

2022

### 一、判断题

1. 核辐射也叫电离辐射，是以其能量大小来定义的。（√）
2. 微波炉或电讯基站发射的辐射信号不属于电离辐射。（√）
3. 电子是人类发现的第一个基本粒子。（√）
4. 核辐射与物质发生相互作用时，单位路径上能量损失越大，穿透能力越差，电离本领越强，致电离辐射损伤越严重。（√）
5.  $^3\text{H}$  与  $^2\text{H}$  和  $^1\text{H}$  互为同位素，但  $^2\text{H}$  和  $^1\text{H}$  是稳定核素， $^3\text{H}$  是放射性核素。（√）
6. 原子核的结合能，是把各核子结合在一起构成原子核时所释放的能量。（√）
7. 地球表层岩石和土壤中存在有原生放射性核素，伴随地球生命延长在不断减少。（√）
8. 辐射致癌有潜伏期，潜伏期可以伴随终生。（√）
9. 放射工作人员年剂量限值同样适用于接受放射治疗的患者。（×）
10. 参与核事故应急的放射工作人员，由于责任重大任务紧急，不受任何剂量限值约束。（×）
11. 居室内放射性气体氡及子体的辐射照射是公众所受天然本底照射剂量的最大贡献者（√）
12. 核分析方法具有灵敏度高、不破坏样品宏观结构等优点，在考古等特殊领域发挥着 48 重要作用。（√）
13.  $\gamma$  射线是原子核发出的高能电磁波，在电场中不会发生偏转。（√）
14. 核电站正常运行时也有裂变核素的气态或液态排放。（√）
15. 放射性核素可以通过饮食、饮水或呼吸被摄入体内，所以我们体内既有原生放射性核素，也有宇生放射性核素。（√）
16. 尽管世界各国在商运的核电反应堆有不同的类型，应用的都是  $^{235}\text{U}$  的裂变能。（×）

### 核电站的几种商用堆型

堆 型	燃 料	慢 化 剂	冷 却 剂	优 点
压水堆	低浓铀	高压水	高压水	成 熟
重水堆	天然铀	重水	重水、轻水	天然铀
沸水堆	低浓铀	沸腾轻水	沸腾轻水	效率高
汽冷堆	低浓铀	石墨	氦气	生产堆
快 堆	钚、高浓铀		液钠、氦气	增 殖

17. 放射工作人员的年剂量限值是 20mSv（5 年平均）。其实在这么低的剂量区域内，辐射剂量与恶性肿瘤发生概率的关系是不明确的。（√）
18. 走在北大校园里，我们受到的来自地表中放射性核素的外照射剂量大于来自宇宙射线的外照射剂量。（√）
19. 土豆等食物被大剂量辐射照射消毒后，应放置一段时间，等土豆内产生的放射性核素衰变后再食用。（×）照射食品中没有放射性核素。
20. 医院的核医学科通常是开放型放射性工作场所，辐射防护管理要求非常严格。（√）
21. 头部是对电离辐射非常敏感的器官，进入放射性工作场所时一定要戴防护头盔（×）
22. 福岛核电站拟排放入海的氚，理论上不会对日本人的健康造成显著影响。（√）
23. 体检拍胸片利用的是 x 射线，密封源测量仪检测物料厚度利用的是  $\gamma$  射线，但二者原理

基本相同。(√)

24. 实验表明, 对放射性核素进行加温加压或加电磁场等外界条件改变, 能改变核素的衰变类型。(×)

25. 人体不同器官或组织, 对辐射照射的敏感程度是不一样的。(√)

26. NORM 是针对天然放射性核素的防护问题, 天然放射性核素对人体照射导致的损伤与人工核素导致机体损伤在机理上是不同的。(×)

27. 辐射育种是转基因技术, 食品辐照加工不是转基因技术。(√)

28. 今天环境中的放射性核素主要是大气层核爆试验产生的放射性落下灰, 以及宇宙射线产生的宇生放射性核素, 地球诞生时产生的原生放射性核素已经衰变得没有了(×)

29. 可以说爱因斯坦的质能关系式  $E=mc^2$  是核能利用的基本原理(√)

30. 面向大学生开展核科学知识普及教育是必要的。(√)

## 二、单项选择题

1. 首先发现天然放射性物质的是: 法国科学家贝克勒尔(1896 年)

