

МОСКОВСКИЙ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.1

Опыт Франка-Герца

Студент
Ришат ИСХАКОВ
512 группа

Преподаватель
Лев Владиславович
ИНЖЕЧИК



16 сентября 2017 г.

Цель работы: Исследовать спектральные закономерности в оптических спектрах водорода и дейтерия. По результатам измерений вычислить постоянные Ридберга для этих двух изотопов водорода, их потенциалы ионизации, изотопические сдвиги линий.

1. Теория

Опыт Франка-Герца – это один из простейших экспериментов, доказывающих существование дискретных уровней энергии атомов.

Разреженный одноатомный газ заполняет трехэлектродную лампу (рис. 1). Электроны, испускаемые разогретым катодом, ускоряются в постоянном электрическом поле, созданном между катодом и сетчатым анодом лампы. Передвигаясь от катода к аноду, электроны сталкиваются с атомами гелия. Если энергия электрона, налетающего на атом, недостаточна для того, чтобы перевести его в возбужденное состояние, то возможны только упругие столкновения, при которых электроны почти не теряют энергии, так как их масса в тысячи раз меньше массы атомов.

По мере увеличения разности потенциалов между анодом и катодом энергия электронов увеличивается и, в конце концов, оказывается достаточной для возбуждения атомов. При таких – неупругих – столкновениях кинетическая энергия налетающего электрона передается одному из атомных электронов, вызывая его переход на свободный энергетический уровень (возбуждение) или совсем отрывая его от атома (ионизация).

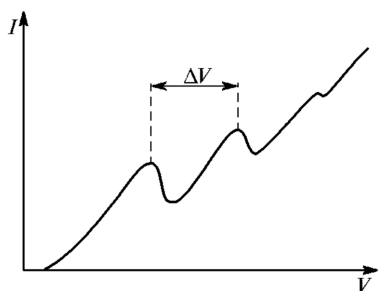


Рис. 2: Зависимость тока коллектора от напряжения на аноде

достаточной для возбуждения атомов, ток коллектора резко уменьшается. Это происходит потому, что при неупругих соударениях с атомами электроны почти полностью теряют свою энергию и не могут преодолеть задерживающего потенциала между анодом и кол-

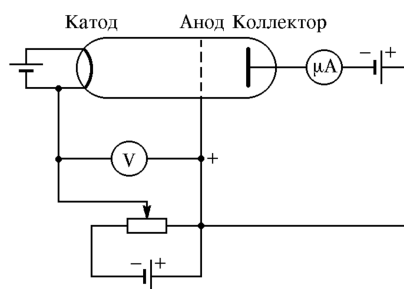


Рис. 1: Принципиальная схема опыта

Третьим электродом лампы является коллектор. Между ним и анодом поддерживается небольшое задерживающее напряжение (потенциал коллектора меньше потенциала анода). Ток коллектора, пропорциональный числу попадающих на него за секунду электронов, измеряется микроамперметром.

При увеличении потенциала анода ток в лампе вначале растет, подобно тому как это происходит в вакуумном диоде (рис. 2). Однако, когда энергия электронов становится

латором. При дальнейшем увеличении потенциала анода ток коллектора вновь возрастает: электроны, испытавшие неупругие соударения, при дальнейшем движении к аноду успевают набрать энергию, достаточную для преодоления задерживающего потенциала. Следующее замедление роста тока происходит в момент, когда часть электронов неупруго сталкивается с атомами два раза: первый раз посередине пути, второй – у анода и т.д. Таким образом, на кривой зависимости тока коллектора от напряжения анода имеется ряд максимумов и минимумов, отстоящих друг от друга на равные расстояния ΔV .

2. Экспериментальная установка

Для опыта используется лампа ионизационного манометра ЛМ-2, заполненная гелием до давления ~ 1 Торр. Напряжение накала подается от источника питания С. Ток накала контролируется амперметром А. Ускоряющее напряжение подается на анод от выпрямителя В. Ток в цепи коллектора регистрируется микроамперметром.

Схему можно переключать из статического режима измерений в динамический. При этом ускоряющий потенциал подается с понижающего трансформатора Т (220/50 В), а ток коллектора регистрируется осциллографом, подключенным к нагрузочному резистору R.

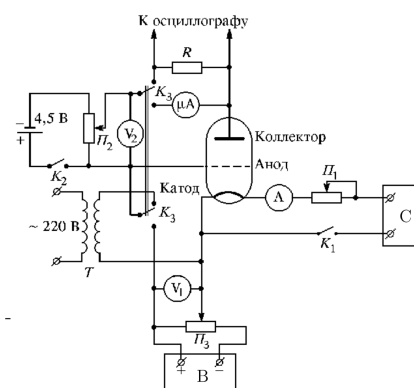


Рис. 3: Схема установки

3. Обработка полученных результатов

3.1. Динамический режим

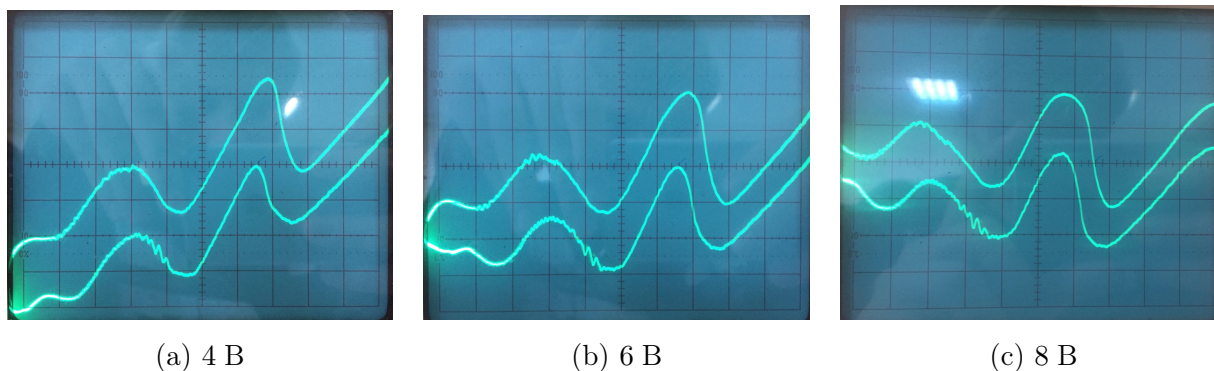


Рис. 4: Зависимость тока коллектора от напряжения на аноде в динамическом режиме при различных запирающих напряжениях

