

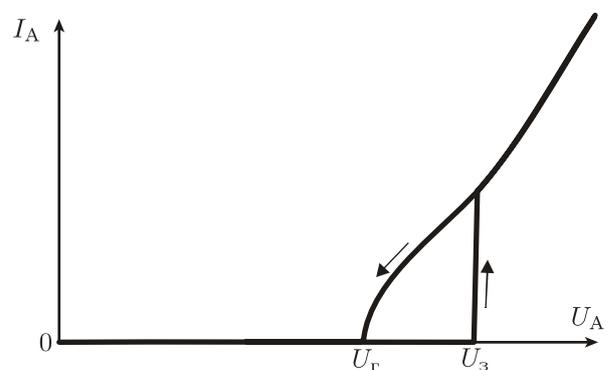
Зажигание и угасание спонтанного газового разряда

Решаемые задачи

- Получение вольт-амперной характеристики газонаполненного газового триода с холодным катодом.
- Определение напряжения зажигания U_3 и гашения $U_г$ разряда.

Газонаполненные ламповые триоды существуют в двух разных видах: так называемые тиратроны с накали́нным катодом и тиратроны с холодным катодом.

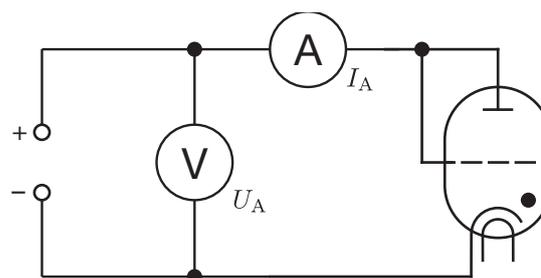
В тиратронах с холодным катодом газовый разряд возникает самостоятельно после преодоления определённого напряжения зажигания U_3 (т. е. без участия внешних факторов, таких, как термоэмиссия с катода). Величина этого напряжения зависит от рода газа, материала электрода и других факторов, влияющих на число свободных электронов, например, от температуры, времени после последнего существовавшего разряда, радиоактивного излучения, заряда на стенках и т. д. После возникновения разряда газ в лампе ионизирован. Это проявляется резким возрастанием анодного тока I_A , сопровождаемым появлением свечения в газе. Напряжение гашения $U_г$, после которого при уменьшении напряжения тлеющий разряд пропадает, меньше, чем напряжения зажигания, благодаря ионизации газа. Разность $U_3 - U_г$ зависит от давления газа и формы электродов.



Поскольку тиратроны с холодным катодом не требуют накала катода, они всегда готовы к работе, не потребляют энергии при разряде и имеют длительный срок службы. Кроме того, их можно делать весьма компактными. В выключенном состоянии у них очень велико входное сопротивление. Напряжение зажигания обычно бывает ≥ 400 В, поэтому они могут использоваться прямо в силовых сетях. По тлеющему разряду можно судить об их рабочем состоянии. Раньше они находили широкое применение в реле времени и на телефонных станциях.

В данной работе исследуется самостоятельный разряд в газовом триоде, заполненном гелием. Измеряется ВАХ лампы с холодным катодом. Сначала напряжение между анодом и катодом шаг за шагом поднимают до 500 В. Вплоть до напряжения зажигания U_3 между анодом и катодом ток не течёт. По достижении U_3 возникает газовый разряд. Это видно по скачку тока и голубому свечению. Затем напряжения шаг за шагом снижают. Поначалу ток ещё течёт после того, как пройдено напряжения зажигания,

и только после прохождения напряжения гашения U_r разряд прекращается.



Оборудование

Газонаполненный триод	1 шт.	555614
Держатель для ламп	1 шт.	555600
Источник питания электронных ламп	1 шт.	52165
Мультиметр LDanalog 20	2 шт.	531120
Мультиметр LDanalog 30	1 шт.	531130
Безопасный соединительный провод 100 см красный	5 шт.	500641
Безопасный соединительный провод 100 см синий	3 шт.	500642

Порядок выполнения работы

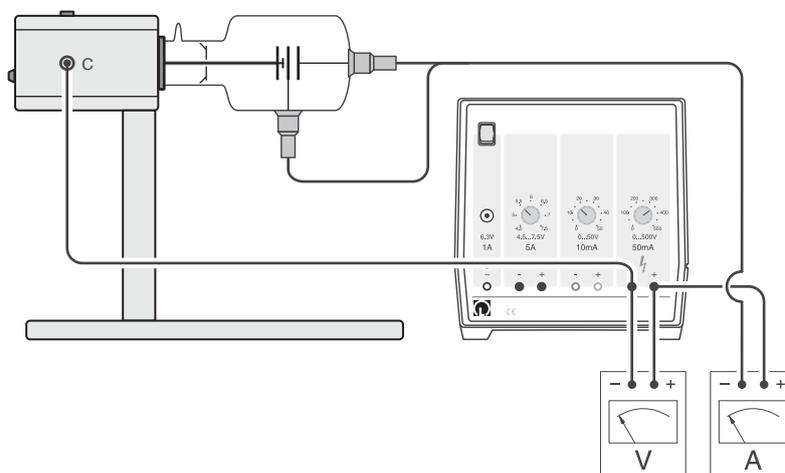


Рис.5. Экспериментальная установка для изучения спонтанного разряда в газах.

