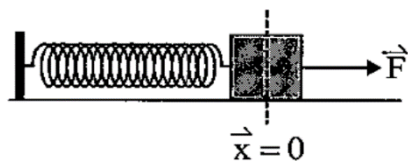


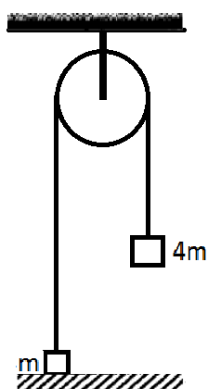
一、填充題：共 20 格，每格 4 分，共 80 分

※直角三角形，三內角為 90° 、 53° 、 37° 所對的邊長比為 5 : 4 : 3

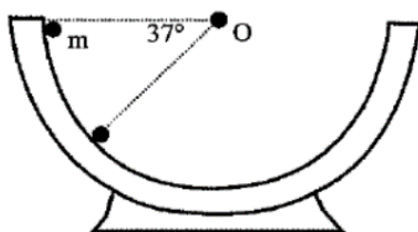
1. 用放大 600 倍的顯微鏡觀察布朗運動，估計放大後的小顆粒(碳)體積為 $0.4 \times 10^{-9} \text{m}^3$ ，碳的密度為 $2.25 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ，碳的原子量為 $1.2 \times 10^{-2} \text{kg/mol}$ ，則該小碳粒含分子數約為_____個。(亞佛加厥常數為 $6.0 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$)
2. 在一力場中，質量為 m 、距離力場中心為 r 的物體，其所受到作用力 F 的大小為 $F = Km(2.72)^{-ar} \cdot r^{-4}$ ，其中 K 和 a 為相關參數，則 K 乘以 a (即 $K \times a$) 的單位為_____。(以 MKS 制表示之)
3. 甲、乙兩個同學在直跑道上進行 4×100 公尺接力，他們在奔跑時有相同的最大速度，乙從靜止開始全力奔跑需跑出 25 公尺才能達到最大速度，這一過程可看作等加速直線運動。現在甲持棒以最大速度向乙奔來，乙在接力區伺機全力奔出。若乙預計要跑 16 公尺立即接棒，則乙應在距離甲多遠時起跑？_____公尺。
4. 如圖，水平光滑面上有一彈簧(力常數 k)，繫著一質量 m 的物體，除彈力外另有一水平外力 $\mathbf{F} = 3k\mathbf{x}$ 向右作用， \mathbf{x} 是物體離開平衡點向右的位移，當物體由平衡點 $\mathbf{x} = 0$ 處從靜止開始向右運動到位移 \mathbf{x} 處，求運動過程中 (1)彈力做功多少____? (注意是正功或負功) (2)物體的末動能多大____?



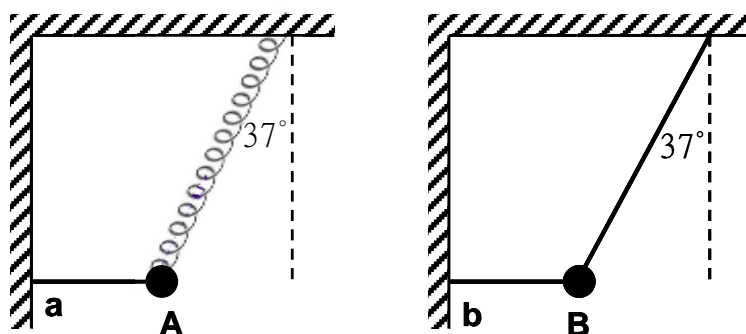
5. 如圖，質量 $4m$ 之物距地面高 h ，由靜止釋放，不計滑輪質量及空氣阻力並假設連結兩物的繩夠長，求物體 m 所能上升的最高點距地面 _____? (重力加速度為 g)



