

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Одобрено на заседании  
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол № 3-8/2022 от 30.08.2022 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по учебной дисциплине**

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ**

для магистров направления подготовки

03.04.02 Физика

образовательная программа

«Инновационные технологии в ядерной медицине»

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

### **Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Специальные вопросы ядерной физики» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

### **Цели и задачи фонда оценочных средств**

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Специальные вопросы ядерной физики» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. В результате освоения ООП обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	З-ОПК-1 – Знать: фундаментальные законы и принципы физики; основы психологии и педагогики. У-ОПК-1 – Уметь: применять полученные знания для решения научно-исследовательских задач в своей профессиональной деятельности; представлять законы и принципы физики в виде математических уравнений, формул, графиков, качественного описания; применять основы психологии, методики преподавания в педагогической деятельности. В-ОПК-1 – Владеть: навыками решения научно-исследовательских задач в области экспериментальной и теоретической физики; педагогическими технологиями, необходимыми для ведения преподавательской деятельности.
ОПК-4	Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	З-ОПК-4 – Знать: основные этапы внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности. У-ОПК-4 – Уметь: проводить анализ потенциальных сфер внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности. В-ОПК-4 – Владеть: навыками апробации результатов научных исследований.

## 1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ООП магистратуры

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Место дисциплины и соответствующий этап формирования компетенций в целостном процессе подготовки по образовательной программе можно определить по матрице компетенций, которая приводится в Приложении.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен

самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;

- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см.п. 4 рабочей программы дисциплины).

### 1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
<b>Текущий контроль</b>			
1.1	Разложение по парциальным волнам. Парциальные амплитуды. Фазы рассеяния.	ОПК-1, ОПК-4	Контрольная работа
1.2.	Метод функций Йоста. Аналитические свойства парциальных амплитуд. Нули функций Йоста. Связанные, виртуальные и резонансные состояния. Резонансное рассеяние. Формулы Брейта-Вигнера и Фано.		
1.3.	Эйкональное рассеяние. Функция профиля.	ОПК-1, ОПК-4	Тестирование
<b>Промежуточный контроль</b>			
	Зачет	ОПК-1, ОПК-4	Вопросы к зачету
Всего:			

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
<b>Высокий</b> Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
<b>Продвинутый</b> Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено

		источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.		
<b>Пороговый</b> <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
<b>Ниже порогового</b>	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	<b>высокий</b>	<b>высокий</b>
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	<b>продвинутый</b>	<b>продвинутый</b>
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
пороговый	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
	<b>пороговый</b>	<b>пороговый</b>
ниже порогового	<b>пороговый</b>	<b>ниже порогового</b>
	<b>ниже порогового</b>	-

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся. Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>24 – 60% от максимума</b>	<b>40</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>12 (60% от 20)</b>	<b>20</b>
<i>Устный опрос 1</i>		12 (60% от 20)	20
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>12 (60% от 20)</b>	<b>20</b>
<i>Устный опрос 1</i>		12 (60% от 20)	20
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
Зачет	-		
<i>Презентация</i>	-	36 (60% от 60)	60
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

### **Определение бонусов и штрафов**

Бонусы: поощрительные баллы студент может получить к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических и лабораторных занятиях и активную и регулярную работу на занятиях.

Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.

**4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**

**Обнинский институт атомной энергетики –**

**филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**

**Отделение ядерной физики и технологий**

Направление	<b>03.04.02 Физика</b>
Профиль	<b>Инновационные технологии в ядерной медицине</b>
Дисциплина	<b>Специальные вопросы ядерной физики</b>

**Вопросы к зачету**

1. Рассеяние на сферически симметричном потенциале. Фазы рассеяния. Разложение Факсена-Хольцмарка.
2. Парциальные амплитуды рассеяния. Связь фаз рассеяния и парциальных амплитуд. Диаграмма Аргана.
3. Рассеяние медленных частиц. Длина рассеяния. Длина рассеяния нуклона на нуклоне.
4. Приближение эффективного радиуса.
5. Метод переменной фазы.
6. Феноменологические нуклон-нуклонные потенциалы. Ядерный кор. Экспериментальные факты, свидетельствующие о существовании ядерного кора.
7. Метод функций Иоста. Регулярное решение. Интегральное уравнение для регулярного решения.
8. Функция Иоста для s-волнового рассеяния на потенциале прямоугольной ямы.
9. Свойство симметрии функции Иоста.
10. Аналитические свойства регулярного решения и функций Иоста для различных типов потенциалов. Связь регулярных решений, отвечающих нулям функции Иоста на физическом и нефизическом листе, со связанными и виртуальными состояниями.
11. Связь регулярных решений, отвечающих нулям функции Иоста на нефизическом листе, с резонансными состояниями.
12. Резонансное рассеяние. Формулы Брейта-Вигнера и Фано.
13. Теорема Фока-Крылова.
14. Эффект накопления частиц в потенциальной яме при резонансном рассеянии.
15. Эйкональное приближение. Функция профиля.
16. Оптический потенциал и его свойства.
17. Рассеяние на абсолютно черном ядре в эйкональном приближении.



