

Χημεία Γ΄ Λυκείου

4η Ενότητα (Τροχιακά) (Απαντήσεις του κουίζ)

Ερωτήσεις επιλογής-συμπλήρωσης κενού

1. Σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr, το ηλεκτρόνιο περιστρέφεται γύρω από τον πυρήνα

ΕΠΙΛΟΓΕΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ
A	Σε κυκλικές τροχιές οποιασδήποτε ακτίνας
B	Σε ορισμένες ελλειπτικές τροχιές
Γ	Σε διάφορα σημεία εντός ενός νέφους
Δ	Σε ορισμένες κυκλικές τροχιές που έχουν καθορισμένη ενέργεια

Αιτιολόγηση

Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα σε ορισμένες κυκλικές τροχιές. Κάθε επιτρεπόμενη τροχιά έχει καθορισμένη ενέργεια, είναι δηλαδή κβαντισμένη, σύμφωνα με την μηχανική συνθήκη (1^η συνθήκη του Bohr).

2. Από την σχέση $E_n = \frac{-2,18 \times 10^{-18}}{n^2} \text{ J}$ στο ατομικό πρότυπο Bohr υπολογίζεται ____

ΕΠΙΛΟΓΕΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ
A	Η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου
B	Η δυναμική ενέργεια του ηλεκτρονίου
Γ	Η συνολική ενέργεια του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου
Δ	Η συνολική ενέργεια του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου και στα υδρογονοειδή ιόντα

Αιτιολόγηση

Πρόκειται για το συμπέρασμα της πρώτης μηχανικής συνθήκης, όπου μετριέται η συνολική ενέργεια του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου με το $n=1,2,3,\dots$ να είναι ο κύριος κβαντικός αριθμός, ο οποίος καθορίζει την ενεργειακή στάθμη του ηλεκτρονίου.

3. Ποια από τις επόμενες τριάδες κβαντικών αριθμών (n,l,m_l) δεν αντιστοιχούν σε ατομικά τροχιακά

ΕΠΙΛΟΓΕΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ
A	(2,0,0)
B	(2,1,-1)
Γ	(3,2,+3)
Δ	(2,1,-1)

Αιτιολόγηση

Παραβιάζεται η απαγορευτική αρχή του Pauli, όπου μας λέει ότι είναι αδύνατον να υπάρχουν στο ίδιο άτομο δυο ηλεκτρόνια με ίδια τετράδα κβαντικών αριθμών. Πίνακας 6.1 στο κεφάλαιο 6.2 (Ακολουθεί παρακάτω)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 Πλήρωση στιβάδων, υποστιβάδων, τροχιακών με ηλεκτρόνια

n	l	m_l	m_s	
1	0	0	+1/2, -1/2	Η στιβάδα K ($n = 1$), έχει μία υποστιβάδα s ($l = 0$), στην οποία αντιστοιχεί ένα τροχιακό s , στο οποίο μπορούμε να έχουμε το πολύ δύο ηλεκτρόνια με κβαντικούς αριθμούς: (1, 0, 0, +1/2) (1, 0, 0, -1/2)
2	0	0	+1/2 -1/2	Η στιβάδα L ($n = 2$), έχει δύο υποστιβάδες ($l = 0, 1$) τις s και p αντίστοιχα. Στην s αντιστοιχεί ένα τροχιακό με δύο το πολύ ηλεκτρόνια, ενώ στην p τρία τροχιακά με $3 \cdot 2 = 6$ το πολύ ηλεκτρόνια.
	1	-1	+1/2, -1/2	
		0	+1/2, -1/2	
	1	+1	+1/2, -1/2	
		0	+1/2 -1/2	
3	1	-1	+1/2, -1/2	Η στιβάδα M ($n = 3$), έχει τρεις υποστιβάδες ($l = 0, 1, 2$) τις s, p και d αντίστοιχα. Στην s αντιστοιχεί ένα τροχιακό με δύο το πολύ ηλεκτρόνια, στην p τρία τροχιακά με $3 \cdot 2 = 6$ ηλεκτρόνια (το μέγιστο) και στην d πέντε τροχιακά με $5 \cdot 2 = 10$ ηλεκτρόνια (το μέγιστο).
		0	+1/2, -1/2	
		+1	+1/2, -1/2	
	2	-2	+1/2, -1/2	
		-1	+1/2, -1/2	
		0	+1/2, -1/2	
		+1	+1/2, -1/2	
	2	+1	+1/2, -1/2	
		+2	+1/2, -1/2	

