

114 學年度 國立成功大學/臺南一中科學班甄選 實驗實作
物理科

請不要翻到次頁!

讀完本頁的說明，聽從監試委員的指示才開始作答!

測驗說明

1. 本試題含實驗試題 3 大題、理論試題 5 大題，總分共 100 分，答案請直接作答於試題本中。
2. 作答時間 08：10~09：40，共 90 分鐘。
3. 作答時僅能使用本校所提供之計算機。
4. 測驗結束後，請將試題本放在桌上，待監考人員清點數量並確認完畢後，方可離開試場。

【第一部分】實驗試題

實驗一 測量未知質量 (共 30 分)

1. 若想得知一待測物(螺帽)的質量，請利用以下實驗器材設計兩種實驗方式，估算出待測物的未知質量。
2. 本次實驗器材

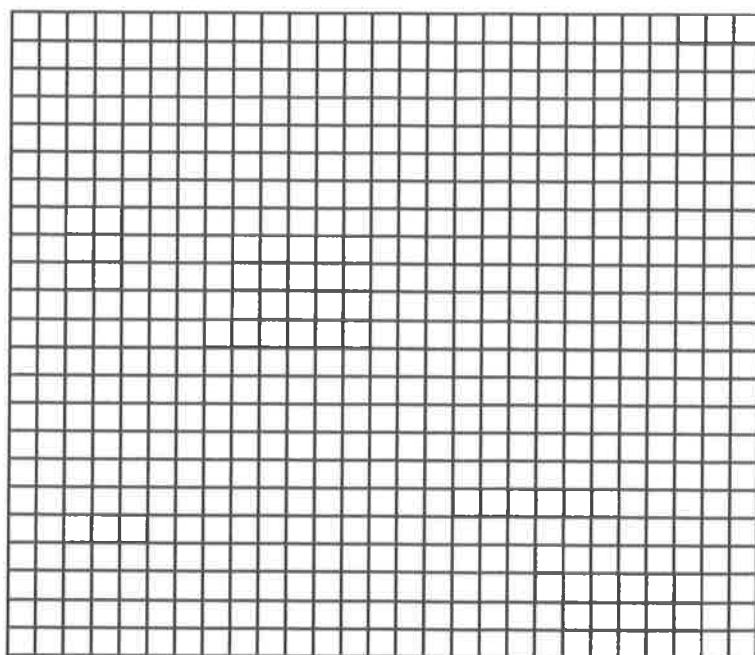
器材名稱	規格與數量
彈簧	1 條
鐵架(含金屬棒與夾子)	1 組
金屬砝碼	5g、10g、20g 各 1 個
直尺	1 把
膠帶	1 捲
剪刀	1 把
竹筷	1 雙
量角器	1 個
待測物(螺帽)	1 個
計算機	1 台
碼表	1 個
紙杯	1 個
棉線	1 捲

(以上器材未必都會使用到)

