



**Κανονική εξέταση στη Ατομική-Μοριακή Φυσική  
ΣΕΜΦΕ**

Αθήνα 11 Ιουλίου 2012

Διδάσκων : Ε. Λιαροκάπης

**Διάρκεια : 2½ ώρες**  
**Δεν επιτρέπονται σημειώσεις, βιβλία, κινητά τηλέφωνα**  
**Τα θέματα θεωρούνται βαθμολογικά ισοδύναμα**

**Θέμα 1º:** Ελεύθερο ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο  $B$ , παράλληλο στον άξονα  $z$ . (α) Βρείτε τις ιδιοσυναρτήσεις των τελεστών του σπιν  $\vec{s} = \frac{\vec{\sigma}}{2}\hbar$ , όπου  $\vec{\sigma}$  είναι οι πίνακες του Pauli. (β) Γράψτε την εξίσωση του Schrödinger για την χρονική εξάρτηση της κυματοσυνάρτησης. (γ) Αν την χρονική στιγμή  $t = 0$  το ηλεκτρόνιο βρίσκεται με τιμή σπιν  $+1/2$  κατά τον άξονα  $y$ , βρείτε την πιθανότητα κάποιον μετέπειτα χρόνο  $t$  το ηλεκτρόνιο να ανιχνευθεί με σπιν  $+1/2$  κατά τον άξονα  $x$ .

**Θέμα 2º:** Το σπιν του πυρήνα του υδρογόνου είναι  $1/2$  ενώ εκείνο του δευτερίου  $1$ . (α) Απαριθμείστε τις πιθανές καταστάσεις σπιν των μορίων υδρογόνου ( $H_2$ ), δευτερίου ( $D_2$ ) και  $HD$ . (β) Για κάθε μία από αυτές τις περιπτώσεις εξηγήστε τις περιστροφικές καταστάσεις του μορίου, που επιτρέπονται σε κάθε κατάσταση σπιν του πυρήνα. (γ) Υπολογίστε την ενεργειακή διαφορά των δύο πρώτων ενεργειακών καταστάσεων περιστροφής του μορίου του υδρογόνου, αν η απόσταση των πυρήνων είναι ίση προς  $2a_o$ , όπου  $a_o$  είναι η ακτίνα του Bohr.

**Θέμα 3º:** Βρείτε όλες τις δυνατές καταστάσεις για κάθε μία από τις παρακάτω ηλεκτρονικές διατάξεις: (α)  $nsn'd$ , (β)  $nd^2$ , (γ)  $np^3$  στην σύζευξη  $LS$ , και (δ)  $nprnd$  στην σύζευξη  $jj$ .

**Θέμα 4º:** (α) Προσδιορίστε τον διαχωρισμό των ατομικών στιβάδων  ${}^3F$  και  ${}^3D$  εξ αιτίας της αλληλεπίδρασης σπιν-τροχιακού. Σχεδιάστε τις ενεργειακές στιβάδες και υποδείξτε τις επιτρεπτές μεταπτώσεις  ${}^3F \rightarrow {}^3D$ . (β) Εξετάστε τον διαχωρισμό των μεταπτώσεων  $3p \rightarrow 2s$  με την παρουσία ασθενούς μαγνητικού πεδίου (ανώμαλο φαινόμενο Zeeman).

$$\text{Δίνεται ότι : } \int x^n e^{ax} dx = \frac{e^{ax}}{a} \left[ x^n - \frac{nx^{n-1}}{a} + \frac{n(n-1)x^{n-2}}{a^2} - \dots - \frac{(-1)^n n!}{a^n} \right]$$