- Їхні *спектральні серії описуються узагальненою формулою- Ба-*

*льмера (4.10) з ефективним зарядом ядра Zеф < Z та ефективною*

*масою m*′*m*0*M* *m*0 *M*  
*Їхні перші потенціали іонізації - малі*, а другі та треті потенціали

іонізації значно більші

- Вони *одновалентні* по відношенню до Н

- Ці факти свідчать, що *атоми лужних металів можна розгля-*

*дати як воднеподібні атоми із одним валентним електроном*

* Виявляється, що *енергія стаціонарних станів в атомах*

*лужних металів залежить не тільки від головного квантового числа*

*n але й від орбітального квантового числа* ℓ *, бо наявність екра-*

*нуючих електронів та поляризації атомного остову створює внут-*

*рішнє поле в атомі, яке знімає виродження в атомах лужних*

*металів.*

- Система термів - *енергій стаціонарних станів* валентного еле-

ктрона атомів лужних металів, що залежать *від двох квантових*

*чисел n і* ℓ*,*

-Головна серія (principal) включає переходи між P і S станами  
Різка серія (sharp) або *друга побічна* включає переходи між S і P стаНами  
Дифузна серія (diffusion) або *перша побічна* виникає при пере-

ході валентного електрона із nD рівнів на (n - 1)P рівні  
Фундаментальна серія (fundamental) виникає при переходах

валентного електрона із nF рівнів на (n - 1)D рівні

*- Наявність тонкої структури свідчить, що енергія електро-*

*нів залежить не тільки від квантових чисел n і* ℓ*.* Виникла *необхідність припустити, що електрону притаманна внутрішній ступінь свободи*.

*- власний момент кількості руху – спін*

*- електрон має власний магнітний момент кількості руху LS, який був названий спі-*

*ном.*

*- Спін є квантовою величиною і не має класичного аналога*,

- Сума моментів кількості руху

*Ll* ℏ ℓ(ℓ 1) , (9.20)

*LS* ℏ *s*( *s* 1) , (9.21)

*LJ* ℏ *j*( *j* 1) ,

*-нове квантове число j*, *яке визначає сумарний мо-*

*мент кількості руху за абсолютною величиною*. *Проекції мо-*

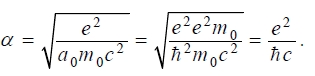
*ментів кількості руху, як і раніше*, *визначаються магнітними*

*квантовими числами ml ms, mj*

*- квантове число j повинно знаходитись у межах*

| ℓ *- s* | *j* ℓ*+ s*

*стала тонкої структури*



- Стала тонкої структури - фундаментальна фізична стала, яка визна чає величину розщеплення спектральний ліній. У рамках напівкван-

тової теорії Бора для атома водню вона характеризує швидкість еле-

ктрона на першій борівській орбіті v = c = (1/137)с

*- Енергія спін-орбітальної взаємодії залежить від магніт-*

*ного спінового квантового числа ms, яке може мати два зна-*

*чення* *1/2. Це означає, що спін-орбітальна взаємодія розщеп-*

*лює енергетичний рівень стаціонарного стану на два підрівні*

*з енергіями Е +* Δ*Е(ms = 1/2) і Е -* Δ*Е(ms = -1/2).*

*- стаціонарні стани водневоподібних атомів*

*лужних металів з одним валентним електроном визначають-*

*ся трьома квантовими числами n,* ℓ *і j*

*-* правила відбору для

дипольних переходів

Δℓ = 1; Δ*j* = 0; 1

* *причиною виникнення тонкої*

*структури термів і спектральних ліній атомних спектрів*

*лужних металів є спін-орбітальна взаємодія.*

* *тонка структура спектрів,* причиною виникнення якої є спін-

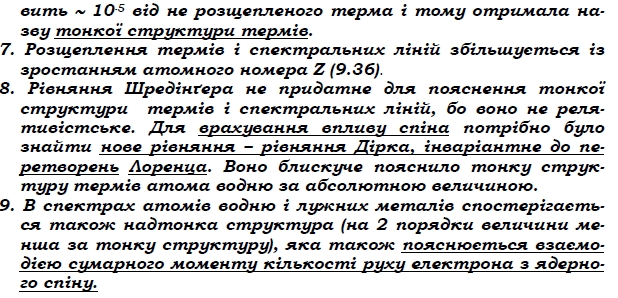
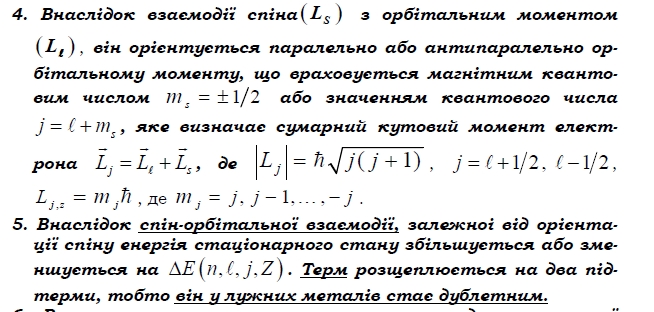
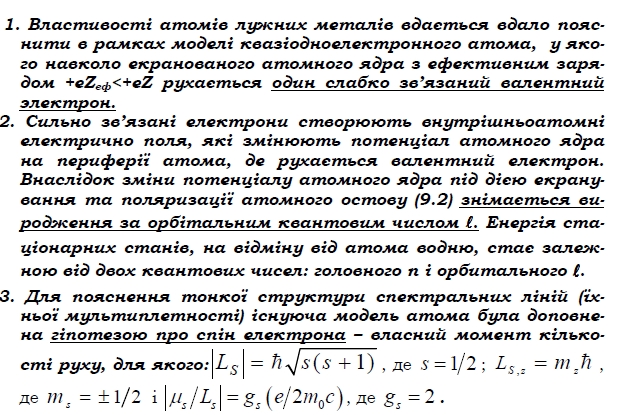
орбітальна взаємодія, *значно легше спостерігається в атомних спек-*