3. 實驗目的

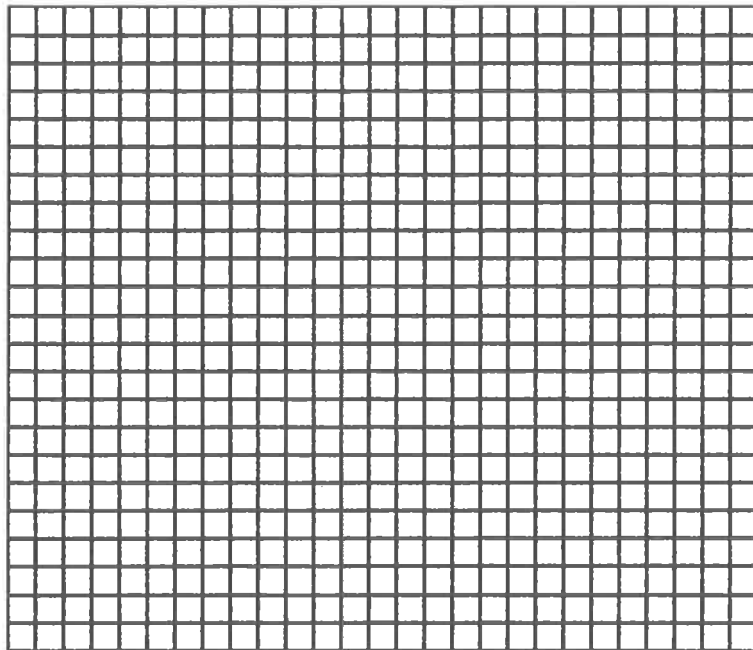
- (1)請利用所提供的器材設計兩種實驗方法，測出待測物的質量。請將實驗過程中：相關原理(2 分)、實驗步驟(2 分)、裝置圖(1 分)、數據紀錄(3 分)與作圖分析(3 分)結果(3 分)記錄於作答區。(一種方法 14 分，共 28 分)
- (2)若在無重力的狀況下，請問如何測量待測物的質量。(2 分)

方法一 (14 分)



方法一所測待測物質量為_____。

方法二 (14 分)



方法二所測待測物質量為_____。

若在無重力的狀況下，請問如何測量待測物的質量? (2 分)

實驗二 電阻的量測 (共 24 分)

一、實驗原理

電阻是描述電流通過元件時受到的阻礙大小，其定義為元件兩端的電壓差除以流經元件的電流。

$$R = \frac{V}{I}$$

色碼電阻是一種透過色環標示電阻值的電子元件。每個色環位置代表特定的數值、倍率或誤差，透過解讀這些色環，可以得知電阻的阻值與誤差範圍。

以四色色碼為例，色環的排列如圖一，其判讀規則如圖二，表一為色碼表：



▲圖一

1. 色碼 A 為其數值的第一位數。
2. 色碼 B 為其數值的第二位數。
3. 色碼 C 為其倍率，若數字為 c，其倍率為 c 。
4. 色碼 D 則其表示數值的誤差範圍。

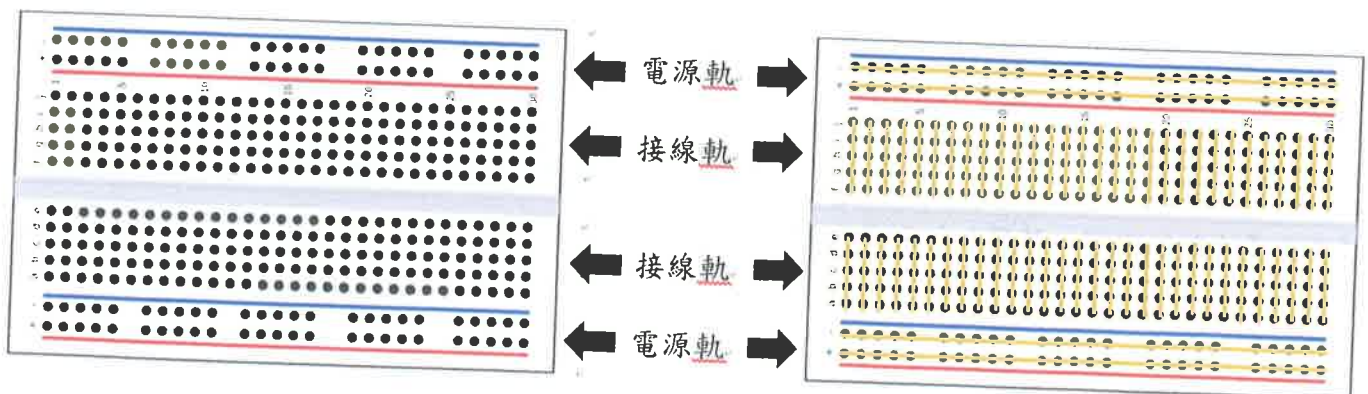
▲圖二

如圖一，其色碼 A-B-C-D 對應顏色為黃-紫-紅-金，其第一個數字 4 (黃色)，第二個數字 7 (紫色)，倍率 10^2 (紅色)，誤差 $\pm 5\%$ (金色) 判讀其電阻即為 $4,700 \pm 5\% \Omega$ 。

