71 光電效應

小測試

小測試1 (p.11)

1. 會
X射線的頻率遠高於紫外線的頻率。

2. (a) 不會，
因為逆電勢增強了。

 (b) 會，
光電池右方的陽極電勢為正，吸引光電子。

3. F
陰極仍會發射光電子，但所有光電子的動能皆不足以克服逆電壓而到達陽極。

4. 最大動能 *K*max = **1.94 eV**。

 由於 ，調項可得初速率


▪ 電子的 ![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ mc^2 \approx \SI{0.5}{\MeV} \] \end{document}]()，藉此可粗略估計答案


開方及調項得*v* ≈ 3 × 10−3 *c*。

小測試2 (p.15)

1. (1) T, T (2) T, F (3) F, T (4) T, F

2. (a) 會 (b) 不會 (c) 會 (d) 不會

 注意金屬表面會否發射電子，只在於光頻率，與光強度無關。按頻率從低至高排列，可得紅外線、紅光、橙光、臨閾頻率*f*0、藍光、紫光、X射線。

 顯然易見，紫光及X射線的頻率高於*f*0、而紅外線及紅光的頻率則低於*f*0。

3. (a) 不相符。光電子的發射是瞬時發生的。只要符合條件（*f* > *f*0），即使用非常暗的光，金屬面也會立刻發射光電子。若不符合條件，等多久也不會發射光電子。

 (b) 跟實驗結果相符。

 (c) 不相符。光電子的動能不論平均值還是最大值，皆與光的強度無關。

小測試3 (p.19)

1. (a) T
光子的能量取決於頻率（*E* = *hf*）。白光由不同色光組成，各色光的頻率有別。

 (b) T
紫外線光子的頻率比紅外線光子的高。鑑於
*E* = *hf*，可見紫外線光子的能量較高。

 (c) F
*E*tot = *N* × *hf*，若兩束輻射強度相同但頻率*f*有別，則每秒所傳遞的光子數目*N*各異。

2. 注意 *E* = *hf* = *hc*/λ，當中


 無線電波（波長 ~ 1010 nm）的光子能量
![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1243}{10^{10}} \sim \bx{\SI{e-7}{\eV}} \] \end{document}]() 或 **10−26 J**

 伽瑪射線（波長 ∼ 10−3 nm）的光子能量
![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1243}{10^{-3}} \sim \bx{\SI{e6}{\eV}} \] \end{document}]() 或 **10−13 J**

3. 每顆光子傳遞的能量


 5分鐘（或300 s）內接收的總能量
![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[  E_\text{tot} = Pt = (0.01\E{-4})(300) = \SI{3e-4}{\joule} \] \end{document}]()

 5分鐘內接收的光子總數


**另解：**注意 *hc* = 1243 eV nm。對每顆光子，
*![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ E = hf = \frac{hc}{\lambda}  = \frac{1243}{560} = \SI{2.220}{\eV}  \] \end{document}]()*

![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ \therefore N = \frac{Pt}{E}  = \frac{3\E{-4}}{(2.220)(1.6\E{-19})}  = 8.45\E{14} \] \end{document}]()

小測試4 (p.24)

1. (a) 正確
光子不能再分割。

 (b) 不正確。
能量遭吸收後，光子會消失。

 (c) 不正確。
功函數是電子逸出金屬面所需的**最小**能量。

2. F
原因不對。深入金屬內部的電子受到金屬離子的吸力較大，因此要消耗更多能量來逃逸。

3. (a) 臨閾頻率


 (b) 注意 *E* = *hf* = *hc*/λ，當中


 光電子的最大動能

 *K*max = *hc*/λ − *ϕ* = 1243/400 − 1.9 = **1.21 eV**

 (c) 光子的能量*E* = *hc*/λ = 1243/750 = 1.66 eV
比功函數為低，因此沒有光電子射出。

小測試5 (p.31)

1. (a) F
若在光強度保持不變下增加頻率，光子數目會下降。因此釋出的電子數目亦會下降。

 (b) T
由於*K* = *hf –* 逃逸能量。

2. B
高頻率的光子會被濾光片隔走。注意濾光片不能改變光的頻率。

3. 線圖



4. 線圖



▪ 有關 (b) 部的飽和光電流值，請見課本第30頁底之註腳。上圖假定光電效率不變。

5. 當電子吸收了頻率高於臨閾頻率的光子後便會瞬時發射，跟光強度無關。

習題

習題71.1 (p.15)

