

CE 5 放射現象和核能

1. CE 1995, Q26

下列哪一種物質不能通過真空？

- A. β 粒子
- B. γ 射線
- C. 紅外線
- D. 微波
- E. 超聲波

2. CE 1995, Q39

下列關於 X -射線的敘述，哪些是正確的？

- (1) X -射線是由高速移動的電子組成。
- (2) X -射線可使照相軟片感光。
- (3) X -射線可用來探測收藏在行李中的武器。

- A. 只有(1)
- B. 只有(2)
- C. 只有(1)和(3)
- D. 只有(2)和(3)
- E. (1)、(2)和(3)

3. CE 1995, Q40



放射核素 W 變為核素 Z ，在過程中放出一個 α 粒子和兩個 β 粒子，如上圖所示。下列關於核素 W 、 X 、 Y 和 Z 的敘述，哪些是正確的？

- (1) W 和 Z 是同位素。
- (2) X 的原子序數最大。
- (3) Y 的質量數最大。

- A. 只有(1)
- B. 只有(3)
- C. 只有(1)和(2)
- D. 只有(2)和(3)
- E. (1)、(2)和(3)

4. CE 1995, Q45

指引：下列(41至45)題目中，每題均由兩敘述句組成。考生應先判斷該兩敘述句是否正確；若兩敘述句均屬正確，則判斷第二敘述句是否為第一敘述句的合理解釋。然後根據下表，從A至E五項中選出一個正確的答案。

<u>第一敘述句</u>	<u>第二敘述句</u>	
A. 正	正	第二敘述句是第一敘述句的合理解釋
B. 正	正	第二敘述句不是第一敘述句的合理解釋
C.	誤	
D. 誤	正	
E. 誤	誤	

α 粒子可受磁場偏轉而 γ 射線則不受磁場偏轉。
 α 粒子的速率比 γ 射線低。

5. CE 1996, Q37



在以上的核反應中，X、Y和Z分別代表什麼？

	X	Y	Z
A.	α 粒子	質子	β 粒子
B.	α 粒子	中子	β 粒子
C.	α 粒子	中子	γ 射線
D.	β 粒子	中子	γ 射線
E.	β 粒子	質子	中子

6. CE 1996, Q39

下列各項中，哪些既受電場偏轉亦受磁場偏轉？

- (1) α 粒子
- (2) β 粒子
- (3) γ 射線

- A. 只有(1)
- B. 只有(3)
- C. 只有(1)和(2)
- D. 只有(2)和(3)
- E. (1)、(2)和(3)

7. CE 1996, Q41

某放射性同位素的放射強度在一小時內降至原來的 $\frac{1}{16}$ 。求這同位素的半衰期。

- A. 3.75 分鐘
- B. 7.5 分鐘
- C. 10 分鐘
- D. 15 分鐘
- E. 20 分鐘

8. CE 1997, Q26

下列哪一項是紫外光的正確用途？

- A. 照相機自動對焦
- B. 探測鐵路軌的裂紋
- C. 搜索在山泥傾瀉中被埋的生還者
- D. 探測海床的深度
- E. 將食水消毒

9. CE 1997, Q39

下列哪一項有關 β 粒子的敘述是不正確的？

- A. β 粒子不能穿過一張紙。
- B. β 粒子受磁場偏轉。
- C. β 粒子可使照相軟片感光。
- D. β 粒子可以通過真空。
- E. β 粒子是由高速移動的電子組成。

20. CE 2000, Q41

下列哪一項不是使用放射源的安全措施？

- A. 取用放射源時須使用鑷子。
- B. 處理放射源時不可飲食。
- C. 處理放射源後須立即清洗雙手。
- D. 不可把放射源放近眼睛觀察。
- E. 使用後的放射源須儲存在木製的盒子內。

21. CE 2000, Q45

指引：在下列(42至45)題目中，每題均由兩敍述句組成。考生應先判斷該兩敍述句是否正確；若兩敍述句均正確，則判斷第二敍述句是否為第一敍述句的合理解釋；然後根據下表，從A至E五項中選出一個正確的答案。

第一敍述句	第二敍述句
A. 正確	正確
B. 正確	正確
C. 正確	錯誤
D. 錯誤	正確
E. 錯誤	錯誤

第一敍述句

第二敍述句

45. 注射進病人體內的醫療示踪物，不適宜採用 α 放射源。 α 粒子帶正電，所以受電場偏轉。

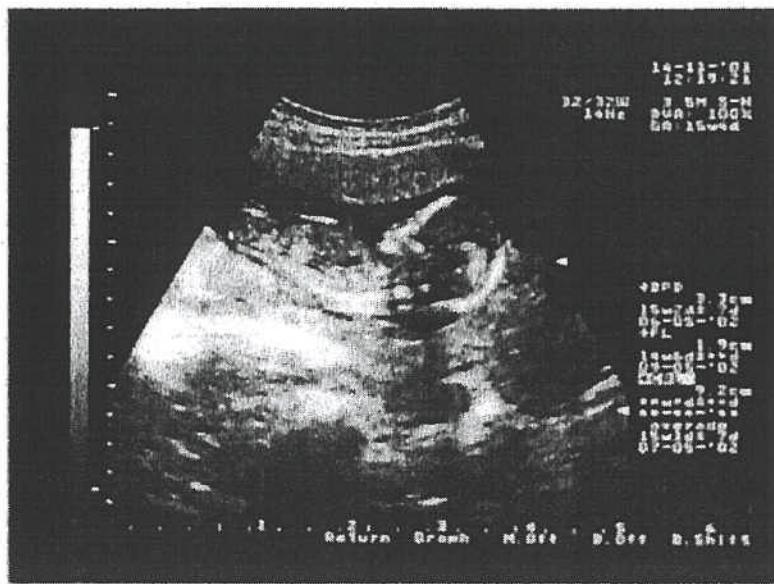
22. CE 2002, Q27

下列各項，哪些是**不適宜**過量照射紫外光燈以產生古銅色皮膚效果的原因？

- (1) 紫外光有很強的穿透能力，會損害人體組織。
- (2) 紫外光有很強的發熱能力，會損害人體組織。
- (3) 過量接觸紫外光可導致皮膚癌。

- A. 只有(2)
- B. 只有(3)
- C. 只有(1)和(2)
- D. 只有(1)和(3)

23. CE 2002, Q28



上圖顯示利用掃描器檢查胎兒時所得的圖像。這掃描過程應用哪一種波？

- A. 紅外線
- B. 微波
- C. 超聲波
- D. X-射線

24. CE 2002, Q40

放射性同位素 $^{234}_{90}\text{Th}$ 經過一系列衰變後，產生子核素 $^{206}_{82}\text{Pb}$ 。在這衰變過程中共放出了多少粒 α 粒子和 β 粒子？

	α 粒子數目	β 粒子數目
A.	6	7
B.	7	6
C.	7	8
D.	8	7

25. CE 2002, Q41

下列哪一種粒子不被磁場偏轉？

- A. α 粒子
- B. β 粒子
- C. 中子
- D. 質子

26. CE 2002, Q42

下列哪些是放射學的應用？

- (1) 測定古代遺物的年代
- (2) 殺死食物中的細菌
- (3) 長距離的訊號傳送

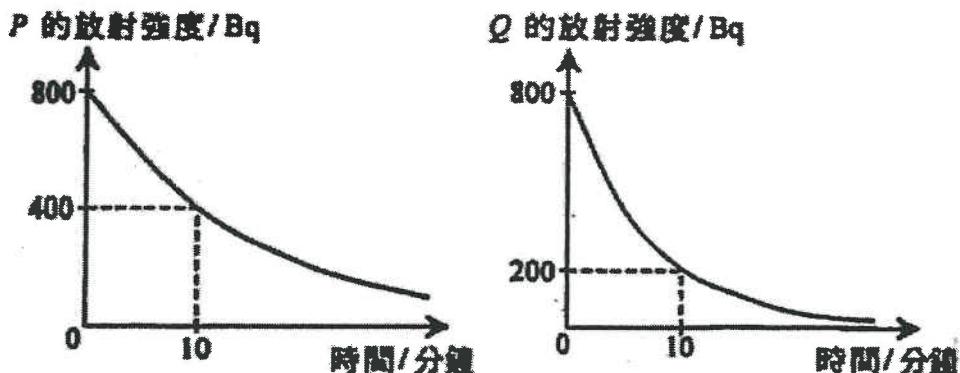
- A. 只有(2)
- B. 只有(3)
- C. 只有(1)和(2)
- D. 只有(1)和(3)

27. CE 2003, Q40

下列關於 α 粒子和 γ 射線的敘述，哪些是正確的？

- (1) 它們都會受磁場偏轉。
 - (2) α 粒子比 γ 射線的致電離能力強。
 - (3) 在放射衰變中，它們以幾乎相同的速率發射出來。
- A. 只有(1)
 - B. 只有(2)
 - C. 只有(1)和(3)
 - D. 只有(2)和(3)