4. Στο προπίνιο $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$ τα άτομα του άνθρακα 1,2,3, έχουν υβριδικά

1 2 3

Τροχιακά αντίστοιχα (Θέμα πανελληνίων 2023)

ΕΠΙΛΟΓΕΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ
A	sp^3, sp^2, sp^2
B	Sp^2, sp, sp^2
Γ	sp^3, sp, sp
Δ	Sp^2, sp^2, sp^3

Αιτιολόγηση

Στο 1 υπάρχει απλός δεσμός ενώ στο 2,3 τριπλός δεσμός

5. Συμπλήρωση κενού

Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα σε ορισμένες κυκλικές τροχιές. Κάθε επιτρεπόμενη τροχιά έχει καθορισμένη ενέργεια, είναι δηλαδή κβαντισμένη. Το ηλεκτρόνιο εκπέμπει ή απορροφά ενέργεια υπό μορφή ακτινοβολίας μόνο όταν μεταπηδά από μια τροχιά σε μια άλλη, όταν δηλαδή αλλάζει ενεργειακή στάθμη.

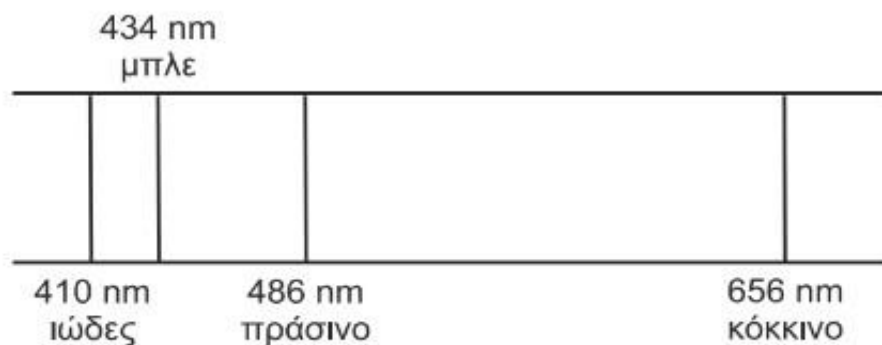
6. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων με κβαντικούς αριθμούς $n=4, l=2, m_l=-1$ σε άτομο που βρίσκεται σε θεμελιώδη κατάσταση είναι (θέμα πανελληνίων 2023)

ΕΠΙΛΟΓΕΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ
A	7
B	10
Γ	14
Δ	2

Αιτιολόγηση

Πρόκειται για το $(4,2,-1,+1/2)$ και $(4,2,-1,-1/2)$

7. Δίνεται το γραμμικό φάσμα εκπομπή του ατόμου του υδρογόνου στην περιοχή του ορατού που προκύπτει από τις παρακάτω αποδιεγέρσεις ηλεκτρονίων $n=6 \rightarrow n=2$, $n=5 \rightarrow n=2$, $n=4 \rightarrow n=2$ και $n=3 \rightarrow n=2$.