2. 同量的放射性核素被摄入体内后, 导致机体辐射损伤最严重的是:  $\alpha$  衰变核素

3. 关于放射性核素的衰变, 哪种描述是错误的: B

A) 半衰期是表示放射性核素衰变快慢的量, 每个核素有唯一的一个半衰期。

B) 衰变快慢与所处环境的温度和压力有关, 通常温度越高压力越大衰变越快。

C) 无论哪种衰变类型, 衰变时释放的  $\alpha$  粒子或  $\gamma$  射线其能量都是不可改变的。

D) 放射性核素衰变是释放能量的过程。

4. 密封源测量仪在工业现场有很多应用, 可以测量钢板厚度或物料密度等, 下面描述错误的是: C

A) 待测物质置于放射源与探测器之间

B) 通常利用的是  $\gamma$  射线较强的穿透能力

C) 为便携和易于操作, 放射源不需要进行屏蔽

5. 人体中含有的天然放射性核素主要的是: B

A)  $^{60}\text{Co}$  和  $^{137}\text{Cs}$

B)  $^{40}\text{K}$  和  $^{14}\text{C}$

C)  $^{232}\text{Th}$  和  $^{238}\text{U}$

D)  $^{226}\text{Ra}$  和  $^{32}\text{P}$

6. 核辐射是可以防护的, 一张纸就可以挡住的射线是: A

A) 几个 MeV 的  $\alpha$  射线

B)  $\beta$  射线

C)  $\gamma$  射线

D) 中子

7. 下面关于有效剂量的描述哪个是不正确的 (A)

A) 单位是 Gy

B) 单位是 Sv

C) 量值上是内、外照射之和

D) 是辐射危险评价依据

8. 工作人员在没有佩戴个人剂量计的情况下受到了体外意外照射, 估算受照剂量可能的方法有: C (一说 ABC)

A) 全身计数器等体外直接测量估算

B) 生物排泄物样品测量后反推估算

C) 外周血项淋巴细胞染色体畸变率

D) 没有有效的方法

9. 冬季烧煤供暖的我国北方内陆城市，其室外空气中  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  比值理论上应：B

A) 高于以电为取暖方式的城市

B) 低于以电为取暖方式的城市

C) 与以电为取暖方式的城市相同

D) 不好说

【地下煤层中的  $^{14}\text{C}$  不会与外界交互， $^{14}\text{C}$  只因衰变减少而不再增加，因而煤炭中  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  低于外界环境，大量烧煤使得比值降低】

