

109 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽

第 4 區複賽物理科筆試試題

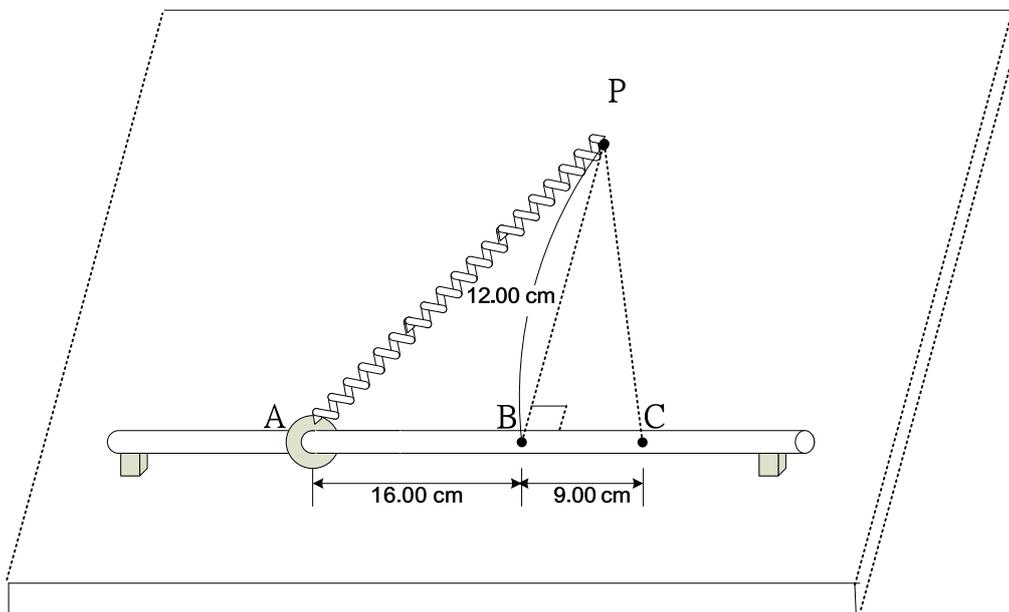
說明：(1) 請先核對答案卷上之編號和你的編號是否一致。

(2) 本試題卷共五題，請依題號在答案卷上指定位置作答，  
試題卷需隨答案卷繳回。

一、如下圖所示，一個質量  $2.00 \text{ kg}$  的圓環被扣在一根表面光滑的固定桿子上，進行無摩擦的滑動。一伸長的彈簧與圓環相連且其另一端固定於  $P$  點。假設桿子與彈簧均維持在同一水平面上，彈簧的質量可以忽略，且彈簧的彈性係數為  $200.0 \text{ N/m}$ 。將圓環於  $A$  點保持靜止後釋放，並測得圓環在通過  $B$  點時的移動速率為  $1.00 \text{ m/s}$ ，試求

(a) 彈簧未受力時的長度 (6 分)

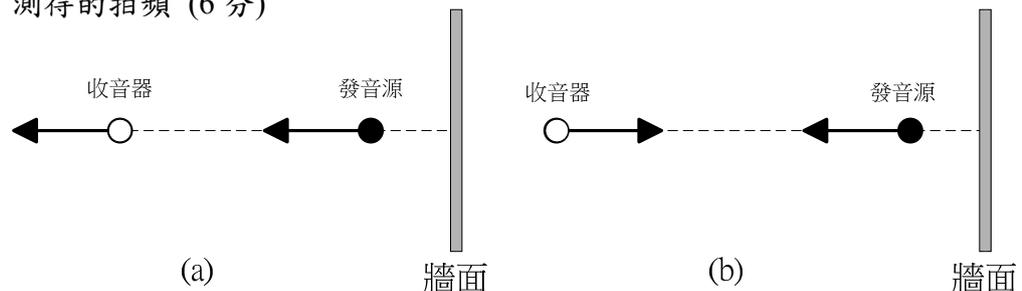
(b) 圓環經過  $C$  點時的移動速率 (6 分)



二、如下圖所示，一收音器與一個單一頻率發音源分別以  $10.0 \text{ m/s}$  與  $20.0 \text{ m/s}$ ，沿著與牆面垂直的方向，在同一直線上移動。若收音器測得的拍頻為  $18.0$  拍/s，且聲速為  $340.0 \text{ m/s}$ ，

(a) 試求發音源所發出的聲音頻率 (6 分)

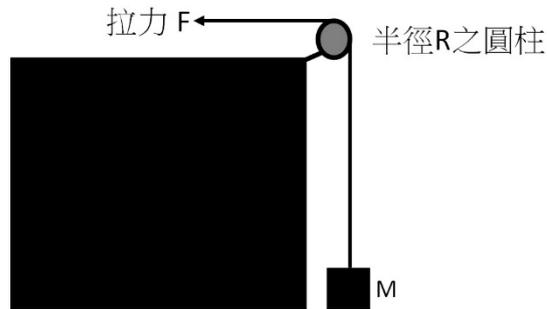
(b) 若收音器開始朝相反方向以  $10.0 \text{ m/s}$  速率移動，試求此狀況下收音器測得的拍頻 (6 分)



# 109 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽

## 第 4 區複賽物理科筆試試題

- 三、小明站在高臺上，嘗試透過固定圓柱 R，施加水平方向拉力 F 以吊起重物 M，若圓柱與拉繩之間的靜摩擦係數為  $\mu$ ，請問小明欲拉起重物 M 的最小施力為何？(12%)



- 四、請回答下列問題：(1) 波長為  $\lambda$  的光子其能量為何？(3%) (2) 狹義相對論中質量為  $m$  的粒子之靜止能量為何？(3%) (3) “黑洞”一詞是由惠勒(J. A. Wheeler)於 1967 年所提出，其原意為“重力完全塌縮的星球”，黑洞的形成範圍於 1916 年就由史瓦茲(K. Schwarzschild)根據廣義相對論求得，稱作史瓦茲半徑，在這個半徑內連光子都無法逃脫。若質量約  $2 \times 10^{30} \text{ kg}$  的太陽塌縮成黑洞，請由牛頓力學觀點估計此黑洞的最大史瓦茲半徑數量級。(萬有引力常數  $G \cong 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$ ) (6%)

- 五、小美設計了一臺儀器去測量大氣地表電場與地空間的傳導電流(earth-air conduction current)，如下圖所示。請回答下列問題：(1) 小美發現當她站在戶外時，頭腳之間的電位差約為 300V，為何小美沒有觸電的感覺？(3%) (2) 為何在一垂直電場強度  $E$  作用下，導體圓盤上的感應電荷量為  $Q = \epsilon_0 A E$ ？(真空介電常數  $\epsilon_0 \cong 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{Nm}^2$ ， $A$  為圓盤面積) (3%) (3) 請問小美如何透過伏特計的讀數估計地表電場？(3%) (4) 如何利用此儀器估計地空傳導電流？(3%)

