

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра фізики

ПАКЕТ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

по 2-му семестру курсу фізики

для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка,  
спеціалізації Інформаційно- мережна інженерія.

Підготувала:

доц. Коваленко О.М.

Затверджено:

на засіданні кафедри фізики

Протокол №1 від 30.08.2020 р.

Харків 2020

## 1 Зміст навчального матеріалу на семестр

### Змістовий модуль 3. Оптика.

Тема 1. Геометрична оптика.

Тема 2. Хвильова оптика.

Тема 3. Квантова оптика.

### Змістовний модуль 4. Елементи квантової механіки та фізики твердого тіла.

Тема 4. Квантова механіка.

Тема 5. Квантова теорія будови атомів та молекул.

Тема 6. Спонтанне та вимушене випромінювання.

Тема 7. Електропровідність металів та напівпровідників. Контактні явища.

## 2 Рейтингова оцінка за дисципліною

### 2.1 Кількісні критерії оцінювання

Для оцінювання роботи студента протягом семестру підсумкова рейтингова оцінка  $O_{\text{сем}}$  розраховується як середнє вагове оцінок за різні види занять та контрольні заходи (див табл.)

Вид заняття(контролю)	Кількість балів	Ваговий коефіцієнт
ПЗ	0...100	0,25
ЛР	0...100	0,25
ІРЗ	0...100	0,25
Тест по модулю	0...100	0,25
Разом	0...100	1,0

Кожне практичне завдання оцінюється в 100 балів шляхом проведення експрес-контролю, а за семестр виставляється середній за усіма заняттями бал.

Кожний цикл лабораторних робіт (за семестр два цикла по 2-3 лр) оцінюється в 100 балів (50 балів за оформлення звітів + 50 балів за захист). За семестр виставляється середня оцінка за 2 цикла.

Індивідуальне розрахункове семестрове завдання (рішення набору задач) оцінюється в 100 балів.

Кожне тестування за змістовним модулем (2 рази за семестр) оцінюється в 100 балів, а за семестр підраховується середній бал (за двома тестуваннями).

Рейтингова оцінка за семестр підраховується за формулою :

$$O_{\text{сем}}=0,25(\langle\text{ПЗ}\rangle+\langle\text{ЛР}\rangle+\text{ІРЗ}+\langle\text{Т}\rangle),$$

де  $\langle\text{ПЗ}\rangle, \langle\text{ЛР}\rangle, \langle\text{Т}\rangle$ - середні значення оцінок за відповідні види контролю. Максимальне значення  $O_{\text{сем}}$  дорівнює 100, а мінімальне значення  $O_{\text{сем}}$  для допуску до іспиту дорівнює 60.

Підсумкова оцінка за семестр  $P_n$  обчислюється за формулою:

$P_n = 0,6 \cdot O_{\text{сем}} + 0,4 \cdot O_{\text{ісп}}$ , де  $O_{\text{ісп}}$  – оцінка за іспит у 100-бальній системі.

Якщо іспит проводиться у письмовій формі, то білет складається з двох теоретичних запитань та практичного завдання. Теоретичні запитання оцінюються за 100-бальною шкалою в 30 балів кожне, а завдання – в 40 балів.

Якщо іспит проводиться (за узгодженням з деканатом) у вигляді комп'ютерного тестування, то тест складається з 20 запитань, кожне з яких оцінюється у 5 балів.

## **2.2 Якісні критерії оцінювання.**

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

**Задовільно, D, E (60-74).** Мати мінімум знань і умінь. Відпрацювати всі лабораторні роботи і виконати ІРЗ. Вміти застосовувати закони фізики для розв'язання найпростіших задач.

**Добре, C (75-89).** Знати основні закони фізики і вміти їх застосовувати для розв'язання задач. Відпрацювати всі лабораторні роботи, оформити і захистити звіти. Виконати ІРЗ.

**Відмінно, A, B (90-100).** Відпрацювати всі лабораторні роботи, оформити і захистити звіти, виконати ІРЗ. Знати всі розділи курсу фізики, вміти аналізувати фізичні явища та процеси із застосуванням відповідних законів та співвідношень. Вміти розв'язувати задачі підвищеної складності. Знати загальні принципи проведення фізичного експерименту й обробки його результатів.

Критерії оцінювання знань та умінь студента на письмовому іспиті (екзаменаційному тестуванні)

**Задовільно, D, E (60-74).** Показати знання основного теоретичного та практичного матеріалу, надав вірні відповіді на більшість запитань, одержаних при складанні іспиту або тестування.

