3 પરમાણ્વિય બંધારણ

ફોટોનની ઊર્જા : $E = h \cdot v = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ જ્યાં $h = 6{\cdot}626 \times 10^{-34}$ જૂલ સેકન્ડ (પ્લાંક અચળાંક), $c = 3{\cdot}0 \times 10^{8}$ મીટર·સેકન્ડ$^{-1}$ (પ્રકાશનો વેગ).

આઇન્સ્ટાઇન મૂલ્ય : $NE = N \cdot h \cdot v = \frac{N \cdot h \cdot c}{\lambda}$ જ્યા $N = 6.022 \times 10^{23}$ (એવોગેડ્રોઆંક)

સમસ્થાનિકો : જે પરમાણુઓના પરમાણ્વિય ક્રમાંક (Z) સમાન હોય, પરંતુ પરમાણ્વિય દળાંક (A) જુદા જુદા હોય તેમને સમસ્થાનિકો કહે છે.

સમભારિકો : જે પરમાણુઓના પરમાણ્વિય દળાંક (A) સમાન હોય પરંતુ પરમાણ્વિય ક્રમાંક (Z) જુદા જુદા હોય તેમને સમભારિકો કહે છે.

આઇસોટોન : જે પરમાણુઓના પરમાણ્વિય ક્રમાંક (Z) જુદા જુદા હોય અને પરમાણ્વિય દળાંક (A) પણ જુદા જુદા હોય પરંતુ તેમાં રહેલા ન્યુટ્રોનની સંખ્યા (N) સમાન હોય તેમને આઇસોટોન કહે છે.

દ-બ્રોગલીનો સિદ્ધાંત : ''દરેક ગતિશીલ કણ તરંગ-પ્રકૃતિ ધરાવે છે.''

દ-બ્રોગલીએ ગતિશીલ કણ સાથે સંકળાયેલા દ્રવ્ય-તરંગની તરંગલંબાઈ માટે $\lambda = \frac{h}{mv}$ સમીકરણ તારવ્યું જે દ્રવ્ય-તરંગ સમીકરણ તરીકે ઓળખાય છે. (જ્યાં λ = દ્રવ્ય-તરંગની તરંગલંબાઈ, h = પ્લાંક અચળાંક, m = ગતિશીલ કણનું દળ, v = ગતિશીલ કણનો વેગ)

ગતિશીલ કણની ગતિશક્તિ K હોય, તો તેની સાથે સંકળાયેલા દ્રવ્ય-તરંગની તરંગલંબાઈ $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mk}}$

દ-બ્રોગલીનો સિદ્ધાંત ગતિશીલ અતિસૂક્ષ્મ કણો જેવા કે ઇલેક્ટ્રૉન, પ્રોટોન, ન્યુટ્રોન, હાઇડ્રોજન પરમાણુને લાગુ પડે છે, પ્રમાણમાં વધુ દળ ધરાવતા ગતિશીલ કણો સાથે સંકળાયેલી તરંગ લંબાઈ એટલી બધી સૂક્ષ્મ હોય છે, કે તે કોઈ પણ પ્રાયોગિક રીતે માપી શકાતી નથી. આથી વધુ દળ ધરાવતા ગતિશીલ કણો માટે દ-બ્રોગલીનો સિદ્ધાંત મહત્ત્વનો રહેતો નથી.

- **હાઇઝનર્બગનો અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત**

''ગતિશીલ અતિસૂક્ષ્મ કણનું અવકાશમાં સ્થાન અને તેની ગતિ ચોકસાઈપૂર્વક એકસાથે નક્કી કરી શકાતાં નથી.''

હાઇઝનર્બગના અનિશ્ચિતતાના સિદ્ધાંતનું ગાણિતીય સ્વરૂપ : ગતિશીલ અતિ સૂક્ષ્મ કણના માપિત મૂલ્યમાંની અનિશ્ચિતતા (Δx) અને તે પ્રયોગ દ્વારા મેળવાતા વેગમાનના મૂલ્યમાંની અનિશ્ચિતતા (Δp)નો ગુણાકાર ઓછામાં ઓછો $\frac{h}{4\pi}$ જેટલો હોય છે.

$\Delta x \times \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$.