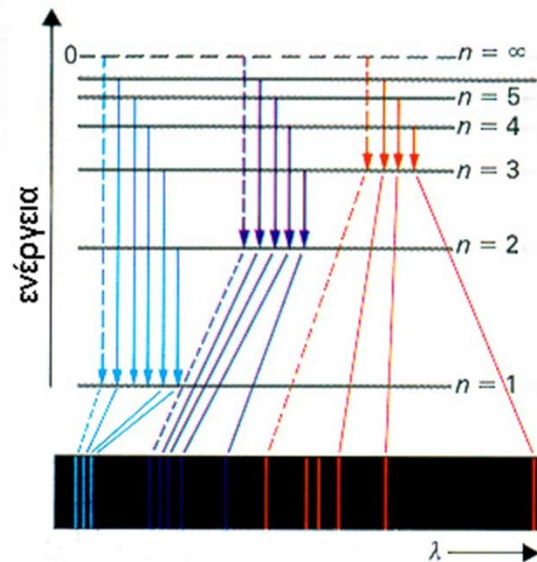
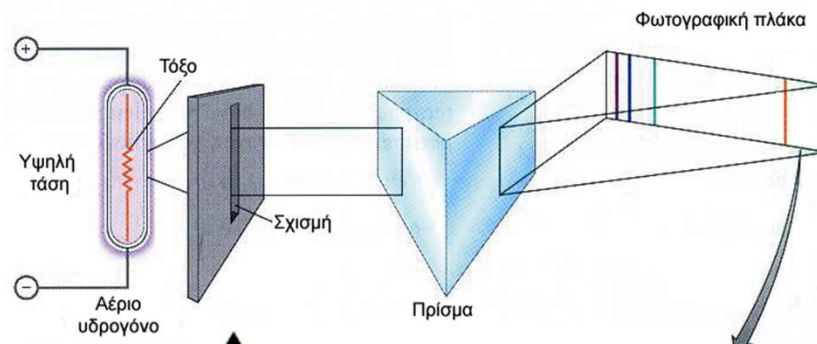
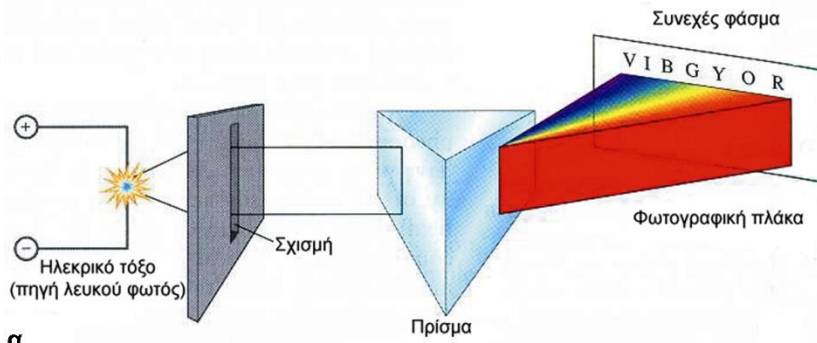


Το μήκος κύματος που αντιστοιχεί στη μετάπτωση $n=3 \rightarrow n=2$ είναι (θέμα πανελληνίων 2023)

ΕΠΙΛΟΓΕΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ
A	410 nm
B	434 nm
Γ	486 nm
Δ	656 nm

Αιτιολόγηση

Η απάντηση βρίσκεται στο βιβλίο μας στο σχήμα 6.1 σελ 205 (ακολουθεί), όπου μας εξηγείται η διαφορά του συνεχούς φάσματος και του γραμμικού φάσματος και ιδιαίτερα αυτό του υδρογόνου. Στις αποδιεγέρσεις προς το $n=2$ παρατηρούμαι ότι από το $n=6 \rightarrow n=2$ έχουμε το 410 nM, $n=5 \rightarrow n=2$ έχουμε το 435nM, $n=4 \rightarrow n=2$ έχουμε το 486 nM και στο $n=3 \rightarrow n=2$ έχουμε το 656nM.



8. Από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχεί σε παραμαγνητικό στοιχείο η (θέματα πανελληνίων 2022):

ΕΠΙΛΟΓΕΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ
A	$1S^2$
B	$1S^22S^22P^6$
Γ	$1S^22S^22P^4$
Δ	$1S^22S^22P^63S^23P^64S^2$

Αιτιολόγηση

Παραμαγνητικές ουσίες είναι αυτές που έλκονται από το μαγνητικό πεδίο. Τα άτομα ή ιόντα αυτών των ουσιών περιέχουν ένα ή περισσότερα μονήρη (μοναχικά) ηλεκτρόνια. Το Γ είναι το μοναδικό που έχει μονήρη ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα και για αυτό θεωρείται παραμαγνητικό στοιχείο.

