

国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材配套教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材配套教材

全国高等学校配套教材

供8年制及7年制（“5+3”一体化）临床医学等专业用

核医学

学习指导及习题集

主 审 张永学 安 锐
主 编 黄 钢 高再荣
副主编 匡安仁 李亚明 王荣福

MEDICAL
ELITE EDUCATION



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材配套教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材配套教材
全国高等学校配套教材

供8年制及7年制(“5+3”一体化)临床医学等专业用

核医学 学习指导及习题集

主 审 张永学 安 锐

主 编 黄 钢 高再荣

副 主 编 匡安仁 李亚明 王荣福

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

核医学学习指导及习题集/黄钢,高再荣主编. —北京:人民
卫生出版社,2017

ISBN 978-7-117-24210-3

I. ①核… II. ①黄… ②高… III. ①核医学-医学院校-教学
参考资料 IV. ①R81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 039679 号

人卫智网	www.ipmph.com	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	www.pmph.com	人卫官方资讯发布平台

版权所有, 侵权必究!

核医学学习指导及习题集

主 编: 黄 钢 高再荣

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 三河市潮河印业有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16 插页: 1

字 数: 410 千字

版 次: 2017 年 4 月第 1 版 2017 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-24210-3/R·24211

定 价: 42.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

编者(以姓氏笔画为序)

- | | | | |
|-----|-------------------|-----|-------------------|
| 卫 华 | 山西医科大学第一医院 | 张 莺 | 浙江大学医学院附属第二医院 |
| 王荣福 | 北京大学第一医院 | 张永学 | 华中科技大学同济医学院附属协和医院 |
| 左传涛 | 复旦大学附属华山医院 | | 医院 |
| 田 蓉 | 四川大学华西医院 | 陈贵兵 | 厦门大学附属第一医院 |
| 付 鹏 | 哈尔滨医科大学附属第一医院 | 秦 岚 | 天津医科大学附属天津市第一中心医院 |
| 冯彦林 | 中山大学附属佛山医院 | | 医院 |
| 匡安仁 | 四川大学华西医院 | 高 识 | 吉林大学中日联谊医院 |
| 刘建军 | 上海交通大学医学院附属仁济医院 | 高再荣 | 华中科技大学同济医学院附属协和医院 |
| 李 娜 | 中国医科大学附属第一医院 | | 医院 |
| 李亚明 | 中国医科大学附属第一医院 | 黄 钢 | 上海交通大学医学院附属仁济医院 |
| 安 锐 | 华中科技大学同济医学院附属协和医院 | 黄劲雄 | 厦门大学附属第一医院 |
| | 医院 | 黄定德 | 第三军医大学西南医院 |
| 杨卫东 | 第四军医大学附属第一医院/西京医院 | 曹 卫 | 华中科技大学同济医学院附属协和医院 |
| 杨敏福 | 首都医科大学附属北京朝阳医院 | | 医院 |
| 吴永港 | 中南大学湘雅二医院 | 康 磊 | 北京大学第一医院 |
| 吴湖炳 | 南方医科大学南方医院 | 梁 婷 | 山东大学齐鲁医院 |
| 何 勇 | 武汉大学中南医院 | 彭志平 | 重庆医科大学 |
| 张 弘 | 中山大学孙逸仙纪念医院 | 景红丽 | 北京协和医院 |

前言

临床医学八年制作为医学精英教育模式,以培养科学基础宽厚、专业技能扎实、创新能力强、发展潜力大的临床医学高层次专门人才为目标。为临床医学八年制学生专门打造的《核医学》教材是实现此目标的重要保证。本教材自 2005 年第 1 版问世后,广受师生及核医学同仁的欢迎与高度评价,在书稿形式、内容编排、质量把控、编辑印刷等方面被誉为同类教材的精品。为了更好地适应医学科学理论和临床诊疗技术的迅速发展以及长学制临床医学专业教学改革的需要,全国高等医药教材建设研究会和人民卫生出版社于 2014 年再次启动全国高等学校长学制临床医学专业第三轮国家卫生计生委规划教材的修订工作,并于 2015 年正式出版。

