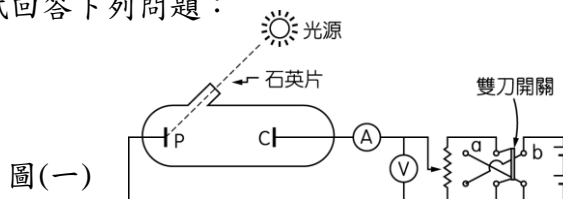


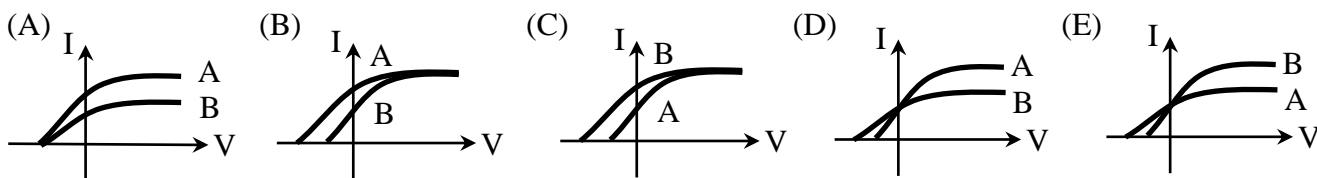
如計算需要：電子電量 $e=1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ；普朗克常數 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ ；庫倫常數 $k=9 \times 10^9 \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ ；
真空中的光速 $c=3 \times 10^8 \text{m/s}$ ； $hc=12400 \text{eV}\cdot\text{\AA}$

一、單一選擇題：(每題 4 分，共 60 分；答錯不倒扣)

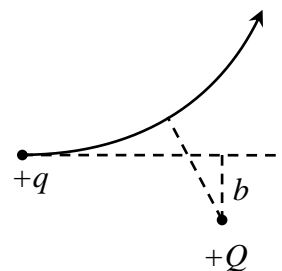
題組 1~4：小明以波長為 2000\AA 強度為 $30 \text{mW}/\text{cm}^2$ 的單色光照射在面積 10cm^2 的銅金屬片上產生光電效應，實驗裝置如圖(一)。已知銅的功函數為 4.7eV ，試回答下列問題：



- 本實驗產生的光電子最大動能為多少 eV？
(A)1.5 (B)2.2 (C)3.5 (D)3.7 (E)6.2。
- 假設每一光子皆可打出一顆光電子，且產生的光電子都可全部收集，則產生的光電流約為多少 mA？
(A)15 (B)48 (C)62 (D)186 (E)300。
- 小明以同樣的入射光持續照在半徑 10cm 的絕緣銅球上，則該球因光電效應而帶的最大電量及電性為何？
(A) $+6.9 \times 10^{-11} \text{C}$ (B) $-6.9 \times 10^{-11} \text{C}$ (C) $+4.5 \times 10^{-11} \text{C}$ (D) $+1.7 \times 10^{-11} \text{C}$ (E) $-1.7 \times 10^{-11} \text{C}$ 。
- 小明以相同強度的單色光 A 和 B，分別照射在相同的銅金屬片表面產生光電效應，已知波長 $B > A$ ，若每一光子皆可打出一顆光電子，則使用單色光 A 與 B 產生的光電效應其電流 I 與電壓 V 的關係圖最可能為下列何者？



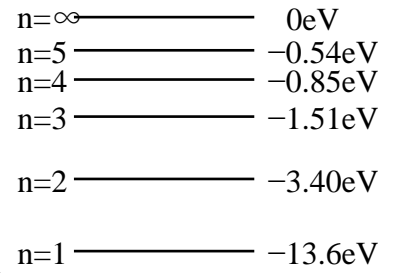
題組 5~6：拉塞福的 α 粒子散射實驗中，質量 m 、帶電量 $+q$ 的 α 粒子自無窮遠處以初速 v 、撞擊參數 b 射向帶電量 $+Q$ 的金原子核，金原子核可視為固定不動，如圖(二)。當 α 粒子與金原子核最接近時速率變為 $v/3$ ，則



- α 粒子與金原子核最接近時， α 粒子相對於金原子核的角動量量值為何？
(A) $\frac{1}{9} bmv$ (B) $\frac{1}{3} bmv$ (C) bmv (D) $3bmv$ (E) $9bmv$ 。
- α 粒子與金原子核的最近距離為何？

- $\frac{kQq}{9mv^2}$ (B) $\frac{9kQq}{4mv^2}$ (C) $\frac{3kQq}{mv^2}$ (D) $\frac{mv^2}{3kQq}$ (E) $\frac{mv^2}{9kQq}$ 。

題組 7~11：依據波耳的氫原子模型，電子繞著原子核做圓周運動，庫侖力提供向心力。圖(三)為氫原子光譜的能階示意圖。試回答下列問題



7. 氫原子的電子在第二受激態($n=3$)時角動量量值為何?