	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(%)		± 1	± 2			± 0.5	± 0.25	± 0.1	± 0.05		± 5	± 10

▲表一 色碼表

麵包板 (Breadboard) 是電子學習與設計中常用的工具。它可以讓使用者在不需要焊接的情況下，快速搭建和測試電路。其內部由金屬彈片構成，透過在板上插入元件和連接線，實現電路的連接。麵包板的結構通常包括兩部分：中央的接線軌和兩側的電源軌，電源軌是用來連結電池的+、-兩極用，+、-兩極同一行的插孔是互相導通的，而接線軌中同一列的五個插孔是相互連通，列與列之間不連通，要用元件接通。



註：同一條 —— 線插孔相互接通

1. 現有甲、乙兩個電阻，請利用上述提供的資料，判讀它們的電阻值：

(1) 甲電阻其色碼 A-B-C-D 對應顏色為棕-黑-綠-銀，甲電阻的電阻值 $R_{\text{甲}}$ 為多少歐姆?(1 分)

答：_____。

(2) 乙電阻其色碼 A-B-C-D 對應顏色為紅-黑-銀-棕，乙電阻的電阻值 $R_{\text{乙}}$ 為多少歐姆?(1 分)

答：_____。

2. 若想利用實驗室中的器材去測量電阻值，我們會需要使用到

(1) 測量電流的安培計，其內電阻值通常_____，(填很大或很小)(1 分)

其與待測電阻應該_____。(填串聯或並聯)(1 分)

(2) 測量電壓的伏特計，其內電阻值通常_____，(填很大或很小)(1 分)

其與待測電阻應該_____。(填串聯或並聯)(1 分)

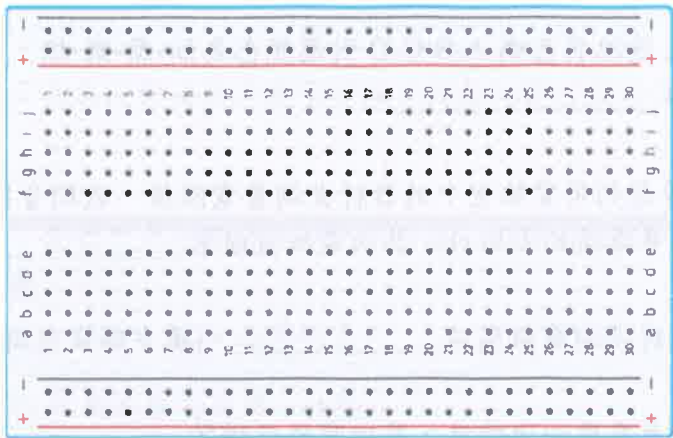
3. 若使用一內電阻為 r_A 的正常安培計與一內電阻為 r_V 的正常伏特計，進行設計電路測量電阻，請分別畫出適合測量甲、乙兩電阻的

(1) 電路圖(3 分)、(2) 麵包板設計電路圖(3 分)、(3) 推導在該電路圖中所測得的電阻實際值並說明為何此種方式適合測量甲或乙電阻(3 分)。推導過程請以下列代號 $R_{\text{甲}}$ 、 $R_{\text{乙}}$ 、 r_A 、 r_V 表示，電路圖與麵包板設計圖的電路符號可參考圖三。(共 18 分)

