

福建中學
中六級 上學期統測 (2021 – 2022)
物理科
(一小時)

日期：二零二一年十一月十日
時間：上午十一時至中午十二時

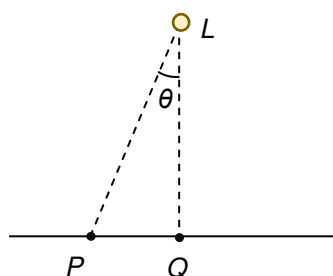
姓名：_____
班別：_____ 班號：_____

學生須知：

1. 在問題紙及答題紙上寫上姓名，班別及班號。
2. 回答所有問題。
3. 請將所有答案寫在答題紙上。
4. 考試完結後把問題紙及答題紙交回。
5. 全卷共 40 分。
6. 此試卷分為兩部份：甲部是多項選擇題(佔 20 分)，乙部是結構性問答題(佔 20 分)。
7. 數字答案必須是精確或準確至 3 位有效數字。
8. 試卷最後兩頁附有本科常用的數據、公式和關係式以供參考。

甲部：多項選擇題 (20 分)

1. 如下圖所示，一點光源 L 在天花照向地面上兩點 P 和 Q ，而 Q 點在點光源 L 的正下方。已知點 P 和 Q 的照明度分別是 320 lx 和 400 lx。



求 LP 與 LQ 之間的角度 θ 。

- A. 21.8°
B. 26.6°
C. 28.1°
D. 36.9°
2. 下列哪些關於發光二極管(LED)的描述是正確的？
- (1) 發光二極管(LED)可在交流電壓和直流電壓下運作。
 - (2) 一個發光二極管(LED)可以發出不同波長的光。
 - (3) 發光二極管(LED)的壽命比白熾燈的長。
- A. 只有 (2)
B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. 只有 (1) 和 (3)

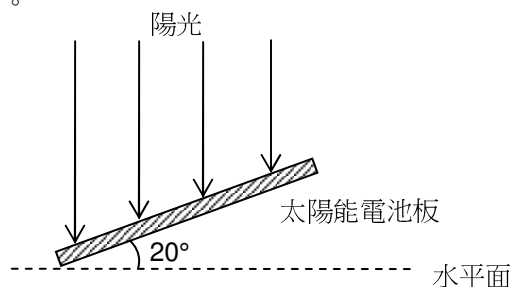
3. 下列所示為某冷氣機上能源標籤的一部份。假設每年的運作時數為1200小時。

Annual Energy Consumption (kW h)(Cooling) 每年耗電量(千瓦小時)(製冷) Based on 1200 hrs/yr operation 以每年使用1200小時計算	1308
Cooling Capacity(kW) 製冷量(千瓦)	2.86

該冷氣機在一年內可以供抽取多少的熱？

- A. $3.43 \times 10^6 \text{ J}$
B. $3.74 \times 10^{10} \text{ J}$
C. $12.36 \times 10^6 \text{ J}$
D. $1.24 \times 10^{10} \text{ J}$
4. 某工廠的工花板面積是 600 m^2 。它以波紋狀的鐵板組成，其表面有很厚的隔熱物料，藉以減少能量散失。已知鐵板的U-值是 $0.5 \text{ W m}^{-2} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 。若室外的溫度是 $15 \text{ }^\circ\text{C}$ ，而工廠內的溫度是 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ，試計算透過天花板傳送能量的速率。
- A. 3000 W
B. 4500 W
C. 7500 W
D. 12000 W
5. 下列哪些關於混合動力車的描述是正確的？
- (1) 動力車的電池需要外在的充電裝置。
(2) 混合動力車比使用汽油和柴油的車輛排於較少的溫室氣體。
(3) 混合動力車的電動機用作供額外的推動力使車輛加速。
- A. 只有 (2)
B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. 只有 (2) 和 (3)
6. 某水力發電廠中，水以速率 2400 kg s^{-1} 由高層流向低層，並推動渦輪機。兩層之間的高度差為 60 m。若渦輪機的效率為70%，估算渦輪機的輸出功率。
- A. 101 kW
B. 989 kW
C. 1410 kW
D. 2020 kW

