієї a з пластин, d — відстань між пластинами, ϵ — діелектрична проникність речовини між пластинами, ϵ_0 — електрична стала $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2/\text{Н м}^2$
Енергія зарядженого: $W_p = \frac{qU}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$

З'єднання конденсаторів	
Послідовне $C_1 \ C_2 \ C_3$ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	

Паралельне

$$C_1 C_2$$

$$C = C_1 + C_2$$

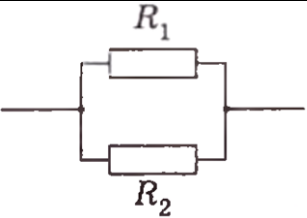


Електричний струм . Електричне коло . Джерела та споживачі електричного струму . Робота та потужність електричного струму . Безпека під час роботи з електричними пристроями

Залежність опору від	Умови досліду	Результат	Висновки
Довжини провідника	Речовина однакова $S_1 = S_2$ $l_2 > l_1$	$R_2 > R_1$	Опір провідника прямо пропорційний його довжині
Площі перерізу провідника	Речовина однакова $S_1 < S_2$ $l_2 = l_1$	$R_2 < R_1$	Опір провідника обернено пропорційний площі його поперечного перерізу
Матеріалу провідника	Речовина різна $S_1 = S_2$ $l_2 = l_1$	$R_2 \neq R_1$	Опір провідника залежить від його речовини (питомого опору)

З'єднання провідників

Малюнок	Формулювання законів	Формули
Закони послідовного з'єднання провідників	- Сила струму в кожному провіднику є однаковою. - Загальна напруга на послідовно з'єднаних провідниках дорівнює сумі напруги на кожному з провідників. - Загальний опір дорівнює сумі опорів окремих провідників	$I_1 = I_2 = I$ $U = U_1 + U_2$ $R = R_1 + R_2$
Закони паралельного з'єднання провідників	- Сила струму в нерозгалуженій частині кола дорівнює сумі сил струмів у відгалуженнях (окремих вітках). - Напруга на кожному з пара-	$I = I_1 + I_2$ $U = U_1 = U_2$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ У випадку з'єднання двох

	лельно з'єднаних провідників є однаковою. 3. Величина, обернена до загального опору, дорівнює сумі величин, обернених до кожного опору	провідників $R = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$ У випадку з'єднання n однакових провідників $R = \frac{R_1}{n}$
---	--	--

Електрорушійна сила . Закон Ома для повного кола

Електрорушійною силою ЕРС називають фізичну величину, що дорівнює відношенню роботи сторонніх сил з переміщення заряду всередині джерела струму до значення заряду: $\mathcal{E} = \frac{A_{\text{ст}}}{q}$, звідки $A_{\text{сп}} = \mathcal{E}q$, $A_{\text{сп}} = \mathcal{E}It$

Сторонні сили — це сили неелектростатичного походження, що діють на вільні заряди всередині джерела струму

Закон Ома для повного кола: сила струму в замкнутому електричному колі, яке містить одне джерело струму, дорівнює відношенню ЕРС джерела струму до повного опору кола: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$

За короткого замикання $R = 0$,

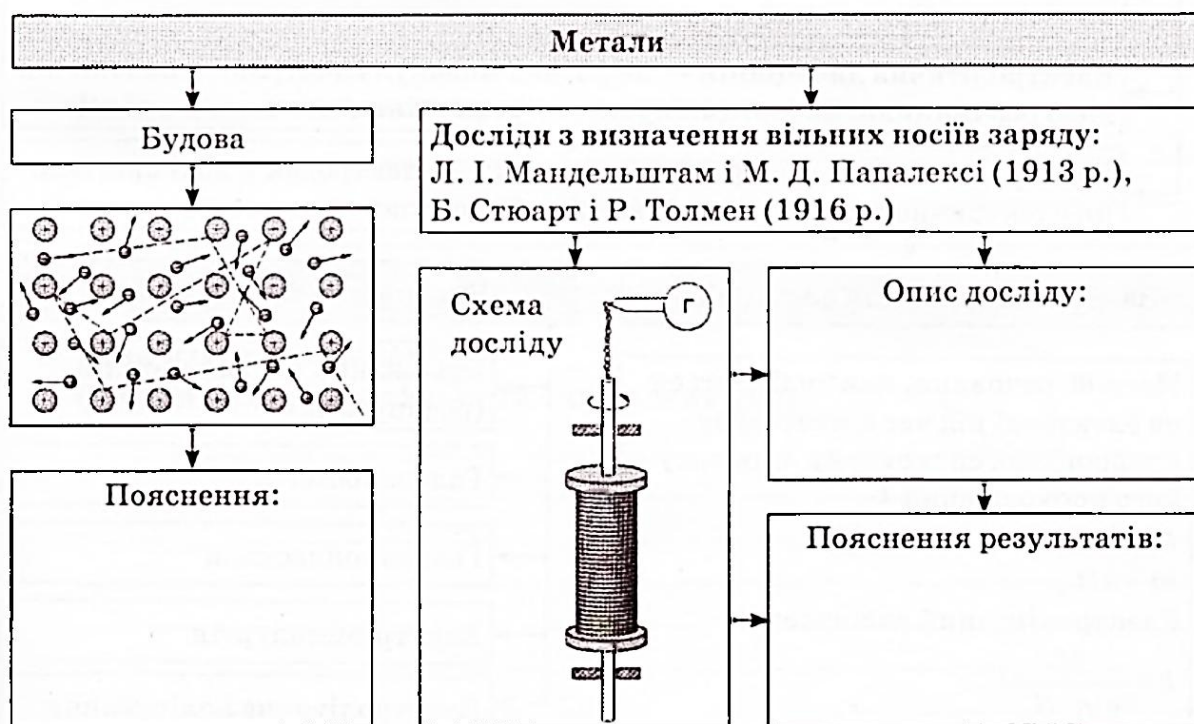
$$I_{\text{кз}} = \frac{\mathcal{E}}{r}$$

Напруга між розімкненими полюсами джерела струму практично дорівнює ЕРС цього джерела: $\mathcal{E} \approx U$

Електричний струм у різних середовищах (металах, рідинах, газах) та його використання

» Опорний конспект

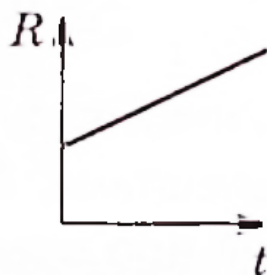
Таблицю заповнюють разом з учнями.



Метали

Електричний струм у металах – це напрямлений рух вільних електронів
Залежить опору металів від температури

За температур, далеких від абсолютного нуля:

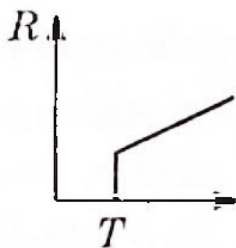


$$R = R_0(1 + \alpha \Delta t)$$

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha \Delta t)$$

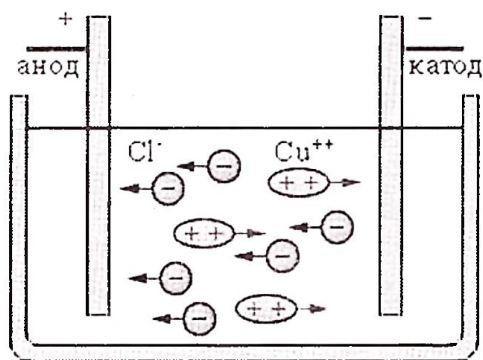
$[\alpha] = K^{-1}$ — температурний коефіцієнт опору

За температур, близьких до абсолютного нуля:



Надпровідність – це явище, за якого електричний опір дорівнює нулю за певної температури
Г.Камерлінг (1911 р.)

Електричний струм у рідинах



Електричним струмом у розчинах і розплавах електrolітів називається напрямлений рух вільних іонів

Електроліт – це розчин чи розплав речовин (солей, кислот та луг), які проводять електричний струм

Електролітична дисоціація – це розпад молекул електроліту на іони під дією розчинника . Зворотній процес – рекомбінація

Електроліз – процес виділення речовини на електродах у ході протікання електричного струму через розчин або розплав електроліту

Закони Фарадея для електролізу:

Маса m речовини, яка виділяється на електроді під час електролізу, пропорційна силі струму I та часу його проходження t

$$m = kq$$

$$m = kIt$$

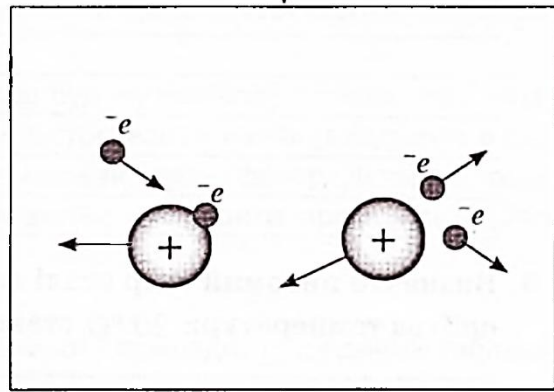
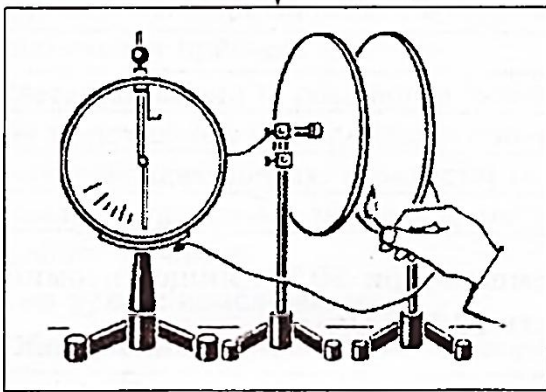
Електрохімічний еквівалент:

$$k = \frac{M}{e * n * N_a}$$

Використання електродолізу:

- Одержання чистих металів
- Гальваностегія
- Гальванопластика
- Електрометалургія

Електричним струмом у газах (газовим розрядом) називається напрямлений рух вільних електронів, позитивних і негативних іонів



Несамостійний:

Газовий розряд, який можна спостерігати тільки за умови дії якого-небудь зовнішнього іонізатора

Самостійний:

Розряд у газі, що може проходити без дії стороннього іонізатора Ударна іонізація або іонізація електронним ударом

Умови для іонізації електронним ударом:

- Електричне поле має бути досить сильним
- Газ досить розріджений

Електропровідність напівпровідників. Власна і домішкова провідності. Напівпровідниковий діод.

Застосування напівпровідникових приладів

Електропровідність напівпровідників

Власна провідність

Провідність напівпровідників зумовлена:

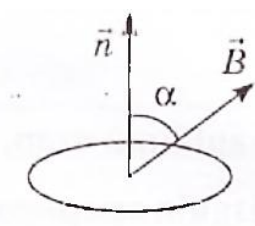
- переміщення вільних електронів (електрична провідність)
- переміщенням зав'язаних електронів на вакантні місця (діркова провідність)

Домішкова провідність	
• Донорні домішки (Si + As) • Домішки, атоми яких легко віддають електрони • Основними носіями заряду є електрони, а неосновними – дірки • Напівпровідники n – типу	• Акцепторні домішки (Si + In) • Домішки, кожен атом яких створює одне вакантне місце – дірку • Основними носіями заряду є дірки, а неосновними – електрони • Напівпровідники p – типу
Широке застосування напівпровідників зумовлене чинниками : • однобічна провідність контакту двох напівпровідників – p і n типу • внаслідок зміни температури опір напівпровідників суттєво змінюється • напівпровідники мають властивість змінювати свій опір залежно від освітленості	

Електрична і магнітна взаємодії . Взаємодія провідників зі струмом . Індукція магнітного поля . Потік магнітної індукції

Магнітне поле – це вид матерії, що виникає навколо рухомих електричних зарядів (провідників зі струмів) та спричиняє дію на рухомі електричні заряди (провідники зі струмом)

Характеристики магнітного поля	
Магнітна індукція B характеризує магнітне поле в даній точці простору	Магнітний потік Φ характеризує магнітне поле через плоску поверхню площею S

