

____年____班 學號：____ 姓名：____ 得分：____

一、單選題

- () 1. 根據光量子論，在真空中傳播的可見光中，有關紅光光子的敘述，下列何者正確？ (A) 頻率最高 (B) 能量最大 (C) 波長最長 (D) 速度最快 (E) 振幅最大。

《答案》C

《解析》(A) 紅光頻率最低。(B) 紅光能量最低。(D) 各色光速度皆相同。(E) 振幅與光強弱有關。

《難易度》易

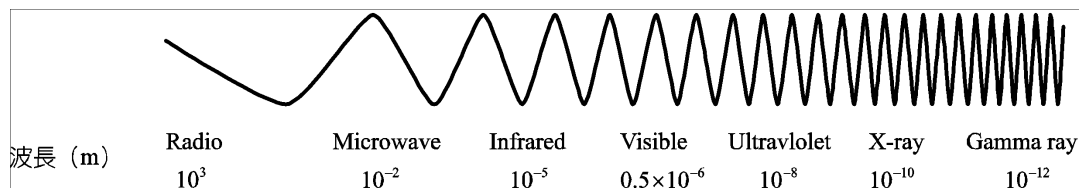
- () 2. 德布羅意認為單一的電子、質子、原子、分子與鋼珠等一些物質，除了粒子的特性外，也都兼具有波動的性質。今假設上述物質以相同速率運動時，哪一種物質的波動性最顯著？ (A) 電子 (B) 質子 (C) 原子 (D) 分子 (E) 鋼珠。

《答案》A

《解析》物質波波長 $\lambda = \frac{h}{mv}$ 。波長愈長，波動性愈顯著，因此質量要愈小，而電子質量是最小的。

《難易度》易

- () 3.



上圖為不同電磁波與其對應波長範圍示意圖，請問下列選項中不同頻率範圍的電磁波何者所具有的單一光子能量最大？

- (A) γ 射線 (gamma ray) (B) χ 射線 (X-ray) (C) 紫外光 (Ultraviolet) (D) 微波 (Microwave) (E) 無線電波 (Radio)

《答案》A

《解析》 $E = hf \propto f$

《難易度》易

《題源》109新竹高中

- () 4. 下列有關光子的敘述何者不正確？ (A) 光子的動量和能量成正比 (B) 光子是一種電磁量子 (C) 光子不帶電 (D) 光子可以任意產生或消滅 (E) 光子波長愈短，能量愈低。

《答案》E

《解析》光子波長愈短，則頻率愈高，能量愈高。

《難易度》易

- () 5. 下列哪一個實驗能說明物質具有波動性？

- (A) 光電效應實驗 (B) α 質點的散射實驗 (C) 電子的干涉實驗 (D) 楊氏雙狹縫干涉實驗 (E) 以上皆可。

《答案》C

《解析》(A) 證實光具有粒子性

(B) 證實原子的質量集中在原子核

(C) 證實物質具有波動性

(D) 證實光具有波動性

《難易度》易

- () 6. 在光滑平面上放置兩磁鐵，一磁鐵上放置發出固定音頻之聲源，另一磁鐵上方則放置音頻接收器。已知聲源靜止時所發出之音頻為 f_0 ，當兩磁鐵因磁極相吸而接近時，請問下列敘述何者正確？

- (A) 聲源放出來的頻率與接收器接收到的頻率皆會高於 f_0
(B) 聲源放出的頻率不變，接收器接收到的頻率會低於 f_0
(C) 聲源放出的頻率不變，接收器接收到的頻率會逐漸升高
(D) 聲源放出來的頻率與接收器接收到的頻率會逐漸升高

(E) 聲源放出的頻率不變, 接收器接收到的頻率會變為定值 f , 且 $f > f_0$

《答案》C

《解析》聲源所放出的頻率不變, 但因聲源與接收器有相對接近的速度, 且隨愈接近, 相對速度愈快, 故接收器收到的頻率逐漸升高

《難易度》易

《題源》109新竹高中

- () 7. 下列哪些實驗室被引用為光具有粒子性的證據? (A)拉塞福 α 粒子散射實驗 (B)雷納關於光電現象之實驗 (C)法蘭克—赫茲實驗 (D)戴維森—革末實驗。

《答案》B

《難易度》易

《題源》【82日大】

- () 8. 戴維森—革末實驗是科學家柯林頓·戴維森與雷斯特·革末設計與研究成功的實驗。他們用低速電子入射於鎳晶體, 取得電子的繞射圖案。該實驗主要是要證明何種理論是對的? (A)波耳原子模型 (B)光的波動說 (C)光的微粒說 (D)物質波理論 (E)能量量子化

《答案》D

《解析》實驗發表於1927年, 這實驗為德布羅意物質波理論, 提供了不可否定的證據

《難易度》易

- () 9. 當輻射發射光譜之發光體的溫度升高時, 下列哪些現象是對的? (A)每一條放射光譜線的頻率增加 (B)放射光譜的強度不變 (C)同一放射光譜所發出每一個光子所帶的能量不變 (D)放射光譜線的數目不變 (E)每一條放射光譜線的波長減小了

《答案》C

《解析》當溫度升高時, 原子可由基態躍升到更高的受激態再放出光子回到基態: (A)(C)(E)每一條放射光譜線的光子能量不變, 波長不變, 因是由能階差決定。(B)放射光譜的強度會增加, 因為光子數增加。(D)放射光譜線的數目增加, 因為由更高的受激態放出光子回到基態, 故光譜線的數目也增加。(E)每一條放射光譜線的波長不變

《難易度》易

- () 10. 關於光的「波粒二象性」, 下列敘述何者錯誤? (A)光照射金屬會放射光電子, 此顯現光具有粒子性 (B)此理論不同於古典物理學對光的解釋 (C)楊氏雙狹縫干涉顯示光具有波動性 (D)由愛因斯坦所提出 (E)我們可以在任何時刻同時觀察到光的波動性和粒子性

《答案》E

《解析》雖然光具有波粒二象性, 但當觀察光時, 它僅能顯現一種本質

《難易度》易

- () 11. 根據愛因斯坦的光子論, 每一光子的能量正比於光的頻率。下列哪種光子的能量最大? (A)紅光 (B)微波 (C)紫外線 (D)X射線 (E)以上能量皆相同。

《答案》D

《解析》電磁波的頻率大小順序為X射線 > 紫外線 > 紅光 > 微波, 所以X射線為上述各電磁波中光子能量最大者

《難易度》易

- () 12. 普朗克提出革命性的概念—量子論, 是因為要解決什麼問題所導致? (A)電子荷質比 (B)光電現象 (C)拉塞福原子模型的電子輻射 (D)黑體輻射 (E)氫原子光譜

《答案》D

《解析》(D)為了解釋黑體輻射光譜的實驗曲線, 普朗克提出量子論來完美解釋實驗結果

《難易度》易

- () 13. 下列各種物理現象中, 哪一種是不能以光是「粒子」的理論來解釋的? (A)針孔成像 (B)烈日下的樹影 (C)肥皂泡薄膜的五顏六色 (D)面鏡成像 (E)月食。

《答案》C

《解析》(C)為光的干涉現象, 要用「波動」才能解釋。

《難易度》易

- () 14. 下表為一些金屬使用綠光照射後, 產生光電子的結果。今用波長為400奈米的單色光分別照射各金屬片, 進行光電效應的實驗。下列敘述哪一項正確? (A)鈉、鎂、銅都會產生光電子 (B)鈉、鎂一定會產生光電子 (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

易 易 易 易	易 易 易 易 易 易 易
易	易
易	易
易	易

《答案》B

《解析》(B)波長為400nm的單色光可視為紫光，光子能量較綠光大，因此鈉、鎂會產生光電子，但無法得知是否可使銅產生光電效應，因此無法判定

《難易度》易

- () 15.戴維森「電子束撞擊金屬的散射實驗」，結果得到繞射圖形。此一結果可以用什麼理論解釋？ (A)波粒二象性 (B)物質波 (C)能量量子化 (D)測不準原理 (E)光的粒子性。

《答案》B

《難易度》易

- () 16.氫原子內之電子，從 $n=5$ 的能階降到 $n=1$ 的過程中，最多可發出幾種光譜線？
(A)10 (B)6 (C)3 (D)2 (E)1。

《答案》A

《難易度》易

- () 17.下列有關於波耳原子模型的敘述，何者正確？ (A)波耳認為電子具有物質波，像波一樣在電子軌道上震盪 (B)波耳認為電子均勻分布在原子中 (C)波耳認為電子軌道是指電子在這些地方出現的機率較高 (D)波耳認為電子只會在某些軌道上繞原子核作圓周運動 (E)波耳認為電子繞原子核作變速率圓周運動。

《答案》D

《難易度》易

- () 18.西元1924年，德布羅意在他的博士論文裡面提出，運動中的物質可以表面出波的特性，此波稱為『物質波』。下列有關物質波的敘述，何者正確？
(A)物質波是一種電磁波
(B)物質波需要介質幫忙傳遞
(C)一顆水平飛行的棒球，因為物質波的關係，可同時產生上下振動
(D)科學家由電子的繞射實驗，證實電子具有波動性
(E)將一顆電子射向一雙狹縫，可在雙狹縫後方的探測屏幕上測到干涉條紋

《答案》D

《解析》(A)是一種機率波 (B)不需介質 (C)棒球質量太大，展現粒子性 (E)雙狹縫間格尺寸太大，必需天然金屬薄膜的原子排列才夠小，才會有干涉條紋

《難易度》易

《題源》109鳳山高中

- () 19. 物質波的概念在提出時是一種很特別的想法，下列有關於物質波的提出者，以及對物質波的敘述何者正確？
(A) 由愛因斯坦提出，可以解釋光電效應現象 (B) 由波耳提出，可以解釋氫原子光譜 (C) 由普朗克提出，可以解釋黑體輻射 (D) 由德布羅意提出，可以解釋波耳穩定態的假設 (E) 由詹頌提出，可以解釋光的單狹縫繞射實驗。

《答案》D

《解析》物質波的概念是由德布羅意提出，可以解釋波耳穩定態的假設。

《難易度》易

- () 20. 下列有關物質波的敘述，何者正確？
(A) 馬克士威是首次提出物質波概念的科學家
(B) 以物質波的理論可以解釋光電效應的現象
(C) 只有電子具有物質波的特性，其他物質波的質量都太大了，故不會物質波的性質
(D) 光的雙狹縫干涉實驗可以被當成是物質波存在的實驗證據之一
(E) 物質波即為機率波，其振幅大小會與物質出現在該位置的機率呈正相關

《答案》E

《解析》(A) 物質波由德布羅意提出 (B) 光量子論才能解釋光電效應 (C) 微觀尺度下的粒子皆有物現波性質 (D) 電子的薄膜干涉實驗才是物質波實驗證據

《難易度》易

《題源》109新竹高中

- () 21. 下列哪一種粒子波動性最顯著？ (A) 電子 (B) 中子 (C) 氫的原子核 (D) α 粒子 (E) 質子。

《答案》A

《解析》質量愈小，動量愈小，波長愈大，波動性愈顯著。

《難易度》易

- () 22. 由重點圖表中圖三(a) 氫原子能階圖中，可以判斷下列對於來曼系、巴耳末系與帕申系的光譜線說明，何者有誤？ (A) 來曼系與帕申系的光譜線都是不可見光 (B) 巴耳末系的光譜線都是可見光 (C) 來曼系的光譜線能量都高於帕申系的光譜線能量 (D) 巴耳末系的光譜線能量都高於帕申系的光譜線能量。

《答案》B

《解析》(1) 根據可見光波長範圍約 400~700nm (1.6~3.1eV)，巴耳末系光譜能量範圍是 1.89~3.4eV，比可見光光譜範圍大，因此巴耳末系的光譜線有些是可見光，故(B)選項有誤。

(2) 來曼系列光譜能量範圍是 10.2~13.6eV，都大於巴耳末系最大光譜能量 3.4eV；帕申系的光譜能量範圍是 0.66~1.51eV，都小於巴耳末系最小光譜能量 1.89eV。

《難易度》易

- () 23. 科學家想要知道遙遠恆星所含的元素，可藉由下列哪項科學研究方法來達到了解遙遠恆星所含的元素種類？ (A) 觀察恆星的亮度 (B) 計算恆星的密度 (C) 分析恆星的光譜 (D) 計算恆星至地球的距離 (E) 太陽黑子

《答案》C

《解析》(C) 目前科學家可藉由分析星光的光譜來測知恆星中所含的組成元素

《難易度》易

- () 24. 光電效應告訴我們重要的物理概念為何？ (A) 光呈現波動性 (B) 光呈現粒子性 (C) 光即能量 (D) 光即電子 (E) 光是電磁波。

《答案》B

《難易度》易

- () 25. 達維森－革末曾進行實驗，將電子束射入鎳晶體，觀察其繞射現象，該實驗主要是要證明何種理論是對的？ (A) 波耳原子模型 (B) 光的波動說 (C) 光的微粒說 (D) 物質波理論 (E) 能量量子化。

《答案》D

《解析》繞射現象與干涉現象都是波動特性的主要證據。

《難易度》易

- () 26. 德布羅意認為一般物質，也具有波動性，稱之為「物質波」，而物質波的波長 $\lambda = \frac{h}{mv}$ ，其中 h 為普朗克常數， m 為質量， v 為速率，若相同速率的粒子，下列何者其物質波波長最大？

(A)電子 (B)質子 (C)中子 (D)原子 (E)以上皆同。

《答案》A

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

《解析》 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ ，所以粒子質量愈小，物質波波長愈大，波動性愈顯著

《難易度》易

- () 27. 平常運動所用的棒球，可當作質點看，但無法看出其所具的波動性質，這是因為球的
(A)物質波波長太長 (B)前進速率太小 (C)質量太大 (D)週期無週期性變化 (E)形狀十分對稱。

《答案》C

《難易度》易

《題源》【62夜大】

- () 28. 能夠驗證光子觀念的重要實驗為：(A)光電效應 (B)原子光譜 (C)戴維森電子束撞擊金屬散射實驗 (D)拉塞福散射實驗 (E)楊氏雙狹縫干涉實驗。

《答案》A

《解析》勒納以及密立坎等人的光電實驗不但發現光電效應的重要事實，也驗證「光子」的重要觀念。

《難易度》易

- () 29. 繞射干涉為「波動」之特性，光電效應為「光子」之等性。光同時具有哪兩種性質，又稱「波—粒二象性」？(A)粒子、波動 (B)微粒、反射波 (C)粒子、折射波 (D)折射、反射 (E)粒子、透射波。

《答案》A

《難易度》易

- () 30. 下列有關古典物理與近代物理的比較，何者錯誤？(A)古典物理認為時間與空間是絕對的而且是不相關的 (B)近代物理認為時間與空間是相對的而且是相關的 (C)近代物理認為物理量是量子化的 (D)古典物理認為物理量的分析可以精確達成的 (E)古典物理認為粒子的行為是機率性的。

《答案》E

《難易度》中

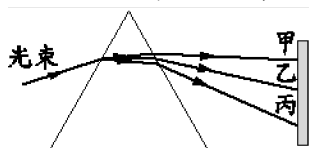
- () 31. 若有一金屬的功函數為2.1eV，現以能量為3.1eV的光子入射此金屬的表面，則打出的光電子的最大動能為多少eV？
(A)1 (B)2.1 (C)3.1 (D)4.1 (E)5.2。

《答案》A

《解析》波長400nm紫光光子能量 $E=1240/400 \approx 3.1(eV)$ ；
 $3.1-2.1=1(eV)$ 。

《難易度》中

- () 32. 一束光經過三稜鏡後，色散成三條單色光的光線甲、乙、丙，如圖所示。已知將乙色光照射某一金屬表面時，可以產生光電子，則下列的敘述，何者正確？



- (A)甲色光可以產生光電子 (B)甲色光無法產生光電子 (C)丙色光可以產生光電子 (D)無法判斷乙色光能否產生光電子 (E)無法判斷丙色光能否產生光電子。

《答案》C

《解析》光束射入三稜鏡，偏折角度為丙>乙>甲，頻率大小為丙>乙>甲。光子能量與頻率成正比，故丙色光必可產生光電子，而甲色光能否產生光電子，則無法判斷

《難易度》中

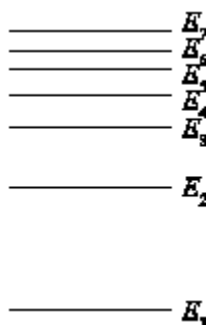
- () 33. 愛因斯坦提出光子的概念，有關光強度的解釋，下列敘述何者正確？(A)光的強度與光子頻率成正比 (B)光子波長愈短，則光的強度愈強 (C)光子能量愈大，則光的強度必愈強 (D)光強度愈強，表示入射光的光子數目較多 (E)光子頻率愈大，則光的強度必愈強

《答案》D

《解析》(A)光的強度與光子個數成正比。(B)光子波長愈短，則單一光子能量愈大，與光的強度無關。(C)(E)光子能量愈大或頻率愈大，與光子強度無關

《難易度》中

() 34.