28. CE 2003, Q41



上圖顯示兩種放射源 P 和 Q 的放射強度隨時間而變化的情況。求 P 和 Q 的半衰期之比。

- A. 1:1
- B. 1:2
- C. 2:1
- D. 4:1

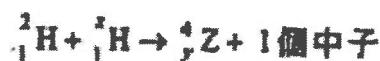
29. CE 2003, Q42

選用放射源作為注射進人體內的醫療示踪物時，須考慮以下哪些準則？

- (1) 放射源的半衰期必須是短的。
- (2) 所放的輻射必須是弱致電離能力的。
- (3) 所放的輻射不會受電場偏轉。

- A. 只有(1)和(2)
- B. 只有(1)和(3)
- C. 只有(2)和(3)
- D. (1)、(2)和(3)

30. CE 2004, Q40



求以上核反應中的 x 和 y 值。

- | | | |
|----|-----|-----|
| | x | y |
| A. | 2 | 1 |
| B. | 2 | 2 |
| C. | 3 | 1 |
| D. | 3 | 2 |

31. CE 2004, Q41

將不同的吸收體依次放在放射源和蓋革-彌勒管之間，依次均錄取三個讀數，所得數據如下：

吸收體	計數率/ s^{-1}		
-	200	205	198
紙張	197	202	206
5 mm 鋁箔	112	108	111
25 mm 鉛板	60	62	58
50 mm 鉛板	34	36	34

該放射源放出哪些輻射？

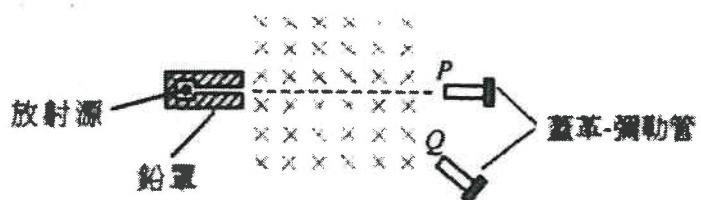
- A. 只有 β
- B. 只有 γ
- C. 只有 β 和 γ
- D. α 、 β 和 γ

32. CE 2004, Q42

為了檢測地下油管有沒有裂縫，一位工程師建議在油中置入放射源。下列放射源中，哪一種最適合？

- A. 半衰期為數小時的 γ 放射源
- B. 半衰期為數年的 γ 放射源
- C. 半衰期為數小時的 α 放射源
- D. 半衰期為數年的 α 放射源

33. CE 2005, Q24



上圖顯示將一個放射源放置在指出紙面的勻強磁場前面。如果在 P 和 Q 處錄得較高的計數率，則所測得的是什麼輻射？

	P	Q
A.	γ	α
B.	γ	β
C.	β	α
D.	β	γ

34. CE 2005, Q25

鈀核 ($^{234}_{90}\text{Th}$) 發射出一個 β 粒子而衰變成子核 X 。以下哪一個方程表示這種衰變？

- A. $^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{230}_{88}X + \beta$
- B. $^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{234}_{89}X + \beta$
- C. $^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{233}_{90}X + \beta$
- D. $^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{234}_{91}X + \beta$

35. CE 2005, Q26

以下哪一種核反應是核聚變？

- A.
$$\frac{^{235}_{92}\text{U}}{} + \text{n} \rightarrow \frac{^{144}_{56}\text{Ba}}{} + \frac{^{90}_{36}\text{Kr}}{} + 2\text{n}$$
- B.
$$\frac{^{14}_{7}\text{N}}{} + \text{n} \rightarrow \frac{^{14}_{6}\text{C}}{} + \frac{^{1}_{1}\text{H}}{}$$
- C.
$$\frac{^{2}_{1}\text{H}}{} + \frac{^{3}_{1}\text{H}}{} \rightarrow \frac{^{4}_{2}\text{He}}{} + \text{n}$$
- D.
$$\frac{^{238}_{92}\text{U}}{} \rightarrow \frac{^{234}_{90}\text{Th}}{} + \alpha$$

36. CE 2006, Q27

利用放射性同位素產生的 γ 輻射短時間照射新鮮的食物，能殺死食物中的微生物。為甚麼食用這些照射過的食物對人體無害？

- A. γ 輻射是一種電磁波。
- B. γ 輻射具有很強的穿透能力。
- C. γ 輻射不會有很強的致電離能力。
- D. γ 輻射不會使食物具有放射性。

37. CE 2006, Q42

放射性同位素 X 的半衰期是 2 日，而另一種放射性同位素 Y 的半衰期是 1 日。起初， X 有 N 個未衰變原子， Y 有 $5N$ 個未衰變原子。經過多少日以後， X 和 Y 有相同數目的未衰變原子？

- A. 3 日
- B. 4 日
- C. 6 日
- D. 8 日

38. CE 2006, Q43



上述兩個衰變系列， P 和 Y 是同位素。下列哪些核素的配對互
相是同位素？

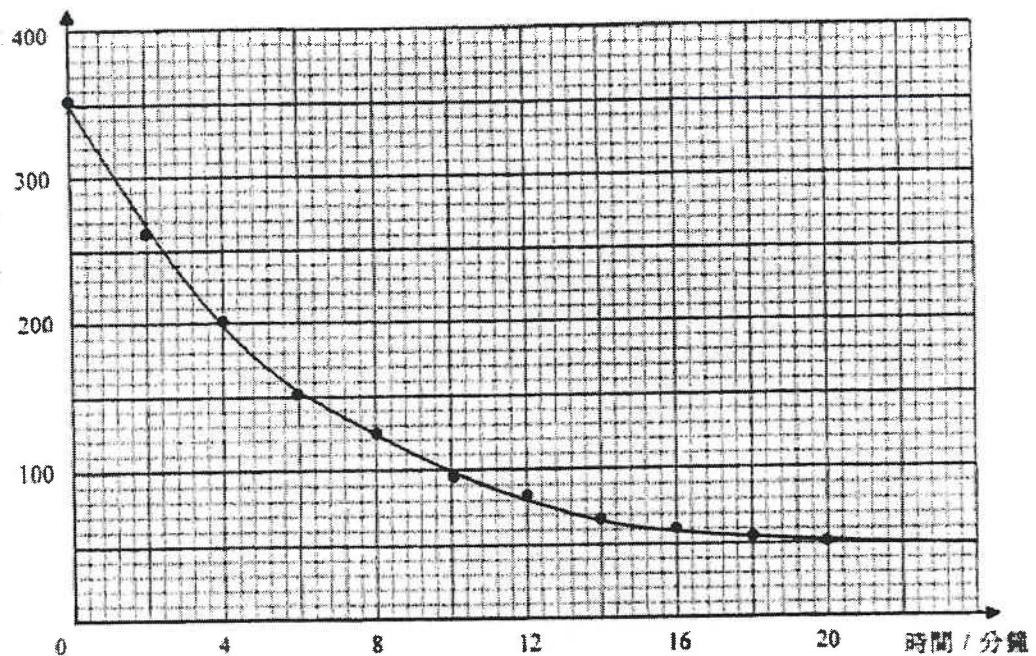
- (1) X 和 R
- (2) Y 和 S
- (3) Z 和 Q

- A. 只有 (1) 和 (2)
- B. 只有 (1) 和 (3)
- C. 只有 (2) 和 (3)
- D. (1)、(2) 和 (3)

39. CE 2007, Q24

小瑜將放射物質置於蓋革-彌勒計數器前方近處，然後進行一項實驗，以下線圖顯示計數率隨時間變化的情況。

計數率 / 每分鐘計數

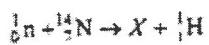


該放射性物質的半衰期是多長？

- A. 4分鐘
- B. 5分鐘
- C. 8分鐘
- D. 10分鐘

40. CE 2007, Q25

在大氣上層，由於宇宙射線的作用而產生中子，這些中子和氮核相互作用，反應如下所示：



其中元素 X 會發射出 β 粒子。反應如下所示：

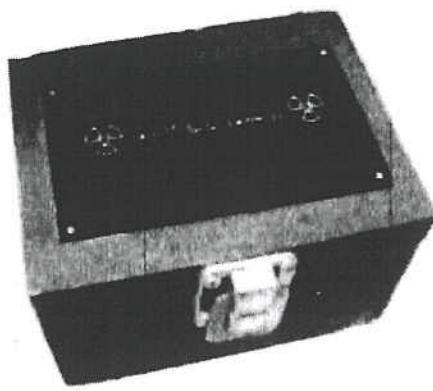


最後產物 Y 是什麼？

- A. ${}_{6}^{14}\text{C}$
- B. ${}_{6}^{12}\text{C}$
- C. ${}_{7}^{14}\text{N}$
- D. ${}_{7}^{15}\text{N}$

41. CE 2007, Q26

下圖顯示的木盒內，有一個金屬容器儲存了一些危險物質。



鑄造容器所用的是哪種金屬？所儲存的是什麼類型物質？

所用金屬	所儲存物質的類型
A. 鐵	放射性物質
B. 鐵	易燃物質
C. 鋼	放射性物質
D. 鋼	易燃物質

42. CE 2009, Q27

Q.27

在鈾-235 的核裂變中，以下哪項/哪些是持續連鎖反應必要的條件？

- (1) 每次裂變產生大量能量。
- (2) 每次裂變至少釋出一顆中子。
- (3) 每次裂變產生兩個較小的原子核。

- A. 只有 (1)
- B. 只有 (2)
- C. 只有 (1) 和 (3)
- D. 只有 (2) 和 (3)