Модуль магнітної індукції дорівнює відношенню сили, що діє на провідник зі струмом, розташований перпендикулярно до лінії магнітної індукції, на добуток сили струму в провіднику та його довжини : $B = \frac{F}{Il} ,$ $[B] = T_{\text{л}} = \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}$	Магнітний потік дорівнює добутку модуля вектора магнітної індукції на площу контуру та на косинус кута між векторами індукції та нормалі до контуру :  $\Phi = BS \cos(\vec{n}, \vec{B}) = BS \cos \alpha ,$ $[\Phi] = Bb = T_{\text{л}} \cdot \text{м}^2 = \text{В} \cdot \text{с}$
---	--

Дія магнітного поля зі струмом . Сила Ампера . Сила Лоренца

Величина сили ампера залежить від :	Напрямок сили Ампера (правило лівої руки) :
• сили струму в провіднику • довжини провідника • величини магнітного поля • розташування провідника в магнітному полі • $F_A = B * I * l * \sin \alpha$	Якщо долоню лівої руки розташувати так, щоб вектор магнітної індукції входив у долоню, а чотири витягнуті пальці показувати напрям току в провіднику, то витягнутий на 90 градусів великий палець вкаже напрям сили Ампера

Прояви дії сили Ампера	
Електричний двигун	Електровимірювальні прилади
Генератор змінного струму	Гучномовець

Сила Лоренца – це сила, яка діє на рухому заряджену частинку в магнітному полі

Величина сили Лоренца залежить від :	Напрямок сили Лоренца (правило лівої руки)
• заряду частини • швидкості руху частинки • величини магнітного поля • напрямку швидкості руху відносно магнітного поля • $F_{\text{л}} = B q v \sin \alpha$	Якщо долоню лівої руки розташувати так, щоб вектор магнітної індукції входив у долоню, а чотири витягнуті пальці показували напрям швидкості позитивної частинки (або були напрямлені проти руху негативної), то відігнутий на 90 градусів великий палець вкаже напрям сили Лоренца

Прояви дії сили Лоренца	
Північне саяво	Прискорювачі заряджених частинок

Магнітні властивості речовини . Застосування магнітних матеріальних матеріалів . Магнітний запис інформації . Вплив магнітного поля на живі організми

Магнітна проникність речовини дорівнює відношенню модуля магнітної індукції в даній речовині до модуля магнітної індукції зовнішнього магнітного поля:

$$\mu = \frac{B}{B_0}, [\mu] = 1$$

Залежно від значення магнітної проникності речовини поділяються на :

Діамагнетики (в діамагнетиках магнітна індукція зменшується)

Приклади: гази, органічні речовини, мідь, вісмут, сірка

Діамагнетики виштовхуються з магнітного поля

Парамагнетики (в парамагнетиках магнітна індукція трохи збільшується)

Приклади: алюміній, натрій, платина, розчин солей

Парамагнетик втягується в магнітне поле

Феромагнетики (у багато разів збільшується магнітну індукцію)

Приклади: залізо, нікель, кобальт, сплави цих речовин

Важлива особливість – залишкова намагнічуваність

Електромагнітна індукція . Закон електромагнітної індукції

Електромагнітна індукція – це явище виникнення індукційного електричного струму в замкнутому контурі під час зміни магнітного потоку, що пронизує даний контур

Досліди М.Фарадея (1831) “Перетворити магнетизм на електрику”

Правило Ленца: індукційний струм, що виникає в замкнутому контурі, своїм магнітним полем протидіє тій зміні зовнішнього магнітного потоку, який збуджує цей струм

Алгоритм визначення напрямку індукційного струму за допомогою правил Ленца:

- встановити напрямок лінії індукції зовнішнього магнітного поля
- з'ясувати, збільшується чи зменшується потік зовнішнього поля через поверхню
- встановити напрямок ліній магнітної індукції магнітного поля індукційного струму (за правилом Ленца вони направлені протилежно до лінії магнітної індукції зовнішнього поля у разі збільшення магнітного потоку та однаково направлені – у разі зменшення)
- визначити напрямок індукційного струму (правило буравчика)

Закон електромагнітної індукції : ЕРС індукції в замкнутому контурі пропорційна модулю швидкості зміни магнітного потоку, що пронизує контур

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad \mathcal{E} = -\frac{N\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Індуктивність. Енергія магнітного поля котушки зі струмом

Індуктивність

Магнітний потік пропорційний силі струму в контурі $\Phi = LI$

Самоіндукція – це явище виникнення індукційного струму в контурі зі змінним струмом або в контурі з постійним струмом в момент замикання або розмикання електричного кола:

$$\mathcal{E}_{si} = -\frac{L\Delta I}{\Delta t}$$

Індуктивність – це фізична величина, яка чисельно дорівнює ЕРС самоіндукції, що виникає в контурі за зміни сили струму на 1А за 1 с.

Індуктивність контуру дорівнює 1 Гн, якщо за зміни сили струму в контурі на 1А за 1с в ньому виникає ЕРС самоіндукція, що дорівнює 1В

Індуктивність контуру залежить від його форми, розмірів, кількості витків та наявності осередя:

$$L = \frac{\mu\mu_0 N^2 S}{l}$$

де S – площа перерізу котушки, l – довжина котушки, N – кількість витків

Енергія магнітного поля котушки зі струмом:

$$W_{\text{м}} = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi I}{2} = \frac{\Phi^2}{2L}$$

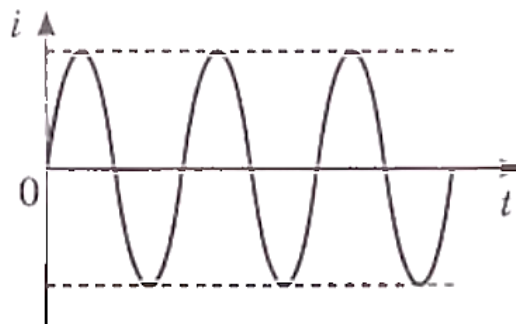
Змінний струм . Генератор змінного струму

Генератор електричного струму

Дія генератора електричного струму заснована на явищі електромагнітної індукції

Будова найпростішого генератора: обертова рамка в магнітному полі, контактні кільця зі щітками

Змінний електричний струм змінюється за синусоїдальним законом



Промислові генератори: обмотка нерухома, електромагніт обертається
Нерухома частина – стратор, рухома – ротор

Частина змінного струму 50 Гц

У скільки разів збільшується кількість пар полюсів електромагніту, у стільки ж разів зменшується частота обертання ротора, а частота змінного струму залишається рівною 50 Гц

Трансформатор . Виробництво, передання та використання енергії електричного струму

Трансформатор

Трансформатор – це пристрій, призначений для зміни напруги змінного струму практично без втрат потужності

Винайшов 1875 року П.М. Яблочков, удосконалив 1882 року І.П. Усагін

Під час трансформації частота змінного струму залишається сталою

$$\nu = 50 \text{ Гц}$$

Дія трансформатора заснована на явищі електромагнітної індукції

Будова трансформатора: дві котушки (первина і вторинна) на одному феромагнітному осереді з наборних пластин

Трансформатор

Трансформатор у режимі холостого ходу – розімкнуло коло вторинної обмотки.

Коефіцієнт трансформації – відношення напруги на первинній обмотці до напруги на вторинній обмотці (відношення кількості витків на первинній обмотці до кількості витків на вторинній)

$k > 1$ — знижувальний трансформатор ($U_1 > U_2$)

$k < 1$ — підвищувальний трансформатор ($U_1 < U_2$)

$$k = \frac{\xi_1}{\xi_2} \quad k = \frac{U_1}{U_2} \quad k = \frac{N_1}{N_2}, \text{ де}$$

ξ_1, ξ_2 — ЕРС в обмотках;

U_1, U_2 — напруга в обмотках;

N_1, N_2 — кількість витків в обмотках

Навантажений трансформатор – замкнуто вторинну обмотку, відношення струмів в обмотках обернено пропорційне відношенню напруг:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

ККД трансформатора становить 97-99%

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \% = \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} \cdot 100 \%$$

де P_1, P_2 – потужність в обмотках

Схема передавання електроенергії

1. Генератор змінного струму
2. Підвищувальні трансформатори
3. Лінії електропередач
4. Споживач електроенергії
5. Знижувальні трансформатори

Коливальний рух. Вільні коливання. Вимушені коливання. Гармонічні коливання. Амплітуда, період і частота коливань.

Механічними коливаннями називають періодичний або майже періодичний рух тіла

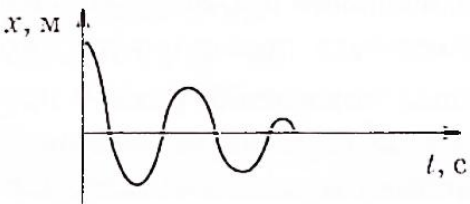
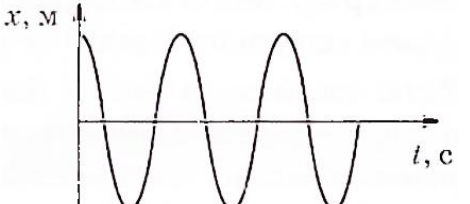
Вільні коливання — це коливання, які здійснюються під дією внутрішніх сил системи після виведення зі стану рівноваги

Вимушені коливання — це незатухаючі коливання, які відбуваються під дією зовнішніх сил і періодично змінюються з часом

Під час коливань відбуваються взаємні перетворення E_k та E_p

Умови виникнення вільних коливань:

- внутрішні сили намагаються повернути систему в положення рівноваги
- сили тертя або сили опору в системі мають бути досить малими

Затухаючі коливання	Незатухаючі коливання
$E \downarrow, x_m \downarrow, F_{\text{тер}} \neq 0$	$E = \text{const}, x_m = \text{const}, F_{\text{тер}} = 0$
	

Гармонічні коливання – це коливання, які відбуваються за законом синуса або косинуса

Характеристики коливальної системи

- Амплітуда коливань – модуль найбільшого зміщення від положення рівноваги
- Період коливань – проміжок часу, за який відбувається одне повне коливання
- Частота коливань – кількість повних коливань за одиницю часу
- Циклічна частота – кількість повних коливань 2π секунд
- Фаза коливань – це фізична величина, що характеризує стан коливальної системи

$$T = \frac{1}{\nu}, \quad \nu = \frac{1}{T}, \quad T = \frac{t}{N}, \quad \nu = \frac{N}{t}, \quad \omega = 2\pi\nu, \quad \omega = \frac{2\pi}{T}, \quad \varphi = \omega t$$

Зауваження: ω_0 — частота вільних коливань, ω — частота вимушених коливань

Вимушені коливання – це незатухаючі коливання, які відбуваються під дією зовнішніх сил, що періодично змінюється з часом

- Зовнішня дія задає коливальній системі частоту та закон коливань
- Амплітуда вимушених коливань пропорційна амплітуді зовнішньої дії
- Втрати енергії в системі внаслідок тертя поповнюються за рахунок роботи зовнішньої сили
- Амплітуда вимушених коливань залежить від частоти зовнішньої дії, від співвідношення частоти зовнішньої сили й власної частоти коливальної системи
- Найбільші амплітуди вимушених коливань спостерігаються за частот, близьких до власної частоти коливальної системи

Рівняння гармонічних коливань

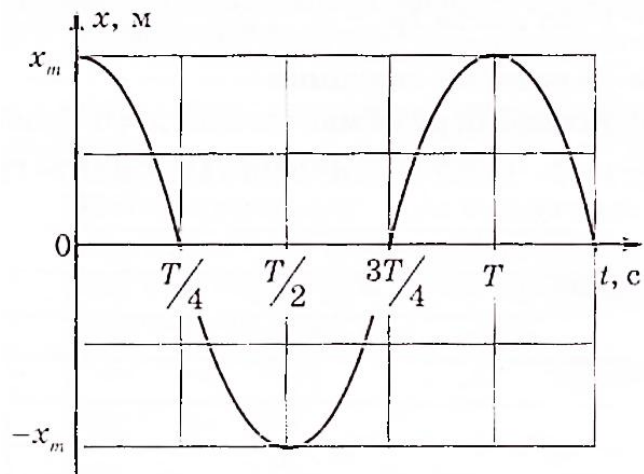
Гармонічні коливання – це коливання, які відбуваються за законом синуса або косинуса

$$x = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

$$x = x_m \cos \omega_0 t ,$$

$$x = x_m \cos \frac{2\pi t}{T} ,$$

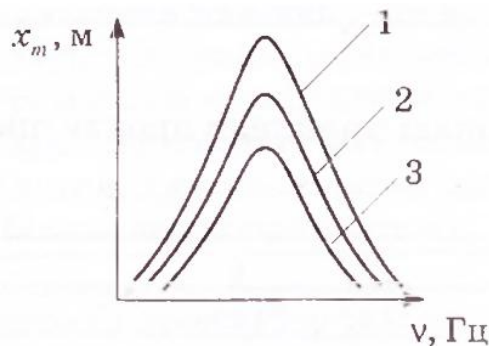
$$x = x_m \cos \varphi$$



Резонанс

Резонанс — це явище різкого збільшення амплітуди вимушених коливань у разі збігу частот зовнішньої сили з власною частотою коливальної системи