《核医学》(第 3 版)以“精品战略、质量第一”为宗旨,以满足 21 世纪高层次医学人才培养的需要。在多个部分做了与时俱进的修订,从内容和形式上都进行了较大的改进。为了让学生在 学习过程中更好、更快地掌握好教材内容,培养学生“获取知识、发现问题、解决问题”的能力,牢固掌握“三基”“五性”,我们组织编写了国家卫生计生委规划教材《核医学》(第 3 版)的配套教材《核医学学习指导及习题集》(下称配套教材)。

本配套教材的编写立足于:①满足学生学习本课程、课后复习、本科目考试的需要;②满足学生复习本学科内容并参加执业医师考试的需要;③满足学生学习和掌握本课程操作技能的需要。本配套教材的章节名称、顺序、内容等均与《核医学》(第 3 版)完全一致,便于学生对照教材学习。每章均包括三个部分:“学习及内容要点”“习题”和“参考答案”。第一部分为“学习及内容要点”,包括“学习要点”和“内容要点”。“学习要点”分为掌握、熟悉和了解,是根据教学大纲对本章内容进行分层;“内容要点”结构和内容与主干教材完全一致,根据大纲的学习要求将需要掌握的重点内容简要列出,这些内容也是要求学生必须掌握的。第二部分为习题,以执业医师考试题型为主,另增加了少量名词解释、简答题和问答题。试题采用 A 型和 B 型题,共有 A1、A2、A3、A4、B1 五种题型。A1 型题为单句型最佳选择题,A2 型题为病历摘要型最佳选择题,B1 型题为标准配伍题,A3 型题为病例组型最佳选择题,A4 型题为病例串型最佳选择题。第三部分为参考答案,为了便于学生的准确理解,难度较大的习题还加以解析。

本配套教材的编写委员会由全国 23 所知名大学的一线教学名师及骨干教师组成。参编的院校均开展了八年制临床医学的教学工作,编委具有丰富的核医学临床、教学与科研工作的经验,力争使学生通过对本配套教材的学习能够进一步加深对主干教材的学习和掌握,提高学习效率。但由于编写人员均是第一线的专家,工作繁忙,编写时间有限,在编写过程中难免存在诸多不足及缺陷,恳请各医学院校的教师、同学、临床医师和读者给予斧正,在此先致谢意。

黄 钢 高再荣

2016 年 12 月

目 录

绪论	1
第一章 核医学物理基础	6
第二章 核医学仪器	15
第三章 放射性药物	25
第四章 辐射生物效应与辐射防护	32
第五章 放射性核素示踪技术与显像技术	38
第六章 体外分析技术	47
第七章 核医学分子影像概论	58
第八章 分子影像与个体化医疗	68
第九章 核医学分子影像与转化医学	76
第十章 神经系统	85
第十一章 心血管系统	103
第十二章 内分泌系统	118
第十三章 肿瘤显像	133
第十四章 骨骼系统	152
第十五章 呼吸系统	166
第十六章 炎症显像	174
第十七章 消化道显像	182
第十八章 肝胆及胰腺显像	191
第十九章 造血系统与淋巴系统	200
第二十章 泌尿系统	207
第二十一章 内分泌系统疾病的放射性核素治疗	217
第二十二章 转移性骨肿瘤治疗	238
第二十三章 其他治疗	245

