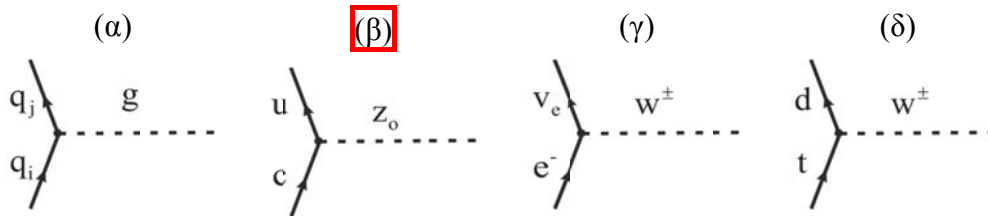


1. Η δομή του π^0 είναι η εξής:

(α) $u\bar{d}$ (β) $d\bar{u}$ (γ) $(d\bar{d} + u\bar{u})/\sqrt{2}$ (δ) $(u\bar{u} - d\bar{d})/\sqrt{2}$

2. Ποιο από τα παρακάτω στοιχειώδη διαγράμματα είναι αφύσικο;



3. Το ποσοστό των πρωτονίων σε ένα σταθερό (ή σχεδόν σταθερό) πυρήνα ως συνάρτηση του αριθμού των νουκλεονίων δίνεται από τον εξής τύπο:

(α) $\frac{Z}{A} \approx \frac{1,01}{2+0,015A}$ (β) $\frac{Z}{A} \approx \frac{1,01}{2+0,015A^{2/3}}$

(γ) $\frac{Z}{A} \approx \frac{1,01}{2+0,015A^{1/3}}$ (δ) $\frac{Z}{A} \approx \frac{1,01}{2+0,015A^{1/2}}$

4. Γιατί οι πυρήνες με μικρό αριθμό νουκλεονίων έχουν μικρότερη ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο;

- (α) επειδή η κινητική ενέργεια ανά νουκλεόνιο είναι μικρότερη
- (β) επειδή η κινητική ενέργεια ανά νουκλεόνιο είναι μεγαλύτερη
- (γ) επειδή η άπωση Coulomb ανά νουκλεόνιο είναι μεγαλύτερη
- (δ) επειδή ο μέσος όρος γειτονικών νουκλεονίων για κάθε νουκλεόνιο είναι μικρότερος

5. Γιατί δεν υπάρχουν πυρήνες με $A \geq 240$;

- (α) Γιατί συμφέρει ενεργειακά και είναι και εφικτό να σπάσουν σε δυο κομμάτια
- (β) Γιατί σε όλη την ιστορία του Σύμπαντος δεν έτυχε ποτέ να δημιουργηθούν
- (γ) Γιατί η κινητική ενέργεια επιβάλλει τη σχάση τους σε δύο κομμάτια
- (δ) Γιατί ο σχηματισμός τους θα αύξανε την ολική τους ενέργεια

6. Γιατί τα θραύσματα της σχάσης πολύ μεγάλων πυρήνων είναι ραδιενεργά;

- (α) Γιατί έχουν πολύ μεγάλη κινητική ενέργεια γύρω στα 90 MeV το καθένα τους
- (β) Γιατί το ποσοστό νετρονίων τους είναι αυτό του μητρικού πυρήνα, ενώ το ποσοστό ισορροπίας είναι σαφώς μικρότερο
- (γ) Γιατί λόγω του άνισου εν γένει μεγέθους τους έχουν και άνισο ποσοστό νετρονίων που τείνει να εξισωθεί
- (δ) Γιατί προσκρούουν σε άλλους πυρήνες ή άτομα και τείνουν να διασπασθούν

7. Η μέση τιμή $\langle n, l, m, | r^{-1} | n, l, m \rangle$ του $1/r$ στο άτομο του υδρογόνου είναι:

(α) $1/n a_B$ (β) $1/n^2 a_B$ (γ) $1/2n^2 a_B$ (δ) $1/2n a_B$

8. Ένας από τους παρακάτω τύπους που δίνει την ενέργεια της βασικής κατάστασης στο άτομο του υδρογόνου είναι λάθος. Ποιος είναι;

(α) $-e^2/2a_B$ (β) $-e^4/2m_e \hbar^2$ (γ) $-e^4 m_e/2\hbar^2$ (δ) $-\hbar^2/2m_e a_B^2$

9. Η μέση τιμή της ολικής κινητικής ενέργειας στη βασική κατάσταση του ατόμου του positronium (e, e^+) και στο σύστημα που το κέντρο μάζας ακινητεί είναι:

(α) $\hbar^2/2m_e a_B^2$ (β) $e^2/2a_B$ (γ) $e^4 m_e/\hbar^2$ (δ) $\hbar^2/4m_e a_B^2$

$a_B \equiv \hbar^2/m_e e^2$

10. Το πρώτο έργο ιονισμού του ατόμου Li είναι περίπου (σε eV):

(α) 13,6 (β) 5 (γ) 10 (δ) 14

11. Η ηλεκτρονιακή διάταξη του ατόμου C είναι:

(α) $1s^2 2s^2 2p^2$ (β) $2s^2 2p^4$ (γ) $1s^1 2s^1 2p^1 3s^1 3p^1 3d^1$ (δ) $1s^2 2p^4$

12. Η γωνιακή εξάρτηση του τροχιακού d_{zx} είναι της μορφής:

(α) $\cos^2 \theta$ (β) $\cos \theta \sin \theta \cos \varphi$ (γ) $\sin^2 \varphi \sin \theta$ (δ) $\cos \theta \sin \theta \sin \varphi$

13. Το μήκος του δεσμού του μορίου N_2 είναι περίπου (σε 10^{-10} m):

(α) 0,5 (β) 1,1 (γ) 1,62 (δ) 2,13

14. Η ενέργεια διάσπασης του μορίου N_2 είναι περίπου (σε eV):

(α) 1 (β) 15 (γ) 10 (δ) 2

15. Η συχνότητα ταλάντωσης του μορίου Na_2 είναι περίπου (σε meV):

(α) 20 (β) 300 (γ) 800 (δ) 1100

16. Στο σχηματισμό διατομικού μορίου θεωρούμε για απλότητα ότι το κάθε άτομο χρησιμοποιεί ένα μόνο ατομικό τροχιακό ϕ_i με ενέργεια ε_i , ($i=1, 2$). Ο σχηματισμός μορίου στο μοντέλο αυτό επιτυγχάνεται λόγω της ύπαρξης ενός στοιχείου $V_2 \equiv \langle \phi_1 | H | \phi_2 \rangle$. Η βασική κατάσταση του μορίου δίνεται από τον τύπο:

(α) $\psi_b = \frac{1}{\sqrt{2}} [\sqrt{1-a_p} \phi_1 + \sqrt{1+a_p} \phi_2]$ (β) $\psi_b = \frac{1}{\sqrt{2}} [\sqrt{1+a_p} \phi_1 + \sqrt{1-a_p} \phi_2]$

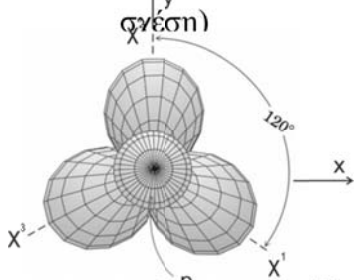
(γ) $\psi_b = \frac{1}{\sqrt{2}} [\phi_1 + \phi_2]$ (δ) $\psi_b = \frac{1}{\sqrt{2}} [\phi_1 - \phi_2]$, $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$

17. Στο σχηματισμό διατομικού μορίου θεωρούμε για απλότητα ότι το κάθε άτομο χρησιμοποιεί ένα μόνο ατομικό τροχιακό ϕ_i με ενέργεια ε_i , ($i=1, 2$). Ο σχηματισμός μορίου στο μοντέλο αυτό επιτυγχάνεται λόγω της ύπαρξης ενός στοιχείου $V_2 \equiv \langle \phi_1 | H | \phi_2 \rangle$. Η βασική κατάσταση του μορίου στη περίπτωση όπου $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \bar{\varepsilon}$, δίνεται από τον τύπο:

(α) $\psi_b = \frac{1}{\sqrt{2}} [\phi_1 + \phi_2]$ (β) $\psi_b = \frac{1}{\sqrt{2}} [\phi_1 - \phi_2]$

(γ) $\psi_b = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\phi_1^2 + \phi_2^2}$ (δ) $\psi_b = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{|\phi_1^2 - \phi_2^2|}$

18. Στο παρακάτω σχήμα εικονίζονται το ανυβριδιστο ατομικό τροχιακό p_z και τα τρία υβριδικά ατομικά τροχιακά sp^2 , χ^1 , χ^2 , χ^3 για τα οποία ισχύει: (Επιλέξτε τη σωστή απάντηση)



$$(α) \chi^1 = \frac{1}{\sqrt{3}}(\phi_s + \sqrt{2}\phi_{p_x}) \quad (β) \chi^2 = \frac{1}{\sqrt{3}}(\phi_s - \frac{1}{\sqrt{2}}\phi_{p_x} + \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\phi_{p_y})$$

$$(γ) \chi^3 = \frac{1}{\sqrt{3}}(\phi_s - \frac{1}{\sqrt{2}}\phi_{p_x} - \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\phi_{p_y}) \quad (δ) \chi^2 = \frac{1}{\sqrt{3}}(\phi_s + \sqrt{2}\phi_{p_y})$$

19. Ο δεσμός μεταξύ άνθρακα και ενός από τα δύο οξυγόνα στο μόριο CO_2 είναι

(α) μονός μεταξύ p_x, p_x

(β) μονός, μεταξύ του sp^1 του άνθρακα και του p_x του οξυγόνου

(γ) διπλός, ένας ισχυρός μεταξύ του sp^1 του άνθρακα και του p_x του οξυγόνου και ένας ασθενής μεταξύ p_y, p_y

