

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Н.П. ХАРЧЕНКО, В.Є. КОРОНОВСЬКИЙ

Практикум для студентів радіофізичного факультету  
з курсу “Загальна фізика”. Розділ 5, ”Атомна фізика”.

**ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ ДО  
ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

КИЇВ – 2006

УДК 539.18 (075.8)  
ББК 22.383я73

Рецензент

д-р фіз.-мат. наук, проф. В.С. Овечко

*Затверджено вченою радою радіофізичного факультету  
(протокол №10 від 15 травня 2006)*

**Харченко Н.П., Короновський В.Є.**

Практикум для студентів радіофізичного факультету з курсу “Загальна фізика”. Розділ 4, ”Атомна фізика”. Тестові запитання до лабораторних робіт.

Запропоновані тестові запитання до лабораторних робіт з курсу “Атомна фізика” для підготовки до виконання лабораторних робіт та здачі заліку.

Введення модульно-рейтингової системи, вимагає від викладачів певної стандартизації підходу до оцінювання знань студентів. Вважаємо, що ці запитання будуть корисні викладачам, що працюють в атомному практикумі, при оцінюванні рівня виконання та захисту лабораторних робіт студентами.

УДК 539.18(075.8)  
ББК 22.383я73

## ПЕРЕДМОВА

Фізичні практикуми в системі університетської освіти є невід'ємною частиною курсу «Загальна фізика». В практикумах студенти одержують досвід експериментальної роботи, знайомляться з приладами і методикою вимірювань фізичних величин, методами досліджень фізичних процесів та оброблення експериментальних результатів. Фізичний практикум є суттєвим доповненням лекційного курсу та семінарських занять, оскільки дозволяє студенту самостійно одержувати експериментальне підтвердження теоретичних положень та розрахунків.

Якість виконання лабораторних робіт залежить від рівня підготовки студента до роботи, ретельності виконання вимірів, осмислення одержаних результатів, методів обробки експериментальних даних. Маючи великий досвід роботи в фізичних практикумах, автори підготували тестові запитання до лабораторних робіт. У запитаннях відображені експериментальні та теоретичні особливості кожної роботи. Для правильної відповіді на запитання необхідно уважно прочитати методичні вказівки до лабораторної роботи, ознайомитись зі схемою експериментальної установки, активно використовувати лекційний матеріал по даній темі. Якщо студент зможе ґрунтовно відповісти на запитання, це значно підвищить якість виконання ним лабораторної роботи та здачі заліку. Тестові запитання до лабораторних робіт будуть корисні і для викладачів при оцінюванні знань студентів за модульно–рейтинговою системою.

## №1. ДИФРАКЦІЯ ЕЛЕКТРОНІВ

1. Як з інтерференційних рівнянь Лауе вивести умову дифракції Брегга-Вульфа?
2. Що таке обернена ґратка? Які її властивості?
3. Як вузол оберненої ґратки пов'язаний з площинами прямої ґратки?
4. Якщо розглядається об'ємоцентрована ґратка, то якою буде обернена ґратка? Яка стала такої оберненої ґратки?
5. Написати умову Брегга-Вульфа у векторному вигляді.
6. Який зв'язок між поняттям оберної ґратки та дифракцією електронів на тривимірних ґратках?
7. Показати, що загальне інтерференційне рівняння еквівалентне умові Брегга-Вульфа.
8. Що таке індекси Міллера? Як міжплощинна відстань у кубічних ґратках пов'язана зі сталою ґратки?
9. Що таке метод Евальда? Для чого він застосовується? Які його переваги порівняно з іншими методами?
10. Дифракція яких електронів (по енергії) спостерігається в даній роботі?
11. Аналізуючи принципову схему електронної лампи для спостереження дифракції електронів, дати відповідь на наступні запитання:
  - а) який об'єкт досліджується;
  - б) яка кристалічна площина кристала;
  - в) як падає на кристал пучок електронів;
  - г) де і як стоїть екран для спостереження дифракції.
12. Що таке нульовий максимум дифракції? Де його положення на екрані? Чи буде змінюватись положення, інтенсивність цього максимуму зі зміною прискорюючого потенціалу?