43. CE 2011, Q22

以下哪項有關 α , β 和 γ 輻射的敘述是不正確的？

- A. 只有 γ 輻射可在真空中前進。
- B. α 輻射可被 5 mm 厚的鋁片阻停。
- C. β 粒子是高速移動的電子。
- D. γ 輻射可以使底片曝光。

44. CE 2011, Q23

一放射源置於一蓋革-彌勒管前，初始計數率為每分鐘 1050 次。已知該放射源的半衰期為 4 小時，而本底計數率為每分鐘 50 次。8 小時後，計數率(以每分鐘次數計算)最可能是多少？

- A. 50
- B. 125
- C. 250
- D. 300

45. CE 2011, Q24

一核素 $^{238}_{92}\text{U}$ 經多次 α 和 β 衰變後變成 $^{210}_{82}\text{Pb}$ ，求所發射出 β 粒子的數目。

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5

46. CE 2011, Q27

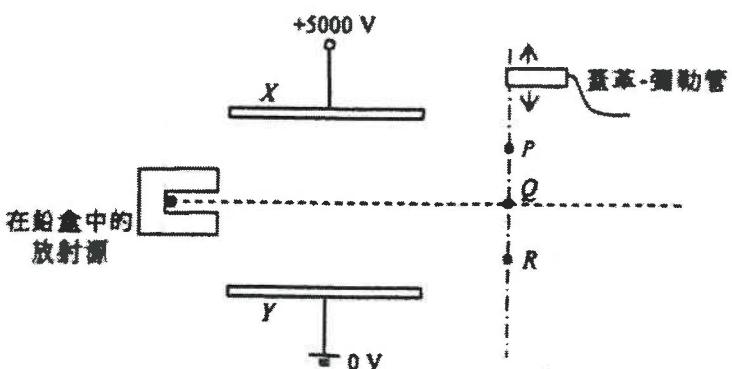
第一敘述句

27. 在產生 X 射線時， X 射線的速率取決於電子撞向重金屬靶的速率。

第二敘述句

- 當快速電子撞向重金屬靶時，會有 X 射線產生。

47. CE 2011, Q45

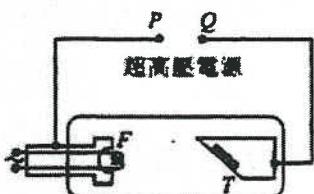


把一個放射源放在 X 和 Y 兩平行金屬板，兩金屬板連接到一電源，如上圖所示。當蓋革-彌勒管沿虛線(---)移動，計數率分別在 P 和 Q 處有顯著增加。當一指出紙面的勻強磁場施加於 X 和 Y 之間，以下哪項敘述是正確的？

- A. 在 P 處的計數率下降，在 Q 處的計數率維持不變。
- B. 在 P 和 Q 處的計數率維持不變。
- C. 在 P 處的計數率下降，在 Q 和 R 處的計數率增加。
- D. 在 P 、 Q 和 R 處的計數率相同。

DSE 5 放射現象和核能

1. DSE 2012, Q34



圖示 X-射線管的示意圖，其中燈絲 F 和金屬靶 T 接取著超高壓電源的端紐 P 和 Q 。下列哪一項敘述正確？

- A. P 是正端紐而 X-射線從 T 射出。
- B. P 是正端紐而 X-射線從 F 射出。
- C. Q 是正端紐而 X-射線從 T 射出。
- D. Q 是正端紐而 X-射線從 F 射出。

2. DSE 2012, Q35

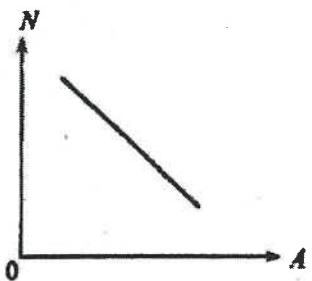
某放射性同位素 X 的半衰期為 20 小時。一個同位素 X 的樣本經過 10 小時後所剩餘同位素 X 的分數 (f) 約為多少？

- A. $\frac{1}{4} \leq f \leq \frac{1}{2}$
- B. $f = \frac{1}{2}$
- C. $\frac{3}{4} > f > \frac{1}{2}$
- D. $f > \frac{3}{4}$

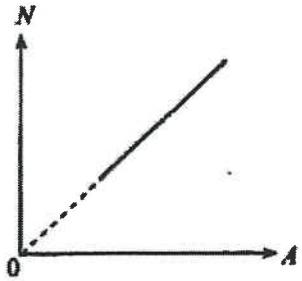
3. DSE 2012, Q36

一個元素的同位素有不同的質量數 A 和中子數 N ，下列哪一個 $N-A$ 圖表正確顯示某元素的 N 與 A 的關係？

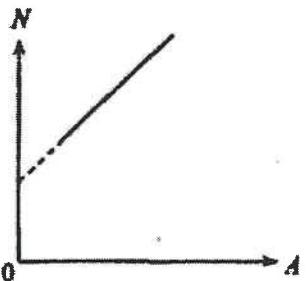
A.



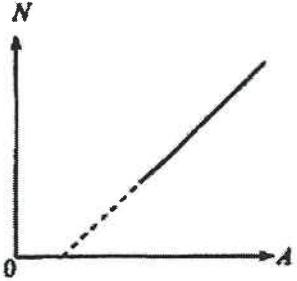
B.



C.



D.



4. DSE 2013, Q34

$^{238}_{92}\text{U}$ 通過 α - β - β - α 衰變而變成核素 X 。 X 的原子序數和質量數是多少？

	原子序數	質量數
A.	90	230
B.	90	234
C.	88	230
D.	88	234

5. DSE 2013, Q35

鉑-210是純 α -發射源而其半衰期為140日，它會衰變成穩定的鉛。一樣本最初有420 mg的純鉑-210，估算70日後所剩下鉑-210的質量。

- A. 315 mg
- B. 297 mg
- C. 210 mg
- D. 105 mg

6. DSE 2013, Q36

太陽是透過熱核聚變釋放巨大能量而同時其質量會減少，太陽放出的平均功率約為 $3.8 \times 10^{26} \text{ W}$ ，估算太陽在一秒內減少的質量。

- A. $4.2 \times 10^5 \text{ kg}$
- B. $4.2 \times 10^9 \text{ kg}$
- C. $1.3 \times 10^{15} \text{ kg}$
- D. $1.3 \times 10^{19} \text{ kg}$

7. DSE 2014, Q31

原子核 W 如下面所示衰變成原子核 Z ：



下列哪些敘述是正確的？

- (1) 原子核 X 較原子核 Y 多一顆質子。
 - (2) 原子核 W 較原子核 X 多兩顆中子。
 - (3) W 和 Z 是屬於同一元素的同位素。
- A. 只有(1)
 - B. 只有(2)
 - C. 只有(1)和(3)
 - D. 只有(2)和(3)

8. DSE 2014, Q32

在一個會產生 α 和 γ 輻射的放射源附近放置一GM計數器，所獲得計數率為每分鐘450次，而本底輻射的計數率則為每分鐘50次，把三種不同厚度的吸收物放在放射源計數器之間，所得的結果見下表。

材料	帶底的計數率 / 每分鐘次數
(空的)	450
卡紙	x
1 mm 鋁	y
2 mm 鋁	z

以下哪一組為 x 、 y 和 z 最合理的數值組合？

- | | x | y | z |
|----|-----|-----|-----|
| A. | 300 | 300 | 100 |
| B. | 300 | 100 | 50 |
| C. | 100 | 100 | 50 |
| D. | 100 | 50 | 50 |

9. DSE 2014, Q33

一個鈣原子核衰變成一個氯原子核時會發射出一個 α 粒子，過程中釋放出 4.9 MeV 的能量。一個氯原子核和一個 α 粒子的總質量比一個鈣原子核的質量

- A. 少 5.4×10^{-11} kg.
- B. 多 5.4×10^{-11} kg.
- C. 少 8.7×10^{-30} kg.
- D. 多 8.7×10^{-30} kg.

10. DSE 2015, Q31

以下哪些核反應是自發反應？

- (1) $_{11}^{24}\text{Na} \rightarrow _{12}^{24}\text{Mg} + _{-1}^0\text{e}$
- (2) $_{5}^{10}\text{B} + _{0}^1\text{n} \rightarrow _{3}^{7}\text{Li} + _{2}^{4}\text{He}$
- (3) $_{1}^{2}\text{H} + _{1}^{3}\text{H} \rightarrow _{2}^{4}\text{He} + _{0}^1\text{n}$

- A. 只有 (1)
- B. 只有 (3)
- C. 只有 (1) 和 (2)
- D. 只有 (2) 和 (3)

11. DSE 2015, Q32

核電廠的工作人員會穿著擁有膠片劑量計的衣服，以測量於一段時間內所接收到的輻射劑量。膠片劑量計不能監測到以下哪一種輻射？

- A. α -輻射
- B. β -輻射
- C. γ -輻射
- D. X-射線

12. DSE 2015, Q33

在一考古地點出土的一塊木，以碳-14年代測定法測量其年齡，所算得的已修正計數率為每分鐘 11.0 次，而從同類樹木取得的新鮮木樣本其已修正計數率則為每分鐘 15.6 次。該出土木塊的年齡約為多少？已知：碳-14 的半衰期為 5730 年。