1. (a) 能 (b) 否 (c) 否

 只要入射光的頻率高於臨閾頻率，金屬便會發射光電子，不管光的強度高低。

2. (a) 能 (b) 否 (c) 否

 光電子的最大動能只取決於光頻率，不管光的強度高低。

3. (a) 當一塊金屬受到頻率足夠高的光照射時，其表面便會發射電子。

 (b) (i) 電極*P*
受到藍光照射時，金屬釋出光電子。然後光電子受到正電極*X*吸引，在電路中形成電流。

 (ii) 若電動勢增加但極性不變，電流仍**維持不變**。

4. (a) 當鋁表面受到紫外輻射照射，所釋出的光電子，動能高低有別。雖然陽極帶負電（電勢較低），部分光電子遭排斥而散失，但高速的電子仍可衝至陽極，在電路中形成電流。

 (b) (i) 當施加電壓*V*增加至遏止電勢時，即使具有最大動能的光電子也不能到達陽極，所以電流降至零。

 (ii) 不再錄得任何電流。

 (iii) 線圖顯示遏止電勢是4.1 V，故光電子的最大動能是**4.1 eV**。若以J表示光電子的最大動能，則


5. (a) 根據光波動理論，電磁波所載的能量以連續的方式傳遞，故光電子離開金屬前需要時間吸收足夠的能量。所以會出現時間延遲的現象。

 (b) (i) 根據光波動理論，若利用微弱的輻射，電子需要更多時間才能吸收足夠的能量，時間延遲較長。

 (ii) 只要輻射頻率夠高，無論強度大小，金屬面也會有光電子發射。過程中沒有任何時間延遲。

6. (a) (i) 光波動理論認為光的強度和能量轉移率成正比。

 (ii) 光波動理論認為光的頻率和能量轉移率無關。

 (b) 第一，光波動理論認為光的頻率和能量傳遞率無關。但實驗顯示當輻射的頻率大於臨閾頻率時，金屬面就會釋放光電子。這與光波動理論相悖。

 第二，光的強度越高，能量轉移率也越高，光波動理論認為電子的最大動能也會越高。但實驗結果顯示電子的最大動能隨輻射的頻率上升而增加，和強度無關。這與光波動理論相悖。

習題71.2 (p.32)

1. B
由於*E* = *hf*

2. (a) 會 (b) 否 (c) 會

3. 假設瞳孔是圓形。每秒進入眼球的光子數目為


4. A

 輻射強度加倍，傳遞到同一面積的總能量也加倍。但是根據公式*E* = *hf*，頻率加倍，每個光子的能量也加倍，所以擊中兩塊表面的光子數目相等。

**另解：**以符號表示，
![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[  \frac{N_1}{N_2}  = \frac{I_1/hf_1}{I_2/hf_2} = \frac{I_1}{I_2}\cdot \frac{f_2}{f_1} = \frac{I_1}{I_2}\cdot \frac{\lambda_1}{\lambda_2}  \] \end{document}]()

因此，強度加倍但波長減半，則每秒傳遞的光子數目相等。

5. (a) 會，因為*E* = *hf*。

 (b) 會，若*f* < *f*0則機會率為零。

 (c) 會，因為〈*K*〉 = *hf* − ⟨逃逸能量⟩。

6. C

 方程中各項皆為能量。

7. (a) 根據愛因斯坦光電方程 *K*max = *eV*s = *hf* − *ϕ*， 可得
![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[  V_\text{s} = \frac{h}{e}\cdot f - \frac{\phi}{e}  \] \end{document}]()

 因此，斜率為 *h*/*e* = **4.14 × 10−15 V s**。

 (b) 根據垂直截距，功函數*ϕ* = **4.7eV**。

 (c) 臨閾頻率
**

▪ 從水平截距或垂直截距，俱可推算出臨閾頻率*f*0。注意能量的單位（J還是eV）。

8. (a) 有別於光波動理論的連續方式，在光量子理論中，物體只能以分立能量小包的形式吸收光（或電磁輻射），這些能量小包稱為光子。

 由於小包不能分割，所以物體最少也要吸收或釋放一個完整小包的能量。

 (b) 愛因斯坦光電方程是 ![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ \pmb{ K_{\max} = hf -\phi } \] \end{document}]()，當中 *K*max是光電子的最大動能，*h*是普朗克常數，*f*是光子的頻率（故*hf*為光子的能量），*ϕ*是功函數（即電子逸出金屬表面所需的最小能量值）。

