

2 原子世界

1. DSE 2012, Q1

依據古典物理學的觀點，盧瑟福的原子模型有什麼局限？

- (1) 這原子會不斷發出電磁輻射。
- (2) 這原子會變得不穩定而最終會坍塌。
- (3) 原子發射光譜會是連續而非分立的。

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

2. DSE 2012, Q2

下列哪些有關光譜的敘述是正確的？

- (1) 鎢絲燈所發射出的是連續光譜。
- (2) 透過一些氫氣觀看鎢絲燈可得到線狀吸收光譜。
- (3) 氫的發射光譜包含一明亮背景並有一些暗線。

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

3. DSE 2012, Q3

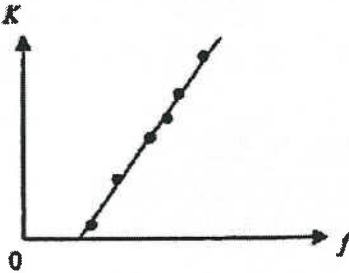
以能量為 7 eV 的光子照射光電池的陰極，發射出光電子的最大動能為 4 eV 。當能量為 4 eV 的光子照射陰極時，遏止電勢是

- A. 0 V 。
- B. 1 V 。
- C. 2 V 。
- D. 3 V 。

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

4. DSE 2012, Q4

在探究光電效應時，以不同頻率 f 的紫外線照射某金屬，並量度所發射出光電子的最大動能 K 。所示為繪得的線圖。



如以強度較高的紫外線照射同一金屬，線圖會發生什麼變化？

	線圖斜率	線圖於水平軸的截距	A	B	C	D
A.	減少	不變	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B.	增大	不變	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C.	不變	不變	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D.	不變	減少	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. DSE 2012, Q5

根據玻爾的氫原子模型，電子在第一受激態的軌道半徑與第二受激態的比例是

A.	1:2	<input type="radio"/>	A	B	C	D
B.	1: $\sqrt{2}$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C.	4:9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D.	2:3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. DSE 2012, Q6

下列哪一項的德布羅意波長最短？

- A. 一個 60 kg 的人以 0.8 m s^{-1} 步行。
- B. 一隻質量為 0.3 kg 的鳥以 20 m s^{-1} 飛行。
- C. 一個質量為 0.6 kg 的籃球以 12 m s^{-1} 移動。
- D. 一顆質量為 0.05 kg 的子彈以 800 m s^{-1} 移動。

7. DSE 2012, Q7

下列哪一性質可解釋蓮花效應？

- A. 吸水性質
- B. 斥水性質
- C. 物質的波粒二象性
- D. 高導電性

8. DSE 2012, Q8

如果將物質的大小減至成爲 10 nm 大小的粒子，以下哪些有關這些粒子的性質會跟該物質整體的有所不同？

- (1) 光學性質
- (2) 力學性質
- (3) 電學性質

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

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

9. DSE 2013, Q1

2.1 在一個 α -粒子的散射實驗中，原子內的電子對入射 α -粒子的路徑近乎沒有影響，最有可能的原因是

- A. 電子非常細小以致 α -粒子不會碰撞到電子。
- B. 電子平均分布於原子內，因此作用於 α -粒子的合力爲零。
- C. 電子和 α -粒子之間沒有電相互作用。
- D. α -粒子與電子碰撞時，其動能改變可以忽略。

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

10. DSE 2013, Q2

2.2 根據古典電磁理論，從盧瑟福原子模型可得到什麼推論？

- A. 原子是穩定的，而原子光譜爲連續譜。
- B. 原子是穩定的，而原子光譜爲線狀譜。
- C. 原子是不穩定的，而原子光譜爲連續譜。
- D. 原子是不穩定的，而原子光譜爲線狀譜。

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

11. DSE 2013, Q3

2.3 下列哪些光譜是連續的？

- (1) 燃燒鐵燭所產生的光譜
- (2) 白熾燈所產生的光譜
- (3) 氣體放電管所產生的光譜

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

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

12. DSE 2013, Q4

2.4 氫原子中的電子所處能級為 $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ ，其中 E_0 為常數而 $n = 1, 2, 3, \dots$ 。能把第一受激態的氫原子電離的光子，其最大波長是多少？(h = 普朗克常數， c = 在真空中光的速率)

- | | | | | | |
|----|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | $\frac{3hc}{4E_0}$ | A | B | C | D |
| | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| B. | $\frac{hc}{E_0}$ | | | | |
| C. | $\frac{4hc}{3E_0}$ | | | | |
| D. | $\frac{4hc}{E_0}$ | | | | |

13. DSE 2013, Q5

2.5 當一粒電子在一氫原子內從一受激態下跌至基態，是不會有下列哪一種輻射放出？

- | | | | | | |
|----|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | γ 輻射 | A | B | C | D |
| B. | 紫外輻射 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | 紅外輻射 | | | | |
| D. | 可見光 | | | | |

14. DSE 2013, Q6

2.6

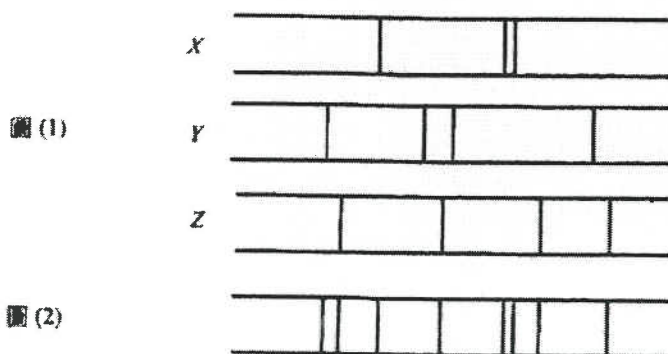


圖 (1) 顯示三種元素 X、Y 和 Z 的線狀光譜，而圖 (2) 為某種礦物的線狀光譜，根據譜線分析，哪種元素一定不會在這種礦物中找到？

- | | | | | | |
|----|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | X | A | B | C | D |
| B. | Y | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | Z | | | | |
| D. | 以上三者皆存在於礦物中。 | | | | |

15. DSE 2013, Q7

2.7 典型的透射電子顯微鏡 (TEM) 的最小可分辨長度約為 0.2 nm。如果有一種粒子與電子的電荷相同而質量大四倍，而這粒子束以相同電壓在 TEM 內加速，最小可分辨長度會變為

- | | | | | | |
|----|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A. | 0.05 nm | A | B | C | D |
| B. | 0.1 nm | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C. | 0.4 nm | | | | |
| D. | 0.8 nm | | | | |

