

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41

Уникальный программный ключ:

6b5279da4e034bff679172803da587b559fe69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»**  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии  
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

Протокол от «25» мая 2023 г., №13

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ [Холина С.А.]

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)

Основы теоретической физики

Направление подготовки: 44.03.05

Педагогическое образование

(с двумя профилями подготовки)

Профиль: Физика и информатика

Мытищи  
2023

## Содержание

|                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....                                                                                                            | 3  |
| 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....                                                                                           | 3  |
| 3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы..... | 5  |
| 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....                                                    | 15 |

# 1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы<sup>1</sup>

| Код и наименование компетенции                                                                                                                       | Этапы формирования                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач. | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа |

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

| Оцениваемые компетенции | Уровень сформированности | Этапы формирования                                       | Описание показателей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Критерии оценивания                                                    | Шкала оценивания                                                                                      |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1                    | Пороговый                | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | Знает: взаимосвязь теоретической физики с педагогическими дисциплинами.<br>Умеет: применять принципы и методы теоретической физики к решению вопросов и проблем в области педагогики и образования.                                                                                                                                                                                                  | Домашнее задание, реферат, контрольные работы                          | Шкала оценивания домашних заданий<br>Шкала оценивания реферата<br>Шкала оценивания контрольной работы |
|                         | Продвинутый              | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | Знает: взаимосвязь теоретической физики с педагогическими дисциплинами.<br>Умеет: применять принципы и методы теоретической физики к решению вопросов и проблем в области педагогики и образования.<br>Владеет: представлением о применении принципов и методов теоретической физики к вопросам и проблемам в области педагогики и образования; представлением о презентациях в области образования. | Домашнее задание, реферат, контрольные работы, практическая подготовка | Шкала оценивания домашних заданий<br>Шкала оценивания реферата<br>Шкала оценивания контрольной работы |

<sup>1</sup> Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

<sup>2</sup> Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

|  |  |  |  |  |                                                                         |
|--|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  | работы<br>Шкала<br>оцениван<br>ия<br>практиче<br>ской<br>подготов<br>ки |
|--|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------|

## Описание шкал оценивания

### Шкала и критерии оценивания домашних заданий

| Критерии оценивания                                      | Баллы |
|----------------------------------------------------------|-------|
| Студент правильно выполнил 0-30% всех домашних заданий   | 0-1   |
| Студент правильно выполнил 31-50% всех домашних заданий  | 2-4   |
| Студент правильно выполнил 51-70% всех домашних заданий  | 5-7   |
| Студент правильно выполнил 71-100% всех домашних заданий | 8-10  |

### Шкала и критерии оценивания реферата

| Критерии оценивания                                                                                                | Баллы |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Студент показывает полное незнание темы выполненной работы.                                                        | 0-2   |
| Студент в целом показывает незнание темы работы, однако высказывает отдельные правильные ответы или соображения.   | 3-4   |
| Студент в целом показывает понимание темы работы, но в ответах имеется много ошибок, недостатков и недочётов.      | 5-6   |
| Студент показывает понимание темы работы, а в ответах может быть до трёх негрубых ошибок, недостатков и недочётов. | 7-8   |
| Студент показывает хорошее знание темы работы, а ответы не содержат негрубых ошибок, недостатков и недочётов.      | 9-10  |

### Шкала и критерии оценивания контрольной работы

| Критерии оценивания                                                                                 | Баллы |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Студент не решил задачу и показал полное незнание темы задания.                                     | 0     |
| Студент не решил задачу, но имеются только одна – две идеи или подходы к решению задачи.            | 1     |
| Студент не решил задачу, но имеются более двух правильных идей или подходов к решению задачи.       | 2     |
| Студент в целом решил задачу, но в решении имеются заметные и грубые ошибки, недостатки и недочёты. | 3     |
| Студент решил задачу, однако в решении имеются несущественные ошибки, недостатки и недочёты.        | 4     |
| Студент решил задачу и показал полное и уверенное знание темы задания.                              | 5     |

### Шкала и критерии оценивания практических работ

| Критерии оценивания                                                                                | Баллы |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Студент решил задачу и показал полное и уверенное знание темы задания                              | 5     |
| Студент решил задачу, однако в решении имеются несущественные ошибки, недостатки и недочёты        | 4     |
| Студент в целом решил задачу, но в решении имеются заметные и грубые ошибки, недостатки и недочёты | 3     |
| Студент не решил задачу, но имеются более двух правильных идей или подходов к решению задачи       | 2     |
| Студент не решил задачу, но имеются только одна – две идеи или подходы к решению задачи            | 1     |
| Студент не решил задачу и показал полное незнание темы задания                                     | 0     |

3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Текущий контроль

ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач.

