

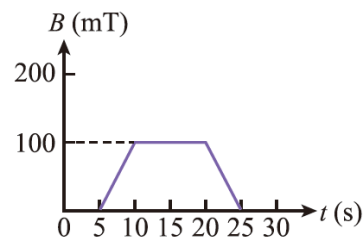
110 學年度第 2 學期，三年級 (306~322)，物理科，期末考試題

題目卷 2 張 4 面 答案卷 0 張 答案卡 1 張

注意：答案卡未於規定位置內確實填寫班級、座號、姓名者成績扣 10 分。

第一部分：1~20 題為單選題，每題 3 分，共 60 分。

1. 一電磁鐵所產生的磁場垂直通過一截面積為 100 cm^2 的平面線圈。若某段時間通過此線圈的磁場量值與時間的關係如右圖所示，則在第 22.5 秒瞬間，線圈上的感應電動勢為若干？

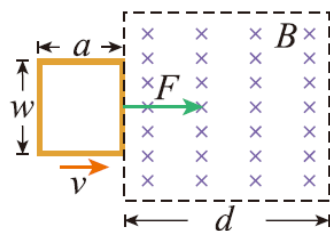


- (A) 2×10^{-1} (B) 2×10^{-2} (C) 2×10^{-3} (D) 2×10^{-4} (E) 0 伏特。

[題組] 有一長為 a 、寬為 w 的線圈其電阻為 R ，施一外力 F 使其以等速度 v 通過一範圍為 $d (d > a)$ 的均勻磁場 B ，磁場的方向為垂直射入紙面，如右圖所示。在時間 $t=0$ 時，線圈恰接觸磁場的邊緣。請回答第 2 題~第 3 題。

2. 在線圈尚未完全進入磁場之前，時間為 $0 < t < \frac{a}{v}$ 時，外力 F 的量值為何？

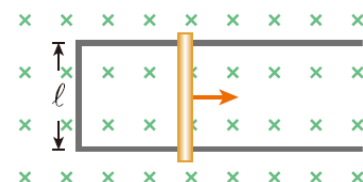
- (A) $\frac{vw^2B^2}{R}$ (B) $\frac{va^2B^2}{R}$ (C) $\frac{va^2B^2t}{R}$ (D) $\frac{vwaB^2t}{R}$ (E) 0。



3. 在線圈已完全進入磁場之後，時間為 $\frac{a}{v} < t < \frac{d}{v}$ 時，磁場 B 在線圈內磁通量為何？

- (A) wvB (B) $wvtB$ (C) $watB$ (D) waB (E) d^2Bt 。

4. 一金屬細桿架在寬度為 ℓ ，U 字形的導電軌道上，如右圖所示。量值為 B 的均勻磁場垂直於軌道面，金屬細桿的電阻為 R ，導電軌道的電阻可忽略不計。細桿由靜止開始，向右方以等加速度 a 沿軌道滑行，在位移為 d 的過程中，下列有關金屬細桿的敘述何者正確？



- (A) 感應電動勢為定值 (B) 感應電流的量值為定值 (C) 受到的磁力量值為定值
(D) 受到的合力量值為定值 (E) 速度量值為定值。

[題組] 某交流發電機，其電樞有 200 匝線圈、線圈面積為 0.05 m^2 ，以每分鐘 900 轉之固定轉速在 0.6 T 的均勻磁場中旋轉。請回答第 5 題~第 6 題。

5. 此發電機的最大電動勢為若干伏特？

- (A) 5400 (B) $180\sqrt{3}\pi$ (C) 180π (D) $90\sqrt{3}\pi$ (E) 90π 。

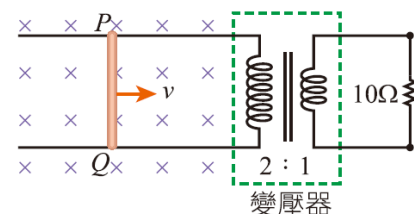
6. 當線圈面與磁場的夾角為 60° 瞬間，此發電機電動勢為若干伏特？

- (A) 5400 (B) $180\sqrt{3}\pi$ (C) 180π (D) $90\sqrt{3}\pi$ (E) 90π 。

[題組] 如圖所示，有一主線圈與副線圈匝數比為 2:1 的理想變壓器，主線圈外接一組電阻為零的軌道，而金屬棒 PQ 可在軌道上滑行形成迴路，迴路所在區域有 0.50 T 垂直進入紙面之均勻磁場，金屬棒 PQ 的長度為 20 cm 、電阻為 0.40Ω ，副線圈外接 10Ω 的電阻，其餘的電阻均可忽略。若金屬棒受外力量值 F 而在軌道上以速率 $v = 2.0 \text{ m/s}$ 等速度滑行時，請回答第 7 題~第 8 題。

