

ОТЧЁТ
по лабораторной работе №116

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КАЛИЯ В РАСТВОРАХ
ПО ЕГО ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа №116

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КАЛИЯ В РАСТВОРАХ
ПО ЕГО ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ

Цель работы – ознакомиться с методикой измерения радиоактивности при помощи газоразрядных счётчиков; определить концентрацию калия в растворе.

Приборы и принадлежности: пересчётный прибор ПП-16, счётчики Гейгера – Мюллера, кювета, набор исследуемых растворов.

Общие положения

Явление самопроизвольного (спонтанного) распада ядер, при котором образуется новое ядро, и испускаются частицы, называется естественной радиоактивностью. Природный калий представляет собой смесь из трех изотопов: ^{39}K (93,26%), ^{40}K (0,011%), ^{41}K (6,729%). Из них радиоактивным является ^{40}K . Период полураспада изотопа составляет $1,3 \cdot 10^9$ лет. Около 88% актов ядерного превращения – это переход ^{40}K в стабильный изотоп ^{40}Ca с выбрасыванием β -частицы, энергия которой не превышает 1,325 МэВ. Возможен также K -захват, в результате которого 12% радиоактивного вещества переходит в ^{40}Ar (аргон). При этом наблюдается гамма-излучение с энергией 1,46 МэВ. Изотопный состав калия всегда постоянен, независимо от места нахождения, поэтому β -излучение ^{40}K можно использовать для количественного определения его содержания в солях и растворах.

Для исследования радиоактивных изотопов используют препарат. Препарат – это определенное количество радиоактивного вещества, специально приготовленного для эксперимента. Число распадов, происходящих в радиоактивном препарате за единицу времени, называется активностью препарата. Она пропорциональна количеству радиоактивных ядер. Если радиоактивные ядра входят в состав растворенного вещества, то активность пропорциональна концентрации раствора. Измеряется активность в беккерелях (Бк).

Установка регистрирует ионизирующие частицы, которые могут появиться при радиоактивном распаде ядра препарата. При проведении измерений следует учитывать величину фонового излучения N_{ϕ} , которое обусловлено существованием других источников природного, техногенного и космического происхождения. Обозначим:

N – число импульсов, зарегистрированных прибором ПП-16 за 1 минуту, при заполнении кюветы раствором концентрации C ;

N_{ϕ} – число импульсов, зарегистрированных прибором ПП-16 за 1 минуту, при заполнении кюветы дистиллированной водой (фон).

Разность этих величин пропорциональна концентрации раствора

$$N - N_{\phi} = kC. \quad (1)$$

где k – коэффициент пропорциональности.

Для измерения содержания калия установку предварительно градуируют по растворам известной концентрации калия и строят градуировочный график. Затем определяют N_x – число импульсов, зарегистрированных прибором за 1 минуту, когда кювета заполнена раствором неизвестной концентрации калия. Из графика находят концентрацию калия в растворе. Этот метод прост, не требует больших затрат времени и других химических реактивов.

Описание установки

Установка для измерения концентрации калия в растворах (рис. 1) состоит из кюветы со счётными трубками Гейгера – Мюллера и пересчётного прибора ПП-16 – регистрирующего устройства.

Счётная трубка Гейгера – Мюллера – это цилиндр, заполненный газом под давлением 13-26 кПа, в котором вдоль оси натянута тонкая металлическая нить. Внешний цилиндр – катод, металлическая нить – анод. К катоду и аноду прикладывается напряжение несколько сотен вольт. При попадании в счётчик