绪 论

第一部分 学习及内容要点

一、学习要点

1. 掌握 核医学的定义。
2. 熟悉 核医学的学科内容、实验核医学和临床核医学的内涵。
3. 了解 核医学的性质、内容、发展历史、进展和展望。

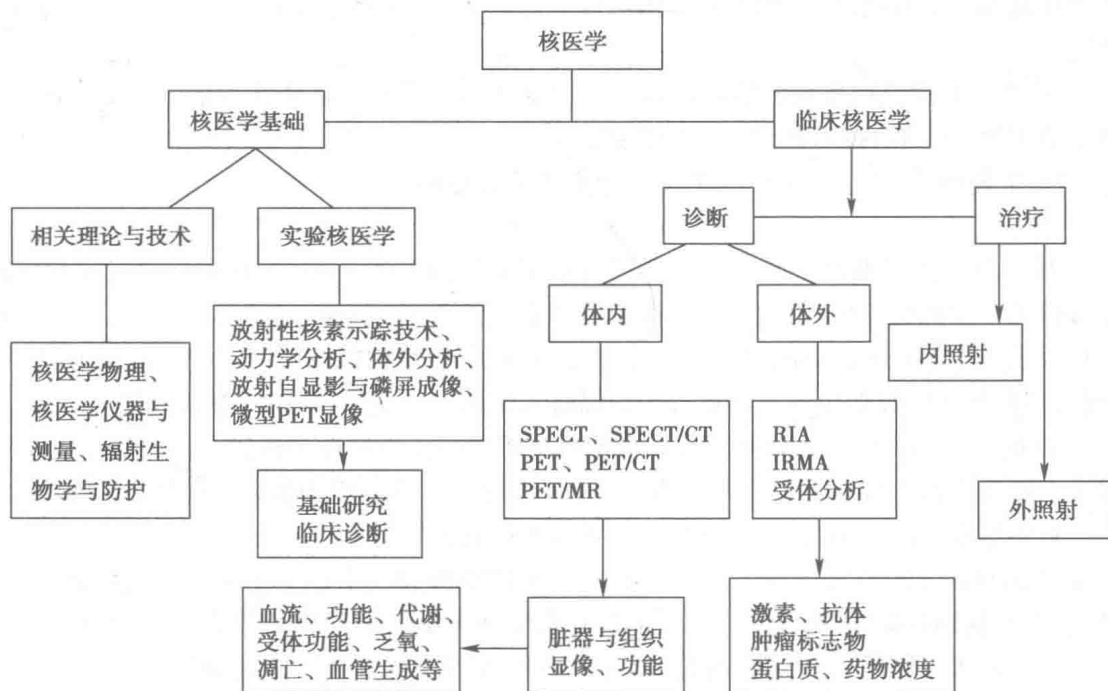
二、内容要点

(一) 核医学的定义

核医学(nuclear medicine)是研究核技术在医学中的应用及其理论的学科,主要是应用放射性核素或核射线诊断、治疗疾病和进行医学研究。

(二) 核医学的学科内容

核医学以其应用和研究范围侧重点不同,可大致分为实验核医学和临床核医学两部分(绪图 1-1-1)。



绪图 1-1-1 核医学的内容与组成示意图

实验核医学也称为核医学基础,主要包括放射性药物学、放射性核素示踪技术、放射性核素动力学分析、体外放射分析、活化分析、放射自显影与磷屏成像技术、小动物正电子发射断层(PET)及小动物 PET/CT 的应用等。此外,核医学基础也包括核医学物理基础、核医学仪器与测量、辐射生物学效应与辐射防护。

临床核医学是利用核医学的各种原理、技术和方法来研究疾病的发生、发展,研究机体的病理生理、生物化学和功能结构的变化,达到诊治疾病的目的,提供病情、疗效及预后的信息。

根据其应用目的不同,临床核医学又分为诊断核医学和治疗核医学两大部分。诊断核医学包括脏器或组织显像、脏器功能测定和体外微量物质分析等;治疗核医学分为内照射治疗和外照射治疗两类。内照射治疗是治疗核医学的主要内容。

(三) 核医学与医学相关学科发展的关系

核医学是现代医学的重要内容,也是医学现代化的重要标志之一,核技术在医学中的应用,促进了医学科学的发展与医学现代化。当然,医学本身的进步也促进了核医学的发展。

了解核医学发展历史回顾与现状:

1. 核放射现象的发现 1895 年德国物理学家伦琴发现 X 射线,于 1901 年获诺贝尔物理学奖(Nobel prize)。1896 年法国物理学家贝可勒尔(Becquerel)发现铀矿能使包在黑纸内的感光胶片感光,建立放射自显影的基础。

2. 放射性核素的临床应用 1923 年,匈牙利籍化学家 Hevesy 应用天然的放射性核素 ^{212}Pb 研究大豆中铅的分布转移,后来又应用 ^{32}P 研究磷在活体的代谢途径等,他是第一位应用放射性物质来进行生命科学示踪研究的科学家,并首先提出了“示踪技术”的概念,被后人尊称为“基础核医学之父”,并于 1943 年获诺贝尔化学奖。

1926 年美国波士顿内科医师布卢姆加特(Blumgart)等首先应用放射性氩研究人体动、静脉血管床之间的循环时间,开创了人体内示踪研究的先河,布卢姆加特也被誉为“临床核医学之父”。