Умова виникнення резонансу: частота власних коливань системи збігається з частотою зміни зовнішньої сили



Пояснення графіка: чим менша сила тертя в системі, тим вищий резонанс-ний пік, тим більша амплітуда вимушених коливань

Використання явища резонансу

1. Віброущільнювач.
2. Вібраційне занурення свай, труб.
3. Для вимірювання частоти коливань (променевий частотомір).
4. В акустиці для аналізу звуків, для їх посилення

Математичний маятник. Період коливань математичного маятника (Пружний маятник)

Маятником називається будь-яке тіло, підвішене таким чином, що його центр тяжіння перебуває нижче від точки підвісу

Приклади маятників:

Математичний маятник – це модель ниткового маятника (ватажку на нерозтяжній нитці), для якого маса вантажу набагато більша за масу нитки, а довжина нитки набагато більша за розміри вантажу

Формула Гюйгенса (формула періоду коливань математичного маятника)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

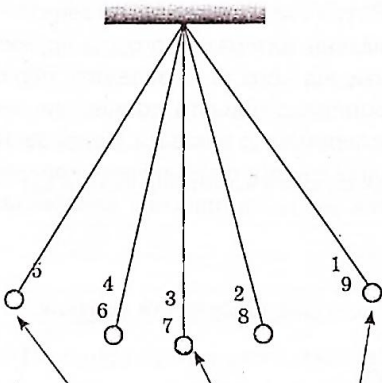
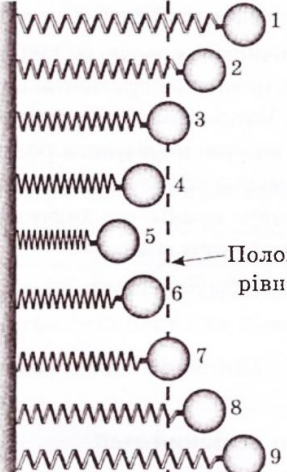
Період малих коливань не залежить від маси маятника й амплітуди його коливань

Пружинний маятник – це вантаж, що здійснює коливання на пружині

Формула періоду коливань пружного пружинного маятника

Період малих коливань не залежить від амплітуди його коливань

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Коливання математичного маятника	Коливання пружного маятника
 Найбільше відхилення ліворуч Положення рівноваги Найбільше відхилення праворуч	 Положення рівноваги

Фізична величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зміщення	max	↓	0	↑	max	↓	0	↑	max
Сила	max	↓	0	↑	max	↓	0	↑	max
Швидкість	0	↑	max	↓	0	↑	max	↓	0
Кінстична енергія	0	↑	max	↓	0	↑	max	↓	0
Потенційна	max	↓	0	↑	max	↓	0	↑	max

енергія									
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

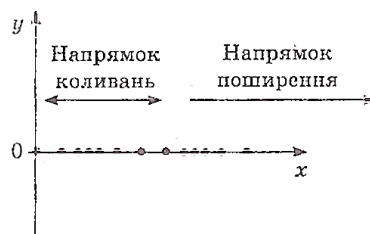
Поширення механічних коливань у пружному середовищі. Поперечні та поздовжні хвилі. Довжина хвилі.

Механічною хвилею називається процес поширення механічного коливання в просторі зі часом

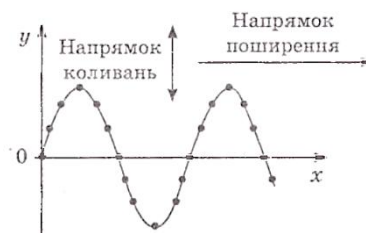
Хвиля переносить енергію, але не переносить речовину

Види хвиль:

Поздовжньою хвилею називають хвилю, у якій коливання відбуваються вздовж напрямку поширення хвилі



Поперечною хвилею називають хвилю, у якій коливання відбуваються перпендикулярно до напрямку поширення хвилі



Збудження хвиль:

Для збудження поздовжніх хвиль необхідно

здійснити пружну деформацію – деформацію розтягування (стиснення)

Для збудження поперечних хвиль необхідно здійснити пружну деформацію – деформацію зсуву

Поширення хвиль:

Поперечні хвилі поширюються тільки у твердих тілах . А в газах та рідинах поширення поперечних хвиль неможливо (гази й речовини не мають пружності форми)

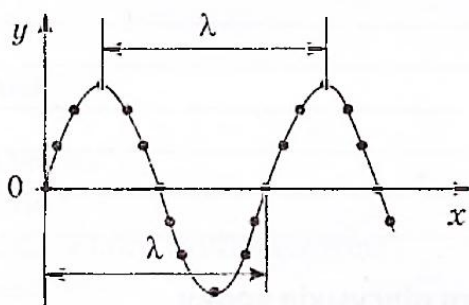
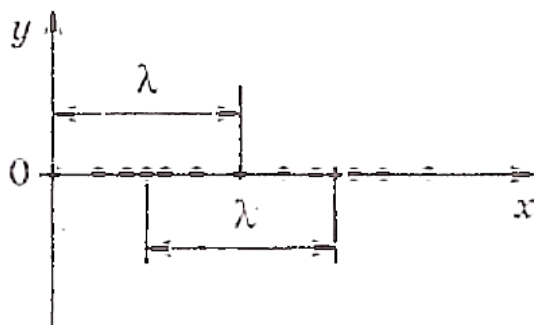
Поздовжні хвилі поширюються у всіх середовищах (гази й тверді тіла проявляються пружність, якщо змінюється об'єм)

Швидкість поздовжньої хвилі у твердому тілі в 1,4 раза більше за швидкість поперечних хвиль у цьому ж тілі

Довжина хвилі

Довжина хвилі – це відстань, на яку поширюється хвиля впродовж одного періоду коливань

Довжина хвилі – це мінімальна відстань між двома точками хвилі, які коливаються однаково



$$\lambda = vT$$

$$v = \lambda \nu$$

Звукові хвилі є поздовжніми хвилями, вони являють собою почергові згущення та розрідження середовища

Звукові хвилі поширюються в газах, рідинах, та твердих тілах, але не поширюються у вакуумі (відсутнє середовище, у якому збуджується коливання)

Звукові хвилі:

Інфразвук ($\nu < 16 \text{ Гц}$)

Звук ($16 \text{ Гц} < \nu < 20 \text{ кГц}$)

Ультразвук ($\nu > 20 \text{ кГц}$)

Звукові хвилі частотою від 16 до $2 \cdot 10^4 \text{ Гц}$, що діють на органи чуття людини та зумовленість слухові відчуття, є тими звуками, які ми чуємо:

Шум

Музичний тон

Основний тон

Обертон

Музичні звуки з однаковим основним тоном відрізняються тембром

Коливальний контур . Виникнення електромагнітних коливань у коливальному контурі. Гармонічні електромагнітні коливання. Частота власних коливань

Електромагнітні коливання – це періоди зміни значення електричного заряду, сили струму та напруги в електричному колі

Рівняння гармонічних коливань в коливальному контурі:

$$q = q_m \cos \varphi, \quad i = q'(t),$$

$$q = q_m \cos \omega t,$$

$$q = q_m \cos 2\pi \nu t,$$

$$q = q_m \cos \frac{2\pi t}{T},$$

$$u = U_m \cos \varphi,$$

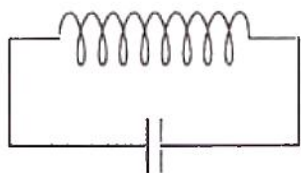
$$u = U_m \cos \omega t,$$

$$u = U_m \cos 2\pi \nu t,$$

$$u = U_m \cos \frac{2\pi \cdot t}{T}$$

Коливальний контур – це котушка індуктивності та конденсатор, з'єднані між собою провідниками

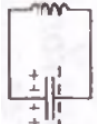
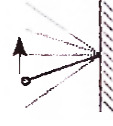
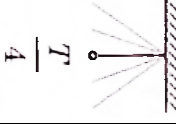
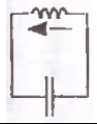
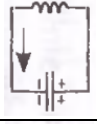
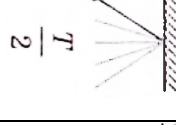
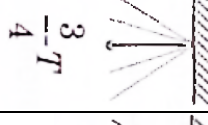
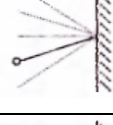
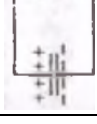
$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$



Період власних коливань у коливальному контурі (формула Томсона):

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Порівняння коливань у коливальному контурі
(Електричний опір $R = 0$) та математичного маятника

Конденсатор повністю заряджений, електричний струм у колі відсутній			1
Конденсатор розряджається			2
Конденсатор повністю розряджений			3
Конденсатор заряджається (електрони приходять на протилежну пластину конденсатора)			4
Конденсатор заряджений			5
Конденсатор розряджається			6
Конденсатор повністю розряджений			7
Конденсатор заряджається (електрони знову накопичуються на верхній пластині)			8
Конденсатор заряджений			9

Фізична величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Заряд	max	↓	0	↑	max	↓	0	↑	max
Напруга	max	↓	0	↑	max	↓	0	↑	max
Сила струму	0	↑	max	↓	0	↑	max	↓	0
Магнітна енергія	0	↑	max	↓	0	↑	max	↓	0

Електрична енергія	max	↓	0	↑	max	↓	0	↑	max
--------------------	-----	---	---	---	-----	---	---	---	-----

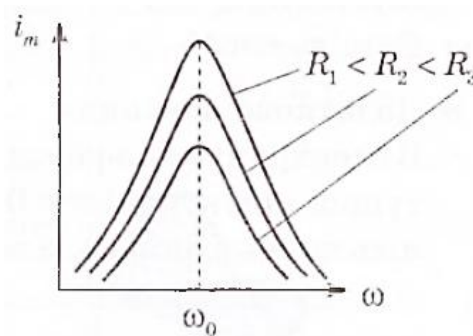
Електричний резонанс . Автоколивання

Електричним резонансом у коливальному контурі називається явище різкого збільшення амплітуди вимушених коливань сили струму в разі збігу частоти змінної напруги, прикладеної до контуру, та власної частоти коливань контуру

Резонансна циклічна частота не залежить від активного опору електричного кола.

Максимум резонансної кривої там більший, чим менший значення активного опору

$$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$



Застосування електричного резонансу:

- налаштування радіоприймачів на частоту певної радіостанції
- принцип дії частотометра

Шкідливий вплив резонансу в електричному колі:

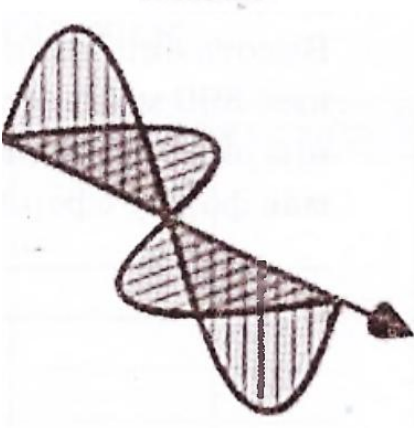
- розплавляються провідники
- відбувається пробій ізоляції

Утворення і поширення електромагнітних хвиль. Швидкість поширення, довжина і частота електромагнітної хвилі

Електромагнітна хвиля – це сукупність взаємопов'язаних змінних електричного та магнітного полів, що поширюються в просторі

Дж. Максвелл довів, що заряджена частинка, що рухається з прискоренням, випромінює електромагнітні хвилі.

Досліди з вивчення властивостей електромагнітних хвиль провів Г.Герц.