16. DSE 2013, Q8

2.8 一個邊長 1 mm 的立方體被分割成邊長 1 nm 的納米標度立方體，其總表面面積增加了多少倍？

- A. 10^6
- B. 10^9
- C. 10^{10}
- D. 10^{12}

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

17. DSE 2014, Q1

2.1 下列哪些有關盧瑟福原子模型的敘述是正確的？

- (1) 原子的全部正電荷和幾乎其所有質量皆集中在中央的細小原子核。
- (2) 帶負電荷的電子在軌道上圍繞原子核運動。
- (3) 電子只能帶特定能量在某些軌道上運動，且在加速時不會放出輻射。

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

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

18. DSE 2014, Q2

2.2 太陽光的光譜中存在暗線。下列哪些敘述是正確的？

- (1) 暗線源於太陽大氣層中的原子吸收了某些波長的光。
- (2) 太陽大氣層中的原子吸收光後再向各方發射。
- (3) 從暗線的特性可推斷出太陽大氣層中所存在原子的類別。

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

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

19. DSE 2014, Q3

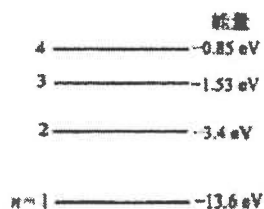
2.3 一個處基態的氫原子吸收波長為 λ 的光子，使其從量子數 $n=1$ 受激至 $n=3$ 。一個處基態的氫原子其電離能以 eV 為單位是

- A. $\frac{3hc}{2\lambda}$
- B. $\frac{2hc}{3\lambda}$
- C. $\frac{9hc}{8\lambda}$
- D. $\frac{8hc}{9\lambda}$

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

20. DSE 2014, Q4

2.4



氫原子最低的四個能級如上圖所示，下列哪項有關處基態氫原子的敘述是不正確的？

- A. 動能 10 eV 的電子與原子的碰撞是完全彈性的。
- B. 動能 12 eV 的電子與原子的碰撞可以為非彈性。
- C. 動量 12 eV 的光子可將原子激發至第一受激態。
- D. 動量 14 eV 的光子可將原子電離。

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

21. DSE 2014, Q5

2.5 當每個能量為 3.41 eV 的光子入射金屬面時，所發射出光電子的最大動能為 0.54 eV 。該金屬的臨界頻率是多少？

- A. $4.33 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- B. $9.53 \times 10^{14} \text{ Hz}$
- C. $8.23 \times 10^{14} \text{ Hz}$
- D. $6.93 \times 10^{14} \text{ Hz}$

- A
- B
- C
- D

22. DSE 2014, Q6

2.6 頻率為 f 的光束照射光電池的陰極使其發射出光電子。如果以頻率 $2f$ 而強度相同的另一光束取代，下列各項物理量會有何改變？假每一入射光子能發射出一粒光電子。

V_s : 遏止電勢
 I : 飽和光電流的量值

- | | V_s | I |
|----|-------|-----|
| A. | 增加 | 增加 |
| B. | 增加 | 減少 |
| C. | 保持不變 | 減少 |
| D. | 減少 | 增加 |

- A
- B
- C
- D

23. DSE 2014, Q7

2.7 物體 X 的德布羅意波長較物體 Y 的短。下列哪些推斷必定正確？

- (1) X 的速率高於 Y 。
- (2) X 的動量大於 Y 。
- (3) X 的動能大於 Y 。

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

- A
- B
- C
- D

24. DSE 2014, Q8

2.8 下列哪些有關納米科技的敘述是正確的？

- (1) 鍍上納米厚度氧化鈦的玻璃能自我清潔。
- (2) 碳納米管和鑽石中的碳原子空間布局相同。
- (3) 當金的大小減至納米尺度時，它的熔點跟其整體形態的會有所不同。

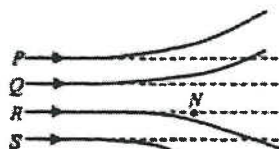
- A. 只有 (1) 和 (2)
- B. 只有 (1) 和 (3)
- C. 只有 (2) 和 (3)
- D. (1)、(2) 和 (3)

- A
- B
- C
- D

25. DSE 2015, Q1

Q.2: 多項選擇題

2.1 初始動能相同的一束 α -粒子被重原子核 N 散射。在圖中若 P 為其中一粒 α -粒子的可能路徑，路徑 Q 、 R 和 S 之中何者可以是這些 α -粒子的路徑？



- A. 只有 Q 和 R
- B. 只有 R 和 S
- C. 只有 Q
- D. 只有 S

- A
- B
- C
- D

26. DSE 2015, Q2

2.2 下列哪項提供了原子內有分立能級的實驗證據？

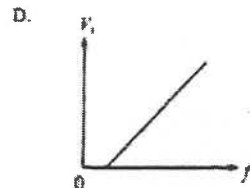
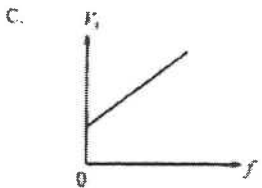
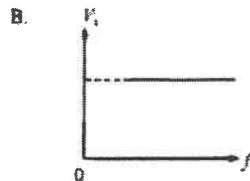
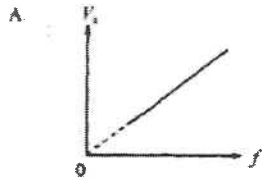
- (1) 納放電管的光譜
- (2) 鎢絲燈的光譜
- (3) 電子被晶體內的原子間距衍射

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

- A
- B
- C
- D

27. DSE 2015, Q3

2.3 在一光電實驗中使用頻率 f 的單色光照射一金屬表面，所發射出光電子的遏止電勢為 V_s 。如果改變頻率 f ， V_s 會如何跟隨 f 變化？



- A
- B
- C
- D

28. DSE 2015, Q4

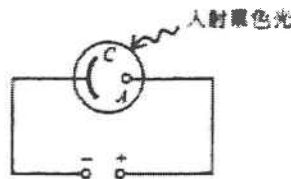
2.4 一架閱讀偵察機在地球表面上 10 km 的高度巡航。機上所配備的照相機其物鏡的孔徑為 10 cm。估算這照相機能分辨在地球表面兩個小物體的最小間距。假設兩物體均發射出波長 500 nm 的光。

- A. 0.05 m
- B. 0.061 m
- C. 0.10 m
- D. 0.122 m

- A
- B
- C
- D

29. DSE 2015, Q5

2.5



光電池如圖所示接駁了直流電源，單色光照射光電池的陰極 C 使其發射出光電子。光電子到達陽極 A 的最大動能取決於

- (1) 陰極表面由哪種金屬造成。
- (2) 直流電源的電壓。
- (3) 所用單色光的強度。

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

- A
- B
- C
- D

30. DSE 2015, Q6

2.6 北極光常可在高緯度的空中看到。當來自外太空的高能電子跟大氣上層的氧原子碰撞時，氧原子會被激發，隨後所發射出的光通常為波長 558 nm 的綠光。這些高能電子的最小速率的數量級為

- A. 10^2 m s^{-1} .
- B. 10^4 m s^{-1} .
- C. 10^6 m s^{-1} .
- D. 10^8 m s^{-1} .