1936 年, ^{32}P 用于白血病的治疗,1942 年 ^{131}I 用于治疗甲状腺功能亢进症。1960 年,Libby 发明了放射性 ^{14}C 测龄技术获诺贝尔化学奖。

1959 年美国科学家 Berson 和 Yalow 建立了放射免疫分析法,1977 年 Yalow 获得了诺贝尔医学奖。

3. 核医学显像仪器的发展 1951 年美国加州大学的卡森(Cassen)研制出第一台扫描机,标志着核医学影像的诞生,为此美国核医学协会专门设立了“Cassen 奖”。

1957 年安格(Anger)研制出第一台 γ 照相机,称安格照相机,20 世纪 60—70 年代广泛应用于临床,使核医学显像由静态逐点打印扫描进入快速动态成像,核医学进入现代化阶段。

20 世纪 70—80 年代,一是电子计算机使得核医学成像由定性分析进入定量分析,由平面影像进入断层影像阶段;二是 SPECT 和 PET 显像逐步广泛应用于临床;三是以 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 为代表的短半衰期核素广泛应用;四是放射免疫分析技术得到普及。

4. 中国核医学的发展历程 1956 年在西安第四军医大学举办了生物医学同位素应用训练班,标志着我国核医学的诞生。1958 年在北京举办了第一个同位素临床应用训练班,成为核医学进入临床应用的起点。20 世纪 60 年代我国各省相继开展了临床应用工作,国产同位素和核探测仪器的研制。20 世纪 70 年代核医学的应用在全国得到了普及。1977 年我国将核医学作为医药院校本科生必修课。1980 年成立了中华医学会核医学分会及各省核医学分会,1981 年创办了中华核医学杂志,2012 年更名为中华核医学与分子影像杂志。

5. 核医学发展现状与热点

(1) 显像仪器的发展与多模式(multimodalities)显像技术:20 世纪 90 年代后,多模式显像与图像融合(image fusion)技术得到了迅速发展。1976 年 SPECT 问世,1998 年推出 SPECT/CT;1974 年 PET 诞生,1992 年全身 PET 用于临床,1995 年研制 PET/CT,2010 年第一台 PET/MR 一体机问世。用于小动物的微型 PET(micro-PET)。

(2) 分子核医学(molecular nuclear medicine)的形成:分子核医学是应用核医学示踪技术从分子和细胞水平认识疾病,阐明病变组织受体密度与功能的变化、基因的异常表达、不同底物的生化代谢变化及细胞信息传导等,为临床诊断、治疗和疾病的研究提供分子水平信息或分子靶向治疗。医学影像技术走向分子影像(molecular imaging)。

(3) 新型显像剂的发展:诊疗一体化药物(theranostics)。

(4) 治疗核医学的发展:核素治疗发展的方向主要集中在放射性核素的研究和携带放射性核素载体的研究两个方面。核素治疗与常规化学药物治疗或放疗有其本质的区别。核素治疗是利用核射线治疗疾病;核素治疗药物对病变组织具有靶向性,对正常组织损伤很小。

第二部分 习 题

一、选择题

A1 型题

1. 核医学的定义是

- | | |
|-------------------|---------------------|
| A. 研究核技术在疾病诊断中的应用 | B. 研究放射性药物在机体的代谢 |
| C. 研究核素在治疗中的应用 | D. 研究核技术在医学中的应用及其理论 |
| E. 研究核技术在基础医学中的应用 | |

2. 1896 年法国物理学家贝可勒尔发现了

- | | | |
|----------|----------|------------|
| A. 放射性核素 | B. 放射性衰变 | C. 人工放射性核素 |
| D. 放射现象 | E. X 射线 | |

3. 核医学显像的扫描机诞生于 1951 年,发明者是

- | | | |
|---------------|-----------|----------|
| A. Anger | B. Fermi | C. Yalow |
| D. David Kohl | E. Cassen | |

4. 建立放射免疫分析方法的科学家是

- | | | |
|---------------|-------------------|----------|
| A. Cassen | B. Robert Newell | C. Anger |
| D. David Kuhl | E. Berson 和 Yalow | |

5. 被誉为“临床核医学之父”的科学家是

- | | | |
|-------------|-----------|---------|
| A. Blumgart | B. Hevesy | C. 居里夫人 |
| D. 居里 | E. 费米 | |