*трах лужних металів,* ніж у атомному спектрі водню.

* *Природа цієї надтонкої стру-*

*ктури пояснюється взаємодією сумарного моменту кількості*

*руху електрона Lj з ядерним спіном LI.*



* *Причиною* появи *тонкої структури термів (*∼*10-5) та спект-*

*ральних ліній* атомів водню *є спін-орбітальна взаємодія*

* Досліди Лемба і Різерфорда

Метою цих дослідів була перевірка виродженості термів 22S1/2

та 22P1/2. у *дослідах У. Лемба і Р. Різерфорда ви-*

*вчається можливість виникнення вимушених переходів 22S1/2*

*22P1/2.* ці досліди дозволили дійти до висновку,

*що рівні 22S1/2 і 22P1/2 не вироджені, тобто вони зсунуті один*

*відносно одного на величину 4,3**10-6 еВ.*

* крім дійсних частинок, для яких має місце

закон збереження енергії

*E2 = c2p2 + m02c4,* існують *віртуальні частинки*,2 які за час *t*, що

проходить від їхнього виникнення до загибелі, можуть мати енергію,

яка не визначається законом збереження енергії

Віртуальні частинки існують дуже короткий час. Але це не перешко-

джає експериментальному визначенню їхньої взаємодії з реальними

частинками. Для характеристики цієї взаємодії виникло поняття *фі-*

*зичного вакууму*, якому не надається ніяких механічних властивос-

тей. Фізичний вакуум не є „пустотою”. Він заповнений віртуальними

фотонами та іншими віртуальними частинками

* *фізичним вакуумом називається основний стан кванто-*

*вих полів, який має енергію, мінімальний імпульс, кутовий момент,*

*електричний заряд та інші квантові числа. Він є суперпозицією ну-*

*льових коливань квантового поля.*

* *основною причиною появи лембівського зсуву є взаємодія електронів у атомі із флуктуаціями електромагнітного поля, тобто взаємодія з електромагнітним*

*вакуумом.*

*Вивчення лембівського зсуву стимулювало подальший*

*розвиток квантової електродинаміки й підтвердило гіпотезу*

*про реальність фізичного вакууму*

*1. Експериментальне вивчення тонкої структури спектра-*

*льних ліній атома водню (досліди Лемба і Різерфорда) пока-*

*зали, що знімається виродження за орбітальним числом* ℓ

*навіть у одноелектронному атомі. Про це свідчить наяв-*

*ність спектрального зсуву Лемба термів з однаковими ор-*

*бітальними квантовими числами* ℓ*.*

*2. Зсув Лемба не пояснюється навіть за допомогою релятиві-*

*стського рівняння Дірака, яке вдало описує тонку струк-*

*туру спектральних ліній, що виникає внаслідок спін-*

*орбітальної взаємодії.*

*3. Зсув Лемба пояснюється у квантовій електродинаміці вза-*

*ємодією електрона із флуктуаціями вакууму. Таким чином,*

*розвиток квантової теорії поля призвів до виникнення уяв-*

*лень про вакуум як середовище з певними фізичними влас-*

*тивостями, які виявляються експериментально, зокрема,*

*вони є причиною лембівського зсуву.*

*4. Вакуум грає надзвичайно важливу роль у сучасній фізиці - у*

*квантовій теорії поля. За допомогою вакууму відбувається*

*взаємодія частинок між собою. Наприклад, внаслідок обмі-*

*ну заряджених частинок віртуальними фотонами виникає*

*кулонівська взаємодія зарядів. Обмін фотонами змінює ну-*

*льовий стан вакууму, що призводить до появи електромаг-*

*нітної взаємодії між зарядами. Аналогічно поява ядерних*

*сил є наслідком обміну протонів і нейтронів віртуальними*

π*мезонами.*

* *енергія електрона в складному атомі визначається еле-*

*ктронною конфігурацією* - *розподілом електронів між наявними ор-*

*біталями*

* Електронна конфігурація знаходиться за допомогою *принципу*

*Паулі, згідно якого в електронному стані з чотирма квантовими чи-*

*слами (наприклад, n,* ℓ, *m*ℓ*,, ms або n,* ℓ*, j, mj) може знаходитись тіль-*

*ки один електрон*

* (L-S)Нормальним називається зв’язок, коли енергії взаємодії орбі-

тальних (*E*ℓ-ℓ) і спінових моментів (*E*s-s) кількості руху, в основі яких

лежить електростатична квантова взаємодія, більші за енергію спін-

орбітальної взаємодії (*E*ℓ-s), магнітна взаємодія якої згідно (9.31) про-

порційна квадрату сталої тонкої структури,

| *E*ℓ-ℓ | та | *E*s-s | > | *E*ℓ-s | .