**Добре, C (75-89).** Показати повне знання теоретичного та практичного матеріалу, надав вірні відповіді на переважну більшість запитань.

**Відмінно, A, B (90-100).** Показати систематизовані глибокі знання теоретичного та практичного матеріалу, надав вичерпні відповіді на всі поставлені запитання. Навести приклади спостереження фізичних законів та явищ на практиці.

### **3. Перелік запитань експрес-контролю на практичних заняттях.**

#### **Тема 1 Інтерференція. Дифракція. Поляризація. Поглинання світла.**

1. Що називається абсолютним показником заломлення середовища?
2. Сформулюйте закон відбиття світла.
3. Сформулюйте закон заломлення світла
4. Які хвилі називаються когерентними?
5. Яка хвиля називається монохроматичною?
6. Час і довжина когерентності.
7. Що називається інтерференцією? Умови її спостереження.
8. Умова мінімуму інтерференції.
9. Умова максимуму інтерференції.
10. Яке явище називається дифракцією? Які види дифракції ви знаєте?
11. Сформулюйте принцип Гюйгенса-Френеля.
12. Що називається дифракційною решіткою?
13. Запишіть умови дифракційних мінімумів і максимумів при дифракції на щілині.
14. Запишіть умови головних мінімумів і максимумів для дифракційної ґратки.
15. Що називається дисперсією світла?
16. Яке світло називається природним, поляризованим?
17. Сформулюйте закон Малюса.
18. Поглинання світла. Закон Бугера.
19. Сформулюйте закон Брюстера.

#### **Тема 2 Рівноважне теплове випромінювання. Квантові властивості випромінювання**

1. Яке випромінювання називається тепловим?
2. Що називається потоком випромінювання?
3. Випромінювальна здатність. Її одиниця виміру.
4. Спектральна густина випромінювальної здатності.
5. Поглинальна здатність тіла.
6. Сформулюйте закон Кірхгофа.
7. Яке тіло називають абсолютно чорним? білим? сірим?
8. Сформулюйте закон Стефана-Больцмана.
9. Сформулюйте закон Віна.
10. У чому полягає явище зовнішнього фотоефекта?
11. Що таке фотострум насичення? Від чого він залежить?
12. Що така затримуюча напруга?
13. Що таке «червона» межа фотоефекта?
14. Запишіть рівняння Ейнштейна для фотоефекта.
15. Сформулюйте закони фотоефекта (закони Столетова).
16. Що таке фотон?
17. Чому дорівнює енергія фотона? Чому дорівнює маса та імпульс фотона?

18. Що називається ефектом Комптона?
19. Що називається тиском світла? Від чого залежить тиск світла?

### **Тема 3 Постулати Бора. Формула Бальмера .**

1. Модель атома по Резерфорду і її недоліки.
2. Сформулюйте постулати Бора.
3. Покажіть різницю між моделями атома Резерфорда та Бора.
4. У чому полягають недоліки теорії Бора?
5. Запишіть узагальнену формулу Бальмера
6. Запишіть вираз для радіусів борівських орбіт атома водню та воднеподібних іонів.
7. Запишіть вираз для енергії електронів в атомі водню.
8. Зобразіть її графічно схему енергетичних рівнів в атомі водню.
9. Що таке серія Бальмера, Лаймана і т.д.?
10. Чому спектр атомарних газів лінійчатий?
11. Що називається енергією іонізації атома?
12. Що називається енергією збудження атома?

### **Тема 4 Хвилі де Бройля. Співвідношення невизначеності.**

1. В чому полягає гіпотеза де-Бройля?
2. Що таке хвиля де Бройля? Чому дорівнює її довжина?
3. Що таке корпускулярно – хвильовий дуалізм?
4. У чому полягають хвильові властивості мікрочастинок?
5. Як визначається групова та фазова швидкість хвиль де Бройля?
6. Запишіть співвідношення невизначеностей для координат і імпульсу.
7. Співвідношення невизначеності Гейзенберга.
8. Запишіть співвідношення невизначеностей для енергії й часу.
9. В чому полягає фізичний зміст співвідношення невизначеностей?

### **Тема 5 Рівняння Шредінгера**

1. В чому полягає фізичний зміст  $\Psi$ -функції
2. Від чого залежить ймовірність виявлення частинки в даній точці простору?
3. Яким умовам повинна задовольняти  $\Psi$ -функція?
4. Запишіть умову нормування хвильової функції.
5. Сформулюйте принцип суперпозиції для  $\Psi$ -функції.
6. Запишіть вираз для  $\psi$ -функції у загальному виді.
7. Сформулюйте загальне рівняння Шредінгера і дайте визначення основних параметрів.
8. Сформулюйте стаціонарне рівняння Шредінгера і дайте визначення основних параметрів.
9. Хвильова функція, що описує рух частки в одновимірній потенційній ямі. Зобразіть її графічно.
10. В чому полягає явище тунельного ефекту?