6. 核医学发展趋势与热点不包括哪一项

- | | |
|-----------------------------|----------|
| A. 多模式成像 | B. 融合图像 |
| C. 研发新型的放射性药物 | D. 诊疗一体化 |
| E. ^{32}P 治疗红细胞增多症 | |

7. 下列英文名词错误的是

- A. 图像融合(image fusion)
- B. 小动物 PET(small-PET)
- C. 核医学(nuclear medicine)
- D. 诊断与治疗一体化(theranostics)
- E. 分子影像(molecular imaging)

B1 型题

- A. 库赫博士应用三维显示法和 ^{18}F -脱氧葡萄糖(^{18}F -FDG)测定了脑局部葡萄糖的利用率
- B. 美国医师布卢姆加特(Blumgart),首先应用放射性氩研究人体动、静脉血管床之间的循环时间
- C. 匈牙利化学家 Hevesy,应用 ^{212}Pb 研究大豆中铅的分布转移、 ^{32}P 研究磷在活体的代谢途径等,首先提出了“示踪技术”的概念
- D. 法国物理学家贝可勒尔(Becquerel),发现铀矿可以使黑纸包裹的胶片感光
- E. 美国物理学家劳伦斯(Ernest Orlando Lawrence)

问题:

1. “发射断层之父”是
2. “基础核医学之父”是
3. “临床核医学之父”是
4. 发现放射性的人是
5. 发明回旋加速器的人是
6. 首先利用放射自显影原理的是

二、名词解释

核医学

三、简答题

1. 核医学的学科内容是什么?
2. 20 世纪 90 年代以后,核医学显像仪器发展的主要亮点是什么?
3. 核素治疗与常规化学药物治疗或放疗有其本质的区别是什么?

第三部分 参 考 答 案

一、选择题

A1 型题

1. D 2. D 3. E 4. E 5. A 6. E 7. B

B1 型题

1. A 2. C 3. B 4. D 5. E 6. D

二、名词解释

核医学:核医学(nuclear medicine)是研究核技术在医学中的应用及其理论的学科,主要是应用放射性核素或核射线诊断、治疗疾病和进行医学研究。

三、简答题

1. 核医学的学科内容是什么?

答:核医学以其应用和研究的范围侧重点不同,可大致分为实验核医学和临床核医学两部分。根据其应用目的不同,临床核医学又分为诊断核医学和治疗核医学两大部分。

2. 20 世纪 90 年代以后,核医学显像仪器发展的主要亮点是什么?

答:20 世纪 90 年代后,多模式显像与图像融合(image fusion)技术得到了迅速发展。

3. 核素治疗与常规化学药物治疗或放疗有其本质的区别是什么?

答:核素治疗与常规化学药物治疗或放疗有其本质的区别。一是核素治疗是利用核射线治疗疾病;二是核素治疗药物对病变组织具有选择性或靶向性,对正常组织损伤很小;三是核素治疗作用持久;四是方法安全、简便。

(曹 卫)

第一章 核医学物理基础

第一部分 学习及内容要点

一、学习要点

1. 掌握 稳定性核素与放射性核素的本质区别,放射性核素剂量使用单位及活度的概念,以及放射性核素半衰期概念。
2. 熟悉 有效半衰期、物理半衰期、生物半衰期、核素、同位素、同质异能素的基本概念。
3. 了解 射线与物质作用概念,以及各种放射性衰变的基本概念。

二、内容要点

1. 原子核分为两大类,一类原子核稳定存在,不会自发地发生核内成分或能级的变化,或发生几率非常小,此类核素称为稳定性核素(stable nuclide)。另一类原子核为不稳定性原子核。不稳定的原子核能够自发地转变成别的原子核或者发生核能态变化,在这个过程中伴有各种射线的发射,这类核素称为放射性核素(radioactive nuclide)。放射性核素的原子核自发地放出射线,同时转变成另一种原子核的过程称为放射性核衰变(radioactive decay),简称核衰变(decay)。