(δ) τριπλός, ένας ισχυρός μεταξύ του sp^1 του άνθρακα και του p_x του οξυγόνου και δύο ασθενείς μεταξύ p_y, p_y και p_z, p_z

20. Η ενέργεια E του μορίου H_2 ως συνάρτηση της απόστασης d μεταξύ των δύο πυρήνων δίνεται από τη σχέση: $E = (0,343/d^2) - (0,49/d)$ σε ατομικές μονάδες και για d κοντά στην τιμή ισορροπίας d_0 . Η προκύπτουσα δονητική συχνότητα $\hbar\omega$ είναι:

(α) 516 meV

(β) 258 meV

(γ) 380 meV

(δ) 760 meV

21. Όλες οι ποσότητες που αφορούν στις ιδιότητες ενός οποιουδήποτε στερεού σώματος ή ενός υγρού θα εξαρτώνται οπωσδήποτε και κυρίως από μια από τις ακόλουθες τριάδες θεμελιωδών σταθερών:

(α) \hbar, c, m_e

(β) \hbar, c, m_p

(γ) \hbar, e, m_p

(δ) \hbar, e, m_e

22. Σε ένα στερεό ορίζουμε το μήκος r από τη σχέση: $(4\pi/3)r^3 \equiv V/N_a$. Μέσω του r η πυκνότητα του στερεού δίνεται από μια από τις ακόλουθες σχέσεις ($\bar{r} \equiv r/a_B$):

(α) $\rho = (2,675A_B/\bar{r}^2)g/cm^3$

(β) $(2,675A_B/\bar{r}^3)g/cm^3$

(γ) $(2,675A_B^2/r^2)g/cm^3$

(δ) $(2,675A_B/\bar{r}^4)g/cm^3$

23. Σε ένα στερεό ορίζουμε το μήκος r από τη σχέση: $(4\pi/3)r^3 \equiv V/N_a$. Μέσω του r το υδροστατικό μέτρο ελαστικότητας B του στερεού μπορεί να εκτιμηθεί από μια από τις ακόλουθες σχέσεις ($\bar{r} \equiv r/a_B$):

(α) $B \approx 175 \times 10^6 / \bar{r}^2 \text{ bar}$

(β) $B \approx 175 \times 10^6 / \bar{r}^3 \text{ bar}$

(γ) $B \approx 175 \times 10^6 / \bar{r}^4 \text{ bar}$

(δ) $B \approx 175 \times 10^6 / \bar{r}^5 \text{ bar}$

24. Στο σύστημα G-CGS η ποσότητα \hbar/e^2 είναι η ατομική μονάδα για το μέγεθος $1/(\text{ταχύτητα})$ και ταυτόχρονα είναι η ατομική μονάδα για το μέγεθος ηλεκτρική αντίσταση. Με πόσα περίπου m/s ισούται η e^2/\hbar ;

(α) 1

(β) $2,2 \times 10^6$

(γ) 3×10^8

(δ) $2,5 \times 10^7$

25. Στο μοντέλο Jellium η ενέργεια σύνδεσης U (cohesive energy) ενός μετάλλου δίνεται από τον τύπο:

$$(\alpha) \quad U/N(\hbar^2/m_e a_B^2) = (a'/\bar{r}^{12}) - (\gamma'/\bar{r}^6)$$

$$(\beta) \quad U/N(\hbar^2/m_e a_B^2) = (a'/\bar{r}^6) - (\gamma'/\bar{r}), \quad \bar{r} \equiv r/a_B$$

$$(\gamma) \quad U/N(\hbar^2/m_e a_B^2) = (a'/\bar{r}^2) - (\gamma'/\bar{r})$$

$$(\delta) \quad U/N(\hbar^2/m_e a_B^2) = (a'/\bar{r}^4) - (\gamma'/\bar{r}^2)$$

26. Κατά το μοντέλο Jellium για το αλουμίνιο οι τιμές των a' και γ' είναι αντιστοίχως 13,6 και 9,03. Η προκύπτουσα τιμή για το \bar{r} είναι:

$$(\alpha) \quad \bar{r} = 3,01$$

$$(\beta) \quad \bar{r} = 1,51$$

$$(\gamma) \quad \bar{r} = 6,02$$

$$(\delta) \quad \bar{r} = 9,03$$

27. Για το νερό υπολογίστε τα εξής:

$$(\alpha) \quad \text{την ποσότητα } \bar{r} = r/a_B, \text{ όπου } (4\pi/3)r^2 = V/N_{\text{μόρια}} \quad (\bar{r} = 3,64)$$

(β) την ταχύτητα του ήχου. (Λόγω του ασθενούς υδρογονικού δεσμού τον αριθμητικό παράγοντα πάρτε τον 0,455 αντί του 1,6 που ισχύει για ισχυρούς δεσμούς) (1500m/s)

(γ) το μέτρο ελαστικότητας B. (Αντίστοιχη, όχι όμως ίση, διόρθωση μπορεί να χρειασθεί και για το B) $2,25 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ από $ui\sqrt{B/\rho}$

Καλή Επιτυχία !