上圖為氫原子能階圖， $E_1 \sim E_7$ 分別表示氫原子由基態至第6受激態的能量，且氫原子目前能量處於基態，請問若要使氫原子剛好輻射出6種不同頻率的光，試問入射光其頻率應為

多少？ (A) $\frac{E_7 - E_1}{h}$ (B) $\frac{E_6 - E_3}{h}$ (C) $\frac{E_5 - E_2}{h}$ (D) $\frac{E_4 - E_1}{h}$ (E) $\frac{E_7 - E_4}{h}$ 。

《答案》D

《解析》氫原子由 E_4 (第三受激態) 往基態 E_1 躍遷，可以有 $E_4 \rightarrow E_3$, $E_3 \rightarrow E_2$, $E_2 \rightarrow E_1$, $E_4 \rightarrow E_2$, $E_3 \rightarrow E_1$, $E_4 \rightarrow E_1$ 等6種不同的能量差。表示氫原子受入射光激發由 E_1 躍遷至 E_4 ，所需入射光的頻率

$$f = \frac{E_4 - E_1}{h}。$$

《難易度》中

() 35. 若某一原子有一線系的能階如表所示，則發射最短波長的光是相對應於哪兩個能階間的躍遷？ (A) $E_2 \rightarrow E_1$ (B) $E_6 \rightarrow E_5$ (C) $E_6 \rightarrow E_1$ (D) $E_1 \rightarrow E_6$ (E) $E_3 \rightarrow E_4$

E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6
-13.60	-3.40	-1.51	-0.85	-0.54	-0.38

《答案》C

《解析》最短波長表示發射出之電磁波能量最高，故能階差(數字差)最大，而且應由高能階躍遷回低能階

《難易度》中

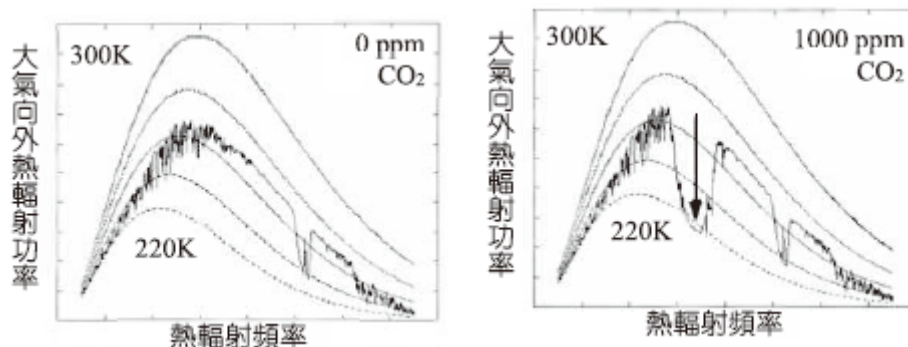
() 36. 在微小世界裡，自然原理對於同時精確測得粒子的位置與速度有所限制，故無法唯一決定粒子下一時刻的位置與速度，這是近代物理的哪一特性？ (A) 唯一決定性 (B) 機率性 (C) 因果律 (D) 連續性 (E) 精確性。

《答案》B

《難易度》中

() 37. 下圖為大氣向外熱輻射功率對熱輻射頻率的曲線圖，5個平滑的細線代表標準的輻射體由克氏(絕對)溫度220 K到300 K，每隔20 K的熱輻射特性曲線。左圖與右圖的黑色波折線，分別代表 CO_2 含量為0與1000 ppm時，地球氣候系統模型預測大氣向外熱輻射功率隨頻率的變化。右圖所預測之地球大氣向外輻射，最接近攝氏多少度的標準的輻射體，所發出之熱輻射？

(A) 270 (B) 260 (C) 100 (D) -10 (E) -100



《答案》D

《解析》

由0 ppm的 CO_2 圖可知，與第三條線較符合 $\Rightarrow 220 + 40 = 260$ (K)， $260 - 273 = -13$ ($^{\circ}\text{C}$)，最接近為 -10 ($^{\circ}\text{C}$)

《難易度》中

《題源》111學測

- () 38. 我們可以知道太陽主要由氫和氦所組成是因為 (A) 太空人到太陽採集樣本帶回地球檢驗 (B) 光譜分析 (C) 核融合反應只有氫可以發生 (D) 恆星必由氫和氦元素組成 (E) 於地球上收集到的太陽風所分析出的。

《答案》B

《難易度》中

- () 39. 有關物質波的敘述，何者正確？
(A) 物質波的概念是由愛因斯坦提出的 (B) 電子的雙狹縫干涉實驗證明電子有波動性，因此證實了物質波理論的正確性 (C) 物質波像繩波一樣都是力學波 (D) 運動中的棒球也具有物質波，可以利用攝影機找出棒球的物質波波長 (E) 紅色物體的物質波波長大於紫色物體的物質波波長。

《答案》B

《解析》(A) 物質波的概念是由德布羅意提出的 (C) 物質波是機率波 (D) 運動中的棒球也具有物質波，但物質波波長太小，不可能用攝影機找出棒球的物質波波長 (E) 物質波波長與物體顏色無關

《難易度》中

- () 40. 有關氫原子光譜的敘述，下列選項何者正確？ (A) 氫原子的光譜線為連續的譜線 (B) 氫原子的光譜線在所有元素中最為複雜 (C) 「巴耳末系」和「帕申系」是最早被發現的譜線 (D) 「巴耳末系」譜線主要落於紅外光區 (E) 「帕申系」譜線主要落於可見光區。

《答案》C

《解析》(A) 氫原子的光譜線為不連續的譜線。 (B) 氫原子的光譜線在所有元素中應為最簡單的。 (D) 「巴耳末系」譜線主要落於可見光區。 (E) 「帕申系」譜線主要落於紅外光區。

《難易度》中

- () 41. 1905年愛因斯坦將普朗克的概念加以延伸，提出「光量子」的概念。光量子理論提到電磁波頻率為 f ，則其能量 ϵ 與頻率 f 成正比， $\epsilon = hf$ ，其中 h 為普朗克常數， $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J. s。根據光量子論，在真空中傳播的電磁波中，若以單一光量子比較，有關紅光、綠光、紫光、微波、紅外光的能量，何者最高？ (A) 紅光 (B) 綠光 (C) 紫光 (D) 微波 (E) 紅外光

《答案》C

《解析》紫光頻率最高，所以能量最高

《難易度》中

- () 42. 由波耳氫原子模型知道，原子在不同能階間躍遷時，會吸收或釋放出光子，在下列各種能階變化中，在哪一種情況下發射出的光子能量最大？ (A) 從 $n=2$ 到 $n=5$ (B) 從 $n=2$ 到 $n=4$ (C) 從 $n=5$ 到 $n=2$ (D) 從 $n=4$ 到 $n=2$ (E) 從 $n=3$ 到 $n=2$ 。

《答案》C

《解析》從高能階到低能階會釋放出能量，而能階差越大，釋放出能量越大。

《難易度》中

- () 43. 根據物質波理論，運動中的車子會伴隨著波動現象發生，但我們卻未察覺過此物質波的存在是因為 (A) 物質波理論錯誤 (B) 車子物質波波長太大 (C) 車子物質波波長太短 (D) 物質波僅為理論，無法觀察 (E) 車速太快不能測量。

《答案》C

《難易度》中

- () 44. 以波長為 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 $\frac{2}{3}\lambda$ 的光照射，則所放出電子的最大動能為 $3T$ 。試問 T 為何？(選項中 h 為卜朗克常數，為 c 光速) (A) $\frac{3}{4} \frac{hc}{\lambda}$ (B) $\frac{2}{3} \frac{hc}{\lambda}$ (C) $\frac{1}{2} \frac{hc}{\lambda}$ (D) $\frac{1}{3} \frac{hc}{\lambda}$ (E) $\frac{1}{4} \frac{hc}{\lambda}$ 。

《答案》E

$$\begin{cases} \frac{hc}{\lambda} = W + T \\ \frac{hc}{2\lambda/3} = W + 3T \Rightarrow T = \frac{hc}{4\lambda} \end{cases}$$

《解析》由光電方程式：

《難易度》中

《題源》【94指考】

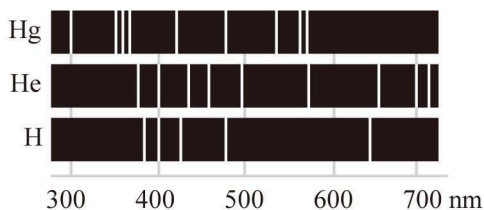
- () 45. 下列有關波動或是物質波的敘述，何者正確？ (A)光是波動，但有粒子的性質；物質是粒子，也可以看成是可見光 (B)光子和電子均具有粒子和波動的性質，均具有靜止質量，且速度可為任意值 (C)電子抵達屏幕時，若其物質波發生建設性干涉，會發出強光 (D)物質波與光波同是橫波 (E)物質波表示質點在空間出現波動的機率分布。

《答案》E

《解析》(A)光是波動，但有粒子的性質；物質是粒子，但無法看成是可見光。(B)光子和電子均具有粒子和波動的性質，光子無靜止質量，且速度為定值。(C)電子抵達屏幕時，若其物質波發生建設性干涉，會出現密度較大的現象，不會發出強光。(D)光波是橫波，但物質波是機率的概念。

《難易度》中

- () 46. 圖為氫、氦、汞原子的發射光譜，三位同學觀察後發表見解如下：甲生：正如條碼可用來辨識不同商品，不同原子產生的譜線，可用來辨識原子的種類。乙生：不同原子產生的譜線波長不同，是物質呈現不同顏色的主因。丙生：原子僅發射特定波長的光譜線，這是原子具有不連續能階的證據。哪幾位同學的說法是正確的？ (A)僅有甲 (B)僅有乙 (C)僅有丙 (D)僅有甲丙 (E)僅有乙丙



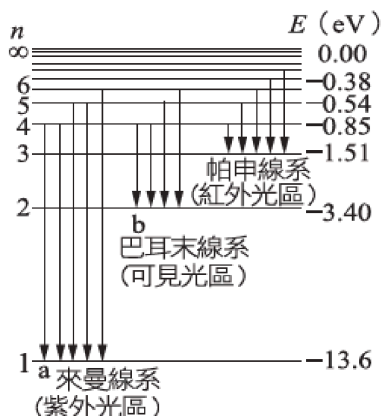
《答案》D

《解析》不同原子產生的譜線波長不同是因為原子能階的能量差不同所致，跟物質呈現的顏色無關

《難易度》中

《題源》108學測

- () 47. 電子由激發態 $n=3$ 躍遷回 $n=2$ ，放出的光為可見光，則由激發態 $n=2$ 躍遷回 $n=1$ ，放出的光會落在哪一個光區？ (A)紫外光區 (B)可見光區 (C)微波光區 (D)紅外線光區 (E)無線電波區



《答案》A

《解析》由激發態 $n=2$ 躍遷回 $n=1$ ，放出的光能量會比由激發態 $n=3$ 躍遷回 $n=2$ ，放出的光能量大，所以會落在紫外光區

《難易度》中

- () 48. 雷納發現若入射光的頻率太低，不論多強的光，且不論照射時間多長，均不會產生光電

效應，即不會有光電子產生，這可以藉由哪兩個實驗結果來做出這個判斷？ (A) (a)(b) (B) (a)(c) (C) (a)(d) (D) (b)(c) (E) (b)(d)。

《答案》A

《解析》根據題目所述「不會有光電子產生」，因此只有(a)(b)兩個實驗結果可選，加上(a)(b)兩個實驗結果也表示入射光的頻率太低時，增加光的強度，不會有光電子產生。

《難易度》中

- () 49. 下列現象，何者顯示德布羅意物質波的存在？ (A) 有些波必須靠介質才能傳播，如繩波、水波等 (B) 光電效應的現象 (C) 黑體輻射中，電磁振子的能量不連續 (D) 電子的雙狹縫干涉實驗 (E) X射線的布拉格繞射現象。

《答案》D

《解析》(D) 電子的雙狹縫干涉實驗強烈證實物質波的存在，另外達維森—革末進行實驗，利用電子束射入鎳晶體的繞射現象也證實物質波的存在。

《難易度》中

- () 50. 在傳統概念中，電子一直被視為粒子，但科學家發現電子也能具有某些現象，使科學家認為，電子在某一些場合也具有波動性。以下哪一個現象是波才具有，粒子不具有的特性？ (A) 光電效應 (B) 在電場中，電量會改變 (C) 雙狹縫干涉產生明暗條紋 (D) 具有直進性 (E) 遵守反射定律

《答案》C

《解析》(C) 雙狹縫干涉產生明暗條紋是波動本質所具有的特性

《難易度》中

- () 51. 仔細觀測太陽可見光光譜，可以發現許多條暗線(吸收光譜)，其原因為何？ (A) 太陽周圍的部分比中央部分看起來暗 (B) 黑子的溫度比光球低，看起來比周圍暗 (C) 中心部分伴隨著核融合反應，有特定波長被光吸收 (D) 太陽大氣中含有各種元素，可以吸收特定波長的光 (E) 太陽黑子吸收了核融合反應的能量。

《答案》D

《難易度》中

- () 52. J.J. 湯姆森利用陰極射線管實驗發現了電子，而G.P. 湯姆森將電子入射至金箔，觀察到電子的繞射圖案。請問上述兩個實驗分別觀測到電子的哪項性質？ (A) 電子的波動性、電子的粒子性 (B) 電子的粒子性、電子的波動性 (C) 電子的粒子性、電子的電性 (D) 電子的電性、電子的粒子性 (E) 電子的電性、電子的質量。

《答案》B

《解析》J.J. 湯姆森利用陰極射線管實驗發現電子，是屬於電子的粒子性；G.P. 湯姆森的電子繞射實驗則是屬於電子的波動性。

《難易度》中

- () 53. 當輻射發射光譜之發光體的溫度升高時，下列哪些現象是對的？ (A) 每一條放射光譜線的頻率增加 (B) 放射光譜的強度不變 (C) 同一放射光譜所發出每一個光子所帶的能量不變 (D) 放射光譜線的數目不變 (E) 每一條放射光譜線的波長減小了。

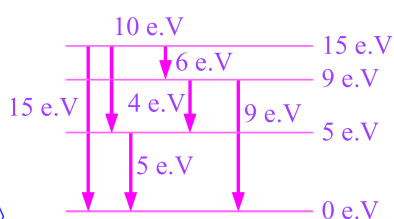
《答案》C

《解析》當溫度升高時，原子可由基態躍升到更高的受激態再放出光子回到基態：(A)(C)(E) 每一條放射光譜線的光子能量不變，波長不變，因是由能階差決定。(B) 放射光譜的強度會增加，因為光子數增加。(D) 放射光譜線的數目增加，因為由更高的受激態放出光子回到基態，故光譜線的數目也增加。(E) 每一條放射光譜線的波長不變。

《難易度》中

- () 54. 某原子的能階只有0 e.V、5 e.V、9 e.V、15 e.V，以連續光譜通過此原子蒸汽時，則此原子的吸收光譜線最多有幾條？ (A) 2條 (B) 3條 (C) 4條 (D) 5條 (E) 6條。

《答案》E



《解析》

故為6條。

《難易度》中

- () 55. 下列有關「光子」的說法中，哪一個是錯誤的？ (A)光子束具有動量 (B)光子束具有波動性 (C)光子束具有電磁波的性質 (D)同一頻率的光子可以具有不同的能量 (E)同一種雷射所發出的光，如果愈強，表示每秒內所發出的光子數目愈大。

《答案》D

《解析》(D) $E = hf$

頻率相同，能量相同。

《難易度》中

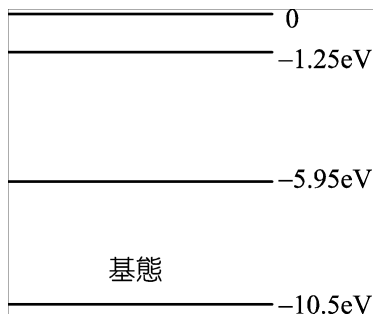
- () 56. 由古典物理到近代物理有許多概念的革新，下列敘述何者正確？ (A)由於思維的發展，操作型定義的概念被拋棄了 (B)由於儀器的進步，物理概念中的測不準原理被推翻了 (C)為了解釋微觀新現象，對能量的概念由連續性轉為量子化 (D)相對性及二象性是帶動精確性概念革命的代表 (E)從微觀現象探討轉為巨觀現象的探討。

《答案》C

《解析》近代物理量子論為了解釋微觀新現象，對能量的概念由連續性轉為量子化，故選(C)。

《難易度》中

- () 57.



