

Εξετάσεις Κβαντική Φυσική 2, Σεπτέμβριος 2025

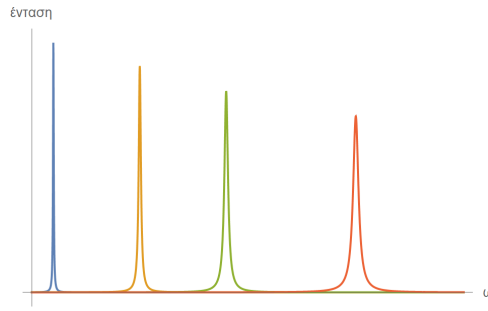
Ονοματεπώνυμο:

Εξάμηνο:

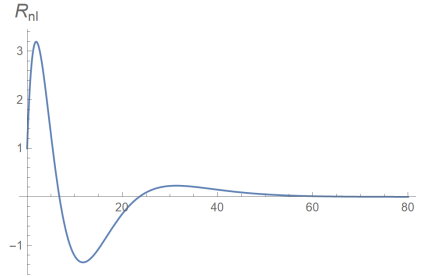
ΑΜ:

Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα πολλαπλής επιλογής. Κάθε ορθή απάντηση είναι +0,6 μονάδες, για κάθε λανθασμένη αφαιρούνται 0,15 μονάδες. Δεν προσθαφαιρείται βαθμός για μη απάντηση.

- Κιούμπιτ προετοιμάζεται σε κατάσταση $|\psi_0\rangle = \frac{1}{5}(3|0\rangle + 4|1\rangle)$. Αρχικά του γίνεται μέτρηση του τελεστή $\hat{\sigma}_3$ και μετά του $\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{\sigma}_1 - \hat{\sigma}_3)$. Ποια είναι η δεσμευμένη πιθανότητα να δώσει στην δεύτερη 1, αν στην πρώτη έδωσε -1;
(α) 0 (β) $\frac{\sqrt{2}+1}{2}$ (γ) $\frac{1}{2+\sqrt{2}}$ (δ) $\frac{\sqrt{2}-1}{4}$ (ε) $\frac{\sqrt{2}+1}{4}$
- Σωματίο κινείται στην ημιευθεία κάτω από δυναμικό $V(x) = -x$. Το φάσμα του είναι
(α) μόνο διακριτό με εκφυλισμό 1
(β) διακριτό με εκφυλισμό 1, συνεχές με εκφυλισμό 1
(γ) διακριτό με εκφυλισμό 1, συνεχές με εκφυλισμό 2
(δ) μόνο συνεχές με εκφυλισμό 1
(ε) μόνο συνεχές με εκφυλισμό 2
- Οι ιδιοτιμές της ενέργειας για σωματίο σε κεντρικό δυναμικό είναι της μορφής $E_{n,\ell} = (n-1)(2n-\ell)$. Έστω ότι στο δυναμικό βρίσκονται 31 πρωτόνια. Πόση είναι η ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης αν αγνοήσουμε την αλληλεπίδραση τους;
(α) 196 (β) 232 (γ) 260 (δ) 306 (ε) 318
- Πόση είναι η ενέργεια Φέρμι για τα 31 πρωτόνια στο δυναμικό του παραπάνω προβλήματος;
(α) 8 (β) 10 (γ) 12 (δ) 15 (ε) 31
- Ποιος είναι ο εκφυλισμός της θεμελιώδους για τα 31 πρωτόνια;
(α) 1 (β) 364 (γ) 886 (δ) 2002 (ε) 3003
- Ποιος είναι ο εκφυλισμός της πρώτης διεγερμένης για 31 πυρήνες ηλίου ($s = 0$) στο παραπάνω δυναμικό;
(α) 1 (β) 3 (γ) 6 (δ) 12 (ε) 31
- Ποιος είναι ο εκφυλισμός της θεμελιώδους για 31 πυρήνες δευτερίου ($s = 1$) στο παραπάνω δυναμικό;
(α) 528 (β) 595 (γ) 703 (δ) 741 (ε) άλλο
- Σωματίο περιγράφεται από Χαμιλτονιανή της μορφής $\hat{H} = \hat{H}_0 + \hat{V}$, όπου η $\hat{H}_0$ αντιστοιχεί σε σωματίο που κινείται σε δακτύλιο με ιδιοτιμές $E_n^{(0)} = n^2$ και ιδιοδιανύσματα $|n\rangle$, όπου $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$. Η διαταραχή $\hat{V}$ ορίζεται ως $V|n\rangle = \lambda|n| - n\rangle$. Ο εκφυλισμός των ενεργειακών επιπέδων με $n \neq 0$ σπάει και η αντίστοιχη συχνότητα μετάβασης είναι
(α) $\lambda|n|$ (β) $2\lambda|n|$ (γ) $\lambda^2|n|$ (δ) $\lambda^2 n^2$ (ε) $2\lambda^2 n^2$
- Κβαντικός στροφέας προετοιμάζεται σε μία κατάσταση $\frac{1}{\sqrt{5}}(2|2,0\rangle + |\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\rangle)$, όπου $|j,m\rangle$ τα συνήθη ιδιοδιανύσματα της στροφορμής. Αν μετρήσουμε την τρίτη συνιστώσα της στροφορμής θα πάρουμε
(α) τιμή 0, 1 (β) τιμή 0, 5 (γ) τιμή 0 με πιθανότητα $\frac{4}{5}$ ή τιμή 0, 5 με πιθανότητα $\frac{1}{5}$
(δ) τιμή 2 με πιθανότητα $\frac{4}{5}$ ή τιμή 0, 5 με πιθανότητα $\frac{1}{5}$ (ε) δεν υπάρχουν τέτοιες καταστάσεις επαλληλίας
- Σωματίο εντός δισδιάστατου δυναμικού έχει ιδιοτιμές της ενέργειας $E_{n_1,n_2} = n_1^{1/3} + n_2$, για $n_1, n_2 = 0, 1, 2, \dots$. Στο όριο του συνεχούς, η συνάρτηση πυκνότητας καταστάσεων $g(\epsilon)$ είναι ανάλογη του
(α) $\epsilon^{1/3}$ (β) $\epsilon^{1/2}$ (γ) ϵ^2 (δ) ϵ^3 (ε) άλλο



