

Министерство образования и науки Украины

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Кафедра физики

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

по 2-му семестру курса физики для
студентов дневной формы обучения учебных программ
«Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии»,
«Системная инженерия» и «Встроенные системы авионики»
(группы АКТАКИТ-21-1,2,3, АКТСИ-21-1,2,3 и ВСА-21-1)

Электронное издание

Подготовил:
доц. Орел Р.П.

Утверждено:
на заседании кафедры
Протокол № 1 от 30.08.2021г.

Харьков 2021

Контрольные задания по 2-му семестру курса физики для студентов дневной формы обучения по специальностям 151 «Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии» и 173 «Авионика» учебных программ «Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии», «Системная инженерия» и «Встроенные системы авионики», группы АКТАКИТ-21-1,2,3, АКТСИ-21-1,2,3 и ВСА-21-1 [Электронное издание] / Сост. Р. П. Орел. – Харьков, ХНУРЭ, 2021. – 24с.

Составитель

Р. П. Орел.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Содержание материала на 2-го семестра	4
2. Формы и сроки выполнения контроля знаний	5
3. Рейтинговая оценка по дисциплине	6
4. Перечень вопросов по каждому виду контроля	8
4.1. Вопросы экспресс-контроля по темам практических занятий	8
4.2. Вопросы для допуска к лабораторным работам	11
4.3. Вопросы для защиты циклов лабораторных работ	11
4.4. Содержание индивидуальных расчетных заданий	12
4.5. Вопросы для тестирования	13
4.6. Вопросы для экзамена	19
5. Литература для подготовки.....	21
6. Информационное обеспечение	22
Приложение 1	23
Приложение 2	24

1. СОДЕРЖАНИЕ МАТЕРИАЛА ВО 2-М СЕМЕСТРЕ

4 модуль

7. Магнитное поле
 - 7.1. Магнитное поле в вакууме
 - 7.2. Электромагнитная индукция
 - 7.3. Магнитное поле в веществе.
8. Электромагнитное поле.
9. Электромагнитные колебания и переменный ток.
10. Упругие волны.
11. Электромагнитные волны.

5 модуль

12. Оптика
 - 12.1. Волновая оптика
 - 12.2. Квантовая оптика
13. Боровская теория строения атома
14. Квантовая механика
 - 14.1. Волновая теория микрочастиц
 - 14.2. Уравнение Шредингера и его применение

6 модуль

15. Современная теория строения атомов и молекул
 - 15.1. Квантовая теория строения атома водорода
 - 15.2. Квантовая теория строения многоэлектронных атомов
 - 15.3. Строение молекул и молекулярные спектры
16. Физика твердого тела
 - 16.1. Квантовая статистика
 - 16.2. Зонная теория
 - 16.3. Контактные явления

2. ФОРМЫ И СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

ВИДЫ КОНТРОЛЯ	УЧЕБНЫЕ НЕДЕЛИ																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Текущий контроль																				
Э/к на ПЗ		X		X		X			X		X		X			X				
Допуск к ЛР			X		X			X				X			X					
2. Промежуточный контроль																				
Цикл ЛР										X							X			
ИРЗ																			X	
Тестирование							X						X						X	
3. Модульный контроль																				
Контрольная точка							X						X						X	
4. Семестровый контроль																				
Комбинированный экзамен																				X

Примечания:

1. Э/к на ПЗ – экспресс-контроль по определенной теме на практическом занятии (проводится в начале практического занятия);

2. Допуск к ЛР – контроль подготовки к выполнению очередной лабораторной работы (проводится в начале лабораторного занятия). Перечень тем лабораторных работ для каждого студента (бригады) указан в таблице, приведенной в Приложении 1.

3. Цикл ЛР – защита отчетов по выполненным лабораторным работам за цикл (1-й цикл – 3 работы, 2-й цикл – 2 работы). Проводится на 4-м и 7-м лабораторных занятиях.

4. ИРЗ – выполнение и защита результатов самостоятельной работы по решению задач в виде индивидуального расчетного задания. Проводится вне сетки расписания занятий.

5. Тестирование – компьютерный контроль знаний по материалу модуля. Проводится вне сетки расписания занятий (назначается дополнительно).

6. Письменный экзамен – письменная работа по материалу, пройденному за весь семестр (1, 2 и 3 модули). К экзамену допускаются только те студенты, которые выполнили учебный план по всем модулям семестра (отработка всех лабораторных работ, выполнение ИРЗ и т.п.) и набрали рейтинговый балл не меньше 60-ти.

3. РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

На каждом занятии или форме контроля студент получает оценку, которая пересчитывается с учетом весовых коэффициентов в соответствии с баллами, указанными в таблице по соответствующим видам занятий или формам контроля.

1й курс 2й семестр																						
Мін/маx рейтинговая оценка	Вид занятия / форма контроля																					
	ЛБ №1	ЛБ №2	Пз №1	Пз №2	Пз №3	Тест	КТ1	ЛБ №3	ЛБ №4 Цикл	ЛБ №5	Пз №4	Пз №5	Пз №6	Тест	КТ2	ЛБ №6	ЛБ №7 Цикл	Пз №7	ИР3	Тест	КТ3	Рейт. оценка
	2	2	4	4	4	11	27	2	12	2	4	4	4	11	39	2	9	4	8	11	34	100
1	1	2	2	2	7	15	1	8	1	2	2	2	8	24	1	5	2	5	8	21	60	

1. Оценка за практическое занятие является оценкой за текущий контроль теоретических знаний (экспресс-контроль), что проводится в начале каждого практического занятия (4 вопроса на 8 минут). Максимальное количество баллов за каждое практическое занятие определяется согласно таблице, приведенной выше.

2. За лабораторные работы студент получает два вида оценок: за текущий контроль (допуск), что проводится на каждом занятии, на котором выполняется лабораторная работа, и за сдачу цикла лабораторных работ (трижды за семестр). Оценка за цикл состоит из двух частей: за оформления отчетов по лабораторным работам (40%) и за защиту отчетов в беседе с преподавателем (60%). Максимальное количество баллов за каждый из видов контроля определяется согласно таблице, приведенной выше.