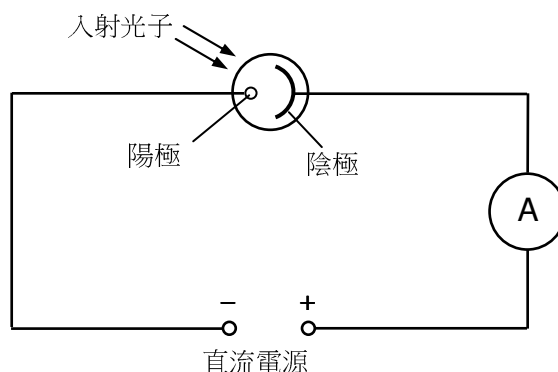
7. 在某地方， 1000 W m^{-2} 的太陽輻射垂直到達地球表面。一塊太陽能電池板如下圖所示安裝，它與水平面成 20° 角。



如果太陽能電池板把太陽能轉換為電能的效率為15%，電池板最多可以連接多少個40 W 燈泡以額定值操作？

- A. 4
B. 5
C. 6
D. 7
8. 結合能的定義是甚麼？
- A. 把原子中所有電子電離化所需的能量
B. 原子核發生裂變時所釋放的能量
C. 原子核發生放射衰變時所釋放的能量
D. 把原子核分解為個別核子所需的能量
9. 湯姆生提出電子給雲狀的正電荷包圍，形成一個不帶電的原子。這個模型未能解釋以下哪些有關 α 粒子散射實驗的結果？
- (1) 幾乎所有 α 粒子都穿過金箔，且沒有偏轉或偏轉得極少。
(2) 有些 α 粒子大幅度偏轉。
(3) 有些 α 粒子被反彈回去。
- A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)
10. 下列哪些有關玻爾原子模型的敘述是正確的？
- (1) 這個模型包括了經典物理學與量子物理學的觀點。
(2) 在這個模型中，電子在軌道上運行時沒有加速度。
(3) 這模型解釋了電子的角動量為甚麼是量子化的。
- A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

11. 一個光電池連接電動勢恆定的直流電源，兩極連接的方式如下圖所示。



當每粒能量為 4 eV 的光子射到光電池的陰極，抵達陽極的光電子最高動能是 2 eV 。下列哪項**必定**正確？

- A. 如果每粒入射光子的能量為 2 eV ，陰極不會發射出光電子。
 - B. 如果每粒入射光子的能量為 2 eV ，陰極會發射出光電子，但這些光電子都不會抵達陽極。
 - C. 如果每粒入射光子的能量為 2 eV ，陰極會發射出光電子，而這些光電子抵達陽極時的最高動能是 1 eV 。
 - D. 陰極的功函數是 2 eV 。
12. 在光電效應實驗中，頻率為 $2 \times 10^{15} \text{ Hz}$ 的紫外輻射落在光電池的金屬板上，產生電流。若把光電池兩極之間的電勢差提升至 1.87 V ，光電流便會下降至零。求光電池內金屬板的功函數。
- A. 1.87 eV
 - B. 6.42 eV
 - C. 8.29 eV
 - D. 10.3 eV
13. 氫原子吸收了能量為 E 的光子後，從量子數 $n = 2$ 受激至 $n = 3$ 。如果該原子從量子數 $n = 3$ 受激至 $n = 4$ ，它吸收了多少能量？

- A. $\frac{7}{144}E$
- B. $\frac{3}{16}E$
- C. $\frac{7}{20}E$
- D. $\frac{1}{2}E$

14. 氫原子躍遷至第 4 受激態。在該原子回到基態的過程中，不可能發射出下列哪個波長的可見光？
- A. 435 nm
 - B. 488 nm
 - C. 605 nm
 - D. 658 nm
15. 下列哪些有關掃描隧穿顯微鏡的敘述是正確的？
- (1) 它只能用於觀察導電的表面。
 - (2) 它應用量子隧穿的原理來產生樣本表面的影像。
 - (3) 它有高解像能力，因為它所產生電流中的電子波長非常短。
- A. 只有 (1) 和 (2)
 - B. 只有 (1) 和 (3)
 - C. 只有 (2) 和 (3)
 - D. (1)、(2) 和 (3)
16. 下列哪些是在布料加上二氧化鈦 (TiO_2) 納米粒子的功用？
- (1) 阻擋紫外光
 - (2) 防止靜電荷積聚
 - (3) 抑制細菌生長
- A. 只有 (1) 和 (2)
 - B. 只有 (1) 和 (3)
 - C. 只有 (2) 和 (3)
 - D. (1)、(2) 和 (3)