Замечания по безопасности

При работе с газовым и демонстрационным триодами — тонкостенными откачанными колбами — существует опасность взрыва.

- Не подвергайте лампы механическим нагрузкам.

- При работе с газовым триодом и демонстрационным триодом в некоторых случаях требуется опасное напряжение.
- Подключайте лампы только безопасными соединительными проводами.
- Подключение производите только при выключенном источнике питания.

Подготовка к работе

- Аккуратно установите газовый триод в держатель, правильно развернув лампу так, чтобы её выводы надежно зафиксировались в контактах держателя лампы.
- Соедините разъёмы анода и сетки лампы.
- Подключите вывод «–» источника анодного напряжения к синему гнезду «С» на держателе лампы.
- Для измерения анодного тока I_A подключите выход «+» источника анодного напряжения к гнезду «+» амперметра (мультиметр LDanalog 20), а гнездо «–» амперметра – к анодному выводу лампы.
- К выходам источника анодного напряжения подключите вольтметр (мультиметр LDanalog 30), соблюдая полярность.
- Установите переключатели режима работы и предела измерений у измерительных приборов в соответствующие положения (например, 600 В на вольтметре, 100 мкА на амперметре).
- Установите все регуляторы напряжений в минимальные положения (поверните их против часовой стрелки до упора) и включите источник питания лампы.

Проведение измерений

- С помощью ручки «0... 500 В» на источнике питания увеличивайте анодное напряжение U_A (шагами по 50 В до 300 В, далее – через 10 В). Для каждого значения U_A измерьте амперметром силу анодного тока I_A . Результаты измерений занесите в таблицу. Измерения проводите пока анодное напряжение достигнет 500 В.
- Пошагово уменьшайте напряжение на аноде. Для каждого значения U_A (используя те же значения, которые использовались при увеличении напряжения) измерьте амперметром силу анодного тока I_A . Результаты измерений занесите в таблицу.

Обработка результатов

- На одних координатных осях постройте графики вольтамперных характеристик (зависимость анодного тока I_A от анодного напряжения U_A) для случаев увеличения и уменьшения анодного напряжения.
- По графикам определите напряжение зажигания $U_з$ и гашения $U_г$ разряда в триоде.
- Объясните полученные результаты.

ках эксперимента запись значений температуры и сопротивления в таблицу происходит с шагом в 5°C , по полученным данным на экране строится график зависимости сопротивления от температуры (рис. 11).

- Запустите измерения с помощью клавиши «F9» (или выбрать пункт меню «**Measurement / Start/Stop measurement**») компьютера.
- Включите электрическую печь с помощью клавиши на безопасной соединительной коробке (клавиша должна подсвечиваться красным цветом).
- Остановите измерения клавишей «F9» компьютера когда температура достигнет 470 К (около 200°C).
- Отключите питание электрической печи (красный индикатор внутри клавиши должен погаснуть).
- Сохраните полученные результаты измерений. Для этого нужно нажать клавишу «F2» (или выбрать пункт меню «**File / Save**» в программе CASSY Lab), в появившемся диалоговом окне выбрать имя и место для сохранения файла с результатами. Можно также выбрать формат сохраняемого файла – «**.labx**» (результаты и настройки эксперимента можно будет прочитать программой CASSY Lab) или «**.txt**» (данные сохраняются в текстовый файл).

Обработка результатов

Постройте график зависимости сопротивления R от температуры T . Поскольку зависимость нелинейная, рекомендуется построить график зависимости $\ln R$ от $1/T$ и провести аппроксимацию полученной зависимости прямой линией. Из аппроксимации определите энергию активации полупроводника ΔE .

Вопросы для подготовки

1. Зонная теория твердых тел. Расщепление энергетических уровней и образование зон.
2. Энергетические зоны полупроводника. Энергия Ферми. Энергия активации носителей тока в полупроводниках.
3. Собственная и примесная проводимость. Доноры и акцепторы.
4. Температурная зависимость проводимости полупроводника