13. Чому дорівнює радіус сфери Евальда? В яких координатах (індексах  $hkl$ ) будується сфера?
14. Як пов'язана картина дифракції на екрані з побудовою Евальда?
15. Чому зі збільшенням прискорюючої напруги картина на екрані змінюється?
16. Як впливає внутрішній потенціал металу на експериментальні дані?
17. Як змінюється довжина хвилі де-Бройля зі збільшенням прискорюючої напруги?
18. Чи можна з побудови Евальда знайти кут дифракції електронів?
19. Які індекси Міллера повинні мати площини, щоб при дифракції на них спостерігався інтерференційний максимум?
20. Чому на початку спостережень необхідно прогріти кристал до високої температури?

## **№ 2. ЕФЕКТ РАМЗАУЕРА**

1. Як змінюється інтенсивність падаючого пучка електронів при проходженні крізь шар газу?
2. Як середня довжина вільного пробігу залежить від коефіцієнта розсіювання пучка?
3. Що таке ефективний переріз розсіювання? Яке його геометричне та фізичне тлумачення? Як ефективний переріз розсіювання зв'язаний з коефіцієнтом послаблення електронного пучка?
4. Як залежить ефективний переріз розсіювання ( $\sigma$ ) від енергії електронів?
5. Від чого залежить фазовий зсув хвиль де-Бройля при розсіянні?
6. Як можна теоретично пояснити появу немонотонної залежності  $\sigma = f(\varepsilon)$ ? При яких значеннях енергії електрона спостерігається мінімум на графіку  $\sigma = f(\varepsilon)$ ?

7. При яких фазових зсувах хвиль де-Бройля виникає значення  $\sigma = 0$ ?
8. Пояснити суть методики дослідження ефекта Рамзауера з використанням тиратрона.
9. Як у даній роботі експериментально, з вольт-амперної характеристики тиратрона, можна визначити умови, коли  $\sigma$  електронів прямує до нуля?
10. Чому в даній експериментальній установці використовуються невеликі значення напруги розжарювання катода?
11. Чому в даній роботі при проведенні експериментів використовуються невеликі прискорюючі потенціали?
12. Яке призначення блоків живлення ЛПС-35 в даній установці?
13. Що таке хвиля де-Бройля? Чому дорівнює ця довжина хвилі для:
  - а) фотона;
  - б) електрона.
14. Запишіть довжину хвилі де-Бройля через прискорюючий потенціал (В):  $A^0$ ; мкм; м.
15. Як зміниться формула де-Бройля для електронів при великих значеннях енергії?
16. Чи можна знайти аналоги ефекту Рамзауера в оптиці?
17. Чому потенціал поля атома інертного газу з великим  $Z$  можна модельно описати сферичною потенціальною ямою?
18. Чому при проходженні електронів над потенціальною ямою виникають розсіяні хвилі де-Бройля? Внаслідок чого виникає інтерференція?
19. Сформулювати закон Ленарда?
20. Чим зумовлена ширина мінімуму на залежності  $\sigma = f(\varepsilon)$  або максимуму на залежності  $u = f(I)$ ?

