

福建中學
中六級 上學期統測 (2020 – 2021)
物理科
(一小時)

日期：二零二零年十月二十日

姓名：_____

時間：上午十時三十分至上午十一時三十分

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)

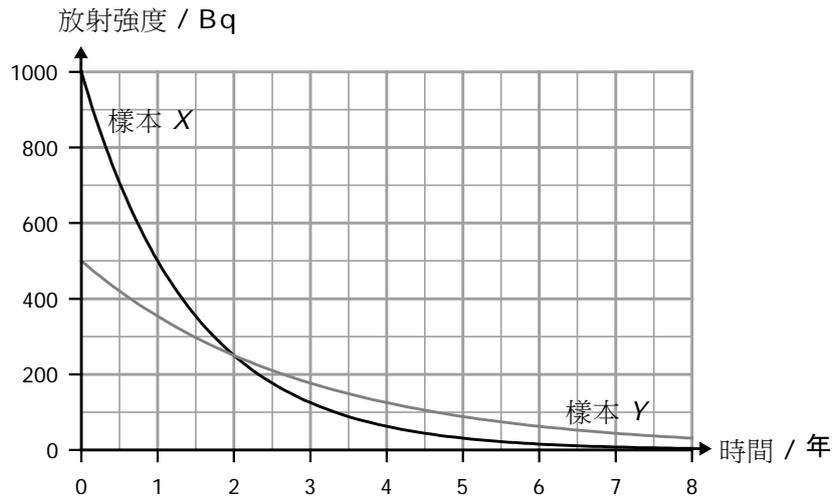
1. 一名學生研究某個放射源放出的輻射。他將一個蓋革—彌勒管放置在放射源前，然後在放射源與蓋革—彌勒管之間輪流入不同的吸收體，每次均記錄四個讀數。下表顯示了實驗的結果。

吸收體	所錄得的計數率 / 每分鐘次數			
空氣	1020	1113	1064	1110
一張紙	760	734	742	731
5 mm 厚鋁板	749	753	727	710
25 mm 厚鉛板	380	376	384	367

放射源放出甚麼種類的輻射？

- A. α
- B. β
- C. α 和 γ
- D. β 和 γ

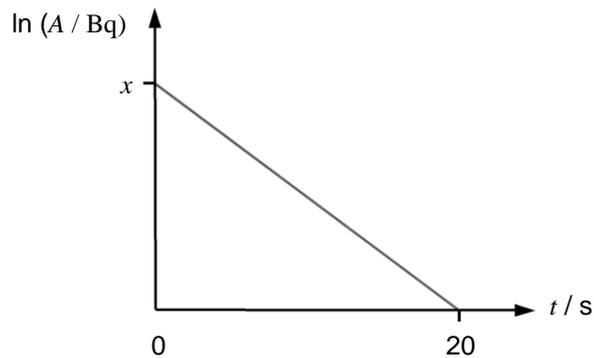
2. 下圖顯示兩個放射性樣本 X 和 Y 的放射強度隨時間的變化。



在下列各項敘述中，哪些是正確的？

- (1) 樣本 X 的半衰期較樣本 Y 的長。
 - (2) 樣本 X 的半衰期為一年。
 - (3) 樣本 X 進行放射衰變的速率總是高於樣本 Y。
- A. 只有 (1)
 B. 只有 (2)
 C. 只有 (1) 和 (3)
 D. 只有 (2) 和 (3)

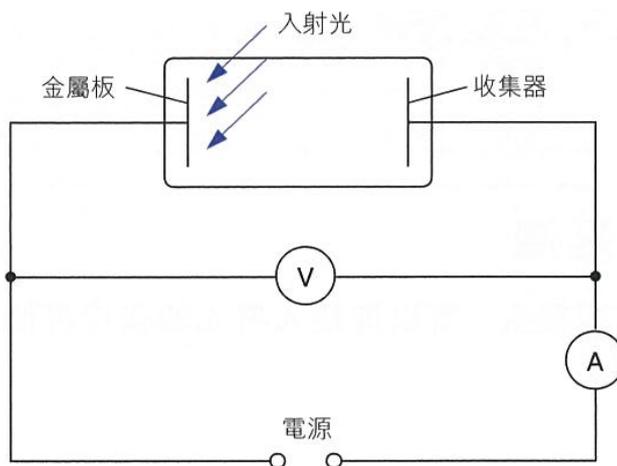
3. 下圖顯示一個放射性樣本的放射強度 A 的自然對數如何隨時間 t 而變化。樣本的半衰期為 6.93 s 。