- A. 890 年
- B. 1300 年
- C. 2000 年
- D. 2900 年

13. DSE 2016, Q32

下列哪項有關致電離輻射的敘述是正確的？

- (1) α 粒子的致電離能力遠較 β 粒子的強。
- (2) 10 cm 厚的混凝土壁可完全阻隔 γ 輻射。
- (3) 致電離輻射 α 、 β 和 γ 在電場中都會出現偏轉。

- A. 只有 (1)
- B. 只有 (1) 和 (2)
- C. 只有 (1) 和 (3)
- D. 只有 (2) 和 (3)

14. DSE 2016, Q33

兩放射性核素 X 和 Y 的半衰期分別為 3 小時和 4 小時，而初始時分別有為數 N_X 和 N_Y 未衰變的原子核。24 小時後，兩核素未衰變的原子核數目要為相等，求 $N_X:N_Y$ 。

- A. 8:1
- B. 4:3
- C. 4:1
- D. 2:1

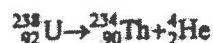
15. DSE 2017, Q32

下列哪項有關 β 粒子和 γ 射線的描述是正確的？

- A. 只有 β 粒子可以將空氣粒子電離
- B. 只有 γ 射線能穿越真空。
- C. 兩者均能以感光底片探測。
- D. 兩者均帶電荷。

16. DSE 2017, Q33

以下所示為鈾-238 ($^{238}_{92}\text{U}$) 的衰變。



已知：
 $^{238}_{92}\text{U}$ 的質量 = 238.05079 u

$^{234}_{90}\text{Th}$ 的質量 = 234.04363 u

^4_2He 的質量 = 4.00260 u

下列哪項/哪些描述正確？

- (1) 觸發衰變所需的溫度約為 10^7 K。
- (2) 一個鈾-238 原子核衰變釋出的能量為 4.25 MeV。
- (3) 衰變釋出的所有能量轉換為 ^4_2He 的動能。

- A. 只有 (1)
- B. 只有 (2)
- C. 只有 (1) 和 (3)
- D. 只有 (2) 和 (3)

5 放射現象和核能

1. CE 1995, Q7

在一學校實驗室內，蓋革計數器量度到的本底計數率為每分鐘 100 次。

(a) 現將計數器靠近一放射源 P ，所得結果如下：

時間 t / 小時	0	20	40	60	80	100	120
計數器的讀數 / 每分鐘次數	620	400	270	199	157	133	118

表(一)

- (i) 在 $t = 0$ 時，經修正後的計數率是多少？ (1分)
- (ii) 在一方格紙上繪出修正後的計數率和時間的關係線圖。
- 由此求該放射源的半衰期。 (6分)
- *(b) 為了找出 P 放出哪些輻射，在 P 和計數器之間輪流放入用不同物質造成的板，所得結果如下：

物質	計數器的讀數 / 每分鐘次數
—	620
紙板	623
5 mm 厚鋁板	98
5 mm 厚鉛板	101

表(二)

以上結果證實 P 只放出 β 輻射而沒有放出 α 和 γ 輻射。
試加以解釋。 (5分)

- (c) 另一放射源 Q 放出 α 和 γ 兩種輻射。若用 Q 重覆 (b) 中的實驗，將會得到另一組讀數如表(三)。

物質	計數器的讀數 / 每分鐘次數
—	750
紙板	x
5 mm 厚鋁板	y
5 mm 厚鉛板	z

表(三)

從下列數字中選出適當的 x 、 y 和 z 值：

0, 100, 195, 540, 750。

(註：數字可選用超過一次。)

(3分)

6.

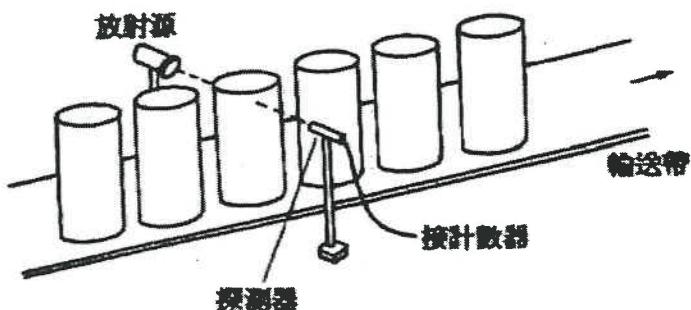


圖11

一間生產膠樽裝清潔劑的工廠使用以下方法檢定樽內所盛載清潔劑的份量：在輸送帶的兩邊分別置一放射源和一探測器，兩者所置的水平為樽內所盛清潔劑應達致的標準高度(見圖11)。

(a) 應採用哪一種放射源(α 、 β 或 γ)？

試扼要解釋為何其餘兩種放射源不適用。 (3分)

(b) 試舉出一種適用的探測器。 (1分)

*(c) 試解釋這檢定系統如何能找出不合規格的產品(即樽內所注清潔劑未達致標準高度)。 (4分)

(d) 現有兩種放射源都放出適用的輻射，半衰期分別為10分鐘及5年。

(i) 解釋何謂放射源的半衰期。 (2分)

(ii) 應採用哪一種放射源？試扼要解釋。 (3分)

(e) 試舉出工廠工人在處理放射性物質時要遵守的安全措施兩項。 (2分)

3. CE 1997, Q6

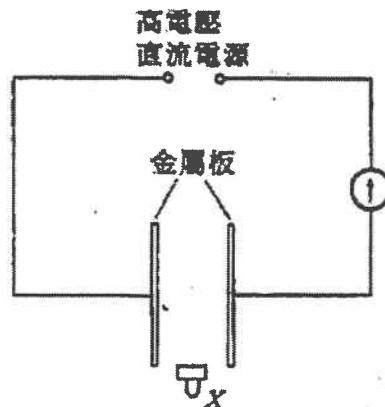


圖 8

兩金屬板連接高電壓直流電源和一檢流計，如圖 8 所示。若將一放出 α 粒子的放射源 X 置於非常接近兩金屬板的位置，檢流計顯示有電流通過電路。若將 X 稍微移離兩金屬板，檢流計的讀數迅速降至零。

- (a) 解釋為何會有電流通過電路，且祇在 X 非常接近兩金屬板時才錄得電流。
(4分)
- (b) 在放出一個 α 粒子後， $^{220}_{86}X$ 衰變為一個穩定的原子核 Y 。寫出這衰變的方程，並求 Y 的中子數。
(3分)
- (c) 若用一 β 放射源代替 X ，檢流計的讀數有什麼改變？試扼要解釋。
(2分)

- (d) 現將 X 置於非常接近兩金屬板的位置，且檢流計讀數每 30 s 記錄一次，所得結果如下：

時間/s	0	30	60	90	120	150
電流/ μA	72	48	32	22	15	10

在方格紙上繪出電流和時間的關係線圖。

由此求 X 的半衰期。(註：設放射源的放射強度和電流成正比。)

(5分)

- (e) 解釋為何 X 不適合用作示踪物。

(1分)

4. CE 1998, Q6

鈉的放射性同位素 $^{24}_{11}\text{Na}$ 衰變時放出一個 β 粒子，並產生一個穩定的鎂 (Mg) 同位素。

(a) 寫出以上衰變的方程。 (2分)

(b) 現有以下儀器：
一蓋革彌勒計數器，一張紙和一塊 5 mm 厚鋁板。

描述一實驗以證明 $^{24}_{11}\text{Na}$ 放出 β 粒子而沒有放出 α 粒子。 (5分)

(c) $^{24}_{11}\text{Na}$ 的半衰期為 15 小時。將一個放射強度為每秒 32×10^3 次的 $^{24}_{11}\text{Na}$ 溶液樣本注射入某病人血液中。45 小時後，從該病人體內抽取 6 cm^3 的血液，測得其放射強度為每秒 5 次。

(i) 45 小時後， $^{24}_{11}\text{Na}$ 經歷了多少個半衰期？ (1分)

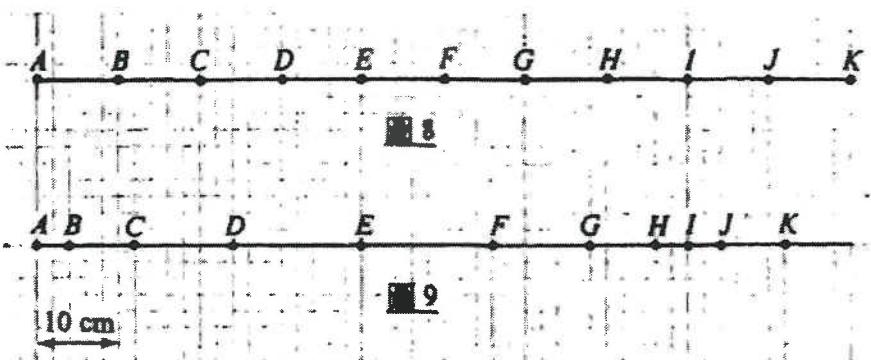
(ii) 估計病人體內血液的體積。 (3分)

(iii) 列舉兩個採用 $^{24}_{11}\text{Na}$ 為醫療示踪物的原因。 (2分)

(d) 指出放射性同位素除用作示踪物外，它們在以下每個界別的一種應用：

(i) 醫療。
(ii) 工業。 (2分)