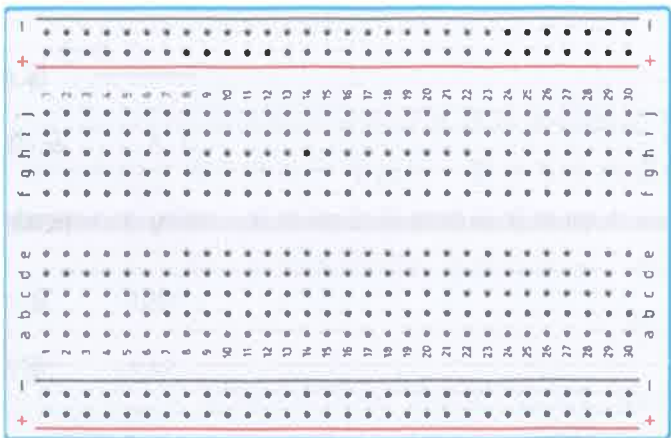


▲圖三

(1)對甲電阻進行量測

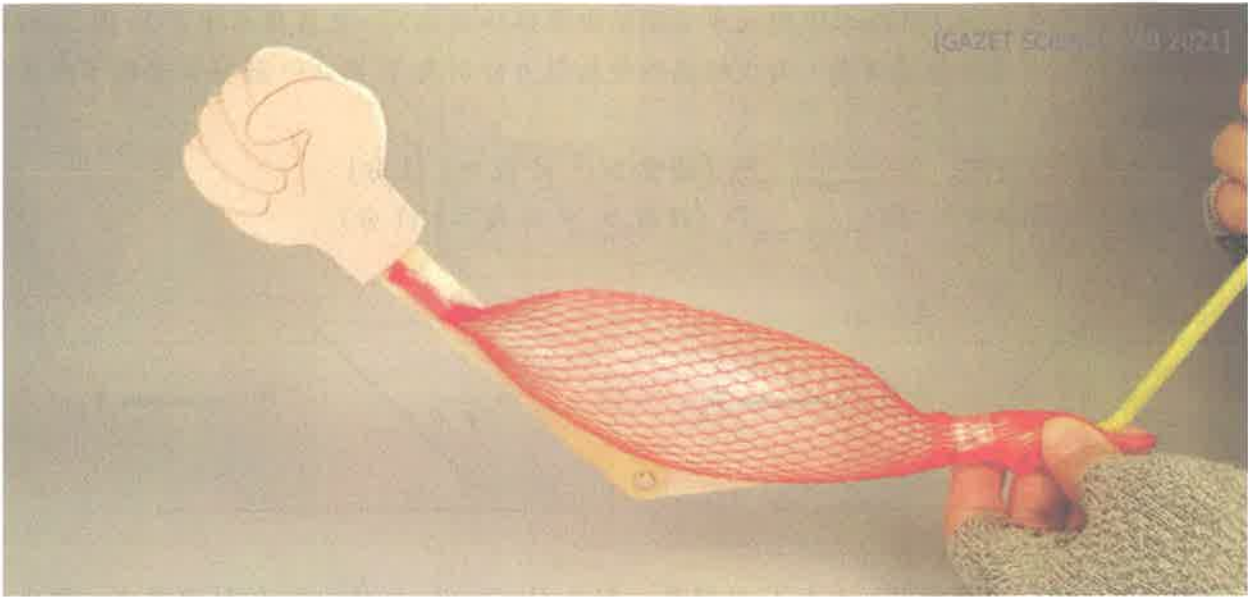
適合測量甲電阻的電路圖(3 分)	適合測量甲電阻的麵包板電路設計圖(3 分)
	
推導電路圖所測得的實際電阻，並說明為何使用此種測量法(3 分)	

(2)對乙電阻進行量測

適合測量乙電阻的電路圖(3 分)	適合測量乙電阻的麵包板電路設計圖(3 分)
	
推導電路圖所測得的實際電阻，並說明為何使用此種測量法(3 分)	

實驗三 人工肌肉實驗設計 (共 8 分)

下圖為 2025 TYPT 物理辯論賽題目之一，根據題目的說明，假如你被分配到此題目，你會如何初步設計與架構實驗?包含應該測量哪些物理量、改變哪些變因與實驗裝置等等。



Problem No. 2 “Air muscle”

Place a balloon inside a cylindrical net (as is sometimes used to wrap garlic) and inflate it. The net will expand and shorten. Investigate the properties of such a “muscle”.