Знает: взаимосвязь теоретической физики с педагогическими дисциплинами.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ПК-1 на пороговом уровне

Перечень примерных домашних заданий по дисциплине

#### Семестр 7

1. Материальная точка движется по параболе  $y = kx^2$  так, что её ускорение параллельно оси  $y$ , а его модуль постоянен и равен  $w$ . Определить нормальную и тангенциальную составляющие ускорения точки как функции времени.

2. Материальная точка движется в плоскости. Её тангенциальные и нормальные ускорения равны постоянным величинам  $a$  и  $b$ . Найти закон движения и уравнение траектории точки в декартовых координатах; начальные условия считать известными. Показать, что траектория имеет вид спирали. Найти уравнение спирали в полярных координатах с центром в предельной точке закручивания спирали.

3. Движение материальной точки в плоскости задано в полярных координатах:  $\rho = \rho(t)$  и  $\varphi = \varphi(t)$ . Показать, что в случае постоянства секторной скорости  $\sigma = \rho^2/2 \cdot d\varphi/dt$  вектор ускорения точки коллинеарен (параллелен) её радиус-вектору, а его величина  $w$  определяется формулой Бине:

$$w = w_\rho = -\frac{4\sigma^2}{\rho^2} \left[ \frac{1}{\rho} + \frac{d^2}{d\varphi^2} \left( \frac{1}{\rho} \right) \right].$$

4. Материальная точка движется по окружности радиуса  $R$  так, что ускорение точки образует с её скоростью постоянный угол  $\alpha$  ( $\alpha \neq \pi/2$ ). Найти закон движения точки. За какое время скорость точки увеличится в  $n$  раз, если в начальный момент  $t = 0$  она равнялась  $v_0$ ?

5. Материальная точка движется в плоскости  $xOy$ . Известна зависимость радиуса кривизны от величины пройденного пути  $R(s)$ . Найти траекторию точки, выбрав в качестве независимого параметра величину пройденного пути  $s$ .

### Семестр 8

1. Показать, что в случае сферически-симметричного распределения зарядов  $\rho(r)$  вектор напряжённости электрического поля направлен по радиусу-вектору:  $\mathbf{E} \parallel \mathbf{r}$ .

2. В шаре, равномерно заряженном по объёму с постоянной плотностью  $\rho$ , имеется сферическая полость, центр которой отстоит от центра шара на расстояние  $\mathbf{h}$ . Полость находится целиком внутри шара. Найти напряжённость поля внутри полости.

3. На расстоянии  $l$  от центра заземлённой сферы радиуса  $R$  находится точечный заряд  $q$ . Найти поле вне сферы, распределение заряда, индуцированного на её поверхности, и силу притяжения заряда сферой.

4. Найти распределение потенциала электрического поля, создаваемого шаром радиуса  $R$ , равномерно заряженным по объёму полным зарядом  $Q$ .

5. В сферическом конденсаторе радиусы внутренней и внешней обкладок  $R_1$  и  $R_2$ . Диэлектрическая проницаемость всех непроводников  $\varepsilon$ . Заряд внутренней сферы  $q$ , наружная – заземлена. Найти напряжённость и потенциал электрического поля во всех точках пространства. Определить ёмкость конденсатора.

### Семестр 9

1. Две одинаковые частицы совершают одномерное движение в «ящике» длиной  $L$ , испытывая абсолютно упругие соударения друг с другом и со стенками. Пусть в начальный момент времени частицы расположены у противоположных стенок, а скорости их  $v_1$  и  $v_2$  направлены навстречу друг другу. Нарисовать фазовую траекторию одной из частиц для нескольких значений отношения  $v_1/v_2$  (1;2;3;...).