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

31. DSE 2015, Q7

2.7 下列哪項可增加透射電子顯微鏡 (TEM) 的解像能力？

- (1) 增加電子槍的陽極電壓
- (2) 減小磁物鏡的孔徑
- (3) 增加投影磁透鏡和螢光屏的間距

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

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

32. DSE 2015, Q8

2.8 氧化鋅 (ZnO) 用於某些防曬霜。下列哪項敘述是正確的？

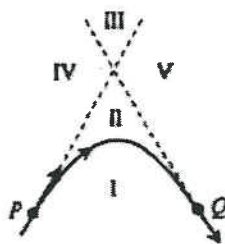
- (1) 納米大小的 ZnO 能阻隔紫外輻射，而較大的 ZnO 則不能。
- (2) 納米大小的 ZnO 相比較大的 ZnO 更能有效反射可見光。
- (3) 含有納米大小 ZnO 的防曬霜塗於皮膚上是呈透明的。

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

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

33. DSE 2016, Q1

2.1



在上圖中，實線是一 α 粒子被金原子核 (沒有在圖中顯示) 散射的軌跡。虛線是軌跡上點 P 和點 Q 的切線。兩虛線連同軌跡將平面分成五個區域 (I-V)。金原子核可處於哪一/哪些區域？

- A. I
- B. II
- C. III
- D. IV 或 V

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A | B | C | D |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

34. DSE 2016, Q2

2.2 下列哪些有關波粒二重性的敘述是正確的？

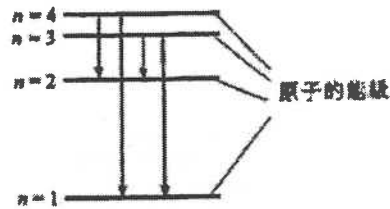
- (1) 光的干涉是光表現其波動性質的證據。
- (2) 光電效應是光表現其粒子性質的證據。
- (3) 電子被晶體衍射顯示電子表現其波動性質。

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

- A
- B
- C
- D

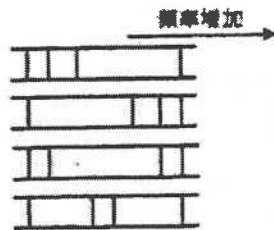
35. DSE 2016, Q3

2.3



上圖顯示一原子的四個能級大約依比例繪出。以下哪一發射光譜最能對應所示的四個電子躍遷？

- A.
- B.
- C.
- D.



- A
- B
- C
- D

36. DSE 2016, Q4

2.4 就以下氫原子能級之間的電子躍遷，哪一個所發射出電磁輻射的波長最長？

- A. $n=2$ 至 $n=1$
- B. $n=3$ 至 $n=2$
- C. $n=4$ 至 $n=2$
- D. $n=5$ 至 $n=2$

- A
- B
- C
- D

37. DSE 2016, Q5

2.5 如果一質子和一 α 粒子的德布羅意波有相同的波長，該質子與 α 粒子的動能之比是多少？

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

- A
- B
- C
- D

38. DSE 2016, Q6

2.6 在正常照明下，可被人眼（瞳孔直徑 4 mm）分辨的兩點其最小角間距的數量級為

- A. 10^{-1} rad
- B. 10^{-2} rad
- C. 10^{-3} rad
- D. 10^{-4} rad

- A
- B
- C
- D

39. DSE 2016, Q7

2.7 觀察納米大小的結構是用透射電子顯微鏡 (TEM) 而不是光學顯微鏡，這是因為電子波比可見光可以有

- A. 較短的波長，故此其衍射的程度較細。
- B. 較短的波長，故此其衍射的程度較大。
- C. 較長的波長，故此其衍射的程度較細。
- D. 較長的波長，故此其衍射的程度較大。

A B C D

40. DSE 2016, Q8

2.8 以下哪項納米科技的應用是利用了蓮花效應？

- (1) 泳衣所用的斥水性織物是以納米塗層製成。
- (2) 將親水性物料的納米塗層加於玻璃上使其能夠自我清潔。
- (3) 納米大小的氧化鋅添加於織物作為光催化劑以防污。

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

A B C D

41. DSE 2017, Q1

2.1 根據盧瑟福原子模型，下列哪些描述正確？

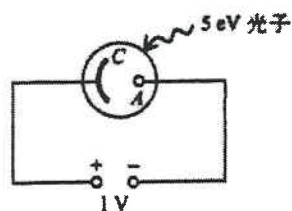
- (1) 原子的差不多所有質量皆集中在其原子核。
- (2) 原子的差不多所有電荷皆集中在其原子核。
- (3) 電子圍繞原子核運行。

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

A B C D

42. DSE 2017, Q2

2.2



圖示一個光電池與 1 V d.c. 電源連接。一單色光束照射光電池的陰極 C 使光電子射出，光束中每一光子的能量為 5 eV。若陰極 C 的功函數為 2 eV，到達陽極 A 的光電子其最高動能為多少？

- A. 2 eV
- B. 3 eV
- C. 4 eV
- D. 6 eV

A B C D

43. DSE 2017, Q3

2.3 當波長分別為 λ 和 $\frac{1}{4}\lambda$ 的單色光照射一光電池的陰極表面，遏止電勢的比例為 1:2。能使該光電池發射出光電子的單色光，其波長最長是多少？

- A. λ
- B. $\frac{4}{3}\lambda$
- C. $\frac{3}{2}\lambda$
- D. $\frac{2}{3}\lambda$

A B C D

44. DSE 2017, Q4

2.4 將來自鈉放電管的一束平行黃光射向載有鈉氣的玻璃管，當鈉氣吸收黃光後，會出現以下哪一種情況？

- A. 再見不到有黃光。
- B. 鈉氣沿入射光束的方向發射出黃光。
- C. 鈉氣向各個方向發射出黃光。
- D. 鈉氣向各個方向發射出白光。

A B C D

45. DSE 2017, Q5

2.5 將一束 8 keV 的電子射向一品體以觀測電子的繞射，一粒 8 keV 的電子其德布羅意波長為多少？

- A. 4.34×10^{-10} m
- B. 1.37×10^{-11} m
- C. 1.74×10^{-19} m
- D. 5.49×10^{-21} m