放射性衰变的定义主要要抓住两方面:①自发地释放出一种或一种以上的射线;②转化为另一种核素的原子核。

2. 放射性衰变类型以衰变时放出的射线来分类,要掌握各种射线的本质、是否带电荷、在物质中的穿透能力以及对生物组织的局部作用能力等。① α 衰变:不稳定原子核自发地放出 α 粒子而变成另一个核素的过程称为 α 衰变。 α 粒子是由两个质子和两个中子组成,实际上就是氦原子核 He , α 粒子的质量大、带电荷,故射程短、穿透力弱。② β 衰变:核衰变时放出 β 粒子或俘获轨道电子的衰变称为 β 衰变(beta ray), β 衰变放射出的 β 射线(Beta ray)分为 β^- 和 β^+ 射线。 β^- 射线的本质是高速运动的电子流。③ γ 衰变:激发态的原子核以放出 γ 射线(光子)的形式释放能量而跃迁到较低能量级的过程称为 γ 衰变。 γ 射线的本质是中性的光子流,不带电荷,运动速度快(等于光速),电离能力很小,穿透力强。

3. 核衰变规律要掌握放射性活度及单位,掌握放射性活度的概念,即放射性活度(radioactivity, A)表示为单位时间内原子核的衰变数量。学会用初始时间的放射性活度 A_0 求得经过 t 时间衰变后的放射性活度 A 。

掌握半衰期的概念和放射性活度单位的定义。放射性活度的国际制单位是贝克勒尔(Bq),1Bq表示放射性核素在1秒钟内发生一次衰变。旧制单位是居里(Ci),其换算式为 $1\text{Ci}=3.7\times 10^{10}\text{Bq}$ 。

4. 射线与物质的相互作用是人们进行射线探测、防护和利用射线进行诊治疾病的基础,具有十分重要的意义。射线与物质的相互作用分为带电粒子与物质的相互作用和非带电粒子

与物质的相互作用两大类。电离和激发是电离射线与物质作用的基础,也是引起电离辐射生物效应的主要机制。

带电粒子与物质的相互作用主要有:电离,激发,散射,韧致辐射,切伦科夫辐射,吸收。

非带电粒子与物质的相互作用主要有:光电效应,康普顿效应,电子对生成。

第二部分 习 题

一、选择题

A1 型题

1. 原子核是由以下哪些粒子组成的
A. 质子和核外负电子 B. 质子和正电子 C. 质子和中子
D. 中子和电子 E. 光子和电子
2. ^{201}Tl 所表示的核素
A. 质子数为 201, 原子核处于基态 B. 质子数为 201, 原子核处于激发态
C. 质量数为 201, 原子核处于基态 D. 质量数为 201, 原子核处于激发态
E. 中子数为 201, 原子核处于基态
3. ^{113}In 和 $^{113\text{m}}\text{In}$ 互为
A. 同位素 B. 同中子素 C. 同质异能素
D. 同量异位素 E. 同分异构体
4. 具有特定的质子数、中子数及核能态的一类原子, 称为
A. 同位素 B. 原子核 C. 核素
D. 同质异能素 E. 核子
5. 其元素符号为 X, 有 6 个中子、7 个质子的原子核, 可表示为
A. ${}^7_6\text{X}$ B. ${}^{13}_6\text{X}$ C. ${}^{13}_7\text{X}$
D. ${}^{13}_7\text{X}$ E. ${}^6_7\text{X}$
6. 原子核发生电子俘获后
A. 质子数减少 2, 质量数减少 4, 放出 α 射线
B. 质子数增加 1, 质量数不变, 放出 β^- 射线和反中微子
C. 质子数减少 1, 质量数不变, 放出 β^+ 射线和中微子
D. 质子数减少 1, 质量数不变, 放出中微子, 同时释放出特征 X 射线和俄歇电子
E. 质子数和质量数不变, 放出 γ 射线
7. 衰变方程 ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + \gamma + \text{Q}$, 表示的是
A. α 衰变 B. β 衰变 C. 电子俘获
D. γ 衰变 E. β 衰变
8. 设某核素的物理半衰期为 7 小时, 生物半衰期为 3 小时。该核素的有效半衰期是
A. 2.1 小时 B. 2.3 小时 C. 3 小时
D. 7 小时 E. 10 小时
9. 放射性核素原子核在单位时间内的衰变数量为
A. 衰变常数 B. 照射量 C. 吸收剂量