---

1. પ્રકાશની કણ પ્રકૃતિ દ્વારા કઈ ઘટના સમજાવી શકાતી નથી ?

(A) વિવર્તન (B) વ્યતીકરણ (C) ધ્રુવીભવન (D) આપેલ ત્રણેય

2. પ્રકાશની કણ પ્રકૃતિ દ્વારા કઈ ઘટના સમજાવી શકાય છે ?

(A) વિવર્તન (B) વ્યતીકરણ (C) ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસર (D) આપેલ ત્રણેય

3. પ્રકાશની તરંગ પ્રકૃતિ દ્વારા કઈ ઘટના સમજાવી શકાય છે ?

(A) વિવર્તન (B) વ્યતીકરણ (C) પરાવર્તન (D) આપેલ ત્રણેય

4. પ્રકાશની તરંગ-પ્રકૃતિ દ્વારા કઈ ઘટના સમજાવી શકાતી નથી ?

(A) વિવર્તન (B) વ્યતીકરણ (C) ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસર (D) આપેલ ત્રણેય

5. કઈ ઘટના પ્રકાશની કણ પ્રકૃતિ અને તરંગ-પ્રકૃતિ બંને દ્વારા સમજાવી શકાય છે ?

(A) વિવર્તન (B) વ્યતીકરણ (C) વક્રીભવન (D) ધ્રુવીભવન

6. કઈ ઘટના પ્રકાશની કણ પ્રકૃતિ અને તરંગ-પ્રકૃતિમાંથી કોઈ એક જ દ્વારા સમજાવી શકાય છે ?

(A) પરાવર્તન (B) વ્યતીકરણ (C) વક્રીભવન (D) આપેલ ત્રણેય

7. પ્રકાશની કણપ્રકૃતિ આપેલમાંથી કઈ ઘટનાને આધારે પુરવાર થાય છે ?

(A) વ્યતીકરણ (B) ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસર (C) વિવર્તન (D) પ્રકીર્ણન

8. સમસ્થાનિકો એટલે....

(A) દળક્રમાંક સમાન હોય પણ પરમાણ્વિય-ક્રમાંક જુદા જુદા હોય.

(B) દળક્રમાંક સમાન હોય પણ ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા જુદી જુદી હોય.

(C) પરમાણ્વિય-ક્રમાંક સમાન હોય પણ દળક્રમાંક જુદા જુદા હોય.

(D) પરમાણ્વિય-ક્રમાંક સમાન હોય પણ ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા જુદી જુદી હોય.

9. બોહરના પરમાણ્વિય નમૂનાની મર્યાદા કઈ છે ?

(A) હાઇડ્રોજન વર્ણપટમાં ડબલેટમાં મળતી રેખાઓની સમજૂતી મળી શકતી નથી.

(B) હાઇડ્રોજન સિવાયના અન્ય પરમાણુઓના વર્ણપટ સમજાવી શકાતા નથી.

(C) ઝિમેન અસર સમજાવી શકાતી નથી.

(D) આપેલ ત્રણેય

10. સમભારિકો એટલે....

(A) દળક્રમાંક સમાન હોય પણ પરમાણ્વિય-ક્રમાંક જુદા જુદા હોય.

(B) દળક્રમાંક સમાન હોય પણ ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા જુદી જુદી હોય.

(C) પરમાણ્વિય-ક્રમાંક સમાન હોય પણ દળક્રમાંક જુદા જુદા હોય.

(D) પરમાણ્વિય-ક્રમાંક સમાન હોય પણ ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા જુદી જુદી હોય.

11. આઇસોટોન એટલે....

(A) દળક્રમાંક અને પરમાણ્વિય-ક્રમાંક જુદા જુદા હોય પણ ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા સરખી હોય.

(B) દળક્રમાંક અને પરમાણ્વિય-ક્રમાંક જુદા જુદા હોય પણ ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા સરખી હોય.

(C) પરમાણ્વિય-ક્રમાંક સમાન હોય, દળક્રમાંક જુદા જુદા હોય અને ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા સરખી હોય.

(D) દળક્રમાંક અને પરમાણ્વિય-ક્રમાંક સમાન હોય પણ ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા જુદી જુદી હોય.

12. દળક્રમાંક (A) અને પરમાણ્વિય-ક્રમાંક (Z) માટે આપેલમાંથી કઈ જોડ આઇસોટોનની છે ?

