

# 黑龙江大学硕士研究生入学考试大纲

考试科目名称：核技术及应用 考试科目代码：[088]

## 一、考试要求

熟练掌握原子核的衰变规律，放射性统计误差的计算方法、射线与物质的相互作用规律，辐射防护基础，常用核探测器工作原理，核仪表的结构与电路原理图，几种常见核仪表的剖析。

## 二、考试内容：

### 第一章 放射性

#### 第一节 放射性的一般现象

掌握什么是放射性，放射性的 3 种衰变形式。

#### 第二节 放射性衰变的基本规律

明确半衰期、衰变常数、平均寿命的概念，掌握单一存在的放射性核素的衰变规律及单次衰变公式的应用，掌握放射性活度及其单位及相应的换算关系。

#### 【基本要求】

1. 掌握内容：放射性衰变的定义，放射性衰变的基本规律公式及其物理意义，半衰期和衰变常数的物理意义。

2. 熟练掌握内容：放射性衰变的基本规律公式

3. 了解内容：衰变纲图

### 第二章 放射性测量中的统计学

#### 第一节 核物理衰变和计数的统计分布

理解高斯分布、泊松分布，核物理衰变的统计误差的引入。

#### 第二节 统计误差的计算

熟记标准误差、统计误差的计算方法

#### 第三节 统计误差的应用

了解测量时间的选择方法

#### 【基本要求】

1. 掌握内容：理解高斯分布、泊松分布，核物理衰变的统计误差的引入。

2. 熟练掌握内容：熟记标准误差、统计误差的计算方法

3. 了解内容：了解测量时间的选择方法

第三章 射线与物质的相互作用

第一节 带电粒子与物质的相互作用

掌握电离、激发、弹性散射、韧致辐射、电离比度、射程等概念，着重掌握  $\alpha$  粒子、 $\beta$  粒子和物质相互作用的方式，及其损失能量的主要方式。明确契伦科夫辐射的概念及其在放射测量中的应用。掌握  $\beta$  粒子的射程和物质对  $\beta$  粒子的吸收。

第二节  $X$ 、 $\gamma$  射线与物质的相互作用

掌握  $X$ 、 $\gamma$  射线和物质相互作用的三种方式，明确物质对  $X$ 、 $\gamma$  射线的吸收规律。

熟记标准误差、统计误差的计算方法

第三节 中子和物质的相互作用

了解中子和物质相互作用的主要方式，了解慢化和吸收中子的理想材料。

【基本要求】

1. 掌握内容：掌握电离、激发、弹性散射、韧致辐射、电离比度、射程等概念。
2. 熟练掌握内容：物质对  $X$ 、 $\gamma$  射线的吸收规律。
3. 了解内容：了解中子和物质相互作用的主要方式，了解慢化和吸收中子的理想材料。

第四章 核物理上常用的几种探测器

第一节 几种常用的气体电离探测器

一、气体电离的一般规律

着重掌握随外加电压的变化脉冲幅度的一般变化规律，明确几种常用的气体电离探测器的工作电压范围。

二、盖革—米勒计数管

明确 G—M 计数管的结构与分类，掌握 G—M 计数管的工作原理、主要性能指标和使用方法。了解 G—M 计数管的用途。

第二节 闪烁计数器

一、闪烁计数器的一般工作原理

着重掌握闪烁计数器的一般工作原理和主要元件的特性和功能。

二、液体闪烁计数器

着重讲解闪烁计数器的工作原理及使用方法，闪烁液的组成、选择和测量方法，测量

结果的校正方法。

### 第三节 半导体探测器

了解半导体探测器工作原理

#### 【基本要求】

1. 掌握内容：闪烁计数器的一般工作原理和主要元件的特性和功能。
2. 熟练掌握内容：G—M计数管的工作原理、主要性能指标和使用方法。
3. 了解内容：半导体探测器工作原理

## 第五章 常用核仪表

### 第一节 电站除尘器开关式料位计

掌握开关式料位计工作原理，电路图。

### 第二节 连续式料位计

掌握连续料位计工作原理，电路图、软件框图。

### 第三节 密度计

掌握密度计工作原理，电路图、软件框图。

### 第四节 核子秤

掌握核子秤工作原理，电路图、软件框图。

### 第五节 灰份仪

掌握灰分仪工作原理，电路图、软件框图。

#### 【基本要求】

1. 掌握内容：核仪表的工作原理及框图。
2. 熟练掌握内容：前置放大器的工作原理，单片机的应用方法。
3. 了解内容：核仪表的一般应用规律。

## 第六章 辐射防护剂量学

### 第一节 辐射剂量及其单位

#### 一、照射量及其单位

掌握照射量（率）的概念和单位，明确照射量的适用范围。

#### 二、吸收剂量及其单位

掌握吸收剂量（率）的概念和单位，明确吸收剂量与照射量之间的换算关系，吸收剂量的适用范围。

### 三、剂量当量及其单位

掌握剂量当量（率）的概念及单位，明确剂量当量的适用范围。

### 四、照射量率常数

掌握照射量率常数的概念及单位。

## 第二节 辐射对人体的影响

### 一、辐射对人体的影响

1. 辐射对人体影响的作用机理。
2. 辐射损伤的修复。
3. 辐射损伤的特点。
4. 影响辐射损伤的因素。

### 二、本底辐射

了解本底辐射的主要来源

## 第三节 辐射防护标准与辐射防护

简介辐射防护标准的发展历史，明确我国及世界各主要国家目前的辐射防护标准。

### 【基本要求】

1. 掌握内容：辐射防护标准。
2. 熟练掌握内容：辐射剂量及其单位。
3. 了解内容：辐射对人体的影响，本底辐射的主要来源。

### 【参考资料】

## 第七章 辐射防护方法

### 第一节 辐射源和照射方式

辐射源种类、内照射、外照射。

### 第二节 辐射防护措施

四种防护方法

### 第三节 屏蔽材料

常用屏蔽材料和半值层

### 第四节 屏蔽厚度的计算

屏蔽厚度的计算方法

### 【基本要求】

1. 掌握内容：屏蔽厚度的计算方法
2. 熟练掌握内容：辐射源种类、内照射、外照射。
3. 了解内容：常用屏蔽材料和半值层

### 三. 试卷结构:

1. 考试时间：180 分钟
2. 试卷分值：150 分
3. 题型结构：
  - (1) 概念题（30 分，共四题，每题 7.5 分，用时 40 分钟）核技术应用的基本概念
  - (2) 简答题（30 分，共二题，每题 15 分用时 40 分钟）核探测器的工作原理及射线与物质的相互作用
  - (3) 计算题（45 分，共二题，每题 22.5 分用时 50 分钟）放射源活度及防护计算
  - (4) 设计题（45 分，用时 50 分钟）设计一种核仪表，要求给出：仪表原理框图、给出源的种类并计算源的活度、仪表的计算公式、仪表的软件工作框图。

### 四、参考书目

1. 复旦大学、清华大学、北京大学合编，《原子核物理实验方法》，原子能出版社，1997 年 6 月；
2. 李星洪等，《辐射防护基础》，北京：原子能出版社、1982 年
3. 张丹枫、赵兰才编著，《辐射防护技术与管理》第一卷，广西民族出版社出版，2003 年