- (A) $\frac{h}{6\pi}$ (B) $\frac{h}{2\pi}$ (C) $\frac{3h}{2\pi}$ (D) $\frac{9h}{2\pi}$ (E) $\frac{2h}{3\pi}$ 。

8. 氫原子的電子在第二受激態時能吸收的電磁波波長最大值約為多少Å?

- (A)1026 (B)6561 (C)8212 (D)14588 (E)18788。

圖(三)

9. 氫原子光譜中，來曼系列光譜線之最短波長和巴耳末系列光譜線之最長波長比為何?

- (A)1:3 (B)1:4 (C)4:9 (D)5:27 (E)5:36。

10. 若以動能為 12.60eV 的電子激發處於基態的氫原子，則氫原子最多可被激發至第幾受激態?

- (A)一 (B)二 (C)三 (D)四 (E)無法激發。

11. 若氫原子在基態時的軌道半徑為 r ，當電子躍遷至第二受激態時，電子的物質波波長應為?

- (A) $\frac{r}{3}$ (B) $\frac{2r}{3}$ (C) $\frac{\pi r}{3}$ (D) $\frac{2\pi r}{3}$ (E) $6\pi r$ 。

題組 12~13：一質量為 m 的靜止原子因能階躍遷而放出一能量為 E 的光子，此原子因而反彈。已知光速為 c ，普朗克常數為 h ，則

12. 此光子的動量量值為何?

- (A) $\frac{E}{c}$ (B) mc (C) $\sqrt{2mE}$ (D) $\frac{E^2}{2m}$ (E) $\frac{mc^2}{E}$ 。

13. 反彈原子的動能為何?

- (A) E (B) $\frac{E^2}{hc}$ (C) $\frac{h}{\sqrt{2mE}}$ (D) $\frac{E^2}{2mc^2}$ (E) $\frac{2mh}{E^2}$ 。

14. 一質子質量為 m 、帶電量為 $+e$ ，在均勻不隨時間變化的磁場 B 中，垂直於磁場而運動。小明認為若此質子的物質波在軌道上形成駐波，則此質子在運動過程中不會輻射出電磁波，可以保持在穩定的軌道上運動，則根據上述說法，該質子可維持穩定運動的動能最小值為何?

- (A) $\frac{heB}{4\pi m}$ (B) $\frac{heB}{2\pi m}$ (C) $\frac{heB}{\pi m}$ (D) $\frac{2heB}{\pi m}$ (E) $\frac{4heB}{\pi m}$ 。

15. 當原子核發生 β 衰變時，必定伴生一個反微中子。一釷原子核 $^{218}_{84}\text{Po}$ 經過一系列 α 衰變和 β 衰變最後變成穩定的鉛原子核 $^{206}_{82}\text{Pb}$ ，整個核衰變過程會釋放出幾個反微中子?

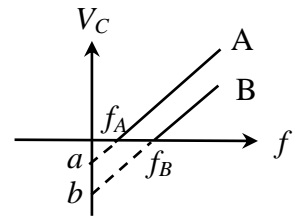
- (A)1 (B)2 (C)3 (D)4 (E)5。

二、多重選擇題：(每題 5 分，共 40 分；答錯倒扣 1/5 題分)

16. 關於光電效應，下列敘述哪些正確？

- (A) 入射光的頻率大於底限頻率才能產生光電效應
- (B) 若入射光的頻率變為 2 倍，則電子的最大動能也變為 2 倍
- (C) 入射光的頻率越大，產生的光電流越大
- (D) 光電效應是光粒子性的實驗證據
- (E) 愛因斯坦因發現光電效應而獲得諾貝爾物理獎。

17. 光電效應實驗中，以不同頻率的入射光照射在 A、B 兩金屬表面，所得的截止電壓 V_c 與入射光頻率 f 的函數關係如圖(四)所示，關於此實驗，下列敘述哪些正確？



圖(四)

- (A) 圖中的直線斜率為 h/e
- (B) 橫軸截距為使該金屬產生光電效應的底限頻率
- (C) 縱軸截距為該金屬的功函數
- (D) 能使 B 金屬發生光電效應的入射光必能使 A 金屬發生光電效應
- (E) 若 $a : b = 2 : 3$ ，則以頻率 $4f_A$ 的光照射於 B 金屬，所得電子的最大動能為 hf_A 。

