

台灣電力公司 106 年度大學及研究所獎學金甄選試題

類科：保健物理/放射化學

節次：第一節

科目：保健物理、放射化學及核工原理

注意
事項

- 1.本試題共 6 頁，採雙面印刷，請注意正、背面試題。
- 2.僅限使用簡易型計算器（不限廠牌、型號，功能以不超出 $+$ 、 $-$ 、 \times 、 \div 、 $\%$ 、 $\sqrt{\quad}$ 、MR、MC、MU、M+、M-、GT、TAX+、TAX-之運算為限；其他具有文數字編輯、發聲、振動、記憶儲存、內建程式、外接插卡、通訊或類似功能之計算工具一律禁止使用）。
- 3.本試題為單選題共 50 題，每題各 2 分，共 100 分，須用 2B 鉛筆在專業科目答案卡畫記作答，於本試題、英文答案卡或其他紙張作答者不予計分。
- 4.請就各題選項中選出最適當者為答案，各題答對得該題所配分數，答錯或畫記多於 1 個選項者，倒扣該題所配分數 3 分之 1，倒扣至本科之實得分數為零分為止；未作答者，不給分亦不扣分。
- 5.考試結束前離場者，試題須隨答案卡繳回，俟該節考試結束後，始得至原試場索取。
- 6.考試時間：與英文合併一節考試，共 120 分鐘。

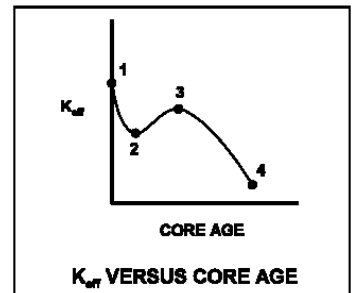
- 1.下列何者不是天然放射性核種？
(A) K-40 (B) Be-7 (C) Co-60 (D) U-238
2. ^{137}Cs 活度 1 居里(Ci)表示其每秒可能有多少個銫原子發生蛻變？
(A) 3.7×10^{10} (B) 3.7×10^7 (C) 3.7×10^6 (D) 3.7×10^4
- 3.有關放射性核種 I-131 之下列敘述何者錯誤？
(A)半化期為 8 天 (B)中子數為 131
(C)經貝他衰變成 Xe-131 (D)具加馬輻射
- 4.有一個密封放射性物質之某單位使用半化期為 73 天，使用 1 年後此射源之活度約變為原來多少？
(A) 1/8 (B) 1/16 (C) 1/32 (D) 1/64
5. α 、 β 及 γ 三種輻射之體內污染所造成的健康危害，由大至小排列應為：
(A) γ 、 β 、 α (B) α 、 γ 、 β (C) α 、 β 、 γ (D) γ 、 α 、 β
- 6.已知一標準樣品活度為 100 Bq，經 10 分鐘計測得 6000 counts 之淨計數值，則此條件下儀器之偵測效率為多少%？
(A) 100 (B) 50 (C) 25 (D) 10
- 7.低能量 X 光與高原子序物質作用的主要機制為：
(A)光電效應 (B)康普吞效應 (C)成對效應 (D)光蛻變
- 8.已知某一射源的半值層(HVL)為 1 公分厚的鉛，若要將該射源所造成的劑量率強度為原來的千分之一以下，不考慮增建因素，至少須要多厚的鉛屏蔽？
(A) 5 公分 (B) 10 公分 (C) 15 公分 (D) 20 公分
- 9.充氣式偵檢器(gas-filled detector)的偵測原理主要為何？
(A)化學變化 (B)游離作用 (C)核反應 (D)激發作用
- 10.下列那一種偵檢器的能量解析度最佳？
(A)蓋革管 (B)高壓游離腔 (C)半導體偵檢器 (D)閃爍偵檢器