### № 3. СПЕКТР ВИПРОМІНЮВАННЯ АТОМАРНОГО ВОДНЮ

1. Фізичний зміст сталої Рідберга. Від яких фізичних констант залежить ця стала? Яке її значення в електрон-вольтах?
2. Що таке хвильове число? Як воно зв'язано з частотою, довжиною хвилі, енергією атома?
3. Що таке спектральна серія? Охарактеризувати спектральні серії випромінювання атомарного водню. Записати умови для їх виникнення. Які спектральні серії атома водню можна досліджувати на установці, що використовується в лабораторній роботі?
4. Що таке головна лінія та гранична лінія серії? Чи можна знайти значення цих ліній для серії Бальмера в даній лабораторній роботі?
5. Як змінюється інтенсивність ліній в серії? Чому?
6. Як впливає дисперсія монохроматора та ширина вхідної щілини на точність вимірювання довжини хвилі?
7. З яких міркувань вибирається той чи інший метод інтерполяції для визначення довжини хвилі ліній серії? Чи можна користуватись одними і тими ж реперами (лініями спектра ртуті або неону) для розрахунку довжин хвиль ліній серії Бальмера, що досліджуються в даній роботі?
8. Знаючи частоти ліній серії Бальмера, чи можна знайти частоти ліній інших серій?
9. Який принцип дії водневої лампи? Яка роль капілярної трубки в даній лампі?
10. За допомогою якого приладу краще (точніше) досліджувати спектральні серії атома водню:
  - а) спектрометра ИСП-51;
  - б) спектрографа ИСП-30;
  - в) монохроматора УМ-2;

- г) дифракційного спектрометра.
11. Чому, як правило, досліджують спектри випромінювання атомів водню, а не поглинання?
  12. Запропонуйте схему дослідження спектрів поглинання атомів водню.
  13. Як відрізнити спектр атомарного водню від спектра молекулярного ( $H_2$ )?
  14. Що таке ізотопічний зсув спектральних ліній, як дослідити величину цього зсуву (джерело, прилад, ...)?
  15. Чому частоти серії Бальмера, розраховані за формулою Бальмера, іноді не співпадають з експериментальними даними?
  16. Намалюйте діаграму енергетичних рівнів атома водню за Бором в одиницях сталої Рідберга, та вкажіть переходи, що відповідають серії Бальмера.
  17. Що таке вироджений стан? Як визначити кратність виродження стану? Вказати кратність виродження рівнів атома водню за Бором?
  18. Які квантові числа використовуються при поясненні спектра атома водню з врахуванням тонкої та надтонкої структури енергетичних рівнів? Якщо врахувати спин-орбітальну взаємодію, на скільки рівнів розщепиться рівень з  $n = 1, 2, 3, 4$  (де  $n$  – головне квантове число)?
  19. Намалювати переходи та вказати на скільки компонент розщепиться  $H_\alpha$  лінія серії Бальмера при врахуванні тонкої структури. Чому при досить високій роздільній здатності оптичної системи не вдається дослідити тонку структуру спектральних ліній в оптичному діапазоні?
  20. Як з експериментальних даних визначити сталу Рідберга та значення квантових чисел  $n_1$  та  $n_2$ , що входять у формулу Бальмера?



#### № 4. СПЕКТР ВИПРОМІНЮВАННЯ ВОДНЕПОДІБНИХ АТОМІВ

1. Який спектральний діапазон, збільшення, обернена лінійна дисперсія та роздільна здатність спектрального приладу, з яким Ви будете працювати?
2. Які спектральні лінії лужного металу (Cs) можна досліджувати на експериментальній установці лабораторної роботи?
3. Чи впливає на результати вимірів спектральної серії цезію матеріал колби експериментальної лампи та лінз, а також зовнішнє освітлення приміщення?
4. Чому перед проведенням вимірів потрібно розраховувати нормальну ширину вхідної щілини? Якою буде спектральна ширина щілини в області  $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ ?
5. За яким принципом працює цезієва лампа? Які джерела випромінювання використовуються як еталонні в даній роботі?
6. Коли потрібно використовувати діафрагму Гартмана?
7. Яким методом інтерполяції ви будете користуватись для визначення невідомої довжини хвилі  $\lambda$ ?
8. Чи впливає на точність вимірювань час експозиції плівки та методи її проявлення?
9. Запишіть електронну конфігурацію атома Cs та вкажіть основний терм.
10. Намалюйте діаграму енергетичних рівнів Cs та вкажіть по одній лінії кожної серії без врахування спин-орбітальної взаємодії.
11. Що таке ефективний заряд, стала екранування, поправка Рідберга (квантовий дефект)? Як ці величини між собою пов'язані?