7. 主線圈中的感應電流為若干？

- (A) 0.50 (B) 0.40 (C) 0.30 (D) 0.20 (E) 0.10 安培。



8. 下列有關此變壓器的敘述，哪些正確？

- (A) 主、副線圈的感應電動勢比為 2:1
(B) 主、副線圈的感應電流比為 1:2
(C) 欲使金屬棒維持等速度滑行，外力 F 與速度 v 的方向相同
(D) 若將金屬棒改為等速度 $2v$ 滑行，外力量值應改為 $4F$
(E) 若將金屬棒改為等速度 $2v$ 滑行，副線圈電阻的電功率為增為 4 倍

[題組]下表為一些金屬的功函數。今用波長為 400 nm 的單色光分別照射各金屬片，從事光電效應的實驗。
請回答第 9 題～第 10 題。

金屬名稱	鈉	鎂	銅
功函數(eV)	2.25	3.68	4.70

9. 下列敘述哪一項正確？

- (A)鈉、鎂、銅都會產生光電子 (B)只有鈉、鎂會產生光電子 (C)只有鈉、銅會產生光電子
(D)只有鎂、銅會產生光電子 (E)只有鈉會產生光電子。

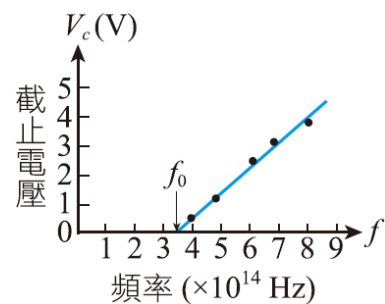
10. 若入射光照射到上表中某金屬片時的功率為 0.5 W，且產生的光電子都可全部收集，而獲得 3.2 mA 的光電流，則約有多少百分比的入射光產生了光電子？

- (A) 50% (B) 25% (C) 10% (D) 5% (E) 2%。

11. 已知光子的動量 p 、能量 E 與光速 c 的關係為 $E = pc$ 。假設一太空船連同太陽帆的總質量為 $1.0 \times 10^3 \text{ kg}$ ，其太陽帆面積為 $1.0 \times 10^6 \text{ m}^2$ ，帆上單位面積接受太陽來的光子功率為 $1.5 \times 10^3 \text{ W/m}^2$ 。若太陽帆能夠將光子完全反射，則此太空船因為光子照射造成的最大受力量值最接近下列何者？（取真空中光速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ）

- (A) $5.0 \times 10^{-3} \text{ N}$ (B) $1.0 \times 10^{-2} \text{ N}$ (C) 0.50 N (D) 10.0 N (E) $1.0 \times 10^3 \text{ N}$ 。

12. 有一光電效應實驗，以不同頻率 f 的光入射同一金屬表面，並測量與各頻率對應的截止電壓 V_c ，所得結果如圖所示，若 h 代表普朗克常數， $-e$ 代表電子電荷，下列敘述哪些正確？



- (A)截止電壓 V_c 對光頻率 f 的關係為一直線，其斜率為 $\frac{e}{h}$
(B)截止電壓 V_c 對光頻率 f 的關係為一直線，與 x 軸的截距為金屬的功函數
(C)若入射光的頻率為 $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ，則即使光強度很弱，光電子仍能立即產生
(D)若入射光的頻率為 $3 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ，則需較長時間照射方能產生光電子
(E)截止電壓 V_c 對光頻率 f 的關係為一直線，證實電子具有物質波波長

13. 在某 X 射線管中，原本靜止的電子經電位差 20,000 V 加速後，用來撞擊一金屬靶。當電子束被金屬靶減速時，便會產生 X 射線，且電子減少的動能將轉換為光子能量。此 X 射線管發出的光子，其波長有一最短的極限，則此最短波長約為若干？(A) 6×10^{-2} (B) 6×10^{-1} (C) 6 (D) 6×10^1 (E) $6 \times 10^2 \text{ \AA}$ 。