A B C D

46. DSE 2017, Q6

2.6 位於貴州省的射電望遠鏡，供觀測用的有效口徑為 300 m，它可用於觀測頻率介於 7×10^7 Hz 至 3×10^8 Hz 的電磁波，估算該望遠鏡可分辨的最小角間距。

- A. 4.07×10^{-4} rad
- B. 9.49×10^{-4} rad
- C. 1.74×10^{-2} rad
- D. 4.07×10^{-2} rad

A B C D

47. DSE 2017, Q7

2.7 植物雲絨花的葉被納米標度的細絲覆蓋，這些細絲吸收紫外輻射但反射所有可見光，下列哪些描述正確？

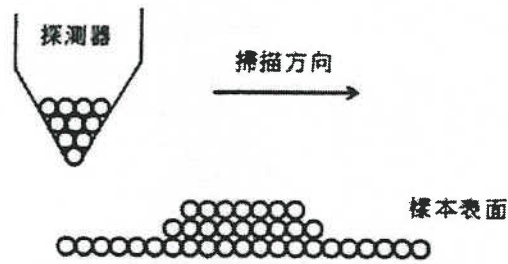
- (1) 由於細絲反射所有可見光，在陽光下觀看，葉子成白色。
- (2) 細絲不能以光學顯微鏡觀測。
- (3) 因細絲太微小，即使被人體吸收，亦對健康無害。

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

A B C D

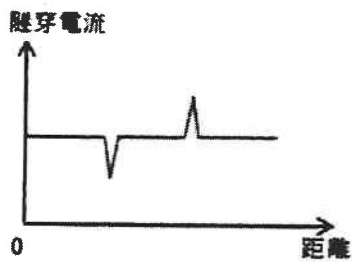
48. DSE 2017, Q8

2.8 圖示一座掃描隧穿顯微鏡 (STM) 掃描經過一個樣本表面。探測器水平地以固定高度掃描經過該樣本表面。

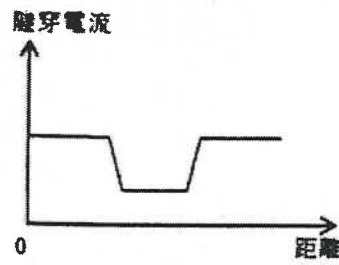


下列哪一個線圖最能表示隧穿電流隨探測器所移動距離的變化？

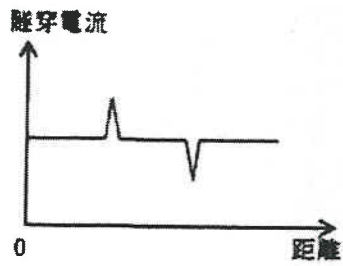
A.



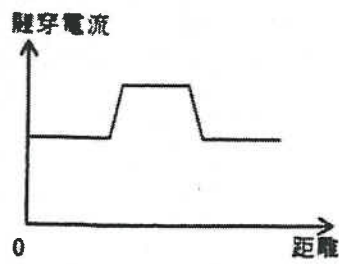
B.



C.



D.



- A B C D

37. DSE 2016, Q7

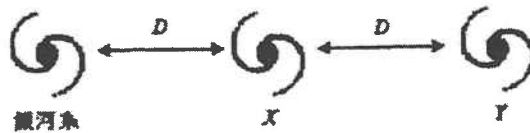
1.7 肉眼所見恆星 X 和 Y 的亮度相同。恆星 X 量度得的視差是恆星 Y 的兩倍。 $\frac{\text{恆星 } X \text{ 的光度}}{\text{恆星 } Y \text{ 的光度}}$ 之比是多少？

- A. $\frac{1}{4}$
 B. $\frac{1}{2}$
 C. 2
 D. 4

- A B C D

38. DSE 2016, Q8

1.8 三個星系如下圖所示相隔距離 D 。從銀河系觀測星系 X 的 H α 譜線出現 $\Delta\lambda$ 的紅移。



下列哪項敘述是正確的？

- (1) 從銀河系觀測星系 Y 的 H α 譜線出現的紅移大於 $\Delta\lambda$ 。
 (2) 從星系 X 觀測銀河系的 H α 譜線沒有出現紅移。
 (3) 星系 X 遠離星系 Y 的速率與星系 X 遠離銀河系的速率相同。

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

- A B C D

39. DSE 2017, Q1

1.1 一般而言，在一年之間火星在天空向東移動。在 2016 年的五月和六月觀測到火星的逆行運動。下列哪項/哪些描述正確？

- (1) 在該段時間內，火星在天空向西移動。
 (2) 可觀測到逆行運動是因為地球移動較火星快。
 (3) 托勒密地心模型不能解釋逆行運動。

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

- A B C D

40. DSE 2017, Q2

1.2 在太空站內的兩名太空人感受「失重」，太空人的質量分別為 50 kg 和 70 kg。下列哪項/哪些描述正確？

- (1) 地球沒有重力作用於該兩名太空人。
 (2) 作用於該兩名太空人的淨力相同。
 (3) 該兩名太空人有相同的加速度。

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

- A B C D

41. DSE 2017, Q3

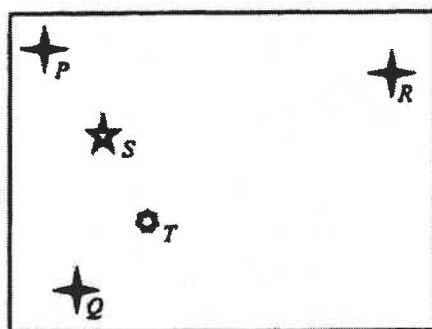
1.3 已知月球的半徑為 $0.273 R$ ，其中 R 為地球的半徑，而月球表面的重力加速度為 $\frac{1}{6}g$ ，其中 g 為地球表面的重力加速度。若 v 為在地球表面的逃逸速度，在月球表面的逃逸速度是多少？

