104學年度北二區高級中學物理學科能力競賽複賽理論試題

注意：1. 本試題共五大題( 2頁)，每題12分

 2. 請在答題本指定作答區內依序作答，不必抄題

1. 考慮一不變形的固定圓形軌道，半徑為$ r=1.0 m$，此圓位於鉛直面上。有一彈簧，彈力常數為 $k$，質量可以忽略，彈簧的自然長度為$ l\~1.0 m$。一端固定於軌道上方的最高點，此最高點與圓心的連線為一鉛直線，另一端固定連接於一個質量為$ m=0.5 kg $的鐵環，鐵環套在軌道上，可以沿軌道自由滑動。假設鐵環與軌道間的摩擦可以忽略。為方便討論，將彈簧與通過最高點的鉛直線間的夾角記為$ θ$，如圖1所示。
	1. 從 $θ=60°$ 的位置，將鐵環由靜止狀態放手，鐵環開始下落。在下落的過程中，測量鐵環沿軌道的移動速率，得知在$ θ=53°$ 時此速率洽為最大。以此資訊，計算彈力常數 $k $的數值。 ( 6分)
	2. 鐵環繼續下滑不久，會反彈而開始向上運動，計算在反彈處，$ \cos(θ)$ 等於多少？（若(a)小題未解出，可以將彈力常數以代號$ k $代替，作代數運算） ( 6分)
	$\cos(16°)=0.96$，$\cos(53°)=0.6$。$\cos(2θ)=2cos^{2}θ-1$。



*T*H

*T*L

圖2

圖1

$θ$*+*

1. 今考慮氣體沒有對流時的熱傳導現象，如圖2所示方盒，盒子左右厚度為 ，且左右兩邊分別和溫度為TH 和TL 的熱庫相接觸（TH > TL，且盒子內沒有對流），盒子其它四面皆為絕熱壁。若盒內裝了n莫爾原子量為M的稀薄單原子理想氣體。假設盒子內的氣體原子跟左右兩邊的盒壁碰撞時，馬上具有與TH 或TL相對應的動能（假設氣體常數R）
2. 氣體原子在盒子內左右來回一次平均需要花多少時間？以TH和TL表示。 ( 6分)
3. 均勻材料的熱量傳導的公式定義為：單位時間流過截面的熱量，與溫度差ΔT和距離Δx的比值成正比，比例係數C為導熱係數，可表示為  （負號代表熱量的流向）。則此理想氣體的熱傳導係數Cm為何？ ( 6分)
4. 將一長度為100公分的長玻璃管垂直豎立，管內的水面高度可以任意調整。現將一震動中、頻率為512赫茲的音叉靠近玻璃管口邊，則水面距離玻璃管口幾公分時，會有共鳴現象？ ( 聲速為343 m/s ) ( 12分)

圖3

1. 已知曲率半徑為*R*，折射率為*n*的薄平凸透鏡焦距 $f=\frac{R}{n-1}$。考慮一個曲率半徑為20公分、折射率為1.5的平凸透鏡。
2. 將平凸透鏡，平的那一面鍍上金屬膜，使其變成平面鏡(圖3)。若在透鏡右邊30公分處放一個物體，則經過透鏡的作用後，此物體的像會出現在什麼位置？ ( 5分)

圖4

1. 將平凸透鏡，凸的那一面鍍上金屬膜，使其變成凹面鏡(圖4)。若在透鏡右邊15公分處放一個物體，則經過透鏡的作用後，此物體的像會出現在什麼位置 ? 放大率為何？ ( 7分)
2. 兩顆金屬實心球，球半徑大小分別為a、2a，帶電量分別為Q、3Q，
如圖5所示。利用一條金屬導線，將兩金屬實心球連接，請問：
	1. 連接後，球半徑a的金屬實心球，球圓心處的電位為何？
	(假設無窮遠處的電位為零) ( 4分)
	2. 連接後，球半徑2a的金屬實心球，球表面的電荷密度為何？ ( 4分)
	3. 連接後，哪一金屬球的表面電場較大？ ( 4分)

帶電量：Q

帶電量：3Q

圖5：連接前，兩顆金屬實心球，球半徑和帶電量示意圖