

台北市立建國高級中學一百零一學年度
物理科第一次教師甄試試題本 101/6/11(一)

得分：

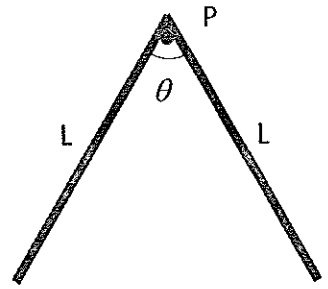
甄試編號：

作答說明：

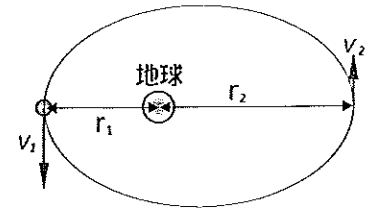
1. 本試卷共 10 大題，滿分 105 分。
2. 請直接於題目下空白處作答，若不敷使用可接續於該題之背面作答，但請標明題號，若仍不敷使用，請向監考人員索取白紙，亦請標明題號，並於交卷時與本題本合釘為一本。
3. 無計算過程不予計分。
4. 可使用工程型計算機。

1. 一均勻細棒彎成對稱的 V 形，各臂長為 L 、質量為 m 且夾角為 θ ，
如右圖所示，P 點懸掛於支架上，求

- (1) 質心距 P 點的距離？(2 分)
- (2) 以 P 點為轉軸的轉動慣量為何？(2 分)
- (3) 做小角度擺動時，其擺動週期為何？(6 分)



2. 若質量 m 的衛星繞質量為 M 的地球運轉的軌道為一橢圓，近地點的距離為 r_1 、遠地點的距離為 r_2 ，則：



(1) 若無窮遠處為位能的零點，請以力學能與角動量的概念推導衛星的總力學能為 = ? (5 分)

(2) 近地點的速率 $v_1 = ?$ (2 分)

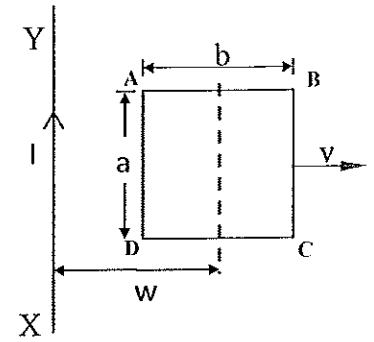
(3) 證明： $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ ，其中 a 為衛星橢圓軌道的半長軸。(3 分)

3. 如右圖，長直導線 \overline{XY} 通以電流 I ，長方形 $ABCD$ 迴路之總電阻 R 、

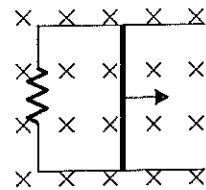
軸心距長直導線為 w ，且 $\overline{AD} \parallel \overline{XY}$ ，求：

(1) 通過長方形迴路的磁通量 $\phi_B = ?$ (5分)

(2) 若此瞬間長方形迴路以速率 v 向右移動，求瞬時感應電動勢大小為何？(5分)



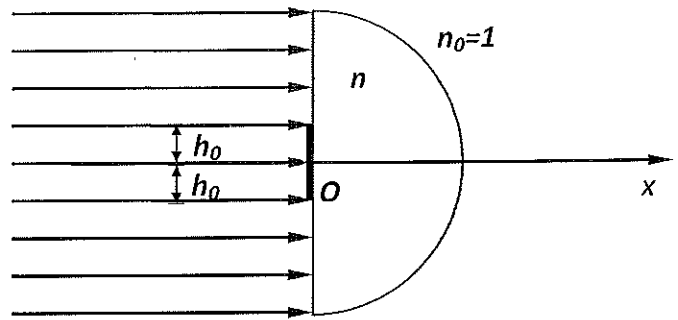
4. (1) 質量為 m 、長為 l 、電阻為 R 的金屬棒在沒有摩擦力且無電阻的軌道上運動，其間有垂直進入紙面量值為 B 的均勻磁場，如圖所示。如果金屬棒的初速度是 v_0 ，求此金屬棒的速度與時間函數。(5 分)