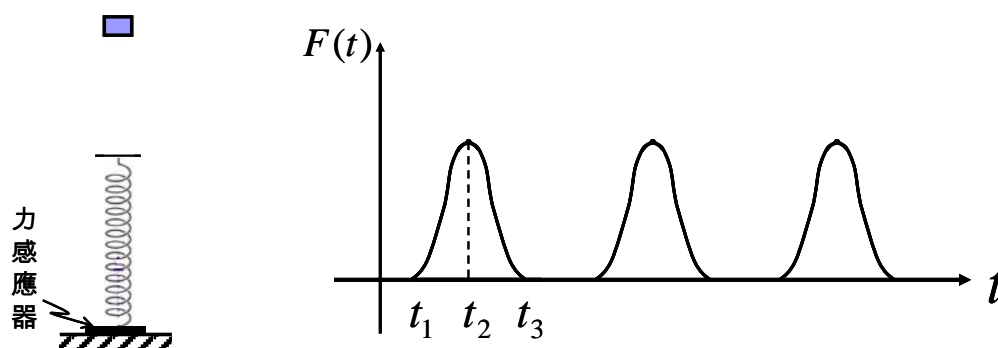
6. 如圖，質量 m 的小鉛球從半圓形碗緣由靜止滑落，假設運動無摩擦且碗固定不動，碗半徑 r ，重力加速度 g ，求鉛球滑落到 37° 的瞬間，碗作用於鉛球的力大小_____?(提示：向心加速度 $a_c = \frac{v^2}{r}$ ， v 為速度大小、 r 為半徑)



7. A、B 兩小球的質量皆為 m ，各以輕彈簧和輕繩繫住如圖，aA 和 bB 細繩呈水平，輕彈簧和另一斜細繩與鉛直方向的夾角為 37° ，現切斷 aA 和 bB 繩，則在剪斷後的瞬間，B 球和 A 球的加速度量值之比值為_____。(提示：彈簧傳遞力量極慢)



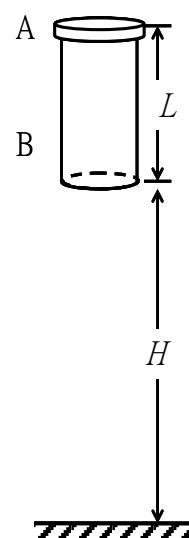
8. 如下左圖所示，質量不計的彈簧垂直固定在水平面上， $t=0$ 時刻，將一金屬小球從彈簧正上方某一高度處由靜止釋放，小球落到彈簧上壓縮彈簧到最低點，然後又被彈起離開彈簧，上升到一定高度後再下落，如此反復。通過安裝在彈簧下端的力感測器，測出這一過程彈力 F 隨時間 t 變化的關係圖，如下右圖所示，則下列敘述哪些為正確的？
- (A) t_1 時刻小球動能最大 (B) t_2 時刻總位能最大
(C) $t_1 \sim t_2$ 加速度大小愈來愈大 (D) $t_2 \sim t_3$ 這段時間內，小球的動能先增加後減少
(E) $t_2 \sim t_3$ 這段時間內，小球增加的動能等於彈簧減少的彈性位能



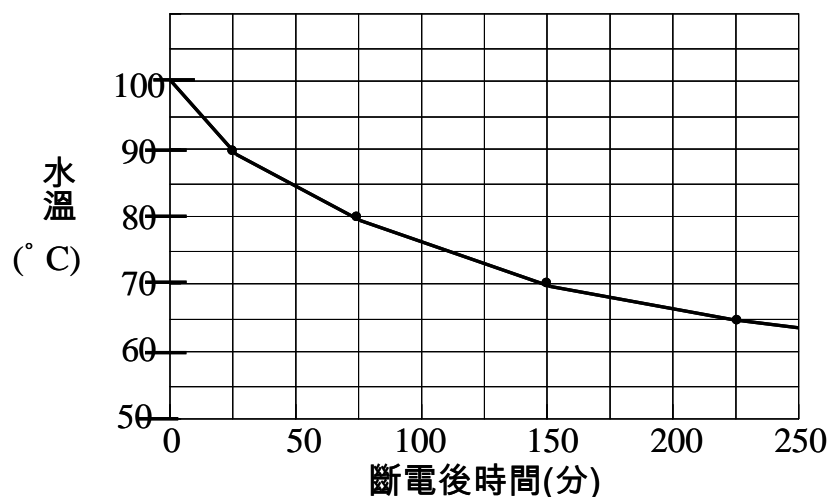
9. 有一個形狀不規則的物體，用彈簧秤測得物體在空氣中的重量為 W_1 ，然後把它全部浸入密度為 d 的液體中，測出物體在液體中的重量為 W_2 ，若將一個與它的體積相同的另一物體用細繩子將它們捆在一起，放在原來的液體中恰好懸浮，則另一物體的密度為_____。