3. Индивидуальное расчетное задание выполняется в течение семестра, и должно быть выполнено и сдано в сроки, указанные в п.2 (в конце семестра). Оно состоит из десяти задач, номера которых распределены согласно вариантам, указанным в п.4.4.

4. Модульное компьютерное тестирование проводится в сроки, определенные в пункте 2, дважды за семестр. Сеанс тестирования содержит 20 теоретических вопросов, время тестирования – 15 минут. Количество вопросов и время тестирования может быть изменено в зависимости от сложности вопросов.

5. Оценка за контрольную точку (КТ1 и КТ2) представляет собой алгебраическую сумму оценок за все виды занятий и форм контроля за соответствующий период (согласно приведенной выше таблице).

6. Семестровая (рейтинговая) оценка по 100-балльной системе определяется как алгебраическая сумма оценок за каждый из видов занятий и форм контроля согласно выше приведенной таблице. Максимальное значение равняется 100, а минимальное значение для допуска к экзамену равняется 60.

7. Экзаменационная оценка выставляется по 100-балльной системе следующим образом. Если экзамен проводится в письменной форме, то билет состоит из двух теоретических вопросов (по 30 баллов каждый) и одной задачи (40 баллов). Если экзамен проводится в виде компьютерного тестирования, то теоретические вопросы заменяются тестом, который содержит 40 теоретических тестовых вопросов (время тестирования – 30

минут). Успешное прохождение теста из теоретических вопросов (не менее чем 60% верных ответов) даже без решения задачи является основанием получения экзаменационной оценки 60. Для получения более высокой оценки студент имеет право выбрать уровень сложности экзаменационной задачи: 20 баллов – простая задача, решение которой требует знания физических принципов и законов и умения применять математические методы векторной алгебры, аналитической геометрии и дифференциально-интегрального исчисления в пределах школьной программы; 40 баллов – стандартная задача, решение которой требует знания физических принципов и законов и умения применять основные математические методы курса высшей математики из разделов аналитической геометрии, векторной и линейной алгебры, дифференциальных уравнений, дифференциально-интегрального исчисления.

8. Итоговая оценка за семестр вычисляется по формуле

$$\text{Результат за семестр} = 0,6 \cdot (\text{Рейтинговая оценка}) + 0,4 \cdot (\text{Оценка за экзамен})$$

Критерии оценивания работы студента на протяжении семестра

Удовлетворительно, D, E (60-74). Иметь минимум знаний и умений. Отработать все лабораторные работы и выполнить ИРЗ. Уметь применять законы физики для решения простейших задач.

Хорошо, C (75-89). Знать основные законы физики и уметь их применять для решения задач. Отработать все лабораторные работы, оформить и защитить отчеты. Выполнить ИРЗ.

Отлично, A, B (90-100). Отработать все лабораторные работы, оформить и защитить отчеты, выполнить ИРЗ. Знать все разделы курса физики, уметь анализировать физические явления и процессы с применением соответствующих законов и соотношений. Уметь решать задачи повышенной сложности. Знать общие принципы проведения физического эксперимента и обработки его результатов.

Критерии оценивания знаний и умений студента на экзамене

Удовлетворительно, D, E (60-74). Показать знание основного теоретического и практического материала, предоставив верные ответы на большинство вопросов, полученных при сдаче экзамена или теста.

Хорошо, C (75-89). Показать полное знание теоретического и практического материала, предоставив верные ответы на подавляющее большинство вопросов.

Отлично, A, B (90-100). Показать систематизированные глубокие знания теоретического и практического материала, предоставив исчерпывающие ответы на все поставленные вопросы. Привести примеры наблюдения физических законов и явлений на практике.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ПО КАЖДОМУ ВИДУ КОНТРОЛЯ

4.1. ВОПРОСЫ ЭКСПРЕСС-КОНТРОЛЯ ПО ТЕМАМ ПЗ.

4 модуль

Тема 1. Магнитное поле постоянного тока.

1. Дайте определение линиям магнитной индукции.
2. Вектор напряженности магнитного поля, связь с вектором магнитной индукции.
3. Запишите закон Био-Савара-Лапласа.
4. Чему равняется индукция магнитного поля, создаваемого движущимся зарядом?
5. Чему равняется индукция магнитного поля, создаваемого бесконечным прямым проводником с током?
6. Чему равняется индукция магнитного поля, создаваемого круговым проводником с током?
7. Запишите закон Ампера. Как определяется направление силы Ампера?
8. Что называется магнитным потоком? Его единица измерения.
9. Чему равна работа, совершаемая при перемещении тока в магнитном поле.
10. Сформулируйте теорему Гаусса для магнитного поля.
11. Сформулируйте закон полного тока.
12. Чему равняется энергия проводника с током?
13. Чему равняется объёмная плотность энергии магнитного поля?
14. Какая сила действует на заряженную частицу в магнитном поле?
15. Чему равняется сила Лоренца, на какие частицы она действует?
16. Как определить направление силы Лоренца? Сформулируйте это правило.
17. Чему равна работа магнитного поля над движущейся заряженной частицей?

Тема 2. Явление электромагнитной индукции. Уравнения Максвелла

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
2. Сформулируйте закон Фарадея для электромагнитной индукции.
3. Сформулируйте правило Ленца.
4. Что такое индуктивность контура? Ее единица измерения.
5. В чем заключается явление самоиндукции?
6. Чему равняется ЭДС самоиндукции?
7. В чем заключается явление взаимной индукции?
8. Чему равняется ЭДС взаимной индукции?
9. Чему равняется энергия проводника с током?
10. Чему равняется энергия магнитного поля?
11. Что называется вихревым электрическим полем?
12. Что называется током смещения?
13. Сформулируйте уравнение Максвелла в интегральной форме
14. Сформулируйте уравнение Максвелла в дифференциальной форме

Тема 3. Электромагнитные колебания

1. Что такое электрические колебания?
2. Какие колебания называются свободными?
3. Формула Томсона. Частота свободных колебаний.
4. Какие колебания называются вынужденными?
5. Какие колебания называются затухающими?