作答區

(8 分)

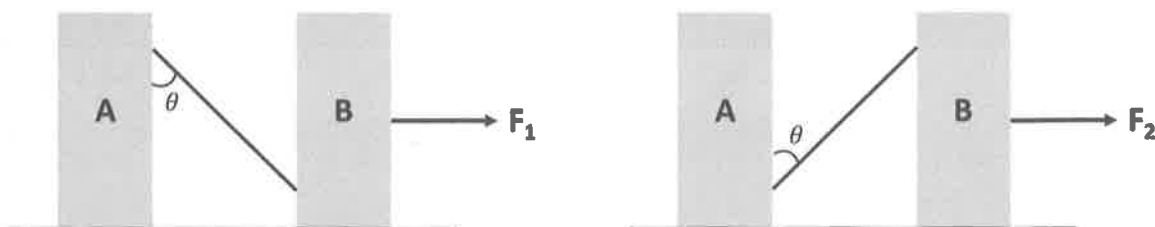
【第二部分】理論試題

理論一 力學(共 10 分)

1. 如圖所示，在水平桌面上放上 A、B 木塊，其質量皆為 m ，並用輕繩相連，兩種連結情形中，傾斜方向不同，但傾角相同，若兩木塊與水平面間的動摩擦係數相同，先後用水平力 F_1 與 F_2 拉動 A 和 B，使兩者一起做直線等速運動，兩次輕繩所受的張力分別為 T_1 與 T_2 ，若整個過程不考慮木塊翻倒，請問

(1) F_1 與 F_2 大小關係為何？ F_1 _____ F_2 (請填 $>$ 、 $<$ 或 $=$) (1 分)

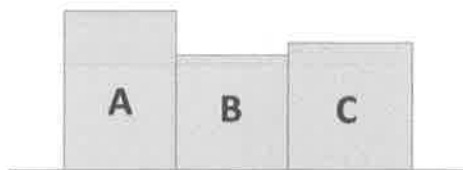
(2) T_1 與 T_2 大小關係為何？ T_1 _____ T_2 (請填 $>$ 、 $<$ 或 $=$) (1 分)



2. 在光滑平地上，置有三個物體，A 和 C 的質量分別為 4kg 和 8kg ，施一個 40N 水平力，依次向右施力於物體 A 與向左施力於物體 C 上時，BC 間作用力大小之比為 $2:3$ ，則

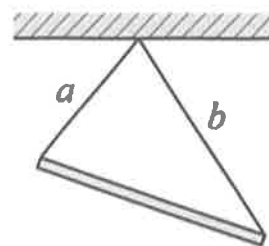
(1) B 的質量為 _____ kg ? (2 分)

(2) 向左推時，整體加速度為 _____ m/s^2 (1 分)、向右推時，整體加速度為 _____ m/s^2 (1 分)。



3. 如圖所示，一均勻木棒兩端各以長度比 $3:5$ 之 a 、 b 兩輕繩懸於同一點，若木棒之重心與左右兩端距離比為 $2:3$ 時，則

(1) 兩繩張力之量值比為 _____。(2 分)



4. 日前在社群軟體上 Threads 上出現了一道有趣的物理題，請問如果在小明拉力足夠的理想情況下，請問他是否能把自已拉上去？請寫出你的理由並畫出力圖與算式，可自行假設未知數。(2 分)