## 18. Приближение Ситенко–Глаубера для упругого рассеяния нейтрона на ядре.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

Описание шкалы оценивания:

На зачете задается 2 вопроса. Максимальная сумма баллов за ответ на один вопрос - 20 баллов.

14-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов.

8-13 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- сделал все, что требуется для получения оценки «отлично», однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов;
- не всегда умеет увязать теорию и практику.

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**

**Обнинский институт атомной энергетики –**

**филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**

**Отделение ядерной физики и технологий**

Направление **03.04.02 Физика**

Профиль **Инновационные технологии в ядерной медицине**

Дисциплина **Специальные вопросы ядерной физики**

**Тестовые материалы**

1. Амплитуда рассеяния на нулевой угол на некотором потенциале равна  $-1 + i$  (в ФМ), когда волновое число равно  $2\Phi M^1$ . В этом случае дифференциальное сечение рассеяния на нулевой угол и полное сечение равны (в единицах  $\Phi m^2$ ):

A. 1 и  $4\pi$

B. 2 и  $4\pi$

C. 1 и  $\pi$

D. 2 и  $\pi$ .

E. 2 и  $2\pi$ .

2. Частица массы  $m$  рассеивается на потенциале прямоугольной ямы глубиной  $V_0$  и радиусом  $R$ . В каком из случаев длина рассеяния бесконечна?

A.  $(2mV_0)^{1/2}R = \pi\hbar$

B.  $(2mV_0)^{1/2}R = \frac{\pi}{2}\hbar$

C.  $(2mV_0)^{1/2}R = \frac{\pi}{4}\hbar$

3. Какое из выражений правильно описывает поведение резонансной части фазового сдвига в зависимости от энергии?

A.  $\delta_R = \operatorname{arctg} \frac{2}{\Gamma} (E_R - E)$

B.  $\delta_R = \operatorname{arctg} \frac{2}{\Gamma} (E - E_R)$

C.  $\delta_R = \operatorname{arcctg} \frac{2}{\Gamma} (E_R - E)$

D.  $\delta_R = \operatorname{arcctg} \frac{2}{\Gamma} (E - E_R)$

4. Какое из выражений правильно определяет длину рассеяния:

A.  $a_o = - \lim_{k \rightarrow 0} f_o(k)$

B.  $\frac{1}{a_o} = - \lim_{k \rightarrow 0} k \operatorname{ctg} \delta_o(k)$

C.  $a_o = - \lim_{k \rightarrow 0} k f_o(k)$

5. Длина рассеяния для некоторого потенциала равна 10 Фм. Чему равно дифференциальное сечение рассеяния на этом потенциале в пределе низких энергий?

A. 10 барн

B. 1 миллибарн

C. 10 миллибарн

D. 100 миллибарн

E. 1 барн

6. Длина рассеяния для потенциала прямоугольной ямы радиуса  $R$  равна бесконечности. Чему равен в этих условиях эффективный радиус:

A.  $(-R)$

B.  $\frac{R}{2}$

C. R

7. Полное сечение рассеяния задано в виде суммы  $\sigma = \sum_l \sigma_l$ . Какое из выражений задает парциальное сечение  $\sigma_l$ ?

A.  $4\pi(2l+1) \frac{\sin^2 \delta_l}{k^2}$

B.  $4\pi(2l+1) |f_l(k)|^2$

C.  $4\pi(2l+1) \frac{|f_l(k)|^2}{k^2}$

D.  $\pi(2l+1) \frac{|\exp(2i\delta_l) - 1|^2}{k^2}$

8. Какое из выражений правильно описывает поведение парциального сечения рассеяния вблизи резонанса с энергией  $E_R$ , шириной  $\Gamma$  и нулевым фоновым фазовым сдвигом?

A.

$$\sigma_l = \frac{4\pi}{k^2} (2l+1) \frac{\Gamma^2}{(E - E_R)^2 + \frac{\Gamma^2}{4}}$$

B.

$$\sigma_l = \frac{\pi}{k^2} (2l+1) \frac{\Gamma^2}{(E - E_R)^2 + \frac{\Gamma^2}{4}}$$

C.

$$\sigma_l = 4\pi(2l+1) \frac{1}{1 + \varepsilon^2}$$

( $\varepsilon$  - приведенная энергия)

D.

$$\sigma_l = \pi(2l+1) \frac{1}{1 + \varepsilon^2}$$

9. Нуклон с энергией  $E=20$  МэВ рассеивается на потенциале, радиус действия которого равен 5 ФМ. Чему равно максимальное значение орбитального момента, которое надо учитывать в разложении амплитуды рассеяния по парциальным волнам?

1. 10

2. 5

3. 1

4. 0

Критерии оценивания компетенций (результатов):

**Отлично:**

Все задания тестов выполнены полностью, продемонстрированы твёрдые практические навыки.

**Хорошо:**

Задания тестов выполнены в основном правильно, допущены небольшие неточности. Практические навыки не вполне твёрдые.