11. 有關劑量之敘述，何者有誤？
- (A) 指物質吸收之輻射能量或其當量
 - (B) 器官劑量係指單位質量之組織或器官吸收輻射之平均能量，其單位為西弗(Sv)
 - (C) 等價劑量係指器官劑量與對應輻射加權因數乘積之和，其單位為西弗(Sv)
 - (D) 有效劑量係指人體中受曝露之各組織或器官之等價劑量與各該組織或器官之組織加權因數乘積之和，其單位為西弗(Sv)
12. 輻射工作人員職業曝露之有效劑量限度為何？
- (A) 每連續五年週期不得超過 200 毫西弗且任何單一年內之有效劑量不得超過 100 毫西弗
 - (B) 每連續五年週期不得超過 100 西弗且任何單一年內之有效劑量不得超過 50 毫西弗
 - (C) 每連續五年週期不得超過 50 西弗且任何單一年內之有效劑量不得超過 25 毫西弗
 - (D) 每連續五年週期不得超過 20 西弗且任何單一年內之有效劑量不得超過 10 毫西弗
13. 輻射的生物效應中，下列何者屬於機率效應？
- (A) 癌症
 - (B) 皮膚燒傷
 - (C) 白血球減少
 - (D) 脫毛
14. 某人的甲狀腺(WT=0.05)及性腺(WT=0.20)分別受到 10 及 20 毫西弗的等價劑量，其餘器官未受曝露，則有效劑量等於多少毫西弗？
- (A) 1.5
 - (B) 3
 - (C) 4.5
 - (D) 6
15. 在輻射度量的實務中，於計測接近天然背景活度的試樣時，為了降低計數的誤差，提升計測的精確度，則採取哪種作為較為簡單有效？
- (A) 減少試樣量
 - (B) 計測 3 到 5 次求平均值
 - (C) 增長計數的時間
 - (D) 計測多次取最高值者
16. 下列何種儀器，可以用來測量同一元素不同的同位素濃度(可能是放射性同位素或穩定同位素)？
- (A) ICP-OES
 - (B) ICP-MS
 - (C) MCA
 - (D) 以上均可
17. 沸水式核能電廠(BWR)的爐水，是高純度的純水，流經反應爐心時吸收熱能，部分爐水沸騰成為蒸汽，經過主蒸汽管路進入汽機推動發電機轉子，大部分爐水仍回流回反應器底部再次進入爐心開始另一個迴路。今為抑制反應爐管路材料之腐蝕，於水中添加氫氣，因氫氣可在反應爐內經 gamma ray 催化與氧氣結合，使水中的溶氧量降低(溶氧是重要的腐蝕因子)。然而，因為氫氣的加入，造成了爐水化學平衡的變化，使某種放射性同位素進入主蒸汽系統的量大幅增加，造成該系統附近的輻射劑量率增加，請問該種放射性同位素為？(提示：氫氣引起爐水化學平衡的變化，造成某種揮發性氣體增加)
- (A) N-16
 - (B) O-19
 - (C) C-14
 - (D) F-20
18. 參考上題說明，BWR 部分爐水化為蒸汽後，其水量由飼水補充。飼水中的雜質可視為爐水唯一(100%)的雜質來源，這些雜質假設全部不會被蒸汽帶走，只能靠爐水淨化系統(RWCU)的過濾除礦器去除(假設其淨化效率亦為 100%)。某電廠飼水中之氯離子為 0.1 ppb，其 RWCU 流量為 2% 爐水流量時，爐水氯離子濃度為？(參考資料：飼水中之氯離子為 0.1 ppb，RWCU 流量為 1% 爐水流量時，爐水氯離子濃度為 10 ppb)
- (A) 20 ppb
 - (B) 10 ppb
 - (C) 5 ppb
 - (D) 9 ppb
19. 核能電廠的放射化學實驗室，其廢水應排放至？
- (A) 事業廢水處理系統，因實驗之試劑可能是有害物質
 - (B) 放射性廢液處理系統，因水樣可能有放射性
 - (C) 裝桶收集後送外界有害物質處理業者處理
 - (D) 直接排放

20. 在中子照射產生放射性同位素之反應中，要經過多少個半生期(half-life)之照射時間，才能使放射性同位素 $>90\%$ 飽和值(saturation value)? (請選符合答案中之最小者)
- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
21. 核種表(the chart of nuclides)可提供下列何項資訊?
- (A) 放射性核種之半衰期及主要 gamma 能量 (B) 分裂產物之 decay chain
(C) 穩定核種之中子吸收截面 (D) 以上皆是
22. 美國核管會(USNRC)將低階放射性廢棄物分為 A, B, C, 超 C 四大類，以便於分類管理，這四個分類是以何種標準進行分類?(提示：著眼於便於分類管理)
- (A) 廢棄物的放射性強度 (B) 廢棄物的半衰期長短
(C) 廢棄物的放射性強度及半衰期長短 (D) 廢棄物的來源
23. 在核能電廠中，一般偵測的 gamma-ray 強度範圍約?
- (A) 50~1200 keV (B) 50~2000 keV (C) 200~1200 keV (D) 200~2000 keV
24. 日本福島一廠因海嘯發生核災之後，業主東京電力公司用了許多方法來淨化放射性污水，然而，有一放射性核種始終無法去除，致使東電不得不持續建造水槽來儲存放射性污水，請問此放射性核種是?
- (A) H-3 (B) Co-60 (C) Cs-137 (D) Rn-222
25. 壓水式核能電廠(PWR)主要是以 B-10 來控制反應度。自然界中的硼(自然硼)，有兩種穩定同位素 B-10 及 B-11，各約占 20% 及 80%(稱為豐度)，自然硼之豐度會隨著礦源不同略微變化，其添加到反應爐冷卻系統後，B-10 又會隨時間慢慢消耗，而 B-11 不會(兩者中子吸收截面分別為 3837b 及 0.0055b)，造成 B-10 豐度之降低。因此，西屋公司設立了「有效硼濃度 C_{EB} 」參數，將量測所得之水中硼濃度 C_B ，轉換成相當 19.78% B-10 豐度的硼濃度。今電廠分析其燃料更換水儲存槽(RWST)之硼濃度 C_B 得 2500ppm，最近一次分析 RWST 水之 B-10 豐度為 19.18%，請問其有效硼濃度 C_{EB} 為?
- (A) 2578 ppm (B) 2424 ppm (C) 2378 ppm (D) 2624 ppm
26. 續上題，RWST 之硼濃度規範為 $2400 \text{ ppm} \leq C_{EB} \leq 2500 \text{ ppm}$ ，現儲水量約 45 萬加侖，請問下列處置何者得當?
- (A) 自硼酸槽補 $C_{EB} = 7800\text{ppm}$ 之硼酸水 5000 加侖
(B) 不用做任何處置
(C) 補清水 2 萬加侖
(D) 補清水 3 萬加侖
27. 核電廠爐心中最常見的核子反應是?
- (A) (n, α) (B) (n, β) (C) (n, γ) (D) (n, p)
28. 某放射性核種衰變產生 beta 及 gamma 射線，若產生之 beta 射線量為 100%，則其 gamma 射線量為?
- (A) 100% (B) 50%
(C) 不一定，與 gamma-ray 能量有關 (D) 以上皆非