12. Якщо врахувати спин-орбітальну взаємодію, як зміниться структура ліній головної та різкої серій?
13. Як можна на експерименті відрізнити головну серію від різкої?
14. Що таке резонансна серія? Як її можна дослідити?
15. Чому енергія електрона в лужних металах суттєво залежить від орбітального квантового числа  $l$ ? Як це проявляється в спектрах?
16. Як залежить величина квантового дефекту від квантових чисел  $n$  та  $l$ ?
17. Як можна розрізнити компоненти в дублетах спектральних ліній головної серії із різними квантовими числами  $j$ ?
18. Чи можна на даній спектральній установці спостерігати головну серію атома Cs?
19. Чому в даній роботі використовується цезієва лампа, а не, наприклад, натрієва?
20. Намалювати діаграму енергетичних рівнів атома Cs або Na з урахуванням тонкої структури. Записати терми та вказати можливі переходи.

## **№ 5. СПЕКТРАЛЬНИЙ ЕМІСІЙНИЙ АНАЛІЗ**

1. В чому полягає різниця між атомно-емісійним та атомно-абсорбційним аналізом?
2. Вказати основні складові конструкції та параметри спектрального приладу, який використовується в даній лабораторній роботі.
3. Як в даній роботі здійснюється розгортка по спектру?
4. Яка конструкція газорозрядних ламп, що використовуються в даній лабораторній роботі?

5. Що таке найбільш чутливі лінії атомів хімічних елементів? Від чого залежить їх інтенсивність?
6. Як оцінити концентрацію іонів в газорозрядній плазмі?
7. Що означають позначки в спектральних таблицях:  $u_1, u_2 \dots; V_1, V_2$ ?
8. Вказати найбільш характерні спектральні лінії для ртуті, хрому, марганця.
9. Як здійснюється ідентифікація спектральних ліній?
10. Оцінити роздільну здатність та лінійну дисперсію приладу. Як вказані характеристики впливають на ідентифікацію хімічних елементів у суміші?
11. Які інертні гази містяться в спектральних лампах? Як їх виявити?
12. Чи є в спектральних лампах пари ртуті? Як це можна визначити?
13. За яким правилом записується електронна конфігурація атомів?
14. Як визначаються основні стани атомів хімічних елементів?
15. Для яких хімічних елементів можна застосувати модель:
  - а)  $L-S$  зв'язку;
  - б)  $J-J'$  зв'язку.
16. Чим обумовлена тонка структура спектральних ліній?
17. Чим обумовлена надтонка структура спектральних ліній?
18. Розшифрувати запис терму:  ${}^3P_2^0$ .
19. Що означають позначки в спектральних таблицях: B, A, S, E, R.
20. Що таке атомний залишок?

## **№ 6. ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ МОЛЕКУЛ БАРВНИКА У РОЗЧИНІ**

1. Який тип люмінесценції досліджується в даній лабораторній роботі?

2. Який спектральний прилад використовується в роботі? Як проводиться градування приладу? Як перевірити градування?
3. З яких міркувань вибирається джерело збудження люмінесценції (наприклад: ртутна лампа, лазер, лампа розжарювання)?
4. Яка методика реєстрації спектра люмінесценції?
5. Чи потрібна для вивчення спектра люмінесценції досліджуваного об'єкта висока роздільна здатність приладу?
6. Навіщо в даній роботі вимірюється яскравісна температура лампи за допомогою оптичного пірометра?
7. Чому для розрахунків використовується функція Планка у зведеному виді?
8. Як вимірюється спектральна характеристика фотопомножувача? Навіщо і коли потрібно враховувати спектральну чутливість фотопомножувача?
9. Намалювати оптичну схему дослідження спектрів люмінесценції та поглинання.
10. Які особливості роботи дзеркального гальванометра? Як правильно робити виміри на гальванометрі? Як вибрати величину вхідної щілини монохроматора УМ-2?
11. Що таке спектр поглинання? Як він вимірюється? Що таке  $I$  та  $I_0$  в законі Бугера?
12. Чому при вивченні спектрів поглинання важливо, щоб у мінімумі пропускання було не менше 10% (бажано 30%)?
13. Чому необхідно нормувати спектр поглинання?
14. Як відрізнити люмінесценцію від розсіяння світла?
15. Чи зміниться спектр молекулярної люмінесценції зі зміною агрегатного стану речовини?
16. Як експериментально перевірити закон Стокса-Ломмеля?