11. За допомогою яких фізичних характеристик описують проходження частинки крізь потенціальний бар'єр?

12. Чому дорівнює коефіцієнт прозорості прямокутного потенціального бар'єру?

#### 4. Індивідуальне домашнє завдання з фізики.

##### ТРИМІу-20-1

Номер варіанту	Номер розділу - номер задачі									
1	4-6	4-4	5-14	5-21	6-25	6-4	7-21	8-6	9-7	9-9
2	4-7	4-5	5-15	5-22	6-26	6-5	7-22	8-18	9-8	9-10
3	4-1	4-6	5-16	5-17	6-27	6-6	7-23	8-19	9-21	9-11
4	4-2	4-7	5-17	5-18	6-28	6-7	7-24	8-20	9-22	9-12
5	4-28	4-6	5-5	5-21	6-5	6-15	7-15	8-21	8-11	9-5
6	4-29	4-7	5-6	5-22	6-6	6-26	7-16	8-22	8-12	9-6
7	4-30	4-8	5-7	5-23	6-7	6-27	7-17	8-23	8-13	9-7
8	4-13	4-9	5-8	5-24	6-8	6-28	7-18	8-24	8-14	9-8
9	4-14	4-10	5-21	5-25	6-9	6-29	7-19	8-25	8-15	9-21
10	4-23	4-2	5-22	5-26	6-10	6-30	7-20	8-26	8-16	9-22
11	4-24	4-3	5-23	5-5	6-11	6-21	7-21	8-27	8-17	9-23
12	4-1	4-4	5-24	5-6	6-12	6-22	7-22	8-28	8-18	9-24
13	4-3	4-12	5-25	5-7	6-13	6-24	7-23	8-1	8-20	9-9
14	4-4	4-13	5-26	5-8	6-14	6-25	7-24	8-2	8-21	9-10
15	4-5	4-14	5-27	5-9	6-15	6-26	7-25	8-3	8-22	9-11
16	4-6	4-15	5-28	5-10	6-16	6-27	7-1	8-4	8-23	9-12

#### 5. Перелік тестів.

##### 5. Перелік тестів.

## **Оптика**

### **Геометрична оптика**

1. Що вивчається в оптиці взагалі?
2. Що вивчається в геометричній оптиці?
3. Що називають елементом оптичної довжини шляху між двома точками?
4. Що називають елементом геометричної довжини шляху між двома точками?
5. Що називають оптичною довжиною шляху між двома точками?
6. Що називають геометричною довжиною шляху між двома точками?
7. За якої умови в середовищі спостерігається нормальна дисперсія?
8. За якої умови в середовищі спостерігається аномальна дисперсія?
9. Середя виявляється недиспергирующою, коли
10. З якого рівняння можна обчислити кут повного внутрішнього відбиття?

### **Хвильова оптика**

11. Що вивчають в хвильовій оптиці?
12. Що впливає із закону Бугера-Ламберта?
13. Яке відношення визначає інтенсивність за умов інтерференції двох хвиль?
14. Який вигляд має умова інтерференційних максимумів?
15. Який вигляд має умова інтерференційних мінімумів?
16. Що називають інтерференцією?
17. Що називають інтерференцією світла?
18. Що називають дифракцією?
19. Що називають дифракцією світла?
20. Що називають хвильовим цугом?
21. Що називають часовою когерентністю?
22. Що називають часом когерентності?
23. Чому дорівнює радіус  $m$ -ї зони Френеля сферичної хвилі?
24. Чому дорівнює радіус  $m$ -ї зони Френеля плоскої хвилі?
25. Чому дорівнює радіус першої зони Френеля сферичної хвилі?
26. Чому дорівнює радіус першої зони Френеля плоскої хвилі?
27. Чому дорівнює кутова дисперсія дифракційної ґратки?
28. Чому дорівнює дисперсійна область дифракційної решітки?
29. Чому дорівнює роздільна здатність дифракційної ґратки?
30. Чому дорівнює період дифракційної ґратки?
31. З якого співвідношення можна визначити кут Брюстера?
32. Що стверджує закон Малюса?
33. Що стверджує закон Бугера-Ламберта?
34. Чому дорівнює фазова швидкість хвилі?
35. Чому дорівнює групова швидкість хвилі?