Швидкість електромагнітної хвилі у вакуумі: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}, \text{ де } \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} \left(\frac{\text{Ф}}{\text{м}} \right) —$ електрична стала, а $\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$ — магнітна стала. Швидкість електромагнітної хвилі в середовищі з відносним показником заломлення n : $v = \frac{c}{n}$ Довжина хвилі: $\lambda = cT, \lambda = \frac{c}{\nu}$	Електромагнітна хвиля — поперечна хвиля $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{c}$ 
---	--

Властивості електромагнітних хвиль:

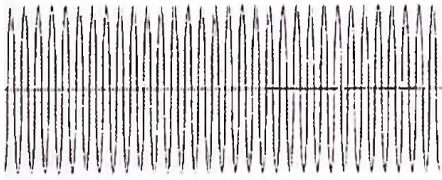
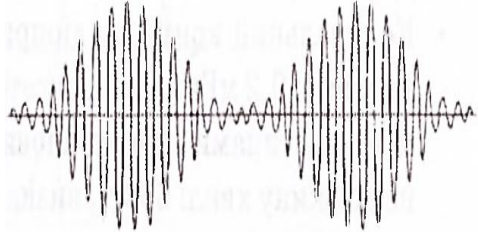
- Поглинання речовиною
- Заломлення
- Відбивання
- Дифракція
- Інтерференція
- Поляризація

Шкала електромагнітних хвиль. Властивості електромагнітних хвиль різних діапазонів частот

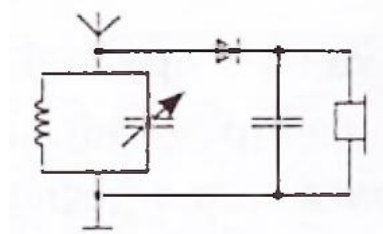
Шкала електромагнітних хвиль — це неперервна послідовність частот та довжин хвиль електромагнітних випромінювань.

- Послідовні ділянки шкали електромагнітних хвиль неперервно переходять одна в одну
- Зліва на право частота випромінювання стає більшою, а довжина хвилі меншою
- Зліва на право по шкалі електромагнітних хвиль хвильові властивості (інтерференція, дифракція, поляризація) проявляються дедалі слабше, а корпускулярні властивості — дедалі сильніше

Електромагнітні хвилі в природі й техніці

Модуляція	Детектування
Модуляція – це процес накладення низькочастотних коливань на високочастотні, у результаті чого отримуємо модульовану високочастотну хвилю, амплітуда якої змінюється за законом низької частоти	Детектування – це процес виділення з модульованих за амплітудою високочастотних коливань коливання низької частоти
Високочастотне коливання 	Модульоване за амплітудою висококо частотне коливання 

Найпростіший радіоприймач:



Розвиток уявлень про природу світла. Джерела і приймачі світла. Поширення світла в різних середовищах. Поглинання і розсіювання світла

Досліди з вимірювання швидкостей світла

Рік	Вчений	Метод	Значення швидкості, км/с
1676	Ремер	Затемнення супутника Юпітера	214000
1849	Фізо	Зубчасте колесо	315000
1862	Фуко	Обертові дзеркала	298000
1878	Майкельсон	Обертові дзеркала	300140

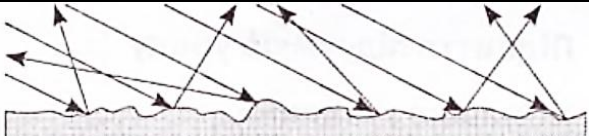
1880	Столетов	Електричний метод	298000
1882	Майкельсон	Обертові дзеркала	299853
1926	Майкельсон	Обертові дзеркала	299796
1952	Карташов	Інтерферометр	299788
1972	Івенсон	Лазер	299792,456

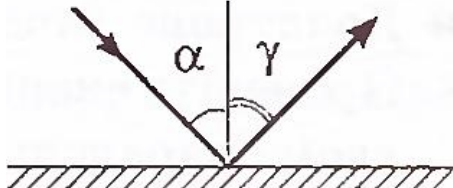
Швидкість світла у вакуумі $c = 3 \cdot 10^8$ км/с

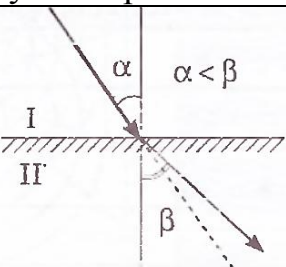
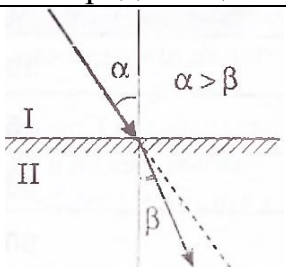
Джерела:

- Природні
- Штучні
- Теплові
- Холодні
- Точкові
- Протяжні

Відбивання і заломлення світла. Закони заломлення світла

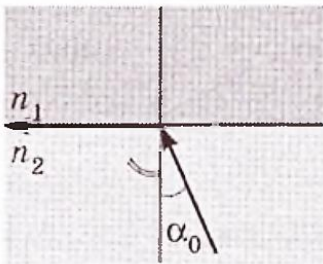
Відбивання	
Дзеркальне	Розсіяне
	

Закони відбивання світла	
• Кут падіння дорівнює куту відбивання • Промінь, що падає, промінь, що відбивається, та перпендикуляр до дзеркала, поставлений у точці падіння променя, лежать на одній площині	

Заломлення світла – це зміна напрямку поширення світла на межі поділу двох середовищ	
Перехід світла із оптично більш густого до менш густого середовища $v_1 < v_2$ 	Перехід світла із оптично менш густого до більш густого середовища $v_1 > v_2$ 

Закони заломлення світла:

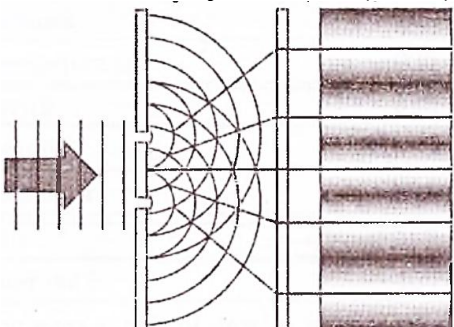
- Заломлений промінь лежить в одній площині з променем, що падає, та перпендикуляром до межі поділу двох середовищ, поставленим у точці падіння променя.
 - Відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення є величиною сталою і називається відносним показником заломлення цих двох середовищ
- $$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

Явище повного внутрішнього відбивання	
	Перехід світлового променя із середовища з більшою оптичною густиною в середовище з меншою оптичною густиною $\alpha_0 = \arcsin \frac{n_1}{n_2}$ Приклади застосування явища: світлодіод – у медицині

Світло як електромагнітна хвиля. Інтерференція і дифракція світлових хвиль

Інтерференція – це явище додання корегетних світлових хвиль, за якого виникає стійка інтерференційна картина з максимумів та мінімумів

Когерентні хвилі – це хвилі, що мають однакову частоту та різниця фаз яких з часом не змінюється.

Схема досліду Т.Юнга(1802): 	Інтерференційна картина в монохроматичному світла має вигляд смуг: чорних мінімумів освітленості та максимумів даного кольору. Під час інтерференції відбувається посилення хвиль в одних точках простору та послаблення в інших
--	--

Інтерференція	
Умова посилення хвиль: різниця ходу двох когерентних хвиль дорівнює цілому числу довжин хвиль або парному числу довжин напівхвиль:	
$d = k\lambda, d = n2k\frac{\lambda}{2}$	
Хвилі інтерферують, зберігаючись у фазі	
Умова послаблення хвиль: різниця ходу двох когерентних хвиль дорівнює непарному числу довжин на півхвиль:	
$d = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$	
Хвилі інтерферують в протифазі	
Прояв у природі: Застосовання інтерференції:	
• контроль якості оброблюваної поверхні • “просвітлення” оптики	

Дифракція – це явище відхилення хвилі від прямолінійного напрямку поширення	
• Спостерігається за умови, що розміри перешкод або отворів набагато менші за довжину світлової хвилі	
• Спостерігається дифракція різних видів хвиль – елетромагнітних, механічних (зокрема звукових)	
• Явище вперше спостерігав Ф.Грімальді.	
Теорію дифракції на основі хвильової теорії побудував О.Френель	

Поляризація і диспресія світла

Більше немонохроматичне світло	
Дослід Ньютона:	Дипресією називають залежність швидкості поширення світла в даному середовищі від його кольору. Дипресією називається залежність показника заломлення світла від його кольору. Порядок кольорів у спектрі: • Червоний • Жовтогарячий • Жовтий • Зелений • Блакитний • Синій • Фіолетовий

Колір спектра	Довжина хвиль, нм	Частота, ТГц
Червоний	760-620	395-483
Жовтогарячий	620-590	483-508

Жовтий	590-560	508-536
Зелений	560-500	536-600
Блакитний	500-480	600-625
Синій	480-450	625-666
Фіолетовий	450-380	666-789
Зауваження: чіткої межі між кольорами спектра не існує		

Порядок кольорів	Ч	ЖГ	Ж	З	Б	С	Ф
Довжина хвилі	max			↓			min
Частота	min			↑			max
Швидкість у середовищі	max			↓			min
Показник заломлення	min			↑			max

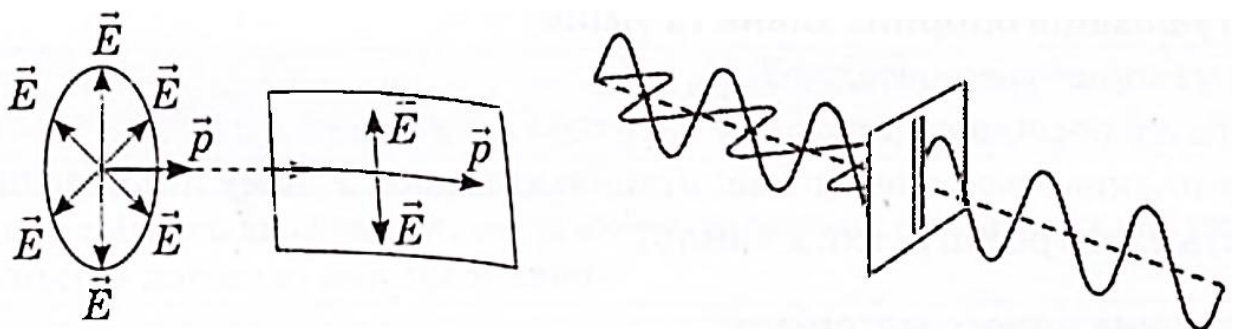
Поляризація світла – це сукупність явищ світлової оптики, у яких проявляється поперечність електромагнітних світлових хвиль.

Поляризація – це виділення з випромінювання коливань з одним визначеним напрямом вектора напруженості електричного полі.

Пояснюється електромагнітною теорією Максвелла, теорією анізотропії, властивостей монокристалів

У неполяризованій хвилі напрями коливань векторів напруженості та індукції можуть лежати в будь-яких площинах, що перпендикулярні до вектора швидкості, а в поляризованій – тільки в одій.

Механічна модель поляризації



Поляризатор – це пристрій, за допомогою якого неполяризоване світло стає поляризоване (кристал тумаліну).

Застосування поляризації:

- поляроїди
- поляриметри – приклад для визначення концентрації цукру, органічних кислот у розчинах

Неперервний спектр світла. Спектроскоп

Спектри	
Спектри випромінювання	Спектри
• Неперервний спектр • Лінійчастий спектр. 1860 року Г.Кірхгор та Р.Бунзен виявили, що кожна речовина в газоподібному стані має свій характерний спектр • Смугастий спектр	Газ найбільш сильно поглинає випромінювання тих довжин хвиль, які він випромінює в сильно нагрітому стані (вперше спостерігав Й.Фраунгофер)

Спектральний аналіз – це метод визначення хімічного складу (якісного та кількісного) речовини за спектром.

