

班級：_____班 座號：_____ 姓名：_____

____1. 氫原子電子由基態($n=1$)躍遷到第3激發態($n=4$)，當電子再次回到基態的過程中，下列敘述何者正確？

- (A)最多可放出3種不同波長的電磁波 (B)最多可放出5種不同波長的電磁波
(C)由 $n=4$ 回到 $n=1$ 放出的電磁波波長最大 (D)由 $n=4$ 回到 $n=1$ 放出的電磁頻率最大
(E)由 $n=4$ 回到 $n=1$ 放出的電磁波，波速最大。

【答案】：(D)

【解析】：(A)(B) 光子由 $n=4$ 躍遷至 $n=1$ 時，最多可放出 $3+2+1=6$ 條不同波長的光譜線。
($4\rightarrow 3, 4\rightarrow 2, 4\rightarrow 1; 3\rightarrow 2, 3\rightarrow 1; 2\rightarrow 1$)

(C)(D)6條光譜線中，以 $n=4\rightarrow n=1$ 能階差最大，產生電磁波頻率最大，波長則最小。
 $n=4\rightarrow n=3$ 的能階差則為最小，頻率最小，而波長則為最大。

(E)每一條光譜線，皆為電磁波，因此光速都相同，皆為 $3\times 10^8 \text{ m/s}$ 。

____2. 在光電效應中，金屬靶被單色光照射後，金屬表面的電子吸收入射光的能量，部分能量用於克服金屬表面對電子的束縛，剩餘能量則轉為電子動能，自金屬表面逸出，而成為光電子。今以單色光照射相同金屬板，欲增加光電子的動能，應該如何處理？

- (A)增加入射光的照射時間 (B)增加入射光的強度 (C)增加入射光子的數目
(D)選用頻率較大的光子 (E)選用波長較長的光子。

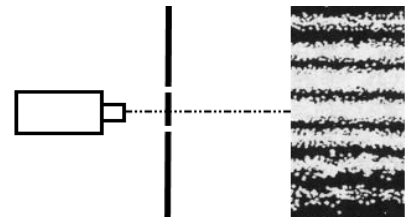
【答案】：(D)

【解析】：產生光電效應應有最小頻率的入射光，欲使光電子獲得最大的動能，需要：

(1)入射光的能量要大，因此光的頻率愈大，光電子獲得的動能愈大。

(2)選擇電子易脫離的光電板，電子脫離時所需的能量愈小，表示電子愈容易脫離，光電子所得到的動能愈大。

____3. 如右圖，2003年全世界物理學家評選出“十大最美物理實驗”，排名第一的是1961年物理學家瓊森(Claus Jönsson)用電子取代光子做『雙狹縫干涉實驗』，從輻射源射出的電子束經兩個靠近的狹縫後在顯微鏡的螢光屏上出現明暗條紋，請問該實驗可直接說明哪一個敘述？



- (A)惠更斯(Huygens)提出「光波動說」 (B)愛因斯坦(Einstein)提出「光子說」 (C)光具有波動、粒子兩種性質 (D)證實電子具有波動性質 (E)電子運動過程中發出電磁波，可在屏幕後方呈現亮暗條紋。

【答案】：(D)

【解析】：瓊森的電子雙狹縫干涉實驗，所得到的結果與楊格雙狹縫的干涉實驗圖形類似；

(A)(B)此實驗可以證明德布羅意的物質波理論是正確的。

(C)(D)說明物質是粒子具有波動性，符合波粒二象性。

(E)物質波不是電子運動時所釋放電磁波，而是電子運動時，在空間中出現的機率波。獲得明暗相間的條紋，其中的亮紋顯示，電子在此位置出現的機率較高，而暗紋的區域則表示，電子在此位置出現的機率較低。