**Удовлетворительно:**

Задания выполнены более чем наполовину. При этом студент продемонстрировал слабое владение теоретическим материалом. Практические навыки также слабые.

**Неудовлетворительно:**

Задания тестов выполнены менее чем наполовину. При этом студент продемонстрировал слабое владение теоретическим материалом. Нет практических навыков в использовании теоретического материала дисциплины.

Описание шкалы оценивания:

Оценка «отлично»- 26-30 баллов

Оценка «хорошо»-22-25 баллов

Оценка «удовлетворительно»-18-21 баллов

Оценка «неудовлетворительно»-меньше 18 баллов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**

**Обнинский институт атомной энергетики –**

**филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**

**Отделение ядерной физики и технологий**

Направление	<b>03.04.02 Физика</b>
Профиль	<b>Инновационные технологии в ядерной медицине</b>
Дисциплина	<b>Специальные вопросы ядерной физики</b>

**Контрольная работа**

**Вариант 1**

1. Определите эффективный радиус системы «нейтрон-протон» в триплетном состоянии, зная, что энергия связи дейтрона равна  $2.224 \text{ МэВ}$ , а триплетная длина рассеяния  $a_t$  равна  $5.4 \text{ Фм}$ . Воспользуйтесь следующими данными:  $\hbar c = 197.3 \text{ МэВ Фм}$ ,  $m_p = 938.3 \text{ МэВ}/c^2$ ,  $m_n = 939.6 \text{ МэВ}/c^2$ . Указание: воспользуйтесь разложением эффективного радиуса.

2. Для резонанса с нулевым фоновым фазовым сдвигом найдите энергию, при которой соответствующее парциальное сечение максимально. Энергия резонанса  $E_R$ , ширина  $\Gamma$ .

**Вариант 2**

1. Медленный электрон с энергией  $0,034 \text{ эВ}$  упруго рассеивается на атоме. При этом дифференциальное сечение рассеяния оказывается практически изотропным, а действительная часть амплитуды рассеяния на нулевой угол – равной  $4a_0$ , где  $a_0$  – борковский радиус. Чему равна в этом случае мнимая часть амплитуды рассеяния?

2. Частица массой  $m$  налетает на покоящуюся частицу массой  $3m$ . Вычислите, во сколько раз дифференциальное сечение в лабораторной системе координат на нулевой угол больше дифференциального сечения в системе центра масс (на тот же угол)?

**Вариант 3**

1.  $\alpha$ -частица с энергией  $E = 20 \text{ МэВ}$  рассеивается на потенциале, радиус действия которого равен  $5 \text{ Фм}$ . Чему равно максимальное значение орбитального момента, которое надо учитывать в разложении амплитуды рассеяния по парциальным волнам?

2. Функция профиля описывается формулой  $\omega(b) = (A + iB) \exp(-\alpha^2 b^2)$ . Чему равно дифференциальное сечение на угол  $0^\circ$ ? Волновое число рассеивающейся частицы  $k$ .

**Вариант 4**

1. Известно, что в системе «нейтрон-антипротон» имеется  $s$ -волновое связанное состояние с энергией  $83 \text{ МэВ}$ . Опишите эту систему, используя модель прямоугольной ямы с радиусом  $R = 1.4 \text{ Фм}$  и глубиной  $V_0$ . Вычислите  $V_0$  и сравните с соответствующим значением этой величины в случае дейтрона.

2. Известно, что для системы нейтрон-протон в синглетном состоянии длина рассеяния  $a_S = -23.5 \text{ Фм}$ , а эффективный радиус равен  $r_{0S} = 2.7 \text{ Фм}$ . Рассчитайте, пользуясь этими данными, энергию виртуального состояния в  $n-p$  – системе. Воспользуйтесь следующими данными:  $\hbar c = 197.3 \text{ МэВ Фм}$ ,  $m_p = 938.3 \text{ МэВ}/c^2$ ,  $m_n = 939.6 \text{ МэВ}/c^2$ . Указание: воспользуйтесь разложением эффективного радиуса.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

**Оценка «отлично»** - задания контрольной работы выполнены более чем на 80%, продемонстрировано уверенное знание теоретических положений, допустимо наличие в решениях несущественных неточностей.

**Оценка «хорошо»** - задания контрольной работы выполнены более чем на 2/3, при этом продемонстрированы прочные знания учебного материала, однако, решения содержат определенные (несущественные) неточности.

**Оценка «удовлетворительно»** - задания контрольной работы выполнены более чем на 50%, знание учебного материала-посредственное.

**Оценка «неудовлетворительно»** - решено менее 50% заданий, в решении задач имеются существенные ошибки, продемонстрировано незнание значительной части учебного материала.

Описание шкалы оценивания:

Оценка «отлично»- 26-30 баллов

Оценка «хорошо»-22-25 баллов

Оценка «удовлетворительно»-18-21 баллов

Оценка «неудовлетворительно»-меньше 18 баллов

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Рассмотрен на заседании отделения  
биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ и  
рекомендован к переутверждению  
  
(протокол № 12 от «06» 06 2022г.)

Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ  
НИЯУ МИФИ



А.А. Котляров