

全国医用设备使用人员业务能力考评

(LA) 物理师专业考试大纲

(含伽玛刀物理内容)

卫生部人才交流服务中心

说 明

为更好地贯彻落实《大型医用设备管理办法》（卫规财发[2004]474号文）精神，中华医学会和卫生部人才交流服务中心自2004年开始分别组织对全国医用设备使用人员进行培训和专业技术知识统一考试。

为使应试者了解考试范围，卫生部人才交流服务中心组织有关专家编写了《全国医用设备资格考试大纲》，作为应试者备考的依据。考试大纲中用黑线标出的为重点内容，命题以考试大纲的重点内容为主。

直线加速器 (LA) 物理师专业考试大纲

(含伽玛刀物理内容)

第一章 放射物理基础

1.1 基本物理概念

基本物理常数 重要推导物理常数 物理量和单位 四种基本作用力 基本粒子 非电离辐射和电离辐射 光子致电离辐射 质能关系 辐射量和单位

1.2 原子与原子核结构

原子结构组成和特性 卢瑟福原子模型 玻尔氢原子模型及四个假定 玻尔氢原子模型能级结构 多电子原子壳层模型 核结构 核反应 放射性 放射性活度 放射性衰变 衰变常数 半衰期 比放射性活度 平均寿命 递次衰变 核素活化 放射性衰变方式及特点

1.3 电子与物质相互作用

电子与轨道电子相互作用 电子与原子核相互作用 阻止本领 总质量能量阻止本领 质量阻止本领 质量碰撞阻止本领 质量辐射阻止本领 限制性阻止本领 质量散射本领 传能线密度

1.4 光子与物质相互作用

间接电离光子辐射 光子束衰减性质 半价层 十分之一价层 线性衰减系数 质量衰减系数 原子和电子衰减系数 能量转移系数 能量吸收系数 光子相互作用类型 光电效应 相干(瑞利)散射 康普顿效应 对效应 光致核反应 各种效应的相对优势

第二章 剂量学原则, 量和单位

2.1 光子注量和能量注量

粒子注量 能量注量 粒子注量率 能量注量率 粒子注量谱 能量注量谱;

2.2 比释动能

比释动能

2.3 CEMA

Cema

2.4 吸收剂量

吸收剂量

2.5 阻止本领

阻止本领 阻止本领比 线性阻止本领 质量阻止本领 非限制性质量碰撞阻止本领 限制性质量碰撞阻止本领 软性碰撞 硬性碰撞

2.6 不同剂量学单位间的关系

能量注量和比释动能的关系 碰撞比释动能 辐射比释动能 总比释动能
注量和吸收剂量的关系 比释动能和吸收剂量的关系 碰撞比释动能和照射量的关系

2.7 空腔理论

Bragg-Gray 空腔理论 Spencer-Attix 空腔理论 Burlin 空腔理论

第三章 辐射剂量计

3.1 基本概念

辐射剂量计及剂量测量

3.2 剂量计的特点

准确度 精确度 不确定度 测量误差 A 类标准不确定度 B 类标准不确定度 总不确定度 剂量响应线性 剂量率响应的依赖性 能量响应依赖性 方向响应依赖性
探测器的空间分辨率数据读出的方便性 使用的方便性