Запирающее напряжение	4 В	6 В	8 В
$\Delta V_{max}, \text{ В}$	19	20	20
$\Delta V_{min}, \text{ В}$	18	17	18

Таблица 1: Измеренные значения в динамическом режиме

Получаем:

$$E_1 = e\overline{\Delta V_{max}} = 19.7 \text{ эВ}$$

$$\sigma_{\Delta V} = 0.57 \text{ эВ}$$

3.2. Статический режим

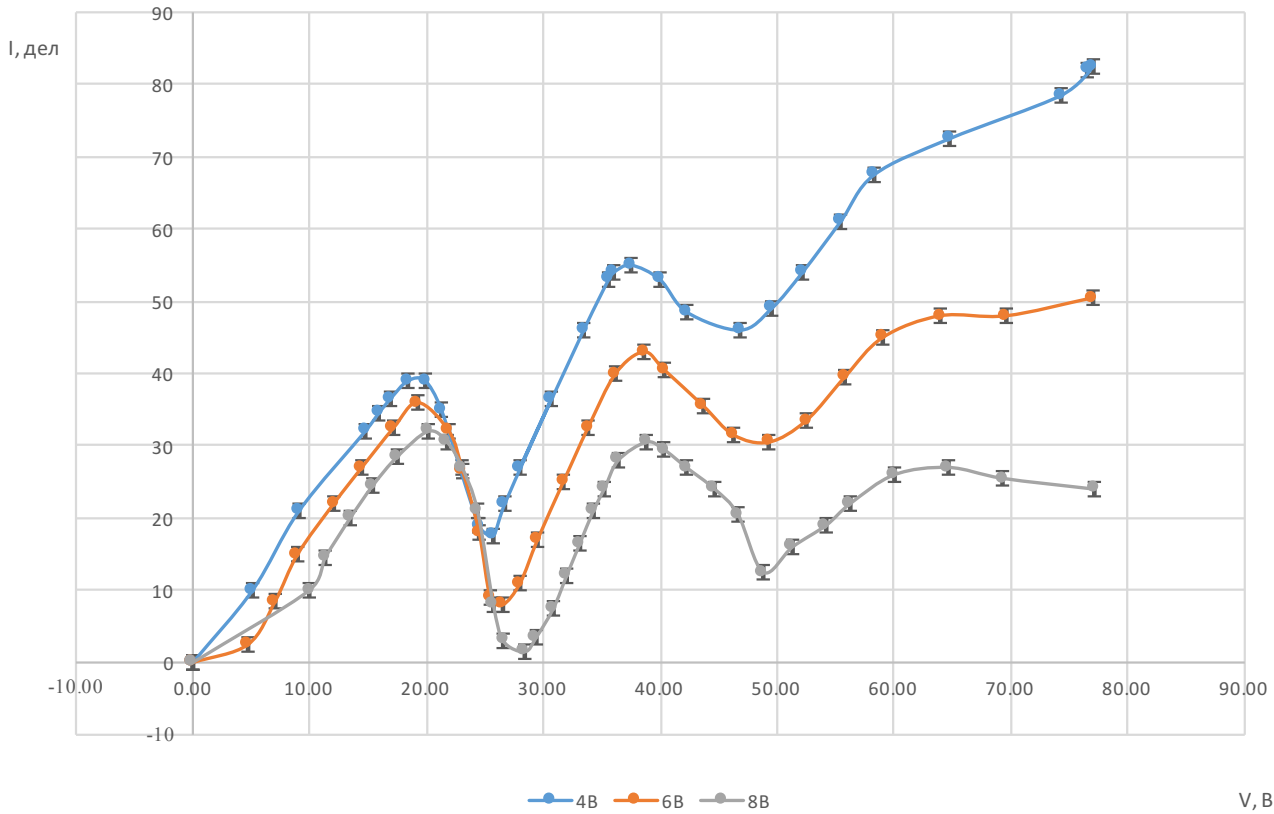


Рис. 5: Семейство зависимостей тока коллектора от напряжения на аноде

По данным графиков:

Запирающее напряжение	4 В	6 В	8 В
$\Delta V_{max}, \text{ В}$	19.21	19.40	19.91
$\Delta V_{min}, \text{ В}$	21.12	22.74	20.40

Таблица 2: Измеренные значения в статическом режиме

Получаем:

$$E_1 = e\overline{\Delta V_{max}} = 19.51 \text{ эВ}$$

$$\sigma_{\Delta V} = 0.36 \text{ эВ}$$

4. Вывод

В ходе опыта была прослежена дискретная природа энергитических уровней атома гелия. Были получены значения первого энергетического уровня атома гелия в динамическом (19.70 ± 0.57 эВ) и статическом (19.51 ± 0.36 эВ) режимах. Полученные результаты совпадают с табличным значением (19.82 эВ) с точностью до погрешности.