Особливість методу:

- для аналізу достатньо речовини масою близько 10^{-13} кг
- проводиться набагато швидше, ніж хімічний аналіз
- можна проводити без контакту з речовиною, яку вивчають – це достатньо проаналізувати випромінювання речовини

Можна отримати інформацію про хімічний склад:

- руд та мінералів
- у металургії
- у машинобудівництві
- в атомній індустрії
- Сонце та зір
- складних органічних молекул

Спектри дають інформацію про:

- температуру речовини
- тиск
- швидкість руху джерела
- магнітну індукцію

Квантові властивості світла. Гіпотеза М.Планка. Світлові кванти. Маса, енергія та імпульс фотона

Розвиток корпускулярно-хвильової теорії світла	
Корпускулярна	Хвильова
1704р – І.Ньютон	1678р – Х.Гюйгенс
1813р – Ж.Біо	1756р – М.Ломоносов
1900р – М.Планк	1801р – Т.Юнг
1905р – А.Ейнштейн	1815р – О.Френель
	1865р – Дж.Максвелл
1923 – Луї де Бройль – корпускулярно-хвильова теорія	

Квантова механіка – це розділ фізики, який вивчає закономірності явищ, що відбуваються в мікросвіті в межах відстаней $10^{-15} - 10^{-10}$ м.

Дата виникнення: 14 грудня 1900 року – виступ Макса Планка на засіданні Берлінського фізичного товариства

Об'єкти дослідження у квантовій механіці:

- атоми
- молекули
- кристали
- атомні ядра
- елементарні частинки

Фізичні основи квантової механіки:

1. Уявлення Планка про кванти електромагнітної енергії
2. Уявлення Ейнштейна про фотони
3. Ідеї Луї де Бройля про хвильові властивості речовини:

корпускулярнохвильова подвійність властивостей, що характерна для електромагнітного поля, має універсальний характер (електронам, протонам, нейтронам, фотонам та ж властивий корпускулярно-хвильовий дуалізм)

Енергія випромінюється, поширюється та поглинається окремими порціями – квантами.

$$E = h\nu,$$

$$E = \frac{hc}{\lambda},$$

де $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ – стала Планка

1918 рік – Нобелівська премія з фізики

Фотон- це світлова частинка (Ейнштейн)

Маса фотона дорівнює нулю: $m = 0$

Швидкість фотона становить: $c = 3 \cdot 10^8$ м/с

Заряд фотона: $q = 0$

Енергія фотона: $E = mc^2$, $E = h\nu$, $E = \frac{hc}{\lambda}$, $E = pc$

Імпульс фотона: $p = mc$, $p = \frac{E}{c}$, $p = \frac{h\nu}{c}$, $p = \frac{h}{\lambda}$

Фотоефект. Рівняння фотоефекту. Застосування фотоефекту

Фотоелектричним ефектом, або фотоефектом, називається явище взаємодії світла з речовиною, в результаті якого енергія фотонів передається електронам речовини

У твердих тілах та речовинах		У газах
Зовнішній фотоефект: Електрони вилітають з речовини	Внутрішній фотоефект: Електрони змінюють енергію, стають вільними, але залишаються в речовині	Фотоіонізація – виривання електронів з атомів та молекул газів під дією світла

Досліди Столетова

Закони зовнішнього фотоефекту		
1. Максимальна початкова швидкість фотоелектронів залежить від частоти падаючого випромінювання та властивостей поверхні металу та не залежить від інтенсивності падаючого випромінювання	2. Загальна кількість фотоелектронів, вирваних з поверхні речовини за одиницю часу, та сила фотоструму залежить прямо пропорційно від освітленості (інтенсивності падаючого випромінювання)	3. Для кожної речовини існує червона межа фотоефекту – найменша частота $E = A + E_k$ або найбільша довжина хвилі λ_{max} , з якої починається фотоефект: Фотоефект відбувається за умови: $\nu \geq \nu_{min}, \lambda \leq \lambda_{max}$

Формула Ейнштейна для фотоефекту: $E = A + E_k$

де $A = h\nu_{min}$, $A = \frac{hc}{\lambda_{max}}$ – робота виходу з металу

$E = h\nu$, $E = \frac{hc}{\lambda}$ – енергія падаючого випромінювання

$E_k = \frac{m_e v^2}{2}$ – кінетична енергія вирваних електронів

$E_{ел} = E_k = q_e U_3$, де U_3 – напруга запирання

1921 рік – Нобелівська премія з фізики

Зауваження: один фотон вириває з речовини один електрон

Фотоефект відбувається практично миттєво

Люмінесценція. Тиск світла. Хімічна дія світла.

Люмінесценція – це явище випромінювання світла джерелами за рахунок енергії, яка надходить до них в результаті різних процесів

Катодилюмінісценція – це випромінювання світла під час бомбардування тіл електронами або іншими зарядженими частинками (електронно-променева трубка)

Електролюмінесценція – це випромінювання світла під час пропускання через речовину електричного струму або під дією електричного поля (полярне світло, рекламні трубки з газами)

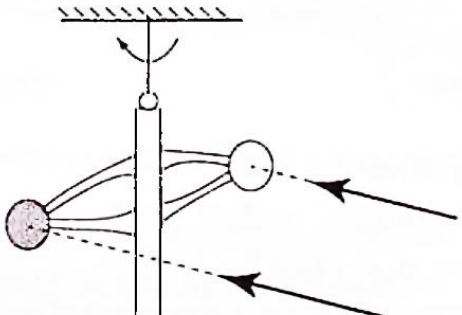
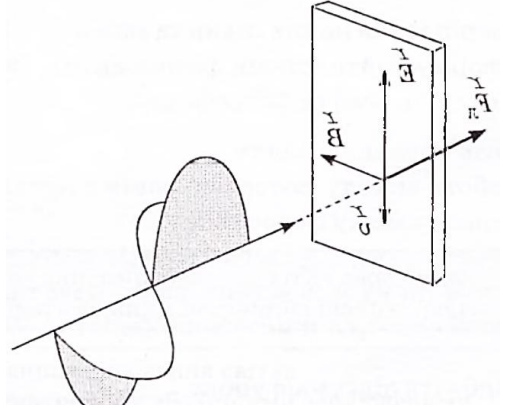
Хемілюмінесценція – це випромінювання світла тілами за рахунок хімічної реакції з виділенням енергії, що відбувається в червоїні (світіння бактерій, риб, тощо)

Фотолюмінесценція – це випромінювання світла речовиною внаслідок дії на неї видимим, ультрафіолетом, рентгенівським, гамма-випромінюваннями (люмінесцентні лампи)

Термолюмінесценція – це випромінювання світла речовиною під час її нагрівання (вольфрамова спіраль лампи розжарювання)

Фотохімічні реакції – це реакції, що відбуваються під дією світла
Реакції синтезу – це реакції у результаті яких під дією світла більш прості молекули перетворюються на більш складні <i>Приклади:</i> $CO_2 + 2H_2O + Nh\nu \rightarrow CH_2O + H_2O + O_2$ $CO_2 + H_2S + Nh\nu \rightarrow CH_2O + H_2O + 2S$
Реакції розкладу – це реакції, у результаті яких під дією світла більш складні молекули перетворюються на більш прості <i>Приклади:</i> $AgBr + h\nu \rightarrow Ag + Br$ (процес фотографування на плівку)
Закономірності фотохімічних реакцій 1. Маса речовини, що прореагувала в ході фотохімічної реакції, пропорційна енергії, яку поглинає речовина. 2. Для кожної фотохімічної реакції існує, мінімальна частота, з якої починається ця реакція.

Тиск світла – це тиск, який утворюють світлові електромагнітні хвилі, які падають на поверхню даного тіла

Схема досліду Лебедева (1900): 	Тиск світла обчислюється за формулою Максвелла: $p = (1 + r)w, \text{ де}$ p – тиск світла r – коефіцієнт відбиття (для дзеркальної поверхні $r=1$, для чорної $r=0$), w – об'ємна густина енергії електромагнітного поля
	Пояснення – з точки зору хвильової теорії та з точки зору квантової теорії. Прояв тиску світла – напрям кометних хвостів, сонячний вітер

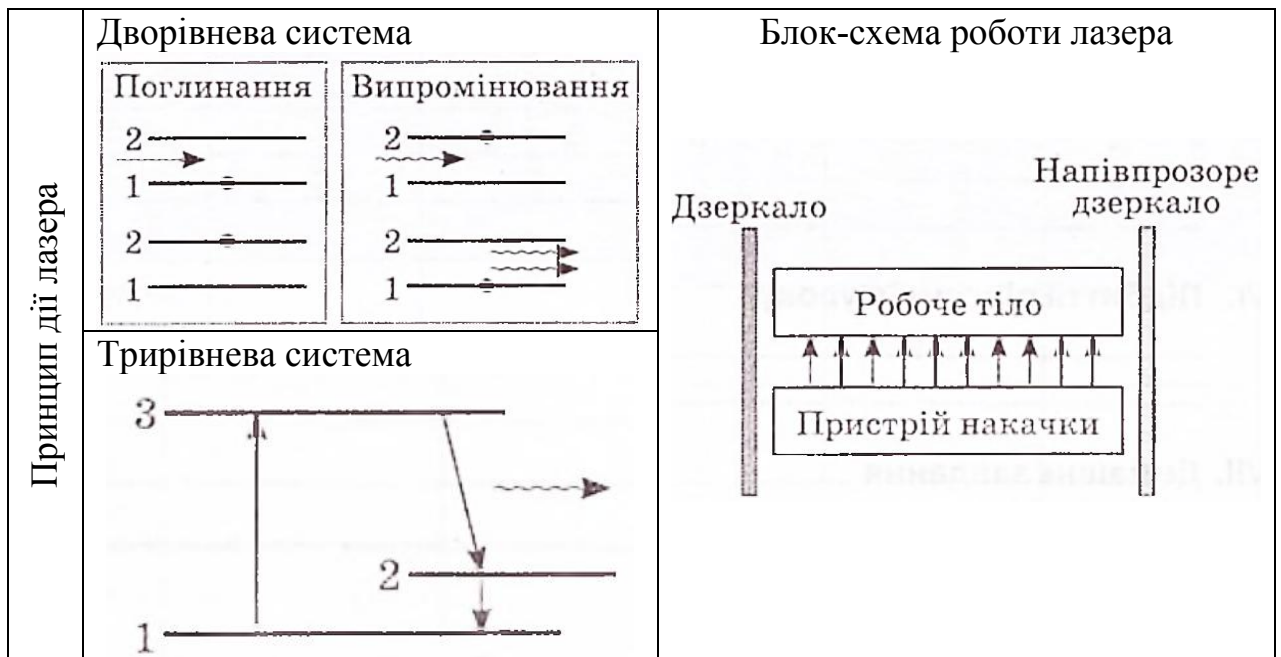
Квантові генератори та їх застосування. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла

Лазер (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

Мазер (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

З історії відкриттів:

- 1917р – Ейнштейн: дослідження випромінювання
- 1940р – Фабрикант: можливість використання вимушеного випромінювання для підсилення електромагнітних хвиль
- 1954р – Басов, Прохоров, Таунс: створення мазера (1963р – Нобелівська премія)
- 1960р – створення лазера



Властивості лазерного випромінювання:

- когерентність випромінювання
- монохроматичність випромінювання
- значна потужність, випромінювання
- малий кут розходження випромінювання

Застосування лазерів:

- медицина
- техніка
- промисловість, у тому числі хімічна
- військова справа
- метеорологія
- наукові дослідження
- комп'ютерна техніка

Корпускулярно-хвильовий дуалізм властивостей світла
(1929р, Луї де Бройль – Нобелівська премія з фізики)

Хвильові властивості

- Дисперсія
- Інтерференція
- Дифракція
- Поляризація
- Відбивання
- Заломлення
- Тиск світла

Корпускулярні властивості

- Фотоефект
- Фотохімічні елементи
- Люмінесцентії
- Тиск світла

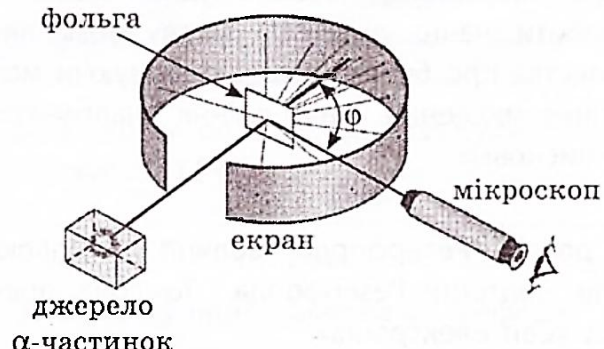
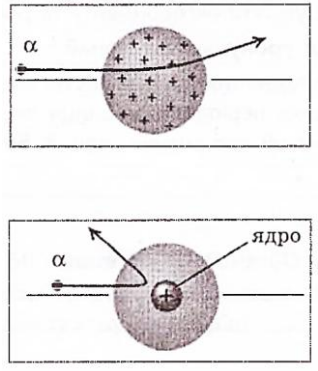
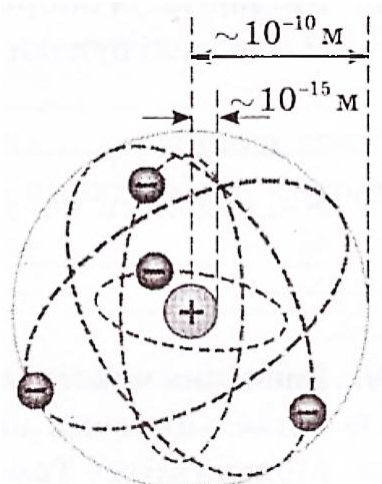
Атомна та ядерна фізика

Історія вивчення атома. Ядерна модель атома

Дослід Е.Резерфорда, 1911р. (Нобелівська премія з хімії) “... відтепер мені відомо, який вигляд має атом” .

