

這些是可能用到的常數：

$$G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ nt}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2} \quad k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ joule}\cdot\text{K}^{-1} \quad h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ joule}\cdot\text{s}$$

$$1/4\pi\epsilon_0 = 9 \times 10^9 \text{ nt}\cdot\text{m}^2\cdot\text{coul}^{-2} \quad m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \quad \text{eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ joule}$$

- (10%) 一個半徑為 $1\mu\text{m}$ 密度為 10 g/cm^3 的灰塵以每秒 1 公分的速率運動，計算此塵埃的 de Broglie 波長。
- (10%) 一個光子逃脫強大的重力場時會失去能量而有波長增長的現象，稱為 gravitational redshift。試計算在一個質量為 M 半徑為 R 的星球表面此效應的大小，亦即頻率為 ν 的光子一旦脫離星球後頻率有多大的改變 $(\Delta\nu/\nu)$ 。
(5%) 依此應用在太陽 ($M = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$; $R = 7 \times 10^8 \text{ m}$)，算出其對一個 5000\AA 的光子的影響。
- (20%) 簡單地解釋下列名詞：bosons, Balmer series, emission line spectrum, law of equipartition of energy, the Q value of a nuclear reaction
- (5%) 寫出在 non-relativistic 情形下的 Schrödinger equation，並清楚地說明每一個符號或每一項的意義。
(15%) 試計算無限高的方形位井 (infinite square well potential) 中，亦即在位能

$$V(x) = \begin{cases} 0, & -a/2 \leq x \leq a/2 \\ \infty, & x < -a/2, x > a/2 \end{cases}$$

中的 eigenfunctions 以及 eigenvalues。依此寫出最低的能量值，並說明其意義。

- (10%) 利用 Bohr's model 推導出氫原子的游離能為 13.6 eV 。
- (10%) Compton effect 乃是電磁波經過與帶電粒子散射後波長會變長，驗證了電磁輻射的量子特性。試計算一個 400 KeV 的 X-ray 光子「正向」地與一個靜止的電子散射後電子的速率。
- (15%) 試算溫度為 2000 K 的黑體在波長為 5000\AA 及 $50,000\text{\AA}$ 處輻射能量的比值。設頻寬皆為 100\AA ，且在此狹窄的頻寬中輻射強度可視為定值。 5000\AA 屬於可見光的範圍而 $50,000\text{\AA}$ 則在紅外波段，說明如何利用 Wien's displacement law 判斷 2000 K 的黑體輻射大半落在可見光或紅外光的波段。