14. 一束動能為 100eV 之電子射向雙狹縫，已知兩狹縫間之距離為 0.01 mm，則在狹縫後 10 m 處之探測器上，電子密度分布中之兩個相鄰暗線中點（電子密度最小處）間的距離約為若干？

- (A) 1.23×10^{-6} (B) 1.23×10^{-5} (C) 1.23×10^{-4} (D) 1.23×10^{-3} (E) $1.23 \times 10^{-2} \text{ m}$ 。

15. 拉塞福以 α 粒子撞擊金箔，發現偶爾會有大角度的散射，因而提出電子繞原子核運行，正如行星繞行太陽。下列關於拉塞福實驗與其原子模型的敘述，哪些正確？

- (A)拉塞福推論出原子的大部分質量集中在極小的區域，發現質子與中子的存在
(B) α 粒子偶爾會有大角度的散射，主要是因為原子的正電荷集中於極小的原子核
(C)利用大角度散射的 α 粒子數與入射 α 粒子數之比值，可求出電子質量與質子質量的比值

(D)拉塞福的行星模型可以解釋原子的不連續光譜

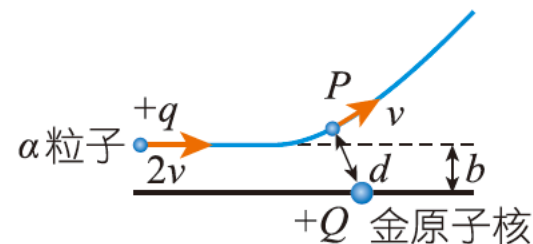
(E)雖然大部分的 α 粒子可直接通過金箔，但有少部分的 α 粒子會有大角度的散射，證實 α 粒子具有波粒二象性

[題組]如圖所示，質量為 m 、帶電量為 $+q$ 的 α 粒子，射向一帶電量為 $+Q$ 之金原子核而被散射， α 粒子的入射線和原子核之間的垂直距離為 b （稱為撞擊參數），軌跡上的 P 點為 α 粒子最靠近原子核的位置， P 點和原子核之間的距離為 d ，如圖所示。若 α 粒子距金原子核無窮遠時之速率為 $2v$ ，最接近時之速率為 v ，因為金原子核比 α 粒子重約50倍，故在 α 粒子的散射過程中，金原子核可視為固定不動。請回答第16題~第17題。

16. 在 α 粒子被金原子核散射的過程中， α 粒子的那一個物理量不會保持同一個定值。

- (A)角動量 (B)切線加速度 (C)力學能 (D)合力矩

(E) α 粒子與金原子核連線掃過面積的時變率。



17. α 粒子離金原子核之最近距離 d 為若干？

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

18. 一基態氫原子吸收一個12.1電子伏特之光子，成為受激態。此時其電子軌道半徑為原先之幾倍？

- (A)1 (B)2 (C)3 (D)4 (E)9 倍。

19. 以中子撞擊 ${}^9_4\text{Be}$ 會產生 ${}^8_4\text{Be}$ 及兩個中子，故 ${}^9_4\text{Be}$ 可做為中子的倍增劑。 ${}^8_4\text{Be}$ 緊接著會衰變為兩個相同的未知粒子 ${}^b_a x$ ，如右所示： ${}^9_4\text{Be} + n \rightarrow {}^8_4\text{Be} + 2n \rightarrow 2{}^b_a x + 2n$

此未知粒子 ${}^b_a x$ 撞擊 ${}^9_4\text{Be}$ 後，會使其轉變為 ${}^{12}_6\text{C}$ 及另一未知粒子 Y ，如右所示： ${}^9_4\text{Be} + {}^b_a x \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^d_c y$