10. 如圖所示，一個厚度不計的圓環 A，緊套在長度為 L 的圓柱體 B 的上端，A、B 兩者的質量均為 m ，A 與 B 之間的最大靜摩擦力與滑動摩擦力相同，其大小為 kmg ($k>1$)， g 為重力加速度。B 在離地 H 高處由靜止開始落下，觸地後能垂直向上彈起，觸地時間極短，且無動能損失，B 與地碰撞若干次後 A 與 B 分離。求：

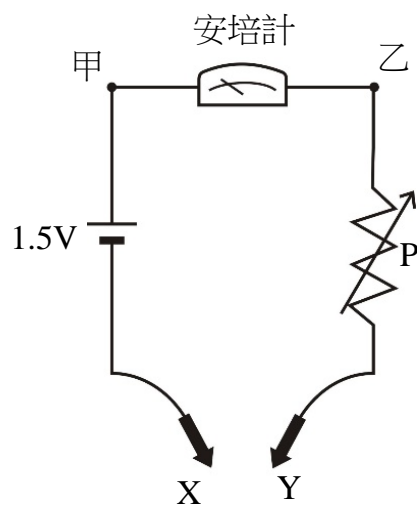
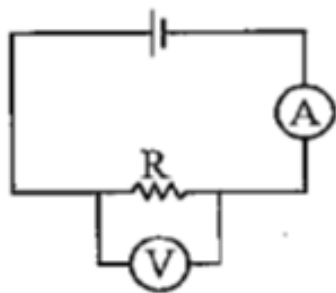
- (1) B 與地第一次碰撞後，經多長時間 A 與 B 達到相同的速度為_____。
(2) 當 A 與 B 第一次達到相同速度時，B 下端離地面的高度為_____。



11. 一個裝有 5 公升水的電熱式保溫熱水瓶，設定定溫為 100°C ，拔掉電源後，瓶內水溫隨時間下降關係圖如下，設 5 個數據點之間圖形為直線且假設室內溫度固定不變。在不同溫度下，水的比熱固定為 $4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，水的比重為 1，熱功當量為 4.2 焦耳/卡。改設定溫為 95°C ，則(1)拔掉電源使之斷電後，最初 150 分鐘，瓶內熱水損失的熱量為_____焦耳？(2) 持續通電使水溫保持為 95°C 時，瓶內熱水每 150 分鐘所吸收的熱量為_____焦耳？

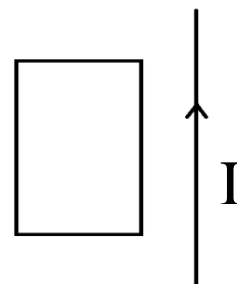


12. 兩相互平行之平面 A、B，相距 100 公分。A 平面上有一雷射光源，B 平面為一平面鏡，今在平面鏡表面放一厚度為 20 公分的平的長玻璃板，雷射光源斜射向玻璃板，入射角為 37° ，光線經平面鏡反射後在 A 平面上的亮點與原光源距 136 公分。若玻璃板厚度減為 10 公分則反射後在 A 平面上的亮點位置將移動_____公分。
13. 一波源產生圓形波的頻率固定，當波源位置不變，量得波長為 1.2 cm；當波源以等速度移動時，在其運動前方量得波長為 0.8 cm，則在其後方量得的波長應為_____cm。
14. 設直角坐標平面的 x 軸上有兩個點電荷，一個位於 $x = 1 \text{ cm}$ 處、帶電量 -4 C ，另一個位於 $x = -1 \text{ cm}$ 處、帶電量 $+4 \text{ C}$ ，求 y 軸上距原點 100 cm 處的電場大小約為_____。(請用科學記號表示，要寫單位)(已知庫倫定律常數 $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$ ，電場為單位正電荷的受力)
15. 以一顆電池、一台安培計和一個可變電阻 P 串聯所組成的簡易電阻測量器，可用來測量電阻，即相當於使用三用電表的歐姆檔位。如圖所示，X、Y 為鱷魚夾，可夾住待測電阻，電池的電動勢為 1.5 V 且其內電阻可忽略；安培計的讀數範圍從 0 至 10 mA，每隔 1 mA 有一個刻度，其內電阻為 20Ω ；可變電阻 P 的範圍為 100Ω 至 1500Ω 。
- (1) 為了配合安培計的最大讀數，此電阻測量器在測量電阻之前必須先調整可變電阻，使儀器歸零。可變電阻需調整為_____ Ω 。
- (2) 承第(1)小題歸零後，將安培計讀數範圍限制在 1 mA 到 10 mA 之間，試求該電阻器可量測的電阻範圍為_____ Ω 。
16. 如圖，已知伏特計電阻 $0.99 \text{ M}\Omega$ ，安培計電阻 1.0Ω ，以此接法量測 $10.0 \text{ k}\Omega$ 的電阻 R，所得的測量值為_____ Ω 。