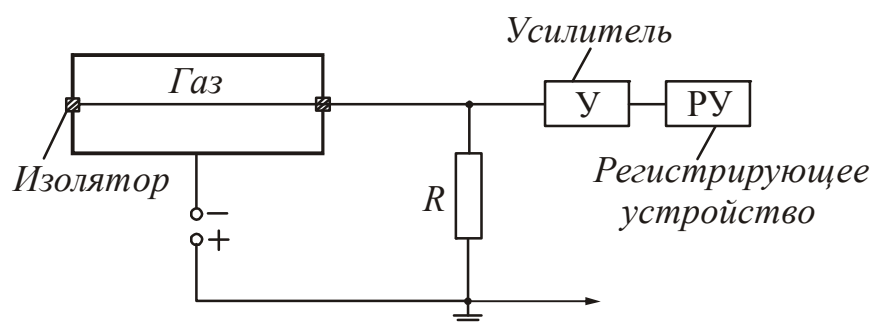


Рисунок 1

ионизирующей частицы в газе образуются свободные электроны, которые под действием электрического поля ускоряются в направлении анода и в свою очередь ионизируют газ. В результате лавинообразной ионизации между

электродами возникает вспышка коронного разряда и во внешней цепи счётчика появляется импульс тока, регистрируемый пересчётным прибором ПП-16. Чувствительность установки определяется величиной рабочей поверхности счётчиков. Для увеличения эффективной рабочей поверхности используются две счётные трубки, параллельно соединенные между собой.

Измерительная кювета представляет собой цилиндрический стакан с держателем счётных трубок. Расстояние между счётными трубками, а также минимальное расстояние от стенок кюветы превышают толщину слоя полного поглощения β -частиц, испускаемых калием ^{40}K , в воде. Счётчик покрыт перхлорвиниловой пленкой для предохранения от вредного химического воздействия растворов на корпус.

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. Какова цель работы?
2. Какие величины Вы будете измерять непосредственно?
3. Какой график надо построить по результатам работы? Схематично нарисуйте ожидаемую зависимость.
4. Как по графику определить неизвестную концентрацию раствора?

Выполнение работы

Задание 1. Градуировка установки

1. Включить пересчётный прибор ПП-16 в сеть и дать прибору прогреться в течение 2-3 минуты. Инструкция выбора режимов работы прибора представлена на стенде установки.
2. Заполнить кювету до отметки дистиллированной водой и измерить фон счётчика в течение трех минут. Слить дистиллированную воду.
3. Заполнить кювету до отметки раствором с известным содержанием калия и измерить число импульсов, зарегистрированных прибором в течение трех минут.
4. **Внимание!** Слить раствор и промыть кювету водой для промывки.
5. Повторить измерения в соответствии с п. 3 и 4 для всех растворов известных концентраций калия.

Задание 2. Определение концентрации калия в растворе

1. Заполнить измерительную кювету до отметки раствором неизвестной концентрации. Измерить число импульсов, зарегистрированных прибором в течение **пяти** минут.
2. **Внимание!** Слить раствор неизвестной концентрации и промыть кювету.
3. Отключить установку от сети, придерживаясь инструкции.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Рассчитать количество импульсов, зарегистрированных счётчиком за 1 минуту для каждого опыта.
2. Найти разность $(N - N_{\phi})$.
3. Построить график зависимости $N - N_{\phi} = f(C)$.
4. Вычислить $(N_x - N_{\phi})$, определить по градуировочному графику содержание калия в растворе неизвестной концентрации.

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Какое явление изучалось в работе? В чём оно заключается?
2. Что называется радиоактивным препаратом?
3. Что называется активностью препарата? От чего она зависит? В каких единицах измеряется?

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе № 116

Выполнил(а) _____

Группа _____

Задание 1

Определение фона:

Общее количество зарегистрированных импульсов _____

Время измерения t _____ минКоличество импульсов, зарегистрированных за 1 мин $N_{\phi} =$ _____ имп/мин

| № п/п | Концентрация раствора $C, \%$ | t , мин | N , имп. | N , имп/мин | $(N - N_{\phi})$, имп/мин |
|----------|-------------------------------------|--------------|---------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |

Задание 2

Общее количество зарегистрированных импульсов _____

Время измерения $t =$ _____ минКоличество импульсов, зарегистрированных за 1 мин $N_x =$ _____ имп/мин $(N_x - N_{\phi}) =$ _____Концентрация калия в растворе $C_x =$ _____ %.

Дата _____

Подпись преподавателя _____