17. Як експериментально перевірити закон незалежності спектра люмінесценції від частоти збуджуючого світла?
18. Як експериментально перевірити закон дзеркальної симетрії?
19. Про що свідчить закон дзеркальної симетрії спектрів поглинання та люмінесценції?
20. Як визначити частоту чисто електронного переходу з експериментальних даних?

## **№ 7. ЕЛЕКТРОННИЙ СПЕКТР ПОГЛИНАННЯ ДВОАТОМНОЇ МОЛЕКУЛИ**

1. В якому спектральному діапазоні знаходиться електронний спектр поглинання молекули  $I_2$ ?
2. Намалювати оптичну схему для дослідження спектрів поглинання.
3. Чому спектр поглинання спостерігається у вигляді смуг з чітко вираженим кантом?
4. Як проявляється коливально-обертальна структура електронних смуг?
5. Що таке частота чисто електронного переходу? Чому вона дорівнює для молекули  $I_2$ ?
6. Що таке енергія дисоціації молекули:
  - а) в основному стані;
  - б) у збудженому електронному стані.
7. Інтенсивність смуги чисто електронного переходу для молекули  $I_2$  досить слабка. Як це узгоджується з принципом Франка-Кондона?
8. Що таке ангармонізм? Як проявляється ангармонізм в електронних спектрах?

9. Основним електронним станом молекули йоду є стан:  ${}^1\Sigma_g^+$ .  
Розшифрувати запис терму.
10. Чому в спектрах поглинання молекули  $I_2$  проявляється дублетна структура смуг поглинання?
11. Які можливі продукти дисоціації молекули  $I_2$ ?
12. Як можна виміряти значення енергії дисоціації молекули в основному стані?
13. Як можна оцінити основну коливальну частоту молекули йоду в основному електронному стані?
14. Як за граничною частотою спектра поглинання молекули  $I_2$  оцінити енергію дисоціації молекули  $I_2$  у збудженому електронному стані?
15. Як за допомогою експериментальних даних оцінити коефіцієнт ангармонізму молекули?
16. Що таке потенціал Морзе?
17. Чому для реєстрації спектра поглинання молекули  $I_2$  необхідно застосовувати спектральний прилад з великою лінійною дисперсією?
18. Вказати та пояснити особливості оптичної схеми приладу КСА-1.
19. Чому в даній роботі в електронних спектрах не достатньо проявляється обертальна структура **P**, **Q**, **R** гілок?
20. Які правила відбору для обертальних, коливальних та електронних переходів двоатомних молекул?

## **№ 8. КОЛИВАЛЬНО-ОБЕРТАЛЬНИЙ СПЕКТР ДВОАТОМНОЇ МОЛЕКУЛИ**

1. В якому спектральному діапазоні спостерігаються обертальні спектри молекул?

2. Скільки обертальних частот може мати двоатомна молекула?
3. Які особливості обертальних спектрів?
4. В якому діапазоні спостерігаються коливально-обертальні спектри?
5. Для яких молекул можуть спостерігатись коливально-обертальні спектри поглинання?
6. Які спектральні прилади потрібні, щоб спостерігати коливально-обертальні спектри?
7. Як проявляються обертальні та коливально-обертальні спектри для молекул, що знаходяться в газах, рідинах, твердому тілі?
8. Що таке **P**, **Q**, **R** гілки коливальних спектрів? Чому **Q** гілка не спостерігається в спектрах двоатомних молекул?
9. Чим обумовлена інтенсивність **P** та **R** гілок? Яка з них має більшу інтенсивність?
10. Як, знаючи розподіл інтенсивності в **P** та **R** гілках, знайти температуру досліджуваної речовини?
11. Що таке основна коливальна частота? Як її можна визначити теоретично та експериментально?
12. Як з експериментальних даних визначити обертальну сталу?
13. Як визначити момент інерції молекули?
14. Чому не проявляються коливальні спектри поглинання, якщо молекула має центр інверсії?
15. Скільки коливальних частот може мати двоатомна, трьохатомна молекула?
16. Чому коливальний спектр молекул має вигляд широких смуг?
17. Що таке ангармонізм? Як він проявляється у спектрах?
18. Чи можна з експериментальних даних визначити коефіцієнт ангармонізму?
19. Чому в даній лабораторній роботі об'єктом дослідження вибрано **HCl**, а не, наприклад, **H<sub>2</sub>**, чи **HBr**?