29. PWR 一次側水中 I-131 等效劑量(I-131、I-132、I-133、I-134、I-135 各乘以係數後相加)為判斷燃料破損的參數之一，今若其他核種放射性太強，致使碘核種 peak 被掩蓋而無法直接用 MCA 分析時，採取下列何種行動最佳？
- (A) check 這些核種其他的 peak
 (B)再取樣一次
 (C)量測前以化學方法純化
 (D)先量測後，放置一段時間再測，以半衰期計算核種強度
- 30.加馬能譜計測系統測試每日校正用之射源為？
- (A) Eu-152 (B) Cs-137 (C) Sb-125 (D) Co-60
31. U235 核分裂及 D(氘)原子核融合反應，都可以釋放能量，是因為反應後？
- (A)中子的束縛能比較大 (B)每一核子的平均束縛能較大
 (C)每一核子的平均束縛能較小 (D)中子會衰變
- 32.熱中子，慢中子，快中子係以中子之_____區分？
- (A)來源 (B)產生時間 (C)能量 (D)生成時間
- 33.商用反應器均設計於「欠緩和比區」的原因是？
- (A)水溫增加時，提供正反應度回饋增加反應器安全
 (B)燃料溫度增加時，提供負反應度回饋增加反應器安全
 (C)臨界後，有正反應度加入時，提供正反應度回饋增加反應器安全
 (D)臨界後，有正反應度加入時，提供負反應度回饋增加反應器安全
- 34.在飽和狀態運轉的反應器(BWR)中，下列何者可以增加中子緩和的數量？
- (A)提高緩和劑溫度 (B)降低飼水進口溫度
 (C)降低反應爐槽壓力 (D)降低反應器再循環系統流量
- 35.下列何者是都卜勒擴張(Doppler broadening)的特徵？
- (A)當反應器冷卻水溫度增加時，在爐心用以熱化中子的緩和劑分子數會減少
 (B)當緩和劑空泡分率增加時，爐心內的中子在被吸收或散射前移動的距離會更遠
 (C)當反應器燃料溫度增加時，更寬能譜的中子將會在燃料中被捕獲
 (D)當控制棒抽出時，將露出更多的反應器燃料，而導致功率增加
- 36.下列何者減小時不會影響 K_{eff} ？
- (A)燃料濃縮度 (B)來自中子源的中子數
 (C)控制棒本領 (D)反應器處於次臨界時之停機餘裕
- 37.遲延中子能夠有效控制反應器功率變化率的是因為遲延中子？
- (A)分裂中子中的大部分都是遲延中子 (B)製造大量的快分裂
 (C)具有較長的平均壽命 (D)產生時便具有較高動能
- 38.下列何者正確地描述了在反應器啟動時次臨界增殖(Subcritical Multiplication)？
- (A)當 K_{eff} 越接近於 1 時，給定一 ΔK_{eff} ，其所造成中子位階的改變量就越小
 (B)次臨界增殖乃是在 K_{eff} 小於 1 的情況下，利用中子源來維持中子數的平衡
 (C)次臨界中子平衡的位階取決於中子源的強度，以及反應度連續加入的間隔時間
 (D)當 K_{eff} 越接近於 1 時，給定一 ΔK_{eff} ，達到中子平衡所需的時間就越少
- 39.對於一處於 250°F、次臨界狀態的反應器，下列何者會增加其至臨界之反應度餘裕？
- (A)反應器冷卻水升溫 (B) Sm-149 的衰變
 (C)增加爐心再循環流量 (D)抽出控制棒