x 的數值是甚麼？

- A. 0.2
 B. 1.4
 C. 2
 D. 14

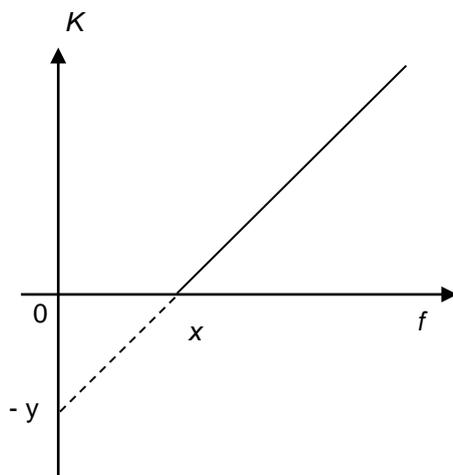
4. 在下列各項有關核裂變的敘述中，哪些是正確的？
- (1) 裂變率總是隨着時間以指數式減少。
 - (2) 在核裂變中，一個重原子核會分成兩個甚至更多較輕的原子核。
 - (3) 只要有裂變反應發生，便會發生連鎖反應。
- A. 只有 (2)
 - B. 只有 (3)
 - C. 只有 (1) 和 (2)
 - D. 只有 (1) 和 (3)
5. 一個核發電機產生 1000 MW 的電能，它的效率為 20%。試計算發電機中的核燃料質量損失的率。
- A. $1.11 \times 10^{-11} \text{ kg s}^{-1}$
 - B. $5.56 \times 10^{-11} \text{ kg s}^{-1}$
 - C. $1.11 \times 10^{-8} \text{ kg s}^{-1}$
 - D. $5.56 \times 10^{-8} \text{ kg s}^{-1}$
6. 一光電池如下圖所示連接。用單色光照射金屬板時，電路中產生光電流。當金屬板和收集器之間的電勢差剛好能完全停止電流流動時，這電勢差就稱為遏止電勢。



下列哪些對裝置的改變會使遏止電勢變小？

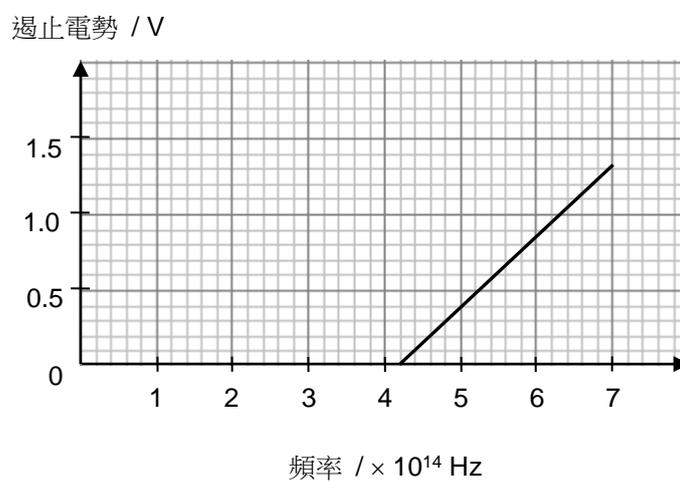
- (1) 用波長較長的光照射金屬板。
 - (2) 用強度較低的光照射金屬板。
 - (3) 在光電池中換上功函數較大的金屬板。
- A. 只有 (1)
 - B. 只有 (3)
 - C. 只有 (1) 和 (2)
 - D. 只有 (1) 和 (3)