18. 關於原子光譜與原子模型，下列敘述哪些正確？

- (A) 太陽充滿高溫的元素氣體，我們在地球上觀測到的太陽光譜為不連續的發射光譜
- (B) 同一種元素發射光譜的明線對應波長與吸收光譜的暗線對應波長相同
- (C) 湯姆森提出的原子模型認為帶正電的物質均勻分布在原子內，電子散佈在其中，藉由彼此間的靜電力達成平衡
- (D) 依據拉塞福的原子模型，電子繞著帶正電的原子核運行，電子必須不斷放出電磁波，才能維持原子的穩定性
- (E) 波耳的氫原子模型引入了愛因斯坦的光量子論，成功的解釋氫原子光譜。

19. 一氫原子的電子由 $n=1$ 躍遷至 $n=2$ ，令無窮遠處電位能為零，關於此一氫原子電子躍遷後各物理量的變化，下列敘述哪些正確？

- (A) 電子的動能增加
- (B) 電子與原子核間電位能增加
- (C) 電子相對於原子核的角動量不變
- (D) 電子繞原子核運行的週期增加
- (E) 電子的加速度量值減少。

20. 關於物質與光的波粒二象性，下列敘述哪些正確？

- (A) 電子的物質波是一種電磁波
- (B) 布拉格晶格繞射實驗確立了 X 射線的粒子性
- (C) 物質波的頻率 \times 波長 = 物質運動速率
- (D) 物質波是物質在空間中的機率分布
- (E) 喬治·湯姆森的電子繞射實驗證實了電子的波動性。

21. 在 X 射線管中，電子經由加速電壓 V 加速後撞擊陽極金屬靶，產生 X 射線。關於此過程，下列敘述何者正確？
- (A) 電子經由加速電壓加速的過程，力學能守恆
 - (B) 電子撞擊陽極金屬靶，產生的 X 射線最短波長為 $\frac{hc}{eV}$
 - (C) 若加速電壓變為原來的 2 倍，加速後的電子物質波波長變為原來的 $1/2$
 - (D) 若加速電壓變為原來的 2 倍，產生的 X 射線行進速率變為原來的 $\sqrt{2}$ 倍
 - (E) 若加速電壓變為原來的 2 倍，產生的 X 射線最短波長變為原來的 $1/2$ 。
22. $^{12}_6\text{C}$ 是穩定的原子，沒有放射性。 $^{14}_6\text{C}$ 會衰變為 $^{14}_7\text{N}$ ， ^{14}C 的半衰期約為 5730 年。來自外太空的宇宙射線會將空氣中的 ^{14}N 轉變為 ^{14}C ，使得大氣中 ^{14}C 與 ^{12}C 的比值約維持在 1.2×10^{-12} 。當有機體活著時，利用光合作用或呼吸作用與大氣中的二氧化碳交換，因此 ^{14}C 與 ^{12}C 的比值與大氣中所存相同。生物體死亡後， ^{14}C 的含量會隨著核衰變而減少，藉由測量 ^{14}C 與 ^{12}C 的比值可推估生物體死亡時間。而 $^{40}_{19}\text{K}$ 衰變為 $^{40}_{18}\text{Ar}$ 的半衰期約為 1.25×10^9 年，所以藉由測量岩石中 $^{40}_{19}\text{K}$ 與 $^{40}_{18}\text{Ar}$ 的比值即可推估岩石的年代。關於放射性定年法，下列敘述哪些正確？
- (A) 碳 14 衰變為氮 14 的過程為 α 衰變
 - (B) 碳 14 與碳 12 化學性質相同，但物理性質不同，可用物理方法來分離
 - (C) 核衰變是一個隨機過程，非人為可控制。
 - (D) 今測得一古生物化石中的 ^{14}C 與 ^{12}C 的比值約為 7.5×10^{-14} ，則此古生物死時居今約 22920 年
 - (E) $^{40}_{19}\text{K}$ 衰變為 $^{40}_{18}\text{Ar}$ 的過程會放出 β 射線。
23. 關於守恆律，下列敘述哪些正確？
- (A) 系統所受外力和為零，則力學能守恆
 - (B) 若物體所受合力矩為零，則角動量守恆
 - (C) 電子在兩能態間的躍遷不必遵守能量守恆
 - (D) 摩擦起電的過程應遵守電荷守恆
 - (E) 光電效應的作用過程滿足能量守恆。

台北市立松山高級中學 111 學年度第二學期高三物理科期末考試卷

電磁現象二與量子現象 2-4~3-4 3 年 班 座號 姓名

一、單一選擇題：(每題 4 分，共 60 分；答錯不倒扣)

1. A	2. B	3. D	4. E	5. C
6. B	7. C	8. E	9. E	10. B
11. E	12. A	13. D	14. A	15. D

二、多重選擇題：(每題 5 分，共 40 分；答錯倒扣 1/5 題分)

16. AD	17. ABD	18. BCE	19. BDE	20. DE
21. ABE	22. BCD	23. BDE		