6. Чему равен период и частота затухающих колебаний?
7. Что называется временами релаксации?
8. Что называется коэффициентом затухания?
9. Что называется логарифмическим декрементом затухания?
10. Что называется добротностью колебательного контура?
11. Емкостное сопротивление.
12. Индуктивное сопротивление.
13. Полное сопротивление цепи.
14. В чем заключается явление электрического резонанса?
15. Чему равняется резонансная частота для напряжения на конденсаторе?

5 модуль

Тема 4. Волновая оптика.

1. Какое явление называется интерференцией света и какие условия её наблюдения?
2. Какие волны называются монохроматическими, когерентными?
3. Сформулируйте принцип Гюйгенса.
4. Что такое геометрическая и оптическая разность хода?
5. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля.
6. Какие условия максимума интенсивности при интерференции света?
7. Какие условия минимума интенсивности при интерференции света?
8. Что такое дифракция света? Какие виды дифракции вы знаете?
9. Каковы условия наблюдения дифракции света?
10. Каким образом возникают и чем характерны зоны Френеля?
11. Какой вид имеет дифракционный спектр видимого света?
12. Что такое абсорбция света?
13. Запишите и поясните закон Бугера.
14. Что такое дисперсия света?
15. Каким выражением определяется нормальная и аномальная дисперсия?
16. Что такое поляризация?
17. Запишите и поясните закон Малюса.

Тема 5. Тепловое излучение. Квантовые свойства излучения

1. Что такое тепловое излучение?
2. Какое излучение называется равновесным?
3. Что такое объёмная плотность энергии излучения?
4. Что такое энергетическая светимость?
5. Что такое спектральная плотность энергетической светимости?
6. Что такое спектральная поглотительная способность?
7. Какое тело называют черным, серым?
8. Запишите и поясните закон Кирхгофа.
9. Запишите и поясните законы Стефана-Больцмана и смещения Вина.
10. Запишите и поясните формулу Релея-Джинса.
11. Запишите и поясните формулу Планка.
12. Что называют явлением внешнего фотоэффекта?
13. Сформулируйте первый закон Столетова для внешнего фотоэффекта.
14. От чего и как зависит энергия фотоэлектронов?
15. Что такое красная граница внешнего фотоэффекта и от чего она зависит?
16. Запишите и объясните уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
17. Что такое фотон? Чему равняется энергия, масса, импульс фотона?
18. От чего и как зависит давление света?

19. В чем заключается эффект Комптона?
20. Запишите и поясните формулу для комптоновской длины волны.

Тема 6. Уравнение Шредингера. Стационарное состояние.

1. Запишите и поясните общее (временное) уравнения Шредингера.
2. Запишите и поясните уравнения Шредингера для стационарных состояний.
3. Дайте определение волновой функции, её статистический смысл.
4. Запишите условия регулярности волновой функции.
5. Запишите условие нормировки волновой функции.
6. Что такое собственные значения полной энергии частицы?
7. Запишите волновую функцию, которая описывает движение частицы в одномерной потенциальной яме.
8. Что такое туннельный эффект?
9. С помощью каких физических характеристик описывают прохождение частицы сквозь потенциальный барьер?
10. Что такое коэффициент прозрачности и от чего он зависит?
11. Дайте определение линейного гармонического осциллятора в квантовой механике.
12. Что такое энергия нулевых колебаний линейного гармонического осциллятора в квантовой механике?
13. Запишите формулу энергетического спектра линейного гармонического осциллятора в квантовой механике?

6 модуль

Тема 7. Рентгеновское излучение. Магнитные свойства атомов

1. Сформулируйте характеристики и условия возникновения тормозного рентгеновского излучения.
2. Сформулируйте характеристики и условия возникновения характеристического рентгеновского излучения.
3. Что такое коротковолновая граница тормозного рентгеновского излучения?
4. Запишите и поясните закон Мозли.
5. Как определить магнитный момент электрона в атоме?
6. Как определить магнитный момент многоэлектронного атома?
7. Что определяет главное квантовое число n , и какие значения оно может принимать?
8. Что определяет орбитальное квантовое число l , и какие значения оно может принимать?
9. Что определяет магнитное квантовое число m_l , и какие значения оно может принимать?
10. Что определяют правила отбора квантовой механики? Запишите их.
11. Чему равняется модуль полного момента многоэлектронного атома?
12. Что такое терм многоэлектронного атома, и как он записывается?
13. Чему равняется сила, которая действует на атом в магнитном поле?
14. Что такое эффект Зеемана?
15. Чему равняется фактор Ланде?

Для подготовки к экспресс-контролям рекомендуется использовать конспект лекций, а также литературу [1 - 7].

4.2 ВОПРОСЫ ДЛЯ ДОПУСКА К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

1. Сформулировать тему и цель лабораторной работы.
2. Изобразить схему лабораторной установки с пояснениями / перечислить составные части лабораторной установки (приборы, устройства, модули и т.п.).
3. Перечислить прямые измерения (полные названия), которые необходимо выполнить в лабораторной работе.
4. Перечислить косвенные измерения (полные названия), которые необходимо выполнить в лабораторной работе.
5. Перечислить законы, используемые / проверяемые в лабораторной работе.
6. Сформулировать законы, используемые / проверяемые в лабораторной работе.
7. Указать, графики каких зависимостей необходимо построить в лабораторной работе.
8. Записать и пояснить рабочую формулу.

4.3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЦИКЛОВ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Вопросы для защиты лабораторных работ по каждому циклу приведены в [9, 10] в конце каждой соответствующей лабораторной работы. Также нужно знать материал тем, используемых в защищаемой работе. Кроме того, необходимо четко знать и понимать, что и почему написано в отчете по защищаемой работе. Для подготовки к защите лабораторных работ рекомендуется использовать конспект лекций, а также литературу [13-16].

К защите цикла допускаются только те студенты, которые отработали и оформили все лабораторные работы цикла. Отчеты по лабораторным работам оформляются в тетради на 18 листов. Содержание отчета и пример его оформления приведены в [9]. Каждая работа оформляется с новой страницы. Титульный лист оформляется один раз на одну тетрадь на первой странице тетради, далее работы нумеруются последовательно, начиная с номера 1. Каждый студент должен иметь свою тетрадь с оформленными отчетами отработанных лабораторных работ.