2. Для частицы с массой  $m$ , двигающейся в кубе с ребром  $L$ , испытывая упругие соударения на стенках, найти число квантово-механических состояний с энергиями, меньшими  $E$ , и сравнить его с соответствующим объёмом фазового пространства. Показать, что последний является адиабатическим инвариантом, т.е. не меняется при медленном расширении или сжатии куба.

3. Какова вероятность того, что при случайном измерении положения частицы, совершающей гармонические колебания по закону  $x = x_0 \cdot \cos(\omega t)$ , положение частицы окажется в интервале  $(x, x + dx)$ ? Вычислить  $\langle x^2 \rangle$ .

4. В каждом из  $N_0$  узлов решётки может находиться либо 0, либо 1 атом. Пусть  $N$  атомов случайно распределены по узлам. Найти число расположений  $g(N_0, N)$  атомов по узлам, вероятность  $p(R, n)$  того, что в  $R$  узлах решётки адсорбировано  $n$  атомов, среднее значение  $\langle n \rangle$  и среднее значение  $\langle (\Delta n)^2 \rangle$ , где  $\Delta n = n - \langle n \rangle$ . Убедиться, что при  $n$  малых  $p(R, n)$  переходит в распределение Пуассона.

5. Частица, находящаяся в исходный момент в начале координат, делает в следующий момент скачок на единицу либо вправо, либо влево с одинаковой вероятностью. Определить вероятность  $p_n(l)$  того, что через  $n$  шагов частица окажется в точке  $l$  одномерной решётки. Рассмотреть предельный случай больших  $n$ . Полагая средний интервал времени между скачками равным  $t_0$ , переписать результат в виде вероятности попадания частицы в точку  $x$  через время  $t = nt_0$ . Обобщить результаты на случай блуждания по двумерной квадратной и трёхмерной кубической решёткам.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ПК-1 на продвинутом уровне

Перечень примерных домашних заданий по дисциплине

#### Семестр 7

1. Моторная лодка массы  $m$ , двигающаяся с постоянной силой тяги  $F_0$ , перпендикулярной берегу, пересекает реку шириной  $2L$ . Скорость течения реки равна нулю у берегов и линейно возрастает к середине реки, принимая максимальное значение  $u_{\max}$  на её середине ( $y = L$ ). Определить траекторию лодки, считая, что её начальная скорость в момент запуска двигателя была равна нулю (ось  $O_x$  направить вдоль реки; ускорение лодки поперёк реки задаётся выражением  $w_y = F_0/m = a$ , а скорость вдоль реки  $-v_x = u(y)$ ).

2. Над поверхностью Земли действует однородное магнитное поле, вектор напряжённости  $\mathbf{H}$  которого горизонтален. Частица с зарядом  $e$  и массой  $m$  начинает движение на высоте  $h$  от Земли со скоростью  $\mathbf{v}_0$ , направленной вертикально вниз. При каком значении высоты  $h$  частица не сможет достичь поверхности Земли? (ускорение свободного падения считается известным и равно  $g$ )

3. Электрон движется в неоднородном магнитном поле с напряжённостью  $\mathbf{H} = H_0 \Phi(y/a) \mathbf{e}_z$ . Найти закон движения и траекторию электрона при следующих начальных условиях:  $\mathbf{r}(0) = 0$ ,  $\mathbf{v}_0 = v_0 \mathbf{e}_y$ .

4. Частица с массой  $m$ , двигающаяся со скоростью  $\mathbf{v}_1$ , переходит из полупространства, в котором её потенциальная энергия постоянна и равна  $U_1$ , в полупространство с постоянной энергией  $U_2$ . Определить изменение величины и направления скорости частицы (угол  $\theta_1$  между нормалью к плоскости раздела полупространств и направлением скорости  $\mathbf{v}_1$ , считается заданным).

5. Известно, что тангенциальная и нормальная компоненты силы, действующие на материальную точку массы  $m$ , зависят от угла  $\varphi$ , образованного касательной,

проведённой к некоторой точке траектории, и направлением оси  $Ox$ . Определить закон движения материальной точки при следующих начальных условиях:  $t = 0$ ,  $v = v_0$ ,  $\varphi = 0$ .