Ціль досліді: дослідити будову атома.

Ідея досліді: розсіювання α -частинок під час проходження тонких шарів речовини.

Схема досліді: 	Результати досліді 1. Більшість α-частинок не відхиляється від початкового напрямку руху. 2. Незначна кількість α-частинок відхилилася від початкового напрямку руху на невеликі кути. 3. Незначна кількість α-частинок практично відкинута назад
 	Пояснення результатів досліді 1. В атомі багато порожнеч. 2. Відхилення α-частинок обумовлено кулонівською взаємодією з атомним ядром, у якому сконцетровананий позитивний заряд та значна маса. 3. Ударяючись об ядро, α-частинка практично відкидається назад Планетарна модель атома • Атом загалом нейтральний • У центрі атома перебуває позитивне ядро, у якому сконцетрована практично вся маса атома. Ядро складається з протонів та нейтронів (нуклонів). • Розміри ядра набагато менші від розмірів атома. • На значній відстані від ядра обертаються електрони

Квантові постулати Н.Бора. Випромінювання та поглинання та поглинання світла атомами. Атомні й молекулярні спектри. Спектральний аналіз та його застосування. Рентгенівське випромінювання

Постулати Бора (1913 рік), (1922 рік – Нобелівська премія з фізики).

Експериментальне підтвердження постулатів – досліди Франка та Герца (1914 р).

1. Атомна система може перебувати в стаціонарних станах, кожного з яких відповідає певна енергія. У стаціонарному стані атом не поглинає та не випромінює енергію
2. Під час переходу атома зі стаціонарного стану з більшою енергією E_n випромінюється фотон з енергією $E = E_n - E_k$. У разі поглинання атомом фотона з такою самою енергією відбувається зворотній перехід

Енергетичні рівні атома водорода



Атомне ядро. Протонно-нейтронна модель атомного ядра. Нуклони. Ядерні сили їх особливості. Стійкість ядер

Ядерні сили – це сили, що діють між нуклонами ядра та забезпечують існування стійких ядер

Властивості ядерних сил:

Короткодійучі сили – проявляються на малих (порівняно з розмірами самих нуклонів) відстанях між нуклонами. Ядерні сили діють на відстань близько 10^{-15} метрів.

Мають властивість зарядової незалежності. Ядерні сили діють між двома протонами, двома нейтронами, протоном та нейтроном. Ядерні сили неелектричної природи.

Мають властивість насичування. Кожний нуклон взаємодіє з певною кількістю найближчих до нього нуклонів, а не з усіма нуклонами ядра.

Ядерні сили не є центральними, на відміну від кулонівських та гравітаційних сил.

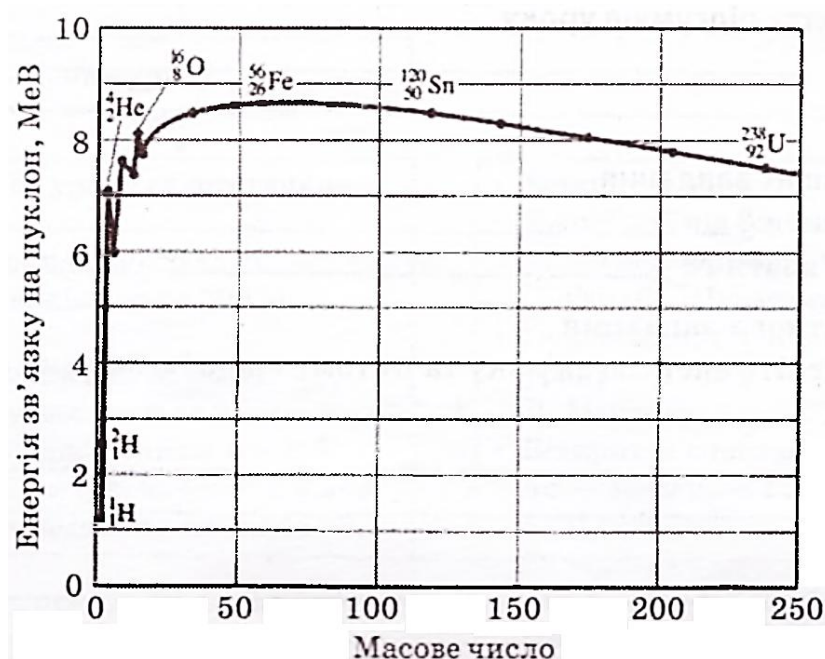
Ядерні сили мають обмінний характер. Це проявляється в тому, що сили, які діють між двома ядерними частинками, розтягуються як результат обміну між ними та елементарною частинкою

Енергія зв'язку атомного ядра

Енергія зв'язку атомних ядер – це енергія, яка необхідна для повного розчеплення ядра на окремі нуклони.

Енергія зв'язку дорівнює тій енергії, яка виділяється під час утворення ядра з окремих нуклонів

Графік енергії зв'язку:



Розрахунок енергії зв'язку

Маса ядра $m_{\text{я}} = m_{\text{а}} - Zm_{\text{я}}$

Дефект маси $\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_{\text{я}}$

Енергія зв'язку $E = \Delta m \cdot c^2$

Для обчислень:

Маса протона $m_p = 1,00728$ а.о.м

Маса нейтрона $m_n = 1,00866$ а.о.м

Маса електрона $m_e = 0,00055$ а.о.м

Атомна одиниця маси $1 \text{ а.о.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27}$

Швидкість світла $c = 3 \cdot 10^8$ м/с

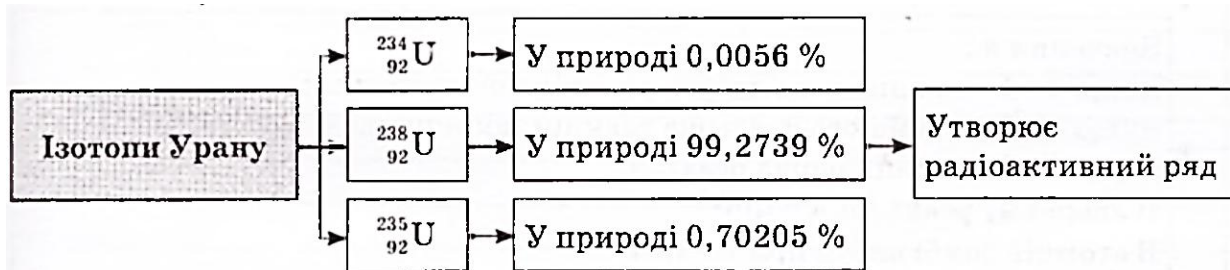
$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж

$1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}$ Дж

1919 рік – Е.Резефорд,
відкриття протона

1935 рік – Нобелівська премія
за відкриття нейтрона

Способи вивільнення ядерної енергії: синтез лехких і поділ важких ядер. Ланцюгова реакція ділення ядер Урану

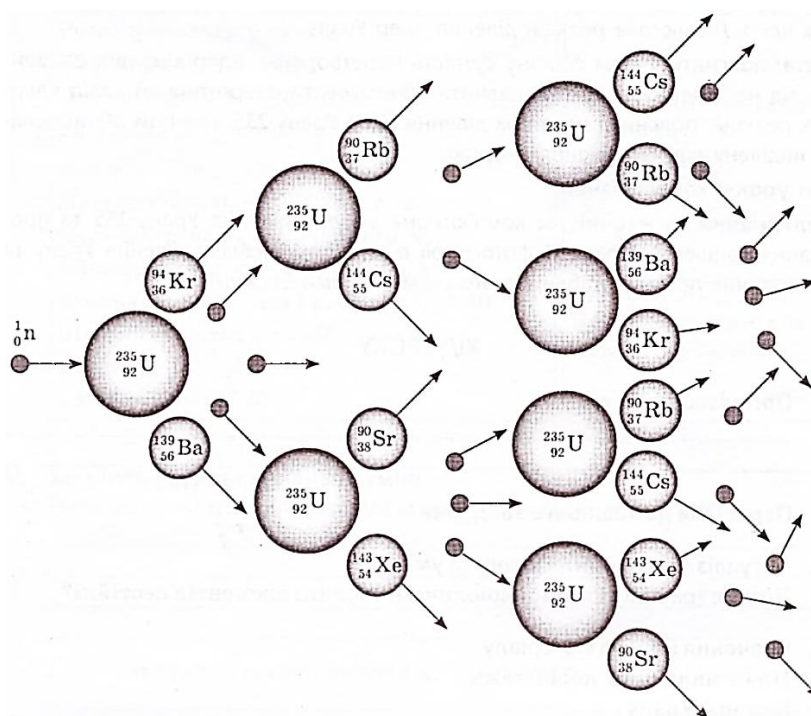


Ділення урану

- Ділення ядер урану енергетично вигідне.
- Під час ділення одного ядра Урану-235 виділяється 200 MeV енергії.
- Під час ділення на теплових нейтронах утворюється переважно ядра зі співвідношенням мас 2:3.
- Найбільш ймовірні продукти ділення – ядра з масовими числами 95, 139
- Особливість продуктів ділення – їх радіоактивність

- Відкриття ділення урану-235 під час бомбардування нейтронами – 1938р – О.Ган, Ф.Штрассман.
- Пояснення ділення ядер урану – 1939р – О.Фриш, Л.Мейтнер.
- Відкриття спонтанного ділення – 1940р – Г.Фльоров, К.Петржак.
- Створення теорії ділення важких ядер – Н.Бор, Я.Френкель

Ланцюговою ядерною реакцією називається реакція, у якій частинки, що викликають її (нейтрони), утворюються як продукт цієї ж реакції



Коефіцієнтом розмноження нейтронів називають відношення кількості нейтронів у даному поколінні до кількості нейтронів у попередньому поколінні: $k = \frac{N_i}{N_{i-1}}$

Значення k :

Якщо $k > 1$

Якщо $k < 1$

Якщо $k = 1$

В ядерному реакторі $k = 1,005$

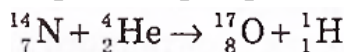
В атомній бомбі вибух при $k = 1,01$

Критична маса – це найменша маса, починаючи з якої можлива незатухаюча цепна реакція ділення Урану-235. Критичній масі відповідає певне значення критичного об'єму.

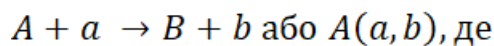
Якщо маса речовини менша за критичну, то ланцюгова реакція затухає

Ядерні реакції – це штучні перетворення атомних ядер, що обумовлені їх взаємодією з різними частинками або іншими ядрам

Перша ядерна реакція – Е.Резерфорд, 1919р.



Символічний запис:



A та B – початкове та кінцеве ядра,

a та b – початкова та кінцева частинки

Ядерні реакції

Енергія ядерної реакції

Екзотермічна реакція – з виділенням енергії,

Екзотермічна реакція – з поглинанням енергії.

Виконання законів збереження:

- сумарного електричного заряду
- енергії
- маси
- кількості нуклонів

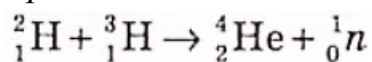
Класифікація ядерних реакцій:

- за енергіями частинок
- за масами
- за родом частинок (на протонах, на нейтронах ...)

Термоядерні реакції – це реакції синтезу, що відбуваються на легких атомних ядрах за високих температур порядку 10^7 К.