甲部完

乙部：結構性問答題 (20 分)

1. (a) 圖1.1顯示的房屋尺寸為 $3\text{ m} \times 3\text{ m} \times 2\text{ m}$ ，其中一幅牆上安裝了 $2\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的窗戶。

牆和屋頂以 20 mm 厚的玻璃綿製成。假設房屋內外的等效溫差為 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。玻璃綿的導熱率是 $0.043\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 。

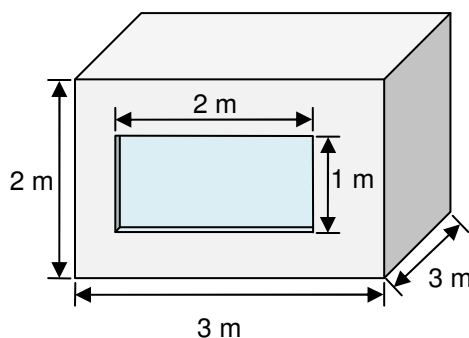


圖 1.1

- (i) 求牆和屋頂的熱傳送系數。 (1 分)
 - (ii) 求通過牆（不包括窗戶）和屋頂的傳導率。 (2 分)
 - (iii) 如果窗戶平均的熱傳遞率是 600 W ，整間房屋的總熱傳送值是多少？ (2 分)
- (b) 圖 1.2 顯示某幢辦公室大樓的天台裝設了太陽能板，為日間的照明及空調系統供電。



圖 1.2

- (i) 已知太陽常數為 1366 W m^{-2} 。寫出兩個原因，解釋為甚麼大樓的太陽能板在晴朗的日間所接收的平均太陽輻射功率不應取這數值。 (2 分)
- (ii) 太陽能板在晴朗的日間所接收的平均太陽輻射功率是 840 W m^{-2} ，而太陽能板的效率是15%。要提供12 kW的總輸出功率，太陽能板的最小面積是多少？ (2 分)
- (iii) 試舉出這個太陽能供電系統的一個限制。 (1 分)

2. (a) 單色光照射金屬板時，光的頻率要高於臨閾頻率，光電效應才會發生。光的粒子本質怎樣解釋臨閾頻率的的存在？ (2 分)
- (b) 某金屬表面的臨閾頻率是 6×10^{14} Hz。該金屬表面受頻率為 7.2×10^{14} Hz、功率為 2×10^{-6} W 的光照射。
- (i) 求金屬表面發射出光電子的最高動能，答案以焦耳為單位。 (2 分)
- (ii) 為甚麼金屬表面每秒發射出的光電子數量無法根據上述資料判斷？ (1 分)
- (c) 如圖 2.1 所示在透射電子顯微鏡 (TEM) 中，電子束穿過樣本，經聚焦後落在顯示屏上。

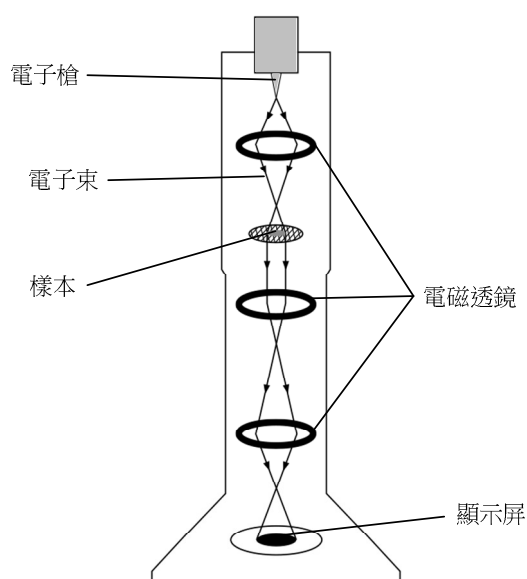


圖 2.1

在電子束中，每粒電子的動能為 5000 eV。

- (i) 找出電子的德布羅意波長。 (3 分)
- (ii) 如果顯微鏡中的孔徑直徑為 0.05 mm，估算顯微鏡的角解像度。 (2 分)