Σχήμα 1:



Σχήμα 2:

11. Έστω ότι έχουμε $N \gg 1$ σωματίδια με σπιν $s = 1/2$ εντός του παραπάνω δυναμικού. Η ενέργεια της θεμελιώδους είναι ανάλογη του
 (α) $N^{5/4}$ (β) $N^{4/3}$ (γ) $N^{5/3}$ (δ) $N^{7/4}$ (ε) άλλο
12. Έστω $\hat{U}(\theta) = e^{-i\theta\hat{J}_3}$ ο τελεστής περιστροφής γύρω από τον άξονα 3 και $\hat{\mathbb{T}}$ ο τελεστής αντιστροφής του χρόνου. Αν $|j, m\rangle$ η συνήθης βάση της στροφορμής ισχύει ότι $\hat{U}(\pi - \theta)\hat{\mathbb{T}}\hat{U}(\theta)|j, m\rangle =$
 (α) $e^{im\pi}|j, m\rangle$ (β) $e^{ij\pi}|j, m\rangle$ (γ) $e^{im\pi+2i\theta}|j, -m\rangle$ (δ) $e^{ij\pi}|j, -m\rangle$ (ε) $e^{ij\pi+2i\theta}|j, -m\rangle$
13. Η ένταση της ακτινοβολίας από διαφορετικές διεγερμένες καταστάσεις ενός ατόμου δίνεται στο Σχήμα 1. Μετρώντας από αριστερά προς τα δεξιά, ποια κατάσταση έχει μεγαλύτερο χρόνο ημιζωής;
 (α) 1η (β) 2η (γ) 3η (δ) 4η (ε) δεν μπορούμε να πούμε
14. Στο σχήμα 2 δίνεται η ακτινική συνιστώσα $R_{n,\ell}(r)$ μιας ιδιοκατάστασης της Χαμιλτονίας για κεντρικό δυναμικό. Οι κβαντικοί αριθμοί n, ℓ είναι
 (α) 2, 0 (β) 2, 1 (γ) 3, 0 (δ) 3, 1 (ε) 4, 2
15. Σύστημα δύο κιούμπιτ προετοιμάζεται στην κατάσταση $\cos \frac{\theta}{2}|0, 1\rangle + \sin \frac{\theta}{2}|1, 0\rangle$, όπου $\theta \in [0, \pi)$. Μετράμε το $\hat{\sigma}_1$ στο πρώτο κιούμπιτ και το $\hat{\sigma}_2$ στο δεύτερο. Η πιθανότητα να δώσουν και οι δύο μετρήσεις τιμή +1 είναι:
 (α) 0 (β) $\frac{1}{2}$ (γ) $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \sin \theta$ (δ) $\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \sin \theta$ (ε) $\frac{1}{2} \cos^2 \theta$
16. Σύστημα δύο κιούμπιτ προετοιμάζεται στην κατάσταση $|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{7}}(\sqrt{2}|0, 1\rangle + \sqrt{2}|1, 0\rangle + \sqrt{3}|0, 0\rangle)$. Το διάνυμα Μπλοχ της ανηγμένης μήτρας πυκνότητας $\hat{\rho}_1$ είναι
 (α) $(0, 0, -\frac{3}{7})$ (β) $(\frac{2\sqrt{6}}{7}, 0, -\frac{3}{7})$ (γ) $(-\frac{2\sqrt{6}}{7}, 0, -\frac{3}{7})$ (δ) $(0, \frac{2\sqrt{6}}{7}, -\frac{3}{7})$ (ε) $(0, -\frac{2\sqrt{6}}{7}, -\frac{3}{7})$
17. Έστω $\hat{A} = \sum_{n=1}^{10} \frac{1}{n}|n\rangle\langle n|$ και $\hat{B} = \sum_{n=11}^{20} n|n\rangle\langle n|$, όπου $|n\rangle$ ορθοκανονική βάση, $n = 1, 2, \dots$. Ποια από τις παρακάτω σχέσεις είναι σωστή;
 (α) $\hat{A} \leq \hat{B}$ (β) $\hat{B} \leq \hat{A}$ (γ) $\hat{A}\hat{B} = \hat{I}$ (δ) $\hat{A}\hat{B} = 0$ (ε) $[\hat{A}, \hat{B}] \neq 0$.