40. 在反應爐槽冷卻時，正反應度被加入爐心當中(假設緩和劑溫度係數為負值)。部分原因是因為？
- (A) 熱中子利用因數(thermal utilization factor)下降
 (B) 熱中子利用因數增加
 (C) 共振逃逸機率(resonance escape probability)下降
 (D) 共振逃逸機率增加
41. 在核子反應器中有兩種方式可產生 Xe-135。其中之一直接來自於分裂反應，另外一種是下列何者的衰變？
- (A) Xe-136 (B) I-135 (C) Cs-135 (D) Ba-136
42. 反應器在 100% 功率下運轉兩週，在一小時期間內降低至 10% 功率。緊接著功率下降之後，爐心 Xe-135 的濃度將會_____並持續_____。
- (A) 降低；4 至 6 小時 (B) 增加；4 至 6 小時 (C) 降低；8 至 11 小時 (D) 增加；8 至 11 小時
43. 反應器在長期功率運轉後停機，下列何者正確地描述了停機後爐心內 Xe-135 反應度立即變化的原因？
- (A) 由碘-135 衰變而生之 Xe-135 的產生率顯著減小
 (B) 由分裂而生之 Xe-135 的產生率顯著減小
 (C) Xe-135 衰變至碘-135 之 Xe-135 移除率顯著減小
 (D) 被中子吸收之 Xe-135 移除率顯著減小
44. 一般 BWR 爐心， K_{eff} 對爐心壽命圖(見右圖縱軸為有效增殖因數)。 K_{eff} 從點 2 到點 3 的變化是主要原因是_____而引起的。
- (A) 燃料的燃耗 (B) 控制棒的燃耗
 (C) 可燃毒物的燃耗 (D) 分裂產物毒物的燃耗



45. 對於一具有固定週期 30 秒之反應爐，下列何種功率變化所需的時間最短？
- (A) 1% 至 6% 功率 (B) 10% 至 20% 功率 (C) 20% 至 35% 功率 (D) 40% 至 60% 功率
46. 就空泡、緩和劑溫度、都卜勒三種係數來說，對於下列那一事件，最先導致燃料溫度增加，都卜勒係數會反應而改變添加於爐心之反應度？
- (A) BWR 在功率運轉中發生控制棒掉落事件
 (B) BWR 在功率運轉中發生喪失一飼水加熱器
 (C) 主汽機在 45% 反應爐功率時跳脫
 (D) 在反應爐功率運轉中發生一安全釋壓閥開啟
47. 一 BWR 核能電廠在 50% 額定功率下運轉，此時一蒸汽管線破裂發生，而釋放出 5% 的額定蒸汽流量，爐心因壓力瞬間下降而導致空泡含量增加。反應爐的功率初始將會？
- (A) 增加，因為僅增加來自於空泡係數的正反應度
 (B) 增加，因為增加來自於空泡係數與緩和劑溫度係數的正反應度
 (C) 減小，因為僅增加來自於空泡係數的負反應度
 (D) 減小，因為增加來自於空泡係數與緩和劑溫度係數的負反應度
48. M_n = 中子的質量 = 1.008665 amu， M_H = 氫原子的質量 = 1.007825 amu (含一個質子及一個電子)， ${}_{92}\text{U}^{235}$ 質量為 = 235.0439 amu，由質能轉換 1 amu 相當於 931 Mev，試計算 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 的結合能 (Binding Energy) 約為？(百位以下四捨五入)
- (A) 1600 Mev (B) 1700 Mev (C) 1800 Mev (D) 1900 Mev

49. 根據愛因斯坦質能互換理論，一束 BWR 燃料鈾重量約為 180Kg，退出爐心時之燃耗為 50GWD/MTU，又 BWR 的發電效率約為 1/3，則(1)該束燃料約有多少質量轉換為能量？(2)該束燃料於退出爐心時共可產生多少電力？(註 1 度電力=1KWH，燃料單位 GWD/MTU 表示每噸鈾可發出 10^9 W 日的熱能。)
- (A)約 9 克，7000 萬度電 (B)約 1 克，1000 萬度電
(C)約 0.9 克，800 萬度電 (D)約 10 克，900 萬度電
50. 使用 U235、U238 為核燃料的滋生式反應爐必須維持中子在比較高能量(快滋生爐)的原因是？
- (A) U-235 的 Σ_a 較大 (B) U-235 的 η 較大 (C) U-235 的 Σ_s 較大 (D) 反應爐洩漏率較大