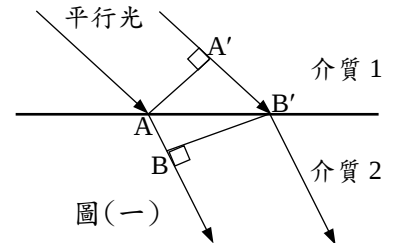


2019 科學班實作 物理科試題

第一部分：實驗試題

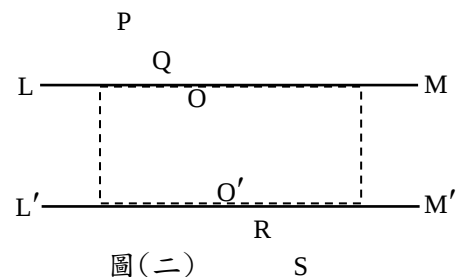
實驗一 光學(26 分)

1. 當入射光由介質 1 進入介質 2，因速率改變而導致前進方向改變，如圖(一)，可以看出光在介質 1 行 $A'B'$ 路徑與在介質 2 行 AB 路徑之時間相同。今定義介質 2 相對於介質 1 的相對折射率(n_{12})為光在介質 1 速率與光在介質 2 速率之比值($\frac{v_1}{v_2}$)。



2. 實驗時可利用插針法確認入射光線與折射光線，方法如下：

先將白紙置於保麗龍上，再將透明方塊置於紙上，之後沿方塊的兩平行邊，畫出直線 LM 與 $L'M'$ ；將一大頭針 Q 鉛直插在透明方塊邊線 LM 後方，然後在其斜後方的任意位置處，鉛直地插上另一大頭針 P 。由 $L'M'$ 的一側，透過方塊去看大頭針 P 和 Q 的像，移動眼睛的位置，當所見兩大頭針的像重疊時，在 P 和 Q 所形成的視線中插第三根

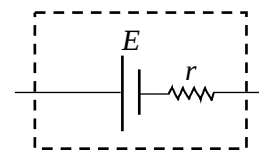


大頭針 R ，並在同一條視線中，於 R 針的同側再插第四根大頭針 S 。之後移去方塊，在紙上畫出入射線 PQ 和出射線 RS ，延長 PQ 與 LM 的交點為 O ，延長 RS 與 $L'M'$ 的交點為 O' ，如圖(二)。畫線連接 O 和 O' ，則折線 $POO'S$ 為一入射光線透射方塊所經的折線路徑。

3. 本實驗的器材有：透明方塊、大頭針 4 根、保麗龍、白紙、直尺及計算機。
4. 利用資料 1.~3.，試設計實驗求出透明方塊相對於空氣之相對折射率。
5. 請將實驗過程、結果及數據分析紀錄於答案紙上。

實驗二 電學(38 分)

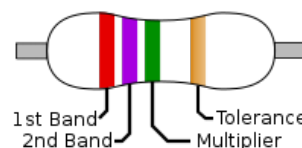
- 當電池正常放電使用時，因內部電阻的影響，電池兩端的電位差會略小於電池的電動勢(電池因內部化學反應所提供之推動電荷的能力；單位:伏特)。故電路圖中常使用圖(三)代表電池符號，圖中 E 表示電動勢， r 表示內電阻。



圖(三)

- 電阻色碼，是一種以色彩碼標示出電阻器的電阻值與誤差範圍的方式。如圖(四)，1st Band 與 2nd Band 分別代表電阻值的第一與第二位數，Multiplier 代表倍率，Tolerance 代表誤差。

各顏色與對應的數字、倍率及誤差如下表：



圖(四)

	黑	棕	紅	橙	黃	綠	藍	紫	灰	白	金	銀
數字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
倍率	$\times 10^0$	$\times 10^1$	$\times 10^2$	$\times 10^3$	$\times 10^4$	$\times 10^5$	$\times 10^6$	$\times 10^7$	$\times 10^8$	$\times 10^9$		
誤差											$\pm 5\%$	$\pm 10\%$

例如：若圖(四)由左至右為紅紫綠金，則電阻值為 $27 \times 10^5 \Omega \pm 5\%$

- 本實驗的器材有：電池座(附開關)、AA 電池 2 顆、三量程電流計、電阻 3 個、電線 4 條及計算機。(使用電流計時，需注意正負極接法與各量程之選擇順序)
- 利用資料 1.~3.，試設計實驗求出電池的電動勢 E 與內電阻 r 。
- 請畫出電路圖，依電路圖連接各元件，改變不同電阻以測量對應之電流。