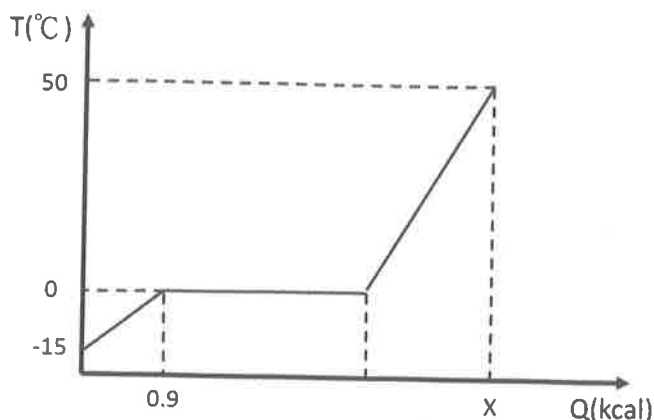
小明能把自己
拉上去嗎？

作答區

(2 分)

理論二 功與能量(共 7 分)

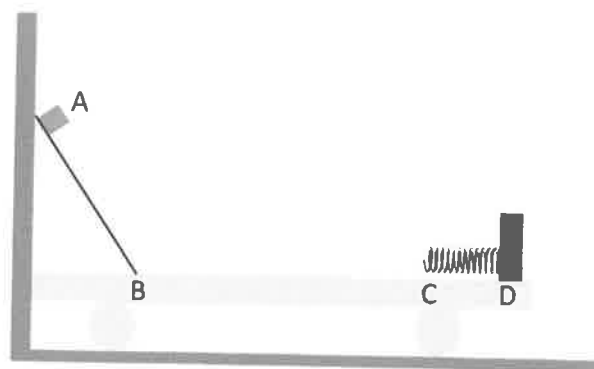
1. 將 100 克的冰塊放置於質量為 12.5 克的玻璃容器內，以穩定的熱源供給能量，在過程中除了玻璃、冰與水之外，並無其他熱量散失，已知冰的比熱為 $0.5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ，水的熔化熱為 80 cal/g ，加熱之溫度 T 與供給熱量 Q 關係如圖所示，請回答下列問題



(1) 玻璃容器的比熱為 _____ $\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ 。(1 分)

(2) 圖中 X 值為 _____。(2 分)

2. 在光滑水平面上有一小車，車上固定一光滑斜面和連有輕彈簧的擋板，彈簧處於原長的狀態位在 C 點處，有一小物體由斜面上 A 點靜止下滑，經過 B 點時無能量損耗。已知小車與彈簧系統總質量為 2 公斤，小物體質量為 1 公斤，A 點到 B 點的垂直高度為 1.8 公尺，B 點到 C 點的長度為 3 公尺，BC 段的動摩擦係數為 0.3，CD 段光滑，取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。



(1) 求運動過程中彈力位能最大值為 _____。(2 分)

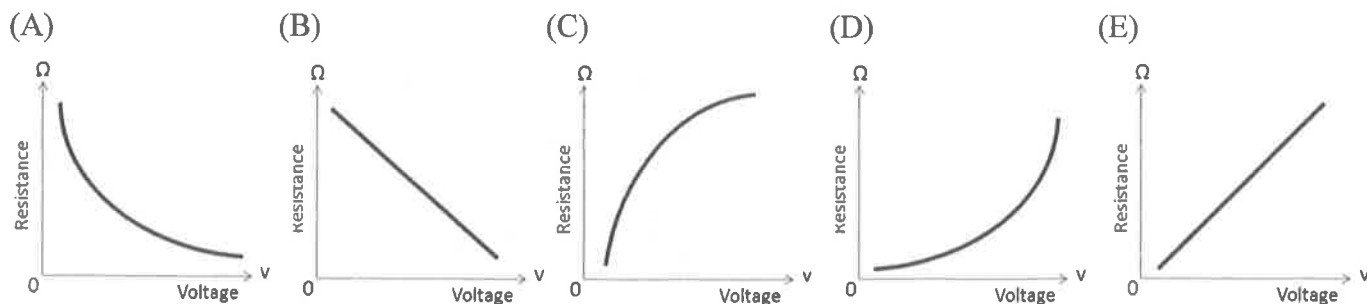
(2) 小物體第二次到達 C 點的速度為 _____。(2 分)