У термоядерних реакціях енергія виділяється.

Приклад:



Фізичні основи ядерної енергетики. Ядерна енергетика та екологія

Процес в зоні ділення Урану-235

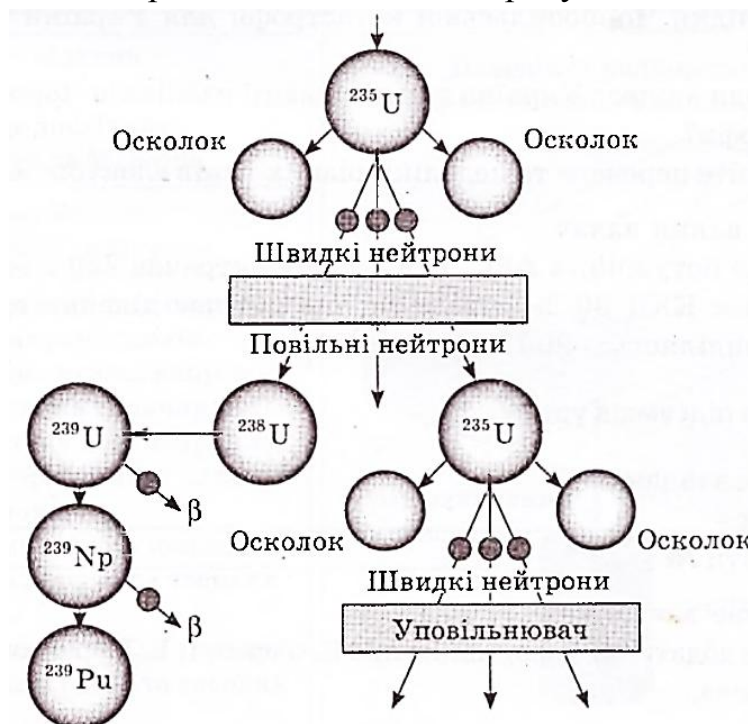
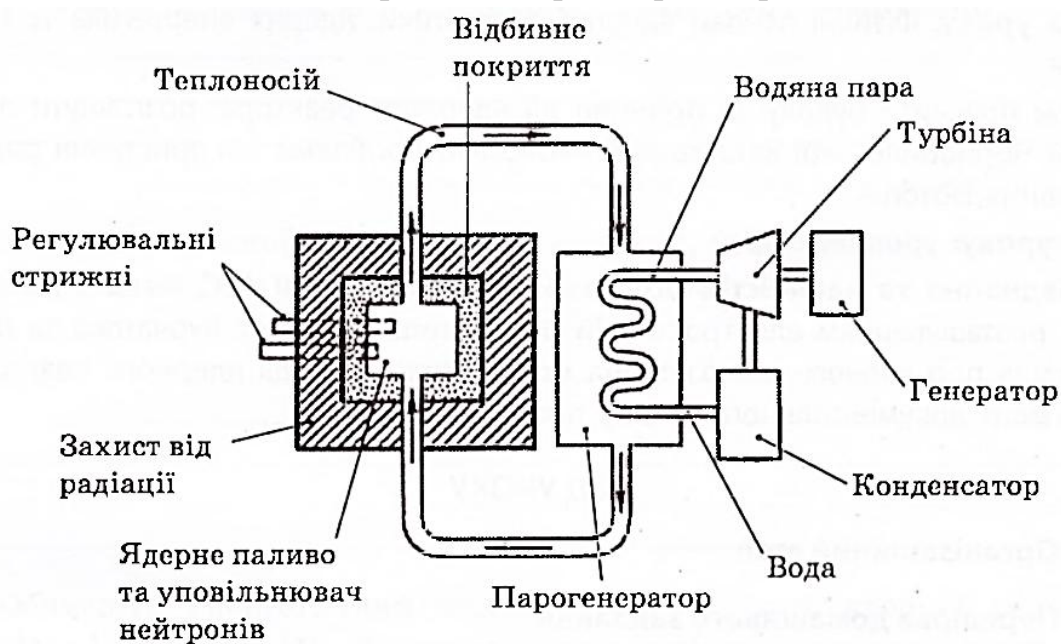
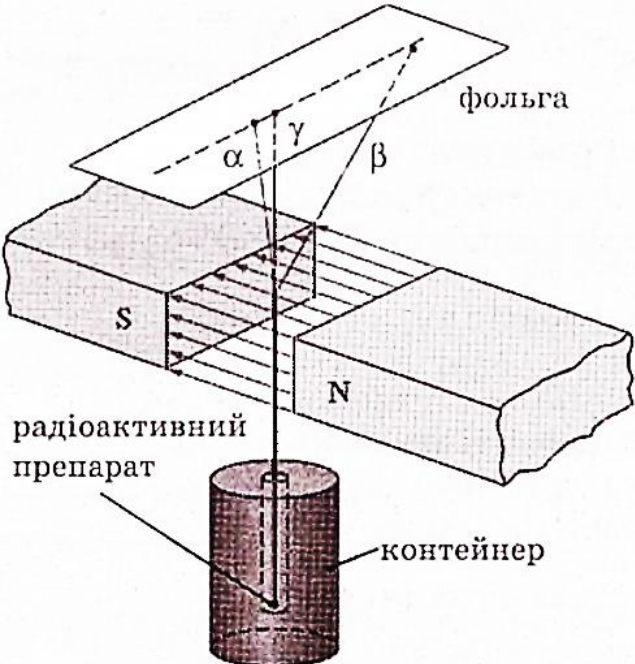


Схема роботи ядерного реактора



Радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання. Період напіврозпаду

Радіоактивність – це довільне перетворення одних атомних ядер в інші, яке супроводжується випромінюванням різних частинок

Явище відкрив А.Беккерель, 1896р Явище дослідили П.Кюрі та М.Кюрі	Поведінка радіоактивного випромінювання в магнітному полі 
Радіоактивність: природна та штучна	
Властивості радіоактивних випромінювань: 1. Радіоактивні випромінювання спричиняють хімічну дію, наприклад почорніння фотопластинок. 2. Замовляють іонізацію газів, рідин та твердих тіл. 3. Прозводять до люмінесценції рідин та твердих тіл	

Найбільшу проникну здатність має гамма-випромінювання, найменшу – альфа-випромінювання.

Правила зміщення

Під час альфа-розпаду ядро перетворюється в інше ядро, в результаті чого елемент зміщується на дві клітинки до початку періодичної таблиці елементів	${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\text{He}$
Під час бета-розпаду ядро перетворюється в інше ядро, в результаті чого елемент зміщується на одну клітинку ближче до кінця Періодичної таблиці елементів	${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$
Під час гамма-розпаду елемент не перетворюється на інший	---

Період напіврозпаду – це час, за який розпадається половина радіоактивних атомів

Позначення: N_0 – початкова кількість радіоактивних атомів N – кількість атомів, що не розпалася N' – кількість атомів що розпалася $N_0 = N + N'$	Графік розпаду
Закон радіоактивного розпаду: $N = N_0 * 2^{\frac{-t}{T}}$	
Зауваження: закон радіоактивного розпаду має статистичний характер	

Отримання і застосування радіонуклідів. Дозиметрія. Дози випромінювання. Радіоактивний захист людини

Радіоакційний вплив випромінювання на речовину

Поглинання енергії	
Поглинена доза випромінювання D – це фізична величина, яка чисельно дорівнює енергії випромінювання, поглиненій одиницею маси речовини. $D = \frac{W}{m}$ де W – це енергія іонізуючого випромінювання, передана речовині, m – це маса цієї речовини	На практиці $[D] = \text{рад}$. Назва походить від англійської аббревіатури (<i>rad – radiation absorbed dose</i>). $100 \text{ рад} = 1 \text{ грей}$ Поглинена доза накопичується з часом
1 Гр – це поглинена доза випромінювання, за якої речовині масою 1 кг передається енергія іонізуючого випромінювання, що дорівнює 1 Дж	Відношення поглиненої дози до часу опромінення називають потужністю P_D поглиненої дози випромінювання $P_D = \frac{D}{t},$ де D – поглиненна доза випромінювання, t – час опромінення

Іонізація
Експозиційна доза випромінювання визначається кількістю заряду (байдуже, я яким знаком), що виник під дією випромінювання, в 1 кг повітря $D_E = \frac{q}{m}$ [D_E] = Кл/кг 1 Кл/кг – це експозиційна доза випромінювання, за якої сумарний заряд усіх іонів одного знака, що утворилися в 1 кг повітря, дорівнює 1 Кл. На практиці [D] = Р(рентген). 1Р = 2.58*10⁻⁴ Кл/кг
Еквівалентна доза іонізуючого випромінювання (D_e) враховує різну радіаційну небезпеку різних іонізуючих випромінювань. Вона дорівнює поглиненій дозі, помноженій на коефіцієнт якості k, який є неоднаковим для різних випромінювань $D_e = k * D$ [D_e] = Зв (зиверт); [D_e] = бер Безпечні для людини дози опромінення подають у мілізивертах (мЗв). Доза опромінення в 1 Зв викликає небезпечні зміни крові, а після опромінення дозою в 4-5 Зв можлива смерть

Методи реєстрації радіоактивних випромінювань	
Фізична суть роботи приборів для реєстрації радіоактивних випромінювань: макроскопічна система перебуває в нестійкому стані. Радіоактивне випромінювання призводить до того, що система переходить до стійкого стану. Під час переходу фіксується частинка	В основі методів реєстрування та дослідження властивостей радіоактивних випромінювання-іонізуючі та фотохімічні дії частинок та випромінювання, відхилення заряджених частинок у магнітному полі

№	Прилад	Принцип дії
1	Камера Вільсона	Конденсація переохолодженої пари
2	Система Вільсона-Скобельцина	Камера Вільсона в магнітному полі. На заряджені частинки діє сила з боку магнітного поля
3	Бульбашкова камера (Д.Глайзер)	Скипання перегрітої рідини
4	Лічильник Гейгара	Самостійний газовий розряд, який виникає за ударної іонізації
5	Фотоемульсії на фотопластинках (Беккерель, Жданов)	Фотохімічні реакції AgBr
6	Сцинтиляційні лічильники	Сцинтиляції на екрані, покритому спеціальною речовиною

Основні радіологічні величини та одиниці

Величина	Найменування та позначення одиниці вимірювання		Зв'язок між одиницями
	Позасистемі	СІ	
Активність нукліду, А	Кюрі (Ки)	Беккерель (Бк)	1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк 1 Бк = 1 розп/с 1 Бк = $2,7 \cdot 10^{-11}$ Ки
Експозиційна доза	Ренген (Р)	Кулон/кг (Кл/кг)	1 Р = $2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг 1 Кл/кг = $3,88 \cdot 10^3$ Р
Поглинена доза	Рад (рад)	Грей (Гр)	1 рад = 10^{-2} Зв 1 Гр = 1 Дж/кг
Еквівалентна доза	Бер (бер)	Зіверт (Зв)	1 бер = 10^{-2} Зв 1 Зв = 100 бер
Інтегральна доза випромінювання	Рад-грам (рад * г)	Грей-кг (Гр*кг)	1 рад*г = 10^{-5} Гр*кг 1 Гр*кг = 105 рад*г

Вплив радіації на організм людини

Іонізуюче випромінювання:

рентгенівське випромінювання, гамма-випромінювання, альфа-частинки, електрони, протони, нейтрони

Найбільш поширені хвороби в результаті опромінення:

- ракові пухлини
- лейкемія
- променева хвороба

Залежно від рівня біологічної організації радіобіологи виділяють такі види біологічного ураження іонізуючи випромінювання:

- молекулярний (ураження молекул РНК, ДНК, негативний вплив на процеси обміну)
- субклітинний (ураження біомембран та складових клітини)
- клітинний (уповільнення процесів ділення клітин, часткове перетворення їх у злоякісні)
- тканинний (ураження чутливих тканини та органів)
- організмовий (зменшення строку життя, швидка загибель)
- популяційний (зміна генетичних характеристик окремих організмів)

Захист від радіації:

- віддалення від джерел випромінювання на значні відстані;

- захисний одяг;
- перешкоди з поглинальних матеріалів;
- особливий режим харчування та використання води;
- медикаментозне лікування;

Джерела опромінення:

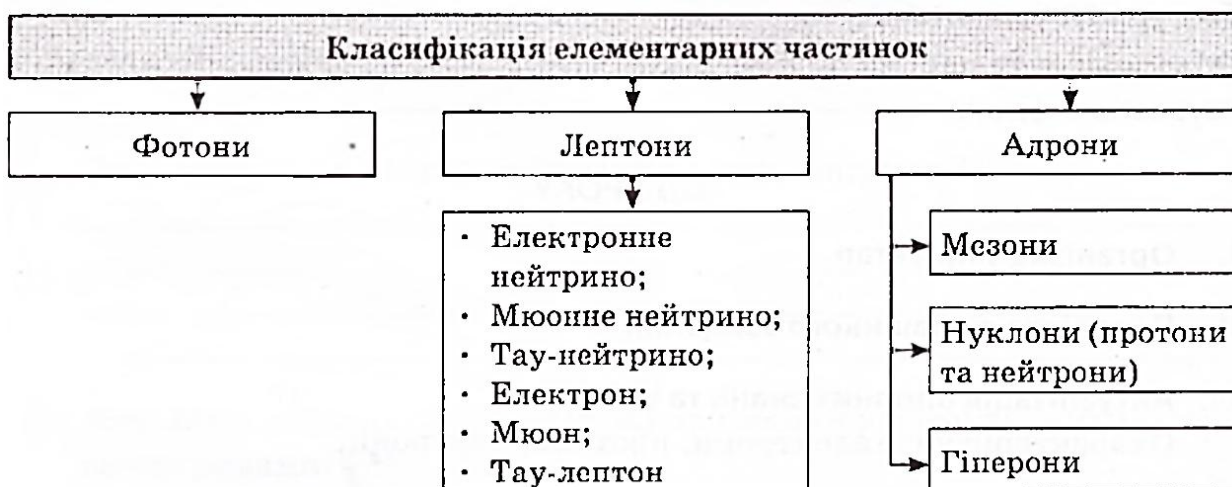
- природний радіаційний фон;
- продукти ядерних вибухів;
- робота установ, які використовують радіоактивні препарати;
- медична діагностика;
- будівельні матеріали;
- телебачення, мобільний зв'язок та компютери;
- атомні електростанції;

Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок. Класифікація елементарних частинок. Кваки. Космічне випромінювання

Фізика елементарних частинок: • визначає характеристики елементарних частинок • проводить класифікацію елементарних частинок • вивчає властивості фундаментальних взаємодій • аналізує перетворення частинок • вивчає внутрішню структуру елементарних частинок	
Основні частинки, що існують в природі у вільному або слабо-зв'язаному стані: • протон • електрон • нейтрон • фотон • електронне нейтрино • електронне антинейтрино • піони або π – мезони ($\pi^+ \pi^0 \pi^-$)	Основні властивості елементарних частинок: • більшість – нестабільні (стабільні – фотон, електрон, протон, нейтрон) • взаємодія та взаємне перетворення • існування античастинок • складна будова більшості частинок
Експериментальні методи дослідження елементарних частинок: • прискорювачі • камера Вільсона • сцинтиляційні лічильники • лічильник Гейгера - Мюллера • фотоемульсії • бульбашкова камера	Маса частинки та античастинки однакова, заряди однакові за модулем та протилежні за знаком. Античастинка електрона – позитрон, а не протон

Кварки

Позначення (за порядком зростання маси)	u	d	s	c	b	t
Заряд від елементарного заряду	$+\frac{2}{3}e$	$-\frac{1}{3}e$	$-\frac{1}{3}e$	$+\frac{2}{3}e$	$-\frac{1}{3}e$	$+\frac{2}{3}e$
Протон:  ddu				Нейтрон:  uud		



Види взаємодії у природі				
Вид взаємодії	Квант поля	Радіус дії	Відносна інтенсивність	Прояв
Ядерне (сильне)	Піони Каони	10^{-15}м	1	Стійкість атомних ядер
Електромагнітне	Фотони	∞	1/137	Стійкість атомів, молекул, макроскопічних тіл
Слабке	Бозони	10^{-13}м	10^{-10}	Нестабільність елементарних частинок
Гравітаційне	Гравітони (гіпотеза)	∞	10^{-33}	Стійкість зір, планетних систем

Фізика і науково-технічний прогрес. Фізична картина світу як складова природничо-наукової картини світу.

Картка №1 . “Матеріальний світ”

Частина світу	Розміри у просторі	Основні структурні елементи	Оновний тип взаємодії
Мікросвіт	$< 10^{-8}$ м	Молекули Атоми Елементарні частинки	Електромагнітна Сильна Слабка
Макросвіт	$< 10^{-8} / 10^{20}$ м	Тіла на Землі Земля та інші планети Зірки Гравітаційні та електромагнітні поля	Гравітаційна Електромагнітна
Мега світ	$> 10^{20}$ м	Галактики Гравітаційні та електромагнітні поля	Гравітаційна Електромагнітна

Картка №2. “Еволюція поглядів на фізичну картину світу”

Фізична картина світу	Приблизний час існування	Вчені, які зробили найбільший внесок у розвиток фізичної картини світу	Основні принципи, закони, теорії
Механічна	XVI – XVIII ст.	Демокрит, Галілей, Декарт, Ньютон	Принцип відносності Закони динаміки Закон всесвітнього тяжіння Закони збереження
Електро-динамічна	XIX – початок XX ст.	Фарадей, Максвелл, Ейнштейн	Закон Кулона Закон електромагнітної індукції Рівняння Максвелла Спеціальна теорія відносності
Квантово-польова	Початок XX – середина XX ст.	Планк, Ейнштейн, Бор, Резефорд, Столетов, де Бройль, Гайзенберг, Шредингер, Лебедев	Гіпотеза Планка Роботи Ейнштейна Постулати Бора Корпускулярно-хвильовий дуалізм

Картка №3. “Взаємодія в природі”

Вид взаємодії	Квант поля	Радіус дії	Беруть участь у взаємодії	Прояви
Ядерна (сильна)	Піони Каони	10^{-15} м	Важкі частинки (нуклони)	Стійкість атомних ядер
Електро-магнітна	Фотони	∞	Заряджені частинки та фотони	Стійкість атомів, молекул, макроскопічних тіл
Слабка	Бозони	10^{-13} м	Всі частинки, крім фотона	Нестабільність елементарних частинок
Гравітаційна	Гравітони (гіпотеза)	∞	Всі тіла та частинки	Стійкість зірок, планетних систем

Зміст

Електричне поле . Напруженість і потенціал електричного поля	3
Речовина в електричному полі . Вплив електричного поля на.....	4
живі організми	4
Електроємність . Конденсатори та їх використання в техніці . Енергія електричного поля	5
Електричний струм . Електричне коло . Джерела та споживачі електричного струму . Робота та потужність електричного струму . Безпека під час роботи з електричними пристроями	6
Електрорушійна сила . Закон Ома для повного кола.....	7
Електричний струм у різних середовищах (металах, рідинах, газах) та його використання	8
Електропровідність напівпровідників. Власна і домішкова провідності. Напівпровідниковий діод.	10
Електрична і магнітна взаємодії . Взаємодія провідників зі струмом . Індукція магнітного поля . Потік магнітної індукції	11
Дія магнітного поля зі струмом . Сила Ампера . Сила Лоренца.....	12
Магнітні властивості речовини . Застосування магнітних матеріальних матеріалів . Магнітний запис інформації . Вплив магнітного поля на живі організми	13
Електромагнітна індукція . Закон електромагнітної індукції.....	13
Індуктивність. Енергія магнітного поля котушки зі струмом	14
Змінний струм . Генератор змінного струму	15
Трансформатор . Виробництво, передання та використання енергії електричного струму	16
Коливальний рух. Вільні коливання. Вимушені коливання. Гармонічні коливання. Амплітуда, період і частота коливань.	17
Рівняння гармонічних коливань	18
Резонанс	19
Математичний маятник. Період коливань математичного маятника (Пружний маятник).....	20
Поширення механічних коливань у пружному середовищі. Поперечні та поздовжні хвилі. Довжина хвилі.	21
Коливальний контур . Виникнення електромагнітних коливань у коливальному контурі. Гармонічні електромагнітні коливання. Частота власних коливань.....	23
Електричний резонанс . Автоколивання	25
Утворення і поширення електромагнітних хвиль. Швидкість поширення, довжина і частота електромагнітної хвилі	25
Шкала електромагнітних хвиль. Властивості електромагнітних хвиль різних діапазонів частот.....	26
Електромагнітні хвилі в природі й техніці	27
Розвиток уявлень про природу світла. Джерела і приймачі світла. Поширення світла в різних середовищах. Поглинання і розсіювання світла	27
Відбивання і заломлення світла. Закони заломлення світла	28
Світло як електромагнітна хвиля. Інтерференція і дифракція світлових хвиль	29
Поляризація і дисперсія світла.....	30
Неперервний спектр світла. Спектроскоп	32

Квантові властивості світла. Гіпотеза М.Планка. Світлові кванти. Маса, енергія та імпульс фотона	33
Фотоефект. Рівняння фотоефекту. Застосування фотоефекту	34
Люмінесценція. Тиск світла. Хімічна дія світла.	35
Квантові генератори та їх застосування. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла.....	36
Атомна та ядерна фізика.....	38
Історія вивчення атома. Ядерна модель атома	38
Квантові постулати Н.Бора. Випромінювання та поглинання та поглинання світла атомами. Атомні й молекулярні спектри. Спектральний аналіз та його застосування. Рентгенівське випромінювання	39
Атомне ядро. Протонно-нейтронна модель атомного ядра. Нуклони. Ядерні сили їх особливості. Стійкість ядер	39
Енергія зв'язку атомного ядра	40
Способи вивільнення ядерної енергії: синтез легких і поділ важких ядер. Ланцюгова реакція ділення ядер Урану	41
Фізичні основи ядерної енергетики. Ядерна енергетика та екологія	43
Радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання. Період напіврозпаду.....	44
Отримання і застосування радіонуклідів. Дозиметрія. Дози випромінювання. Радіоактивний захист людини	45
Елементарні частинки. Загальна характеристика елементарних частинок. Класифікація елементарних частинок. Кваки. Космічне випромінювання.....	48
Фізика і науково-технічний прогрес. Фізична картина світу як складова природничо-наукової картини світу.	50

Література:

1. Євлфхова О.М., Бондаренко М.В. Фізика. 11 клас. I семестр. Рівень стандарту / О.М. Євлахова, М. В. Бондаренко.-Х. : Вид. група « Основа », 2018.-144с.
2. Євлфхова О.М., Бондаренко М.В. Фізика. 11 клас. II семестр. Рівень стандарту / О.М. Євлахова, М. В. Бондаренко.-Х. : Вид. група « Основа », 2018.-128с
3. Фізика. 11 клас. Рівень стандарту / О.М. Євлахова, М. В. Бондаренко.- 3-є вид.-Х. : Вид. група « Основа », 2013.-160с.
4. Антикуз О.В. Усі уроки фізики. 11 клас. Рівень стандарту. I семестр-Х.: Вид. група «Основа» 2018.-220с.
5. Антикуз О.В. Усі уроки фізики. 11 клас. Рівень стандарту. II семестр-Х.: Вид. група «Основа» 2018.-224с.
6. Фізика(рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2019. — 272 с. іл.
7. Сиротюк В.Д. Фізика (рівень стандарту, за навч. програмою авт. колективу під керівництвом Ляшенка О.І.) : підруч. для 11-го кл. закл. заг. серед. освіти / В.Д. Сиротюк. — Київ : Генеза, 2018. — 256 с. іл.
8. Соколович Ю.А. фізика: Довідник з прикладами розв'язування задач / Ю.А. Соколович, Г.С. Богданова.-2-ге вид.-Х.: Веста: Видавництво «Ранок», 2008.-464с.

Фізика і астрономія [Текст]: конспекти лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст II-го курсу денної форми / уклад. Л.І.Середа. – Луцьк: Луцький НТУ, 2020. – 54 с.

Комп'ютерний набір Л.І.Середа
Редактор Л.І.Середа

Під. до друку «___» _____ 2020 року Формат 60x84/16 Папірофс
Гарн. Таймс. Ум. друк. Арк 3,25.
Тираж 30 прим.

Інформаційно-видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018, м.Луцьк вул Львівська, 75
Друк – ІВВ Луцького НТУ