5. CE 1998, Q7



一縱波在某介質中自左向右移動。圖8顯示介質內部分質點A至K的平衡位置，在某時間 t ，縱波經過以上質點，圖9顯示它們在這時刻的位置。

- (a) 試解釋何謂縱波？舉出一個縱波的例子。
(2分)
- (b) 在圖9各質點中，試指出一個正處於
 (i) 密部中心的質點；
 (ii) 疏部中心的質點。
(2分)
- (c) 表1顯示質點A和B在時間 t 時的位移。(註：設向右位移為正。)
 (i) 利用圖8和圖9，求其他質點的位移，並把答案填在表1上。
(2分)
- (ii) 在圖10中，繪一線圖顯示縱波上各質點於時間 t 時的位移。
(2分)
- (iii) 求該縱波的振幅和波長。
(2分)
- (iv) 若每質點完成一次振動需時0.25 s，求該縱波的速率。
(2分)

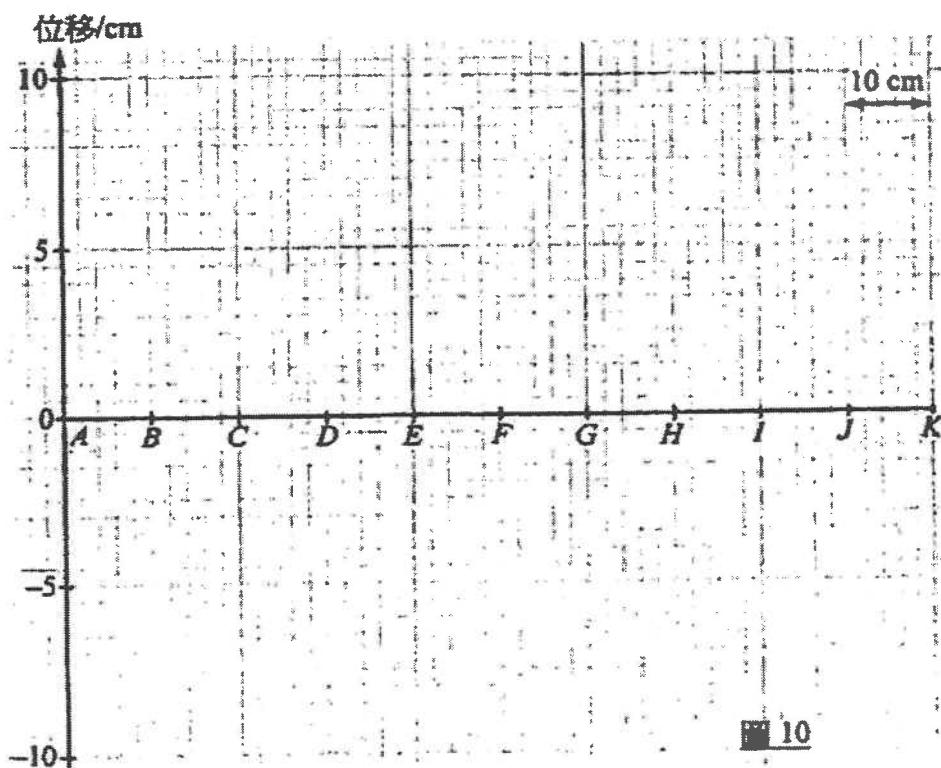
(d) 設該縱波進入另一介質，且其速率減慢。

(i) 縱波的頻率和波長有何改變？ (2分)

(ii) 寫出這種波動現象的名稱。 (1分)

質點	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
位移/cm	0	-6									

表1



6. CE 1999, Q6

為了找出某放射源放出哪些輻射，現將一個蓋革-彌勒計數器靠近該放射源，在放射源和計數器之間輪流放入不同的吸收體，每次均利用計數器錄取三個讀數，每個讀數歷時一分鐘，所得結果如下：

吸收體	計數器錄得的讀數/每分鐘次數		
	第一次讀數	第二次讀數	第三次讀數
-	700	710	693
紙板	702	703	701
1 mm 鋁板	313	320	317
5 mm 鉛板	98	101	100

表 1

計數器量度到的本底計數率為每分鐘 100 次。

- (a) 對於每一種吸收體，計數器錄得的三個讀數都不相同。

試加以解釋。

(1分)

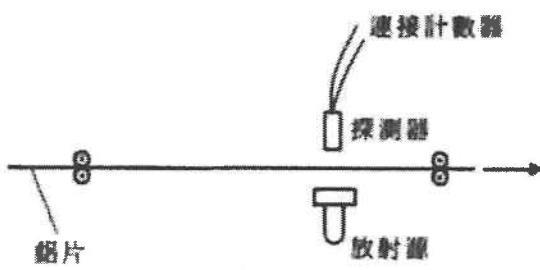
- (b) 解釋以上結果如何證實該放射源只放出 β 輻射而沒有放出 α 和 γ 輻射。

(5分)

7. CE 2000, Q11

- (a) X 、 Y 為放射性核素，半衰期分別為 12 小時和 2.6 年。兩核素衰變時均放出一粒 β 粒子，並產生穩定的子核素。
- (i) 在放出一粒 β 粒子後，核素 X 的原子序數和質量數有何改變？ (2 分)
- (ii) 有一個核素 X 樣本和一個核素 Y 樣本，經過一天後，該兩個樣本的放射強度（以秒次數每秒量度）有何改變？ (2 分)
- (iii) 評論以下說法：
有一個核素 X 的樣本，它的質量在 12 小時後會下降至約為原來的一半。 (2 分)

- (b) 某工廠生產 1 mm 厚鋁片，並利用厚度計監察鋁片的厚度（見圖 16）。該厚度計採用一個 β 放射源。



■ 16

- (i) 解釋為何該厚度計不採用 α 和 γ 放射源。 (2 分)
- (ii) 這兩個核素 X 和 Y ，哪一個較適合用作該厚度計的放射源？試加以解釋。 (2 分)
- (b) (續)
- *(iii) 若鋁片的厚度為 1 mm，該計數器錄得的正常讀數約為每秒 90 次。某一天，當該厚度計正常運作時，計數器錄得以下讀數：

時間 / s	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
錄得的讀數 / 每秒次數	90	89	91	90	90	88	66	64	90	89	89

表 3

- 試描述表 3 中讀數的變化，並加以解釋。 (5 分)

8. CE 2001, Q11

11.

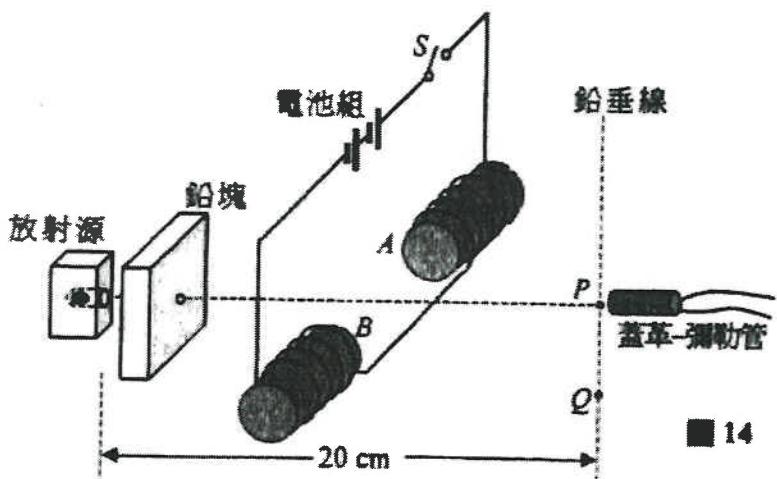
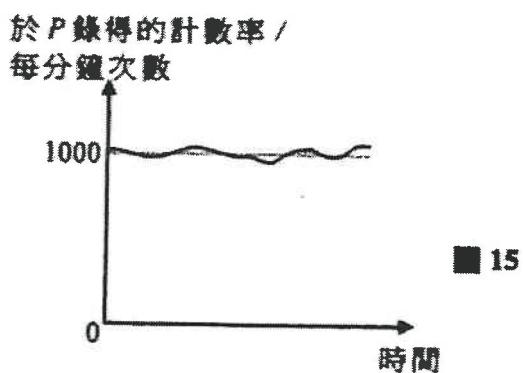


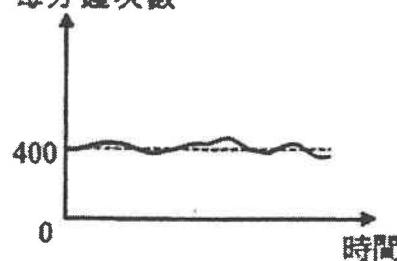
圖14所示的裝置可用來研究一放射源放出的輻射。將一枝蓋革-彌勒管置於離放射源20 cm遠的位置P，並將兩個與電池組及開關S連接的線圈A、B置於放射源和蓋革管之間。S初時是斷開的。圖15顯示蓋革管錄得的計數率和時間的關係。



- (a) 無論該放射源放出哪些輻射，圖15顯示的計數率是不會由 α 粒子引致的。試加以解釋。
(2分)
- (b) 現將開關S閉合，並將蓋革管輪流放在圖14所示的位置P和Q，圖16、17分別顯示所錄得計數率的變化。若將蓋革管放在P鉛垂上方的任何一點，它錄得的平均計數率均為每分鐘100次。