理論三 電路學(共 5 分)

壓敏電阻 (Varistor, Voltage Dependent Resistor, 簡稱 VDR) 是一種電阻值隨電壓變化而改變的非線性電阻元件。其主要用來防護電源供應系統瞬間電壓的忽然改變, 避免突然的高電壓造成電路的傷害, 因此被廣泛用於電源系統、電子設備和通訊設備中。

在正常電壓供應情況下, 壓敏電阻的電阻值很高, 幾乎不會有電流流過壓敏電阻, 電路可以正常工作。當電路中瞬間出現高電壓時, 壓敏電阻的電阻值會迅速降低, 形成低阻抗通路, 避免損壞電器設備。

1. 根據上述有關壓敏電阻的內容, 請問壓敏電阻的 R (電阻)- V (電壓) 曲線較可能為下列何者?



壓敏電阻的 R (電阻)- V (電壓) 曲線較可能為 _____。(1 分)

2.

(1) 壓敏電阻是否為歐姆導體? (1 分)

☐ 是 ☐ 否	理由:
--	-----

(2) 壓敏電阻之電阻值是否可使用 $R = \frac{V}{I}$ 此公式計算? (1 分)

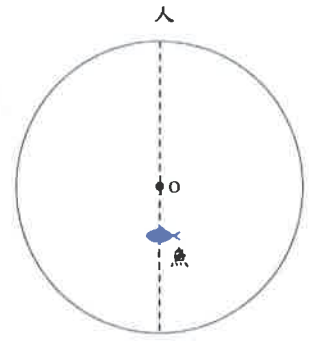
☐ 是 ☐ 否	理由:
--	-----

3. 根據上述內容, 請問壓敏電阻、電器與電源供應器應該如何連接, 才能達到保護電器的作用, 請以電路符號完成與電器的連接。畫出由一個交流電源、一個壓敏電阻與電器組成的基本電路即可。(2 分)

—— 導線 壓敏電阻 交流電源	電器
--	---

理論四 光學(共 8 分)

1. 水族館中有一個正圓柱形的魚缸，今有一人在觀賞魚缸中的一條魚，其相對位置如圖所示，O 點為圓心，不計玻璃厚度，空氣折射率 $n_{\text{空氣}} = 1$ ，缸內水的折射率為 $n_{\text{水}} = \frac{4}{3}$ ，請問實深(魚與人的實際距離)與視深(魚的成像與人的距離)其關係為何? (2 分)請畫出光徑圖說明理由。(2 分)