### **Квантова оптика**

36. Що вивчається в квантовій оптиці?
37. Який спектр називають лінійчатим спектром?
38. Який спектр називають суцільним спектром?
39. Який спектр називають смугастим спектром?
40. В чому виявляються корпускулярні властивості світла?
41. Яка умова є справедливою для абсолютно чорного тіла?
42. Яке з наведених нижче тіл має максимум випромінювання, що припадає на найменшу довжину хвилі?
43. Чому дорівнює спектральна густина випромінювання?
44. Який закон теплового випромінення є найбільш універсальним?
45. Яка гіпотеза є підґрунтям закону Планка для теплового випромінення?
46. Який вигляд має формула Планка?
47. Що таке фотоефект?
48. Як залежить величина фотоструму насичення від інтенсивності монохроматичного світла, що падає на тіло?
49. Від чого залежить швидкість електрона для даної речовини при фотоефекті?
50. Що називають червоною межею фотоефекту?
51. Від якої з наведених нижче величин не залежить тиск світла?
52. В чому полягає ефект Комптона?
53. В чому полягає ефект Фарадея?
54. В чому полягає зовнішній фотоефект?
55. Що відбувається під час фотоефекту?
56. Від чого залежить зміна довжини хвилі в ефекті Комптона?
57. Які зміни відбуваються в атомі речовини під час ефекту Комптона?
58. Чому дорівнює комптонівська довжина хвилі?
59. Що вивчається в дослідах Лебедева?

## **Будова атомів та молекул**

### **Теорія Бора**

60. Чому дорівнює довжина хвилі Де Бройля?
61. Яким співвідношенням задається серія Лаймана?
62. Яким співвідношенням задається серія Бальмера?
63. Яким співвідношенням задається серія Пашена?
64. Яким співвідношенням задається серія Брекета?
65. Чому дорівнює Боровський радіус?
66. Радіус допустимих орбіт електрона в водородоподібному атомі
67. Чому дорівнює постійна Ридберга?
68. Допустимі значення внутрішньої енергії водопровідного атома дорівнює



69. Що використовував у власних дослідах Резерфорд?
70. Що використовував у власних дослідах Резерфорд в якості мішені?
71. Що траплялось з усіма частинками в дослідах Резерфорда?
72. Якою взаємодією визначається розсіювання часток в дослідах Резерфорда?
73. Які переходи електронів визначають нелінійність вольт-амперної характеристики тріоду в
74. Якими переходами електронів визначаються спектри поглинання атома водню (серія Лаймана)?
75. Що відбувається в моделі атома Бора в основному стані?
76. Де в моделі атома Бора може перебувати електрон?
77. Що таке борівський радіус?
78. Яким є основний стан атома?
79. Якій серії відповідають спектральні лінії в ультрафіолетовій частині спектра атома водню?
80. Що доводить дослід Франка-Герца?
81. Яка фізична величина квантується в постулатах теорії атому водню Бора?
82. Для чого в дослідах Резерфорда використовується люмінісцируючий екран?
83. Вивчення чого проводилося в дослідах Резерфорда?
84. Чому дорівнює постійна Рідберга?
85. Чому дорівнює довжина хвилі де Бройля?
86. Коли проявляються хвильові властивості електрона?

### Квантова механіка

87. Що саме стверджує співвідношення невизначеностей Гейзенберга
 
$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{h}{2} ?$$
88. Нехай стан квантової частинки описується хвильовою функцією  $\psi(\vec{r})$ . Яким тоді виразом визначається імовірність того, що частинку можна знайти в об'ємі  $\Delta V$  ?
89. Що стверджує принцип відповідності в квантовій механіці?
90. Що стверджує принцип додатковості в квантовій механіці?
91. Що стверджує принцип причинності в квантовій механіці?
92. Що стверджує принцип суперпозиції станів в квантовій механіці?
93. Що стверджує умова нормування хвильової функції?
94. Що стверджує принцип суперпозиції хвильової функції?
95. Що стверджує умова обмеженості хвильової функції?
96. Що стверджує умова невід'ємності квадрату модуля хвильової функції?
97. Який вигляд має рівняння Шредингера в загальному випадку?
98. Який вигляд має рівняння Шредингера в операторному вигляді?
99. Який вигляд має стаціонарне рівняння Шредингера в загальному випадку?
100. Чому дорівнює оператор Лапласа?
101. Чому дорівнює оператор Лапласа в одновимірному випадку?
102. Що вивчалось в дослідах Девісона та Джермера?

