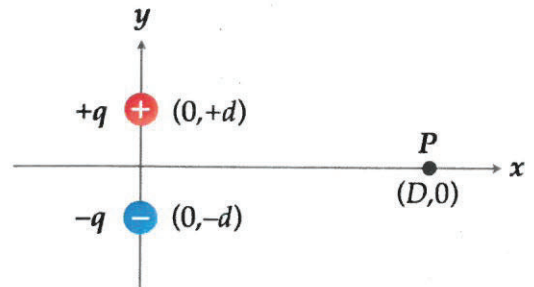


【物理試題】

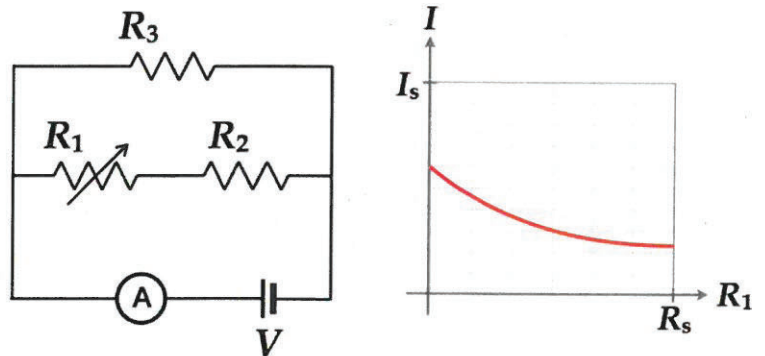
【本考科不可使用計算機】

答案請務必寫在試卷本上，並請標明題號，試題隨卷繳回

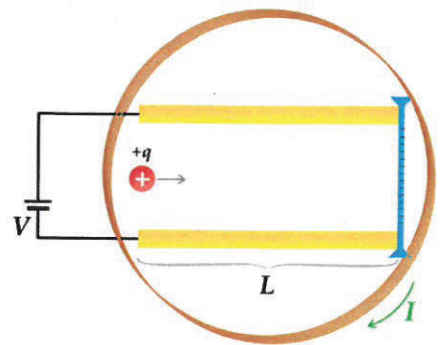
1. 在 $x-y$ 座標上兩個點電荷，分別帶有 $+q$ 、以及 $-q$ 的電量，位於座標 $(0,+d)$ 以及 $(0,-d)$ 的位置。如果庫倫常數為 k ，(a) 請寫下在 P 點，座標為 $(D,0)$ 的電場大小與方向。[5 分]
 (b) 若 D 遠大於 d ，此時電場大小可以近似成 AD^n 的形式，且 A 、 n 為常數。請寫下 A 、 n 各為多少？[5 分]



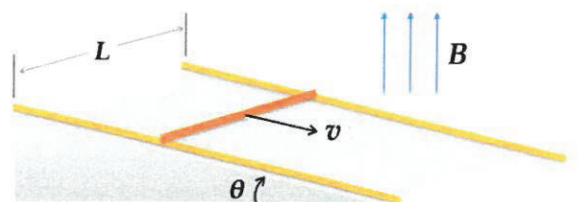
2. 某電路包含三個電阻、一個電池、以及一個安培計如圖組裝。其中電阻 R_1 為可變電阻。在實驗中不斷調整 R_1 ，並記錄下安培計的讀值。安培計的讀值與電阻 R_1 大小關係如圖，此關係圖的尺規由 $R_s = 40 \Omega$ 、 $I_s = 1 \text{ A}$ 決定。如果將 R_1 繼續加大，安培計的讀值會越來越靠近 0.2 A ，請問 (a) 電池提供的電位差為多少？[5 分] (b) 電阻 R_2 的電阻值為多少？[5 分]