上圖為某原子之能階示意圖。當處於基態的原子與動能10 eV的電子碰接而受激後，請問下列敘述何者正確？

- (A)由於電子動能並未對應基態與別的能階之能皆差，因此原子仍會處於基態，無法躍遷至別的激發態
(B)原子只有可能躍遷至第二激發態
(C)受電子碰撞而激發後的原子，可能會放出兩種不同頻率的光子
(D)受電子碰撞而激發後的原子，可能會放出三種不同頻率的光子
(E)受電子碰撞而激發後的原子，除非受到微擾，否則不會躍遷至較低的能量態

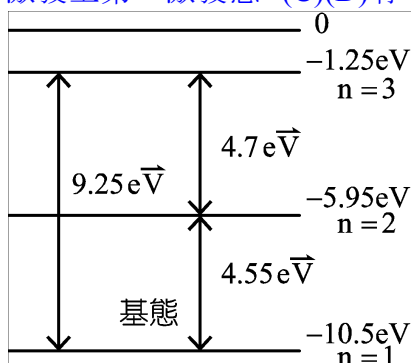
《答案》D

《解析》(A)如上圖相鄰的能階差，只要入射的電子動能大於4.55 eV即可激發此原子 (B)亦有可能只

$$n = 3 \rightarrow n = 2$$

$$n = 3 \rightarrow n = 1$$

激發至第一激發態 (C)(D)有可能 $n = 2 \rightarrow n = 1$ 3種 (E)電子處於激發態是不穩定的！



《難易度》中

《題源》109新竹高中

- () 58.

$n=4$	——	6.0 eV
$n=3$	——	5.0 eV
$n=2$	——	2.5 eV
$n=1$	——	0.0 eV

當電子由高能階躍遷至低能階時，原子會輻射出特定波長的電磁波，形成光譜。經測量氫原子所發出的四條可見光譜線的波長分別為656 nm、486 nm、434 nm及410 nm。下列的敘述中，何者正確？ (A)氫原子的能階只有5個 (B) 656 nm光子的能量比486 nm大 (C)在真空中傳播時，四者中以656 nm的光傳播速度最快 (D)若486 nm的光照射某金屬，使其產生光電流，則改用434 nm的光照射此金屬必可產生光電流。

《答案》D

《解析》(A)氫原子的能階有許多個，不只5個。 (B)光子的能量與頻率成正比，與波長成反比，故656 nm光子的能量比486 nm小。 (C)在真空中傳播時，各種波長的電磁波波速均相同。

《難易度》中

- () 59. 下列有關近代物理的重大發現，何者正確？ (A)卜朗克首先提出光子的概念，成功的解釋黑體輻射 (B)光電效應與康卜吞效應證實光的粒子性 (C)倫琴發現X射線，並證實它是一種帶電粒子 (D)湯木生(J.J. Thomson)發現電子，並證實它是自然界中的基本電量 (E)德布羅意提出物質波的理論，成功圓滿地解釋光的二象性。

《答案》B

《解析》(A)卜朗克首先提出能量量子化的概念，愛因斯坦提出光子論。

(C)X射線為電磁輻射

(D)湯木生(J.J. Thomson)發現電子，並測出電子荷質比，密立坎證實它是自然界中的基本電量

(E)德布羅意提出物質波的理論，愛因斯坦圓滿地解釋光的二象性。

《難易度》中

- () 60. 在光電效應的實驗裡，下列敘述何者正確？ (A)當入射光強度增加時，光電子的能量即增加 (B)光電流的大小與入射光之光強度無關 (C)對不同的金屬板，截止電壓對頻率的數據圖中，斜率不同 (D)光電流之產生與光照射在金屬板上，兩者間幾乎無時間落差 (E)只要照射時間夠久，金屬板皆能產生光電子。

《答案》D

《難易度》中

- () 61. 由波耳的氫原子模型，一個氫原子由受激態躍遷為基態時，下列敘述何者正確？電子繞行原子核的半徑增大 (B) 氫原子的總能量提高 (C) 處於不穩定的狀態，將在短時間內回到受激態 (D) 以光子的形式釋出能量 (E) 氫原子只有一種受激態

《答案》D

《解析》氫原子有多種特定的受激態，受激態的能量比基態高，由受激態回復為基態時半徑減小，總能量降低，原子處於較穩定的狀態，而降低的能量將以光子形式釋出，故選(D)。

《難易度》中

- () 62. 在光電效應中，已知電子要由甲金屬內部移出脫離其表面所需的最小能量為2.5電子伏特。某生欲使用氣態乙原子中的電子在能階-5.4電子伏特、-1.6電子伏特之間躍遷時所發出的光波照射甲金屬以產生光電子。則在乙原子所發出之特定波長的光照射下，甲金屬所產生之光電子的最大動能可能為下列何者？(A) 0.1 (B) 1.0 (C) 1.3 (D) 2.0 (E) 3.5 電子伏特。

《答案》C

《解析》依波耳氫原子模型 $E = E_f - E_i \Rightarrow E_f - E_i = K + W \Rightarrow -1.6 - (-5.4) = K + 2.5$ ，所以光電子最大動能 K 為 1.3 電子伏特。

《難易度》中

- () 63. 原子能階如右圖所示，此原子不會放射出何種能量之光子？(A) 1.0 (B) 2.0 (C) 3.5 (D) 5.0 (E) 6.0 eV。

《答案》B

《解析》原子可放出(單位為 eV) $6-0=6$, $5-0=5$, $2.5-0=2.5$, $6-2.5=3.5$, $5-2.5=2.5$, $6-5=1$ ，故不會放出 2.0 eV 之光子。

《難易度》中

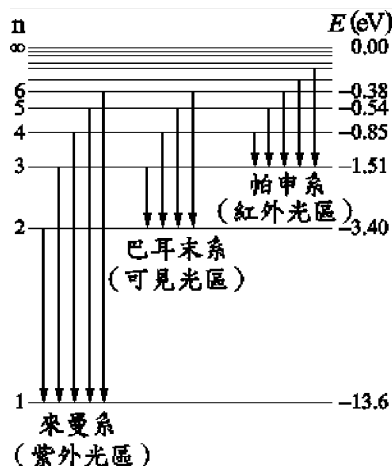
- () 64. 小芮以頻率 f_1 、 f_2 的兩種單色光，分別照在不同的金屬板甲、乙上，實驗結果發現，2種單色光皆能使金屬板甲產生光電流，而乙金屬板只有以 f_1 照射時才能產生光電流。已知電子逸出金屬板甲所需的最小能量為 $W_{\text{甲}}$ ，電子逸出金屬板乙所需的最小能量為 $W_{\text{乙}}$ 。若普朗克常數為 h ，則根據小芮的實驗結果，可求得 f_1 、 f_2 、 $W_{\text{甲}}$ 、 $W_{\text{乙}}$ 之間的關係為何？
(A) $W_{\text{甲}} > W_{\text{乙}}$ (B) $hf_1 < W_{\text{甲}}$ (C) $hf_2 > W_{\text{甲}}$ (D) $f_1 > f_2$ (E) $hf_1 < W_{\text{乙}}$ 。

《答案》D

《解析》依題意可推得： $hf_1 > W_{\text{甲}}$ ， $hf_2 > W_{\text{甲}}$ ， $hf_2 < W_{\text{乙}}$ ， $hf_1 > W_{\text{乙}}$ ，故 $W_{\text{甲}} < W_{\text{乙}}$ ， $hf_1 > hf_2$ 。

《難易度》中

- () 65. 當氫原子中的電子在不同能階時，具有不同能量，圖中的 E (eV) 代表能階的相對能量，其數值可發現，電子處於基態時，能量最低。電子由激發態 $n=3$ 降回 $n=2$ ，放出的光為可見光，則此可見光的能量為何？(註：此圖未按實際比例繪製)



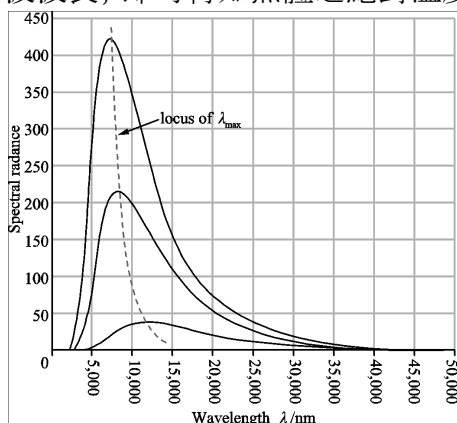
- (A) 1.51 eV (B) 1.89 eV (C) 3.4 eV (D) 13.6 eV (E) 2.55 eV。

《答案》B

《解析》 $\Delta E = E_3 - E_2 = -1.51 - (-3.4) = 1.89 \text{ eV}$

《難易度》中

- () 66. 若一理想黑體其表面的絕對溫度 T ，則該黑體表面每單位面積在每單位時間所輻射出的電磁波能量可稱為輻射能通量密度 J ： $J = \sigma T^4$ 。上式中的 σ 為史特凡-波茲曼常數。而若物體所處的環境絕對溫度為 T_e ，則還需考慮其表面對入射輻射能的吸收。理想黑體在環境中所吸收的輻射能通量密度 J' 為： $J' = \sigma T_e^4$ 。由上述說明可知，理想黑體既容易吸收輻射，也容易放出輻射，同時也代表其發光譜只會與其絕對溫度有關。直觀上能夠理解，當黑體的溫度愈高時，其所放出之輻射最大強度也會隨之增加。有趣的一點是，不同溫度之輻射強度峰值所對應的電磁波波長 λ_M 也會有所差異。德國物理學家維因提出著名的維因位移定律： $\lambda_M T = 2.898 \times 10^{-3} mK$ 。憑此公式，只要知道輻射強度峰值所對應之電磁波波長，即可得知黑體之絕對溫度。



上圖為一理想黑體在不同溫度下所輻射出的電磁波波長對強度關係圖。請問下列有關於黑體輻射的敘述何者正確？

- (A) 理想黑體表面之輻射能量會與黑體之攝氏溫度的四次方成正比關係 (B) 上圖中物理的絕對溫度排序為 $1 > 2 > 3$ (C) 輻射能通量密度的公制單位為 (J/s) (D) 當黑體系統溫度 T 大於環境溫度 T_e 時，黑體不會吸收環境提供之輻射能量 (E) 當黑體系統與環境達成熱平衡時，便不會受輻射出電磁波

《答案》B

《解析》(A) 克氏溫度四次方成正比 (B) 單位為 w/m^2 (D) 仍會吸收 (E) 吸收=放出

《難易度》難

《題源》109新竹高中

- () 67. 氫原子能階公式 $E = \frac{-13.6}{n^2}$ 電子伏特，係數13.6是從 $\frac{2\pi^2 mk^2 e^4}{h^2}$ 得來的。假設有一種粒子，其質量為電子質量的200倍，其帶電量與電子相同。若以此種粒子取代氫原子中的電子，則在基態時其能量為若干電子伏特？ (A) -5.44×10^3 (B) -1.36×10^3 (C) -2.72×10^3 (D) -13.6 (E) -6.80×10^2 電子伏特。

《答案》C

《解析》質量為電子質量的200倍，由 $\frac{2\pi^2 mk^2 e^4}{h^2}$ 可知，基態能量為電子基態能量的200倍，即 $-13.6 \times 200 = 2720$ 電子伏特。

《難易度》難

- () 68. 下列所述光電效應中入射光與光電子之間的關係，何者證實了光具有粒子性？ (A) 光電子的數目與照射在金屬表面的入射光頻率成正比 (B) 光電子產生與否決定於照射在金屬表面的入射光強度 (C) 照射於金屬表面的入射光頻率須大於某一特定值方能產生光電子 (D) 照射於金屬表面的入射光波長須大於某一特定值方能產生光電子 (E) 照射於金屬表面的入射光波長及強度均須大於某一特定值方能產生光電子

《答案》C

《解析》入射光的頻率必須大於某一特定值才能產生光電子的實驗結果，利用光的波動概念(電磁

波)無法解釋,必須以光的粒子性(光子),才能解釋

《難易度》難

《題源》107學測

() 69.在某金屬表面上分別照射波長5000埃及4000埃之光波後,所產生光電子的最大能量比為

$E = \frac{12400}{\lambda}$ (埃) (A)12000
2:3, 能使此金屬產生光電效應的最長波長為多少(光子能量
(B)10000 (C)8000 (D)7000 (E)6000 埃。

《答案》B

《解析》由愛因斯坦光電方程式 $E_{\text{photon}} = W + E_k$ 可得:

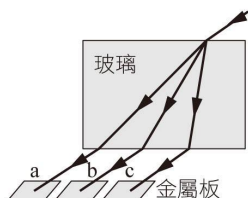
$$\begin{cases} \frac{12400}{5000} = W + 2E_k \\ \frac{12400}{4000} = W + 3E_k \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2.48 = W + 2E_k \\ 3.1 = W + 3E_k \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W = 1.24 \\ E_k = 0.62 \end{cases}$$

當光電子的最大能量為 E_k 零時,此時所需光子能量最低,即波長最長,

$$\frac{12400}{\lambda} = 1.24 \Rightarrow \lambda = 10000 \text{ (埃)}$$

《難易度》難

() 70.牛頓將白光射向三稜鏡後,在屏幕上出現類似彩虹的顏色,而且發現紫光偏折程度最大,這個實驗結果可知,對同一塊玻璃,頻率愈高的可見光,如紫光,其偏折程度較大。今將一束可見光的複色光線經玻璃板折射後分離成三束光線,再分別照射到三塊相同的金屬板a、b、c上,若入射光能量大於金屬的功函數,就能產生光電效應,放出光電子,而入射光能量跟頻率成正比,即跟偏折程度有關,如圖所示。已知金屬板b有光電子放出,則下列敘述何者正確? (A)板a一定不放出光電子 (B)板a一定放出光電子 (C)板c一定不放出光電子 (D)板c一定放出光電子 (E)板a、c都無法放出光電子



《答案》D

《解析》(D)由圖可知,射在金屬板c的光線偏折程度較射在金屬板b的光線偏折程度大,因此表示頻率較高,所以當金屬板b有光電子放出,則金屬板c一定會有光電子放出,但金屬板a則無法判定是否有光電子放出