____4. 下列有關光電效應的實驗操作與結果，何者正確？

- (A)若微弱的黃光無法產生光電流，則只需將黃光的強度調大，一段時間後仍會產生光電流 (B)若使用綠光可產生光電流，則不論綠光的強度為何，都會有相同的截止電壓與飽和電流 (C)對同一金屬靶材而言，不論用何種頻率的光照射都能產生光電流，其差別僅在於照射的時間長短，頻率愈高的光，需照射的時間愈短；反之，頻率愈低，則照射愈長的時間才能產生光電流 (D)若照射藍光與綠光皆會產生光電流，則因藍光的頻率較高，

所以會有較大的截止電壓 (E)愛因斯坦的光子論之所以能夠成功解釋光電效應的實驗結果，是因為他認為光是由一顆顆的光子所組成，所以被束縛的電子可以吸收多顆光子的能量，等到累積到足夠的能量，再跳脫出束縛，形成光電子。

【答案】：(D)

【解析】：(A)若微弱的黃光無法產生光電效應，表示黃光的能量不足，則照射時間加長，仍無法產生光電效應。

(B)(D)相同的金屬靶吸收的游離能相同(功函數)，因此入射光能量愈大，阻止光電子到達另一端金屬板的截止電壓愈大，因此藍光的截止電壓大於綠光的截止電壓。

(C)相同的金屬靶，需要的游離能相同，只要入射光的能量大於低限頻率，即可產生光電效應，和照射的時間無關，和光的強度無關。

(E)一個光子可以激發出一個電子，若光子的能量不構，則無法藉著累積光子的能量來產生光電效應。

____ 5. 假設人體輻射出的紅外線的頻率約為 3×10^{14} 赫，則人體輻射出的能量量子的能量值約為若干電子伏特(eV)？($h = 6.63 \times 10^{-34}$ J·s； $1 \text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J)

(A)1.0 (B)1.25 (C)1.5 (D)3.0 (E)4.25 eV。

【答案】：(B)

【解析】： $E = hf = 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{14} = 2 \times 10^{-19}$ (J) = 1.25 (eV)

____ 6. 光電效應是光具有粒子性的實驗證據，今以單色光照射金屬表面後，金屬表面的電子吸收入射光能量，部分能量用於克服金屬表面對電子的束縛，剩餘能量轉為電子動能，自金屬表面逸出，成為光電子。若某金屬的功函數為 3.1 電子伏特(eV)，若要使該金屬放出光電子，則入射光最大波長約為若干？(註：電子脫離金屬表面束縛所需的能量稱為功函數)

(A)3.1 (B)300 (C)400 (D)3000 (E)4000 埃。

【答案】：(E)

【解析】： $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ $3.1 \text{eV} = \frac{12400}{\lambda(\text{A})}$ $\lambda = \frac{12400}{3.1} = 4000$ (A)

$$3.1 \text{eV} = 3.1 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ (J)} = (6.63 \times 10^{-34}) \left(\frac{3 \times 10^8}{\lambda} \right) \rightarrow$$

$$\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3.1 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 4 \times 10^{-7} \text{ (m)} = 4000 \text{ (A)}$$

____ 7. 波耳的氫原子模型中，電子繞原子核旋轉，依據此模型，下列敘述何者正確？

(A)電子與原子核間的作用力為靜電斥力 (B)電子繞原子核旋轉的作用力為強力 (C)電子有無窮多個軌道，且軌道不連續 (D)電子在外層軌道的能量小於在內層軌道的能量 (E)電子自內層軌道躍遷至外層軌道時，會放出能量。

【答案】：(C)

【解析】：(A)(B)電子繞原子核旋轉，電子帶負電，原子核為正電，彼此間為靜電吸引力。

(C)波耳的氫原子模型假設電子只能存在某些特定不連續的軌道上(軌道量子化)，並且在這特定的軌道上電子能維持穩定，不輻射能量。

(D)距離原子核愈近，則電子的能量愈穩定，稱為基態，距離原子核較遠的是激發態。

(E)電子在內層軌道為低能量，外層軌道為高能量，電子由內層軌道躍遷至外層軌道時，需吸收能量。

____ 8. 下列有關電磁波、黑體輻射、力學波、物質波的敘述，何者正確？

(A)黑體輻射與電磁波性質不同 (B)物質波傳播速度與力學波相同 (C)物質波的傳播需依靠介質 (D)靜止的物體沒有物質波 (E)在同一介質中，電磁波的波速與力學波相等。