9. (a) 由於光子的能量取決於輻射的頻率（*E* = *hf*），所以如果輻射的頻率低於臨閾頻率，所有電子皆不能逃離金屬。

 相比之下，在光波動理論中，電磁波的能量傳遞率和其頻率無關，所以不論頻率高低也會釋放光電子。但光波動理論的預測卻與實驗結果相悖。

 (b) 根據*K*max = *hf* – *ϕ*，改變輻射的頻率會改變每個光子供應給個別光電子的能量，故影響光電子的最大動能。而改變強度則改變每秒擊中金屬表面的光子數目。

 光波動理論認為，若輻射強度越高，輻射每秒傳遞給金屬的能量也越高，令光電子的最大動能上升，但這與實驗結果不符。

10. (a) 光子的能量為


**另解：***E* = *hc*/λ = 1243/550 = 2.26 eV

 (b) 每秒擊中金屬表面的光子數目為


 (c) 每秒釋放光電子的數目為


 產生的電流為


11. (a) 功函數為


臨閾頻率為


 (b) 運用 ![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 ontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ K_{\max} = e V_\text{s} = h(f - f_0) \] \end{document}]()，可得


12. (a) 臨閾頻率為


 (b) 注意 *E* = *hf* = *hc*/λ，當中


 功函數為


 (c) (i) 注意


 根據(b)部，


 遏止電勢為**1.20 V**。

 (ii) 對於電子而言，*mc*2 = 0.511 MeV。因此從 (i) 可知，光電子的最高速率為


 (d) 因為光的波長大於臨閾波長，因此金屬**不會**釋放光電子。

13. (a) 線圖顯示臨閾頻率*f*0 = **1 × 1015 Hz**。

 (b) 光電子的最大動能為


 (c) 從愛因斯坦光電方程*K*max = *eV*s = *hf* − *ϕ*可得
![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[  V_\text{s} = \frac{h}{e}\cdot f - \frac{\phi}{e} \] \end{document}]()

 由於線圖的斜率相等於*h*/*e*，普朗克常數為

 

 線圖的水平截距相等於臨閾頻率，因此
*f*0 = 1 × 1015 Hz，而功函數則為


 (d) 運用*ϕ* = *hf*0，光電發射板的臨閾頻率為


 新的*V*s對*f*線圖如下



14. (a) 線圖顯示遏止電勢*V*s = −1.6 V。輻射頻率為


 功函數為


**另解：**注意*hc* = 1243 eV nm。

![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document}  \[ \phi  = \frac{hc}{\lambda} - eV_\text{s} = \frac{1243}{300} - 1.6 = \SI{2.54}{\eV} \]  \end{document}]()

 (b) 運用 ![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ eV_\text{s} = hf - \phi \] \end{document}]()，新的功函數為


**另解：**當波長縮減至一半，即150 nm，
![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ eV'_\text{s}  = \frac{hc}{\lambda'} - \phi = \frac{1243}{150} - 2.54 = \SI{5.74}{\eV}\]  \end{document}]()

故此*V*s = 5.74 V。

 (c) 新的*I*p–*V*線圖如下圖實線所示。



複習題

複習題：選擇題 (p.37)

1. B

 注意*hc* = 1243 eV nm。黃光光子的能量為


 光的強度大小無關電子會否發射。另一方面，由於光電子沒有發射，金屬的功函數必然大於2.18 eV。然而從題目的資料中，我們無從得知金屬功函數的實值。所以不能判斷藍光會否使金屬釋放光電子。

2. D

 最高速光電子的初動能*K*max = *hf* – *ϕ*，故光電子的初動能*K*必然不能大於該值。至於光電子能否到達陽極，則並無關係。

3. B

 玻璃片會減低射向該金屬表面的紫外線強度。因此擊中金屬表面的光子會減少。

4. C

 遏止電勢*V*s跟輻射的強度*I*無關。

5. D

 光子能量*E* = *hf*：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **輻射** | ***f* / 1014 Hz** | ***hf* / eV** |
| *X* | 9.0 | 3.73 |
| *Y* | 10.0 | 4.14 |
| Z | 11.0 | 4.56 |

 運用![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ K_{\max} = eV_\text{s} = hf - \phi \] \end{document}]()，可得

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **光電池** | **輻射**  | ***V*s / eV** |
| *P*  | *X*  | 0.93 |
| *P*  | *Z*  | 1.76 |
| *Q*  | *X*  | 0.43 |
| *R*  | *Y*  | 0.14 |