9. Ο σ δεσμός μεταξύ του C και του C στην ένωση $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ σχηματίζεται με επικάλυψη υβριδικών τροχιακών (θέματα πανελληνίων 2022):

ΕΠΙΛΟΓΕΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ
A	sp^2-sp^3
B	$sp-sp^3$
Γ	$sp-sp$
Δ	sp^2-sp^2

Αιτιολόγηση

Ο C1 έχει διπλό δεσμό άρα φτιάχνει υβριδικό τροχιακό sp^2 ενώ στον C2 έχουμε απλό δεσμό άρα φτιάχνει υβριδικό sp^3

10. Ένα ηλεκτρόνιο που ανήκει στο τροχιακό $2p_z$ μπορεί να έχει την εξής τετράδα κβαντικών αριθμών (θέματα πανελληνίων 2021):

ΕΠΙΛΟΓΕΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ
A	(2,0,0,+1/2)
B	(2,1,0,+1/2)
Γ	(1,0,0,-1/2)
Δ	(2,-1,0,-1/2)

Αιτιολόγηση

Το $2p_z$ σημαίνει ότι έχουμε $n=2$, $l=1$, $m_l=0$. Αν ήταν p_x τότε $m_l=+1$ και p_y τότε $m_l=-1$. Για το m_s έχουμε σε όλες τις περιπτώσεις $\pm \frac{1}{2}$.

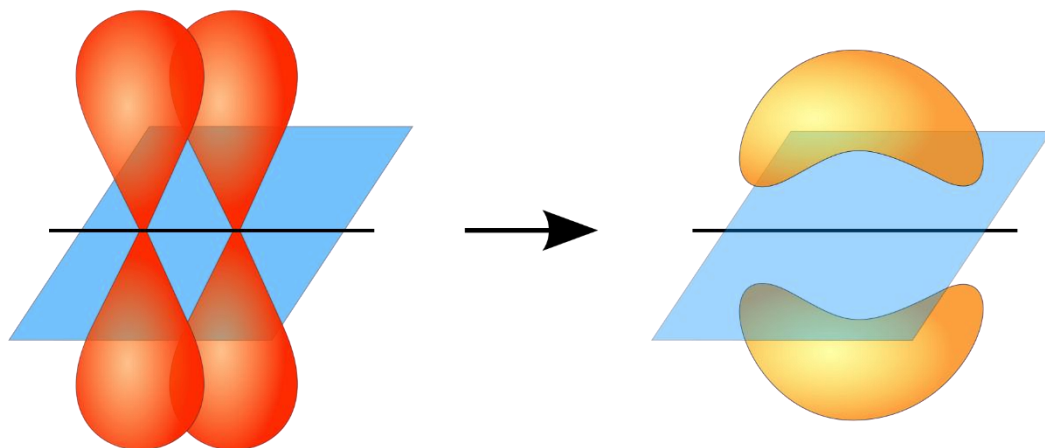
μαγνητικός κβαντικός αριθμός, m_l	+1	0	-1
ατομικό τροχιακό	p_x	p_z	p_y

11. Τα p ατομικά τροχιακά μπορούν να συμμετέχουν στον σχηματισμό (Θέμα πανελληνίων 2019):

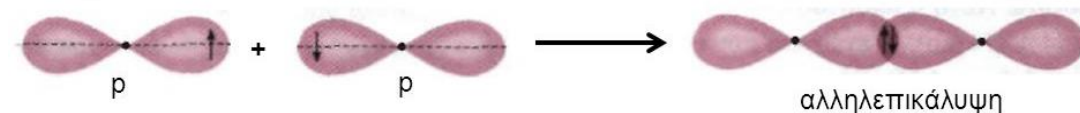
ΕΠΙΛΟΓΕΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ
Α	Μόνο σ δεσμών
Β	Μόνο π δεσμών
Γ	Και σ και π δεσμών
Δ	Κανένα από τα παραπάνω

Αιτιολόγηση

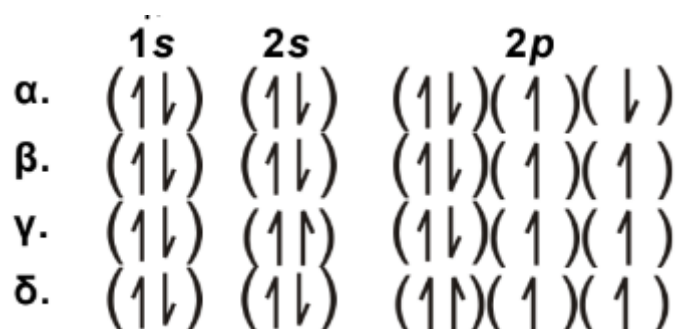
Ο Δεσμός π , στη χημεία, είναι ομοιοπολικός χημικός δεσμός, στον οποίο επικαλύπτονται πλευρικά δυο λοβοί από το καθένα ατομικό τροχιακό των δυο ατόμων που παίρνουν μέρος στο δεσμό αυτό, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Το ελληνικό γράμμα π αναφέρεται στα p τροχιακά, τα οποία μπορούν όμως και να σχηματίζουν και σ δεσμό ως εξής:



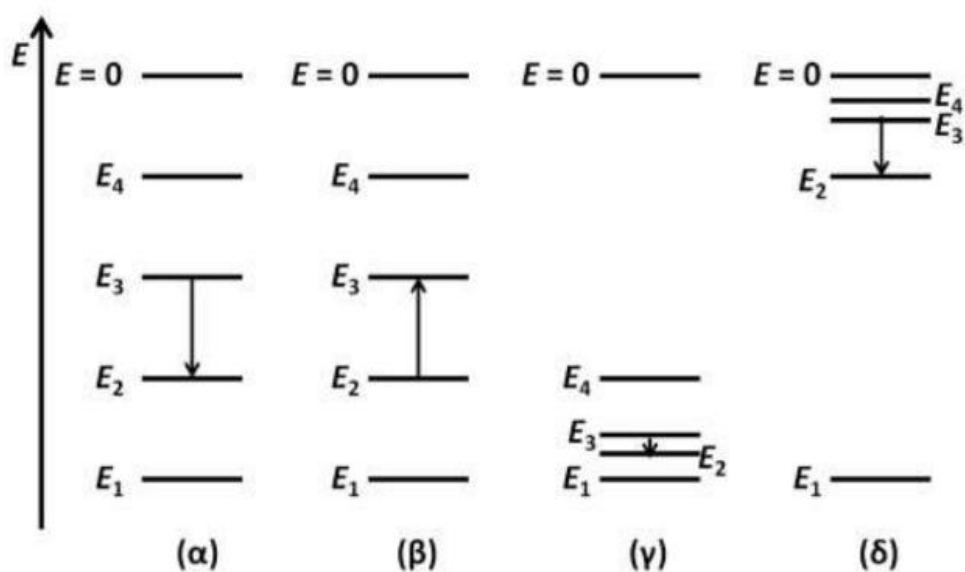
12. Από τις ακόλουθες ηλεκτρονιακές δομές για το άτομο ${}_8\text{O}$ ποια αντιστοιχεί στη θεμελιώδη κατάσταση (θέμα πανελληνίων 2019)



Απάντηση

Είναι η β , αφού είναι η μόνη που υπακούει στους κανόνες Hund και Pauli

13. Ποιο από τα ακόλουθα ενεργειακά διαγράμματα αναπαριστά την μετάπτωση από τη στάθμη $n = 3$ προς τη $n = 2$ στο ατομικό φάσμα του υδρογόνου (θέματα πανελληνίων 2020);



ΕΠΙΛΟΓΕΣ	ΑΠΑΝΤΗΣΗ
A	Το (α)
B	Το (β)
Γ	Το (γ)
Δ	Το (δ)

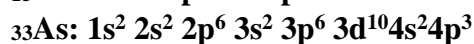
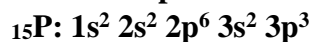
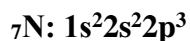
Αιτιολόγηση

Δείτε την αιτιολόγηση του 7 ερωτήματος

Ασκήσεις

14. Να κατατάξετε κατά σειρά αυξανόμενης ατομικής ακτίνας τα στοιχεία ${}_7\text{N}$, ${}_{15}\text{P}$, ${}_{33}\text{As}$ που βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση, αιτιολογώντας την απάντησή σας. (Θέμα πανελληνίων 2023)

Απάντηση



Όσο αυξάνεται ο κύριος κβαντικός αριθμός της εξωτερικής στοιβάδας τόσο αυξάνεται το μέγεθος του ατόμου, άρα και η ατομική του ακτίνα.