- A. $0.046v$
- B. $0.167v$
- C. $0.213v$
- D. $0.273v$

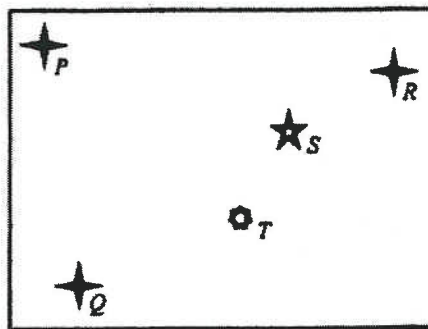
- A
- B
- C
- D

42. DSE 2017, Q4

1.4 下面顯示在某年的一月和五月所拍攝天空中相同區域的圖像。P、Q、R、S 和 T 為五顆恆星。



一月景觀



五月景觀

下列哪項/哪些描述必定正確？

- (1) 恆星 P、Q 和 R 與地球等距。
- (2) 恆星 S 的視差較恆星 T 的小。
- (3) 恆星 S 較恆星 T 接近地球。

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

- A
- B
- C
- D

43. DSE 2017, Q5

1.5 下表顯示三顆恆星的視星等和絕對星等。

恆星	視星等	絕對星等
天狼星A	-1.47	1.42
織女一	0.03	0.58
北極星A	1.98	-3.64

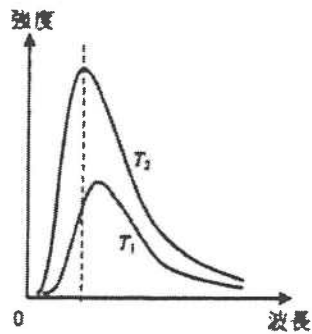
下列哪項正確？

- | | 光度最大 | 離地球最遠 | 從地球觀察最亮 |
|----|------|-------|---------|
| A. | 天狼星A | 天狼星A | 北極星A |
| B. | 天狼星A | 織女一 | 天狼星A |
| C. | 北極星A | 織女一 | 北極星A |
| D. | 北極星A | 北極星A | 天狼星A |

- A
- B
- C
- D

44. DSE 2017, Q6

1.6 圖示為一黑體於兩不同溫度 T_1 和 T_2 的輻射的光譜。



下列哪項正確？

	溫度較高	於 T_2 時的顏色	A	B	C	D
A.	T_1	顯得較紅				
B.	T_1	顯得較藍	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C.	T_2	顯得較紅				
D.	T_2	顯得較藍				

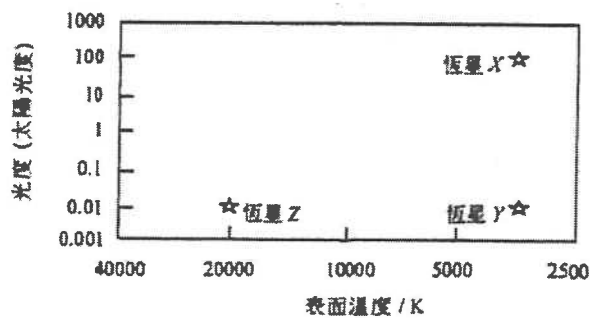
45. DSE 2017, Q7

1.7 已知太陽為一顆 G 型恆星，而船尾座 ζ 為一顆 O 型超巨星，下列哪項正確？
已知：光譜型的次序為 O B A F G K M。

	表面溫度較高	光度較大	A	B	C	D
A.	船尾座 ζ	船尾座 ζ				
B.	船尾座 ζ	太陽	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C.	太陽	船尾座 ζ				
D.	太陽	太陽				

46. DSE 2017, Q8

1.8 下圖顯示恆星 X、Y 和 Z 的資料。



下列哪項有關三顆恆星大小的比較是正確的？

A.	$X > Y > Z$	A	B	C	D
B.	$X = Y > Z$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C.	$X > Y = Z$				
D.	$Z > Y > X$				

2 原子世界

1. DSE 2012, Q2

氫原子中的電子所處能級為

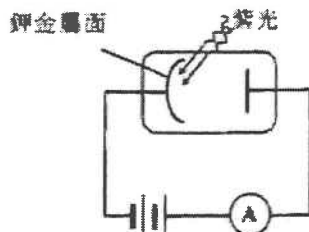
$$E = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$$

- (a) 解釋 E 為負值的物理意義。 (1分)
- (b) 說出玻爾氫原子模型兩個非「古典」的公設。 (2分)
- (c) 以波長為 102.8 nm 和 100.0 nm 的一束紫外光照射處於基態的氫氣，結果 102.8 nm 的紫外光被氫氣吸收，而 100.0 nm 的紫外光卻不受影響。
- (i) 計算波長為 102.8 nm 紫外光的光子能量，以 eV 表示，當氫原子吸收這個光子後，其量子數是多少？ (3分)
- (ii) 為什麼 100.0 nm 的紫外光通過氫氣沒有被吸收？ (1分)
- (iii) 當該粒受激的氫原子回到基態時，有多少個躍遷的可能性？指出其中哪一個躍遷會放出可見光，並加以解釋。已知：一粒可見光的光子的能量介乎 1.7 eV 至 3.2 eV。 (3分)

2. DSE 2013

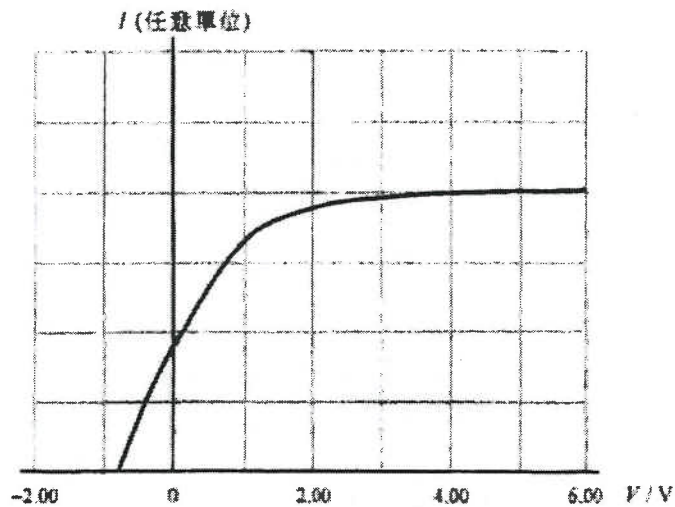
Q.2: 結構式題目

以某波長的紫光照射鉀金屬面，使金屬面發射出電子，其最大動能為 0.81 eV，鉀的功函數為 2.30 eV。



- (a) (i) 求一粒紫光光子的能量，以 eV 為單位。 (1分)
- (ii) 所發射出的電子並非全部擁有最大動能，試解釋。 (1分)
- 所用紫光的強度為 0.01 W m^{-2} 。
- (b) (i) 根據古典波動理論，原子需從光波吸收足夠能量才會發射電子，估計鉀原子最少需多少時間吸收能量才能發射電子，設一個鉀原子吸收能量的有效面積為 0.01 nm^2 ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)。 (2分)
- (ii) 解釋為何即使光的強度非常弱，在實驗中電子從金屬面發射出來時差不多沒有時間延遲。 (1分)
- (c) 如果鉀金屬面接收紫光的面積為 $4.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ，每秒有多少光子撞擊金屬面？倘若每 10 粒光子撞擊金屬面會發射出一粒電子，求最大光電流。 (3分)