3.3 电离室型剂量计

电离室 辐射束校准 电离室的基本结构及特性 静电计 圆柱形电离室 平行板电离室 近距离电离室（井形电离室） 外推电离室

3.4 胶片剂量计

透明度 光学密度 剂量-OD 曲线 胶片的 γ 宽容度 感光度、辐射显色胶片

3.5 发光剂量计

空穴

3.5.1

热释光剂量计工作原理 光释光剂量计原理

3.5.2

Recombination Center 安改

3.6 半导体剂量计

硅半导体剂量原理与种类、特性等 金属氧化物锡效应剂量计原理与特性

3.7 其它剂量测量系统

金刚石剂量计 凝胶剂量测量系统原理与特性

3.8 剂量测量的一级标准

一级标准 空气比释动能的一级标准 水吸收剂量的一级标准 水量热计 离子浓度测量标准 化学剂量测定标准 Fricke 剂量计 辐射化学产额 量热法标准 石墨量热计

3.9 常用剂量计比较

常用剂量计系统的主要优点与缺点

第四章 辐射监测仪器

4.1 基本概念

外照射监测 辐射监测的范围

4.2 辐射监测的物理量

环境剂量当量 定向剂量当量 个人剂量当量

4.3 辐射环境监测仪

气体探测器的离子电压收集曲线 电离室 正比计数器 中子测量仪 GM 计数器 闪烁探测器 半导体探测器的特点 场所监测仪的一般特性 场所监测计量仪校准的方法和步骤 场所监测计量仪的灵敏度 能量响应性 方向依赖性 剂量当量范围 响应时间 过载特性 长期稳定性 区别辐射类型的能力 不确定度

4.4 个人剂量监测

个人胶片剂量计 热释光剂量计 放射光致发光玻璃系统 光释光系统和直读式个人剂量计的特点 个人剂量计的校准方法和步骤 个人剂量计的特性 能量依赖性 不确定度 剂量当量范围 方向依赖性 区别不同辐射类型的能力

第五章 体外照射放射治疗设备

5.1 体外放疗设备的发展

外照射放射治疗设备发展历史

5.2 X射线束与X射线机

临床使用的 X 射线束能量范围 X 射线束的产生 X 射线的组成

5.2.1 特征X射线

特征辐射 荧光产额 特征 X 射线能谱

5.2.2 轫致辐射X射线

轫致辐射 轫致辐射 X 射线能谱

5.2.3 X射线靶

薄靶 厚靶 浅层 X 射线 深部 X 射线 兆伏级 X 射线

5.2.4 临床X射线束

临床 X 射线能谱 X 射线束成分 入射电子与产生的光子方向

5.2.5 X射线质的描述

半价层 标称加速电压 有效能量

5.2.6 放射治疗机X射线

放射治疗 X 线机组成

5.3 伽玛射线束和伽玛射线单位

5.3.1 伽玛射线的基本特性

外照射放射治疗用同位素特性 比活度 空气比释动能率 远距离外照射放射治疗的 γ 辐射源

5.3.2 远距离治疗机

远距离治疗机定义 远距离治疗机的组成

5.3.3 远距离治疗辐射源

常用辐射源强度、半衰期、射线能量

5.3.4 远距离治疗辐射源容器（治疗头）

治疗头结构 辐射源驱动 辐射源容器防护要求

5.3.5 远距离治疗照射剂量

计时器与剂量关系 照射时间的计算

5.3.6 准直器与半影

照射野范围 几何半影与辐射源结构关系

5.4 粒子加速装置

粒子加速的基本条件 粒子加速装置分类 各种加速器结构与原理

5.5 电子直线加速器

工作原理 发展和更代 安全性要求 现代电子直线加速器组成 各分系统结构、工作原理与要求 临床光子射线与电子射线的产生 射线束准直系统 剂量监测系统

5.6 粒子（质子、中子与重离子）放射治疗

质子、中子与重离子的产生 粒子治疗的优势

5.7 外照射放射治疗的防护屏蔽

射线类型与屏蔽材料

5.8 ^{60}Co 远距离治疗机与电子直线加速器比较

^{60}Co 远距离治疗机特点 现代电子直线加速器特点

5.9 模拟机与CT模拟机

模拟定位的作用 模拟定位的主要步骤

5.9.1 放射治疗模拟定位机
模拟机的组成与结构要求 现代模拟机功能要求

5.9.10 CT模拟机
CT模拟机系统组成 DRR BEV DCR CT模拟机与模拟机比较

5.10 放射治疗设备的培训要求
设备培训应包括的重要内容

第六章 外照射光子射线：物理方面

6.1 介绍
产生治疗光子射线的主要来源

6.2 描述光子的物理量
光子的通量和通量率，能量通量和通量率，空气中的比释动能和照射量

6.3 光子射线源
单能光子线的半价层

6.4 平方反比定律
平方反比定律

6.5 入射到体模或病人的光子射线
表面剂量，建成区，最大剂量深度，出射剂量

6.6 放射治疗参数
射野面积/周长比，准直器因子，峰值散射因子，相对剂量因子

6.7 水中的中心轴深度剂量：源皮距摆位
百分深度剂量，散射函数

6.8 水中的中心轴深度剂量：源轴距摆位
组织空气比，组织空气比和百分深度剂量之间的关系，空气散射比，组织体模比和组织最大比，组织体模比和百分深度剂量之间的关系，散射最大比