紀錄數據並於方格紙上畫出電流倒數($\frac{1}{I}$:縱軸)對電阻(R :橫軸)之關係圖。

- 請將實驗過程、結果及數據分析紀錄於答案紙上，並說明 $\frac{1}{I}$ 對 R 關係圖之斜率與截距的物理意義。

第二部分：理論試題

理論一 力學(20 分)

1. 當 $t = 0$ 時，質量為 m 的物體由空中某處自由落下，考慮空氣阻力 f_r 隨物體速率的增加而增加，若物體離地夠遠，則於 $t = t_1$ 時，物體速率達最大值，稱為終端速率 V_m 。此後，物體維持穩定速率下降，直到 $t = t_2$ 時落地。
試分析說明物體從出發到落地，受力、加速度及速度的變化；
並畫出物體運動之位移(x)-時間(t)、速度(v)-時間(t)及加速度(a)-時間(t)的關係圖。
(重力加速度以 g 表示)

2. 狹義的功能定理(質點角度)： $W = \Delta E_k$
即作用力對質點所做的總功等於該質點動能的變化。

廣義的功能定理(系統角度)： $W_{\text{外力}} = \Delta E$

即外力對系統所做的總功等於該系統力學能的變化。

試以質點(物體)角度及系統(物體、地球)角度之功能定理，分析說明上題中各時段物體各類能量的變化。

3. 承 1.，若測得終端速率 $V_m = 30 \text{ m/s}$ ，並假設空氣阻力 f_r 與速率 v 成正比，試求速率為 6 m/s 時，物體的加速度若干？(重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

理論二 核物理(16 分)

1. 原子核的結合能(binding energy)：

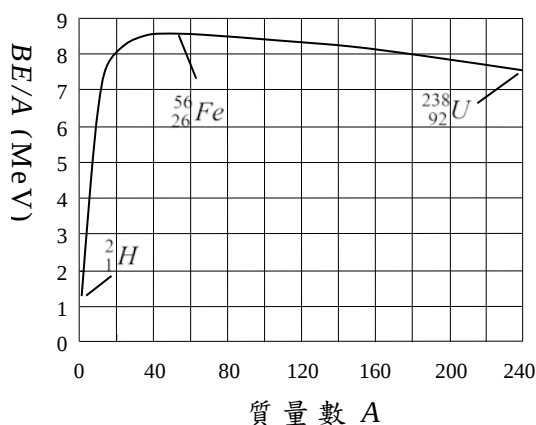
定義為『將原子核內的核子(質子、中子)分開所需給予的能量』，

或定義為『將核子結合成原子核所釋放出來的能量』。

2. 因分開(或結合)核子會有能量的參與，佐以質能互換公式 $E = mc^2$ ，便可理解核子分開前後(或結合前後)會有質量差異，此質量差異雖然極小，但乘上 c^2 就會是很大的能量。(真空中光速 c 約為 2.9979×10^8 m/s)

3. 將結合能除以該原子核的核子數(即質量數)稱為平均結合能。

4. 如右圖，各原子核的平均結合能 BE/A 不盡相同，由圖形資料可提供選擇核融合或核分裂的方式來取得核能。



5. 為方便處理質能互換，我們常用

$$1 \text{ u} \Leftrightarrow 931.5 \text{ MeV}$$

其中 u 稱為原子質量單位，定義為碳 12 原

子質量的 $\frac{1}{12}$ ，約為 1.6605×10^{-27} kg。

而 MeV 稱為百萬電子伏特，電子伏特(eV)

是微觀世界慣用的能量單位，約為 1.6021×10^{-19} J。

6. 請列式計算出 1 u 相當於 931.5 MeV。

7. 利用下表資料，列式計算出以下原子核的平均結合能： ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^4_2\text{He}$ 、 ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ 、 ${}^{130}_{56}\text{Ba}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 。(以 MeV 為單位，表達至小數點後 2 位)

核子或原子核*	質量
質子	1.00782 u
中子	1.00866 u
${}^2_1\text{H}$	2.01410 u
${}^4_2\text{He}$	4.00260 u
${}^{12}_6\text{C}$	12.0000 u
${}^{56}_{26}\text{Fe}$	55.9328 u
${}^{130}_{56}\text{Ba}$	129.9063 u
${}^{235}_{92}\text{U}$	235.0439 u