10. 青少年服用稳定碘是核事故应急的重要组成部分，其目的是：C

A) 促进青少年新陈代谢

B) 降低青少年罹患白血病的概率

C) 保护甲状腺

11. 在公众所受天然本底辐射照射中，最大剂量的贡献来自：D

A) 源源不断来自外空间的宇宙射线

B) 地表存在的原生放射性核素衰变时产生的  $\gamma$  外照射

C) 通过饮食和饮水被摄入体内的放射性核素衰变时产生的  $\alpha$  内照射

D) 伴随呼吸被摄入体内的氡子体的辐射照射

12. 电离辐射照射导致一时性不孕是：C

A) 遗传效应

B) 随机性效应

C) 确定性效应

D) 不知道

13. 制造核武器和核电堆芯燃料都要进行铀浓缩，其目的是：D

A) 提高  $^{238}\text{U}$  浓度

B) 提高  $^{238}\text{U}+^{235}\text{U}$  浓度

C) 提高  $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$  比值

D) 提高  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  比值

14. 我国目前运行及在建的核电反应堆类型中，没有的是哪一类：B

A) 压水堆

B) 沸水堆

C) 高温气冷堆

D) 快堆增殖堆

15. 核电反应堆是通过下面哪个环节实现核链式反应可控的：C

A) 循环水系统

B) 压力容器内的压力

C) 控制棒控制中子数目

16. 关于电离辐射导致确定性效应，下面哪个描述是错误的：B

A) 各种确定性效应均有其对应的剂量阈值。

B) 剂量越大症状约严重。

C) 辐射照射导致脱发是确定性效应。

D) 没有达到某危害阈值剂量时通常该危害不会发生。

17. 下面哪个是放射性活度的单位：A

A) Bq

B) Gy

C) Sv

D) MeV

18. 根据我国法律，对核与辐射安全实施统一监督管理的是国家哪个行政部门：C（国务院环境保护行政主管部门）

A) 公安部

B) 国家卫生与计生委员会

C) 生态环境部

19. 某放射性核素的半衰期是 2 年。10 年后未衰变的核素数目是原来的：1/32

20. 下面哪个核素的半衰期最长：D

A) Cs-137

B) Rn-222

C) Co-60

D) C-14

21. 航班机组人员有可能受到较高水平的天然本底辐射，这是因为：B

A) 航空飞行器本身有辐射释放

B) 宇宙射线强度会随海拔高度升高而增加

C) 航空器空气过滤系统中含有氡气

D) 大气核爆试验产生的放射性落下灰在高空残存有较高水平

22. 放射性同位素示踪技术在诸多领域有广泛的应用，下面描述错误的是：D

A) 放射性测量具有极高的灵敏度

B) 同位素交换反应，不改变化学性质

C) 参与代谢，可动态监测

D) 目前技术只能应用于分子水平

23. 关于福岛核事故计划释放的氚，哪个描述是对的：D

A) 福岛拟排放的氚来源于宇宙射线与大气层空气成分的反应，是天然放射性核素。

B) 福岛拟排放的氚来源于反应堆内生成，是人工核素，与宇生来源的氚不同。

C) 不同来源的氚，其理化特性不同。

D) 不同来源的氚，其理化特性相同。

24. 关于 SPECT,下面哪种描述是错误的：D

A) SPECT 射线源在体内，是发射式成像。

B) SPECT 利用的是  $\gamma$  射线。

C) SPECT 检查结果包括器官的结构和功能 2 部分

D) SPECT 检查结束后患者可立即离开

25. 以下为随机性效应表现形式的是：D

A) 恶心.疲劳.呕吐

B) 外周血项变化

C) 毛发脱落.厌食.全身虚弱

D) 白血病

26. 下列属于电离辐射装置的是：A

A. 海关集装箱安全检查用加速器

B. 核磁共振检查成像装置

C. 家用微波炉

D. 医用超声波诊断机

27. 应用 PET 进行病情诊断时，受检患者会将放射性核素摄入体内，之后进行诊断拍摄。从

辐射安全角度 PET 检测全过程应该注意：A

- A. 检查医师的年剂量不能超过 20mSv
- B. 受检患者的年剂量不能超过 20mSv
- C. 检查医师的年剂量不能超过 1mSv
- D. 受检患者的年剂量不能超过 1mSv