15. Να υπολογίσετε συναρτήσει της E_1 την τιμή της ενέργειας ενός ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου όταν βρίσκεται:

α) Στην δεύτερη τροχιά

β) Στην πέμπτη τροχιά

Σε ποια από τις δύο τροχιές το ηλεκτρόνιο έχει μεγαλύτερη ενέργεια;

Απάντηση

Για τον υπολογισμό της ενέργειας στο άτομο του υδρογόνου χρησιμοποιούμε τον τύπο που προκύπτει από την πρώτη (μηχανική) συνθήκη του Bohr.

$$E_n = \frac{-2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{n^2}$$

Έτσι:

$$\alpha) E_2 = \frac{-2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{2^2} = -\frac{2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{4}$$

$$\beta) E_5 = \frac{-2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{5^2} = \frac{-2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{25}$$

Επειδή οι ενέργειες έχουν αρνητικό πρόσημο, μεγαλύτερη ενέργεια έχει το ηλεκτρόνιο όταν βρίσκεται στην 5^η τροχιά

16. Τα λέιζερ έχουν πολλές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή, για παράδειγμα στα dvd player. Ένα κόκκινο λέιζερ εκπέμπει φωτόνια με συχνότητα $5 \cdot 10^{14} \text{ J.S}$.

Να υπολογίσετε

α) την ενέργεια ενός φωτονίου

β) την ενέργεια ενός mol φωτονίων

Δίνεται η σταθερά του Planck: $6,6 \times 10^{-34} \text{ J.S}$

Απάντηση

α) Για τον υπολογισμό της ενέργειας ακτινοβολίας όταν γνωρίζουμε τη αντίστοιχη συχνότητα, χρησιμοποιούμε τον τύπο του Planck.

$$E = h \cdot \nu = (6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \cdot (5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}) = 3,3 \cdot 10^{-21} \text{ J}.$$

β) Η ενέργεια ενός mol φωτονίων είναι

$$E' = E_{\text{φωτονίου}} \cdot N_A = (3,3 \cdot 10^{-21} \text{ J}) \cdot (6,02 \cdot 10^{23}) = 1.986,6 \text{ J}.$$

17. Ένα μέρος του γραμμικού φάσματος εκπομπής του υδρογόνου βρίσκεται στο ορατό. Για παράδειγμα, παρατηρούμε μία κόκκινη γραμμή, η οποία οφείλεται στην μεταπήδηση του ηλεκτρονίου από την 3^η στην 2^η τροχιά και μια μπλε γραμμή η οποία οφείλεται στην μεταπήδηση του ηλεκτρονίου από την 4^η στην 2^η τροχιά. Να υπολογίσετε τη συχνότητα της ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στην κόκκινη και στην μπλε γραμμή του φάσματος εκπομπής του υδρογόνου. Δίνεται η σταθερά του Planck: $6,6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Απάντηση

Για τον υπολογισμό της συχνότητας της ακτινοβολίας που απορροφάται ή εκπέμπεται όταν ένα ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου μεταπηδά από μία τροχιά σε μια άλλη, χρησιμοποιούμε τον τύπο που προκύπτει από την δεύτερη (οπτική) συνθήκη του Bohr $|\Delta E| = |E_{\text{τελ.}} - E_{\text{αρχ.}}| = h \cdot \nu.$

Πρώτα υπολογίζουμε τις ενέργειες των τροχιών με τη βοήθεια της πρώτης συνθήκης του Bohr. Θα χρησιμοποιήσουμε τη σχέση $E_1 = -2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$, για να απλοποιήσουμε τις πράξεις. Άρα το ηλεκτρόνιο:

Στην πρώτη τροχιά το ηλεκτρόνιο έχει ενέργεια: E_1

Στη δεύτερη τροχιά έχει ενέργεια:
$$E_2 = -\frac{2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{2^2} = \frac{E_1}{4}$$

Στην τρίτη τροχιά έχει ενέργεια:
$$E_3 = -\frac{2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{3^2} = \frac{E_1}{9}$$

Στην τέταρτη τροχιά έχει ενέργεια:
$$E_4 = -\frac{2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{4^2} = \frac{E_1}{16}$$

Επομένως:

$$\alpha) |\Delta E_{3 \rightarrow 2}| = |E_2 - E_3| = \left| \frac{E_1}{4} - \frac{E_1}{9} \right| = \left| \frac{5E_1}{36} \right| = \frac{5 \cdot 2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{36}$$