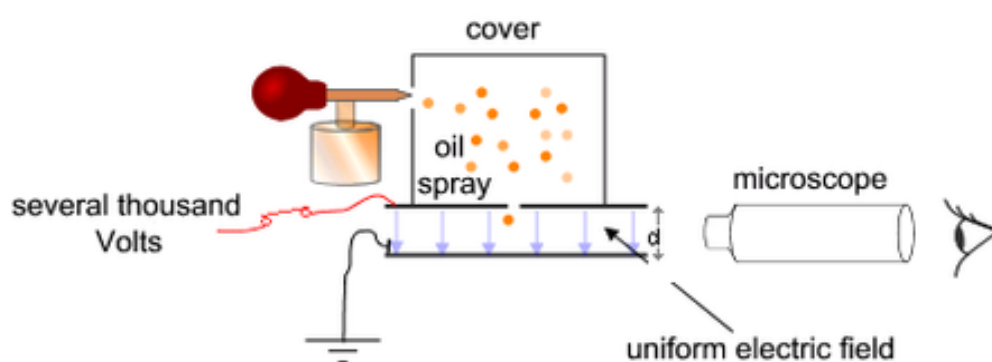


二、簡答、實驗計算題：需寫計算過程才計分，各題分數標示於各題後，4 題共 20 分

1. 如圖，一條長直導線通有電流 I ，一長方形金屬線圈置於一旁，當線圈固定不動而長直導線向右遠離線圈，則線圈會產生感應電流嗎？(1 分) 為什麼？(2 分)



2. 想要壓縮一箱質量固定的氣體，需外力推動活塞對氣體做功，假設過程維持等溫，當氣體體積從 V_1 減小到 V_2 的熱力過程中，請畫圖表達外力所做的功？(2 分) 並說明理由？(3 分)
3. 人造衛星以圓形軌道繞地球運行，大氣的摩擦力會使人造衛星的運行速率增加或減少？(2 分) 何故？(3 分)
4. 密立根(Millikan)油滴實驗：



密立根設置了由兩塊金屬板平行排列作為兩極的均勻電場。金屬板上有小洞，可用來將光線射入裝置中並用顯微鏡用以觀測油滴，此實驗使用蒸氣壓較低的油，其中少數的油滴在噴入平板之前，因為與噴嘴摩擦而獲得電荷，成為實驗觀測對象。噴入平板中的油滴可經由控制電場來改變位置和速度。

在此實驗中，油滴的運動方向共受四個力量影響：

(1)重力： $W = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g$ ， ρ 為油滴密度， g 為重力加速度， r 為油滴半徑。

(2)浮力： $B = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_{air} g$ ， ρ_{air} 為空氣密度。

(3)電場力（向上）： $F_E = qE$ ， q 為油滴所帶的電荷量， E 為電極板之間的電場強度且 $E = \frac{V}{d}$ ， V 為電極板之間的電位差， d 為電極板之間的距離。

(4)空氣阻力： $F_r = 6\pi r \eta v_T$ ， v_T 為油滴的終端速度， η 為空氣的黏滯係數。

當關閉電場而使油滴下降到達終端速度（等速下降）時，可得 $r = ?$ (3 分) (答案請用 ρ 、 ρ_{air} 和 v_T 表示)

將電場開啟且經由調整 V 使油滴固定不動，可算出 $q = ?$ (3 分) (答案請用 ρ 、 ρ_{air} 、 V 和 r 表示)

說明密立根油滴實驗的主要結果 (1 分)