- J-J зв’язком називається випадок, коли енергія орбітальної (*E*ℓ-

ℓ) та спін-спінової (*E*s-s) взаємодій менші за енергію спін-орбітальної

взаємодії (*Е*ℓ-s)

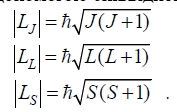
| *E*ℓ-ℓ | та | *E*s-s | < | *Е*ℓ-s | .

* Абсолютні значення кутових мо-

ментів *LJ* , *LL*, *LS* визначаються новими квантовими числами: *орбі-*

*тальним L*, *спіновим S* і *квантовим числом сумарного моменту*

*кількості руху J* за допомогою співвідношень:



* *L - квантове число сумарного орбітального моменту* кіль-

кості руху електронів атома може мати цілі невід′ємні значення, які

відрізняються один від одного на одиницю

* *Квантове число сумарного спіну S* також має невід′ємні значен-

ня, що відрізняються одне від одного на одиницю

* *Квантове число J*, яке характеризує сумарний кутовий момент *LJ*,

набуває невід′ємні значення, які відрізняються одне від одного на

одиницю

* Атоми характеризуються *квантовими числами*: *n* - *голо-*

*вним*, *L* - *орбітальним, що визначає абсолютну величину повного*

*орбітального моменту кількості руху*, S - *повного спіну* і J - *повно-*

*го моменту кількості руху (спінового і орбітального), mL, mS, mJ*

- *магнітними квантовими числами сумарних орбітального, спі-*

*нового і спін-обітального моментів кількості руху електрона в склад-*

*ному атомі відповідно. У відсутності силових полів енергетичний рі-*

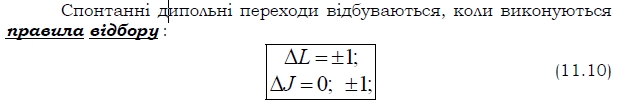
*вень визначається трьома квантовими числами n, L, J. Квантове*

*число повного спіну S визначає мультиплетність термів за*

*формулою (2S+1), а магнітні квантові числа визначають зміни ене-*

*ргії рівнів (енергетичне положенні термів) у присутності силових по-*

*лів.*



* *правила Хунда*

*Перше правило Хунда*. Для даної електронної конфігурації тер-

ми з більшою мультиплетністю мають більші абсолютні значення ене-

ргій

*Друге правило Хунда*. Для даної електронної конфігурації та му-

льтиплетності, тобто при заданих *S, J* і *n*, терми з більшими значен-

нями сумарного орбітального числа *L* мають більші за абсолютною ве-

личиною енергії, ніж терми з меншими значеннями *L*

*Третє правило Хунда*. Для даної електронної конфігурації при

заданих значеннях квантових чисел *n, L* і *S чим менше квантове чис-*

*ло J, тим більша за абсолютною величиною енергія терма*

* *Парапозитроній має синглетні терми* і синглетні лінії. Він не має магнітного моменту в не збудженому стані і тому він діамагнітний. *Ортопозитроній має*

*триплетні терми* , і магнітний момент , що не дорівнює *нулеві .*

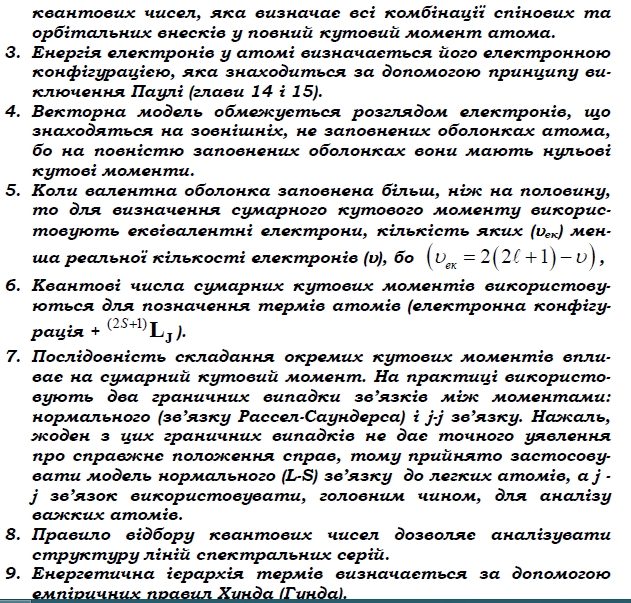
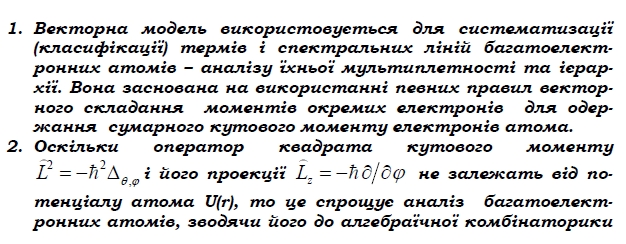
* *Кількість можливих значень квантового числа J не залежить*

*від типу зв’язку.* Це твердження виникає внаслідок, так званого,

принципу адіабатичної інваріантності. У випадку *L - S* та *j – j* зв’язків

можна пересвідчитись, що максимальні значення числа *Jmax* для них

збігаються.