6.9 离轴比和射线的等剂量曲线
射野剂量曲线的区域定义，散射半影，穿透半影，几何半影和物理半影，射野平坦度和对称性

6.10 水体模中的等剂量分布
水体模中的等剂量分布的特点

6.11 病人的单野剂量分布

病人体内的等剂量分布的修正法则，不规则轮廓和斜入射的剂量校正方法，楔形板的作用，楔形角，楔形因子，使用补偿器的作用和影响，组织填充物（Blous）的作用和影响，不均匀组织对剂量的影响和几种经验修正方法

6.12 克拉森积分

克拉森积分的基本原理

6.13 电离室测量相对剂量

光子射线表面剂量、建成区剂量和最大剂量深度后的剂量测量方法，影响电离室剂量测量的主要因素，

6.14 单野照射的剂量传输

单野照射的剂量跳数的计算

6.16 端效应

端效应的计算

第七章 光子射线外照射放射治疗的临床治疗计划

7.1 靶区及危及器官的定义

三维治疗计划需要定义的主要的靶区体积，肿瘤区，临床靶区，内靶区、计划靶区和危及器官

7.2 剂量规定

靶区最小剂量，靶区最大剂量，靶区平均剂量，剂量参考点（剂量规定点）和位置建议

7.3 病人数据的获取和模拟

需要的病人数据，二维治疗计划，三维治疗计划，治疗模拟的任务，CT模拟和常规模拟机，病人的体位固定方式和作用，照射野几何参数的确定，病人单层或数层层面的获取方式，基于病人数据获取的CT扫描和虚拟模拟，数字重建的射野影像，射野方向观，CT模拟的具体过程，CT模拟和常规模拟的差别，用于治疗计划的核磁共振影像，

7.4 光子射线临床应用

等剂量线，楔形板的类别和作用，楔形因子的定义，补偿膜的作用，补偿器厚度的计算，人体曲面修正的方法，不均匀组织的修正方法，多野照射技术的临床应用，旋转照射技术，射野衔接技术，

7.5 计划评估

等剂量线的评估，剂量统计，剂量-体积直方图，射野胶片和在线射野影像

7.6 治疗时间和跳数的计算

源皮距摆位技术的治疗时间和跳数计算，等中心照射技术的治疗跳数和时间的计算，剂量分布的归一方法，包含在剂量分布中的输出参数，X射线机和钴-60治疗机治疗时间的计算

第八章 电子束:物理量和临床应用

8.1 中心轴深度剂量曲线

深度剂量曲线、电子与物质的相互作用平方反比定律（虚源位置）高能电子束射野剂量学 建成区（表面剂量到最大剂量之间的深度）不同能量电子束的百分深度剂量曲线

8.2 电子束剂量学参数

电子线能量说明 不同深度的剂量参数 百分深度剂量 照射野对百分深度剂量的影响 斜入射电子束百分深度剂量 输出因素 R90 治疗范围 离轴剂量分布和离轴比 平坦度和对称性