Оформление отчетов по лабораторным работам выполняется чернильной или шариковой ручкой синего или черного цветов. Допускается использование других цветов при построении диаграмм, графиков, рисунков.

График выполнения лабораторных работ (таблица с номерами работ) по каждому модулю приведен в Приложении 1.

4.4. СОДЕРЖАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАСЧЕТНЫХ ЗАДАНИЙ

Распределение задач ИРЗ по вариантам согласно номера студента в журнале академгруппы приведено в таблице.

Таблица

№ варианта	Номера задач для решения*										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.1	2.26	3.21	4.16	5.11	6.6	7.1	8.26	9.21	10.16	11.11
2	1.2	2.27	3.22	4.17	5.12	6.7	7.2	8.27	9.22	10.17	11.12
3	1.3	2.28	3.23	4.18	5.13	6.8	7.3	8.28	9.23	10.18	11.13
4	1.4	2.29	3.24	4.19	5.14	6.9	7.4	8.29	9.24	10.19	11.14
5	1.5	2.30	3.25	4.20	5.15	6.10	7.5	8.30	9.25	10.20	11.15
6	1.6	2.1	3.26	4.21	5.16	6.11	7.6	8.1	9.26	10.21	11.16
7	1.7	2.2	3.27	4.22	5.17	6.12	7.7	8.2	9.27	10.22	11.17
8	1.8	2.3	3.28	4.23	5.18	6.13	7.8	8.3	9.28	10.23	11.18
9	1.9	2.4	3.29	4.24	5.19	6.14	7.9	8.4	9.29	10.24	11.19
10	1.10	2.5	3.30	4.25	5.20	6.15	7.10	8.5	9.30	10.25	11.20
11	1.11	2.6	3.1	4.26	5.21	6.16	7.11	8.6	9.1	10.26	11.21
12	1.12	2.7	3.2	4.27	5.22	6.17	7.12	8.7	9.2	10.27	11.22
13	1.13	2.8	3.3	4.28	5.23	6.18	7.13	8.8	9.3	10.28	11.23
14	1.14	2.9	3.4	4.29	5.24	6.19	7.14	8.9	9.4	10.29	11.24
15	1.15	2.10	3.5	4.30	5.25	6.20	7.15	8.10	9.5	10.30	11.25
16	1.16	2.11	3.6	4.1	5.26	6.21	7.16	8.11	9.6	10.1	11.26
17	1.17	2.12	3.7	4.2	5.27	6.22	7.17	8.12	9.7	10.2	11.27
18	1.18	2.13	3.8	4.3	5.28	6.23	7.18	8.13	9.8	10.3	11.28
19	1.19	2.14	3.9	4.4	5.29	6.24	7.19	8.14	9.9	10.4	11.29
20	1.20	2.15	3.10	4.5	5.30	6.25	7.20	8.15	9.10	10.5	11.30
21	1.21	2.16	3.11	4.6	5.1	6.26	7.21	8.16	9.11	10.6	11.1
22	1.22	2.17	3.12	4.7	5.2	6.27	7.22	8.17	9.12	10.7	11.2
23	1.23	2.18	3.13	4.8	5.3	6.28	7.23	8.18	9.13	10.8	11.3
24	1.24	2.19	3.14	4.9	5.4	6.29	7.24	8.19	9.14	10.9	11.4
25	1.25	2.20	3.15	4.10	5.5	6.30	7.25	8.20	9.15	10.10	11.5
26	1.26	2.21	3.16	4.11	5.6	6.1	7.26	8.21	9.16	10.11	11.6
27	1.27	2.22	3.17	4.12	5.7	6.2	7.27	8.22	9.17	10.12	11.7
28	1.28	2.23	3.18	4.13	5.8	6.3	7.28	8.23	9.18	10.13	11.8

Номера задач ИРЗ в таблице приведены согласно издания [11]. Для решения задач индивидуальных расчетных заданий рекомендуется использовать [8, 12].

ИРЗ оформляется в тетради на 18 листов, оно должно содержать титульный лист (пример приведен в Приложении 2), полную запись условия задач с номерами согласно варианта задания, краткую запись условия (Дано:), что необходимо найти, решение с выводом рабочей формулы, проверку размерности и ответ. Задачи писать в той же последовательности, что и в таблице. **Каждая задача оформляется с новой страницы.**

Пример подписи задач для Варианта 12: Задача 1 – 1.12; Задача 2 – 2.7 и т.д. Оформление ИРЗ выполняется чернильной или шариковой ручкой синего или черного цветов. Допускается использование других цветов при построении диаграмм, графиков, рисунков.

* Номера задач даны в формате XX.YY, где XX – номер темы, YY – номер задачи в этой теме (задачи для самостоятельного разв'язання).

4.5. ВОПРОСЫ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

Компьютерное тестирование по материалам модуля проводится вне сетки расписания занятий или вносится в расписание по ходу семестра.

Тест состоит из 20 вопросов, на ответы на которые дается 15 минут. Для каждого вопроса предлагается до шести вариантов ответов. Верных вариантов ответов может быть несколько. В этом случае ответ считается полностью правильным, если выбраны все варианты верных ответов. Если хотя бы один вариант не верный, ответ на вопрос считается не правильным.

Перечень вопросов, приведенных ниже, не является полным. Указанные вопросы могут быть перефразированы, изменены или дополнены, что не меняет их содержание. Могут быть добавлены другие вопросы, рассмотренные или упомянутые в соответствующих темах на лекционных занятиях.

При подготовке к тестовому контролю следует уделять внимание изучению всей указанной темы в целом, а не просто поиску и запоминанию ответов на вопросы. Для подготовки к тестовому контролю рекомендуется использовать в первую очередь конспект лекций, а также литературу [1-7, 17].