* *поправку до енергії стаціонарного стану знаходять*

*як середнє від потенціалу збурення V' = e2/r12*

* Елементарні частинки мають однакові властивості, коли в них

однакова маса, заряд, спін, енергія тощо. Тобто якщо поміняти місцями

дві однакові частинки, то нічого не зміниться. Ця властивість покладена

в основу *принципу нерозрізняємості або тотожності елементар-*

*них частинок.*

станів реалізується в природі повинен дати відповідь дослід.

* В 1924 році лауреат нобелівської швейцарський фізик *Вольфганг*

*Паулі4* узагальнив існуючий дослід і встановив, що для *частинок з*

*напівцілим спіном ( s = 1/2, 3/2, ...) мають місце стани, котрі*

*описуються антисиметричними хвильовими функціями* *A, а для*

*частинок з цілим спіном ( s = 0, 1, 2,...) - симетричними хвильо-*

*вими функціями* *С.* Це твердження називається принципом Паулі або

принципом виключення. Його можна сформулювати і інакше, а саме:

*в системі частинок з напівцілим спіном - ферміонів не може бу-*

*ти двох частинок, що знаходяться в одному і тому ж стані.*

* *Стани бозонів* - *частинок з цілим спіном описуються си-*

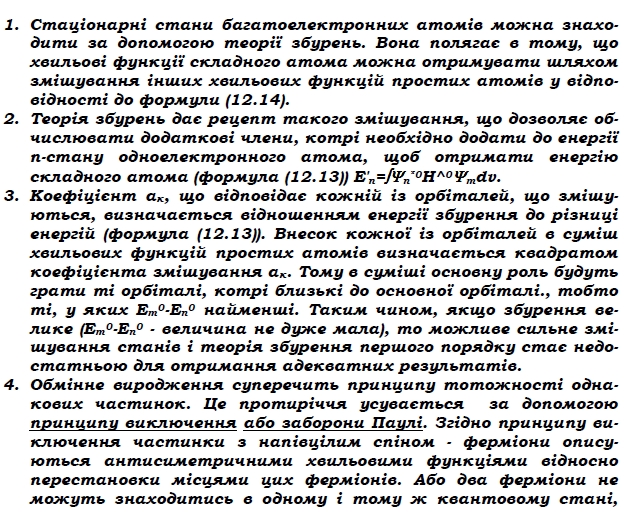
*метричними функціями*

* *Різні властивості ферміонів і бозонів виявляються і в поведінці їх*

*ансамблів, а саме:*

- *ферміони* описуються за допомогою *статистики Фермі-Дірака*

*- бозони* описуються за допомогою *статистики Бозе-Ейнштейна*



*тобто не може існувати двох ферміонів (електронів), всі ква-*

*нтові числа яких однакові.*

*5. Квантовий обмін ферміонів між різними станами призводить*

*до появи обмінної енергії, котра є кулонівською енергією в*

*умовах квантового обміну. Знак обмінної енергії визначається*

*орієнтацією спінів, а її величина такого порядку, як і кулонів-*

*ська енергія в полі ядра, тобто вона значно більша за енергію*

*взаємодії магнітних моментів.*

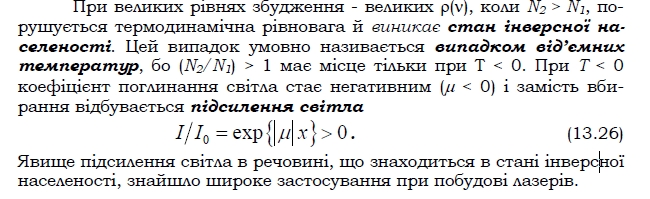
* Імовірність вимушених переходів *wfi* із початково стану *і* дов

кінцевого стану *f* за одиницю часу залежить від інтенсивності світла,

що його викликає. При не дуже великих інтенсивностях світла вона

розглядається в квантовій механіці за допомогою нестаціонарної тео-

рії збурень і визначається *золотим правилом Фермі*



- Розширення спектральної лінії визначається трьома основними факторами:

*1) радіаційним затуханням,*

*2) розширенням енергетичних*

*рівнів,*

*3) ефектом Доплера.*

*-* 1) Радіаційне затухання притаманне всім системам, що ви-

промінюють.

* *Середній час життя гармонічного осцилятора* залежить лише

від частоти (довжини хвилі) і становить для видимого діапазону час-

тот 10-8 *с*.

* Величина Δназивається *природною шириною спектральної лі-*

*нії в класичній електродинаміці (або природною шириною лінії*

*класичного осцилятора із зарядом е і масою m0).*

* Таким чином, *чим більше коефіцієнт спонтанного переходу Ей-*

*нштейна, тим менше час життя електрона в збудженому*

*стані, і тим більша ширина спектральних рівнів.*

* *Ефект Доплера може іноді давати значне розширення контуру*

*спектральної лінії.*

* Підсилювач можна перетворити на *генератор електромагнітного*

*випромінювання.* Для цього потрібно забезпечити:

\* *робоче тіло* - середовище, в якому створюється інверсія

заселеності рівнів;

*\* джерело накачки*, за допомогою енергії якого збуджу-

ється робоче тіло до стану інверсії заселеності рівнів;

\* *систему зворотного зв’язку*, за допомогою якої підси-

лювач перетворюється на генератор електромагнітних хвиль.