8.3 电子束治疗的临床应用

剂量说明和报告 小射野选择 等剂量曲线射野形状 低熔点铅档 曲面修正 填充物 组织不均性修正 电子束射野衔接 电子束弧形照射 电子束治疗计划

第九章 光子和电子束的剂量校准

9.1 基本概念

量热法 化学剂量计 电离室剂量计 石墨量热计 密封水量热计 弗瑞克剂量计 参考剂量计 医用射线束的校准与测量

9.2 电离室剂量学系统

电离室的构成 电离室基本原理 指形电离室 平行板电离室 模体材料 水等效

9.3 影响电离室剂量校准的参数

电离室的方向性 电离室的饱和效应 电离室的漏电流 电离室的杆效应 电离室的复合效应 电离室的极化效应 气压温度修正

9.4 使用校准电离室测量吸收剂量

电离室吸收剂量测量规程 基于空气比释动能的校准系数的规程 基于水中吸收剂量的校准系数的规程

9.5 阻止本领率

电子阻止本比 光子阻止本比

9.6 质能吸收系数

质能吸收系数

9.7 扰动因子

扰动因子 有效测量点 电离室壁的扰动因子 中心电极的扰动因子

9.8 射线质的表述

低能 X 线, 中低能 X 线, 高能 (MV 级) X 线, 高能电子束辐射质

9.9 高能光子和电子束的剂量校准

高能 X 线吸收剂量校准 高能电子束吸收剂量校准 IAEA TRS 277 报告 IAEA TRS 398 报告

9.10 中低能X射线吸收剂量校准

中低能 X 射线吸收剂量校准

9.11 电离室测量偏差和不确定性分析

不确定性分类 校准过程的不确定性

第十章 验收测试和临床测试

10.1 基本概念

放疗设备使用前测试项目

10.2 测试设备

辐射环境检测仪, 离子计型剂量测定设备, 胶片, 半导体, 模体 (辐射野分析器和固体水模体)

10.3 验收测试内容

安全检查 (联锁、警告信号灯和病人监护设备; 辐射防护探测准直器和治疗机头漏射) 机械检查 (准直轴的旋转轴, 灯光与射野的一致性, 机架的旋转轴, 治疗床的旋转轴, 等中心, 光距尺, 机架角度, 准直器刻度, 治疗床的运动刻度) 剂量测量 光子射野 (能量, 射野平坦度和射野对称性, 半影), 电子射野 (能量, X线污染, 均匀性, 半影), 剂量刻度, 旋转治疗精度

10.4 临床测试内容

光子射野测量: 中心轴 PDD, 输出因子, 挡块托盘因子, 多叶准直器, 中心轴楔形因子, 动态楔形板, 离轴比曲线/离轴能量改变, 入射剂量和界面剂量学, 虚源位置 电子射野测量: 中心轴 PDD, 输出因子, 离轴比曲线, 虚源位置

10.5 临床测试需要的时间

第十一章 外照射治疗计划系统 (TPS)

11.1 治疗计划系统的硬件

TPS 基本硬件组成

11.2 治疗计划系统的配置

11.3 剂量算法和系统软件

计算算法: 算法的发展, 分析模型法, Milan-Bentley 模型, Clarkson 积分法, 卷积方式, 蒙特卡罗或随机取样方法, 笔形束算法 射束修饰的影响: 光子束修饰器 (光栏, 挡块, 补偿器, MLC, 楔形板) 和 电子束修饰器 (限光筒, 挡块, bolus 等) 组织不均匀修正, 图像显示 (BEV、REV、DRR、DCR) 和 剂量体积直方图 (积分 DVH、微分 DVH、natural DVH), 计划优化, MU 计算, 记录与验证系统, 生物模型

11.4 数据获取与输入

治疗机数据 (机械运动与限制、楔形板的限制、MLC、物理补偿的材料、电子窗), 射野数据获得和输入, 病人数据 (影像、输入方式、CT 值转换)

11.5 临床验证与质量保证

计划计算错误, 验证, 抽样调查, 归一化和射野权重的选择, 剂量体积直方图与

优化, 培训和归档, 定期的质量保证, 需注意的特殊技术

第十二章 放射治疗的质量保证

12.1 基本概念

质量保证定义 放射治疗的质量保证要求 精确放射治疗的需求 放射治疗事故

12.2 质量保证管理指标

质量保证管理队伍、人员责任 (医师、物理师、技师、工程师)