(A) (i) $A = 30,\ Z = 15$ (ii) $A = 31,\ Z = 14$ (B) (i) $A = 31,\ Z = 15$ (ii) $A = 30,\ Z = 14$

(C) (i) $A = 32,\ Z = 15$ (ii) $A = 30,\ Z = 14$ (D) (i) $A = 31,\ Z = 16$ (ii) $A = 32,\ Z = 14$

13. પરમાણ્વિય-ક્રમાંક (Z) અને ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા (n) માટે આપેલમાંથી કઈ જોડ સમભારિકોની છે ?

(A) (i) $Z = 18,\ Z = 21$ (ii) $Z = 20,\ n = 20$ (B) (i) $Z = 18,\ n = 22$ (ii) $Z = 20,\ n = 19$

(C) (i) $A = 18,\ Z = 22$ (ii) $Z = 20,\ n = 21$ (D) (i) $Z = 18,\ n = 22$ (ii) $Z = 20,\ n = 20$

14. એક સ્પીસિઝમાં ઈલેક્ટ્રૉન, પ્રોટોન અને ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા અનુક્રમે 24, 26 અને 30 છે, તો તે સ્પીસિઝ માટે યોગ્ય સંજ્ઞા કઈ છે ?

(A) Fe^{3+} (B) Mn^{2+} (C) Zn^{2+} (D) Fe^{2+}

15. એક સ્પીસિઝમાં ઈલેક્ટ્રૉન, પ્રોટોન અને ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા અનુક્રમે 10, 9 અને 10 છે, તો તે સ્પીસિઝ માટે યોગ્ય સંજ્ઞા કઈ છે ?

(A) Na^{+} (B) F^{2-} (C) F^{-} (D) F^{+}

16. CN^{-} સાથે સમઈલેક્ટ્રૉનીય અણુ કયો છે ?

(A) O_2 (B) CH_4 (C) N_2 (D) NO

17. 36 ગ્રામ શુદ્ધ પાણી (H_2O)માં કેટલા ઈલેક્ટ્રૉન હોય છે ?

(A) 2.44×10^{25} (B) 6.022×10^{25} (C) 1.2044×10^{21} (D) 1.2044×10^{25}

18. α-કણ પ્રકીર્ણન પ્રયોગમાં ઉપયોગમાં લેવાયેલ સોનાના વરખની જાડાઈ કેટલી હતી ?

(A) 10^{-9} m (B) 10^{-2} mm (C) 100 μm (D) 10^{-5} cm

19. પરમાણુમાં ઈલેક્ટ્રૉનના કક્ષિય ભ્રમણને કારણે જો વિકિરણ સ્વરૂપે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન થાય, તો ઈલેક્ટ્રૉનને કેન્દ્રમાં આકર્ષાવા લગભગ કેટલો સમય લાગશે ?

(A) 10^{-5} s (B) 10^{-8} s (C) 10^{-10} s (D) 10^{-7} s

20. ફોટોનની શક્તિ આપેલમાંથી કોના સમચલનમાં હોય છે ?

(A) v (B) λ (C) $\sqrt{v}$ (D) $\frac{1}{v}$

21. ગતિશીલ કણ સાથે સંકળાયેલા દ્રવ્ય-તરંગની તરંગલંબાઈ (λ), તેની ગતિશક્તિ (E) અને તેના દળ (m) વચ્ચેનો સંબંધ કયો છે ?

(A) $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$ (B) $\lambda = \frac{hm}{\sqrt{2E}}$ (C) $\lambda = \frac{h}{\sqrt{mE}}$ (D) $\lambda = \frac{m}{\sqrt{2hE}}$

22. ફોટોનનું વેગમાન શેના સમચલનમાં હોય છે ?

(A) $\sqrt{\lambda}$ (B) v (C) $\frac{1}{C}$ (D) $\frac{1}{m}$

23. ફોટોનની શક્તિ આપેલમાંથી શેના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે ?

(A) આવૃત્તિ (B) વેગમાન (C) તરંગલંબાઈ (D) ગતિ

24. ઈલેક્ટ્રૉન માઈક્રોસ્કોપની રચના શેના પર આધારિત છે ?