28. 核聚变燃料的一种核素是 (A)，可以从海水中获得，能够满足人类长期能源需求。

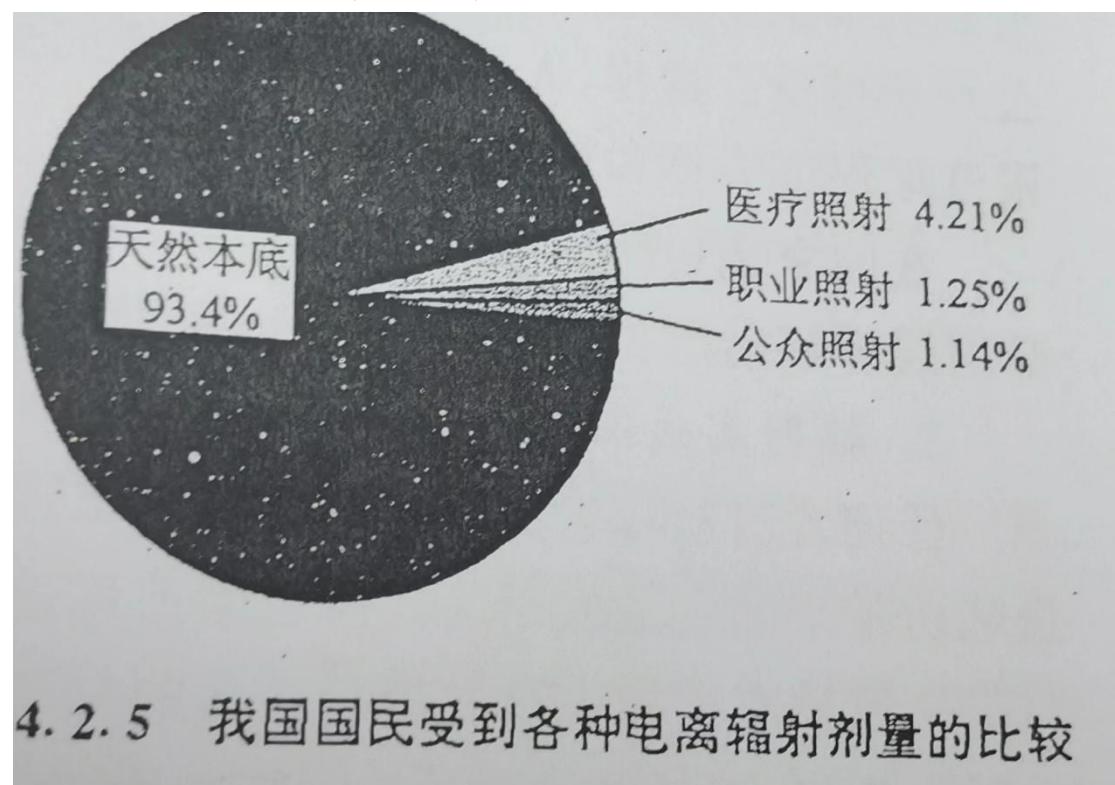
- A) 氘
- B) 氢
- C) 氟
- D) He

29. 关于放射性气体氡，描述错误的是：C

- A) 室内室外空气中，氡无处不在。
- B) 开窗通风换气是降低室内氡的有效手段。
- C) 氡及子体衰变时对人产生外照射，进而可以导致肺癌。
- D) 伴随呼吸氡及子体被吸入体内，衰变时产生内照射。

30. 放射工作人员的年剂量限值是 20mSv (5 年平均)。下面的解释哪个是对的：A

- A) 此数值是内、外照射剂量之和
- B) 此数值是绝对安全的保障
- C) 此数值包括在医院诊疗时的照射剂量
- D) 此数值包括不可避免的本底辐射剂量



剂量限值为内外照射之和，但不包括天然本底照射和医疗照射

2019

### 一、填空

1.  $\alpha$  射线是氦原子核， $\beta^+$ 射线是 $\beta^+$ 衰变放出的正电子， $\gamma$ 射线是光子，带电荷数 0
  2. 公众受照射的个人剂量限值为每年 1 毫希伏
  3. 核电利用的是原子核的裂变能，福岛核事故放出的放射性核素主要为  $^{137}\text{Cs}$  和  $^{131}\text{I}$ ，通过核裂变产生
  4. 1 贝可的物理意义：1 次核衰变/秒，每秒有一个原子核发生衰变（书 P29）
  5. 轻水是冷却剂
  6. 三个天然放射系的起始核素： $^{238}\text{U}$ （铀系）、 $^{232}\text{Th}$ （钍系）、 $^{235}\text{U}$ （铀系）
  7. 原子弹核材料：铀 235，钚 239
  8. XCT 的中文含义：X 射线计算机断层摄影技术
  9. 一对正负电子湮灭产生的能量：1.022MeV
  10. 核辐射对人体损伤最基本的原理是电离效应
  11. 宇生放射性核素有哪些： $^{14}\text{C}$ 、 $^3\text{H}$
  12. 核聚变反应是两个轻的原子核相碰，形成一个原子核并释放出能量的过程
  13. IAEA 的中文名称：国际原子能机构
  14. 核分析技术的优点是灵敏度高和准确度高，误差小，不破坏样品的宏观结构（以及：可多元素同时分析，易于自动化和远距离控制）
  15. 放射安全防护管理部门是环保部（生态环境部）
  16. 放射性核素进入人体的途径是：经口，消化道的摄入（ingestion），经呼吸道的吸入（inhalation），经皮肤，伤口的进入（injection）
  17. 发现质能关系是打开核能大门的钥匙
  18. 坐飞机比在地面行走受到的宇宙射线多
- 补充：核裂变：重核分裂成中等重原子核；+书 P39

### 二、选择：

1. 半衰期不能通过化学反应改变
2. 人体含有的天然放射性核素主要是  $^{40}\text{K}$  和  $^{14}\text{C}$
3. 一张纸可以挡住  $\alpha$  射线
4. 控制棒通过控制中子数量和中子能量来控制反应
5. 放射性示踪原子能被灵敏检测
6. 核聚变燃料氘可以从海水中获得
7. 核医学临床使用的放射性核素的半衰期为几小时到十几天
8. 永久性不孕是确定性效应
9.  $\alpha$  衰变核素进入人体，机体辐射损伤最严重
10. PET 的放射性核素是  $^{15}\text{O}$ （此外还有  $^{11}\text{C}$ ， $^{13}\text{N}$  和  $^{18}\text{F}$ ）
11. 天然辐射中，贡献最大的是氡
12. 下列元素摄入人体危害最大的是 Am（选择原子序数最大的即可，带电荷数也最大）
13. 甲肺部受照 100mGy，乙甲状腺受照 100mGy，对两人放射危险进行比较，要比较有效剂量

### 三、判断：

1. 辐射致癌是潜伏期可以伴随终生
2. 射线路径能量损失大，穿透能力差，电离本领强
3. “电子对生成”是爱因斯坦质能关系的佐证
4. 土豆受辐射，和水被辐射污染一样，土豆也有放射性（×）（水中有天然放射性核素，所