7. 學生透過用不同頻率的電磁波照射同一金屬表面，來研究光電效應。他得到以下線圖，顯示金屬表面所放出光電子的最高動能 K 與入射光頻率 f 的關係。



下列哪一項能求得金屬的功函數？

- A. $-y$
 B. $h y$
 C. $-x$
 D. $e x$
8. 從光電效應的實驗，可得出以下遏止電勢與入射光頻率的關係線圖。

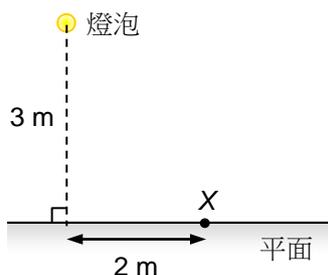


根據上圖，估計普朗克常數。

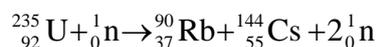
- A. $5.3 \times 10^{-34} \text{ J s}$
 B. $6.0 \times 10^{-34} \text{ J s}$
 C. $6.7 \times 10^{-34} \text{ J s}$
 D. $7.4 \times 10^{-34} \text{ J s}$

9. 下列哪些有關電磁爐的敘述是正確的？
- (1) 電磁爐的面板通常是由金屬所造的。
 - (2) 電磁爐發出的電磁波會被食物吸收。
 - (3) 電磁爐的最終能源效益相當高。
- A. 只有 (1)
B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. 只有 (2) 和 (3)
10. 下列哪些有關 LED 燈的敘述是正確的？
- (1) LED 燈的光度控制較困難。
 - (2) LED 燈主要透過結合 p 型半導體中的電子及 n 型半導體中的空穴發光。
 - (3) LED 燈的顏色只視乎 PN 接面的製造物料而定。
- A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1), (2) 和 (3)
11. 下列哪些因素會影響牆壁的熱傳送係數 (U 值) ？
- (1) 牆壁的厚度
 - (2) 牆壁的面積
 - (3) 牆壁兩邊的溫差
- A. 只有 (1)
B. 只有 (1) 和 (2)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)
12. 在水力發電站內，上下水庫的垂直距離是 120 m。如果發電站的輸出功率是 2 GW，效率是 75%，每分鐘有多少水經水壩流出？(1 GW = 10^9 W)
- A. 2.27×10^6 kg
B. 7.65×10^7 kg
C. 1.02×10^8 kg
D. 1.36×10^8 kg
13. 一部 1500 W 的空調機每分鐘從房間抽走 180 000 J 的熱。空調機的性能系數是多少？
- A. 2
B. 3
C. 120
D. 3000

14. 一個平面受到燈泡照射，燈泡的光通量是 1600 lm。假設燈泡是點光源。平面上 X 點的照明度是多少？



- A. 8.14 lx
 B. 29.4 lx
 C. 35.3 lx
 D. 1600 lx
15. 鈾-235 會進行以下核裂變。



當中： 一個 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 原子核的質量 = 235.0439 u

一個 ${}_{37}^{90}\text{Rb}$ 原子核的質量 = 89.914 80 u

一個 ${}_{55}^{144}\text{Cs}$ 原子核的質量 = 143.9321 u

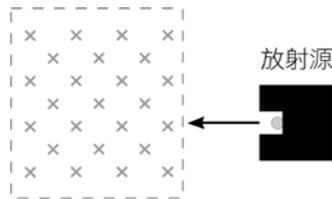
中子質量 = 1.008 665 u

這個核反應會釋放多少能量？

- A. 9.38×10^{-11} J
 B. 2.81×10^{-11} J
 C. 1.88×10^{-11} J
 D. 1.69×10^{-11} J
16. 下列哪些是化石燃料汽車較混合動力車優勝之處？
- (1) 制動系統的效率較高。
 - (2) 補充燃料需時較短。
 - (3) 售價較低。
- A. 只有 (1)
 B. 只有 (2)
 C. 只有 (3)
 D. 只有 (1) 和 (3)

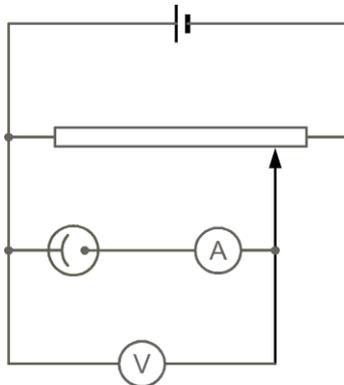
乙部：結構性問答題 (20 分)