Указание: выразить радиус кривизны через угловые переменные с помощью соотношения  $1/R = d\varphi/(vdt)$

#### Семестр 8

1. Волновая функция задаётся на всей вещественной оси выражением

$$\Psi(x) = Ax \exp \left[ -\frac{x^2}{2x_0^2} \right],$$

где  $x_0$  – константа с размерностью длины. Вычислить нормировочную константу  $A$ .

2. Доказать тождества:

$$[\hat{F}, \hat{G}] = -[\hat{G}, \hat{F}]; \quad \{\hat{F}, \hat{G}\} = \{\hat{G}, \hat{F}\}.$$

3. Раскрыть скобки:

$$\left( \frac{x}{x_0} - \frac{\hat{p}_x}{p_0} \right) \left( \frac{x}{x_0} + \frac{\hat{p}_x}{p_0} \right); \quad \left( \frac{x}{x_0} + \frac{\hat{p}_x}{p_0} \right)^2; \quad \left( \frac{x}{x_0} + \frac{\hat{p}_x}{p_0} \right)^3.$$

4. Доказать, что произвольный оператор можно однозначно представить в виде суммы эрмитова и антиэрмитова операторов.

5. Среди величин  $\mathbf{r}$ ,  $\mathbf{p}$ ,  $\mathbf{L}$ ,  $\mathbf{L}^2$  найти пары совместно измеримых. Для совместно измеримых записать соотношения неопределённостей.

#### Семестр 9

1. Два одинаковых шара с массами  $m$  и постоянной удельной теплоёмкостью  $C$  имеют температуры  $\tau_1$  и  $\tau_2$ . Найти изменение энтропии шаров после установления теплового равновесия в результате контакта.

2. Найти максимальную работу, которую можно получить при расширении одноатомного идеального газа при постоянной теплоёмкости  $C$ .

3. Вычислить разность теплоёмкостей  $C_E - C_D$  для изотропного диэлектрика ( $\mathbf{E}$  – напряжённость электрического поля,  $\mathbf{D}$  – электрическая индукция). Уравнение состояния диэлектрика  $\mathbf{D} = \varepsilon(\tau)\mathbf{E}$ ,  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость.

4. Пусть парамагнетик – система  $N$  спинов ( $S = 1/2$ ) в кристаллической матрице – намагничивается при температуре  $\tau_0$  практически до полного насыщения. Как изменится температура системы в результате квазистатического адиабатического размагничивания до  $\mathbf{B} = 0$ ? Теплоёмкость решётки  $C_V = A\tau^3$ ,  $A$  – константа, объём системы не меняется в процессах намагничивания-размагничивания.

5. Скорость звука в газе или жидкости определяется как  $u^2 = (\partial p / \partial \rho)_s$ , где  $\rho$  – плотность вещества. Выразить скорость звука через изотермический модуль сжатия  $K_T = \rho(\partial p / \partial \rho)_\tau$ . Вычислить скорость звука в идеальном газе и газе Ван-дер-Ваальса.

Умеет: применять принципы и методы теоретической физики к решению вопросов и проблем в области педагогики и образования.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ПК-1 на пороговом уровне

Перечень тем рефератов по дисциплине

Семестр 7

1. Регулярная прецессия гироскопа.
2. Задача двух тел и её применение в астрофизике.
3. Закон сохранения энергии-импульса в ядерной физике.
4. Момент импульса и Лоренцев момент в релятивистской механике.
5. Уравнение движения негोलомных систем.
6. Теория удара.
7. Принцип расчёта ферм в механике.

Семестр 8

1. Мультипольные излучения.
2. Излучение Вавилова – Черенкова.
3. Телеграфные уравнения для электромагнитных волн в линии передач.
4. Распространение излучения в оптически активных средах.
5. Квазиклассическое приближение в квантовой механике.
6. Уравнение Дирака для электрона.
7. Нестационарная теория возмущений в квантовой механике. Матрица рассеяния.
8. Метод Хартри – Фока расчёта энергий многоэлектронных систем.