20. Які інші методи дозволяють визначити коливальні частоти молекул?

## № 9. ГЕЛІЙ-НЕОНОВИЙ ЛАЗЕР

1. Які загальні фізичні принципи роботи лазерів?
2. Що являється активним середовищем в *He-Ne* лазерах?
3. Яка роль оптичного резонатора? Які вам відомі методи його юстирування?
4. Який принцип накачки в *He-Ne* лазерах?
5. Чим обумовлена висока часова та просторова когерентність лазерного випромінювання?
6. Чому лазерне випромінювання поляризоване? Як направлений вектор  $\vec{E}$  світлової хвилі відносно вікна трубки?
7. На яких довжинах хвиль виникає генерація в *He-Ne* лазерах?
8. Чому лінії генерації мають різні інтенсивності та коефіцієнти підсилення?
9. Чи може *He-Ne* лазер працювати одночасно на всіх лініях генерації?
10. Який принцип виділення окремих ліній генерації лазера?
11. Як впливає розмір газорозрядної трубки ( $d$ ,  $l$ ) на потужність генерації лазера?
12. Чому в суміші *He-Ne* *He* значно більше ніж *Ne*?
13. Що таке зв'язані переходи, та яка їх роль в *He-Ne* лазерах?
14. Дати визначення коефіцієнта підсилення. Як його виміряти експериментально? Чому коефіцієнт підсилення активного середовища лазера рекомендується вимірювати при малих потужностях випромінювання?
15. Чому значне збільшення розрядного струму призводить до зменшення потужності лазера?



16. Чому для накачки *He-Ne* лазера не використовується оптичне збудження?
17. Який основний стан *He* та *Ne*?
18. Який тип зв'язку (*L-S* чи *J-J*) використовується для систематики термів атомів *He* та *Ne*?
19. Намалювати і пояснити схему енергетичних переходів *He* та *Ne*.
20. За яким принципом працює вимірювач потужності лазерного випромінювання ИМО-2?

## **№ 10. ВИЗНАЧЕННЯ *g*-ФАКТОРА МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОННОГО СПІНОВОГО РЕЗОНАНСУ**

1. Що таке магнітний момент електрона?
2. Чому дорівнює магнітний момент протона?
3. Чому дорівнює магнітний момент електронної оболонки атома?
4. Які фізичні причини магнітного резонансу?
5. В якому діапазоні хвиль спостерігається магнітний резонанс?
6. Що можна експериментально визначити, вимірявши частоту магнітного резонансу?
7. Що таке *g*-фактор?
8. У яких випадках  $g = 1$ ;  $g = 2$ ?
9. Який тип магнітного резонансу досліджується в роботі?
10. Чому досліджується зразок у вигляді сфери? Які особливості ітрію-ферит-граната?
11. Яке призначення схрещених котушок, між якими знаходиться досліджуваний зразок?

12. Як вимірюється напруженість магнітного поля? Яким чином вона змінюється в даній роботі?
13. Що є детектором магнітного поля?
14. Де і як використовується в даній роботі ядерний магнітний резонанс?
15. Чи можна спостерігати магнітний резонанс, якщо атом має парну кількість валентних електронів?
16. Чому ми говоримо про ефективний магнітний момент атома?
17. Чому дорівнює  $g$ -фактор вільного електрона?
18. Що таке “аномальне” гіромагнітне співвідношення?
19. Яку форму має сигнал ЯМР? Чому?
20. Які типи магнітного резонансу будуть спостерігатися в атомах у станах:  ${}^3P_0$ ;  ${}^3P_2$  ;  ${}^3S_1$  ?