1. 一個 α 輻射和 β 輻射的混合放射源置於一個勻強磁場側。輻射正射向磁場，如下圖所示。



- (a) 草繪輻射在磁場中的路徑。 (2 分)
- (b) 若要偵察輻射離開磁場的位置，實驗宜於真空中，而不在空氣中進行。為甚麼？ (1 分)
- (c) 放射源的放射強度在 10 年後減少至原來的十分之一，它的半衰期為多少？ (2 分)

2. 在一項研究光電效應的實驗中，設置了下圖中的電路。光電池的金屬板受一束微弱的綠光照射時，安培計錄得光電流。已知該綠光的波長為 495 nm ，而金屬板的臨閾頻率為 $5.10 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ，對應黃光。



- (a) (i) 求金屬板的功函數，答案以 eV 表示。 (1 分)
- (ii) 計算釋出的光電子的最大動能，答案以 eV 表示。由此找出遏止電勢。 (2 分)
- (b) 在下列情況中，遏止電勢有何變化？
- (i) 金屬板受相同強度的藍光照射。 (1 分)
- (ii) 金屬板受相同波長，但強度較大的綠光照射。 (1 分)
- (c) 試扼要解釋 一項 光電效應的實驗結果何以傾向支持光的粒子學說，而非波動學說。 (1 分)

3. 現代巴士均裝有冷氣機，讓車廂的溫度保持舒適。下圖展示一輛雙層巴士內冷氣裝置的簡單結構圖。



- (a) 試解釋下列有關冷氣裝置的設計。
- 蒸發器位於巴士車廂的車頂。 (1 分)
 - 冷凝器內的喉管是捲曲的。 (1 分)
- (b) 已知巴士冷氣系統的製冷能力為 55 kW ，性能系數 (COP) 為 3.6。冷氣系統每日運作 18 小時。在系統內流動的製冷劑的潛熱為 $167\,000 \text{ J kg}^{-1}$ 。
- 求冷氣系統每日因抽熱所需作的功。 (2 分)
 - 估算冷氣系統運作時，製冷劑流動的平均速率，以 kg s^{-1} 表示。散失四周的能量可忽略不計。 (2 分)
- (c) 巴士停泊在巴士總站時，會關閉冷氣系統。若停泊在露天總站，陽光會在日間不斷傳熱至車廂內，使車廂變得更熱。這樣下一次開動巴士時，冷氣系統需要消耗更多能量，來把變熱的車廂冷卻至合適溫度。
- 部分進入巴士車廂的熱會以傳導形式透過車身傳入。要減少熱從這個方式傳入車廂的速率，巴士車身應採用玻璃纖維還是鋼鐵製造？試解釋你的答案。
玻璃纖維的熱傳送係數 (U 值) 為 $1.08 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ ，而鋼鐵為 $1170 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ 。 (2 分)
 - 部分進入巴士車廂的熱會以輻射形式透過車窗傳入。試舉出 一個 措施來改善 車窗設計，減少熱從這個方式傳入車廂的速率。 (1 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	$AU = 1.50 \times 10^{11} \text{ m}$
光年	$ly = 9.46 \times 10^{15} \text{ m}$
秒差距	$pc = 3.09 \times 10^{16} \text{ m} = 3.26 \text{ ly} = 206\,265 \text{ AU}$
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：

$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

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

$$\frac{1}{2}m_e v_{\max}^2 = hf - \phi \quad \text{愛因斯坦光電方程}$$

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \left\{ \frac{m_e e^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \right\} = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV} \quad \text{氫原子能級方程}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \quad \text{德布羅意公式}$$

$$\theta \approx \frac{1.22\lambda}{d} \quad \text{瑞利判據 (解像能力)}$$

能量及能源的使用

$E = \frac{\Phi}{A}$	照光度
----------------------	-----

$\frac{Q}{t} = k \frac{A(T_H - T_C)}{d}$	傳導中能量的傳遞率
--	-----------

$U = \frac{k}{d}$	熱傳送係數 U-值
-------------------	-----------

$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$	風力渦輪機的最大功率
------------------------------	------------

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.	$\epsilon = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	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

