

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и  
инженерной механики

  
Могильная Е.П.  
« 25 » 02 2025 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по учебной дисциплине**

**Физика газового разряда**

(наименование учебной дисциплины, практики)

03.04.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

«Теоретическая и математическая физика»

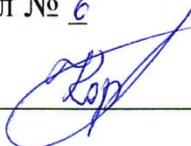
(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчик:

профессор  Корсунов К.А.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры физики

от 25 02 2025 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой  Корсунов К.А.

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине  
«Физика газового разряда»**

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

*Выберите один правильный ответ.*

1. Катоды дуговых разрядов испускают электроны в результате:

- А) фотоэффекта
- Б) термоэлектронной, автоэлектронной и термоавтоэлектронной эмиссии
- В) вторичной электронной эмиссии
- Г) правильного ответа нет

Правильный ответ: Б

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. Кривые Пашена определяют экспериментальные зависимости

- А) потенциал зажигания  $U_t$  и  $\frac{E_t}{p}$  от отношения  $\frac{p}{d}$
- Б) потенциал зажигания  $U_t$  и  $\frac{E_t}{p}$  от произведения  $pd^2$
- В) потенциал зажигания  $U_t$  и  $\frac{E_t}{p}$  от отношения  $\frac{d}{p}$
- Г) потенциал зажигания  $U_t$  и  $\frac{E_t}{p}$  от произведения  $pd$

где  $d$  - расстояние между электродами

Правильный ответ: Г

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

3. Положительный столб тлеющего разряда постоянного тока – наиболее ярко выраженный и распространенный пример:

- А) высокотемпературной плазмы
- Б) сильноионизованной равновесной плазмы
- В) слабоионизованной неравновесной плазмы
- Г) плазмы высокого давления

Правильный ответ: В

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

4. В дуге с горячим термоэлектронным катодом катод нагревается целиком до высоких температур за счет:

- А) вторичной электронной эмиссии
- Б) постороннего источника
- В) автоэлектронной эмиссии

Г) интенсивной термоэлектронной эмиссии

Правильный ответ: Г

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.2)

5. Для аналитического описания ионизационного коэффициента  $\alpha$  Таунсендом была предложена эмпирическая формула

А)  $\frac{\alpha}{p} = A \exp\left(-\frac{B}{E/p}\right)$

Б)  $\alpha = A \exp\left(-\frac{B}{E/p}\right)$

В)  $\frac{\alpha}{p} = A \exp\left(-\frac{1}{E/p}\right)$

Г)  $\alpha p = A \exp\left(-\frac{B}{E/p}\right)$

Правильный ответ: А

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.3)

6. Как зависит дрейфовая скорость частиц газа от напряженности электрического поля:

А)  $v_d = \frac{eZ\bar{l}}{m\bar{v}_T} E$

Б)  $v_d = \frac{eZ\bar{l}}{2m\bar{v}_T} E$

В)  $v_d = \frac{eZ\bar{l}}{2m\bar{v}_T} E$

Г)  $v_d = \frac{eZ}{m\bar{v}_T} E$

Правильный ответ: В

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

7. Если наблюдается несамостоятельный газовый разряд, а потом действие ионизатора прекращается, то

А) разряд продолжается без изменений

Б) сила тока в разряде уменьшается в два раза

В) разряд прекращается

Г) сила тока резко возрастает

Правильный ответ: В

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

*Установите правильное соответствие.*

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие между названием формулы и ее математическим выражением:

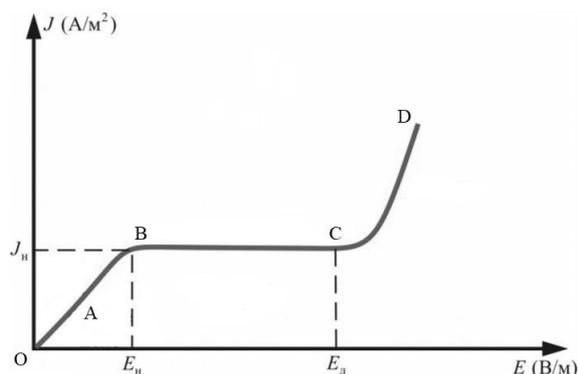
	Название формулы		Математическое выражение
1)	формула Ричардсона-Дешмана	А)	$j = b \frac{E^2}{\varphi} \exp\left(-\frac{c\varphi^{\frac{3}{2}}}{E}\right)$
2)	формула Фаулера-Нордгейма	Б)	$h\nu > e\varphi$
3)	формула поверхностного фотоэффекта	В)	$j = AT^2 \exp\left(-\frac{e\varphi}{kT}\right)$

Правильный ответ:

1	2	3
В	А	Б

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.3)