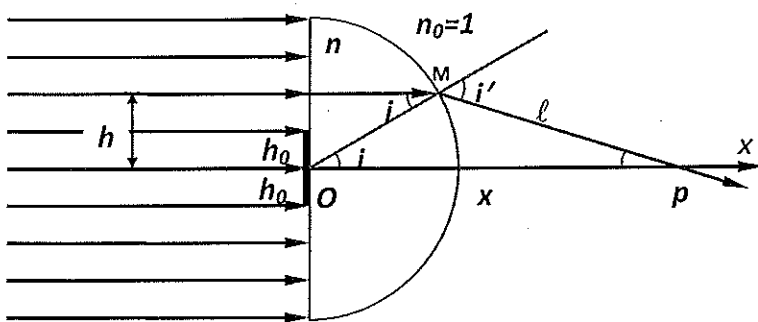
- (2) 一莫耳氣體之凡得瓦方程式 $(P + \frac{V^2}{a})(V - b) = RT$ 。當一莫耳氣體作等溫膨脹從狀態 (T_0, V_0) 至 $(T_0, 2V_0)$ ，求氣體所作的功為？(5 分)

5. 德國 Max Planck 學會以口徑為 3.5m 的天文望遠鏡對獵戶座中位於銀河系中心附近的星體進行觀測發現，距離銀河系中心 r 的星體以 v 的速度圍繞銀河系中心旋轉。請根據他們的觀測的資料在牛頓力學的範圍內推論，如果銀河系中心確實存在有一黑洞，則其最大半徑是多少？(5 分)
- 註：計算中可以採用拉普拉斯經典黑洞模型，在這種模型中，在黑洞表面上的所有物質，即使初速度等於光速 c 也逃脫不了其引力的作用。)

6. 如圖所示，一半徑為 R 、折射率為 n 的玻璃半球置放在空氣中。玻璃球左側表面與圓心距離小於 h_0 所圍成的圓形區域被塗黑。現有一平行光束垂直入射到此平面上，正好覆蓋整個表面。若 Ox 為以球心 O 為原點且與平面垂直的坐標軸，請求出此平行光束經過玻璃球後，其折射之光線與 Ox 軸所產生之交點中：



(1)最近處的座標為何？(5分)

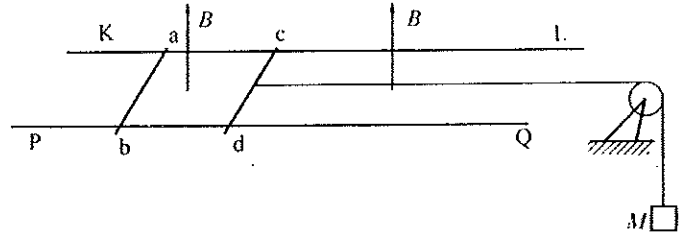


(2)如上圖，在 $\triangle OMP$ 中，請以玻璃球折射率 n 表示出 l 與 x 間的關係為？(5分)

(3)在 $\triangle OMP$ 中， $\cos i = \frac{\sqrt{R^2 - h^2}}{R}$ ，則請以玻璃球半徑 R 與 h 表示出邊長 $x = ?$ (7分)

(ps:只有一個正確的表示方式，請說明如何求得唯一的 x 表示式)(3分)

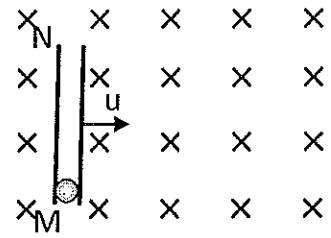
7. 如圖所示，兩條平行的長直金屬導軌 KL、PQ 固定於同一水平面內，它們之間的距離為 l ，電阻可忽略不計；ab 和 cd 兩根金屬細桿的質量皆為 m 、電阻皆為 R ，且與導軌垂直、接觸良好，並可沿導軌無摩擦地