試問 $a+b+c+d$ 為下列何者？

- (A)7 (B)8 (C)9 (D)10 (E)11。

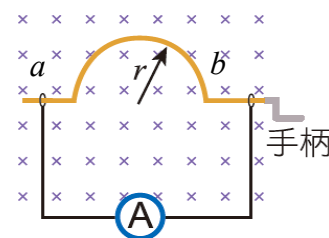
20. 自然界活體中的 ${}^{14}\text{C}$ 與 ${}^{12}\text{C}$ 的含量比值恆為 1.2×10^{-12} ，活體死亡後未腐爛部分的 ${}^{12}\text{C}$ 含量不變，但 ${}^{14}\text{C}$ 將因衰變而含量日減。科學家發現原子核衰變過程中，不論開始時數量有多少，其衰變到只剩下原有數量的半數，所需的時間都相等，這時間稱為半生期。已知 ${}^{14}\text{C}$ 的半生期為5730年，某考古學者在考古遺蹟中採得一樣品，測得則此樣品中 ${}^{14}\text{C}$ 與 ${}^{12}\text{C}$ 的含量比值為 1.5×10^{-13} ，則樣品的年代約為何？

- (A)22920 (B)17190 (C)11460 (D)5730 (E)2865 年。

第二部分：21~28題為多選題，每題5分，共40分。

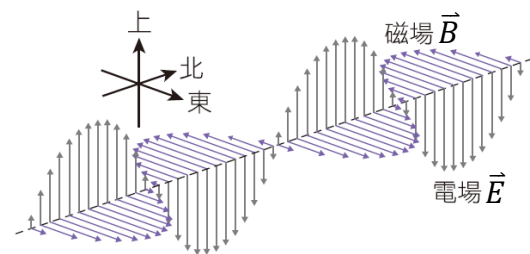
21. 一個半徑 R 的半圓形線圈可藉右側手柄轉動，使線圈在垂直射入紙面的均勻磁場 B 以等角速度旋轉，轉動週期為 T 。 $t=0$ 時，線圈圈面恰與磁場垂直，且往垂直射出紙面的方向轉動，如右圖所示。若此裝置可產生的最大電動勢為 ε ，則下列敘述哪些正確？

- (A) $t=0 \sim \frac{T}{4}$ 期間，平均感應電動勢為 $\frac{\varepsilon}{4}$ (B) $t=0 \sim \frac{T}{2}$ 期間，平均感應電動勢為零 (C) $\varepsilon = \frac{2\pi^2 R^2 B}{T}$
 (D) $t=0 \sim \frac{T}{4}$ 期間，感應電流的方向應為 $a \rightarrow b$ (E) $t=\frac{T}{2} \sim \frac{3T}{4}$ 期間，感應電流的方向應為 $a \rightarrow b$ 。



22. 某一電磁波，其電場 E 和磁場 B 在空間中的變化情形如右圖。已知電場在上、下方向振盪，磁場在東、西方向振盪，且電磁波的傳遞方向與 $\vec{E} \times \vec{B}$ 有相同的方向。則下列敘述何者正確？

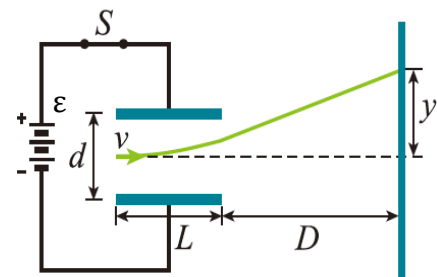
- (A)空間中電磁波的電場強度為零處，磁場強度亦為零
- (B)空間中電磁波的電場強度最大處，磁場強度亦最大
- (C)此電磁波的傳遞方向向南
- (D)每經過半個週期，電磁波會往相反的方向傳遞
- (E)利用電場與磁場的變化情形，可以解釋電磁波的粒子性



[題組]如圖所示，真空中有一組平行金屬板，長度為 L ，板距為 d ，開始時開關 S 是接通的，電池的電壓為 ε ，使兩板之間造成均勻電場，且平行金屬板右端與螢幕的距離為 D 。

今將電子以初速度 v 自平行板左端水平射入，電子在螢幕上所產生光點的垂直偏移量為 y ，忽略重力的影響。假設在下列問題所述過程中，電子一定可以抵達螢幕。請回答第 23 題～第 24 題。

23. 假設電子的電量為 $-q$ 、質量為 m ，在均勻電場之間的垂直偏移量為 y_1 、離開電場到抵達螢幕過程的垂直偏移量為 y_2 ，則下列敘述哪些正確？

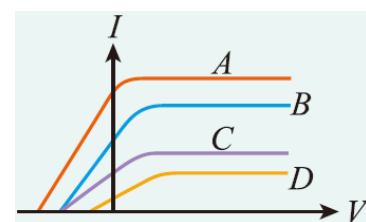


- (A)自進入電場到抵達螢幕的過程，電子作等加速度運動
- (B) $\frac{1}{y} = \frac{1}{y_1} + \frac{1}{y_2}$
- (C) $y_1 = \frac{q\varepsilon L(L+D)}{2dmv^2}$
- (D) $y_2 = \frac{q\varepsilon LD}{dmv^2}$
- (E) $y = \frac{q\varepsilon L}{dmv^2} \left(\frac{L}{2} + D \right)$