乙部完
問題卷完

數據、公式和關係式

數據

摩爾氣體常數	$R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
阿佛加德羅常數	$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
重力加速度	$g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$ (接近地球)
萬有引力常數	$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
在真空中光的速率	$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
電子電荷	$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
電子靜質量	$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
真空電容率	$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$
真空磁導率	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$
原子質量單位	$u = 1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$ (1 u 相當於 931 MeV)
天文單位	$\text{AU} = 1.50 \times 10^{11} \text{ m}$
光年	$\text{ly} = 9.46 \times 10^{15} \text{ m}$
秒差距	$\text{pc} = 3.09 \times 10^{16} \text{ m} = 3.26 \text{ ly} = 206\,265 \text{ AU}$
斯特藩常數	$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
普朗克常數	$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

直線運動

勻加速運動：

$$\begin{aligned}
 v &= u + at \\
 s &= ut + \frac{1}{2}at^2 \\
 v^2 &= u^2 + 2as
 \end{aligned}$$

數學

直線方程	$y = mx + c$
弧長	$= r\theta$
柱體表面面積	$= 2\pi rh + 2\pi r^2$
柱體體積	$= \pi r^2 h$
球體表面面積	$= 4\pi r^2$
球體體積	$= \frac{4}{3}\pi r^3$
細小角度	$\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$
(角度以 radians 表達)	

原子世界

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{2}m_e v_{\max}^2 &= hf - \phi \quad \text{愛因斯坦光電方程} \\
 E_n &= -\frac{1}{n^2} \left\{ \frac{m_e e^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \right\} = -\frac{13.6}{n^2} \text{eV} \quad \text{氫原子能級方程} \\
 \lambda &= \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \quad \text{德布羅意公式} \\
 \theta &\approx \frac{1.22\lambda}{d} \quad \text{瑞利判據 (解像能力)}
 \end{aligned}$$

能量及能源的使用

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{\Phi}{A} \quad \text{照明度} \\
 \frac{Q}{t} &= k \frac{A(T_H - T_C)}{d} \quad \text{傳導中能量的傳遞率} \\
 U &= \frac{k}{d} \quad \text{熱傳送係數 U-值} \\
 P &= \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad \text{風力渦輪機的最大功率}
 \end{aligned}$$

A1.	$E = mc\Delta T$	加熱和冷卻時的能量轉移	D1.	$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	庫倫定律
A2.	$E = l\Delta m$	物態變化時的能量轉移	D2.	$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	點電荷的電場強度
A3.	$pV = nRT$	理想氣體物態方程	D3.	$E = \frac{V}{d}$	平行板間的電場（數值）
A4.	$pV = \frac{1}{3} Nmc^2$	分子運動論方程	D4.	$R = \frac{\rho l}{A}$	電阻和電阻率
A5.	$E_K = \frac{3RT}{2N_A}$	氣體分子動能	D5.	$R = R_1 + R_2$	串聯電阻器
			D6.	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	並聯電阻器
B1.	$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$	力	D7.	$P = IV = I^2 R$	電路中的功率
B2.	力矩 $= F \times d$	力矩	D8.	$F = BQv \sin \theta$	磁場對運動電荷的作用力
B3.	$E_P = mgh$	重力勢能	D9.	$F = BIl \sin \theta$	磁場對載流導體的作用力
B4.	$E_K = \frac{1}{2} mv^2$	動能	D10.	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$	長直導線所產生的磁場
B5.	$P = Fv$	機械功率	D11.	$B = \frac{\mu_0 NI}{l}$	螺線管中的磁場
B6.	$a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$	向心加速度	D12.	$\mathcal{E} = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	感生電動勢
B7.	$F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$	牛頓萬有引力定律	D13.	$\frac{V_s}{V_p} \approx \frac{N_s}{N_p}$	變壓器副電壓和原電壓之比
C1.	$\Delta y = \frac{\lambda D}{a}$	雙縫干涉實驗中條紋的寬度	E1.	$N = N_0 e^{-kt}$	放射衰變定律
C2.	$d \sin \theta = n\lambda$	衍射光柵方程	E2.	$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{k}$	半衰期和衰變常數
C3.	$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$	單塊透鏡方程	E3.	$A = kN$	放射強度和未衰變的原子核數目
			E4.	$\Delta E = \Delta mc^2$	質能關係式