以具有放射性，但土豆没有。)

5. 开窗通风，可以降低室内氡浓度

6. 使用铅防护伽马射线

7. 火电厂和核电厂的不同在于产生热能的方式不同

8. 青少年服用碘片，是因为，稳定碘沉积在甲状腺，排斥放射碘的沉积（书 P204）

四、问答

1.  $\gamma$ 刀是什么，原理是什么，可以治疗哪些疾病？（书 P184）

## 立体定向放射治疗

### 概述

1949年瑞典神经科学家Leksell首先提出了放射外科学理论，设想利用立体定向技术，使用大剂量的高能量射线束（X、 $\gamma$ 、质子、中子等）一次性摧毁靶点的病变组织。

此后近二十年有许多科学家进行了研究和实验，于1968年建造了世界上第一台 $\gamma$ 刀，并于1972年—1974年成功地做了二十多例脑动静脉畸形和癌症手术。从此 $\gamma$ 刀开始用于治疗各种神经外科和癌症疾病。

### $\gamma$ -刀和X-刀：

**$\gamma$ -刀**和**X-刀**并非通常意义上的有利刃、有把柄、能切割的金属刀。称其为“刀”是因为它能象手术刀那样切除肿瘤，冠以“X”或“ $\gamma$ ”是因为原动力来自X射线和 $\gamma$ 射线，所以也是一种放射治疗。

### 1. $\gamma$ -刀的基本原理：

$\gamma$ -刀是将多个放射源静止地照射到一点上，使该点的剂量很大，从而到达治疗的目的。

### 2. $\gamma$ -刀组成：由六部分组成，它们是：

放射系统；校准系统（头盔）；手术台；控制台；液压系统和计算机治疗计划系统。

### 3. $\gamma$ -刀特点：

- ① 无手术治疗，病人无痛苦；
- ② 手术精确，误差小（ $\pm 0.1\text{mm}$ ）；
- ③ 简便省时，通常治疗不超过3小时；
- ④ 新一代 $\gamma$ -刀配合CT、MRI及计算机，使治疗过程自动化和程序化。

### 4. $\gamma$ -刀临床适应症：

- 1. 所有的脑内良、恶性肿瘤：  
脑膜瘤、垂体瘤、脑转移瘤、松果体瘤、三叉神经瘤、听神经瘤、血管网织细胞瘤、脊索瘤、雪旺氏神经鞘瘤等。
- 2. 癫痫；
- 3. 脑血管畸形、脑血管瘤；
- 4. 五官肿瘤：鼻咽癌、颅咽管瘤、鼻血管纤维瘤、内耳肿瘤、眼球后肿瘤；
- 5. 功能性脑神经疾病：三叉神经痛、顽固性头痛等。

2.  $\gamma$  的外照射人体有哪几种防护措施？（书 P126，+PPT 第九周）

（1）时间防护

累积剂量与受照时间成正比

措施：充分准备，减少受照时间

（2）距离防护

剂量率与距离的平方成反比

措施：远距离操作

（3）屏蔽防护

屏蔽材料选择的一般原则：

射线类型	作用形式	材料选择原则	常用屏蔽材料
$\alpha$	电离、激发	一般低Z材料	
$\beta$	电离、激发、韧致辐射	低Z材料+高Z材料	铝、有机玻璃、混凝土、铅
$\gamma$ 、 $x$	光电、康普顿、电子对	高Z材料	铅、铁、钨、混凝土、砖
中子	弹性、非弹性、吸收	含H低Z材料、含硼材料	水、石蜡、含硼聚乙烯

3. 电离辐射可以导致肿瘤，也可以治疗肿瘤，看似是矛盾的，谈谈你的认识和理解。

致癌与治癌：射线可以杀死肿瘤，这是肿瘤治疗的原理。但射线也可以导致肿瘤，它仍然有可能杀伤旁边的正常细胞。我们需要在使得肿瘤细胞得到最大剂量的同时，确保正常细胞得到的剂量越小越好。

+书 P180

+书 P114

根据网上的信息，同当量的钚弹和铀弹的体积大小取决于制造工艺和爆炸方式。一般来说，钚弹临界质量更小，因此可以制造更小型化的核武器。但是，钚弹的起爆方式更复杂，需要利用高速度、高压力和高温来达到临界状态。因此，钚弹的体积大小和形状可能会受到限制<sup>12</sup>。铀弹的临界质量更大，因此需要更多的核材料来制造。但是，铀弹的起爆方式相对简单，可以利用枪式或者撞击式来达到临界状态。因此，铀弹的体积大小和形状可能会更灵活