24. 下列敘述何者正確？

- (A)若僅將初速度 v 減為原來的一半，則 y 變為原來的 4 倍
- (B)若僅將板距 d 增為原來的 2 倍，則 y 變為原來的 2 倍
- (C)若將板距 d 減為原來的一半，但電池的電壓 ε 增為原來的 2 倍，則 y 變為原來的 4 倍
- (D)若將板距 d 減為原來的一半，但電池的電壓 ε 增為原來的 2 倍，則 q/m 變為原來的 1/4 倍
- (E)若將板距 d 減為原來的一半，但電池的電壓 ε 增為原來的 2 倍，則均勻電場量值變為原來的 1/4 倍

25. 改變入射光的頻率照射同一個金屬板，分別進行四次的光電效應（實驗 $A \sim D$ ），得其光電流 I 與兩電極板間電壓 V 的關係如右圖所示，則下列敘述哪些正確？

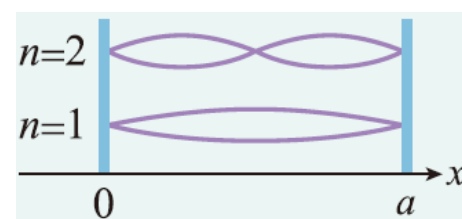


- (A) A 實驗有最大的底限頻率
- (B) A 實驗有最大的功函數
- (C) A 實驗有最大的截止電壓
- (D) A 實驗的入射光頻率最大
- (E) A 實驗的入射光強度最大

26. 波長為 λ 的光照射某金屬表面，所放出電子的最大動能為 T 。若改用波長為 $\frac{2\lambda}{3}$ 的光照射，則所放出電子的最大動能為 $3T$ 。試問該金屬的功函數為何？（選項中 h 為普朗克常數、 c 為光速）

- (A) $\frac{3hc}{4\lambda}$
- (B) $\frac{2hc}{3\lambda}$
- (C) $3T$
- (D) $\frac{3}{4}T$
- (E) $\frac{4}{3}T$

27. 一自由電子被局限在位置坐標 $x=0$ 與 $x=a$ 之間作直線運動，而 a 為 nm 尺度，因此該電子的物質波形成兩端為節點的駐波，如圖為 $n=1$ 與 $n=2$ 的駐波狀態。設 h 為普朗克常數、 m 為電子質量，則下列有關該電子物質波性質的敘述，哪些正確？



- (A)由駐波的波形可知該電子在直線上作簡諧運動
- (B)該電子處於第 n 個駐波狀態時的物質波波長 $\lambda = \frac{2a}{n}$
- (C)該電子處於第 n 個駐波狀態時的速率 $v = \frac{nmh}{2a}$
- (D)該電子處於第 n 個駐波狀態時的動能 $K = \frac{n^2 m^2 h^2}{8a^2}$
- (E)該電子由 $n=2$ 躍遷至 $n=1$ 的駐波狀態時，放出的光子頻率 $f = \frac{3h}{8ma^2}$

28. 在波耳的氫原子模型中，電子可視為以質子為中心作半徑為 r 的等速圓周運動。考量物質波模型，當電子處於容許的穩定狀態時，軌道的周長必須符合圓周駐波條件。下列有關電子的物理量與主量子數 n 的選項，何者正確？

(A) 電子的角動量量值 $l \propto n^2$

(B) 電子的速率 $v \propto \frac{1}{n}$

(C) 電子的週期 $T \propto n^{3/2}$

(D) 電子的力學能 $E \propto \frac{1}{n^2}$

(E) 電子的物質波波長 $\lambda \propto n$

110 學年度第 2 學期，三年級 (306~322)，物理科，期末考試題

參考答案

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	A	D	D	C	E	A	C	E	E
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D	C	B	C	B	B	A	E	A	B
21	22	23	24	25	26	27	28		
BD	AB	DE	AC	CDE	AC	BE	BDE		