Світло, що проходить в оптичному резонаторі крізь робоче

* *коефіцієнт підсилення в робочому тілі через*

*вимушені переходи повинен бути більшим за коефіцієнт*

*втрат*

* Накачка здійснюється різними способами: зовнішнім *допоміж-*

*ним джерелом світла* - спеціальними лампами накачки, *електро-*

*нними потоками* - електронна накачка

* Робоче тіло повинно мати зручні для накачки електронні ене-

ргетичні рівні. Вони повинні бути *метастабільними*, що збільшує

ймовірність вимушених переходів по відношенню до спонтанних пе-

реходів та середній час життя у збудженому стані

* Оптичний зворотний зв’язок здебільшого здійснюється *за*

*допомогою* еталона Фабрі-Перо - *відкритого резонатора з великою до-*

*бротністю*. Він не тільки здійснює зворотний зв’язок, але й виконую

ще такі додаткові функції:

*збільшує оптичний шлях розповсюджування світла в ро-*

*бочому тілі,*

*здійснює колімацію світлового променя,*

*забезпечує монохроматизацію світла.*

* У гелій-неоновому лазері робочим тілом є газова суміш Не і

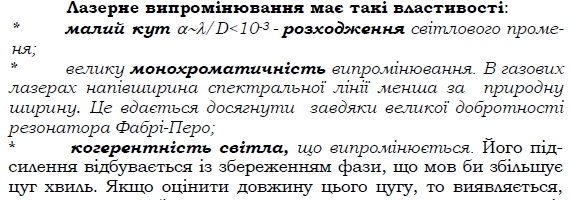
Ne . Гази слабо розсіюють світло і не спотворюють оптич-

них хвиль, які розповсюджуються в них, бо мають велику оптичну

однорідність і малу густину. Це зменшує втрати, і тому при викорис-

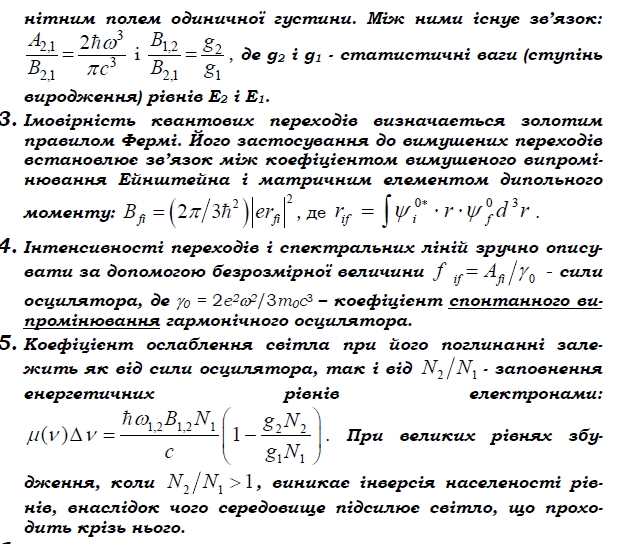
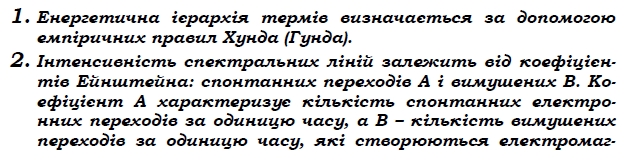
танні досконалих резонаторів можна отримувати випромінювання

дуже високої монохроматичності



* *лазерне випромінювання може мати великі потужності*

*до 1012 Вт.*



*6. Інверсія населеності використовується для створення ла-*

*зерів - генераторів когерентного світла.*

*7. На ширину спектральних ліній (їхню монохроматичність)*

*впливають три головних фактори: радіаційне затухання,*

*ефект Доплера, вплив зіткнень та взаємодії атомів.*

З розвитком атомної фізики стали відомі факти, які *свідчать,*

*що властивості* атомів залежать від кількості електронів у його скла-

ді і їхнього розподілу між окремими оболонками атомів:

*атомний номер Z у періодичній системі елементів характеризує*

*заряд ядра або кількість електронів в атомі;*

*спостерігається чергування мультиплетності зі зміною Z - вона*

*змінюється від парної до непарної при збільшенні Z;*

*властивості іонів A+(Z) подібні до властивостей атома A(Z-1) з*

*атомним номером на одиницю меншим.*

Послідовність заповнення

електронних станів атома визнача*ється двома принципами:*

*принципом виключення Паулі, згідно якого в атомі може бути*

*лише один електрон із даним набором чотирьох квантових чисел;*

*принципом мінімуму енергії, згідно якого при загальному числі*

*електронів в атомі заповнюються стани з мінімальною енергією.*

*періодичність властиво-*

*стей елементів зі зміною атомного номера може бути зв’язана з пе-*

*ріодичною зміною заповнення електронних оболонок при зро-*

*станні Z.*

В кожній *підгрупі періодичної сис-*

*теми знаходяться елементи з однаковою кількістю електро-*

*нів на зовнішній оболонці.*

*періодичний закон Д.І. Менделєєва відображає періодич-*

*ність у заповненні електронних оболонок*

* *Збудження рентгенівських променів можна розбити на дві стадії.*

*На першій стадії збудження рентгенівських променів електро-*

*ни або інші елементарні частинки передають свою енергію електро-*

*нам, що знаходяться на К-, L-, M-, ....атомних шарах, внаслідок чого*

*на них утворюються вакансії (дірки)*

*Другою стадією утворення характеристичних спектрів рент-*

*генівських променів є перехід електронів атома з периферичних еле-*

*ктронних оболонок на вакансію глибинної електронної оболонки К-, L-*

*, M- ....атомних шарів (рис.15.3) із випромінюванням квантів елект-*

*ромагнітних хвиль, що формують відповідні спектральні лінії К-, L-,*

*M- серій характеристичного рентгенівського спектра.*

* *одноелектронний перехід. Цей перехід майже еквівале-*

*нтний електронному переходу в одноелектронному атомі з Zеф*

*= Z - ai, для якого можна використовувати узагальнену форму-*

*лу Бальмера.*

* через *спін-орбітальну та електро-*

*статичну взаємодії рентгенівські терми мультиплетні*

* *Смугою поглинання* називається

ділянка довжин хвиль, у якій має місце кубічний закон зміни коефі-

цієнта поглинання



* *Спектр поглинання рентгенівських променів має такі вла-*

*стивості:*

*1. відсутній ефект обертання ліній спектра*, притаманний оп-

тичним спектрам.

*2. край поглинання має тонку структуру*

*Причиною тонкої структури*

*спектрів поглинання є спін-орбітальна й електростатична*

*взаємодія, які відповідальні за мультиплетність термів;*

*3.* краї поглинання мають також *тонку протяжну структуру*

*для конденсованих фаз речовини*,

*4.* далеко від країв смуги поглинання має місце кубічна залежність

коефіцієнта поглинання від довжини хвилі рентгенівських проме-

нів,

*5.* поглинання квантів рентгенівських променів, крім флуоресценції,

може збуджувати також *рентгенівський фотоефект (емісію*

*фотоелектронів)*.

* Фотографуючи

треки виникаючих електронів у камері Вільсона, Оже звернув увагу,

що іноді з однієї точки виходять сліди не одного, а двох електронів.

Це явище назвали Оже-ефектом.

*1. Характеристичні спектри рентгенівських променів під-*

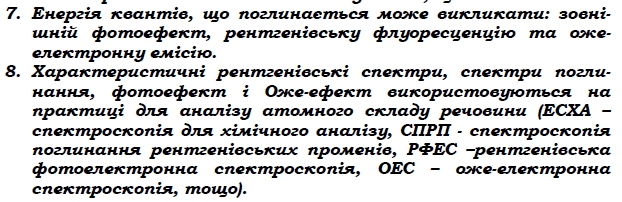
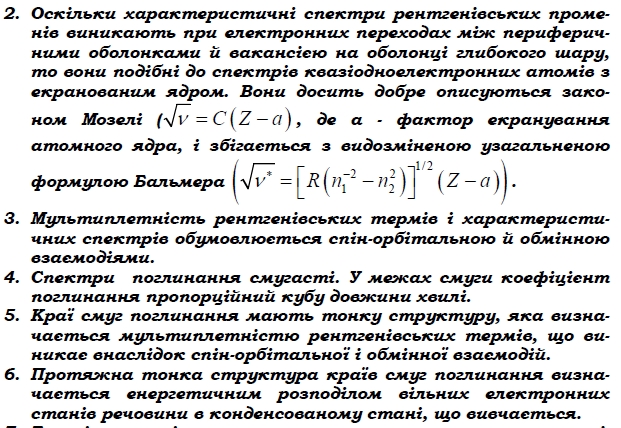
*твердили уявлення про подібний характер будови глибоких*

*електронних оболонок атомів, додатково підтвердило*

*справедливість моделі пояснення періодичної системи еле-*

*ментів. Вони також виявилися такими, що однозначно ха-*

*рактеризують атом.*



*Атомні гіромагнітні фактори називаються*

*множниками Ланде.*

*g - фак-*

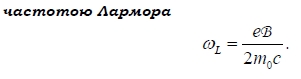
*тор магнітного розщеплення), який визначає енергетичний мас-*

*штаб розщеплення рівнів у магнітному полі B.*

* *Просторовим квантуванням2 називається дискретність*

*можливих просторових орієнтацій кутового моменту кількості руху*

*відносно вибраної осі, бо його проекції на цю вісь будуть кратними* ℏ*.*



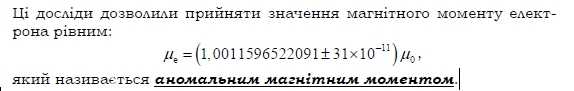
*Дослід Штерна-Герлаха — фізичний експеримент, проведений 1922 року німецькими фізиками Отто Штерном та Вальтером Герлахом, що продемонстрував квантування магнітного моменту. В експерименті пучок атомів срібла пропускався через неоднорідне магнітне поле, що змусило його розщепитися на два, що відповідало двом можливим проекціям спіна[1][2][3]. Дослід мав важливе значення в становленні квантової механіки[4].*

Ці досліди дозволили прийняти значення магнітного моменту елект-

рона рівним:

µ0= 13110−,

який називається *аномальним магнітним моментом*.