 因此當輻射*Y*射向光電池*R*時相應的遏止電勢最小。

6. B

 遏止電勢為
![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[  \underbrace{K_{\max}}_{eV_\text{s}}  = hf - \phi = \frac{hc}{\lambda} - \phi  \] \end{document}]()

7. C

 強度相同但頻率較高 ⇒ 光束內的光子數目減少，光電流亦減少。但每顆光子的能量（*E* = *hf*）增加，光電子的平均動能亦會增加。

8. C

 強度相同但頻率較少 ⇒ 光束內的光子數目較少，因此每顆光子的能量（*E* = *hf*）亦較小，若強度不變，則光子的數目必然增加。

9. D

 根據愛因斯坦光電方程*E*max = *hf* – *ϕ*可知，
*E*max對*f*線圖是一條斜向上的直線。

10. A

 選項B**不正確**。只有當光頻率高於臨閾頻率時（即波長短於臨閾波長，因為λ = *c*/*f*），金屬才會釋放光電子。

11. B

 功函數為*ϕ* = *hf* − *K*max = 7 − 4 = 3 eV。

 若入射光子之能量為4 eV，則金屬面射出之光電子最大動能必為*hf* – *ϕ* = 4 – 3 = 1 eV。由此可見，遏止電勢為1 V。

12. C

 注意*K* = *h*(*f* − *f*0)。線圖斜率*h*/*e*是常數。水平截距為臨閾頻率*f*0，只取決於金屬本身，跟入射光無關。

13. D

 功函數*ϕ* = *hf* − *K*max = 3.41 − 0.54 = 2.87 eV。因此


**另解：**注意*c* = 3× 108 m s−1 = 3× 1017 nm s−1，以及*hc* = 1243 eV nm。因此，


14. B

 強度相同但頻率較高的光 ⇒ 光子數目較少，但每顆光子的能量*E* = *hf*卻較多。

 光子較少 ⇒ 光電流*I*下降。

 光子能量*hf*較高 ⇒ 電壓*V*s較高。

▪ 謹記

![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ \underbrace{K_{\max}\vphantom{\phi}}_{eV_\text{s}}  = hf - \underbrace{\phi}_{hf_0} \]  \end{document}]()

15. B

 每個數據點都比線圖低於某個固定的電壓值。

16. E

 光的強度和光電流皆正比於光子的數量。其他涉及*K*或*hf*的關係式，必定含臨閾能量*hf*0一項，故此其線圖必不穿過原點。

複習題：結構題 (p.39)

17. (a) 由於陽極*X*和陰極*P*之間的逆電勢差，釋放的光電子會被陰極*P*吸回去。所以把*x*增加會增大陽極和陰極之間的逆電勢差，電路內的光電流*I*因而減低。 (1A)

 當*x* = 20 cm，即使具有最大動能的光電子也不能到達陽極*X*，所以自此以後，無論*x*如何再增加，電流仍為零。 (1A)

 (b) 當*x* = 20 cm，*P*和*X*之間的逆電勢差代表的就是遏止電勢，因此


注意*hc* =1243 eV nm。功函數為


 臨閾頻率為

 (c) (i) 水平截距代表遏止電勢*V*s， (1A)

 隨功函數*ϕ*和輻射頻率*f*而改變：


 (ii) 垂直截距代表從陰極*P*發射的光電子數目。 (1A)

 入射的光子數目增加，射出的光電子亦隨之增加，垂直截距因而增大。 (1A)

 (iii) 由於兩幅線圖的水平截距相同， (1A)
故兩束輻射的頻率亦**相同**。 (1A)

 根據新繪線圖，新一束輻射產生的電流較大， (1A)
故知其強度**較高**。 (1A)

18. (a) 若外壁由光電發射物質所製成，其產生的光電子會影響安培計的讀數。

 (b) (i) 鋰的頻率*f*及遏止電勢*V*s如下： (1A)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **λ / nm** | ***f* / 1014 Hz** | ***V*s / V** |
| 405 | 7.41 | 0.220 |
| 365 | 8.22 | 0.563 |
| 313 | 9.59 | 1.15 |
| 254 | 11.8 | 2.10 |
| 210 | 14.3 | 3.14 |