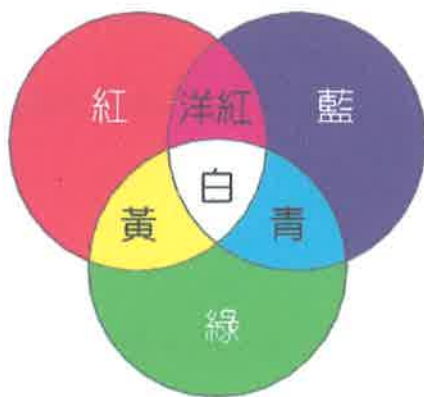


☐ 視深等於實深 ☐ 視深大於實深 ☐ 視深小於實深	光徑圖：
---	-------------

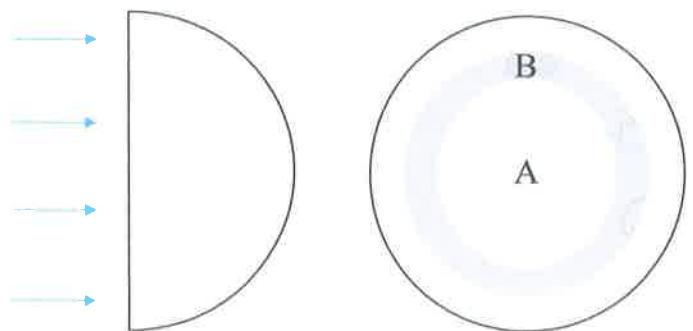
1. 圖(一)為光的三原色，今由紅光與綠光組成的混合平行光線，由空氣中垂直射入玻璃半球的左側平面上，在玻璃半球的右半部球面會出現不同色光光帶分布如圖(二)，請問圖中中心光帶 A 與環狀光帶 B 分別是什麼顏色?

(1) 光帶 A 為 _____ 色。(2 分)

(2) 環狀光帶 B 為 _____ 色。(2 分)



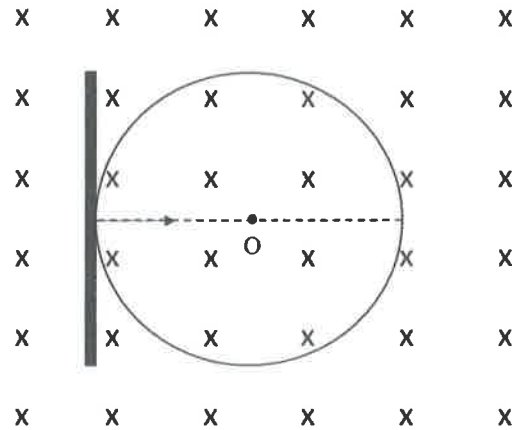
▲圖(一)



▲圖(二)

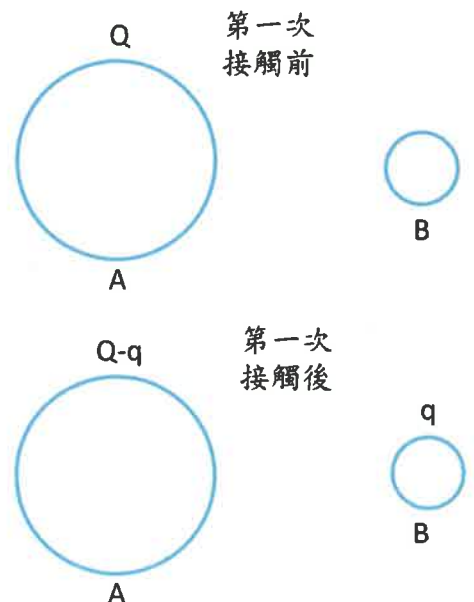
理論五 電磁學(共 8 分)

1. 如圖所示，有一半徑 R 的金屬圓環固定於水平桌面上，環面保持水平，且每單位長度的電阻值為 r ，空間中有一入紙面的均勻磁場 B ，有一長度為 $2R$ ，電阻可忽略不計的金屬棒置於圓環左側並與圓環相切，切點恰為金屬棒的中點，現在對金屬棒施加一向右的外力，使金屬棒由靜止開始作加速度為 a 的等加速度運動，運動過程中金屬棒與圓環接觸良好，請回答下列問題



- (1) 金屬棒通過整個圓環的時間為_____。(2 分)
- (2) 金屬棒恰通過環心時，流過金屬棒的電流值為_____。(2 分)
- (3) 金屬棒恰通過環心時，金屬棒所受的磁力量值為_____。(2 分)

2. 有兩金屬球，如圖所示，大球 A 原來帶電量為 Q ，小球 B 原來不帶電，現在讓大小兩球相互接觸，達到靜電平衡，小球 B 獲得的電荷量為 q ，接下來，若每次大小兩球碰觸前，都讓大球 A 補充電荷恢復成原本的帶電量 Q ，再與小球 B 碰觸，經過重覆步驟多次接觸後，請問小球 B 的帶電量接近何值？



小球 B 最終帶電量約為_____。(2 分)