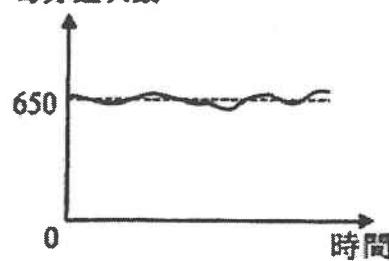
(b) (續)

於 P 錄得的計數率 /
每分鐘次數



■ 16

於 Q 錄得的計數率 /
每分鐘次數



■ 17

(i) 寫出線圈 A 和 B 之間的磁場的方向。

(1分)

(ii) 將蓋革管置於 P 鉛垂上方任何一點時，它錄得的是哪一種輻射？試加以解釋。

(3分)

*(iii) 有關放射源放出的輻射，你從圖 16 和 17 可得出什麼結論？試加以解釋。

(5分)

(iv) 解釋為何圖 16 和 17 所錄得的平均計數率之和比圖 15 所錄得的為大。

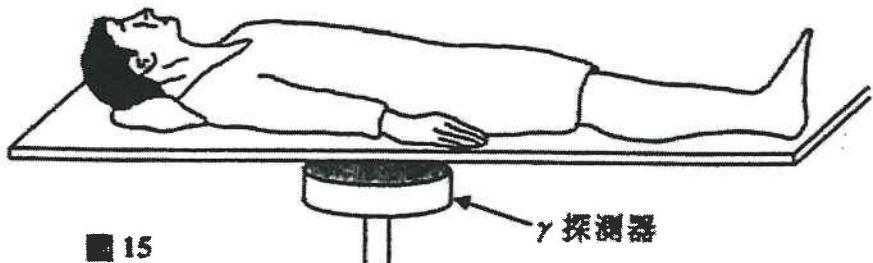
(2分)

(c) 以上實驗並不能找出該放射源有否放出 α 粒子。試建議一個可找出這答案的方法。

(2分)

9. CE 2002, Q10

10.



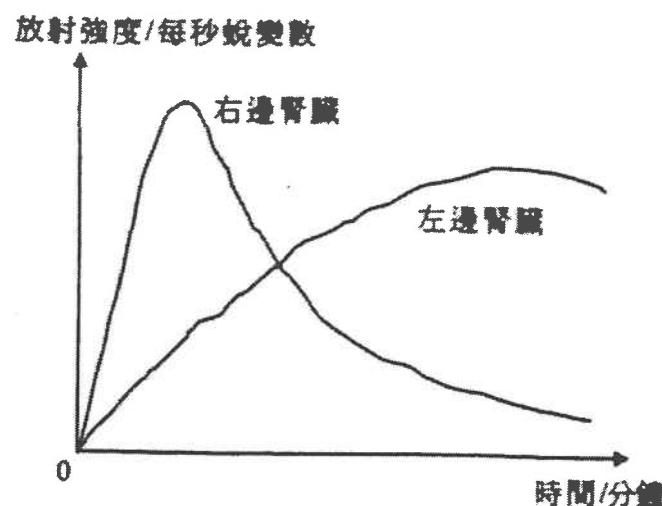
■ 15

碘-131 ($^{131}_{53}\text{I}$) 是一種放射性同位素，衰變時放出一粒 β 粒子和 γ 射線。在醫院，這種碘-131 同位素可用來檢查病人的腎臟。檢查時，將碘-131 液劑注射入病人的血液中。血液通過腎臟時，碘-131 被腎臟吸收，最後將隨著尿液排出體外。如果腎臟功能不正常，碘-131 的吸收和排泄率都會降低。一個 γ 探測器置於病人腎臟附近，用以探測來自腎臟輻射的放射強度（見圖 15）。

- (a) 用 X 表示所產生的子核，寫出碘-131 核的衰變方程。
(2分)
- (b) 解釋為甚麼碘-131 放出的 β 粒子不能到達探測器。
(1分)
- (c) 碘-131 的半衰期為 8 天。
- (i) 解釋何謂「半衰期」。
(2分)
- (ii) 為安全計，檢查中所用碘-131 液劑的放射強度不應超過每秒 1.5×10^8 次蛻變。某碘-131 液劑製成後的放射強度為每秒 6×10^9 次蛻變。這液劑於製成後多少天才適合作檢查之用？
(2分)

(c) (圖)

(iii)



■ 16

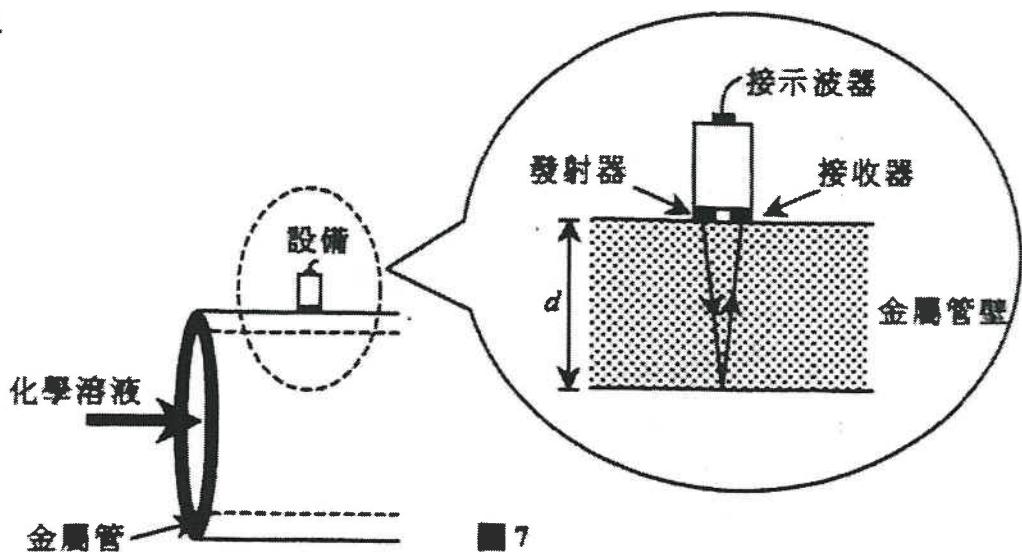
圖 16 顯示檢錄得某病人左右兩邊腎臟的放射強度隨時間的變化。你認為哪邊腎臟的功能不正常？試加以解釋。

(3分)

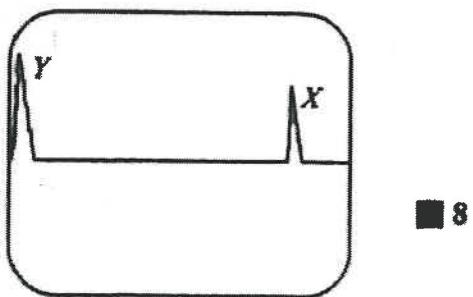
*(iv) 除碘-131 外，另一種放射性同位素鈷-99m 也用於腎臟檢查。鈷-99m 只放出 γ 射線，半衰期為 6 小時。你認為這兩種放射源哪一種較適合用作腎臟檢查？試加以解釋。

(5分)

7.



在某工廠內，一位工程師使用一套設備，藉以監察一條傳輸化學溶液的金屬管的管壁厚度。這設備內置有一個發射器和一個接收器。檢測時，將這設備放在管的表面。發射器發放頻率為 $2 \times 10^6 \text{ Hz}$ 的超聲波脈衝。這脈衝在管壁內以 $6 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$ 的速率傳播。脈衝從管壁的另一面反射回來，被接收器記錄（見圖 8）。接連這設備的示波器，可顯示發射和反射脈衝，如圖 8 所示。



(a) 求脈衝在管壁內的波長。

(2分)

(b) 在圖 8 中，哪一個是反射脈衝？試加以解釋。

(2分)

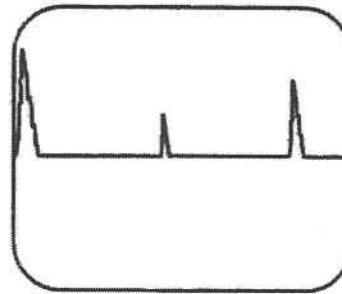
- (c) 工程師每五星期進行一次檢測，並量度脈衝在管壁內運行的總時間，結果如表 1 所示。

時間 $t/\text{星期}$	0	5	10	15	20	25
運行總時間 $/10^{-6}\text{s}$	14.5	14.0	13.3	12.8	12.2	11.5
管壁厚度 d/mm						

表 1

- (i) 證明在時間 $t=0$ 時，管壁的厚度為 43.5 mm 。
(2分)
- (ii) 在方格紙上繪畫管壁厚度 d 對時間 t 的關係線圖。 d 的範圍從 0 至 50 mm ， t 的範圍從 0 至 40 星期 。
(5分)
- (iii) 當管壁厚度降至 30 mm 時，必須把金屬管更換。利用 (c)(ii) 中的線圖，估算何時須更換金屬管。
(2分)

(d)



■9

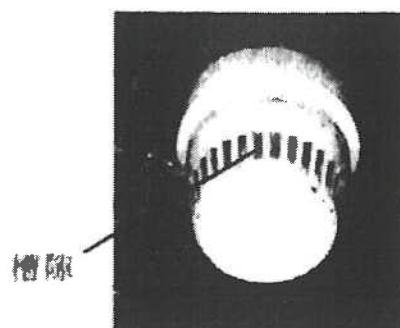
某日，示波器顯示出檢測的結果如圖 9 所示。工程師指出管壁內可能出現裂紋。試解釋工程師如何得出這樣的結論。