《難易度》難

二、多選題

() 1.當前物理學家對光波及光子的看法,下列何者正確?(應選3項) (A)光僅有波動的特性 (B)光僅有粒子的特性 (C)光具有波粒二象性的特性 (D)光子論認為光束是由一顆顆的光子所組成 (E)波動說認為光是一種電磁波。

《答案》CDE

《解析》目前物理學認為光具有波動和粒子的特性,就是波粒二象性,既是電磁波,也是一顆顆的光子。

《難易度》易

() 2.關於黑體輻射的實驗結果,下列敘述何者正確?(應選3項) (A)能夠達到黑體輻射的物質,一定得是黑色物體 (B)黑體可以吸收全部的外來電磁輻射,不會有對外的反射與透射 (C)黑體輻射實驗中,不同溫度會有不同的輻射波長 (D)此實驗結果用古典的電磁波理論來解釋卻引發紫外災變 (E)古典的電磁波理論可以合理解釋此現象。

《答案》BCD

《解析》(A)實驗室以空腔來模擬黑體，故黑體不一定是黑色。(E)古典的電磁波理論無法合理解釋此現象，所以普朗克才提出量子論加以解釋。

《難易度》易

- () 3. 下列何者具有「量子化」的性質？ (A)小明的身高 (B)今天的氣溫 (C)質子的數量 (D)電荷的帶電量 (E)光的能量。

《答案》CDE

《難易度》易

- () 4. 有關電磁波和物質波的比較，下列何者正確？(應選3項) (A)前者為馬克士威所提出 (B)後者為德布羅意所提出 (C)只有前者能產生干涉、繞射現象 (D)只有後者具有波動和粒子的雙重性質 (E)電磁波的強度由振幅決定。

《答案》ABE

《解析》(C)兩者均能產生干涉、繞射現象。(D)兩者均具有波動和粒子的雙重性質。

《難易度》易

- () 5. 下列哪些呈現出光或物質的波動性較顯著？ (A)物質波 (B)楊氏干涉實驗 (C)光電效應 (D)電子的繞射實驗 (E)投手靜止的棒球。

《答案》ABD

《難易度》易

- () 6. 下列哪些裝置或設備是光電效應的應用？(應選3項) (A)太陽能電池 (B)光電管 (C)LED(發光二極體) (D)LCD(液晶顯示器) (E)CCD(數位相機內的感光元件)。

《答案》ABE

《解析》(C)LED(發光二極體)是利用原子能階的概念。(D)LCD(液晶顯示器)是利用液晶加電壓時，可以旋轉方向，用來當成光線開關而顯像。

《難易度》易

- () 7. 有關「光譜」的敘述，下列何者正確？(應選3項) (A)自行發光的物體所形成的光譜稱為發射光譜 (B)元素所放出的光譜是幾乎相似的連續光譜 (C)太陽光產生的光譜為帶狀光譜 (D)每一種元素都有其特定波長的光譜線 (E)科學家常會透過光譜分析來得知物質中的組成成分

《答案》ADE

《解析》(B)元素所放出的光譜為不連續光譜，是獨一無二的。(C)太陽光產生的光譜為連續光譜，但存在一些暗線

《難易度》易

- () 8. 密立坎本想以精確的實驗來否定愛因斯坦的光量子理論。但實驗結果卻出乎他的意料之外，反而證實了愛因斯坦對光電效應的解釋是正確的，由密立坎的實驗圖中，根據光電效應的光電子最大動能(縱軸)和照射光頻率(橫軸)之關係圖，下列的敘述哪些正確？(應選3項) (A)縱軸截距代表功函數的負值，隨金屬種類而異 (B)斜率會因金屬的種類而改變 (C)照射光低限頻率與功函數大小成正比 (D)照射光光強度增加，底限頻率就減小 (E)由斜率可以決定普朗克常數 h 的大小。

《答案》ACE

《解析》(B)不同種類金屬的斜率均相同。(D)低限頻率與功函數有關，與光強度無關。

《難易度》易

- () 9. 太陽能電池為運用光電效應的類似理論，下列敘述何者正確？(應選3項) (A)可將光能轉變為電能 (B)吸收一個可見光光子產生的光電子數目較吸收一個紫外光光子少 (C)正午的太陽光較強，產生的光電流較大 (D)產生電功率為產生之光電流與電壓之乘積 (E)使用太陽能電池仍無法減輕全球暖化的問題。

《答案》ACD

《解析》(B)光電子數目皆相同。(E)太陽能發電可有效減緩全球暖化問題。

《難易度》易

- () 10. 克爾文爵士在英國皇家科學院演講，指出完備的物理理論仍有兩朵烏雲籠罩，這兩朵烏雲引起了物理學驚天動地的變革，卻也孕育出近代物理學的哪兩大基石？(應選2項) (A)狹義相對論的誕生 (B)廣義相對論的誕生 (C)量子力學 (D)古典電動力學 (E)古典統計物理

《答案》AC

《解析》這兩朵烏雲引起了物理學驚天動地的變革，第一朵烏雲導致了量子力學的創立，第二朵烏雲導致了狹義相對論的誕生。而量子力學與相對論，就是近代物理學的兩大基石！

《難易度》易

- () 11. 下列何者實驗或發現支持「量子論」？(A)光電效應 (B)原子光譜 (C)電子的繞射 (D)赫茲實驗證實「電磁波」存在 (E)普朗克解釋熱輻射能譜。

《答案》ABE

《難易度》易

- () 12. 下列選項所陳述的事實或現象，哪些與「光電效應」有關？(應選2項) (A)此效應可用愛因斯坦提出的理論解釋 (B)利用靜電感應分離電荷 (C)可驗證光的波粒二象性 (D)雷雨中的閃電現象 (E)蝙蝠捕捉昆蟲

《答案》AC

《解析》光電效應必須由愛因斯坦提出的光子論才能完美解釋，驗證光除了波動性外亦具有粒子的性質。(B)利用靜電感應分離電荷，是庫侖靜電力的範疇。(D)雷雨中的閃電現象，是正負電急遽中和而瞬間釋放大量能量。(E)蝙蝠捕捉昆蟲，是利用超聲波原理

《難易度》易

《題源》104學測

- () 13. 下列選項所陳述的事實或現象，哪些與「光電效應」有關？(應選2項) (A)此效應可用愛因斯坦提出的理論解釋 (B)利用靜電感應分離電荷 (C)可驗證光的波粒二象性 (D)雷雨中的閃電現象 (E)蝙蝠捕捉昆蟲。

《答案》AC

《解析》光電效應必須由愛因斯坦提出的光子論才能完美解釋，驗證光除了波動性外亦具有粒子的性質。(B)利用靜電感應分離電荷，是庫侖靜電力的範疇。(D)雷雨中的閃電現象，是正負電急遽中和而瞬間釋放大量能量。(E)蝙蝠捕捉昆蟲，是利用超聲波原理。

《難易度》易

- () 14. 克爾文爵士在英國皇家科學院演講，指出完備的物理理論仍有兩朵烏雲籠罩，這兩朵烏雲引起了物理學驚天動地的變革，卻也孕育出近代物理學的哪兩大基石？(應選2項) (A)狹義相對論的誕生 (B)廣義相對論的誕生 (C)量子力學 (D)古典電動力學 (E)古典統計物理。

《答案》AC

《解析》這兩朵烏雲引起了物理學驚天動地的變革，第一朵烏雲導致了量子力學的創立，第二朵烏雲導致了狹義相對論的誕生。而量子力學與相對論，就是近代物理學的兩大基石！

《難易度》易

- () 15. 下列哪些裝置或設備是光電效應的應用？(應選3項) (A)店面常見的自動門 (B)光纖收發器(FOT) (C)電動牙刷充電系統 (D)雷射 (E)星光夜視鏡

《答案》ABE

《解析》(C)電動牙刷充電系統是運用電磁感應原理。(D)雷射跟LED原理有點像，但其光子是頻率相同

《難易度》易

- () 16. 如果光的波動理論可以解釋光電效應，那麼我們在實驗上預期可看到的現象可能會是下列哪些情形？(應選3項) (A)無論用哪一種入射光的頻率，光電效應是一定會產生的 (B)光電子可能需照射一段時間才會跑出來 (C)入射光的波長必短於某一底限波長，才可產生光電子 (D)光強度增加時，被打出的光電子之最大動能也會增加 (E)以弱光照射金屬板，打出光電子的時間不變

《答案》ABD

《解析》(C)波動理論認為只要光照射一段時間，不論入射光的頻率，只是時間長短的關係，一定有光電子產生；與強度無關。(E)時間會變長

《難易度》易

- () 17. 下列哪些科學家對氫原子光譜的解釋有重要貢獻？(應選2項) (A)波耳 (B)克卜勒 (C)法拉第 (D)安培 (E)雷德堡

《答案》AE

《解析》(A)(E)波耳、雷德堡均貢獻在解釋氫原子光譜的不連續能階

《難易度》易

- () 18. 下列關於電子的雙狹縫干涉實驗之敘述，何者正確？(應選3項) (A)德國人詹頌完成了

這個實驗 (B)此實驗中，屏幕上的亮區說明電子會發光 (C)此實驗中，屏幕上的亮區為機率最多或密度較高的電子出現的區域 (D)此實驗結果可證明電子具有粒子性質 (E)此實驗結果可證明電子具有波動性質

《答案》ACE

《解析》(B)亮區為電子撞擊螢光物質處所形成的。(D)(E)此實驗結果可證明電子具有波動性

《難易度》易

- () 19. 下列關於電子的雙狹縫干涉實驗之敘述，何者正確？(應選2項) (A)最早是德布羅意所做的實驗 (B)此實驗中，屏幕上的亮區說明電子具有能階，可以發光 (C)此實驗中，屏幕上的亮區為電子出現密度較高的區域 (D)此實驗結果可證明電子具有粒子性 (E)此實驗結果可證明電子具有波動性。

《答案》CE

《解析》(A)1961年由約生成功的觀測到。(B)亮區為電子密集撞擊螢光物質處，非電子發光。(D)(E)此實驗結果可證明電子具有波動性。

《難易度》易

- () 20. 下列哪些裝置或設備是光電效應的應用？(應選3項) (A)店面常見的自動門 (B)光纖收發器 (FOT) (C)OLED (有機發光二極體) (D)雷射 (E)星光夜視鏡。

《答案》ABE

《解析》(C)OLED (有機發光二極體) 是利用原子能階的概念，只是材料是有機物。(D)雷射跟LED原理有點像，但其光子是同時產生且頻率相同。

《難易度》易

- () 21. 由於古典物理認為光是電磁波，光的強度與電磁波的振幅有關，光電效應來自金屬上的電子由電磁波「搖晃」而出，故光強度越大，搖晃出的電子動能應越大，且電子動能應與光的頻率無關，只要照射時間夠長，應能累積足夠能量，使光電子釋出。以古典物理的觀點，無法解釋雷納的哪些實驗結果？(應選4項)
(A) (a)(b) 實驗結果說明強度提高，不會產生光電子
(B) (a)(c) 實驗結果說明頻率提高，會產生光電子
(C) (c)(d) 實驗結果說明強度提高，會增加光電子的數量
(D) (e)(f) 實驗結果說明強度提高，不會增加光電子的動能
(E) (c)(e) 實驗結果說明頻率提高，會增加光電子的動能。

《答案》ABDE

《解析》古典物理認為：「光電效應來自金屬上的電子由電磁波「搖晃」而出，故光強度越大，搖晃出的電子動能應越大」，故無法解釋(A)&(D)，但(C)可以解釋。(2) 古典物理認為：「光電效應來自金屬上的電子由電磁波「搖晃」而出，故光強度越大，搖晃出的電子動能應越大，且電子動能應與光的頻率無關」，故無法解釋(B)(E)。

《難易度》易

- () 22. 十八世紀末的物理學，是一門高度成熟的科學，物理理論讓一切是那麼的完美。天上的行星、地上的物體，其運動狀況均可由牛頓三大運動定律與萬有引力定律描述。馬克士威綜合當時已知的四個電磁學定律，推導出電磁學四個方程式，預言電磁波的存在，並由赫茲證實。但物理界卻被兩朵烏雲籠罩，下列哪些選項對應這兩朵烏雲？(應選2項)
(A)天上的行星，其運動狀況仍無法用理論來描述 (B)電子電量具有量子化的特性 (C)黑體輻射的紫外災變 (D)找不到以太存在的證據 (E)氫原子電子繞核運轉時，不會輻射電磁波

《答案》CD

《解析》1900年4月27日克爾文爵士在英國皇家科學院發表名為「十九世紀光與熱的動力理論上的兩朵烏雲」演講，內容提及兩朵烏雲為黑體輻射的紫外災變、找不到以太存在的證據

《難易度》易

- () 23. 雷納發現若入射光的頻率太低，不論多強的光，且不論照射時間多長，均不會產生光電效應，這是古典物理所無法解釋的，但若以光量子論來解釋，則可得到完美的結論，主要原因是？(應選2項) (A)光的強弱，僅表示光子數目的多寡，而非每一光子的能量 (B)光的頻率太小，無法搖晃出電子 (C)光的頻率太小，每一光子的能量不足以克服功函數 (D)光的強度太強，搖晃電子時，電子會互相碰撞而抵銷能量 (E)光的強度太強時，容易擊出質子與中子，而非電子。

《答案》AC

《解析》(B) 搖晃出電子跟光的頻率無關。(D)光的強度太強，只有更多光量子會撞擊到電子。(E)光的強度太強時，還是無法擊出質子與中子。

《難易度》易

- () 24. 科學家不斷研究探討光的本質，下列有關光的各項實驗，哪些可以用光的波動性解釋？(應選4項) (A)透鏡成像實驗 (B)針孔成像實驗 (C)雙狹縫干涉實驗 (D)單狹縫繞射實驗 (E)光電效應實驗。

《答案》ABCD

《解析》(A)透鏡成像實驗是光的折射性質，故可用波動性解釋 (B)針孔成像實驗是光的直線前進，故可用波動性解釋 (C)(D)雙狹縫干涉實驗、單狹縫繞射實驗是光的干涉、繞射，故可用波動性解釋 (E)光電效應實驗只能用光的粒子性解釋。

《難易度》易

- () 25. 下列有關物質波的敘述，哪些正確？(應選2項)
(A)物質波需介質傳播 (B)宏觀世界中所見的粒子或物體，其伴隨的物質波波長都很短
(C)物質波是橫波 (D)物質波以光速傳播 (E)物質波是粒子在空間中出現的機率分布。

《答案》BE

《解析》(A)物質波代表機率分布，不需介質傳播

(B)粒子或物體的質量較大，物質波波長 $\lambda = \frac{h}{mv}$ ，故波長較短無法測知
(C)物質波波速不等於物質運動速率
(D)物質波不足以光速傳播

《難易度》易

- () 26. 十九世紀末，實驗發現將光照射在某些金屬表面，會導致電子自表面逸出，稱為光電效應，逸出的電子稱為光電子。下列關於光電效應的敘述，哪些正確？(應選3項)
(A)光電效應實驗結果顯示光具有粒子的性質
(B)愛因斯坦因首先發現光電效應的現象而獲得諾貝爾物理獎
(C)光照射在金屬板上，每秒躍出的光電子數目與光照射的時間成正比
(D)光照射在金屬板上，當頻率低於某特定頻率(底限頻率或低限頻率)時，無論光有多強，均不會有光電子躍出
(E)光照射在金屬板上，當頻率高於某特定頻率(底限頻率或低限頻率)時，即便光強度很弱，仍會有光電子躍出。

《答案》ADE

《難易度》易

《題源》103學測

- () 27. 下列哪些實驗，可以用來證明物質具有波動性的證據？(應選2項) (A)光電效應實驗 (B) α 質點的散射實驗 (C)電子的干涉實驗 (D)電子在鹽晶體的繞射實驗 (E)楊氏雙狹縫干涉實驗