**

* *Для помітного поглинання необхідно, щоб кількість час-*

*тинок на нижньому енергетичному рівні* n1 *була більшою, ніж*

*на нижньому рівні* n2. *Оцінимо різницю заселеності двох рівнів*

*при кімнатній температурі та полі B* *5000* Гс

* *як* метод парамагнітного резонансу або електронного парамагніт-

ного резонансу (ЕПР), який відкрив та детально досліджував

російський фізик Завойський Є.К.

* *Таким чином метод ЕПР дозволяє отримувати такі резуль-*

*тати:*

*(1) резонансну частоту* *рез або резонансну напруженість магнітного*

*поля Bрез, які дають змогу визначати величину гіромагнітного фа-*

*ктора g, бо згідно (16.36)*

рез L *j j* *g m ;*

*(2) площу під контуром резонансної лінії поглинання, що дозволяє ви-*

*значити кількість парамагнітних центрів, здатних поглинати*

*електромагнітні хвилі ( n >1013 см-3);*

*(3) напівширину резонансної лінії поглинання, яка визначає середній*

*час життя в збудженому стані або коефіцієнт дисипації енергії.*

* ЕПР застосовують для досліджень:

парамагнітних домішок;

імплантованих іонів;

розірваних ковалентних зв’язків;

вільних радикалів у хімічних сполуках;

визначення точних значень гіромагнітного фактора gj.

* Здебільшого *ЯМР застосовується для вимірювань:*

гіромагнітного фактора ядерного магнітного моменту;

маси ізотопу, бо *mядра= e*ℏ/2*ядраc*;

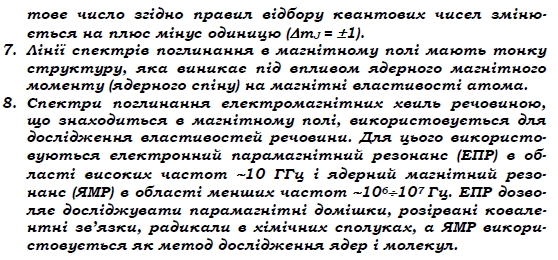
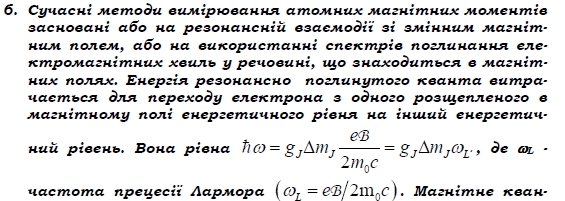
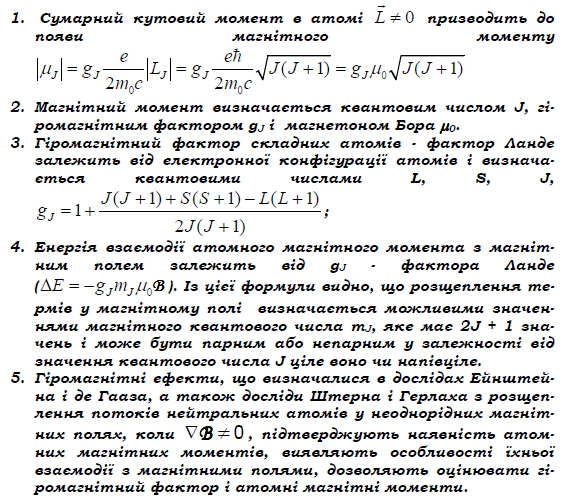
кількості ядер, що поглинають електромагнітні хвилі, по площі

резонансного контура поглинання;

напівширину резонансної кривої поглинання, котра дозволяє ви-

значити: локальне поле B = *МN*, час релаксації, середній час пе-

ребування в збудженому стані.



* Магнітне поле змінює структуру термів і вигляд спектра. Експериме-

нтально встановлено, що синглетні лінії в зовнішньому магнітному

полі розщеплюються на три лінії - триплет Лоренца. Величина розще-

плення збільшується зі зростанням напруженості магнітного поля B.

Більш складні лінії (дублети, триплети тощо) розщеплюються на біль-

шу кількість складових. Це явище вперше спостерігалось Хендриком

Антоном Лоренцом та Пітером Зеєманом, за що вони в 1902 році

були удостоєні Нобелівської премії. Цей ефект отримав назву *ефект*

*Зеємана*.

* Розрізняють два різновиди *ефекту Зеємана: нормальний або про-*

*стий і аномальний або складний ефекти.* Нормальним ефектом на-

зивається розщеплення синглетів на триплетні рівні, а *аномальним*

*ефектом* – утворення більш складних мультиплетних ліній.

* При подальшому зростанні напруженості магнітного поля (B > B k) ви-

никає нелінійний ефект Зеємана, а *при ще більших – аномальний ефект вироджується в нормальний*. Це явище називається *ефе-*

*ктом Пашена Бака*. У ньому замість 10 спектральних ліній, на які

розщеплюється дублет у слабкому магнітному полі, виникає нормаль-

ний триплет Лоренца. *Велике магнітне поле „розриває” спін-*

*орбітальний зв’язок*3 і окремо взаємодіє з орбітальним моментом та

спіном.