【答案】：(D)

【解析】：(A)黑體輻射為熱輻射，為連續光譜，以電磁波的形式輻射能量，並且溫度愈高時，電磁輻射最大強度的電磁波頻率愈高。

(B)物質波為物質在空間中運動時，在某位置出現的機率波，因此與力學波的性質不同。

(C)物質可在真空中前進，因此物質波亦可存於真空中。

(D)物質波的波長 $\lambda = \frac{h}{mv}$ ，物質運動的速率為零時，物質波及不存在，因此物質在靜止狀態時無物質波。

(E)電磁波不需介質，因此電磁波的波速與力學波的速率不同。

9. 根據波耳的氫原子模型所述，一顆電子環繞一個質子的原子核作圓周運動，其示意圖如右圖，圖中電子以順時針方向運動，下列有關此原子模型的敘述何者正確？



- (A)電子運動在原子核處產生磁場進而吸引原子核 (B)電子與原子核間的強作用力大於電磁力 (C)電子繞核運動時，會伴隨有物質波 (D)當電子吸收能量，其軌道半徑會連續性的慢慢變大 (E)當電子處於基態，可放出光子後與原子核合而為一。

【答案】：(C)

【解析】：(A)(B)電子繞原子核受靜電力作用作為圓周運動的向心力，電子與原子核間的距離大於原子核半徑，因此不存在強力及弱力。

(C)物質波伴隨著質點的運動，因此電子繞原子核運動時，伴隨著物質波。

(D)電子吸收能量，能愈遷至較高的能階，因此電子會跳躍至半徑較大的軌道半徑，而不是軌道半徑逐漸增加。

(E)電子處於基態時，為能量最低的狀態，此時為最穩定的狀態，電子不會與原子核合而為一。

10. 核反應所釋出的 γ 射線的波長甚短，頻率很高，約在 10^{20} 赫以上。若某 γ 射線的頻率為 10^{21} 赫，則所對應光子的能量為若干？(普朗克常數 $h = 6.626 \times 10^{-34}$ 焦耳·秒)

- (A) 6.626×10^{-11} (B) 6.626×10^{-12} (C) 6.626×10^{-13}
(D) 6.626×10^{-14} (E) 6.626×10^{-15} 焦耳。

【答案】：(C)

【解析】： $E = hf = (6.626 \times 10^{-34})(10^{21}) = 6.626 \times 10^{-13}$ (J)

11. 下列有關「光電效應」的敘述，何者正確？

- (A)光電效應是否會產生光電子由入射光的頻率大小決定 (B)若已產生光電流，則入射光頻率與光電流大小成正比 (C)根據愛因斯坦光量子論中提到，若光頻率為 f ，則光電子能量為 $E = hf$ (h 為普朗克常數) (D)古典物理與量子物理皆可完整解釋光電效應 (E)光電效應證明了光具有波動性。

【答案】：(A)

【解析】：(A) 入射光照射在光電板上，使電子游離的現象，稱為光電效應；入射光的能量愈大，愈容易產生光電效應。

(B)若能產生光電效應，則光電流的大小和入射光的強弱有關，和入射光的頻率無關。

(C)入射光的能量 $E = hf$ ，而光電板吸收的游離能為 E_ϕ ，則

入射光的能量(E) = 光電板吸收的游離能(E_ϕ) + 光電子動能($K_{\text{光電子}}$)