Семестр 9

1. Матрица плотности. Уравнение Шрёдингера – Лиувилля.
2. Функция Вигнера в квантовой механике и кинетической теории.
3. Парамагнетизм Паули и диамагнетизм Ландау.
4. Цепочка уравнений Боголюбова кинетической теории.
5. Кинетическое уравнение Больцмана.
6. Кинетические явления переноса. Кинетические коэффициенты.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ПК-1 на продвинутом уровне

Перечень примерных вариантов контрольных работ по дисциплине

Семестр 7

Вариант 1

1. Уравнения движения точки имеют вид  $x = 7\cos(\pi t/4)$ ,  $y = 5\sin(\pi t/4)$  (в единицах СИ). Написать уравнение траектории точки.

2. Угол  $\varphi$  поворота тела вокруг оси изменяется по закону  $\varphi = 3t^2 + 2t + \pi$  (в единицах СИ). Чему равна угловая скорость тела в момент  $t_1 = 4$  с?

3. Точечное тело брошено под углом  $60^\circ$  к горизонту со скоростью 20 м/с. Найти радиус кривизны траектории тела в момент бросания, если ускорение свободного падения равно  $9.81 \text{ м/с}^2$ .

4. Материальная точка движется по оси ОХ по закону  $x = t^2 + 5t + 4$  (в единицах СИ). Чему равно ускорение точки?

5. Закон движения точки задан в виде  $\mathbf{r}(t) = 3\cos(2t)\mathbf{i} + 3\sin(2t)\mathbf{j} + 5t\mathbf{k}$  (в единицах СИ). Найти нормальное ускорение точки.

### Вариант 2

1. Точка движется по кривой  $y = x^2 / 2$  (в единицах СИ) в положительном направлении с постоянной скоростью 2 м/с. Найти проекцию скорости точки  $v_y$  в момент, когда  $x = 4/3$  м.

2. На полу лежит однородный цилиндр. Пол стали двигать горизонтально с ускорением  $6 \text{ см/с}^2$  перпендикулярно оси цилиндра, и цилиндр покатился без скольжения. С каким ускорением относительно неподвижной системы отсчёта будет двигаться ось цилиндра? Сопротивлением воздуха и трением качения пренебречь.

3. На гвозде висит обруч диаметром 80 см. Его отклонили на угол  $90^\circ$  и отпустили. Найти угловую скорость обруча в момент прохождения им положения равновесия. Ускорение свободного падения равно  $9.81 \text{ м/с}^2$ .

4. Стержень массой 1.4 кг подвешен за один конец на горизонтальную ось, и может свободно вращаться вокруг этой оси. В другой, нижний конец стержня попадает шарик массой 200 г, летящий со скоростью 5 м/с перпендикулярно оси и стержню, и прилипает к стержню. Найти скорость шарика сразу после прилипания.

5. Однородный диск, вращающийся вокруг своей оси, медленно кладут на горизонтальную шероховатую поверхность так, что его ось параллельна поверхности. В результате упругого удара о поверхность диск отскочил под некоторым углом к вертикали, уже не вращаясь. Найти этот угол отскока.

### Семестр 8

#### Вариант 1

1. Скалярный потенциал электрического поля имеет вид  $\varphi(\mathbf{r}) = (\mathbf{a}\mathbf{r})\cos(\mathbf{b}\mathbf{r})$ , где  $\mathbf{a}$  и  $\mathbf{b}$  – постоянные векторы. Найти напряжённость электрического поля.

2. Заряд распределён внутри шара радиусом  $R$  сферически симметрично с объёмной плотностью  $\rho(r) = \rho_0 (1 - r^2/R^2)$ , где  $r$  – расстояние от центра шара. Найти в вакууме напряжённость электрического поля.

3. Векторный потенциал магнитного поля имеет вид  $\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \mathbf{a}(\mathbf{b}\mathbf{r})^2$ , где  $\mathbf{a}$  и  $\mathbf{b}$  – постоянные векторы. Найти вектор магнитной индукции.

4. Ток течёт вдоль оси бесконечного цилиндра радиусом  $R$  и распределён внутри цилиндра с плотностью  $j(r) = j_0 (r/R - r^2/R^2)$ , где  $r$  – расстояние от оси цилиндра. Найти в вакууме индукцию магнитного поля.