 遏止電勢*V*s對頻率*f*的線圖：


 線軸正確：**1A**
線圖正確：**1A**

 (ii) 否 (1A)
![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ V_\text{s} = \frac{h}{e}\cdot f - \frac{\phi}{e} \implies V_\text{s} = \frac{hc}{e}\cdot\frac{1}{\lambda} - \frac{\phi}{e} \] \end{document}]()

 (iii) 根據線圖的垂直截距， (1M)
可得鋰的功函數為**2.9 eV。** (1A)

 (iv) 線圖的斜率相等於*h*/*e*。

 

 普朗克常數的估計值

 估值的百分誤差為


19. (a) 如下圖接駁實驗裝置。 (1A)



 把輻射照向光電池。 (1A)

 調整變阻器直至安培計錄不到電流。 (1A)

 從伏特計讀取遏止電勢*V*s。 (1A)

 運用公式計算光電子的最大動能。 (1A)

 (b) (i) 根據*E* = *hf* = *hc*/λ，波長較短的輻射的光子能量較高。 (1A)

 根據*K*max = *hf* – *ϕ*，光電子的最大動能增加。 (1A)

 (ii) 根據*E* = *hf*，光子的能量只取決於輻射頻率。 (1A)

 根據*K*max = *hf* – *ϕ*，即使光的強度再上升，光電子的最大動能仍不變。 (1A)

 (iii) 根據*K*max = *hf* – *ϕ*，由於功函數不變，光電子的最大動能仍不變。 (1A)

 陰極和陽極之間的距離不會影響光電子的最大動能（設電勢差不變）。 (1A)

 (iv) 根據*E* = *hf*，光子的能量跟輻射的強度無關。 (1A)

 因此光源及陰極的距離並不影響光電子的最大動能。 (1A)

(c) 電子受到金屬離子的吸力影響，但程度則各有不同。 (1A)

 因此各電子要吸收不同的能量，才能逃離金屬，所以各電子離開金屬後會有不同的初動能。 (1A)

20. (a) (i) 功函數是電子從金屬表面逃逸所需的最小能量。 (1A)

 (ii) 注意*hc* = 1243 eV nm。根據愛因斯坦光電方程，


 因此，遏止電勢為**2.56 V**， (1A)

 而光電子的最大動能為*K*max = *eV*s = **2.56 eV** or 4.09 × 1019 J。 (1A)

 (b) (i) 輻射的光子的能量 

 每秒傳遞的光電子數目



 (ii) 每秒釋出的光電子數目 

21. (a) 當光頻率高於金屬的臨閾頻率時，金屬才會釋放光電子。 (1A)

 (b) 金屬表面的電子受到金屬離子吸引，故需要吸收能量來逃逸。 (1A)

 若把輻射束看作一顆顆稱為光子的分立能量小包，每顆電子便只能從單一光子中吸收一小包的能量。 (1A)

 吸收的光子能量要足夠大，才能讓該電子逃逸。 (1A)

 (c) 光波動理論指出金屬內的電子能夠以連續的方式吸收入射的輻射。 (1A)

 光量子理論指出電子只能以光子的形式吸收分立的能量。 (1A)

 (d) 兩理論的分別

 • 光波動理論預測，若以高強度的輻射照射金屬，輻射每秒傳遞至金屬的能量便會增加，因此光電子的最大動能理應增加。 (1A)

 除此以外，不論入射輻射的頻率高低，金屬亦理應釋放光電子。 (1A)

 • 光量子理論預測，只有在入射輻射的頻率高於金屬的臨閾頻率時，金屬才會釋放光電子。金屬釋放光電子與否跟輻射的強度無關。 (1A)

 除此以外，光電子的最大動能和入射輻射的頻率的關係為*K*max = *hf* – *ϕ*。 (1A)

22. (a) (i) 根據光波動理論，光的能量取決於其強度。 (1A)

 不論頻率高低，只要入射光強度夠高，或照射時間夠長，金屬都理應會釋放光電子。 (1A)

 (ii) 注意*hc* = 1243 eV nm。根據光電方程，


 (iii) 電子從金屬表面逃逸，擺脫金屬離子的吸力所需的最小能量。 (1A)

 (b) (i) 每秒的光電子數目


 每秒的光子數目


 (ii) 志成的說法**正確**。 (1A)

 以同類型但強度更高的光照射，會使金屬發射更多光子。 (1A)

 若有充足的光子，只需有少量煙霧粒子即可觸發警報。 (1A)

23. (a) (i) 光子的能量


 (ii) 金屬的功函數只是電子離開金屬表面的最小能量值。只有位於金屬表面的自由電子，發射後才具有最大動能。 (1A)