* *Конверсія аномального ефе-*

*кту Зеємана в нормальний у сильних магнітних полях називається*

*ефектом Пашена і Бака*

* Експериментально встановлено, що *компоненти зеєманівських*

*мультиплетів поляризовані.*

* *поляризація*

*компонент зеєманівських мультиплетів зв’язана з певною зміною*

*проекцій компонентів кутового моменту електрона, який під час пе-*

*реходів між термами випромінює*

* Воно полягає в тому, що в зовнішньому електрич-

ному полі енергетичні рівні атомів, молекул та кристалів зміщується й

розщеплюються на підрівні, й відбувається розщеплення відповідних

спектральних ліній у спектрах випромінювання й поглинання. Лінії в

електричному полі розщеплюється на компоненти, тим більше, чим більше номер серії спектральної лінії *n* - головне квантове число змін-

ного терму. Це явище називається *ефектом Штарка*

* *Ефект Штарка – лінійний і квадратичний.*

*Лінійний ефект Штарка* більший,

ніж квадратичний ефект, проте він зустрічається не досить часто й

здебільшого притаманний водню й водневим іонам. *Квадратичний*

*ефект Штарка* спостерігається для всіх атомів і молекул, проте йо-

го можна спостерігати лише при дуже великих напруженостях елект-

ричного поля.

* *Лінійний ефект Штарка* має місце, коли збуджені атоми мають не

нульовий дипольний момент

* В атомах, в яких *відсутнє виродження* таке, як у атома водню,

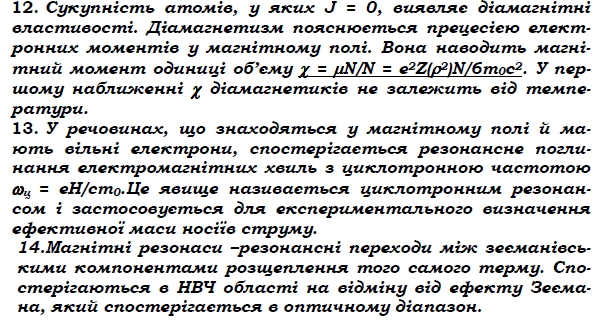
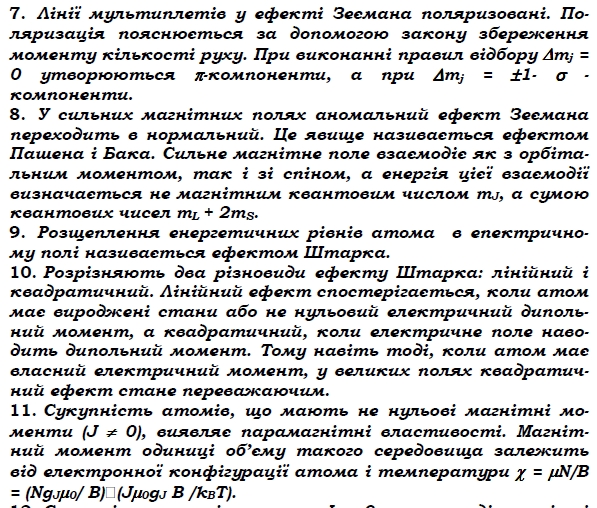
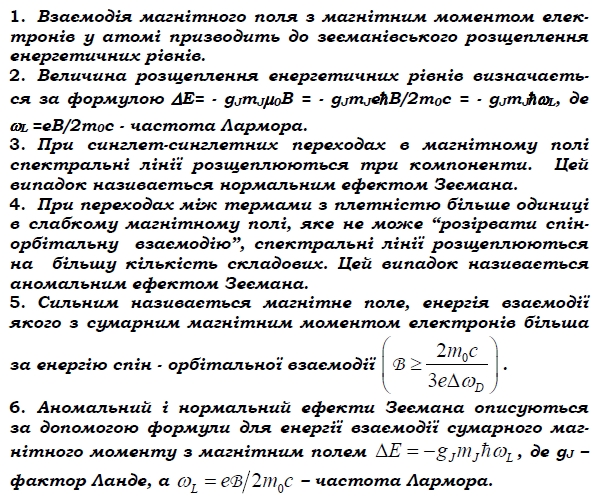
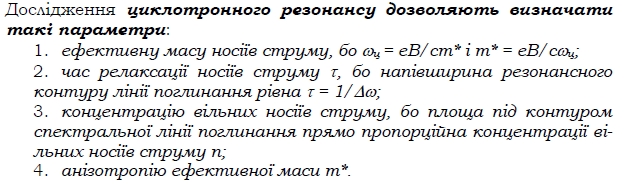
лінійний ефект (ефект першого порядку) відсутній і спостерігається

лише *квадратичний ефект Штарка*.

* У речовинах із вільними електронами (металах та напівпровідниках)

спостерігається резонансне поглинання електромагнітних хвиль при

наявності магнітного поля B =!0. Це явище називається *циклотронним резонансом.*



*15.Магнітні резонанси спостерігаються зазвичай в погли-*

*нанні, оскільки ймовірність спонтанних переходів у сан-*

*тиметровому діапазоні мала.*