4 модуль

Магнитное поле

1. Чем принято количественно характеризовать магнитное поле?
2. Чему равняется сила, которая действует на движущийся заряд со стороны магнитного поля?
3. Чему равняется сила, которая действует на неподвижный заряд со стороны магнитного поля?
4. Чему равняется согласно принципу суперпозиции индукция магнитного поля, которое создается в данной точке несколькими магнитными полями?
5. Какому условию удовлетворяет магнитная проницаемость вакуума?
6. Какому условию удовлетворяет магнитная проницаемость диамагнетика?
7. Какому условию удовлетворяет магнитная проницаемость парамагнетика?
8. Какому условию удовлетворяет магнитная проницаемость ферромагнетика?
9. Какому условию удовлетворяет магнитная восприимчивость вакуума?
10. Какому условию удовлетворяет магнитная восприимчивость диамагнетика?
11. Какому условию удовлетворяет магнитная восприимчивость парамагнетика?
12. Какому условию удовлетворяет магнитная восприимчивость ферромагнетика?
13. Что является единицей измерения напряженности магнитного поля в международной системе единиц СИ?
14. Что является единицей измерения индукции магнитного поля в международной системе единиц СИ?
15. Какой вид имеет закон Ампера для элемента линейного тока?
16. Какой вид имеет закон Ампера для проводника конечной длины?
17. Какой вид имеет закон Ампера для прямолинейного проводника длины l ?
18. Какой вид имеет закон Био-Савара-Лапласа?
19. Чему равняется индукция магнитного поля, которое создано прямым бесконечно длинным проводником с током?
20. Чему равняется индукция магнитного поля, которое создано проводником с током в форме круга в его центре?
21. Чему равняется поток вектора магнитной индукции через элемент площади?
22. Чему равняется полный магнитный поток через произвольную незамкнутую поверхность?
23. Чему равняется полный магнитный поток через плоскую поверхность?
24. Чему равняется полный магнитный поток через произвольную замкнутую поверхность?

25. Что утверждает теорема Гаусса для магнитных полей в интегральном виде?
26. Что утверждает теорема о циркуляции для магнитных полей в интегральном виде?
27. Каким соотношением задается формула Лоренца?
28. Чему равняется ЭДС согласно основному закону электромагнитной индукции?
29. Чему равняется ЭДС самоиндукции, которая возникает в контуре, находящемся в вакууме?

Электромагнитное поле

30. Чему равняется объемная плотность магнитной энергии в диамагнитных и парамагнитных средах?
31. Чему равняется объемная плотность электрической энергии в изотропном диэлектрике?
32. Чему равняется объемная плотность энергии электромагнитного поля?
33. Что является единицей индуктивности в системе СИ?
34. Что является единицей магнитного потока в системе СИ?
35. Что является единицей индукции магнитного поля в системе СИ?
36. Что является единицей мощности в системе СИ?
37. При каком условии векторное поле является вихревым?
38. При каком условии векторное поле является невихревым?
39. Какое из уравнений Максвелла является теоремой Гаусса для электрических полей?
40. Какое из уравнений Максвелла является теоремой Гаусса для магнитных полей?
41. Какое из уравнений Максвелла является теоремой Гаусса для потока электрического смещения?
42. Какое из уравнений Максвелла отображает положение Максвелла о магнитном поле тока смещения?
43. Какое из уравнений Максвелла является теоремой Гаусса для магнитного потока через замкнутую поверхность?

Электромагнитные колебания

44. Какой вид имеет дифференциальное уравнение свободных затухающих электромагнитных колебаний заряда q в колебательном контуре?
45. Какой вид имеет дифференциальное уравнение вынужденных электромагнитных колебаний заряда q в колебательном контуре?
46. Как называют результат сложения двух взаимно перпендикулярных колебаний с кратными частотами?
47. Чему равняется период собственных колебаний колебательного контура, который состоит из индуктивности L и конденсатора C ?
48. Как называют результат сложения двух колебаний с близкими частотами, которые происходят в одном направлении?
49. Чему равняется циклическая частота собственных колебаний колебательного контура, который состоит из индуктивности L и конденсатора C ?
50. Какие элементы содержит идеальный последовательный колебательный контур?
51. Какому правилу подчиняется индукционный ток, который возникает в контуре?

Переменный ток

52. Как называется сопротивление конденсатора, которое определяется его емкостью?
53. Как называется сопротивление катушки провода, которое определяется ее индуктивностью?
54. Что происходит при резонансе напряжений с амплитудой силы тока во внешней цепи?
55. Из каких элементов состоит цепь, в которой происходит резонанс напряжения?
56. В каких единицах измеряется электродвижущая сила электромагнитной индукции?

57. От чего зависит значение индукционного тока в соленоиде?
58. Как называют явление возникновения электродвижущей силы электромагнитной индукции в контуре во время изменения в нем силы тока?
59. Как называют явление возникновения электрического тока в замкнутом контуре во время изменения потока магнитного поля через поверхность, которую охватывает этот контур?
60. В каких единицах измеряется индуктивность контура?
61. Как называют явление возникновения электродвижущей силы электромагнитной индукции в одном из двух достаточно близко расположенных контуров во время изменения силы тока во втором контуре?

Упругие волны

62. Результатом чего являются стоячие волны?
63. Что называют эффектом Доплера звуковой волны?
64. Что называют поглощением звуковой волны?
65. Что называют отражением звуковой волны?

Электромагнитные волны

66. От чего зависит скорость электромагнитных волн в среде?
67. Чему равняется интенсивность плоской электромагнитной волны в вакууме с напряженностями магнитного поля H и электрического поля E ?
68. Что можно сказать о векторах напряженностей электрического и магнитного полей?
69. Чему равняется модуль плотности потока энергии электромагнитной волны?
70. Чему равняется фазовая скорость электромагнитной волны в среде?
71. Направлением какого вектора определяется направление распространения электромагнитной волны в вакууме?

5 модуль

Волновая оптика

1. Что изучается в оптике в целом?
2. Что изучается в геометрической оптике?
3. Что называют оптической длиной пути между двумя точками?
4. Что называют геометрической длиной пути между двумя точками?
5. При каком условии в среде наблюдается нормальная дисперсия?
6. При каком условии в среде наблюдается аномальная дисперсия?
7. С какого уравнения можно вычислить угол полного внутреннего отражения?
8. Что изучают в волновой оптике?
9. Как выглядит закон Бугера-Ламберта?
10. Какой вид имеет условие интерференционных максимумов?
11. Какой вид имеет условие интерференционных минимумов?
12. Что называют интерференцией?
13. Что называют интерференцией света?
14. Что называют дифракцией?
15. Что называют дифракцией света?
16. Чему равен радиус m -й зоны Френеля сферической волны?
17. Чему равен радиус первой зоны Френеля сферической волны?
18. Какой вид имеет закон Малюса?
19. Какой вид имеет закон Бугера-Ламберта?