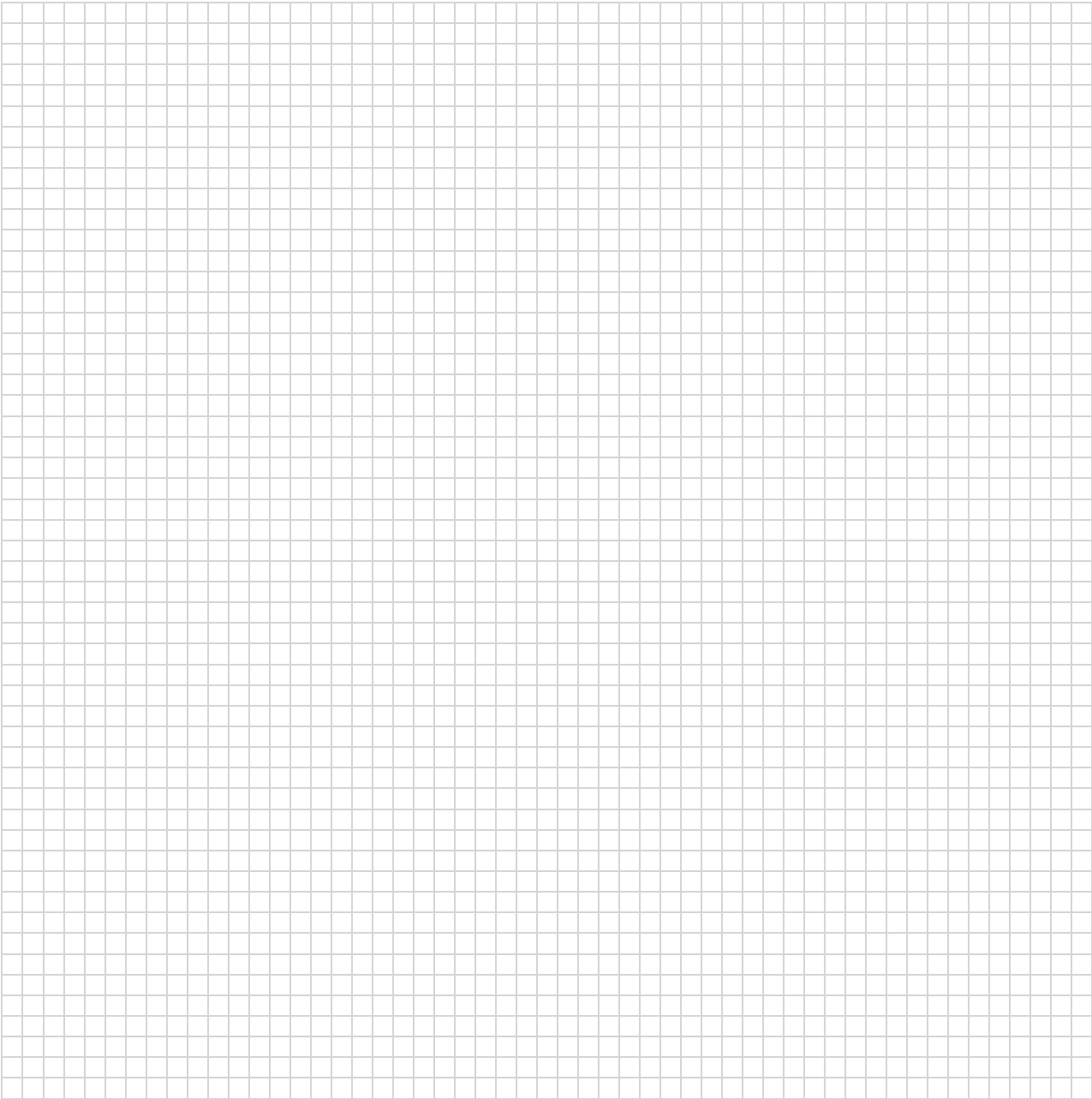
*原子核表示法中，左下角代表原子序、左上角代表質量數

8. 試解釋為何較重的原子核利用核分裂的方式取得核能；而較輕的原子核則利用核融合的方式取得核能。其分界點大約在何處？

9. 試解釋為何鐵和鎳是地球固體內核的主要成分。

實驗一 光學(26 分)

實驗二 電學(38 分)



理論一 力學(20 分)

理論二 核物理(16 分)