## № 11. ЕФЕКТ ЗЕЄМАНА

1. Чому в даній роботі використовується інтерферометр Фабрі-Перо разом зі спектрографом ИСП-51?
2. Як підібрати параметри інтерферометра Фабрі-Перо для дослідження ефекту Зеємана?
3. Для чого потрібно охолоджувати ртутну лампу, яка знаходиться в середині електромагніта?
4. Чому для досліджень вибиралась спектральна лінія **Hg**:  $\lambda = 579$  нм?
5. Який вигляд має спектр, одержаний за допомогою інтерферометра Фабрі-Перо та спектрографа?
6. Відомо, що максимальний порядок інтерференції в інтерферометрах Фабрі-Перо – в центрі інтерференційної картини. Тоді з яких причин рекомендують досліджувати ефект Зеємана на кільцях, віддалених від центра?

7. Як потрібно від'юстирувати окуляр для спостереження і вимірювання інтерференційної картини?
8. Як змінюється схема для дослідження повздовжнього та поперечного ефекту Зеємана?
9. Що таке  $\pi$  та  $\sigma$  компоненти? Яка відстань за частотою між цими компонентами? Як їх розрізняють?
10. Яка поляризація  $\pi$  компонент?
11. Чому  $\pi$  компоненти не спостерігаються у повздовжньому ефекті Зеємана?
12. Яка поляризація  $\sigma$  компонент у повздовжньому та поперечному ефекті Зеємана?
13. Чи може спостерігатись еліптична поляризація зеєманівських компонент?
14. Як вимірюється напруженість магнітного поля електромагніта? Як її можна змінити?
15. Для яких спектральних ліній  $Hg$  спостерігається ефект:
  - а) нормальний;
  - б) аномальний.
16. Чи можна спостерігати ефект Пашена-Бака при максимальному струмі електромагніта?
17. Відомо, що чим більша база інтерферометра Фабрі-Перо, тим більша роздільна здатність приладу, що досить важливо при дослідженнях ефекту Зеємана. Чому ж в даній лабораторній роботі береться невелика ( $d = 4 \dots 5$  мм.) база?
18. Під яким кутом розміщено дзеркало всередині електромагніта? Для чого воно потрібно?
19. Як у даній роботі можна переміщувати зображення спектральних ліній відносно окуляра?

20. Намалювати діаграму розщеплення енергетичних рівнів для жовтого дублета ртуті в магнітному полі. Розрахувати теоретичну величину зеєманівського розщеплення для вказаних довжин хвиль (таблиця 1, лабораторна робота №11) .

## № 12. КОМБІНАЦІЙНЕ РОЗСІЯННЯ СВІТЛА

1. Скільки власних коливальних частот має молекула  $CCl_4$ ?
2. Які коливальні частоти будуть активними при комбінаційному розсіянні (КР)?
3. Які коливальні частоти будуть активними в інфрачервоних спектрах поглинання?
4. В чому перевага методу КР перед методом інфрачервоної спектроскопії і в чому недоліки?
5. В даній роботі використовується джерело збудження КР - *He-Ne* лазер ( $\lambda = 632,8$  нм). Який спектральний прилад потрібно використовувати, щоб виміряти спектр КР?
6. Яка залежність інтенсивності КР від частоти збуджуючого світла?
7. Що таке стоксові та антистоксові компоненти? Як їх відрізнити у спектрах?
8. Яке співвідношення інтенсивностей стоксових та антистоксових компонент з точки зору класичної теорії КР та квантової теорії?
9. В даній лабораторній роботі використовується дифракційний спектрометр ДФС-12. У чому переваги спектральних приладів, побудованих за принципом подвійного монохроматора, до яких відноситься ДФС-12?

