

系所組別： 全校

考試科目： 普通物理

考試日期： 0711，節次： 4

※ 考生請注意：本試題 可 不可 使用計算機

10%(1): 兩人質量分別為 m_1 和 m_2 ，相繼從一飛行中的飛機跳出，兩人間繫有一繩，長度為 L 。在空中飛行一段時間後，兩人間的距離恰為繩子的長度，此時一人施一定力 F 於繩子，經過時間 τ 後，將另一人拉近其身傍，若不考慮空氣阻力，試求此定力 F 的大小。

10%(2): 如圖一所示為一質量為 m 斜角為 θ 的楔形物體沿著一鉛垂的牆壁往下滑動，該楔形的另一端和一質量為 M 的木棍接觸，該木棍水平置於一桌面上。假設所有的接觸面都沒有摩擦力。

(a) 分別畫出作用於兩物體力量的力圖，並利用牛頓定律寫出兩物體的運動方程式。

(b) 若 a_1, a_2 分別表楔形物體和木棍的加速度，試說明 $a_1 = a_2 \cot \theta$

(c) 證明

$$a_1 = \frac{mg}{m + M \tan^2 \theta}, \quad a_2 = \frac{mg \tan \theta}{m + M \tan^2 \theta}$$

10%(3): 有一密度均勻的實心圓柱置於一水平的地毯上，現假設地毯以一加速度 a_0 沿水平方向運動，且該圓柱在地毯上的運動為滾動而無滑動 (rolls without slipping) (如圖二所示)，請證明

(a) 該圓柱質心的加速度為 $\frac{1}{3}a_0$

(b) 圓柱和地毯的最小靜摩擦係數為 $\frac{a_0}{3g}$

10%(4): 如圖三所示，有一面積為 A_1 開口在大氣的長方形水槽，此水槽裝有高度 H 的水，現在其底部挖一小洞，洞口的面積為 A_2 ，($A_1 \gg A_2$)，則由於漏水，水槽的水位會越來越低。

(a) 當水位高度為 x 時，證明從洞口流出水的速度為 $\sqrt{2gx}$

(b) 水槽內水位降低到 $\frac{H}{2}$ 時，所需的時間為

$$T = \frac{A_1}{A_2} \left(\sqrt{\frac{2H}{g}} - \sqrt{\frac{H}{g}} \right)$$

10%(5): (a) 請以熱機 (Heat engine) 的說法敘述熱力學第二定律。

(b) 利用 (a) 部份證明在 $P - V$ 圖中，沒有兩條絕熱 (adiabatic) 線相交。

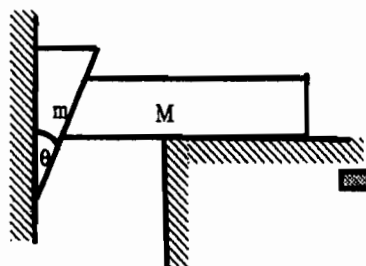


Fig-1

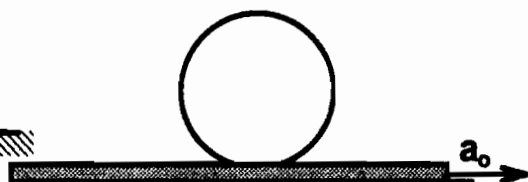


Fig-2

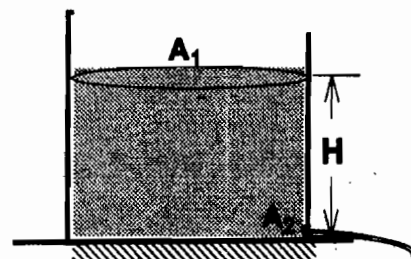


Fig-3

(背面仍有題目，請繼續作答)

系所組別： 全校

考試科目： 普通物理

考試日期： 0711 · 節次： 4

※ 考生請注意：本試題 可 不可 使用計算機

10%(6): (a) 敘述電場的高斯定律 (Gauss's law)。

(b) 假設電場以直角座標可表為 $\vec{E} = \hat{j}(3y^2 - 5) \text{ N/C}$ ，其中 \hat{j} 表沿 y 軸的單位向量，試求包含在圖四所示的六面體內的淨電荷。(該六面體的三邊長分別為 a, b, c ，且分別平行於 x 軸, y 軸, z 軸，並有一頂點距原點 L)

10%(7): 如圖五所示的電路是由電阻 R_1, R_2, R_3 ，電感 L ，一電動勢為 ϵ 的電池和一電鍵 S 所組成。現在 $t = 0$ 時將電鍵 S 關閉。試求

(a) 在電鍵關閉的那一剎那 ($t = 0$)，流經電感的電流隨時間的變化率。

(b) 電鍵關閉一段很長的時間後，通過電池的電流。

10%(8): 假設一電磁波的電向量可表為 $\vec{E} = \vec{E}_0 \sin(\omega t + kx)$ ，其中 $\vec{E}_0 = (\hat{j}3 \times 10^5 + \hat{k}4 \times 10^5) \text{ V/m}$ (\hat{j}, \hat{k} 分別表沿 y 和 z 軸的單位向量)，且 $\omega = 3 \times 10^8 \text{ rad/s}$ ， $k = 2 \text{ m}^{-1}$

(a) 試求該電磁波前進的方向、波長、頻率和波傳遞的速度。

(b) 試求該電磁波的磁向量 \vec{B}

10%(9): 如圖六所示，有一大的電板由某光電材料所做成，此材料的工作函數 (Work function) 為 Φ ，面積為 A 。現以一頻率為 ν 的單色光照射之，使該材料產生光電子，假設所產生的光電子最遠可運動至距電板 H 處，證明該電板所產生的總電荷為

$$Q = \frac{2\epsilon_0 A (h\nu - \Phi)}{eH}$$

其中 ϵ_0 為真空的電容率 (permittivity of free sapce), e 為基本電荷, h 為卜朗克常數 (Planck's constant)

10%(10): 將氫原子置於一均勻磁場 B 中，考慮主量子數 (Principal quantum number) $n = 2$ 的電子。

(a) 試求電子角動量的大小。

(b) 試求電子的角動量和磁場的夾角。

(c) 試求電子和磁場交互作用的能量。並以此解釋齊曼效應 (Zeeman effect)。

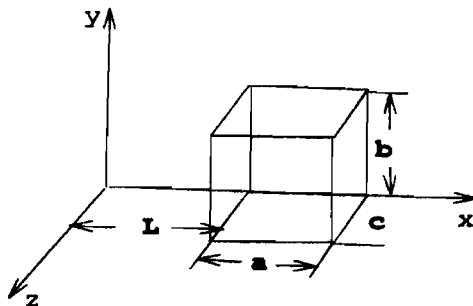


Fig-4

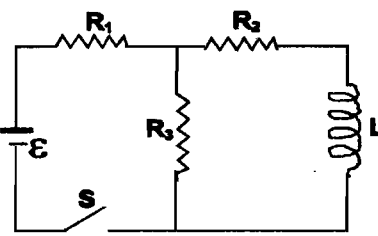


Fig-5

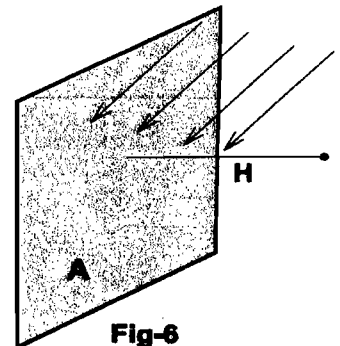


Fig-6