103. Що вивчалось в дослідях Штерна?
104. Чому дорівнює потенціальна енергія  $U$  квантової частинки в необмеженому просторі?
105. Чому дорівнює потенціальна енергія  $U$  квантової частинки в одновимірній нескінченно високій потенціальній ямі з абсолютно непроникними стінками?
106. Чому дорівнює енергія квантової частинки в одновимірній нескінченно високій потенціальній ямі з абсолютно непроникними стінками?
107. Чому дорівнює мінімальна енергія квантової частинки в одновимірній нескінченно високій потенціальній ямі з абсолютно непроникними стінками?
108. Який вигляд має стаціонарне рівняння Шредингера для вільної квантової частинки?
109. Який вигляд має стаціонарне рівняння Шредингера для квантової частинки в одновимірній нескінченно високій потенціальній ямі з абсолютно непроникними стінками?

### **Квантова теорія будови атомів**

110. Чому дорівнює магнетон Бора?
111. Який вигляд має спектр випромінювання окремих атомів, що не взаємодіють один з одним?
112. Які спектрами поглинання має окремий атом?
113. Що описує головне квантове число?
114. Що описує азимутальне (орбитальне) квантове число?
115. Що описує магнітне квантове число?
116. Що описує спінове квантове число?
117. Як називають електрон з  $l = 0$ ?
118. Як називають електрон з  $l = 1$ ?
119. Як називають електрон з  $l = 2$ ?
120. Як називають електрон з  $l = 3$ ?
121. Що називають ефектом Зеємана?
122. Що називають ефектом Штарка?
123. Чим визвано гальмівне випромінювання?
124. Чим визвано характеристичне випромінювання?
125. Чим визвано спонтанне випромінювання?
126. Чим викликано індукційоване випромінювання?
127. Що називають ефектом Зеємана?

### **Квантова теорія будови молекул**

128. Який вигляд має спектр випромінювання окремих молекул, що не взаємодіють одна з одною?

129. Який тип зв'язку утримує атоми водню в положенні рівноваги в молекулі водню?
130. Який тип зв'язку утримує атоми в положенні рівноваги в молекулі повареної солі  $NaCl$ ?
131. Який тип зв'язку утримує атоми водню в положенні рівноваги в молекулі водню?
132. Які спектри поглинання має молекула?
133. Який закон фізики обумовлює відштовхування атомів в молекулі на малих відстанях?
134. Притягіння атомів в молекулі  $NaCl$  зумовлене

## **Фізика твердого тіла та атомного ядра**

### **Зонная теорія твердого тіла**

135. Що називають енергією Фермі для електронів в напівпровідних та діелектриках?
136. Що називають енергією Фермі для електронів у металі?
137. Яку електропровідність має кристал германія з домішкою п'ятивалентної сурьми?
138. Яка електропровідність у кристала германія з домішкою трьохвалентного індію?
139. Якими є домішкові рівні в напівпровіднику р-типа?
140. Якими є домішкові рівні в напівпровіднику n-типа?
141. Для чого використовують рп-перехід в електричному колі?
142. Що відбувається при внутрішньому фотоефекті взагалі?
143. Що відбувається під час виникнення фотопровідності в напівпровідниках та діелектриках?
144. Що називають ефектом Мейснера?

### **Контактні явища**

145. В чому полягає явище Зеебека?
146. В чому полягає явище Пельтьє?
147. В чому полягає явище Томсона?

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Методичні вказівки до ПЗ з курсу фізики (частина 1)/Упоряд.: В.О.Стороженко та ін. –Харків:ХНУРЕ, 2013. –152с. (В-7891 фіз,В-7987 фіз)
2. Методичні вказівки до ПЗ з фізики (частина2)/Упоряд.: В.О.Стороженко та ін. –Харків:ХНУРЕ, 2013. –140с. (В-7990 фіз,В-7777 фіз)
3. Загальна фізика з прикладами і задачами. Частина 2. Електрика та магнетизм: навч. посібник./ І.М. Кібець та ін. –Харків: «Компанія СМІТ», 2009-424с. (53(07) к74);

4. Методичні вказівки до лабораторних робіт (2 частина). Скл. Коваленко О.М., Лазаренко О.В. та ін. – Харків:ХНУРЕ, 2006.(В-6953фіз)
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики. Частина 3. Оптика. Атомна фізика та фізика твердого тіла / Упор. Малик С.Б. та ін.- Харків: ХНУРЕ, 2011(В-7776фіз)
6. Збірник тестів з курсу фізики/ О.М. Коваленко та ін. – Харків: ХНУРЕ,2006. –124с. (53(07)341)