(d) 下面繪圖為光電流 I 對陰極和陽極之間電勢差 V 的曲線。



抄繪繪圖至你的答題冊。如果光的強度減至原來的一半，在你所抄繪的圖上以虛線草繪相應的曲線。(2分)

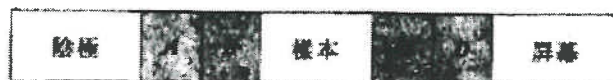
3. DSE 2014

Q2: 結構式題目

(a) 在透射電子顯微鏡 (TEM) 中，從陰極發射出的電子通過樣本以及下列四個功能部分後在屏幕上成像。

- 功能部分：(1) 磁物鏡
(2) 投影磁透鏡
(3) 聚焦磁透鏡
(4) 陽極

參照下面的 TEM 方框圖，配對圖中 A、B、C 和 D 所代表的功能部分。(2分)



- (b) (i) 當質量 m 和電荷 e 的電子以電壓 V 使其從靜止加速，證明其德布羅意波長 λ 為 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$ ，其中 h 為普朗克常數。(2分)
- (ii) 一台 TEM 的加速電壓為 10 kV，求 λ 。(2分)
- (iii) 解釋為何 TEM 的解像能力比光學顯微鏡高。(2分)
- (c) 掃描隧穿顯微鏡 (STM) 與透射電子顯微鏡 (TEM) 皆有極高的解像能力。現有一片金屬樣本需研究其內部結構，上述哪一種顯微鏡適用還是兩者皆適用？試加以說明。(2分)

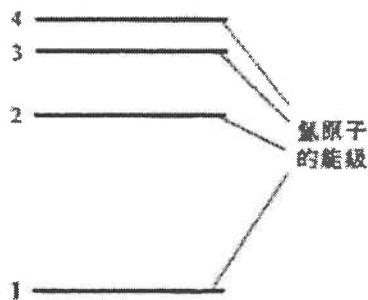
4. DSE 2015

Q.2: 結構式題目

在玻爾模型中，氫原子內的電子的能級 E_n 可由下式表達：

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} \text{ eV} \quad \text{其中 } n=1, 2, 3, \dots$$

- (a) 玻爾的構思不時被部分物理學家批評為半古典半量子，指出玻爾模型一項屬於古典方面的地方。 (1分)
- (b) 試從能量的角度說出一氫原子正處於基態在物理上的意思。 (1分)
- (c) 如果電離一個處於基態的氫原子最少需要能量 E ，以 E 和另一物理常數表示出可電離該氫原子的光子的最少動量 p 。 (2分)
- (d) 一些處於基態的氫原子被電子撞擊，每粒電子的動能為 12.9 eV。
- (i) 證明這些氫原子最高可被激發至第三受激態 (即 $n=4$)。 (2分)
- (ii) 就處於第三受激態 ($n=4$) 的氫原子而言，在其軌道上運動的電子的德布羅意波長是多少？已知：在玻爾模型的氫原子內，電子的軌道半徑 r_n 等於 $0.053 n^2$ (單位：nm)，其中 $n=1, 2, 3, \dots$ 。 (2分)
- (iii) 抄繪下面的能級圖至你的答題簿，並繪畫箭矢以表示這些受激的氫原子所有導致發射出光子的可能躍遷。 (2分)



5. DSE 2016

Q.2: 結構式題目

圖 2.1

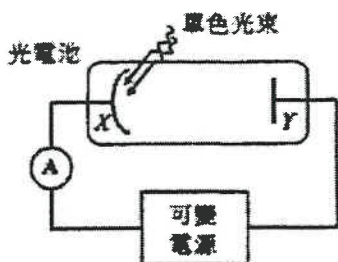
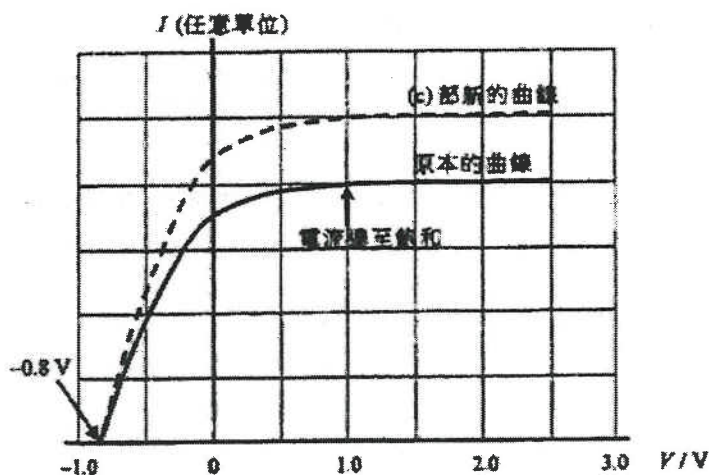


圖 2.1 的裝置可用以探究光電效應。一單色光束射往光電池的光敏陰極 X ，光束中每一光子帶 3.4 eV 的能量，調校可變電源可改變陽極 Y 與陰極 X 之間的電勢差 V 。繪圖顯示光電流 I 跟電勢差 V 的變化。

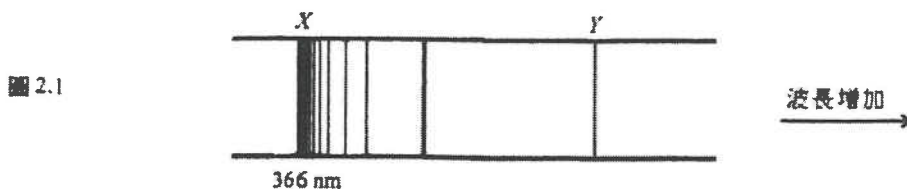


- (a) (i) V 越來數值後，光電流 I 達至飽和，解釋為何如此。 (1分)
- (ii) 據此推斷 I 剛飽和時光電子到達陽極 Y 的最大動能 (單位 eV)。 (2分)
- (b) (i) 求陰極 X 所用金屬的功函數 (單位 eV)，並計算對應這金屬的臨閾波長。 (3分)
- (ii) 據此解釋波長 576 nm 的黃光能否對陰極 X 產生光電效應。 (2分)
- (c) 如以另一光束射往同一光電池來重複實驗，所得新的曲線如圖所示 (虛線)，有關這光束的頻率和強度可得知些什麼？ (2分)