10. Чому в даній роботі використовується перпендикулярна геометрія освітлення об'єкта?
11. Де і як враховується спектральна залежність чутливості фотопомножувача, який використовується при реєстрації сигналу КР?
12. Від чого залежить точність вимірювань частот ліній КР?
13. Якщо замість *He-Ne* лазера використати ртутну лампу (наприклад, типу ДРШ-500), то як зміниться спектр КР?
14. Як впливає дисперсія та роздільна здатність спектрального приладу на вигляд спектра КР?
15. Чи впливає стан поляризації збуджуючого світла на спектр КР?
16. Чим принципово відрізняється комбінаційне розсіяння від люмінесценції?
17. Як із експериментальних даних спектра КР можна визначити температуру досліджуваного об'єкта?
18. В яких випадках коливання молекул активні в інфрачервоних спектрах поглинання і неактивні у спектрах КР?
19. У чому різниця між комбінаційним розсіянням та релєївським (молекулярним)?
20. Який параметр молекул найбільш важливий для КР:
  - а) дипольний момент молекули;
  - б) поляризованість молекули;
  - в) момент інерції;
  - г) похідна поляризованості по координаті.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В.С. Овечко, Н.П. Харченко. “Атомна фізика. Фізичний практикум”. Навчальний посібник. - К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2005.
2. М.У. Белый, Б.А. Охрименко. Атомная физика. –К.: Вища шк., 1984.
3. Курс физики: Практикум / Под ред.. Д.А. Городецького. – К.: Вища шк., 1992.
4. Д.В. Сивухин. Общий курс физики: В 5-ти т. –Т. 5. Атомная физика. – М.: Наука, 1985.
5. Д.В. Сивухин. Общий курс физики: В 5-ти т. –Т. 4. Оптика. – М.: Наука, 1985.
6. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. –М.: Наука, 1980.
7. Э.В. Шпольский. Атомная физика: в 2-х т. – М.: Наука, 1984.
8. І.С. Горбань. Оптика. – К.: Вища шк., Гол. вид-во, 1979.

## ЗМІСТ

1. Робота №1	
ДИФРАКЦІЯ ЕЛЕКТРОНІВ .....	4
2. Робота №2	
ЕФЕКТ РАМЗАУЕРА .....	5
3. Робота №3	
СПЕКТР ВИПРОМІНЮВАННЯ АТОМАРНОГО ВОДНЮ .....	6
4. Робота №4	
СПЕКТР ВИПРОМІНЮВАННЯ ВОДНЕПОДІБНИХ АТОМІВ .....	9
5. Робота №5	
СПЕКТРАЛЬНИЙ ЕМІСІЙНИЙ АНАЛІЗ.....	10
6. Робота №6	
ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ МОЛЕКУЛ БАРВНИКА У РОЗЧИНІ .....	11
7. Робота №7	
ЕЛЕКТРОННИЙ СПЕКТР ПОГЛИНАННЯ ДВОАТОМНОЇ МОЛЕКУЛИ.....	13
8. Робота №8	
КОЛИВАЛЬНО-ОБЕРТАЛЬНИЙ СПЕКТР ДВОАТОМНОЇ МОЛЕКУЛИ .....	14
9. Робота №9	
ГЕЛІЙ-НЕОНОВИЙ ЛАЗЕР .....	16
10. Робота №10	
ВИЗНАЧЕННЯ $g$ -ФАКТОРА МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОННОГО СПІНОВОГО РЕЗОНАНСУ .....	17
11.Робота №11	
ЕФЕКТ ЗЕСМАНА.....	18
12.Робота №12	
КОМБІНАЦІЙНЕ РОЗСІЯННЯ СВІТЛА .....	20
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	22

Навчальне видання

Практикум для студентів радіофізичного факультету з курсу “Загальна фізика”. Розділ 5, ”Атомна фізика”.

**ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

**ХАРЧЕНКО** Надія Павлівна  
**КОРОНОВСЬКИЙ** Вадим Євгенович

Літературний редактор  
Зайченко Олена Сергіївна