5. Составить и решить дифференциальное уравнение для заряда конденсатора ёмкостью  $C$  в контуре с сопротивлением  $R$  при замыкании цепи, если в момент  $t = 0$  заряд конденсатора был равен  $q_0$ .

### Вариант 2

1. Составить и решить уравнение для тока в контуре с индуктивностью  $L$  и сопротивлением  $R$  при замыкании цепи на постоянную ЭДС  $\mathcal{E}$ , если в момент  $t = 0$  ток в цепи отсутствовал.

2. Сила тока в цепи увеличивается по закону  $I(t) = I_0 \cdot (t / T)^3$  с момента  $t = 0$  до момента  $t = T$ . Найти количество теплоты, выделившееся за это время на сопротивлении  $R$ .

3. Волновая функция частицы, находящейся в одномерном состоянии, в области  $x > 0$  равна  $\psi(x) = A(e^{-\alpha x} - e^{-2\alpha x})$ , а вне этой области  $\psi(x) \equiv 0$ . Найти постоянную  $A > 0$  и вероятность нахождения частицы на отрезке  $[1/\alpha, 2/\alpha]$ .

4. Волновая функция одномерного стационарного состояния частицы массой  $m$  в области  $x > 0$  равна  $\psi(x) = Ax^2 \exp(-\alpha x)$ , а вне этой области  $\psi(x) \equiv 0$ . Найти в области  $x > 0$  потенциальную энергию  $U(x)$  и энергию  $E$  этого состояния частицы, если  $U(+\infty) = 0$ .

5. Частица находится в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме в состоянии с волновой функцией  $\psi(x) = A(-4u_7(x) - iu_8(x) + 2u_{11}(x))$ , и может находиться в состоянии с волновой функцией  $\varphi(x) = B(6u_8(x) + 7iu_{11}(x))$ . Здесь  $u_n(x)$  – нормированные на 1 собственные волновые функции оператора энергии. Найти постоянные  $A > 0$  и  $B > 0$ , а также вероятность нахождения частицы в состоянии с  $\varphi(x)$ .

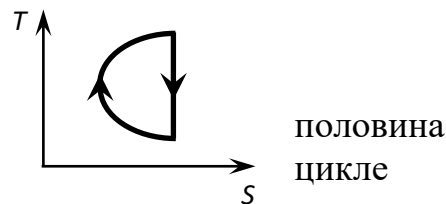
### Семестр 9

#### Вариант 1

1. Удельная (по числу молекул) теплоёмкость идеального газа в некотором процессе зависит от температуры по закону  $c = c_0 + \alpha (T / T_1)^4$ . Известна удельная теплоёмкость газа  $c_0$ . Найти при изменении температуры от  $T_1$  до  $T_2$  удельную работу газа.

2. Удельная теплота парообразования идеального газа зависит от температуры по закону  $q_{12} = q_0 + \beta (T_0 / T)^2$ . Давление насыщенных паров газа при температуре  $T_0$  равно  $p_0$ , а удельный объём жидкости много меньше удельного объёма газа. Найти зависимость давления насыщенных паров идеального газа от температуры.

3. Найти КПД теплового двигателя, цикл которого в переменных  $(S, T)$  изображён на рисунке (кривая – эллипса). Минимальная и максимальная температуры в равны  $T_{\min}$  и  $T_{\max}$ .



### Вариант 2

1. Плотность вырождения уровней энергии  $E$  ферми-частиц равна  $g(E) = \alpha (E / \varepsilon)^3 V$ , где  $V$  – объём системы частиц. Найти при  $T = 0$  давление системы как функцию химического потенциала  $\mu$ .

2. Энергии каждой различимой частицы термодинамической системы принимают значения  $E_n = (5n - 3)\varepsilon$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots, 9$ . Найти удельную (по числу частиц) энтропию системы, если её температура равна  $T$ .

3. Найти величину  $\langle v^7 \rangle^{1/7}$  для идеального газа, если масса его молекулы равна  $m_0$ , а температура равна  $T$ .

