

國立臺灣大學物理學系 90 學年度大學申請入學 物理科試題

1. 在二維電子系統中的量子霍爾效應 (Quantum Hall effect in a two-dimensional electron system) 首先我們考慮在二維電子系統中的霍爾效應。在此二維系統中，電子只在 x 及 y 方向運動。試證明 $R_H = \frac{V_H}{I} = \frac{B}{ne}$ (15%) 其中 e 是電子之電荷(charge)， R_H 是霍爾電阻(Hall resistance)， V_H 是霍爾電壓 (Hall voltage) (在 y 方向)， I 是通過二維電子系統的電流(在 x 方向)， B 是垂直於二維電子系統平面的磁場(在 z 方向)， n 是電子濃度 (單位: $\frac{1}{m^2}$)。在極低溫及極高垂直磁場下，實驗上我們知道 R_H 呈現量化值(quantized values)。由定義 $\frac{v_e B}{h} = n$ 其中 v 是藍道能階填充系數 (Landau level filling factor)， h 是浦朗克常數(Planck constant)。試證明 $R_H = \frac{h}{ve^2}$ 。(10%)
2. 在兩質點 A 以及 B 之間的萬有引力為 $\frac{GMm}{r^2}$ 。其中 M 為質點 A 之質量、 m 為質點 B 之質量、 r 為兩質點 A 以及 B 之間的距離、 G 為萬有引力常數。一繞地球運行之人造衛星作等速率圓周運動(其運轉半徑距地球質心為 r)。試求人造衛星-地球系統之總機械能(動能 + 位能) (20%)
3. 試敘述並證明都卜勒效應(Doppler Effect) (20%)
4. 0°C 之冰塊落入 0°C 之水中後，重力位能完全轉化為熱能(heat)，且恰可熔化冰塊質量的 $\frac{1}{10}$ ，求落下之高度為何? (15%)
5. 試設計一實驗來量測電子之荷質比 $\frac{e}{m}$ (10%)
6. 試設計一實驗來量測一表面之最大靜摩擦系數(10%)