6. DSE 2017

Q.2: 結構式題目

圖 2.1 顯示氫的線狀光譜的一部分。



它包括一系列的光譜線，其波長 λ 可表達為

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

其中 R 為一常數而 $n = 3, 4, 5 \dots$ ，在該系列內沒有光譜線的波長較線 X (366 nm) 的更短，亦沒有光譜線的波長較線 Y 的更長。

- (a) 利用玻爾的氫原子模型解釋為什麼光譜線是分立的而非連續的。 (2分)
- (b) (i) 線 X 屬於電磁波譜中的哪一個範圍? (1分)
- (ii) 線 X 的一粒光子的能量是多少? 以 eV 表達答案。 (2分)
- (iii) 當一束波長與線 X 相同的輻射射向一些處於第一受激態 ($n = 2$) 的氫原子時，會出現什麼情況? 試簡單解釋。 (2分)
- (c) (i) 指出在氫原子內可以產生線 Y 的躍遷。 (1分)
- (ii) 求線 Y 的波長。 (2分)

2 原子世界

1. DSE 2012

2. (a) 負值的物理意義:

- 電子受原子「束縛」。
 - 原子核與電子之間的力為吸引力。
 - 必須做功才可將電子移往無窮遠處。
- } 任何一項

1A 1

(b) - 電子角動量為 $\frac{h}{2\pi}$ 的整數倍，即量子化。

- 電子處於某些穩定的軌道而沒有發出任何輻射。
 - 電子只在分立的軌道上/原子的總能量是量化的/能級是分立的
 - 當電子從某能級躍遷至其他能級時，原子只能發射或吸收光子形式的輻射
- } 任何兩項

2A 2

(c) (i) 能量 = hf

$$= \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{102.8 \times 10^{-9}} = 1.93 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$= 1.93 \times 10^{-18} / (1.60 \times 10^{-19}) = 12.09 \text{ (eV)}$$

1A

$$\Delta E = 12.09 \text{ eV} = -\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{1^2}\right) 13.6 \text{ eV}$$

1M

$$n^2 = \frac{1}{1 - \frac{12.09}{13.6}}$$

$$n^2 = 9.007 \Rightarrow n = 3$$

1A 3

(ii) 100.0 nm 紫外光的能量並不適合氫的基態與其他能級的能差。

1A 1

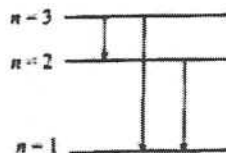
(iii) 共有三個躍遷的可能性。
氫原子處於 $n=3$ 的受激態。

1A

$$E_3 = -\frac{13.6}{3^2} \text{ eV} = -1.51 \text{ eV}$$

$$E_2 = -\frac{13.6}{2^2} \text{ eV} = -3.40 \text{ eV}$$

$$E_1 = -\frac{13.6}{1^2} \text{ eV} = -13.60 \text{ eV}$$



$$3 \text{ 至 } 1 \quad \Delta E = 12.09 \text{ eV } (= -1.51 - (-13.6))$$

1M

$$3 \text{ 至 } 2 \quad \Delta E = 1.89 \text{ eV } (= -1.51 - (-3.40))$$

$$2 \text{ 至 } 1 \quad \Delta E = 10.2 \text{ eV } (= -3.40 - (-13.6))$$

從 3 至 2 的躍遷會放出可見光，這由於 1.89 eV 介乎相應範圍內。

1A 2

2. DSE 2013

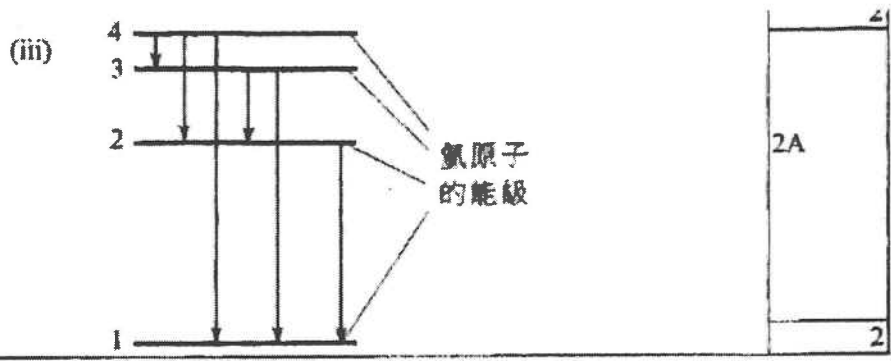
		分數
2. (a) (i)	$E = hf = \text{功函數} + KE_{\text{max}} (\text{最大動能})$ $= 2.30 \text{ eV} + 0.81 \text{ eV} = 3.11 \text{ (eV)}$	1A 1
(ii)	只有金屬表面的傳導 / 自由電子才擁有最大動能。 或 金屬的功函數只是射出一粒電子所需的最小能量。 或 金屬內的傳導 / 自由電子各自有不同的能量。 或 能量較少的電子受原子核束縛，需要更多能量才能擺脫原子核的吸引而自由運動。 或 一些電子不在金屬的表面，故它們不會擁有最大動能。	1A 1
(b) (i)	原子吸收的能量 = 功函數 $(0.01 \text{ W m}^{-2}) \times (0.01 \times (10^{-3})^2 \text{ m}^2) \times t \text{ s} = 2.30 \times (1.60 \times 10^{-19}) \text{ J}$ $t = 3680 \text{ s} = 61.3 \text{ 分鐘}$	1M 1A 2
(ii)	如果單一光子有足夠能量把電子轟出，則電子只在一次的碰撞便會獲得足夠的能量。 或 這是一對一的過程 / 若一粒電子接受了一粒能量較金屬功函數大的光子，則電子可立即發射出來。	1A 1
(c)	$(0.01 \text{ W m}^{-2}) \times (4.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2) = [3.11 \times (1.60 \times 10^{-19}) \text{ J}]$ $= 8.04 \times 10^{12} (\text{每秒的光子數目})$ $(8.04 \times 10^{12}) \times 0.1 \times (1.60 \times 10^{-19}) \text{ A}$ $= 1.29 \times 10^{-7} \text{ A} = 0.13 \mu\text{A}$	1A 1M 1A 2
(d)	<p style="text-align: center;">I (任意單位)</p> <p style="text-align: center;">-2.00 0 2.00 4.00 V / V</p>	2A 2

