

類 科：核子工程
科 目：原子物理
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

一、(一)計算一具有磁矩為 μ 的原子，在外加磁場為 B 時的磁能 E_M (magnetic energy)。(4 分)

(二)若氫原子中的電子軌道角動量 (orbital angular momentum) 為 L ，旋為 S 。假設忽略來自原子核的效應，計算氫原子的磁矩 μ 。(8 分)

(三)解釋產生正常賽曼效應 (normal Zeeman effect) 與反常賽曼效應 (anomalous Zeeman effect) 之物理成因的主要差異。(8 分)

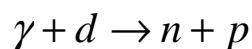
二、鈾的各同位素不穩定，且依照量子力學的規則衰變。 ^{238}U 的生命期是 6.0×10^9 年，而 ^{235}U 的生命期是 1.0×10^9 年。假設鈾的這兩種同位素 ^{235}U 與 ^{238}U 在地球形成時具有相同的豐度 (abundance)。然而，現今的觀測卻發現 ^{238}U 的豐度是 ^{235}U 的 140 倍。據此，估計地球現在的年齡。(20 分)

三、(一)以測不準原理估計一簡諧振子之基態能量。假設該振子之震盪角頻率 (oscillation angular frequency) 為 ω 。(10 分)

(二)一原子由 4.7 eV 之激發態放出一光子後，回到能量為 0 eV 之基態。若該激發態之生命期為 1.0×10^{-13} 秒。估計該光子的能量不準度 ΔE ，以及光譜線的寬度 $\Delta\lambda$ 。能量以 eV 為單位，線寬以波長為單位。(10 分)

四、一單一能量的電子束沿著+x 方向行進，其中每個電子的總能量為 E 。假設 $x < 0$ 區域的位能 $V = 0$ 。然而，在 $x = 0$ 的位置出現一位障 (potential barrier)，使得在 $x > 0$ 的區域，其位能增至 V_0 ，且 $V_0 > 0$ 。假設 $E > V_0$ ，在不考慮相對論效應下，計算電子分別在 $x < 0$ 與 $x > 0$ 兩區域的速度、穿透與反射係數 (transmission and reflection coefficients) ? (20 分)

五、以加馬射線 γ (gamma ray) 撞擊氘原子核 d (deuteron) 產生一個質子 p 與一個中子 n 。該反應可表示如下：



計算激發該光核反應 (photonuclear reaction) 所需之加馬射線的最低頻率 f_{\min} 。(20 分)