Владеет: представлением о применении принципов и методов теоретической физики к вопросам и проблемам в области педагогики и образования; представлением о презентациях в области образования.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ПК-1 на продвинутом уровне

Перечень заданий для практической подготовки по дисциплине

1. Выполнение измерений на лабораторном оборудовании.
2. Выступление с докладом по исследуемой тематике.
3. Участие в экспериментальной работе совместно с сотрудниками лабораторий.

### Промежуточная аттестация

ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач.

Знает: взаимосвязь теоретической физики с педагогическими дисциплинами.

Умеет: применять принципы и методы теоретической физики к решению вопросов и проблем в области педагогики и образования.

Владеет: представлением о применении принципов и методов теоретической физики к вопросам и проблемам в области педагогики и образования; представлением о презентациях в области образования.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ПК-1

Перечень вопросов к экзамену

1. Кинематика точки. Уравнения движения, траектория, скорость точки.
2. Ускорение точки и его составляющие. Радиус кривизны траектории.
3. Кинематика твёрдого тела. Вращение вокруг точки. Углы Эйлера.
4. Угловая скорость и угловое ускорение. Их связь с углами Эйлера.
5. Сложное движение точки. Закон сложения скоростей.
6. Сложное движение точки. Закон сложения ускорений.
7. Сложное движение тела. Законы сложения угловых скоростей и угловых ускорений.
8. Динамика точки. Принцип относительности Галилея. Аксиомы кинетики. Законы Ньютона.
9. Динамика точки в неинерциальных системах отсчёта. Силы инерции.
10. Уравнение изменения и закон сохранения импульса. Центр масс и закон его движения.
11. Работа, мощность, энергия.
12. Уравнение изменения и закон сохранения энергии.
13. Момент импульса и момент силы относительно точки. Уравнение моментов.
14. Уравнение изменения и закон сохранения момента импульса.
15. Момент импульса и силы относительно центра масс. Их свойства.
16. Уравнение моментов относительно центра масс. Формула Кёнига.
17. Движение в центрально-симметричном поле. Законы Кеплера. Задача двух тел.
18. Системы со связями, голономные связи. Виртуальные перемещения, принцип Даламбера.
19. Системы со связями. Уравнение Лагранжа I-го рода.
20. Обобщённые координаты и скорости. Уравнение Лагранжа II-го рода. Обобщённые сила, импульс, энергия.
21. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Первые интегралы уравнений Гамильтона.
22. Собственные линейные колебания под действием различных сил.
23. Вынужденные линейные колебания в механике. Резонанс.
24. Динамика твёрдого тела с одной закреплённой точкой. Тензор инерции.
25. Динамика твёрдого тела. Динамические уравнения Эйлера.
26. Динамика твёрдого тела. Гироскоп.
27. Действие механической системы. Принцип наименьшего действия. Уравнение Эйлера – Лагранжа.
28. Динамические уравнения движения в криволинейных координатах.
29. Действие Гамильтона – Якоби. Уравнение Гамильтона – Якоби.
30. Адиабатические инварианты.

## Семестр 8

1. Заряды и токи. Закон сохранения электрического заряда. Закон Ома и закон Джоуля – Ленца.
2. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах для

вещества и вакуума.

3. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
4. Закон импульса электромагнитного поля. Тензор натяжений Максвелла.
5. Скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля. Уравнения поля в потенциалах. Калибровка потенциалов, условие Лоренца.
6. Уравнения Даламбера и волновое уравнение. Общее решение уравнений поля в потенциалах. Запаздывающие потенциалы.
7. Уравнение для скалярного потенциала электростатического поля в вакууме. Поле точечного заряда.
8. Электрический диполь. Поле диполя.
9. Основные уравнения электростатического поля в диэлектрике. Проводники в электростатическом поле.
10. Энергия электрического поля в вакууме и в диэлектрике. Энергия заряженных проводников и взаимодействия зарядов.
11. Уравнения для векторного потенциала магнитостатического поля в вакууме.
12. Магнитный диполь. Поле диполя.
13. Постоянный электрический ток и его магнитное поле.
14. Основные уравнения магнитостатического поля в магнетике.
15. Энергия магнитного поля постоянных токов.
16. Волны де Бройля. Нестационарное уравнение Шрёдингера.
17. Волновая функция. Уравнение неразрывности.
18. Стационарное уравнение Шрёдингера. Собственные энергии и собственные волновые функции.
19. Частица в потенциальной яме.
20. Потенциальный барьер и туннельный эффект. Вероятность прохождения частицы через потенциальный барьер.
21. Одномерный квантовый гармонический осциллятор. Уровни энергии и собственные волновые функции.
22. Орбитальный момент импульса. Его собственные значения и собственные функции в сферических координатах.
23. Центральное-симметричное поле в квантовой механике. Водородоподобный атом. Его уровни энергии, собственные волновые функции.