20. Чему равна фазовая скорость волны?
21. Чему равна групповая скорость волны?

Квантовая оптика

22. Что изучается в квантовой оптике?
23. Какой спектр называют спектром излучения?
24. Какой спектр называют линейчатым спектром?
25. Какой спектр называют сплошным спектром?
26. Какой спектр называют полосатым спектром?
27. В чем проявляются корпускулярные свойства света?
28. Какое условие выполняется для абсолютно черного тела?
29. Которое из приведенных ниже тел имеет максимум излучения, которое приходится на наименьшую длину волны?
30. Чему равняется спектральная плотность излучения?
31. Какой закон теплового излучения является наиболее универсальным?
32. Какая гипотеза является основой закона Планка для теплового излучения?
33. Какой вид имеет формула Планка?
34. Что такое внешний фотоэффект?
35. От чего не зависит скорость электрона для данного вещества при фотоэффекте?
36. Как зависит величина фототока насыщения от интенсивности облучающего монохроматического света?
37. Что называют красной границей фотоэффекта?
38. От которой из приведенных ниже величин не зависит давление света?
39. В чем состоит эффект Комптона?
40. В чем состоит внешний фотоэффект?
41. От чего зависит изменение длины волны в эффекте Комптона?
42. Какие изменения происходят в атоме вещества во время эффекта Комптона?
43. Чему равняется длина волны Де Бройля?
44. Чему равняется комптоновская длина волны?

Боровская теория строения атома

45. Каким соотношением задается серия Лаймана?
46. Каким соотношением задается серия Бальмера?
47. Чему равняется Боровский радиус?
48. Радиус допустимых орбит электрона в водородоподобном атоме
49. Чему равняется постоянная Ридберга?
50. Допустимые значения внутренней энергии водородоподобного атома равняется
51. Что использовал в собственных опытах Резерфорд?
52. Что использовал в собственных опытах Резерфорд в качестве мишени?
53. Что случилось со всеми частицами в опытах Резерфорда?
54. Каким взаимодействием определяется рассеяние частиц в опытах Резерфорда?
55. Какими переходами электронов определяются спектры поглощения атома водорода (серия Лаймана)?
56. Что происходит в модели атома Бора в основном состоянии?
57. Где в модели атома Бора может находиться электрон?
58. Что такое боровский радиус?
59. Каким является основное состояние атома?
60. Какой серии отвечают спектральные линии в ультрафиолетовой части спектра атома водорода?
61. Что доказывает опыт Франка-Герца?
62. Какая физическая величина квантуется в постулатах теории Бора атома водорода?

63. Для чего в опытах Резерфорда используется люминесцирующий экран?
64. Изучение чего проводилось в опытах Резерфорда?
65. Чему равняется постоянная Ридберга?

Волновая теория микрочастиц

66. Чему равняется длина волны Де Бройля?
67. Когда проявляются волновые свойства электрона?
68. Что именно утверждает соотношение неопределенностей Гейзенберга?
69. Пусть состояние квантовой частицы описывается волновой функцией $\psi(\vec{r})$. Каким тогда выражением определяется вероятность того, что частицу можно найти в объеме ΔV ?
70. Что утверждает условие нормировки волновой функции?
71. Какой вид имеет уравнение Шредингера в общем случае?
72. Какой вид имеет стационарное уравнение Шредингера в общем случае?
73. Чему равняется оператор Лапласа?
74. Чему равняется оператор Лапласа в одномерном случае?
75. Чему равняется потенциальная энергия U квантовой частицы в одномерной потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками?
76. Чему равняется потенциальная энергия U одномерного квантового гармонического осциллятора?
77. Чему равняется энергия нулевых колебаний квантового гармонического осциллятора?
78. Чему равняется энергия квантового гармонического осциллятора?
79. Какой вид имеет стационарное уравнение Шредингера для свободной квантовой частицы?
80. Какой вид имеет стационарное уравнение Шредингера для квантовой частицы в одномерной потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками?
81. Какой вид имеет стационарное уравнение Шредингера для одномерного гармонического осциллятора?
82. Какой вид имеет стационарное уравнение Шредингера для водородоподобного атома?

6 модуль

Квантовая теория строения атомов и молекул

1. Чему равняется магнетон Бора?
2. Какой вид имеет спектр излучения отдельных атомов, которые не взаимодействуют друг с другом?
3. Какие спектры поглощения имеет отдельный атом?
4. Что описывает главное квантовое число?
5. Что описывает магнитное квантовое число?
6. Что описывает спиновое квантовое число?
7. Как называют электрон с $l = 0$?
8. Как называют электрон с $l = 1$?
9. Как называют электрон с $l = 2$?
10. Как называют электрон с $l = 3$?
11. Что называют эффектом Зеемана?
12. Что называют эффектом Штарка?
13. Чем вызвано тормозное излучение?
14. Чем вызвано характеристическое излучение?
15. Чем вызвано спонтанное излучение?
16. Чем вызвано индуцированное излучение?
17. Что называют резонансным поглощением?

18. Какой вид имеет спектр излучения отдельных молекул, которые не взаимодействуют друг с другом?
19. Какой тип связи удерживает атомы водорода в положении равновесия в молекуле водорода?
20. Какой тип связи удерживает атомы в положении равновесия в молекуле поваренной соли $NaCl$?
21. Какие спектры поглощения имеет молекула?
22. Какой закон физики обуславливает отталкивание атомов в молекуле на малых расстояниях?
23. Какой вид движения вносит основной вклад в энергию молекулы?

Квантовая статистика

24. Чему равняется энергия фонона?
25. Чему равняется энергия нулевых колебаний квантового гармоничного осциллятора?
26. Чему равняется функция распределения Бозе-Эйнштейна?
27. Чему равняется функция распределения Ферми-Дирака?
28. Чему равняется функция распределения Больцмана?
29. Чему равняется характеристическая температура Дебая?
30. Что называют фононом?
31. Что называют бозоном?
32. Что называют фермионом?