3. DSE 2014

2. (a)	A - (4): 陽極 B - (3): 聚光磁透鏡 C - (1): 磁物鏡 D - (2): 投影磁透鏡	2A	
		2	
(b) (i)	動能 = 電子獲得的能量 $\frac{1}{2}mv^2 = eV$ $(mv)^2 = 2meV$ $p = mv = \sqrt{2meV}$ $\therefore \lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$	1M 1M	
		2	
(ii)	$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$ $= \frac{6.63 \times 10^{-34}}{\sqrt{2(9.11 \times 10^{-31})(1.60 \times 10^{-19})(10 \times 10^3)}}$ $\lambda = 1.2279 \times 10^{-11} \text{ m } (= 0.012 \text{ nm})$	1M 1A	$1.20 \times 10^{-11} - 1.23 \times 10^{-11} \text{ m}$
		2	
(iii)	由於電子束的波長 ($\sim 10^{-11} \text{ m}$) 較可見光的波長 ($\sim 10^{-7} \text{ m}$) 小 / 短。 顯微鏡採用的波長較短(衍射較少)則其解像能力 $\theta = \frac{1.22\lambda}{d}$ 較大。	1A 1A	
		2	
(c)	透射電子顯微鏡 (TEM)。 掃描隧穿顯微鏡 (STM) 只能展示樣本的表面結構。	1A 1A	
		2	

4. DSE 2015

2. (a) - 電子被認為是以特定軌道/圓周運動圍繞着原子核旋轉的粒子，或 - 向心力由庫倫力提供，或 - 電子的運動遵從牛頓運動定律	1A
	1
(b) 最低能級 或 最穩定態	1A
	1
(c) $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{1}{c}$ $p = \frac{E}{c}$	1M 1A
	2
(d) (i) $E_4 = -\frac{13.6}{4^2} = -0.85 \text{ eV},$ $\Delta E_{1 \rightarrow 4} = E_4 - E_1 = -0.85 - (-13.6) = 12.75 \text{ eV}$ $E_3 = -\frac{13.6}{3^2} = -0.544 \text{ eV},$ $\Delta E_{1 \rightarrow 3} = E_3 - E_1 = -0.544 - (-13.6) = 13.056 \text{ eV}$ $12.75 \text{ eV} < 12.9 \text{ eV} < 13.06 \text{ eV}, \text{ 所以最多只能達第三受激態 } (n=4).$	1M 1A
$\text{或 } \Delta E = E_n - E_1 = -13.6 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{1^2} \right) = 12.9 \text{ eV}$ $n = 4.41 \text{ 而由於 } n \text{ 為整數，因此取 } n = 4 \text{ (第三受激態).}$	1M 1A
	2
(ii) $mvr_n = \frac{nh}{2\pi} \Rightarrow 2\pi r_n = \frac{nh}{mv} = n\lambda \text{ (由公設得知)}$ $\text{當 } n = 4, 2\pi(0.053)(4^2) = 4\lambda$ $\text{所以 } \lambda = 1.33 \text{ nm}$	1M 1A
$\text{或 } r = (0.053)^2 4^2 \text{ nm} = 0.848 \text{ nm} = 8.48 \times 10^{-10} \text{ m}$ $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r} \cdot \frac{1}{m} = 9 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{8.48 \times 10^{-10}} \cdot \frac{1}{9.11 \times 10^{-31}}$ $\Rightarrow v = 5.46 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$ $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{(9.11 \times 10^{-31})(5.46 \times 10^5)} = 1.33 \times 10^{-9} \text{ m} = 1.33 \text{ nm}$	1M 1A
	2



5. DSE 2016

2. (a) (i)	所有(由X)發射出的光電子都能到達Y。	1A
	或所發射出光電子的最大數目受光強度所限， 或每秒鐘產生的光電子數目是有限的。	1A 1A
		1
(ii)	到達陽極Y的最大動能 = $(0.8 + 1.0) \text{ eV}$ = 1.8 (eV)	1M 1A
		2
(b) (i)	$3.4 = \phi + 0.8 \Rightarrow \phi = 2.6 \text{ (eV)}$	1A
	$\frac{hc}{\lambda} = \phi \Rightarrow \lambda = \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3.0 \times 10^8)}{(2.6)(1.60 \times 10^{-19})}$	1M
	$\lambda = 4.78125 \times 10^{-7} \text{ m} = 478 \text{ nm}$	1A
		3
(ii)	不能，因 $\lambda_{\text{yellow}} = 576 \text{ nm} (\approx 2.16 \text{ eV}) > 478 \text{ nm} (\approx 2.6 \text{ eV})$ 或臨閾值。	1A 1M
	或 $f_{\text{yellow}} \approx 5.20833 \times 10^{14} \text{ Hz} < f = 6.27451 \times 10^{14} \text{ Hz}$	1M
	或 $E_{\text{yellow}} = 3.45312 \times 10^{-19} \text{ J} < E = 4.16000 \times 10^{-19} \text{ J}$	1M
		2
(c)	這光束的強度更強，但 具原本光束的相同頻率。	1A 1A
		2

6. DSE 2017

<p>2. (a) 當原子從較高能級躍遷到低能級，便會發出光子(其能量相等於該兩能級的能量差)。 由於能級皆為量子化，因此所發射光子的能量(以及由此的波長)只能為分立的數值。</p>	<p>1A 1A 2</p>
<p>(b) (i) 線 X 屬於紫外線範圍。</p>	<p>1A 1</p>
<p>(ii) 能量 = $\frac{hc}{\lambda e}$ $= \frac{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{(366 \times 10^{-9})(1.60 \times 10^{-19})}$ $= 3.40 \text{ eV}$</p>	<p>1M 1A 2</p>
<p>(iii) 輻射會被吸收， 而氫原子電離。</p>	<p>1A 1A 2</p>
<p>(c) (i) 從 $n = 3$ 到 $n = 2$ 的躍遷。 (即從第二到第一受激態)</p>	<p>1A 1</p>
<p>(ii) 由線 X 可得 $\frac{1}{366} = R\left(\frac{1}{2^2} - 0\right)$ $R = 0.0109 \text{ (nm}^{-1}\text{)} \text{ (或 } 1.09 \times 10^7 \text{ m}^{-1}\text{)}$ 對線 Y， $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$ $\lambda = 658.8 \text{ nm}$</p>	<p>1M 1A</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>另解：</p> $R = \frac{13.6 \text{ eV}}{hc}$ $= \frac{13.6 \times (1.6 \times 10^{-19})}{(6.63 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}$ $= 1.094 \times 10^7 \text{ (m}^{-1}\text{)}$ $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$ $\lambda = 6.58 \times 10^{-7} \text{ m}$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> $E = E_2 - E_1$ $h \frac{c}{\lambda} = 13.6 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \text{ eV}$ $= 13.6 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \times 1.6 \times 10^{-19}$ $\lambda = 6.58 \times 10^{-7} \text{ m}$ </div>	<p>1M 1A 2</p>