滑動。cd 細桿的中點繫一輕繩，繩的另一端繞過輕的定滑輪懸掛一質量為 M 的物體，滑輪與轉軸之間的摩擦不計，滑輪與 cd 細桿之間的輕繩處於張緊狀態並與導軌平行。導軌和金屬細桿都處強度均勻且大小為 B 的磁場中，磁場方向垂直於導軌所在平面向上。若兩桿及懸物都從靜止開始運動，當 ab 細桿及 cd 細桿的速度大小分別達到 v_1 和 v_2 時，請問：

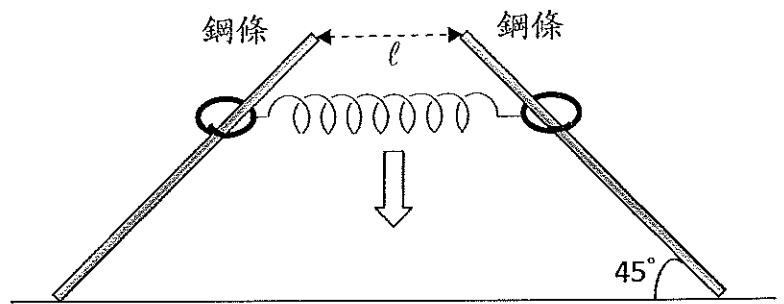
- (1) 此時通過 abcd 回路的電流的大小 (3 分)
- (2) ab 細桿的加速度大小 (3 分)
- (3) cd 細桿的加速度大小 為何? (4 分)

8. 如圖所示，某空間有均勻磁場，磁場強度的方向垂直射入紙面、大小為 B ，一光滑絕緣的空心細管 MN 的長度為 h ，管內 M 端有一質量為 m 、帶正電 q 的小球。開始時小球相對於管為靜止，管帶著小球沿垂直於管長度方向的等速度 u 向右運動，設重力及其他阻力不計：



- (1) 當小球相對於管上升的速度為 v 時，小球上升的加速度有多大？(3分)
- (2) 小球從管的另一端 N 離開管口後，在磁場中作圓周運動的半徑多大？(3分)
- (3) 小球在從管的 M 到 N 端的過程中，管壁對他所作的功為多少？(4分)

9. 考慮如圖所示之兩根固定於桌面的鋼條，與水平的夾角固定為 45° 。在鋼條上同一高度處各套一個質量相同鐵環，鐵環質量為 $\frac{m}{2}$ 。兩鐵環中間繫以一條水平放置的理想彈簧，彈力常數為 k 。兩鋼條頂端處的距離正好是彈簧的自然長度 l 。鐵環由鋼條的頂端處，自靜止狀態放手，使鐵環下落。鐵環



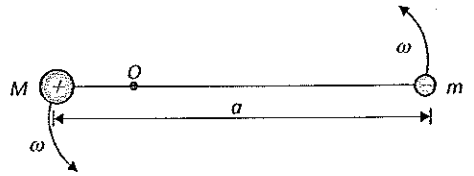
下滑一陣子後，鐵環彈簧組會向上反彈。

(1) 假設鐵環與鋼條間的摩擦可以忽略，反彈處距離頂點高度差為何？(5分)

(2) 假設鐵環與鋼條間的動摩擦係數為 μ_k ，那麼鐵環彈簧組向上反彈處距離頂點的高度差為何？

(5分)

10. 一般所說的氫原子理論中，均假設電子繞一個固定不動的原子核而運動，但按力學定律，應考慮到電子和原子核是繞它們的共同質心 O 以角速度 ω 轉動，設電子和原子核的質量分別為 m 和 M ，試求：(答案均以電子電量 e 、普朗克常數 h 、庫侖常數 k 及 M 、 m 表示)



- (1) 依波爾氫原子模型，系統總角動量應如何表示？(3分)
- (2) 兩者之間的距離 a 為何？(3分)
- (3) 系統的總力學能 E 為何？(4分)