Зонная теория твердого тела и контактные явления

33. Что называют энергией Ферми для электронов в полупроводниках и диэлектриках?
34. Что называют энергией Ферми для электронов в металле?
35. Какую электропроводность имеет кристалл германия с примесью пентавалентной сурьмы?
36. Какая электропроводность у кристалла германия с примесью трёхвалентного индия?
37. Какими являются примесные уровни в полупроводнике p -типа?
38. Какими являются примесные уровни в полупроводнике n -типа?
39. Для чего используют рп-переход в электрической цепи?
40. Что происходит во время возникновения фотопроводимости в полупроводниках и диэлектриках?
41. В чем состоит явление Зеебека?
42. В чем состоит явление Пельтье?
43. В чем состоит явление Томсона?

4.6. ВОПРОСЫ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА

В случае проведения семестрового контроля в виде компьютерного тестирования перечень вопросов совпадает с перечнем вопросов для тестов по всем модулям семестра (п.4.5). В случае проведения семестрового контроля в виде письменного или комплексного экзамена, примеры экзаменационных вопросов приведены ниже (все теоретические вопросы, рассмотренные на лекциях и выносившиеся на самостоятельное изучение).

1. Магнітне поле і його характеристики. Закон Біо-Савара-Лапласа.
2. Дія магнітного поля на провідник з током. Закон Ампера.
3. Магнітне поле заряду, що рухається.
4. Дія магнітного поля на заряд, що рухається. Сила Лоренса.
5. Циркуляція вектора \vec{v} для магнітного поля у вакуумі. Закон повного струму.
6. Потік вектора \vec{v} . Теорема Гауса для поля \vec{v} .
7. Явище електромагнітної індукції. Закон Фарадея. Правило Ленца.
8. Індуктивність контуру. Самоіндукція та взаємна індукція. Трансформатори.
9. Енергія провідника з током. Енергія магнітного поля.
10. Магнітна модель атома. Діа- і парамагнетика. Намагніченість.
11. Магнітне поле в речовині. Закон повного струму для магнітного поля в речовині.
12. Феромагнетика. Явище магнітного гістерезису.
13. Вихрове електричне поле. Перше рівняння Максвелла.
14. Струм зміщення. Поняття повного струму. Друге рівняння Максвелла.
15. Вільні гармонійні та загасаючі коливання в електричному коливальному контурі.
16. Змушені коливання в електричному коливальному контурі. Резонанс.
17. Змінний струм у ланцюзі, що містить послідовно включені R , L і C . Резонанс напруг.
18. Потужність, що виділяється в ланцюзі змінного струму.
19. Хвильові процеси. Рівняння хвилі, що біжить. Хвильове рівняння.
20. Принципи суперпозиції хвиль. Групова швидкість. Стояча хвиля.
21. Звук. Ефект Доплера в акустиці.
22. Електромагнітні хвилі. Шкала електромагнітних хвиль і їхнє використання. Диференціальне рівняння електромагнітної хвилі.
23. Енергія електромагнітних хвиль. Вектор Умова-Пойтинга. Імпульс електромагнітного поля.
24. Світло як електромагнітне випромінювання (хвиля). Когерентність і монохроматичність світлових хвиль. Оптична та геометрична довжина шляху. Інтерференція світла.
25. Дифракція світла. Принцип Гюгенса-Френеля. Метод зон Френеля.
26. Дисперсія світла. Нормальна та аномальна дисперсія.
27. Поглинання світла. Закон Бугера.
28. Поляризація світла. Закон Малюса.
29. Теплове випромінювання і його характеристики.
30. Закони Кірхгофа, Стефана-Больцмана та зміщення Віна.
31. Формула Релея-Джинса. Закон Планка.
32. Зовнішній фотоефект. Закони зовнішнього фотоефекта. Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекта.
33. Маса, імпульс та енергія фотона. Тиск світла. Досліди Лебедева.
34. Ефект Комптона. Формула Комптона.
35. Лінійчатий спектр атома водню. Узагальнена формула Бальмера.
36. Постулати Бора. Досліди Франка та Герца.
37. Спектр атома водню по Бору.

38. Корпускулярно-хвильовий дуалізм властивостей речовини.
39. Хвилі де-Бройля та їх властивості.
40. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.
41. Хвильова функція і її статистичний зміст.
42. Рівняння Шредінгера. Умови, що накладаються на хвильову функцію.
43. Рух вільної частинки у квантової механіці.
44. Частинка в одновимірній прямокутній «потенційній ямі». Поняття енергетичних рівнів частинки.
45. Проходження частинки крізь потенційний бар'єр. Тунельний ефект.
46. Лінійний гармонійний осцилятор у квантовій механіці.
47. Атом водню у квантовій механіці. Власні значення енергії атома.
48. Квантові числа, що характеризують стаціонарні стани атома водню.
49. Спектр випромінювання / поглинання. Правила відбору.
50. 1-й стан електрона в атомі водню.
51. Досліди Штерна та Герлаха. Спин електрона. Спінове квантове число.
52. Механічний та магнітний моменти багато електронного атома.
53. Принцип нерозрізненості тотожних частинок. Ферміони та бозони.
54. Принцип Паулі. Розподіл електронів в атомі. Періодична система елементів Менделєєва.
55. Рентгенівські спектри. Закон Мозлі.
56. Молекули: хімічні зв'язки. Поняття про енергетичні рівні молекули.
57. Молекулярні спектри. Комбінаційне розсіювання світла.
58. Поглинання, спонтанне та вимушене випромінювання.
59. Оптичні квантові генератори (лазери). Властивості лазерного випромінювання.
60. Поняття квантової статистики. Функція розподілу.
61. Квантова статистика Бозе-Ейнштейна та Фермі-Дірака.
62. Вироджений електронний газ у металі.
63. Поняття про квантову теорію теплоємності. Фонони.
64. Поняття про зонну теорію твердих тел.
65. Метали, діелектрики та напівпровідники по зонній теорії.
66. Власна провідність напівпровідників.
67. Домішкова провідність напівпровідників. Напівпровідники n-типу і p-типу.
68. Фотопровідність напівпровідників.
69. Контакт двох металів по зонній теорії.
70. Термоелектричні явища (Пельтьє, Зеебека, Томсона). Застосування.
71. Контакт метал-напівпровідник.
72. P-n перехід. ВАХ p-n переходу.