(2分)

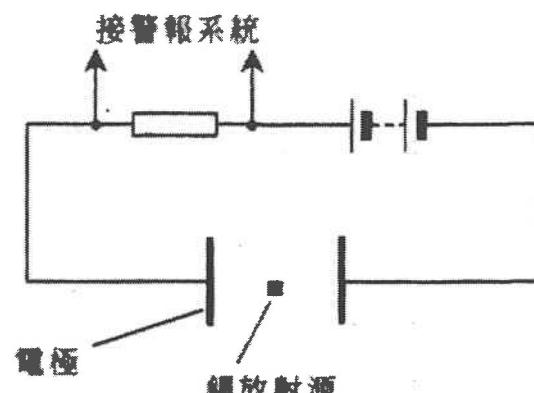
11. CE 2003, Q9

9. 1986 年 4 月，切爾諾貝爾核電站發生了災難性意外，釋出大量的放射性物質，並且散播至附近國家。在這些國家錄得的輻射水平，遠高於正常的本底計數率。
- (a) 寫出本底輻射的兩個來源。
(2分)
- (b) 試舉出該次意外中釋出的放射性物質散播至附近國家的一種方式。
(1分)
- (c) 意外中釋出的一種放射性同位素是銫-137 (Cs-137)。以下的方程顯示 Cs-137 如何產生。
- $$\frac{235}{92} \text{U} + \frac{1}{0} \text{n} \rightarrow \frac{137}{37} \text{Cs} + \frac{\gamma}{37} \text{Rb} + z \frac{1}{0} \text{n}$$
- (i) 若 $z = 4$ ，求 x 和 y 的值，並指出它們的物理意義。
(4分)
- (ii) Cs-137 的半衰期為 30 年。設有一個受 Cs-137 污染的土壤樣本，其初始放射強度為 $1.2 \times 10^6 \text{ Bq}$ (每秒蛻變數)。一位物理學家指出這污染樣本可影響環境逾 300 年。通過計算，驗證該物理學家的論斷。設一個未受污染的類似樣本的放射強度為 200 Bq 。
(3分)
- *(d) 核能發展是一個甚具爭議性的論題。你贊同核能發展嗎？列出理據支持你的觀點。
(5分)

9.



■ 14



■ 15

圖 14 顯示一個煙霧探測器，探測器內的電路如圖 15 所示。小量的放射性同位素镅-241 ($^{241}_{95}\text{Am}$)，放置在兩塊電極之間。這兩塊電極跟電池組及警報系統連接，探測器上有許多槽隙，讓空氣進出流通。

- (a) 镅-241 核衰變時放出一粒 α 粒子，蛻變成子核鈄(Np)，半衰期為 432 年。
 - (i) 寫出镅-241 核的衰變方程。 (2 分)
 - (ii) 求該子核的中子數。 (1 分)
- (b) 在正常情況下，探測器內的電路有小量電流流通。然而當有煙霧微粒進入探測器時，電流會顯著減小，從而觸發警報器鳴響。
 - *(i) 解釋為甚麼在正常情況下，兩電極之間有電流流通。 (4 分)
 - (ii) 舉出一個可能的原因以解釋為甚麼當有煙霧微粒進入探測器時，電流會減小。 (2 分)

- (c) 解釋為何煙霧探測器內適宜選用半衰期較長的放射源。
(2分)
- (d) 碳-14 (^{14}C)是一種放射性同位素，衰變時放出 β 粒子，半衰期為 5700 年。解釋這放射源是否適合在煙霧探測器內使用。
(2分)
- (e) 輻射對生物的危害引起社會大眾廣泛的關注。如果你是上述煙霧探測器的生產商，你會如何向公眾解釋，使用該探測器不會危害健康？
(2分)

13. CE 2005, Q7

7. 閱讀下列一段有關碘-131 標法的文章，然後回答隨後的問題。

放射性同位素碘-131 衰變時放出 β 和 γ 輻射。它可以用作治療甲狀腺癌。

甲狀腺癌患者先接受切除甲狀腺的手術。手術後，某些甲狀腺組織或會殘留在病人頸部，也可能隨著血液流動而帶到體內其他部分。碘-131 可以用作追蹤並去除殘留體內的甲狀腺組織。

碘-131 標法包括兩個階段。在第一階段，病人服用小劑量的碘-131 以追蹤殘留的甲狀腺組織。將探測器放在病人附近，以監察病人釋出輻射的強度。

若在第一階段探測到有殘留的甲狀腺組織，病人須接受第二階段的治療。他/她須服用大劑量的碘-131。碘被甲狀腺組織吸收，其輻射會殺死癌細胞。

病人接受第二階段治療期間，須住進特別病房。病房的門裝設金屬夾層，而牆壁也是加固的。在病房內，傢具、門、手柄和開關都蓋上塑料罩。

資料來源：*Iodine-131 Therapy*, The Ohio State University Medical Center, 2003.

- (a) 在第一階段中，為什麼探測器探測不到病人釋出的 β 輻射？
(1分)
- (b) 在第二階段中，哪一種輻射更有效地殺死癌細胞？試加以解釋。
(2分)
- (c) 指出專為病人接受第二階段治療的特別病房其中一項特徵，並說明其功用。
(2分)

14. CE 2005, Q8

8. 該實驗以測定某放射源的半衰期。她將一枝蓋革-彌勒管放到放射源前面，並得出下列數據：

時間 t / 小時	0	10	20	30	40	50	60	70
計數率 / 每分鐘次數	400	225	154	119	107	105	100	102

表 1

- (a) 在圖 11 中繪畫計數率對時間的關係線圖。

(4 分)

- (b) 估算本底計數率。

(1 分)

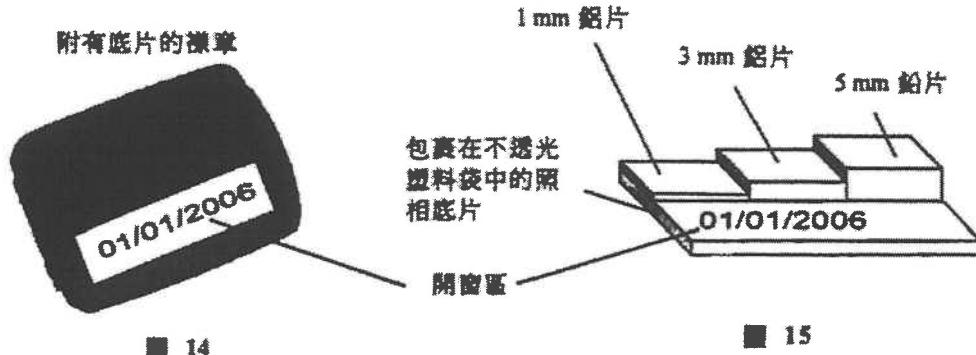
- (c) 估算於 $t=0$ 時經修正後的計數率。

由此，或用其他方法，估算放射源的半衰期。

(2 分)

15. CE 2006, Q8

8. 核電廠的工人都要佩戴附有照相底片的徽章(見圖 14)，以監測所受的輻射情況。在徽章的內部，有一個不透光的塑料袋包裹着一張照相底片，在徽章內部還有鋁片和鉛片(見圖 15)，這樣就可以區分進入的輻射的類型。



- (a) 此徽章可以檢測出哪些類型的輻射？

(1 分)

- (b) 為甚麼要用不透光的塑料袋包裹着照相底片？

(1 分)

- (c) 三名工人，俊良、卓琳和文軒的照相底片經沖曬後，表 3 顯示出他們三人的底片內不同區域中的變黑程度。

底片區域	變黑的程度 (0 - 5) (0 = 沒變黑; 5 = 變得最黑)		
	俊良	卓琳	文軒
在開窗區底下	5	5	5
在 1 mm 鋁片底下	5	3	4
在 3 mm 鋁片底下	5	1	2
在 5 mm 鋁片底下	4	0	0

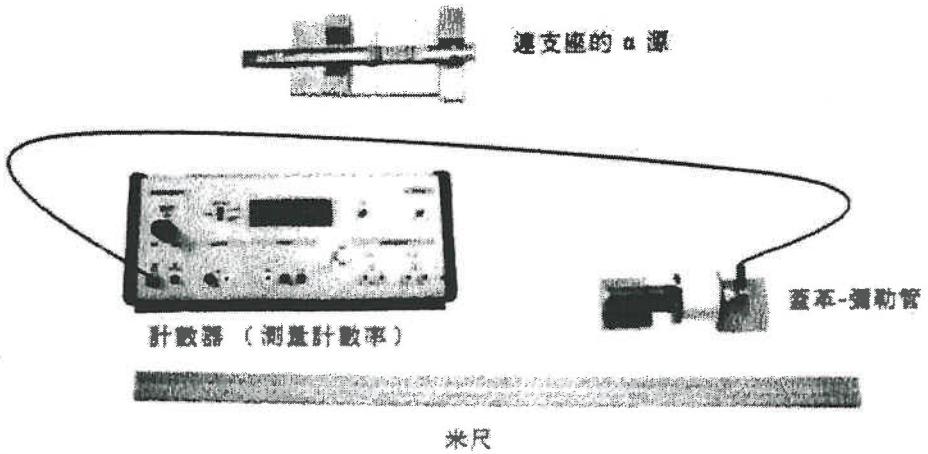
表 3

(c) (iii)