και

$$\nu = \frac{5 \cdot 2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{36 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} \Rightarrow \nu = 4,6 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} (\text{Hz})$$

$$\beta) |\Delta E_{4 \rightarrow 2}| = |E_2 - E_4| = \left| \frac{E_1}{4} - \frac{E_1}{16} \right| = \left| \frac{3E_1}{16} \right| = \frac{3 \cdot 2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{16}$$

και

$$\nu = \frac{3 \cdot 2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{16 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} \Rightarrow \nu = 6,2 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} (\text{Hz})$$

18. Να εξηγήσετε ποια από τα ακόλουθα μπορεί να ερμηνεύσει η θεωρία του ατομικού μοντέλου του Bohr:

α) Το γραμμικό φάσμα υδρογόνου

β) Το γραμμικό φάσμα 2He^+

γ) Το γραμμικό φάσμα

δ) Το χημικό δεσμό

Απάντηση

Η θεωρία του Bohr ερμήνευσε το φάσμα του υδρογόνου και των υδρογονοειδών ιόντων, δηλαδή των ιόντων με ένα ηλεκτρόνιο. Δεν κατάφερε, όμως, να ερμηνεύσει τα φάσματα εκπομπής ατόμων με περισσότερα από ένα ηλεκτρόνια, ούτε και τον χημικό δεσμό.

Επομένως η θεωρία του ατομικού μοντέλου του Bohr μπορεί να ερμηνεύσει το γραμμικό φάσμα εκπομπής του υδρογόνου καθώς και του He^+ , αλλά όχι το γραμμικό φάσμα εκπομπής του He και τον χημικό δεσμό.

19. Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο TEM (Transmission Electron Microscopy ή ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης) μας επιτρέπει να δούμε πολύ μικρότερες δομές από ότι το οπτικό μικροσκόπιο, χρησιμοποιεί ηλεκτρόνια με ταχύτητα περίπου $2,2 \times 10^8 \text{ m/s}$. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος στο οποίο αντιστοιχεί αυτή η ταχύτητα. Δίνονται: Η σταθερά του Planck $6,6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ και η μάζα του ηλεκτρονίου $m = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Απάντηση

Για τον υπολογισμό του μήκους κύματος που αντιστοιχεί σε ένα κινούμενο σωματίδιο όταν γνωρίζουμε την ταχύτητα, χρησιμοποιούμε τον τύπο του De Broglie:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot u}$$

Επομένως,

$$\lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{(9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}) \cdot (2,2 \cdot 10^8 \text{ m/s})} = \frac{1}{3} 10^{-11} \text{ m}.$$

20. Ο λευκόχρυσος (Pt) είναι ένα πολύτιμο μέταλλο, που χρησιμοποιείται και στην κατασκευή κοσμημάτων. Ένα ηλεκτρόνιο του λευκόχρυσου βρίσκεται στη στιβάδα N. Να αναφέρετε πόσες και ποιες τιμές μπορούν να πάρουν οι τρεις πρώτοι κβαντικοί αριθμοί για αυτό το ηλεκτρόνιο.

Απάντηση

Αφού το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στη στιβάδα N, ο κύριος κβαντικός αριθμός, n έχει την τιμή $n = 4$

Συνεπώς, ο δευτερεύων (αζιμουθιακός) κβαντικός αριθμός, ℓ , μπορεί να πάρει τις τιμές 0, 1, 2, 3.

Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός m_ℓ , μπορεί να πάρει τιμές από $-l$ έως $+l$, άρα για $l=0$ ο m_ℓ μπορεί να πάρει μόνο την τιμή 0 (1 τροχιακό).

Για $l=1$ ο m_ℓ μπορεί να πάρει τις τιμές -1, 0 και 1 (3 τροχιακά).

Για $l=2$ ο m_ℓ μπορεί να πάρει μόνο τις τιμές -2, -1, 0, 1 και 2 (5 τροχιακά).

Για $l=3$ ο m_ℓ μπορεί να πάρει μόνο τις τιμές -3, -2, -1, 0, 1, 2 και 3 (7 τροχιακά).

Τέλος, ο κβαντικός αριθμός του spin, m_s , σε κάθε τροχιακό μπορεί να πάρει μόνο δύο τιμές: $+1/2$ ή $-1/2$