2. Установите соответствие между названием участков на графике развития газового разряда и их обозначением:



	Название участка		Обозначение
1)	участок насыщения	А)	ОА
2)	участок слабого электрического поля	Б)	АВ
3)	участок сильного электрического поля	В)	ВС
4)	участок отклонения от закона Ома	Г)	СД

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	А	Г	Б

Компетенция (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.3)

**Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

*Установите правильную последовательность.*

*Запишите правильную последовательность букв слева направо.*

1. Установите правильную последовательность структуры катодной области тлеющего разряда:

- А) Тлеющее свечение
- Б) Катодная плёнка (катодное свечение)
- В) Астоново тёмное пространство
- Г) Катодное тёмное пространство
- Д) Фарадеево тёмное пространство

Правильный ответ: В, Б, Г, А, Д

Компетенция (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.4)

## **Задания открытого типа**

### **Задания открытого типа на дополнение**

*Напишите пропущенное слово (сочетание).*

1. Коронный разряд наблюдается при высоких давлениях (атмосферное давление) в сильно \_\_\_\_\_ электрическом поле.

Правильный ответ: неоднородном

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. \_\_\_\_\_ разряд – это ВЧ-разряд, возникающий в переменном электромагнитном поле, при этом энергия в объеме разряда передается переменной магнитной составляющей электромагнитного поля.

Правильный ответ: индукционный

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.2)

3. Объяснение большой скорости развития искрового разряда, а также и других особенностей этой формы разряда, даётся \_\_\_\_\_ теорией.

Правильный ответ: стримерной

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.3)

4. Дуговые разряды характеризуются относительно большой силой тока (свыше 1 А) и \_\_\_\_\_ катодным падением потенциала.

Правильный ответ: низким

Компетенция (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.1)

### **Задания открытого типа с кратким свободным ответом**

*Напишите пропущенное слово (сочетание).*

1. Согласно теории Таунсенда возникновение самостоятельного разряда обусловлено прежде всего образованием \_\_\_\_\_ .

Правильный ответ: электронной лавины / электронных лавин

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. Слабо ионизованный плазменный канал с избыточным зарядом в его головной части (головке), удлинение которого происходит в результате ионизации газа электронами в головке или вблизи её, называется \_\_\_\_\_ .

Правильный ответ: стример / стримером

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.4)

### **Задания открытого типа с развернутым ответом**

*Получите числовой результат.*

1. Ток насыщения при несамостоятельном газовом разряде равен 9,6 пА. Определить число пар ионов, создаваемых в газоразрядном промежутке за 1 с внешним ионизатором.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. 1. Пусть ионизатор в единице объема газоразрядного промежутка создает  $\Delta n_i$  пар ионов за 1 с. Ток насыщения при несамостоятельном газовом разряде определяется формулой:

$$I = e\Delta n_i V,$$

где  $V$  – объем газоразрядного промежутка.

2. Величина  $N_i = \Delta n_i V$  равна числу пар ионов, создаваемых за 1 с во всем газоразрядном промежутке. Таким образом, имеем

$$N = \frac{I}{e}.$$

3. Вычисление:  $N = \frac{9,6 \cdot 10^{-12}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6 \cdot 10^7$ .

Ответ:  $6 \cdot 10^7$

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.3)

2. При какой напряженности электрического поля начнется самостоятельный газовый разряд в воздухе, если энергия ионизации молекул равна  $2,4 \cdot 10^{-18}$  Дж, а средняя длина свободного пробега электронов 5 мкм? Ответ записать в В/м.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. 1. В электрическом поле на электрон действует кулоновская сила  $F = eE$ , под действием которой электрон начинает ускоряться, при этом кулоновская сила на пути, равном длине свободного пробега  $\langle l \rangle$ , совершает работу, равную

$$A = eE\langle l \rangle.$$

2. Согласно теореме об изменении кинетической энергии, работа кулоновской силы идет на увеличение кинетической энергии электрона. Считая, что в начальный момент времени электрон покоился, для кинетической энергии электрона получим

$$\varepsilon = eE\langle l \rangle.$$

3. Если кинетическая энергия электрона  $\varepsilon$  станет равной энергии ионизации атома  $W_i$ , то это приводит к ударной ионизации и образованию электронной лавины, т.е. переходу к самостоятельному разряду:

$$W_i = eE\langle l \rangle,$$

откуда

$$E = \frac{W_i}{e\langle l \rangle}.$$

4. Вычисление:  $E = \frac{2,4 \cdot 10^{-18}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = 3 \cdot 10^6 \text{ В/м}$

Ответ:  $3 \cdot 10^6 \text{ В/м}$

Компетенция (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.3)

## Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Физика газового разряда» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической  
комиссии института технологий и  
инженерной механики



Ясуник С.Н.

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)