- *(i) 基於表 3 的結果，分別解釋俊良和卓琳必定受到哪些類型的輻射。
(4 分)
- (ii) 卓琳和文軒的底片錄得不同程度的變黑，說出其中一項原因。
(1 分)
- (d) 指出受到致電離輻射的一項害處。
(1 分)

16. CE 2007, Q8

- *8. 在物理課堂上，一位教師用圖 13 所示儀器量度 α 粒子在空氣中的射程。描述該實驗的步驟。



■ 13

(5 分)

17. CE 2011, Q7

7. 已知钚-238 ($^{238}_{94}\text{Pu}$) 衰變時放出一粒 α 粒子。
- (a) 以 Y 表示子核，寫出钚-238 衰變的核方程式。
(2 分)

- (b) 把一钚-238 樣本放進雪室，可看見一些徑跡。
(i) 描述所看見的徑跡。 (1 分)
- (ii) 以一紙張覆蓋樣本，便看不到徑跡，試解釋。 (2 分)
- (c) 鈈-238 可用於進行外太空任務的太空船的發熱器中。已知發熱器的功率和所載鈈-238 的放射強度成正比。新製成時，每個發熱器的功率為 2 W。若功率的最低要求是 0.25 W，一個新製成的發熱器可使用多久？

已知：鈈-238 的半衰期 = 87.7 年

(3 分)

5 放射現象和核能

1. DSE 2012, Q11

(1) 鈾-226 ($^{226}_{88}\text{Ra}$) 透過 α -衰變轉變成氡 (Ra)。

(a) 寫出衰變的核方程式。 (2分)

*(b) 已知：鈾原子核的質量 = 226.0254 u

氡原子核的質量 = 222.0176 u

α -粒子的質量 = 4.0026 u

計算衰變所釋出的能量，並以 MeV 表達。 (2分)

(c) 1 趙里 (Ci) 定義為 1 g 鈾的放射強度，在一般實驗室所使用的鈈源其放射強度約為 5 μCi ，估算該鈈源內鈈原子的數目，並據此估算這鈈源以每秒蛻變次數表達的放射強度。鈈-226 的半衰期為 1600 年，取一摩爾鈈的質量為 226 g。 $(1 \mu\text{Ci} = 1 \times 10^{-6} \text{ Ci})$ (3 分)

2. DSE 2013, Q9

9. ^{14}C 同位素具放射性，並通過發射 β -粒子進行衰變，因此碳 14 年代測定法可用以推斷一些含 ^{14}C 同位素的物體的年齡。現以碳 14 年代測定法對一塊木材樣本進行探究，樣本的放射強度為 0.2 Bq， ^{14}C 的半衰期為 5730 年。已知：1 年 = 3.16×10^7 秒

*(a) 計算 ^{14}C 的衰變常數，以 s^{-1} 為單位，據此求得木材樣本中 ^{14}C 原子核的數目。 (3 分)

假設生物於生存時通過從大氣吸收二氧化碳 (CO_2) 因而含恆定比例的碳-14，其值為 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = 1.3 \times 10^{-12}$ 。

(b) 這個木材樣本的總碳含量為 1×10^{23} 個碳原子核，估算當該樣本死去時，它原本擁有的 ^{14}C 原子核數目。 (1 分)

*(c) 利用 (a) 和 (b) 部的結果估算該樣本的年齡，並以年為單位。 (2 分)

3. DSE 2014, Q10

10. 美國太空總署 (NASA) 所設計的太空探測器「航行者 1 號」，可在太空運作超過十年，它配備了一個放射性同位素熱電發電機 (Radioisotope Thermoelectric Generator, RTG)，可將放射源衰變時釋出的能量轉換成電能。「航行者 1 號」所用的钚-238 放射源會進行 α 衰變。

(a) 鈈-238 源是密封在 RTG 的薄金屬盒內。下面相片顯示一位太空總署的員工正徒手處理 RTG，解釋為什麼該位員工這樣處理並無不妥。 (1 分)



圖 10.1

當「航行者 1 號」發射時，放射源內鈈-238 原子的數目為 3.2×10^{25} 。
已知：鈈-238 的半衰期 = 87.74 年。
取 1 年 = 3.16×10^7 秒。

- (b) *
(i) 求鈈放射源於發射時的放射強度，以 Bq 為單位。 (3 分)
(ii) 當一個鈈-238 原子衰變時會釋出 5.5 MeV 的能量。估算在發射時，放射源所提供的功率，以 kW 為單位。 (2 分)
*(iii) 「航行者 1 號」在發射 36 年後，於 2013 年 9 月剛離開了太陽系，由此可見「航行者 1 號」的 RTG 仍在運作，估算此時鈈放射源所提供的功率，表達為在發射時的功率的百分比。 (2 分)

4. DSE 2015, Q10

10. 科學家曾在一個核反應堆內試驗可控的聚變，其中的氘 (${}^2_1\text{H}$) 和氚 (${}^3_1\text{H}$) 進行以下核聚變：



已知：
一個氘核的質量 = 2.014102 u
一個氚核的質量 = 3.016049 u
一個氦核的質量 = 4.002602 u
一粒中子的質量 = 1.008665 u

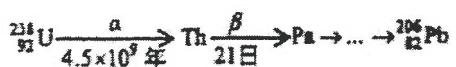
- *(a) 計算上述核聚變釋放出的能量，以 MeV 為單位。 (2 分)
(b) 要促進核聚變發生，氘核及氚核須靠近至 10^{-15} m 之內，並要大量的作功（約 0.4 MeV）才可使兩個遠離的原子核移至如此接近的距離。
(i) 解釋為何需大量的作功，並指出所作的功會轉換成哪種能量。 (2 分)

在核反應堆中，氘及氚以等離子體的狀態存在，亦即處於高溫的離子混合物。

- (ii) 解釋為何核聚變需要極高溫才能達致。 (1 分)

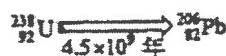
5. DSE 2016, Q9

9. 鈾-238 (U-238) 的連串衰變其中一部分顯示如下，而最終產物鉛-206 (Pb-206) 是穩定的。



- (a) 當一個 U-238 原子核衰變成一個 Pb-206 原子核時，會發射出多少個 α 粒子和 β 粒子？ (2 分)

(b) 在以上連串衰變中，首項從 U 至 Th 的衰變的半衰期遠較隨後各衰變的半衰期長，因此從 U-238 至 Pb-206 的衰變可簡化成半衰期為 4.5×10^9 年的單一衰變：



假設有一含鈾的石塊，在很久前由熔融物質凝固而成時只含 U-238 而並無 Pb-206。在石塊的某樣本中找到現時 $\frac{\text{Pb-206 原子的數目}}{\text{U-238 原子的數目}}$ 的比例為 $\frac{2}{3}$ 。

- (i) 估算石塊的年齡。假設所有的 Pb-206 原子皆源於當初在樣本中的 U-238 經歷衰變所產生，並可忽略少量已衰變但仍未變成 Pb-206 的 U-238 原子。 (2 分)
- (ii) 如果部分的 Pb-206 原子實際上已流失了，指出 (b)(i) 部的答案是高估了還是低估了石塊的年齡，並給出理由。 (2 分)
- (iii) 圖 9.1 的線圖顯示樣本中 U-238 原子的數目往後怎樣隨時間 t 變化，而 $t=0$ 代表現時。在圖 9.1 草繪一條線以顯示樣本中 Pb-206 原子的數目隨時間的變化。 (2 分)

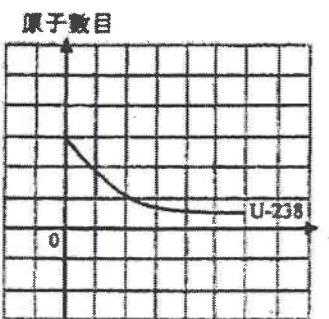


圖 9.1

6. DSE 2017, Q10

10. 塵埃會因靜電吸附在相片和菲林上。為有效清除塵埃，可使用一種特別的刷子，近刷毛處安裝了一塊鉑-210 (${}^{210}\text{Po}$) 薄片，如圖 10.1 所示。鉑-210 進行 α 衰變，其子核鈾 (Pb) 是穩定的。

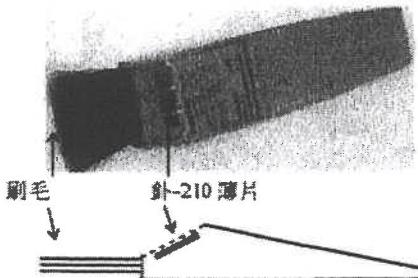


圖 10.1

- (a) 寫出鉑-210 衰變的核方程。 (2 分)
- (b) 簡單解釋 α 粒子如何有助清除帶電的塵埃。 (2 分)
- (c) 簡單解釋為什麼鉑-210 片必須裝近刷毛。 (1 分)

* (d) 製造商建議，應每年將刷子交回工廠以更換鉑-210 片。設剛更換的鉑-210 片其放射強度為 1 單位，來一年 (365 日) 後它的放射強度，已知：鉑-210 的半衰期為 138 日。 (2 分)