Для підготовки к екзамену рекомендується использовать конспект лекцій, а также літературу [1 – 7, 16].

5. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

Учебники или учебные пособия

1. Кібець І.М., Рибалка А.І., Стороженко В.О. Загальна фізика з прикладами і задачами. Частина II. Електрика та магнетизм: Навчальний посібник – Харків, ТОВ «Компанія СМІТ», 2009. – 424с.
2. Кібець І.М. та ін. Загальна фізика з прикладами і задачами. Частина 3, том 1. Оптика : Навчальний посібник. – Харків: Компанія СМІТ, 2012 – 232с.
3. Кібець І.М. та ін. Загальна фізика з прикладами і задачами. Частина 3, том 2. Квантова та атомна фізика, фізика твердого тіла та ядерна фізика : Навчальний посібник. – Харків: Компанія СМІТ, 2013 – 304с.
4. Кармазин В.В., Семенец В.В. Курс загальної фізики: Навчальний посібник. – Київ: Кондор, 2008. – 437с.
5. Трофимова Т.И. Курс физики.-М.:Высшая школа, 1985 .
6. Українець М.І. та інш. Квантова та ядерна фізика: Навчальний посібник. – Харків: ХТУРЕ, 2003 – 124с.
7. Савельев И.В.Курс физики. Т.3.-М.:Наука, 1989 .
8. Чертов О.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике.-М.:Высшая школа, 1988 .

Методические указания к лабораторным работам

9. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «ФІЗИКА». Частина 2 «Електрика та Магнетизм» для студентів усіх спеціальностей і форм навчання / Упоряд.: Р.П. Орел, О.М. Коваленко, В.О. Стороженко та ін. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 120 с.
10. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізики. (розділи «ОПТИКА», «АТОМНА ФІЗИКА», «ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА») / Упоряд.: Стороженко В.О. та ін. – Харків: ХНУРЕ, 2011. – 56с.

Методические указания к практическим занятиям

11. Методичні вказівки до практичних занять з курсу фізики. Частина 2. / Упоряд.: А.О. Стороженко В.О. та інш. – Харків: ХТУРЕ, 2011 – 140с.
12. Гетьманова Е.Е. и др. Решение задач по физике. Электричество и магнетизм - Харьков, ХТУРЭ, 1999 – 212с.

Методические указания к самостоятельной работе студентов

13. Запитання та відповіді до ЛР з фізики. Частина 1. / Упоряд.: С.С.Авотін, В.І.Бедратий та інш. – Харків:ХТУРЕ, 2004.
14. Запитання та відповіді до ЛР з фізики. Частина 2. / Упоряд.: А.І.Рибалка, С.С.Авотін, В.І.Бедратий та інш.– Харків: ХТУРЕ, 2004.
15. Методичні вказівки до використання Державних стандартів на заняттях з курсу загальної фізики / Упоряд.: Л.Г. Мартиненко – Харків: ХНУРЕ, 2001. – 35с. Електронна бібліотека ХНУРЕ.
16. Словник фізичних термінів / Упоряд.: Ткаченко Т.Б. – Харків: ХНУРЕ, 2006.
17. Збірник тестів з курсу фізики / Упоряд.: Коваленко О.М. та ін., 2006. (Бібл. шифр 53(07) 341).

6. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. <http://physic.nure.ua>
2. https://t.me/Phys_nure
3. <https://www.facebook.com/Кафедра-фізики-ХНУРЕ-106174928265622>
4. https://www.instagram.com/p/CNpC_1kMGCx/?igshid=1ik9n8joafuu5
5. <http://catalogue.nure.ua/knmz/?subdivision=24&level=0&query=undefined>
6. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/elementary.htm>

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

График выполнения лабораторных работ для потоков ВСА-21, АКТАКИТ-21 и АКТСИ-21
(Магнетизм, Оптика и атомная физика)

Семестр	№ занятия	№№ бригад							Методич. указания
		1	2	3	4	5	6	7	
2	1	10	10	12	13	14	14	15	[9]
	2	14	13	10	10	12	15	14	
	3	1	1	2	2	3	3	3	[10]
	4	Защита 1-го цикла							
	5	4	4	5	5	8	8	9	[10]
	6	8	9	4	4	5	5	8	
	7	Защита 2-го цикла							

Перечень тем лабораторных работ, раздел «Магнетизм» [9]

8. Вивчення магнітного поля короткого соленоїда та системи двох соленоїдів.
9. Вивчення електромагнітних явищ на основі довгого соленоїда
10. Визначення питомого заряду електрона методом магнетрона.
11. Визначення відношення заряду електрона до його маси методом фокусування пучка електронів подовжнім магнітним полем.
12. Дослідження явища самоіндукції.
13. Дослідження явища взаємоіндукції.
14. Визначення магнітних властивостей ферромагнетиків.
15. Дослідження повного послідовного кола змінного струму.
16. Дослідження струму зміщення.

Перечень тем лабораторных работ, раздел «Оптика и атомная физика» [10]

1. Визначення кривини поверхні лінзи за допомогою кілець Ньютона
2. Дослідження дифракції світла від щілини у досліді Фраунгофера.
3. Визначення параметрів дифракційної решітки по інтерференційній картині у досліді Юнга.
4. Дослідження теплового випромінювання нагрітих тіл.
5. Дослідження зовнішнього фотоэффекту.
6. Визначення потенціалів збудження та іонізації атомів методом Франка і Герца
7. Дослідження атомного спектра водню.
8. Дослідження оптичного квантового генератора (лазера).
9. Дослідження температурної залежності електропровідності твердих тіл та визначення енергії активації напівпровідника

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Образец оформления титульного листа ИРЗ

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра фізики

І Р З
з фізики, II семестр.
Варіант 14.

Виконав:
ст. гр. АКТСІ-21-6
Пончко Сергій Іванович

Перевірив:
доц. Орел Р.П.

Харків 2022