《答案》CD

《解析》(A)證實光具有粒子性。(B)證實原子的質量集中在原子核。(E)證實光具有波動性

《難易度》易

- () 28. 波耳的氫原子模型可以解釋氫原子光譜的經驗公式，下列有關於光譜與能階的敘述哪些正確？(應選3項) (A)氫原子由高能階躍遷至 $n=1$ 能階時，產生的譜線為來曼系 (B)氫原子由高能階躍遷至 $n=2$ 能階時，產生的譜線為巴耳末系 (C)氫原子由高能階躍遷至 $n=3$ 能階時，產生的譜線為帕申系 (D)氫原子由高能階躍遷至 $n=4$ 能階時，產生的光為紫外光 (E)氫原子由高能階躍遷至 $n=5$ 能階時，產生的光為可見光。

《答案》ABC

《難易度》易

- () 29. 波動學說對電磁波理論是如此完美，但在光電效應卻敗北了！下列哪些選項是波動說無法解釋的事實？(應選3項) (A)為何有底限頻率的的存在 (B)光強度愈強，光電流愈大 (C)光電子的動能和入射光的強度無關 (D)微弱光只要光頻率大於底限頻率，就能立即產生光電流 (E)入射光之波長愈短，光電子的動能愈小

《答案》ACD

《解析》(B)波動說亦可解釋光強度愈強，光電流愈大。(E)動能愈大

《難易度》易

- () 30. 下列有關近代物理的重要概念，何者正確？ (A) 光是波動，但有粒子的性質；物質是粒子，也可以看成是可見光 (B) 光子和電子均具有粒子和波動的性質，均具有靜止質量，且速度可是任意值 (C) 頻率為 f 的電磁波，其每一光子具有能量 $E = hf$ (D) 若電子的物質波長與 X 光波長相等，則電子與 X 光子具有的動量值也相等 (E) 物質波與光波同是橫波。

《答案》CD

《解析》(A) 物質與光本質不同

(B)(E) 物質波為質點在空間出現的機率，非可見光，速度可為任意值。

《難易度》中

- () 31. 下列有關光電效應的敘述，何者正確？ (A) 照射光之強度增加，低限頻率就減小 (B) 光電子動能必小於入射光光子的能量 (C) 功函數愈大，照射光的強度需愈大，方能產生光電效應 (D) 對於固定物質，入射光波長愈短，截止電壓愈高 (E) 若將光視為波動，則不能圓滿解釋光電效應，必須將光視為粒子才可圓滿解釋。

《答案》BDE

《解析》(A) 照射光之強度增加，會使光電流增加，與低限頻率無關。

(B) 由能量守恆可知，入射光子的能量，一部分能量讓電子克服脫離能後所剩的能量，方成為電子動能。

(C) 功函數愈大，照射光之低限頻率需愈大，方能產生光電效應，與光的強度無關。

(D) 入射光波長愈短，電子動能愈大，故截止電壓愈高。

《難易度》中

- () 32. 關於光譜，下列說法正確的是： (A) 各種原子的發射光譜都是線狀譜 (B) 由於原子都是由原子核和電子組成的，所以各種原子的原子光譜是相同的 (C) 由於各種原子的原子結構不同，所以各種原子的原子光譜也不相同 (D) 根據各種原子發光的特徵譜線進行光譜分析，可以鑑別物質和確定物質組成成分。

《答案》ACD

《解析》(B) 個別原子都有其特殊的特徵譜線，以作實驗鑑定之依據。

《難易度》中

- () 33. 下列物理量，何者具量子化的性質？ (A) 一個粒子所帶的電荷 (B) 一個電磁振子輻射出的能量 (C) 波耳氫原子模型中電子軌道運動的能量 (D) 波耳氫原子模型中電子軌道運動形成駐波的數量 (E) 光電效應光子的能量。

《答案》ABCDE

《難易度》中

- () 34. 關於波的性質，下列敘述何者正確？ (A) 聲波無法在真空中傳遞，物質波亦同 (B) 運動中的物質會伴隨著波動現象，本質還是物質，故不會產生干涉現象 (C) 「物質波」和「光波」兩者動量乘上光速即為動能 (D) 電子顯微鏡是利用「物質波」讓我們看見更細微的物質結構 (E) 光電效應一樣有波動現象，只是不明顯。

《答案》DE

《解析》(A) 物質波可在真空中傳遞

(B) 物質波仍會產生干涉現象

(C) 動量乘上光速即為光子動能

《難易度》中

- () 35. 小睿利用雷納的實驗裝置進行光電效應實驗，若他將直流電源的極性反接後，發現當電壓為 3.5 伏特時，光電流為零，這數據可代表光電子的最大動能為 3.5 電子伏特，則下列哪些因素會影響光電子的最大動能的數值大小？(應選 2 項) (A) 入射光的波長 (B) 入射光的強度 (C) 金屬的功函數 (D) 光電流大小 (E) 產生光電子的時間長短

《答案》AC

《解析》根據能量守恆，入射光能量(與光波長有關)=光電子的最大動能+功函數

《難易度》中

- () 36. 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，成為光電子。下列有關此光電效應實驗的敘述，哪些正確？(應選 2 項) (A) 入射光子的能量由頻率決定，頻率愈高，能量愈大 (B) 入射光子的能量由光強度決定，強度愈大，頻率愈高 (C) 入射光子的頻率愈高，光電子的動能會隨之增加 (D) 入射光的強度愈大，光電子的動能會隨之增加 (E) 以同一單色光照射時，光電子的動能與

被照金屬材料的種類無關。

《答案》AC

《解析》(B)入射光子的能量與頻率成正比，而與強度無關。(D)入射光的強度與入射光子的能量及光子數目有關，與被產生的光電子的動能無關。(E)以同一單色光照射時，當被照金屬材料不同時，功函數會不同，所以光電子的動能會隨被照金屬材料不同。

《難易度》中

- () 37. 下列關於氫原子光譜在不同波段的各線系的經驗公式形式相同，下列敘述何者正確？(應選2項) (A)經驗公式形式相同，說明各線系形成的原因相同 (B)氫原子所發出之光譜線全為可見光 (C)瑞士中學教師巴耳末發現巴耳末線系波長具有規律性，此規律性可由數學式來描述 (D)來曼線系之光譜線為可見光 (E)帕申線系之光譜線為紫外光

《答案》AC

《解析》(B)氫原子所發出之光譜只有部分是可見光。(D)來曼線系之光譜線為紫外光。(E)帕申線系之光譜線為紅外光

《難易度》中

- () 38. 下列有關黑體輻射的敘述中，哪些是正確的？(A)黑體輻射光譜中，能量強度最大的頻率隨空腔溫度的升高而降低 (B)黑體輻射之波長和原來射入空腔的入射波長無關 (C)空腔的溫度不同時，它的發射光譜也不同 (D)空腔的發射光譜與空腔的平衡溫度、空腔的材料、形狀等均有密切的關係 (E)黑體輻射必須以「能量連續」的觀念才能解釋。

《答案》BC

《解析》(A)黑體輻射光譜中，能量強度最大的頻率隨空腔溫度的升高而增高。

(D)與空腔的平衡溫度、空腔的材料、形狀均無關。

(E)黑體輻射必須以能量量子化的觀念才能解釋。

《難易度》中

- () 39. 下列敘述何者正確？(A)法朗克—赫茲實驗證實波耳穩定態的假設 (B)布拉格父子以X射線透射晶體薄片的實驗，證實X射線的波動性 (C)經由中子的晶體繞射實驗結果，德布羅意提出物質波的理論 (D)達維生、革末兩人利用電子的晶體反射實驗，證實電子的波動性 (E)芬·勞厄以一定能量的電子束，穿射金屬薄膜獲得繞射圖樣。

《答案》AD

《解析》(B)布拉格父子以晶體作成反射式光柵，將X射線射向晶體，得X射線繞射圖案。

(C)德布羅意提出物質波的理論後，達維生、革末與湯木生以電子繞射實驗證明物質波的存在。

(E)芬·勞厄將X射線射向晶體，X射線以晶格作為繞射光柵，穿過晶體後形成繞射圖案。而確認入射線為電磁波。

《難易度》中

- () 40. 科學家已經了解光源與光譜的關係，所以藉由觀測遙遠天體的光譜，可以獲得其訊息。下列有關光譜的敘述，哪些正確？(應選2項) (A)白熾燈泡發出的光譜為連續光譜 (B)如果在白熾燈泡四周有一團低溫的氣體，氣體會吸收能量而產生發光的明線 (C)只有少數幾種原子才可能有發射光譜或吸收光譜 (D)太陽的可見光光譜為發射光譜 (E)如果氣體中的電子吸收了能量之後，電子躍遷至高能量狀態，當電子跳回低能量狀態，便會發出特定波長的明線，稱為發射光譜

《答案》AE

《解析》(B)白熾燈泡的光波通過一團低溫的氣體，氣體會吸收能量而產生暗線光譜。(C)所有的原子都有發射光譜或吸收光譜。(D)太陽在高溫下發光，其可見光光譜為吸收光譜

《難易度》中

《題源》103學測

- () 41. 雷納發現若入射光的頻率太低，不論多強的光，且不論照射時間多長，均不會產生光電效應，這是古典物理所無法解釋的，但若以光量子論來解釋，則可得到完美的結論，主要原因是？(應選2項) (A)光的強弱，僅表示光子數目的多寡，而非每一光子的能量 (B)光的頻率太小，無法搖晃出電子 (C)光的頻率太小，每一光子的能量不足以克服功函數 (D)光的強度太強，搖晃電子時，電子會互相碰撞而抵消能量 (E)光的強度太強時，容易擊出質子與中子，而非電子

《答案》AC

《解析》(B)搖晃出電子跟光的頻率無關。(D)光的強度太強，只有更多光量子會撞擊到電子。(E)光的

強度太強時，還是無法擊出質子與中子

《難易度》中

- () 42. 下列有關光電效應的應用，哪些正確？(A)太陽能電池 (B)電磁爐 (C)數位相機使用的電荷耦合元件(CCD) (D)夜視鏡 (E)微波爐。

《答案》ACD

《解析》(B)電磁爐的原理是電磁感應。(E)微波爐的原理是利用電磁波讓食物中的水分子振盪而加熱。

《難易度》中

- () 43. 氫原子在其能階間躍遷時可發出可見光，因此可當作光源，稱作氫燈，則下列哪些選項正確？(應選3項) (A)氫燈所發的光，有一部分的波長介於400~700奈米之間 (B)氫燈發光是氫原子由高能階狀態躍遷到低能階狀態 (C)氫燈發光是氫原子由低能階狀態躍遷到高能階狀態 (D)氫燈所發的光譜為連續光譜 (E)氫燈所發的光譜為不連續光譜

《答案》ABE

《解析》(B)(C)氫燈發光是氫原子由高能階狀態躍遷到低能階狀態。(D)(E)氫原子能階為不連續，產生光子能量亦不連續，為不連續光

《難易度》中

- () 44. 二十世紀初葉發現光具有波與粒子二象性，為近代光電科技的重要基礎。下列有關光之波粒二象性的敘述，哪些正確？(應選3項) (A)光的頻率愈高，則光量子的能量愈大 (B)楊氏雙狹縫實驗，驗證了光的波動性質 (C)入射光的波長愈長，愈容易產生光電效應 (D)波與粒子二象性乃光子特性，其他物質並無波粒二象性 (E)愛因斯坦以光能量的量子化，解釋光電效應，驗證了光的粒子性質

《答案》ABE

《解析》(C)入射光的能量愈大，愈容易產生光電效應。由於光量子的能量與波長成反比，所以波長愈長時，愈不容易產生光電效應。(D)不論是光子或微觀質點，如電子，都具有波與粒子二象性

《難易度》中

《題源》106學測

- () 45. 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，成為光電子。下列有關此光電效應實驗的敘述，哪些正確？(應選2項)
- (A)入射光子的能量由頻率決定，頻率愈高，能量愈大
(B)入射光子的能量由光強度決定，強度愈大，頻率愈高
(C)入射光子的頻率愈高，光電子的動能會隨之增加
(D)入射光的強度愈大，光電子的動能會隨之增加
(E)以同一單色光照射時，光電子的動能與被照金屬材料的種類無關。

《答案》AC

《難易度》中

《題源》102學測

- () 46. 以下常見的電磁波輻射現象，哪些不是因為熱輻射現象所產生的？(應選3項) (A)太陽發出的光線 (B)烤箱石英加熱棒發出的光線 (C)LED燈管的光線 (D)日光燈管的光線 (E)雷射筆的光線。

《答案》CDE

《難易度》中

- () 47. 下列光電效應的實驗事實，那些必須用「光子」來說明？(A)光電流之強度與入射光強度成正比 (B)入射光之波長小於某一定值時，雖極弱的入射光也能產生光電子 (C)要使某一金屬發射光電子，入射光的頻率必超過某一定值 (E)入射光的強度和能否產生光電子無關。

《答案》BC

《解析》若以光的波動說而言：光波的能量是可以累積的，沒有波長或頻率的限制；然而就光(量)子而言：光子的波長需小於某一上限或頻率大於某一下限時，光子才會有足夠的能量激發出光電子形成電流。

《難易度》中

- () 48. 有關「黑體輻射」現象，下列敘述何者正確？(應選2項) (A)黑體輻射的發射光譜與黑體材料及形狀有關 (B)當黑體的平衡溫度相同時，輻射能量強度的光譜分布都相同 (C)古典物理理論曲線只有在短波長的部分，可以跟黑體輻射實驗曲線吻合 (D)一個理想的熱輻射吸收體，能完全吸收外來的輻射能而不反射，稱為黑體 (E)普朗克假設各振子可連續地輻射或吸收能量

《答案》BD

《解析》(A)黑體輻射的發射光譜與黑體材料及形狀無關。(C)古典物理理論曲線只有在長波長的部分，可以跟黑體輻射實驗曲線吻合。(E)普朗克假設各振子是不連續地輻射或吸收能量

《難易度》中

- () 49. 下列有關光電效應之敘述，何者正確？ (A)產生之光電子數目與入射光之強度成正比 (B)光電子之最大動能與入射光之強度無關 (C)光電子之最大動能隨入射光之頻率呈線性增加 (D)光電子之最大動能與產生光電子之金屬種類無關 (E)光照射到金屬表面到開始產生光電子，相隔時間通常在10秒以上。

《答案》ABC

《解析》(D)不同金屬種類的功函數不同，故光電子之最大動能不同 (E)頻率夠高的光照射到金屬表面時，立刻產生光電子。

《難易度》中

《題源》【日大】

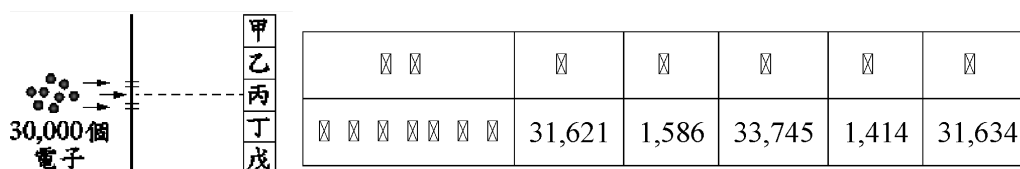
- () 50. 氫原子在其能階間躍遷時可發出可見光，因此可當作光源，稱作氫燈，則下列哪些選項正確？(應選3項) (A)氫燈所發的光，有一部分的光波長為656奈米 (B)氫燈發光係氫原子由高能階狀態躍遷到低能階狀態 (C)氫燈發光係氫原子由低能階狀態躍遷到高能階狀態 (D)氫燈所發的光譜為連續光譜 (E)氫燈所發的光譜為不連續光譜。

《答案》ABE

《解析》(B)(C)氫燈發光係氫原子由高能階狀態躍遷到低能階狀態。(D)(E)氫原子能階為不連續，產生光子能量亦不連續，為不連續光譜。

《難易度》中

- () 51. 如圖所示，將十萬電子一次一個射向雙狹縫，經過漫長的時間後，偵測螢光屏電子偵測器上，擊中五個區域的電子數目，如下表所示，則下列敘述哪些是正確的？(應選2項)



