

**ΕΞΕΤΑΣΗ ΕΠΑΝΑΛ. ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΑΤΟΜ.-ΜΟΡΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ 2008-2009
ΔΙΑΡΚΕΙΑ 2.5 ΩΡΕΣ , Ε.ΦΩΚΙΤΗΣ 2 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2009**

ΓΡΑΦΕΤΕ ΩΣ 4 ΑΠΟ ΤΑ ΠΕΝΤΕ ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ 1. (25 μον.) **γ(α)** Εξηγείστε αναλυτικά πως με τη μέθοδο των μεταβολών μπορούμε να προσδιορίσουμε προσεγγιστικά την ενέργειακή στάθμη χαμηλότερης ενέργειας σε ένα ατομικό σύστημα .

(β) Κατά πόσο παράγοντα θα αλλάξει η διεύρυνση Doppler μάς φασματικής γραμμής κατά τη μεταβολή θερμοκρασίας από -130°C σε $+130^{\circ}\text{C}$, σε ένα άτομο υδραργύρου (ισότοπο 198). Η γραμμή αντιστοιχεί σε μηκός κύματος $\lambda=253.7\text{ nm}$. Επίσης, ποια πρέπει να είναι η χαμηλή θερμοκρασία ώστε $\Delta\omega_{1,D}/\Delta\omega_{2,D}$ να ισούται περίπου με $1/100$; (Δ σημαίνει Doppler). Τα αποτελέσματα θα άλλαζαν αν είχαμε φυσικό υδράργυρο; (Εξηγείστε)

ΘΕΜΑ 2. (25 μον.)

✓ (α) Δώστε την έννοια του *Μοριακού Τροχιακού* και των *Γραμμικών Συνδυασμών Ατομικών Τροχιακών*.

✓ (β) Εφαρμόστε τα ανωτέρω σε ένα συμμετρικό διπλό πηγάδι δυναμικού ώστε να

✓ : (β1) Δώσετε τις εκφράσεις για τη θεμελιώδη και πρώτη διεγερμένη κατάσταση στο συμμετρικό αυτό δυναμικό. (β2) Παριστησετε , σε κάθε μια από αυτές τις δύο καταστάσεις, γραφικά το πλάτος της κυματοσυνάρτησης συναρτήσει των ιδιοσυναρτήσεων $\psi_1(x)$ και $\psi_2(x)$ ενός εκάστου των δύο πηγαδιών (προφανώς θεωρείστε το πρόβλημα μονοδιάστατο και δικαιολογήστε γιατί το πλάτος είναι πραγματική ποσότητα).

ΘΕΜΑ 3. (25 μον.) Στο άτομο του υδραργύρου, απομονώνουμε με κατάλληλο οπτικό φίλτρο τη γραμμή 546 nm , και με συμβολόμετρο Fabry-Perot του οποίου το ένα κάτοπτρο μετακινείται, ώστε να μεταβάλλεται η απόσταση d , καταγράφουμε την ένταση που διαδίδεται στο σημείο Σ , συναρτήσει της φάσης δ . Βρείτε (α) πόση είναι η ελεύθερη φασματική περιοχή του συμβολομέτρου αν η αρχική τους απόσταση των 2 κατόπτρων είναι 0.5 cm . Εξηγείστε το νόημα των παραμέτρων που χρησιμοποιείτε εδώ . (β) Αν η ανακλαστικότητα των κατόπτρων είναι $R=0.95$, να βρείτε τη διακριτική ικανότητα του για τη γραμμή $\lambda_0=546\text{ nm}$. (γ) Δώστε μία ερμηνεία της λεπτότητας (Finesse) του συμβολομέτρου Fabry-Perot , επισημαίνοντας σχετικά μεγέθη σε διαγραμμα της συναρτήσης Airy.

ΘΕΜΑ 4(25 μον.). Υπολογείστε τη μαγνητική ενέργεια και τη συχνότητα Larmor για ένα ήλεκτρονιο $n=4$, $l=3$, στο άτομο του υδρογόνου δεχόμενο ότι το άτομο βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο εντασεως 1 Τεσλα . Εξηγείστε ότι $U=\hbar\omega_L m_L$. Τέλος βρείτε την προκύπτουσα μεταβολή μήκους κύματος . Δλ σε σχεση με εκείνο που θα προεκυπτε χωρις το πεδίο (αν λ_0 , για $B=0$, είναι 620 nm). (υπόδειξη: Μπορείτε να διαφορίσετε τη σχεση $E=\hbar v=hc/\lambda$, ώστε να βρείτε το $\Delta\lambda$, καθώς και τους γνωστούς στην περίπτωση αυτή κανόνες επιλογής).

ΘΕΜΑ 5. (25 μον). Εξηγείστε την προσέγγιση των Born-Oppenheimer (BO) στα μόρια. Θεωρείστε μόριο και σχεδιάστε τις διεγερμένες καταστάσεις του. Εξηγείστε την αρχή των Franck-Condon. Πώς ποσοτικοποιείται για να δώσει τις πιθανότητες μετάβασης σε ταλαντωτικές μεταβάσεις; Κάνετε αντίστοιχο διάγραμμα. Ισχύει η προσέγγιση BO και η αρχή των Franck-Condon και σε ιονισμένα μόρια; (Δικαιολογήστε την απάντηση σας).

1tesla=10⁴gauss

$$e=1.6 \times 10^{-19} C, m_e=9.1 \times 10^{-28} g, \alpha = \frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137,036}$$

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\vec{r}) \right) \psi(\vec{r}) = E \psi(\vec{r})$$

$$d(\sin \theta_{\text{np}} + \sin \theta_{\text{nep}}) = m\lambda, (\Delta\omega/\omega)_D = (0.52 \times 10^{-5}) \sqrt{\frac{1}{A} \left(\frac{T}{293^{\circ}K} \right)}$$

$$\hbar\omega_L = \frac{e\hbar}{2m} B = \mu_B B$$

$$\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix} \quad S \bullet I = \frac{1}{2}(F^2 - S^2 - I^2)$$

$$\sigma_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$I_T = \frac{\left(\frac{1-A}{1-R}\right)^2}{1+F \sin^2\left(\frac{\psi}{2}\right)}, \quad \psi = \varphi + \varepsilon \kappa \alpha \iota, \quad \varphi = \frac{2\pi(2nd \cos \theta)}{\lambda_0}, \quad f = \frac{\pi \sqrt{R}}{1-R}$$

$$\frac{\lambda}{\Delta\lambda_{\text{res}}} = f N, \quad \Delta\lambda_{\text{FSR}} = \frac{\lambda^2}{2dn}$$