3. 如圖的類似於陰極射線管的實驗裝置。兩個長度為 L 、相距為 d 的平行金屬片被放置在一個巨大、纏繞密度為 n (=單位長度的線圈數) 的螺線管中。平行金屬片可以產生均勻向下的電場、螺線管可以產生均勻入紙面的磁場，但是在實驗開始時他們都是關掉的狀態。在平行金屬片的右端有個屏幕，可以記錄帶電離子通過時的位置。在實驗開始時在平行金屬片的左端注入 α 粒子束，當 α 粒子打在屏幕上的初始位置被記錄下來。接下來在平行金屬片上加上電位差 V ，使得 α 粒子在屏幕上的位置移動了距離 h 。接下來打開螺線管，調整電流大小為 I ，使得 α 粒子束在屏幕上的位置剛好回到初始位置。若可以忽略邊緣的效應，而且電子的電量大小為 e ，真空的磁導率為 μ_0 ：(a) 請問此單一 α 粒子的動能為何？[5 分] (b) α 粒子的質量為何？[5 分] (c) 若整個實驗改用一與 α 粒子帶有相同動能、但未知電量與質量的正離子，在電位差 V 保持不變下，實驗第一階段在屏幕上移動的距離為 $0.5h$ 、實驗第二階段回到原位置所需的電流大小為 $2I$ ，請問此正離子的質量為 α 粒子的幾倍？[5 分]

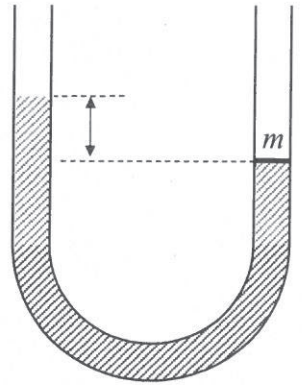


4. 一個長度為 L 、質量為 M 、電阻為 R 的金屬棒，從兩個平行相距也是 L 的金屬軌道、放置在傾斜角度為 θ 的斜面上以等速率 v 滑下，金屬棒與軌道之間具有摩擦力。整個空間都佈滿均勻垂直向上的磁場 B ，而且遠大於金屬棒與軌道所產生的磁場。重力加速度為 g 。(a) 若金屬棒可藉由軌道導出導入電流，請問金屬棒上的電流大小



為何？[5分] (b) 金屬棒與軌道之間的摩擦力大小為何？[5分] (c) 速度 v 是多少時才能讓摩擦力剛好消失？[5分]

5. 某生設計了一個實驗來探討 U 形管內液注的振盪行為，如右圖。他將液體注入雙開口的 U 形管內，管內截面積為 A ，液柱總長為 L (也就是管內液體的總體積為 AL)，右管液面放置一個質量為 m 、面積同為 A 、厚度可忽略的扁形活塞，它和管壁間的摩擦力可忽略。重力加速度為 g ，整個系統中僅考慮重力的作用，而且液體密度始終均勻不變。在靜力平衡的狀態下，左液面較高，如右圖。



(a) 某生接著將右活塞緩慢下推、距原本靜平衡位置的鉛直位移量為 x_0 ，然後由靜止釋放活塞，此時左液面和右活塞便開始做上下的小幅度振盪，他測得週期為 T 。求活塞上下運動時的最大鉛直速率。[5分]

(b) 承 (a) 小題，求該液體的密度。[10分]

(c) 承 (a) 小題，在振盪過程中，當活塞距平衡高度的鉛直位移量為 x 時，求此刻整個液注的動能 (不包含活塞的動能)。[10分]

(d) 若將活塞移除，其餘設置不變，而仍使左右液面做上下的小幅度振盪，求其週期。[4分]

6. 考慮聲波在介質中的前進。在沒有聲波時介質的密度為均勻，有聲波時介質的分子相對於其原始位置的位移可寫為 $d(x, t) = A \sin(kx + \omega t)$ ，其中 t 為時間、 x 為沿聲波前進方向上的座標， k 、 ω 為常數。

(a) 求該聲波的波長及波速。[4分]

(b) 在原點 $x = 0$ 處，何時 (即 t 為多少時) 介質會因聲波的傳遞而出現密部 (即介質密度為最大處)? [4分]

(c) 在某些應用中，會將聲波視為粒子 (聲子)，求本題中一個聲子的動量及動能。[4分]

7. 有一個固定容積的密閉容器，裝有水及水蒸汽，在初始平衡態時水及水蒸汽的質量分別為 m 及 M ($M \gg m$)，壓力為 P ，溫度為 T 。接著將容器緩慢加熱，直到容器內的水完全變為水蒸汽，此時壓力變為 P_1 。已知水的汽化熱為 L ，水蒸汽的定容比熱為 c 。

(a) 相較於初始狀態，溫度上升了多少? [5分]

(b) 輸入容器的熱能為多少? [4分]

[試題隨卷交回]