 (b) (i) 有效面積為
*A* = 0.01 nm2 = 0.01 × 10−18 m

 原子每秒吸收的能量為
![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ P %= \text{intensity} \times A     = (0.01)(\num{0.01e-18})     = \SI{1e-22}{\watt} \]\end{document}]()

 由於原子吸收的能量（=*Pt*）相等於功函數*ϕ*，要吸收足夠的能量，最小需時


 (ii) 若一顆光子所帶能量就足夠使電子逃逸，那麼電子一遭光子撞上便會立刻發射，不必花時間來累積能量。 (1A)

 (c) 每秒撞擊該表面的光子數目


最大光電流


 (d) 虛線：飽和電流減半，但遏止電勢不變 (2A)


24. (a) 電子離開金屬表面的最小能量值 (1A)

 (b) 部分電子所吸收的能量會因為跟周邊的電子碰撞而損失掉。 (1A)

 (c) (i) 光電子的最大動能*K*max

或5.11 × 10−19 J。

 (ii) 留意*eV*s = *K*max。因此，遏止電勢為
*V*s = **3.19 V**。 (1A)

 (d) 每秒供應的能量

 = 3 × (8.0 × 10−3)2 = 1.92 × 10−4 J (1M)

 每顆光子的能量

 每秒釋放的光電子數目
![%FontSize=10 %TeXFontSize=10 \documentclass{article} \pagestyle{empty} \endofdump \begin{document} \[ = \frac{\num{1.92e-4}}{\num{8.65e-19}} = \bx{\num{2.22e14}} \oa \] \end{document}]()

 (e) 由於每顆光子的能量增加，光電子的最大動能也會增加。 (1A)

 因此遏止電勢增大。 (1A)

 然而在強度不變而每顆光子能量增加的情況下，每秒到達金屬表面的光子數目便會減少。 (1A)

 因此，每秒所發射的光電子數目減少。 (1A)

25. (a) 把光電池、可調整輸出電壓的電源、伏特計和安培計如圖接駁。 (1A)

 

 由於*K*max = *eV*s，遏止電勢 (−*V*s) 反映光電子的最大動能。 (1A)

 改變入射輻射的強度。慢慢調整逆電壓，直至安培計顯示電流為零。該電壓值便是遏止電勢。 (1A)

 入射輻射的強度不論高低，遏止電勢也不變。 (1A)

 (b) (i) 結果 (2) 及 (3) 跟預測不符。 (1A)

 結果 (2) 跟預測不同之處：根據光波動理論，高強度輻射每秒傳遞至金屬的能量較多。因此當入射輻射強度增加時，光電子理應以較高速率射出。 (1A)

 結果 (3) 跟預測不同之處：根據光波動理論，輻射的能量只取決於輻射強度。若金屬曝光的時間夠長，讓電子能夠吸收足夠能量的話，電子受到任何頻率的輻射照射，理應都能夠逃離金屬表面。 (1A)

 (ii) 愛因斯坦認為輻射只能夠以某個基本單位來吸收或釋放，而這個單位則稱為光子。一顆光子的能量為*hf*，當中*f*為輻射的頻率。 (1A)

 當光子的能量*hf*大於功函數*ϕ*（電子離開金屬表面的最小能量值），金屬每吸收一顆光子，都會令金屬發射光電子。因此光電子的最大動能為*K*max = *hf* − *ϕ*。 (1A)

 功函數*ϕ*的值因金屬而異。每一種金屬都有一個最低頻率*f*0，當入射輻射的頻率低於此值，便不會發生光電發射（結果3）。 (1A)

 因此，*ϕ* = *hf*和*K*max = *h*(*f* − *f*0)。這意味着光電子的最大動能取決於入射輻射的頻率*f*。增加輻射的強度只會令光子以及光電子的數目上升（結果2）。 (1A)

26. (a) (i) 根據光電效應，只要陰極受到頻率比臨閾頻率更高的輻射照射，便會釋放電子。 (1A)

 (ii) 不可以 (1A)

 只有輻射頻率高於陰極臨閾頻率的輻射才會探測到。 (1A)

 (b) 這種排列可以一直把入射電子加速， (1A)
從而激發更多電子發射，達到倍增的效果。 (1A)

 (c) 光電倍增管能大大倍增微弱的訊號， (1A)

 有助放大來自遠方恆星的微弱訊號。 (1A)