- (A)擊中甲、丙、戊區的電子數目較多，為亮區 (B)擊中乙、丁區的電子數目較少，為暗區 (C)此實驗電子清楚呈現了粒子性 (D)此實驗可以用牛頓力學解釋 (E)此實驗可以用光電效應解釋。

《答案》AB

《解析》(A)甲、丙、戊為亮區

(B)乙、丁為暗區

(C)此實驗說明電子具有波動性

(D)(E)必須用量子力學才能解釋

《難易度》中

- () 52. 下列有關雷納的光電效應實驗結果，哪些正確？ (A)即使入射光的頻率較低，延長照射時間還是可以產生光電效應 (B)若入射光的頻率夠高，光照射到金屬表面時，會立即產生光電效應 (C)產生光電效應時，若光的強度提高，光電流並不會改變 (D)產生光電效應時，若光的強度提高，光電子的動能亦跟著提高 (E)入射光的頻率愈高，產生的光電子動能愈大。

《答案》BE

《解析》(A)若入射光的頻率太低，不論照射時間多長，都不會產生光電效應。(C)產生光電效應時，若光的頻率不變，強度提高為2倍，光電流亦增為2倍。(D)產生光電效應時，若光的強度提高，光電子的動能不會改變。

《難易度》中

- () 53. 下列有關物質波的敘述，何者正確？ (A)物質波不須介質傳播 (B)宏觀世界中所見的粒子或物體，其伴隨的物質波波長都很短 (C)物質波的波速等於物質運動的速率 (D)物質波是粒子在空間中出現的機率分布 (E)動量愈大的粒子，其物質波波長愈短。

《答案》ABDE

《解析》(C)物質波為質點在空間出現的機率，速度可為任意值。

《難易度》中

- () 54. 下列哪些實驗可以證明粒子也具有波動性？(應選3項) (A)電子的雙狹縫干涉實驗 (B)擺動中的單擺擺錘 (C)電子經過鎳晶體的繞射實驗 (D)電子經過金箔產生的繞射圖案 (E)光電效應中的光電子。

《答案》ACD

《解析》(B)擺錘顯示出粒子性 (E)光電子顯示出粒子性。

《難易度》中

- () 55. 二十世紀初葉發現光具有波與粒子二象性，為近代光電科技的重要基礎。下列有關光之波粒二象性的敘述，哪些正確？(應選3項) (A)光的頻率愈高，則光量子的能量愈大 (B)楊氏雙狹縫實驗，驗證了光的波動性質 (C)入射光的波長愈長，愈容易產生光電效應 (D)波與粒子二象性乃光子特性，其他物質並無波粒二象性 (E)愛因斯坦以光能量的量子化，解釋光電效應，驗證了光的粒子性質。

《答案》ABE

《解析》(C)入射光的能量愈大，愈容易產生光電效應。由於光量子的能量與波長成反比，所以波長愈長時，愈不容易產生光電效應。(D)不論是光子或微觀質點，如電子，都具有波與粒子二象性。

《難易度》中

- () 56. 小雷在做光電效應實驗時，使用波長500nm的綠光照射金屬鉀(功函數:2.3eV)，可以偵測到光電流。請問更改成以下哪種方式後，仍可以偵測到光電流？(應選3項) (A)改用波長700nm的紅光 (B)改用功函數2.9eV的金屬鋰 (C)改用波長400nm的紫光 (D)延長照光時間 (E)減少光的強度。

《答案》CDE

《解析》(A)波長700nm紅光光子能量 $E=1240/700 \approx 1.7$ 小於2.3eV，無法產生光電流 (B)波長500nm綠光光子能量 $E=1240/500 \approx 2.48$ (eV)小於2.9eV，無法產生光電流 (C)波長400nm紫光光子能量 $E=1240/400 \approx 3.1$ 大於2.3eV，可以產生光電流 (D)光電流是立即產生的，不論照光時間多寡皆可以產生光電流 (E)光強度不影響光電流的有無。

《難易度》中

- () 57. 下列有關愛因斯坦對光電效應的解釋，哪些正確？ (A)光是電磁波 (B)光子的能量與光的振幅成正比 (C)欲把電子由金屬中擊出，光子必須克服一個最低能量，稱為功函數 (D)當光頻率愈高，光子能量愈大，克服功函數後，電子獲得的動能也愈大 (E)固定頻率下，光強度與每秒入射的光子數量成正比。

《答案》CDE

《解析》(A)愛因斯坦提出光是由一顆顆的粒子所組成。(B)光子的能量與光的頻率成正比。

《難易度》中

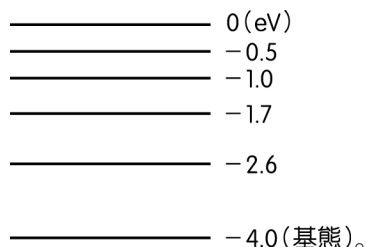
- () 58. 有關「波耳的氫原子模型」和「拉塞福的原子行星模型」的比較，下列敘述何者正確？(應選2項) (A)拉塞福認為電子躍遷的能量會以電磁波的形式輻射出去 (B)波耳認為電子能穩定存在於特定的軌道上繞原子核運轉 (C)兩模型皆可解釋電子能穩定存在於特定的軌道上繞原子核運轉的說法 (D)「波耳的氫原子模型」可解釋氫原子光譜，「拉塞福的原子行星模型」則無法解釋 (E)兩模型皆認為電子躍遷放出的光譜線為連續的

《答案》BD

《解析》(A)拉塞福模型並沒有牽涉到電子躍遷，只是電子繞原子核運轉模型。(C)波耳是提出假說概念來說明。(E)波耳的氫原子模型認為電子放出的光譜線為不連續的光譜

《難易度》中

- () 59. 某原子的能階能量如圖所示，為-4.0、-2.6、-1.7、-1.0及-0.5eV。若以能量為2.5eV的電子激發在基態的原子，當此原子躍遷回至基態時，可能放出的光之能量為多少eV？ (A)3.5 (B)3.0 (C)2.3 (D)1.4 (E)0.9



《答案》CDE

《解析》電子在基態 -4.0 eV ，接受到能量為 2.5 eV 的電子撞擊， $-4.0+2.5=-1.5(\text{eV}) > -1.7(\text{eV})$

故電子最高可被激發至 -1.7 eV 的激發態，再躍遷回基態之過程中，共可放出光子能量為

$$-1.7 - (-2.6) = 0.9(\text{eV})$$

$$-2.6 - (-4.0) = 1.4(\text{eV})$$

$$-1.7 - (-4.0) = 2.3(\text{eV})$$

《難易度》中

- () 60. 利用光譜儀解析光線而得到的波長分佈就是光譜。由光譜可以得到許多資訊。下列關於光譜的敘述，哪些正確？(應選3項) (A)太陽光入射至三稜鏡中會分成不同顏色色光，其中紅光的折射角最大 (B)燒紅的木炭所發出的光譜為不連續光譜 (C)鈉原子光譜為不連續光譜 (D)相同的氣體放電管，即使填充不同氣體，所呈現的光譜線也幾乎相同 (E)測量物體發出的原子光譜，可以推論物體的組成成分。

《答案》ACE

《解析》(B)燒紅的木炭所發出的光譜為連續光譜 (D)相同的氣體放電管，只要填充不同氣體，所呈現的光譜線就不同。

《難易度》中

- () 61. 在光電效應中，古典物理的波動理論不能成功地解釋下列哪些實驗結果？(A)底限頻率的的存在 (B)時間沒有延遲的問題 (C)截止電壓與入射光強度的關係 (D)光電子的最大動能與入射光強度的關係 (E)入射光的能量與頻率成正比。

《答案》全

《難易度》中

- () 62. 有關電子「物質波」的物理意義，下列敘述何者正確？(應選2項) (A)電子運動時，遵守牛頓運動定律 (B)電子運動時，其位置是隨機的 (C)電子運動時，其位置會作規律性的週期變化 (D)電子運動時，會製造電磁波輻射 (E)除了粒子本質外，還能呈現波動的特質。

《答案》BE

《解析》物質波的本質實為一種「機率波」，指電子在運動時，其出現位置是由機率來決定，非如古典物理學的概念，物質的運動軌跡是可預測，若用干涉儀器來測量電子，它也可呈現波動特性。

《難易度》中

- () 63. 有關黑體輻射現象，下列敘述何者正確？(A)黑體輻射的發射光譜與空腔的材料及形狀無關 (B)當各空腔的平衡溫度相同時，輻射能量強度的光譜分布都相同 (C)輻射能量強度的光譜中，具有最大能量強度的波長會隨著溫度的增高而增長 (D)為解釋黑體輻射現象，蒲朗克設想空腔壁上的原子像極小的電磁振子，每個振子各有一特定振盪頻率 (E)卜朗克假設各振子可連續地輻射或吸收能量。

《答案》ABD

《解析》(C)輻射能量強度的光譜中，具有最大能量強度的波長會隨著溫度的增高而減少。

(E)卜朗克假設各振子輻射或吸收能量為不連續。

《難易度》中

《題源》【日大】

- () 64. 根據波耳的氫原子模型，一個氫原子由基態躍遷至受激態時，下列哪些物理量會變大？(應選2項) (A)電子的半徑 (B)原子核的半徑 (C)氫原子的總能量 (D)電子與原子核間的靜電力 (E)電子繞行原子核的軌道半徑。

《答案》CE

《解析》(A)電子的半徑不變 (B)原子核的半徑不變 (D)氫原子由高能階躍至 $n=4$ 能階時，產生的譜線為布拉克系，為紅光 (E)氫原子由高能階躍至 $n=5$ 能階時，產生的譜線為蒲芬德系，為紅外光。

《難易度》中

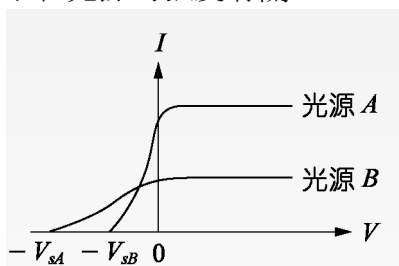
- () 65. 光電效應的哪些實驗事實，不能用波動說而必須用「光子」來說明？(應選4項) (A)入射光強度愈大所測得光電流也愈大 (B)入射光之波長較某一定值為小時，即使為極弱之光也能產生光電子 (C)入射光之波長愈短，光電子的動能愈大 (D)要使某一金屬發射光電子，入射光的頻率必超過某一定值 (E)光電子的動能在入射光頻率不變的情況下和入射光的強度無關

《答案》BCDE

《解析》(A)波動說亦可解釋光強度愈強，光電流愈大

《難易度》中

- () 66. 在光電效應的實驗中，使用兩種不同的單色光源A和B，所得光電流 I 和光電管兩端電壓 V 的關係曲線如下圖所示，圖中 $-V_{sA}$ 和 $-V_{sB}$ 分別為光源A和B的截止電壓。在下列各選項中，何者正確？ (A)光源A的波長大於光源B的波長 (B)光源A的波長小於光源B的波長 (C)光源A的強度大於光源B的強度 (D)光源A的強度小於光源B的強度 (E)截止電壓的大小和光源的強度有關



《答案》AC

《解析》由圖可知，光源A的光電流較大，故光源A的強度較大；光源B的截止電壓較大，故光源B光電子的動能較大；功函數不變，故由 $E_{\gamma} = W + E_k$ 可知，光源B的光子能量較大，即波長較小。

《難易度》難

- () 67. 「光電效應」實驗中，四位學生分別以不同入射光來照射同一金屬表面，如下表。已知用強度為4單位的綠光照射時，金屬恰可產生光電子，則哪幾位學生的操作條件可使金屬產生光電子？

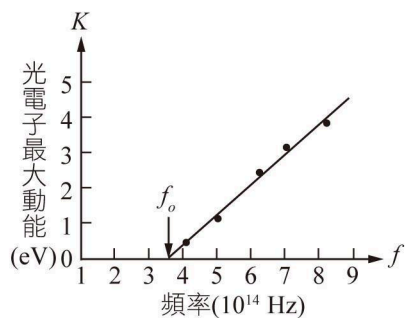
學生	入射光強度	入射光顏色
A	3 單位	藍光
B	2 單位	藍光
C	5 單位	藍光
D	7 單位	藍光

《答案》AB

《解析》欲產生光電子，必須入射光的頻率大於或等於低限頻率。由題目可知綠光頻率為低限頻率，因此綠光及藍光皆能使金屬產生光電子 $\Rightarrow$ A、B。

《難易度》難

- () 68. 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光電子最大動能 K ，所得結果如附圖所示，若 h 代表普朗克常數，光速 $c = 3 \times 10^8$ 公尺/秒，已知可見光的波長在400~700奈米之間，下列敘述哪些是正確的？(應選3項) (A)底限頻率為可見光 (B)底限頻率並非可見光 (C)若入射光的頻率為 3×10^{14} 赫，則需較長時間照射方能產生光電子 (D)若入射光的頻率為 5×10^{14} 赫，則即使光強度很弱，光電子仍能立即產生 (E)該金屬的功函數為 hf_0



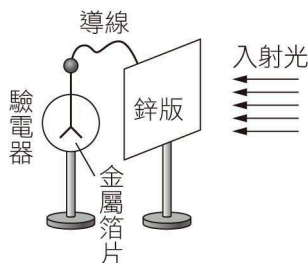
《答案》BDE

《解析》(A)(B)根據 $c = f \times \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f}$, 所以 $\begin{cases} \lambda_1 = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^{14}} = 1000 \\ \lambda_1 = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{14}} = 750 \end{cases}$ nm, 表示波長不是可見光。

(C)(D)(E)由圖知, 功函數等於 hf_0 , 而 f_0 介於頻率 3×10^{14} Hz ~ 4×10^{14} Hz, 因此, 若入射光的頻率為 3×10^{14} Hz, 則永遠無法產生光電子, 若入射光的頻率為 5×10^{14} Hz, 則即使光強度很弱, 光電子仍能立即產生

《難易度》難

- () 69. 附圖為光電效應實驗裝置示意圖, 其中鋅板與驗電器導線入射光以導線連接, 兩者底座均為絕緣體, 入射光包含紅外線、可見光與紫外線; 未照光時, 驗電器的金屬箔片原本閉合。在光源與鋅板間加入一特殊處理的玻璃片, 此玻璃片能讓可見光通過但會阻絕特定頻率的電磁波。以光源透過此玻璃片照射鋅板, 驗電器之金屬箔片不會張開。若將此玻璃片移開, 金屬箔片會張開, 則下列推論哪些正確? (應選3項) (A)帶負電的光電子經導線由鋅板移至驗電器的金屬箔片 (B)帶正電的光電子經導線由鋅板移至驗電器的金屬箔片 (C)驗電器的金屬箔片張開是因為鋅板帶正電 (D)紫外線無法穿透此玻璃片 (E)使鋅板產生光電效應是入射光中的紫外線成分



《答案》CDE

《解析》(A)(B)鋅板產生光電效應時, 產生的光電子或脫離鋅板到空氣中而使鋅板帶正電。(D)(E)根據題意, 玻璃應是隔絕能量最高的光線, 而頻率高低: 紫外線 > 可見光 > 紅外線所以光子能量大小: 紫外線 > 可見光 > 紅外線, 因此表示紫外線無法穿透玻璃片

《難易度》難

《題源》99指考

- () 70. 真空中, 波長為4000埃的光, 下列選項何者正確? (A)頻率為 7.5×10^4 Hz (B)光子動量為 1.66×10^{-27} kg·m/s (C)在真空中, 4000埃的光與6000埃的光速不同 (D)光子能量為 4.98×10^{-19} J (E)4000埃光子的能量比400奈米光子的能量大十倍。