12.3 放射治疗设备的质量保证

钴-60 治疗机的质量保证质量控制指标 医用加速器的质量保证指标 模拟定位机的质量保证指标 CT扫描和CT模拟的质量保证指标 治疗计划系统的质量保证质量控制指标

12.4 治疗实施

病历 射野成像 射野成像技术 未来射野影像的发展

12.5 质量核查

定义 实际的质量审核样式 放射剂量测量比对 在哪一方面质量核查随访应该仔细检查

第十三章 近距离治疗物理和临床特点

13.1 基本概念

近距离治疗的分类 近距离治疗的特点

13.2 光子源特性

临床要求 光子源的物理特性 放射源的机械特性 参考空气比释动能率 空气比释动能强度 显活度 毫克镭当量 β 射线源参考吸收剂量率

13.3 临床应用和剂量学系统

13.3.1 妇科肿瘤

腔内近距离治疗 放射源的类型 曼彻斯特系统 ICRU 系统 直肠和膀胱的剂量监测

13.3.2 组织间近距离治疗

剂量学系统 Patterson-Parker (Manchester) 系统 Quimby (Memorial) 系统 巴黎系统 巴黎系统设置放射源规则 巴黎系统标称 (参考) 剂量率 巴黎系统基准剂量率

13.3.3 遥控后装治疗系统

遥控后装治疗装置的优点 遥控后装治疗系统的基本部件 遥控后装治疗装置常用的放射源 遥控后装治疗装置类型及特点

13.3.4 前列腺的永久性植入治疗

前列腺植入治疗的放射源 治疗计划技术 预计划 籽粒植入 剂量分布 植入后的剂量评估

13.3.5 眼敷贴器

眼敷贴器治疗技术

13.3.6 血管内照射

血管内照射技术

13.4 剂量规定和报告

腔内治疗 组织间治疗

13.5 放射源周围剂量分布

剂量率常数 几何因子 径向剂量函数 各向异性函数 Meisberger 多项式 Sievert 积分

13.6 剂量计算过程和方法

剂量的手工累加方法 放射源的定位 剂量分布的优化 参考点的选择 衰减校正

13.7 近距离治疗计划系统的临床应用测试

重建过程的检测 物理量和单位一致性检测 单一放射源计算机与手工剂量计算 衰减校正的检测

13.8 放射源的临床应用测试

接触检测 放射源自影图像和均匀性检测 校准链

13.9 质量保证

第十四章 基础放射生物学

14.1 基本概念

放射生物学 细胞 体细胞 胚细胞 细胞分裂 体细胞的分类 组织 器官 器官系统

14.2 放射生物学中辐射的类型

线性能量传递(LET) 照射中常用的典型LET值 低LET辐射(稀疏电离辐射) 高LET辐射(致密电离辐射)

14.3 细胞周期和细胞死亡

有丝分裂期(M) DNA合成期(S) G₁和G₂期 细胞周期时间 细胞死亡

14.4 细胞的照射

辐射的生物效应 辐射对细胞损伤的直接作用 辐射对细胞损伤的间接作用 受照射细胞的反应

14.5 辐射损伤的类型

放射的早期效应 放射的晚期效应 致死损伤 亚致死损伤 潜在致死损伤
躯体效应遗传效应 随机效应 确定(非随机)效应 急性效应器官 晚期效应器官 全身照射反应 胎儿受照射反应