11. 某放射性物质初始的放射性活度为 A_0 , 放置 24 小时后测得的放射性活度为 A_{24} , 则该放射性物质的半衰期为

13. β^- 衰变发生于
- A. 激发态原子核
B. 贫中子原子核
C. 富中子原子核
D. 质子数大于 82 的原子核
E. 超重原子核

15. 以下哪种核反应同时放出中微子
- A. α 衰变 B. β^- 衰变 C. γ 衰变
- D. 电子俘获 E. 裂变

17. 以下哪种情况电离作用最强
- A. 带电粒子的电量大、速度慢、物质密度高
 - B. 带电粒子的电量大、速度快、物质密度高
 - C. 带电粒子的电量大、速度慢、物质密度低
 - D. 带电粒子的电量大、速度快、物质密度低
 - E. 带电粒子的电量小、速度慢、物质密度高

19. 射线在组织的射程,描述正确的是
- A. α 射线 $>$ β 射线 $>$ γ 射线
- B. γ 射线 $>$ β 射线 $>$ α 射线
- C. β 射线 $>$ α 射线 $>$ γ 射线
- D. β 射线 $>$ γ 射线 $>$ α 射线
- E. α 射线 $>$ γ 射线 $>$ β 射线

20. PET 显像使用的射线及其能量为
- A. 511keV 的 β 射线 B. 511keV 的 X 射线

- C. 511keV 的一对 γ 光子
D. 511keV 的单光子
E. 1.02MeV 的一对 γ 光子
21. 关于康普顿效应以下论述正确的是
- A. 当 γ 射线能量较低时,康普顿效应较明显
B. 康普顿散射光子有一确定的能量,这一能量低于入射光子的能量
C. 发生康普顿散射后, γ 射线改变方向
D. 康普顿电子的能量与入射光子的能量相同
E. 康普顿效应在塑料中比在铅中更显著
22. 湮灭辐射是指
- A. 射线与物质相互作用能量耗尽后停留在物质中
B. 光子与物质原子的轨道电子碰撞,其能量全部交给轨道电子,使之脱离原子轨道,光子本身消失
C. 静止的正电子与物质中的负电子结合,正负电子消失,两个电子的静止质量转化为两个方向相反、能量各为 511keV 的 γ 光子
D. 能量大于 1022keV 时的 γ 光子在物质原子核电场作用下,能量为 1022keV 的部分转化为一个正电子和一个负电子
E. 射线使原子的轨道电子从能量较低的轨道跃迁到能量较高的轨道
23. γ 计数器的探头部分由 NaI 晶体、光电倍增管、前置放大器等部件组成,其基本探测原理基于 γ 射线对 NaI 晶体的哪种作用
- A. 电离
B. 激发
C. 韧致辐射
D. 湮灭辐射
E. 康普顿效应
24. β^+ 粒子和物质作用后,不会出现以下哪种情况
- A. 产生能量相等的一对 γ 光子
B. 产生一对能量各为 140keV 的 γ 光子
C. 产生一对辐射方向相反的 γ 光子
D. 产生一对穿透能力比 ^{99m}Tc 强的 γ 光子
E. 产生一对 γ 光子,PET 利用这对 γ 光子进行成像
25. 屏蔽 β 射线首选
- A. 铅
B. 铝
C. 有机玻璃
D. 水泥
E. 铁
26. α 粒子的电离能力高于 β 粒子,其原因之一是
- A. α 粒子带正电荷
B. α 粒子电荷量更大
C. α 粒子能量是连续分布的
D. α 粒子质量更大
E. 能量相同时 α 粒子速度更快
27. 关于带电粒子的电离能力,哪项是其评价参数
- A. 电离系数
B. 电离密度
C. 散射角度
D. 衰变常数
E. 电子俘获系数
28. 以下哪项不符合放射性核素的特征
- A. 核内引力与斥力平衡
B. 其量随时间而减少
C. 原子核处于不稳定状态
D. 释放出射线