## Семестр 9

1. Макросистемы. Статистический и термодинамический способы описания макросистемы.
2. Термодинамические параметры. Равновесные и неравновесные системы.
3. Фазовое пространство. Квазиклассическое приближение.
4. Нормировка и средние значения в статистической физике. Флуктуации.
5. Теорема Лиувилля.
6. Энтропия, её статистический смысл.
7. Закон возрастания энтропии и его физическая интерпретация.

8. Работа и количество тепла. Первое начало термодинамики.
9. Второе начало термодинамики. Объединённая форма первого и второго начал термодинамики.
- 10.Энтальпия. Свободная энергия макросистемы.
- 11.Термодинамические потенциалы.
- 12.О направлении изменения термодинамических потенциалов при необратимых процессах.
- 13.Адиабатический процесс. Уравнения адиабаты.
- 14.Распределение Гиббса.
- 15.Распределение Максвелла как следствие распределения Гиббса.
- 16.Условия равновесия макросистемы во внешнем поле.
- 17.Распределение Больцмана.
- 18.Химический потенциал, его физический смысл.
- 19.Распределение Гиббса с переменным числом частиц (классический случай).
- 20.Вывод термодинамических соотношений из распределения Гиббса.
- 21.Статистическая сумма и статистический интеграл.
- 22.Основные положения квантовой статистики.
- 23.Распределение Гиббса с переменным числом частиц (квантовый случай).
- 24.Принцип Паули. Его применение в квантовой статистике.
- 25.Распределение Ферми – Дирака.
- 26.Распределение Бозе – Эйнштейна.
- 27.Чёрное излучение. Формула Планка. Формула Рэлея – Джинса.
- 28.Закон Кирхгофа.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

#### Требования к экзамену

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

В зачётно-экзаменационную ведомость и зачётную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на экзамене или зачёте неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

### Шкала оценивания экзамена.

| Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Баллы |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Полные и точные ответы на все вопросы. Свободное владение основными терминами и понятиями курса. Последовательное и логичное изложение материала курса. Законченные выводы и обобщения по теме вопросов. Исчерпывающие ответы на вопросы.                                                                                          | 21-30 |
| Ответы на вопросы содержат от одной до трёх негрубых ошибок. Уверенное владение терминами и понятиями курса. Изложение материала курса почти всегда логично и последовательно. Выводы и обобщения по теме вопросов содержат до трёх логически незаконченных положений. Ответы на вопросы в основном исчерпывающие.                 | 15-20 |
| Ответы на вопросы в целом правильные, но содержат более трёх ошибок, в том числе грубых. Владение терминами и понятиями курса неуверенное. Изложение материала часто нелогично и не всегда последовательно. Выводы и обобщения по теме вопросов содержат более трёх логически незаконченных положений. Ответы на вопросы неполные. | 8-14  |
| Правильные ответы на менее половины вопросов. Отсутствие владения основными понятиями курса. Материал изложен нелогично, непоследовательно и неправильно. Выводы и обобщения по теме вопросов почти всегда содержат логически незаконченные темы.                                                                                  | 0-7   |

### Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине.

Ответ обучающегося на зачёте оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

| Оценка по 5-балльной системе | Оценка по 100-балльной системе |
|------------------------------|--------------------------------|
| Отлично                      | 81 – 100                       |
| Хорошо                       | 61 – 80                        |
| Удовлетворительно            | 41 – 60                        |
| Неудовлетворительно          | 0 – 40                         |