《答案》BD

《解析》(A) $c = f \lambda$
 $3 \times 10^8 = f (4000 \times 10^{-10}) \quad f = 7.5 \times 10^{14} \text{ (Hz)}$
 (B) $P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4000 \times 10^{-10}} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg·m/s}$
 (C)真空中光速皆相同

$$(D) E = pc = (1.66 \times 10^{-27}) (3 \times 10^8) = 4.95 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$(E) E = h \frac{c}{\lambda} \propto \frac{1}{\lambda}, \text{ 故4000埃光子的能量比400奈米光子的能量弱十倍}$$

《難易度》難

三、題組題

1. 能量為 2.0×10^3 電子伏特的光，則：

(1) 波長為多少奈米？

(2) 可能屬於下列那一頻段的電磁波？ (A) X光 (B) 紫外光 (C) 可見光 (D) 紅外線 (E) 無線電波。

《答案》(1) 0.62 奈米 (2) (A)

$$\frac{1240}{2 \times 10^3} = 0.62$$

《解析》(1) (奈米)

(2) X光波長約介於0.1埃~10埃之間。

《難易度》易

2. 1888年哈爾瓦克斯(Hollwachs)與赫茲(Hertz)在研究電磁場波動性質時無意中發現光電效應的現象。他們利用紫外線照射在鋅板上獲得1伏特的電位，這是因電磁輻射被吸收後，物體內一些電子獲有足夠的能量逃逸出來，呈現「光致電離」的現象。

1900年，雷納發現改變光的強度對截止電壓沒有影響。光電效應是指物質吸收光子並激發出自由電子的行為。當金屬表面在特定的光輻照作用下，金屬會吸收光子並發射電子，發射出來的電子叫作光電子。光的波長需小於某一臨界值(相等於光的頻率高於某一臨界值)時方能發射電子，其臨界值即底限頻率和底限波長。臨界值取決於金屬材料，而發射電子的能量取決於光的波長而非光的強度，這一點無法用光的波動性解釋。還有一點與光的波動性相矛盾，即光電效應的瞬時性，按波動性理論，如果入射光較弱，照射的時間要長一些，金屬中的電子才能積累住足夠的能量，飛出金屬表面。可事實是，只要光的頻率高於金屬的底限頻率，光的亮度無論強弱，電子的產生都幾乎是瞬時的，不超過 10^{-9} 秒。正確的解釋是光必定是由與波長有關的嚴格規定的能量單位(即光子或光量子)所組成，這正是1905年愛因斯坦所提出的光量子理論(含光電方程式)，並於1921年獲得諾貝爾獎。同時因為密立根實驗證實了他的光電方程式，光量子理論才開始被人們接受。請依據本文的內容回答下列各題：

() (1) 在光電效應的實驗中，某種金屬在一束黃光照射下才有電子逸出，現要使逸出的電子動能增大，可採用下列哪些方法？(應選3項) (A) 再增加一束同樣強度的黃光 (B) 改用一束強度較小的綠光 (C) 改用一束強度較大的紅光 (D) 改用一束任何強度的藍光 (E) 改用一束同強度的紫光

() (2) 根據本文，請你選出哪些選項可能是1905年愛因斯坦所提出的光量子理論與光電方程式

的內容？(應選3項) (A) 當頻率為 f 的入射光照射金屬板時，每個光子的能量皆為 $\frac{1}{2} hf$ (B) 在光子和電子的交互作用過程中，一個光子的能量可以部分轉移給一個電子 (C) 電子獲得的能量有一部分用來脫離金屬對電子的束縛，剩餘的能量則成為電子脫離金屬後的動能 (D) 由於金屬中電子受到的束縛程度不盡相同，最靠近金屬表面的電子所受的束縛力最弱，脫離時所需的能量最小，此最小能量稱為功函數簡記為 W (E) 這些電子脫離金屬後具有最大的動能

$$E_k \Rightarrow E_k = hf - W$$

《答案》(1) BDE (2) CDE

《解析》(1) 需用頻率比黃光高的光子，但電子動能跟強度無關

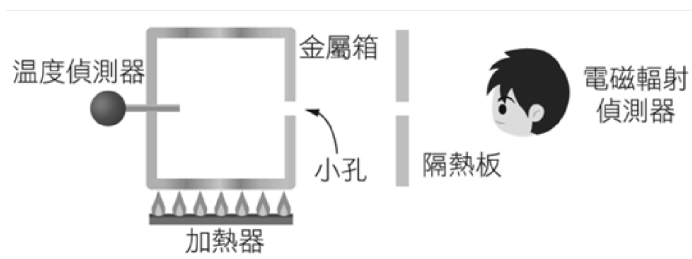
(2) 在光子和電子的交互作用過程中，一個光子的能量全部轉移給一個電子或是全部不給，沒有部分給予的情形。光子能量 = hf_0

《難易度》中

3. 下圖為一個黑體輻射實驗示意圖，主要由一個挖孔的金屬箱、溫度偵測器與加熱器所組成黑體輻射裝置，並由隔熱板與電磁輻射偵測器組成黑體輻射偵測裝置。

進行黑體輻射測量時，首先將金屬箱上的小孔、隔熱板上的小孔與電磁輻射偵測器連成一直線，接著，啟動加熱器，並將金屬箱內部溫度維持在一定值，最後利用電磁輻射偵測器，測量由小孔

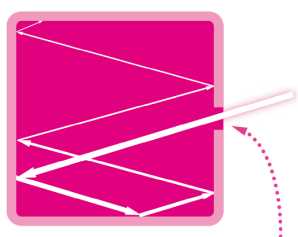
放射出的電磁輻射的波長與強度關係。



- () (1) 黑體輻射實驗示意圖中的黑體指的是哪一部分？ (A)整個金屬箱 (B)金屬箱內部 (C)金屬箱上的小孔 (D)加熱器 (E)隔熱板上的小孔。
- () (2) 黑體輻射現象與什麼因素有關係？ (A)金屬箱內部溫度 (B)金屬箱內表面粗糙程度 (C)金屬箱的材料 (D)金屬箱的顏色 (E)金屬箱上的小孔尺寸。

《答案》(1)C; (2)A

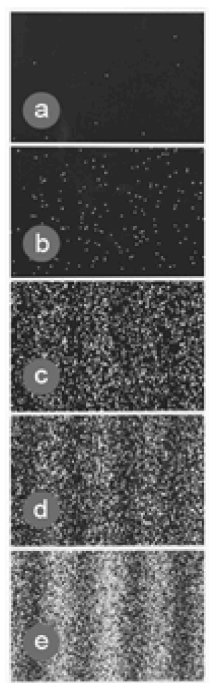
《解析》(1) 根據黑體的定義，金屬箱上的小孔，在光線的照射下，幾乎不會反射，如下圖示，故可視為黑體。



(2) 根據黑體輻射實驗觀察與普朗克的解釋，僅與空腔內平衡溫度有關，與空腔的材質與物理結構均無關係，故應選(A)。

《難易度》中

4.



2002年，美國兩位學者在全美國物理學家中做了一份調查，請他們提名有史以來最美麗的十大物理實驗 (most beautiful experiment of alltime)，結果刊登在了2002年9月分的美國《物理世界》雜誌上。1961年由詹頌首次作出的電子的雙狹縫干涉實驗 (Young's double-slit experiment applied to the interference of single electrons) 被認為是十大最美麗物理實驗之首。這個實驗的許多細節，仍持續在科學界熱烈討論之中。後續的科學家重複進行了多次相同的實驗，改良並控制電子發射裝置，一次只釋放一顆電子，電子經雙狹縫擊中屏幕後，再釋放下一顆電子，以相機將實驗過程中屏幕上的情況記錄下來。圖(a)顯示只有7個電子打在屏幕上的狀況，在屏幕上顯示7個散亂的點。

圖(b)顯示100個電子打在屏幕上的狀況，仍看不出任何規律性，圖(c)顯示3 000個電子打在屏幕上的狀況，亮暗紋已逐漸成形。圖(d)與圖(e)分別顯示20 000顆電子與70 000顆電子在屏幕上的分布狀況。使用電子進行楊氏雙狹縫干涉實驗，所得到的干涉圖案與十九世紀初楊氏以光波所作的結果相同。

() (1) 關於電子雙狹縫干涉實驗的結果，下列何者正確？

- (A) 屏幕上電子密集的部分相當於楊氏雙狹縫干涉實驗中的暗紋
- (B) 屏幕上電子稀疏的部分相當於楊氏雙狹縫干涉實驗中的亮紋
- (C) 實驗顯示電子具有波動性
- (D) 實驗顯示電子具有粒子性
- (E) 實驗顯示光子與電子是同一種粒子。

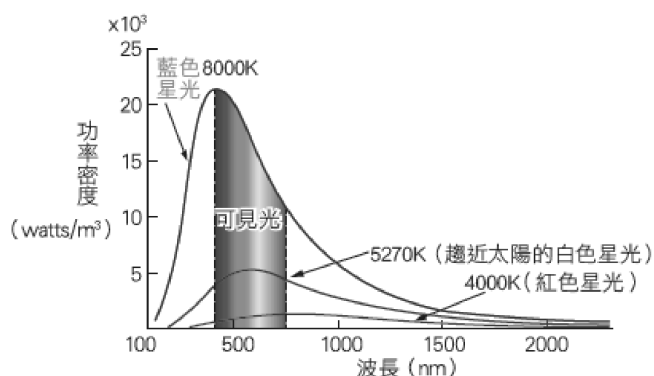
() (2) 根據文章，下列敘述何者正確？

- (A) 電子干涉條紋是多個電子互相碰撞產生的
- (B) 兩個電子必須同時經過兩個狹縫才會產生干涉
- (C) 電子的雙狹縫干涉實驗是電子有波動性的重要證據
- (D) 只要有一顆電子就可以出現干涉條紋
- (E) 如果控制電子發射裝置，使其一次只發射一顆電子，電子到達屏幕後再發射第二顆，屏幕上將不會有干涉條紋。

《答案》(1)C (2)C

《難易度》中

5. 黑體輻射實驗所量測到不同溫度下，黑體發出的輻射強度與波長關係圖如下所示，又根據圖示黑體輻射強度與對應的可見光波長，請回答下列相關問題：



() (1) 由圖可知，黑體溫度上升到4000K時，黑體看起來會是什麼顏色的發光體？ (A)黑色 (B)紅色 (C)綠色 (D)彩色 (E)白色 (F)藍白色。

() (2) 由圖可知，黑體溫度上升到8000K時，黑體看起來會是什麼顏色的發光體？ (A)黑色 (B)紅色 (C)綠色 (D)彩色 (E)白色 (F)藍白色。

() (3) 由圖中推測，黑體溫度由4000K，逐步上升到6000K時，黑體輻射強度 - 波長關係曲線的最大值約為多少奈米(nm)？ (A)300 (B)350 (C)400 (D)450 (E)550 (F)600。

《答案》(1)B; (2)F; (3)D

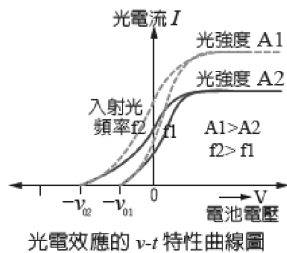
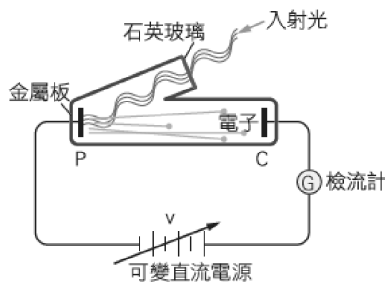
《解析》(1) 根據黑體發出的輻射強度與波長關係圖，4000K時，可見光譜紅光最強，其他色光強度均較微弱，故應選(B)。

(2) 根據黑體發出的輻射強度與波長關係圖，8000K時，可見光譜各色光都很強但藍光最強，因此七色光組成白光偏藍，故應選(F)。

(3) (1) 根據黑體發出的輻射強度與波長關係圖，5270K時，曲線的最大值約為綠光(550 nm)，7000K時，曲線的最大值約為紫光邊界(約400 nm)。(2) 根據上述資料，6000K時，曲線的最大值應介於400 ~ 550 nm之間，故應選(D)。

《難易度》中

6.



光電效應實驗中，光子的能量全部傳遞給電子，使電子掙脫P極金屬表面的束縛，然後跳離表面，奔向C極，於是在兩極之間立即產生微弱的光電流。

當C極相對於P極為正電位V，光電子加速前進，光電流I隨著電位V的增加而增加，但電位V增加到一定量後，光電流就飽和了，不再隨著電位V的增加而增加；反之，當V為負值時（圖中電位方向為正），光電子受阻，光電流降低。直到截止電位 $V = -V_0$ 時，光電流降為零，右圖為光電效應的V-I特性曲線。左圖為光電效應實驗的簡單裝置。

() (1) 光電效應實驗中，光電子的產生與數量多寡，可以從檢流計的光電流I的大小來判定，因為單位時間內，到達C極的光電子數與通過檢流計G的光電流成正比，若P極金屬不變，未達飽和電流時，想要提高光電流I的大小，可以採用哪些方法？（應選3項）(A)入射光強度增大 (B)入射光波長變長 (C)入射光波長變短 (D)提高正電位V (E)降低正電位V。

() (2) 光電效應實驗中，當光電流已飽和時，若P極金屬不變，但想要提高光電流I的大小，要採用哪個方法？(A)入射光強度增大 (B)入射光波長變長 (C)入射光波長變短 (D)提高正電位V (E)降低正電位V。

《答案》(1)ACD; (2)A

《解析》(1) 根據.....當C極相對於P極為正電位V，光電子加速前進，光電流I隨著電位V的增加而增

加，及光電流 I_{photo} 的定義， $I_{\text{photo}} = \frac{\Delta q_{\text{photo}}}{\Delta t} = \frac{A \cdot \sigma_{\text{photo}} \cdot \Delta t}{\Delta t} = A \cdot \sigma_{\text{photo}} \cdot v$ ，可以判斷光電流 I_{photo} 與光電子密度 σ_{photo} （來自光子數/光強度）成正比，故選(A)；光電流 I_{photo} 與光電子速度v（來自光子能量及加速電壓V）成正比，故選(C)(D)。

(2) 根據.....當C極相對於P極為正電位V，光電子加速前進，光電流I隨著電位V的增加而增加，如右圖示，當光電流已飽和時，表示正電位升高已無法提高光電流大小，因此根據上題，仍可藉由光子數量與能量來提高光電流大小，故選(A)。

《難易度》中

7. 波長為3000埃之光，則：

- (1) 其頻率為_____赫茲。
- (2) 每一光子所具有的能量為_____焦耳。
- (3) 每一光子所具有的能量為_____電子伏特。
- (4) 光子能量等於波長為6000埃的光子能量的_____倍。

《答案》(1) 10^{15} (2) 6.63×10^{-19} (3)4.13 (4)2

《解析》(1) $\nu = f\lambda \Rightarrow 3 \times 10^8 = f \times 3000 \times 10^{-10} \Rightarrow f = 10^{15}$ (赫茲)

$$(2) E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.62 \times 10^{-34}) \times (3.0 \times 10^8)}{3000 \times 10^{-10}} \approx 6.63 \times 10^{-19} \text{ (焦耳)}$$

$$(3) E = \frac{12400}{3000} \approx 4.13 \text{ (電子伏特)}$$

(4) 由 $E = \frac{hc}{\lambda}$ 可知，光子能量與波長成反比，故波長3000埃之光子是波長6000埃的光子能量的2倍。

《難易度》難

8. 某金屬表面的底限頻率為 2×10^{15} 赫茲，以頻率為 3×10^{15} 赫茲的光照射之並產生光電效應。設電子電量之量值為 1.6×10^{-19} 庫侖，則：

- (1) 光電表面對電子的束縛能約為多少電子伏特？
- (2) 光電子的最大動能約為多少電子伏特？

《答案》(1)8.29 (2)4.14

《解析》(1) $W = h\nu_0 = 6.63 \times 10^{-34} \times 2 \times 10^{15} = 1.326 \times 10^{-18}$ (焦耳)

$$= \frac{1.326 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} \approx 8.29 \quad (\text{電子伏特})。$$