- E. 核处于激发状态
29. 电子对生成的条件包括
- A. γ 射线能量为 511keV B. γ 射线能量大于 1022keV
C. 在真空中 D. 有物质中的负电子参与
E. 在高温下
30. 放射性活度为 1000Bq 表示
- A. 每秒钟 1000 次核衰变 B. 每分钟 1000 次核衰变
C. 每小时 1000 次核衰变 D. 每秒钟 3.7×10^3 次核衰变
E. 每小时 3.7×10^3 次核衰变
31. 在影响电离辐射照射量的因素中,哪个因素的作用最明显
- A. 活度 B. 温度 C. 时间
D. 距离 E. 屏蔽
32. 关于电离辐射的当量剂量,哪项是其计量单位
- A. 库仑/千克 B. 希沃特 C. 贝克
D. 戈瑞 E. 焦耳
33. 下面哪个是放射性活度的单位
- A. 库仑/千克 B. 希沃特 C. 贝克
D. 戈瑞 E. 焦耳
34. 设某放射性样品的初始活度为 148MBq,该核素的 $t_{1/2}$ 为 4 小时,几小时后其活度变为 37MBq
- A. 4 小时 B. 8 小时 C. 12 小时
D. 16 小时 E. 20 小时
35. 关于半衰期的描述,错误的是
- A. 物理半衰期是指放射性核素原子数减少一半的时间
B. 同一核素物理半衰期短于有效半衰期
C. 代谢快、排泄快的药物生物半衰期短
D. 同一核素物理半衰期在体内与体外是相同的
E. 有效半衰期是放射性物质在物理衰变与生物代谢共同作用下减少一半的时间
36. 关于电子俘获下列哪项正确
- A. 可能伴随特征 X 射线和俄歇电子发射 B. 不伴随 γ 射线产生
C. 释放高能量电子 D. 释放中子
E. 释放正电子
37. 下列关于剂量单位的描述,错误的是
- A. 放射性活度单位是居里和贝克 B. 照射量的单位是 Gy
C. 吸收剂量的单位是拉德 D. 当量剂量的单位是希沃特
E. $1\text{mCi}=37\text{MBq}$
38. 在外照射防护措施中,常使用有机玻璃、铝、塑料等低原子序数作屏蔽材料进行防护的射线是
- A. X 射线 B. γ 射线 C. β 射线
D. 中子 E. 质子

39. 以下哪种情况下韧致辐射作用最明显
- A. 能量为 0.5MeV 的 β 射线与铅相互作用
 - B. 能量为 1MeV 的 β 射线与铅相互作用
 - C. 能量为 0.5MeV 的 β 射线与塑料相互作用
 - D. 能量为 1MeV 的 β 射线与塑料相互作用
 - E. 能量为 1MeV 的 α 射线与铅相互作用
40. 光电效应在以下哪种物质中发生几率最高
- A. 水
 - B. 人体
 - C. 塑料
 - D. 空气
 - E. NaI 晶体

二、名词解释

- | | |
|-----------------|-----------|
| 1. 核子 | 13. 有效半衰期 |
| 2. 基态 | 14. 放射性活度 |
| 3. 激发态 | 15. 放射性浓度 |
| 4. 元素 | 16. 电离作用 |
| 5. 核素 | 17. 电离密度 |
| 6. 同位素 | 18. 激发作用 |
| 7. α 衰变 | 19. 散射作用 |
| 8. β^+ 衰变 | 20. 韧致辐射 |
| 9. β^- 衰变 | 21. 吸收作用 |
| 10. 电子俘获 | 22. 光电效应 |
| 11. γ 衰变 | 23. 康普顿效应 |
| 12. 内转换 | 24. 电子对生成 |

三、简答题

1. 核衰变基本定律是什么?
2. 什么是有效半衰期? 它与物理半衰期和生物半衰期有什么关系?
3. PET 显像基于哪种射线与物质的相互作用方式?
4. ^{99m}Tc 是核医学诊断最常用的放射性核素, 发射能量为 140keV 的 γ 射线, ^{89}Sr 是治疗用放射性核素, 发射能量为 1463keV 的 β 射线, 如何对两者进行屏蔽防护, 为什么?
5. 比较 α 射线、 β^- 射线、 γ 射线的电荷、质量、对物质电离激发能力、穿透物质的能力及所产生的辐射生物效应的大小。
6. 带电粒子通过物质时损失能量的途径是什么?

第三部分 参 考 答 案

一、选择题

1. C 2. C 3. C 4. C 5. D 6. D 7. D 8. A 9. E 10. D 11. D 12. B 13. C
14. E 15. D 16. C 17. A 18. A 19. B 20. C 21. C 22. C 23. B 24. B 25. C