14.6 细胞存活曲线

细胞存活曲线 线性二次模型 α/β 比值 多靶单击模型

14.7 剂量效应曲线

剂量效应曲线 早反应组织 晚反应组织

14.8 组织放射损伤的测量

克隆形成分析 功能分析 死亡率分析

14.9 正常和肿瘤细胞：治疗比

肿瘤控制概率 (TCP) 正常组织并发症概率 (NTCP) 治疗比

14.10 氧效应

氧增强比(OER) 再氧合

14.11 相对生物效应

相对生物效应 (RBE) RBE 变化特点

14.12 剂量率和分次

放射治疗中使用的剂量率 5 个主要生物学因素(5Rs) 常规分割 改变治疗增益比的分次方案

14.13 放射防护剂和放射增敏剂

放射防护剂 剂量修饰因子 (DMF) 放射增敏剂 含硼化合物

第十五章 放射治疗特殊技术与方法

15.1 基本概念

临床各种放射治疗技术。

15.2 立体定向治疗

立体定向治疗的主要特点，立体定向放射手术的物理、临床要求，立体定向放射治疗的适应症，立体定向放射手术所需设备。

伽马刀、X 刀、以及射波刀等放射手术技术的特点。

放射手术治疗的剂量精度，处方剂量和剂量分次，放射手术设备临床测试和常规质量保证。

伽马刀与 X 刀的技术对比，无框架立体定位。

15.3 全身照射

全身照射临床分类，全身照射适应症，全身照射特点及常用照射方法，处方剂量点。

全身照射系统启用临床测试，全身照射检测规范及常规质量保证。

15.4 全身电子束照射

全身电子束照射物理和临床要求，目前全身电子束常用照射技术，全身电子束照射技术的选择，剂量校准点，处方剂量点处的皮肤剂量率

全身电子束照射系统启用临床测试，全身电子束照射剂量分布测量，全身电子束照射的常规质量保证

15.5 术中放射治疗

术中放射治疗的物理和临床要求，术中放射治疗的方式和常用技术，术中照射系统启用检测及术中放射治疗质量保证

15.6 直肠腔内放射治疗

直肠腔内放射治疗临床技术要求，直肠腔内放射治疗的技术方法，直肠腔内放射治疗的质量保证

15.7 适形放射治疗

适形放射治疗的基本概念，多叶准直器的特点，临床多叶准直器的验收内容，多叶准直器的临床测试及质量保证程序，适形调强放射治疗的技术发展，调强放射治疗系统临床测试和常规质量保证，调强治疗计划剂量验证

15.8 图像引导放射治疗

图像引导放射治疗的基本概念和临床常用方法

15.9 自适应放射治疗

自适应放射治疗的基本概念和临床常用方法

15.10 呼吸门控放射治疗

呼吸控制技术的类型

15.11 PET/CT和PET/CT图像融合

PET原理 PET/CT的主要优点

第十六章 放射治疗的辐射防护与安全

16.1 前言

辐射照射效应

16.2 辐射效应

确定效应 随机效应 随机效应危害 对胚胎和胎儿的效应

16.3 国际共识与辐射安全标准

《用于电离辐射防护与辐射源安全的国际基本安全保护标准》

16.4 辐射照射类型

正常照射 潜在照射 实际照射 控制正常照射 控制潜在照射 职业照射 医疗照射 公众受照。

16.5 辐射防护中使用的量和单位

器官剂量 当量剂量 有效剂量 待积剂量 集体剂量 组织权重因子 年剂量限值 年有效剂量 有效剂量当量 待积剂量 待积有效剂量 待积当量剂量 集体剂量 周围剂量当量 定向剂量当量 个人剂量当量

16.6 辐射防护的基本原则

实践的正当性 防护和安全最优化 怀孕女工及胎儿防护规定 防护与安全规定措施 年剂量限值表

16.8 基本安全标准范围

BSS 适用范围

16.10 辐射源和设备的安全设计

医疗照射设备设计 放射源购买 安装 验收 调试 使用 维修和质量控制程序 密封源 密封源设计要求 放射治疗设施设计及使用规定 治疗区域

16.11 验收测试、调试和操作相关安全

验收测试 放射源和射束校准及调试 TPS 的验收测试和调试 质量控制协议 设备运行要求 密封源泄漏测试 直接擦拭测试 间接擦拭测试 浸泡或气体泄漏测试 近距离治疗中的消毒

16.12 源的安全保管

辐射源安保的规定及安全管理

16.13 职业照射

控制区 监督区 非控制区 防护设备及工具 个人监测和照射评价 工作场所监测 健康监督 记录

16.14 医疗照射

医疗照射的重要性 正当性和防护最优化

16.16 潜在照射 应急计划

16.17 一般屏蔽计算

三个重要参数及规律 屏蔽设计步骤 治疗室设计 治疗室分类及屏蔽要求

16.18 典型的直线加速器装置

工作负荷 传输因子 散射屏蔽传输因子 漏射线屏蔽传输因子 高能直线加速器中产生的中子 直线加速器室的门

16.19 近距离治疗设施的屏蔽设计