因此光電子的動能不等於光子的入射能量。

12. 數位相機主要構造包括鏡頭、感光元件及資料處理器系統，最後以數位資料儲存，則有關數位相機的運作過程，下列相關敘述何者正確？



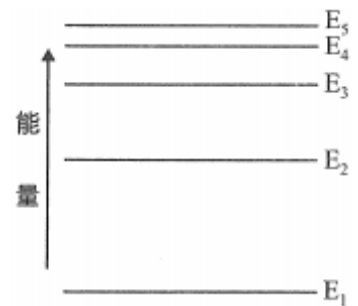
- (A) 鏡頭將光波轉為物質波 (B) 鏡頭以光的繞射原理將景物成像在感光元件 (C) 感光元件以電磁感應原理產生電訊號 (D) 感光元件以光電效應產生電訊號 (E) 入射光子的能量愈高，在感光元件產生的電流愈大。

【答案】：(D)

【解析】：數位相機的鏡頭為凸透鏡，將入射光集中，照射在感光元件上，使產生光電子，形成數位訊號，產生影像；因此感光元件為光電效應的應用。

(E) 入射光愈強，表示入射光子數目愈多(但不是入射光能量大)，感光元件產生的光電流愈大。

13. 某原子能階如右圖，若電子自 E_3 能階躍遷至 E_2 能階所釋放的光屬於紫外光波段，則下列敘述何者正確？(應選兩項)



- (A) 原子的電子由 E_3 能階躍遷至 E_2 能階，需吸收 $E_3 - E_2$ 之能量 (B) 原子的電子由 E_2 能階躍遷至 E_1 能階所釋放的光，有可能屬於紅外線波段 (C) 原子能階的存在代表原子能量為量子化 (D) 某電磁波波長 $\lambda = \frac{hc}{E_4 - E_3}$ ，則此電磁波有可能是

x 射線(式中 h 為普朗克常數， c 為光速) (E) 不同的原子有不同的對應能階，所以每種元素有其特殊原子光譜。

【答案】：(C)(E)

【解析】：(A) 電子由 E_3 躍遷至 E_2 時，需釋放能量 $E = E_3 - E_2$ ，不是吸收能量。

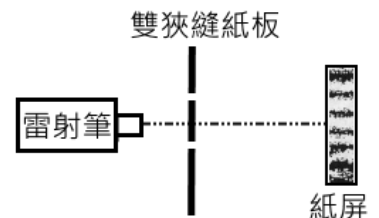
(B) 電子由 E_2 躍遷至 E_1 時，會釋放更大的能量，若 $E_3 \rightarrow E_2$ 放出紫外光波段時，則 $E_2 \rightarrow E_1$ 所釋放的是能量更大的紫外光，而非紅外光。

(C) 原子能階的存在是由於電子只能處於某些特定的軌道半徑，並且只能以特定的速率環繞原子核，因此軌道半徑不連續，電子的能量不連續，因此形成特定能量的能階。

(D) 電子在不同的原子能階躍遷時，所釋放的能量最多為紫外光，不會產生 X 光的電磁輻射。

(E) 不同的元素，有不同的原子能階，因此可以形成特定的光譜線，所以我們可以依照光譜線的特定頻率判斷物質所含的元素。

14. 王老師在實驗室以紅光雷射筆打在一個切有兩個細小平行狹縫的紙板上，裝置如右圖，並在紙屏上看到很像斑馬線條紋的亮暗光帶，由以上的實驗，下列敘述哪些正確？(應選三項)



- (A) 實驗圓形的暗紋中心為光波形成破壞性干涉的結果 (B) 由實驗圖形可知，當光波波長愈大時，亮帶的寬度愈大 (C) 這個實驗支持了愛因斯坦對光的粒子性之看法 (D) 這個實驗支持了德布羅意對物質波波動性之看法 (E) 這個實驗支持了惠更斯對光的波動性之看法。

【答案】：(A)(E)

【解析】：雷射光(紅光)經過雙狹縫產生雙狹縫干涉，

(A) 干涉條紋中的暗紋為破壞性干涉，亮紋則為建設性干涉。

(B) 實驗顯示，入射光的波長，波動現象愈明顯，因此干涉條紋的寬度亦愈大。

(C)(E) 此實驗支持惠更斯『光的波動說』理論。

(D) 愛因斯坦的光子說圓滿地解釋光電效應，為光的粒子性表現。