(2) 頻率為 3×10^{15} 赫茲的光能量為：

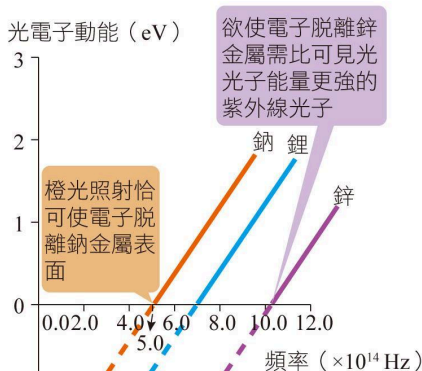
$$E = h\nu = 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{15} = 1.989 \times 10^{-18} \quad (\text{焦耳})$$

$$= \frac{1.989 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} \approx 12.43 \quad (\text{電子伏特})，$$

$$E_k = W + E_k \Rightarrow 12.43 = 8.29 + E_k \Rightarrow E_k = 4.14 \quad (\text{電子伏特})。$$

《難易度》難

9. 利用密立坎的實驗裝置，進行光電實驗，欲使某金屬表面產生光電子，照射光的底限頻率如附圖，已知鈉金屬的底限頻率為 5×10^{14} 赫，真空中光速為 $c = 3 \times 10^8$ 公尺／秒。回答下列問題：



() (1) 欲使鈉金屬產生光電子，照射光底限頻率所對應的波長為何？ (A) 500 (B) 600 (C) 700 (D) 750 (E) 800 奈米

() (2) 哪個頻率的光可以使鋰金屬產生出光電子？ (A) 2×10^{14} (B) 3×10^{14} (C) 4×10^{15} (D) 6×10^{15} (E) 8×10^{15} 赫

《答案》(1) B (2) E

《解析》(1) $\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{14}} = 0.6 \times 10^{-6} \quad m = 600 \text{ nm}$

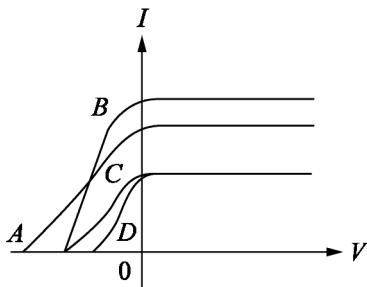
(2) 鋰金屬的底限頻率約為 7×10^{14} Hz，入射光頻率需大於此數值

《難易度》難

10. 如圖所示為一次光電效應實驗所獲結果之函數圖。此圖表示當有四種不同之波長之光束 A、B、C、D 輪流照在光電管時，於光電池電路中所生電流與光電池兩板間電位之關係。

() (1) 哪一光束之頻率最高？ (A) A (B) B (C) C (D) D (E) 無法判斷。

() (2) 哪一光束射出之光電子具最大動量？ (A) A (B) B (C) C (D) D (E) 無法判斷。



《答案》(1) A (2) A

《解析》(1) 光源的截止電壓大，則光電子的動能大，所照射的光子能量高，頻率高，故頻率 $A > B = C > D$ 。

(2) 電子的動能大，則動量大，故動量 $A > B = C > D$ 。

《難易度》難

四、填充題

1. 最先能證實光的粒子性的實驗為_____。

《答案》光電效應

《解析》最先能證實光的粒子性的實驗為光電效應，而後續康普吞效應亦能證實光的粒子性。

《難易度》易

2. 推導出物體熱輻射能譜，與實際測得的能量分配情形吻合的物理家為_____。

《答案》普朗克

《解析》普朗克以能量量子化的觀念推導出物體熱輻射能譜並與實際測得的能量分配情形吻合。

《難易度》易

3. 依據愛因斯坦光子論，光子能量 $E = h \times \nu$ ， $h = 6.63 \times 10^{-34}$ 焦耳·秒，若已知一可見光頻率為 5.0×10^{14} Hz，則此光子能量為_____焦耳。

《答案》 3.315×10^{-19}

《解析》根據愛因斯坦光子理論，光子能量為 $E = h \times \nu$ ，已知頻率 5×10^{14} Hz，所以光子能量為

$$E = h \times \nu = 6.63 \times 10^{-34} \times (5 \times 10^{14}) = 3.315 \times 10^{-19} \text{ J}$$

《難易度》中

4. 由圖一密立坎光電效應實驗的數據可以看出，不同金屬的低限頻率並不相同，但不同金屬的數據中，卻有相同的斜率，即普朗克常數 h ，請根據鋰金屬所提供的數據中，算出普朗克常數 h 的大小數值。

答：_____ (eV·s) (請寫到小數第二位)。

《答案》 $h = 4.17 \times 10^{-15}$

《解析》根據光電子的動能 $E_k = hf - W_0$ 並由圖一得到 (1) $E_k = 0 = h \times 7 \times 10^{14} - W_0$ 、(2) $E_k = 1 \text{ eV} = h \times$

$$9.4 \times 10^{14} - W_0, (2) - (1) = 1 \text{ eV} = 2.4 \times 10^{14} (\text{Hz}) \times h, \text{ 所以 } h = \frac{1(\text{eV})}{2.4 \times 10^{14} (\text{Hz})} = \frac{1(\text{eV})}{2.4 \times 10^{14} (\text{Hz})} \cong 0.417 \times 10^{-14} = 4.17 \times 10^{-15} (\text{eV} \cdot \text{s}).$$

《難易度》難

5. 一顆電子質量為 9.1×10^{-31} kg，若要使其產生 400 nm 波長，則電子速度大小應為_____ m/s。
(普朗克常數 6.63×10^{-34} J·s) (以科學符號表示，計算到小數點後第一位)

《答案》 1.8×10^3

《解析》
$$P = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{mv} \Rightarrow v = \frac{h}{m\lambda}$$

$$\therefore v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 400 \times 10^{-9}} = 1.8 \times 10^3 \text{ (m/s)}$$

《難易度》難

五、問答題

1. 光電效應實驗，可顯現光的波動性或粒子性？

《答案》粒子性

《難易度》易

2. 霓虹燈中充滿氮、氖等氣體原子，利用氣體放電發光。為什麼霓虹燈會發出特殊色彩的光，而不像鎢絲燈一樣發出連續光譜？

《答案》霓虹燈中充滿氮、氖等氣體原子，利用氣體放電發光。電子在這些氣體原子中的能階之間躍遷，從高能階落至低能階而發光。因此，只能發出一些特定能量的光，無法發出連續光譜。

《難易度》易

3. 若某光電材料的功函數為 2.0 電子伏特，則哪些能量的光子可以引發光電效應？

A 光子：能量 1.0 電子伏特

B 光子：能量 1.5 電子伏特

C 光子：能量 2.0 電子伏特

E 光子：能量 3.0 電子伏特

《答案》C、D、E

《解析》若光子的能量大於或等於光電材料的功函數，即可引發光電效應。故C、D、E三種光子均可引發光電效應。

《難易度》易

4. 根據詹頌的電子雙狹縫干涉實驗，可以看出電子具有波動性，可以用電子的數據來說明為何巨觀世界的棒球，看不到波動的特性嗎？

《答案》假設電子與棒球的速度相同，但電子質量為 $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ，質量遠小於棒球，所以動量也遠小於棒球，因此物質波波長遠大於棒球的物質波波長

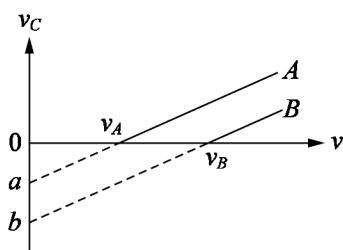
《難易度》中

5. 近代物理與古典物理如此不同，是否互相衝突矛盾呢？

《答案》近代物理與古典物理的確有本質上的差異。古典物理無法應用在微小的量子世界。若是將近代物理應用在日常生活甚至更大如天體的世界，則所預測的結果不謀而合，並不互相矛盾。

《難易度》中

6. 兩金屬A、B的光電效應，截止電壓 v_c 與入射光頻率 f 的函數關係如下圖所示，圖中 a 、 b 的截距大小比為3:5，則以相同的入射光分別照在A、B的光電表面時，所激發出來的光電子的大動能何者較大？



《答案》 E_{k_A}

《解析》由圖可知， f_A 與 f_B 分別為A、B金屬的低限頻率，

$$\text{又 } E_{\text{光}} = W + E_k = hf + E_k, \text{ 故 } E_k = E_{\text{光}} - hf$$

$$\text{因 } f_B > f_A, \text{ 故 } E_{k_A} > E_{k_B}$$

《難易度》中

7. 藍光光子與紅光光子的能量相比較，何者較大？為什麼？

《答案》藍光光能量較大。依據普朗克能量量子假設 $E_0 = h\nu$ ，光子能量的大小正比於頻率，藍光頻率較高，所以光子能量較大。

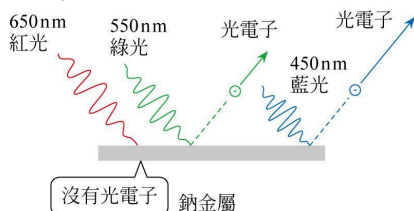
《難易度》中

8. 請利用能量與頻率的關係說明點燃的蠟燭火焰的溫度較瓦斯爐所發出的火焰的溫度為低的原因。

《答案》蠟燭火焰的顏色偏黃，其發出光的組成以頻率較低的紅、黃光較多，而瓦斯爐所發出的火焰的顏色偏藍，係因發出光的組成以頻率較高的藍、紫光較多，依據光量子能量 E 與頻率 ν 的關係 $E = h\nu$ 可知蠟燭火焰的溫度較瓦斯爐所發出的火焰的溫度為低。

《難易度》難

9. 下圖顯示低頻小能量的光子無法擊出光電子，就以圖中的資訊，估算在鈉金屬表面電子束縛能的下限。



《答案》由題目之示意圖可知：綠光恰可擊出光電子，換言之：波長550nm的綠光光子所攜帶的能量為鈉金屬表面電子束縛能的下限了。

$$\frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{5.5 \times 10^{-7}} = 5.45 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

綠光的波長 $\lambda=550 \text{ nm}$ ，其頻率 $\nu=5.45 \times 10^{14} \text{ Hz}$ 能量 $E=6.63 \times 10^{-34} \times 5.45 \times 10^{14} = 3.61 \times 10^{-19} \text{ 焦耳}$
 鈉金屬表面電子束縛能的下限為 $3.61 \times 10^{-19} \text{ 焦耳}$

《難易度》難

10. 光子能量 E 的大小與它的頻率 ν 的關係為 $E=h\nu$ $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ 焦耳} \cdot \text{秒}$ 。請利用上式推算可見光(頻率範圍約為 $4.3 \times 10^{14} \text{ Hz} \sim 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$)的每一光量子的能量的大小範圍。

《答案》依據 $E=h\nu$,

$$\text{紫光 } \nu=4.3 \times 10^{14} \text{ Hz 其能量 } E=6.63 \times 10^{-34} \times 4.3 \times 10^{14} = 2.85 \times 10^{-19} \text{ 焦耳}$$

$$\text{紅光 } \nu=7.5 \times 10^{14} \text{ Hz 其能量 } E=6.63 \times 10^{-34} \times 7.5 \times 10^{14} = 4.97 \times 10^{-19} \text{ 焦耳}$$

$$\text{可見光的每一光量子的能量大小範圍 } 2.85 \times 10^{-19} \sim 4.97 \times 10^{-19} \text{ 焦耳}$$

《難易度》難

六、計算題

1. 小愛在做光電效應實驗時，不斷改變光的波長照射金屬，發現當光的波長大於 500 nm 時，就無法產生光電子。請回答下列問題：(光速 $c=3 \times 10^8 \text{ (m/s)}$ ，普朗克常數 h 為 $6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

(1) 此金屬的低限頻率為何？

(2) 此金屬的功函數為多少焦耳？

(3) 若光的功率為 1 W ，則波長為 500 nm 的光每秒發出的光子數目約有多少個？

(4) 若改以波長為 400 nm 之光照射該金屬表面，則放出光電子的最大動能為多少 eV ？相當於多少焦耳？

《答案》(1) $6 \times 10^{14} \text{ (Hz)}$ (2) $3.96 \times 10^{-19} \text{ (J)}$ (3) 2.5×10^{18} 個 (4) 0.6 (eV) 、 $9.6 \times 10^{-20} \text{ (J)}$

《解析》

$$(1) f = \frac{3 \times 10^8}{500 \times 10^{-9}} = 6 \times 10^{14} \text{ (Hz)}。$$

$$(2) W = hf \\ = 6.6 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14} \\ = 3.96 \times 10^{-19} \text{ (J)}。$$

$$(3) \text{光子數目/秒} = \frac{1}{3.96 \times 10^{-19}} \approx 2.5 \times 10^{18}。$$

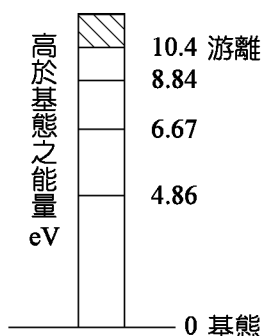
$$(4) \text{一個光子能量爲 } E = \frac{1240}{400} \approx 3.1 \text{ (eV)}。$$

$$\text{功函數 } W = 3.96 \times 10^{-19} \approx 2.5 \text{ (eV)}，\text{其中 } 1 \text{ (eV)} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ (J)}。$$

$$\text{放出光電子的最大動能：} 3.1 - 2.5 = 0.6 \text{ (eV)} = 9.6 \times 10^{-20} \text{ (J)}。$$

《難易度》中

2. 汞原子的主要能階如圖所示，則汞原子由激態躍遷至基態所釋放的光子中，最長的波長約為何？



《答案》 255.14 奈米

《解析》從 $n=2$ 的受激態躍遷至 $n=1$ 的基態，

所釋放的光子波長最長，

$$4.86 = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 255.14 \text{ (奈米)}。$$

《難易度》中

3.波長為400奈米的紫光與波長為700奈米的紅光在真空中傳播，其光子的速率、頻率、能量比各為若干？

《答案》 $E_{\text{紫}}:E_{\text{紅}}=f_{\text{紫}}:f_{\text{紅}}=7:4$

《解析》光子在真空中均以光速 $c=3\times 10^8$ m/s前進，速率比為1:1。

由 $c=f\lambda$ ，因 c 為定值，故頻率 f 與波長 λ 成反比，

$$f_{\text{紫}}:f_{\text{紅}}$$

$$= \frac{1}{\lambda_{\text{紫}}} : \frac{1}{\lambda_{\text{紅}}} = \frac{1}{400} : \frac{1}{700} = 7:4$$

又光子能量 $E=hf$ 與頻率成正比，

$$E_{\text{紫}}:E_{\text{紅}}=f_{\text{紫}}:f_{\text{紅}}=7:4。$$

《難易度》中

4.一氫原子的能階圖如下，若原子由基態 $n=1$ 狀態被激發至 $n=3$ 狀態，則：

$$n = 3 \text{ ————— } -1.51 \text{ eV}$$

$$n = 2 \text{ ————— } -3.4 \text{ eV}$$

$$n = 1 \text{ ————— } -13.6 \text{ eV}$$

(1) $n=3$ 狀態是第幾激發態？

(2)由 $n=1$ 到 $n=3$ 必須吸收多少能量？

(3)當原子由 $n=3$ 狀態回復至 $n=1$ 狀態時，可放射哪些能量的光子？

《答案》(1)第二激發態 (2)12.09(eV) (3)12.09(eV)、1.89(eV)、10.21(eV)

《解析》(2) $-1.51-(-13.6)=12.09。$

$$(3)-1.51-(-13.6)=12.09。$$

$$-1.51-(-3.4)=1.89。$$

$$-3.4-(-13.6)=10.2。$$

《難易度》中