(A) પ્રકાશની તરંગ-પ્રકૃતિ (B) પ્રકાશની કણપ્રકૃતિ (C) ઈલેક્ટ્રૉનની કણપ્રકૃતિ (D) ઈલેક્ટ્રૉનની તરંગ-પ્રકૃતિ

25. સામાન્ય માઈક્રોસ્કોપની રચના શેના પર આધારિત છે ?

(A) પ્રકાશની તરંગ-પ્રકૃતિ (B) પ્રકાશની કણપ્રકૃતિ (C) ઈલેક્ટ્રૉનની કણપ્રકૃતિ (D) ઈલેક્ટ્રૉનની તરંગ-પ્રકૃતિ

26. ઈલેક્ટ્રૉન માઈક્રોસ્કોપની મદદથી કેટલા ગણું આવર્ધન દર્શાવી શકાય છે ?

(A) 1.5×10^{5} ગણું (B) 1.5×10^{6} ગણું (C) 1.5×10^{7} ગણું (D) 1.5×10^{4} ગણું

27. આપેલમાંથી કયા ગતિશીલ કણની તરંગ-પ્રકૃતિ નોંધી શકાતી નથી ?

(A) H પરમાણુ (B) e^{-} (C) p^{+} (D) 1.0 mg દળ ધરાવતો કણ

28. એક ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિશક્તિ 1.64×10^{-17} જૂલ છે, તો તે ઇલેક્ટ્રૉનની તરંગલંબાઈ કેટલી હશે ? (ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ 9.109×10^{-31} kg છે.)

(A) 1.2 nm (B) 0.21 nm (C) 12.0 nm (D) 1.2 Å

29. 500 nm તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણના ફોટોનની શક્તિ કેટલી હશે ?

(A) 3.97×10^{-19} જૂલ (B) 3.97×10^{-12} જૂલ (C) 3.97×10^{-17} જૂલ (D) 3.97×10^{-10} જૂલ

30. 400 Å તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણના ફોટોનનું એક આઇન્સ્ટાઇન મૂલ્ય કેટલું થાય ?

(A) 2.99263×10^{12} $\frac{\text{જૂલ}}{\text{મોલફોટોન}}$ (B) 2.99263×10^{6} $\frac{\text{જૂલ}}{\text{મોલફોટોન}}$

(C) 2.99263×10^{5} $\frac{\text{જૂલ}}{\text{મોલફોટોન}}$ (D) 2.99263×10^{14} $\frac{\text{જૂલ}}{\text{મોલફોટોન}}$

31. ફોટોનનું આઇન્સ્ટાઇન મૂલ્ય 4.0×10^{5} કિ. જૂલ મોલ$^{-1}$ હોય, તો તે વિકિરણની તરંગલંબાઈ આપેલમાંથી કેટલી હશે ?

(A) 2.99×10^{6} nm (B) 29.9 nm (C) 2.99×10^{8} nm (D) 2.99×10^{-1} nm

32. 6.67×10^{14} Hz આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણના ફોટોનની ઊર્જા કેટલી થાય ?

(A) 4.42×10^{-12} જૂલ (B) 4.42×10^{-19} જૂલ (C) 4.42×10^{-17} જૂલ (D) આપેલ એક પણ નહિ.

33. 5.0×10^{14} Hz આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણના ફોટોનનું એક આઇન્સ્ટાઇન મૂલ્ય કેટલું થાય ?

(A) 199.5 જૂલ મોલ$^{-1}$ (B) 1.995×10^{5} કિ. જૂલ મોલ$^{-1}$

(C) 199.5 કિ જૂલ મોલ$^{-1}$ (D) 199.5×10^{5} જૂલ મોલ$^{-1}$

34. 1 જૂલ ઊર્જા મેળવવા 400 nm તરંગલંબાઈ ધરાવતા કેટલા ફોટોનની જરૂર પડે ?

(A) 2.01×10^{11} (B) 2.01×10^{16} (C) 2.01×10^{9} (D) 2.01×10^{18}

35. 1.5×10^{-16} જૂલ ઊર્જા ધરાવતા ફોટોન માટે તરંગ-અંક સેમી$^{-1}$માં આશરે કેટલા થાય ?

(A) 754 (B) 7546030 (C) 75460 (D) 7546

36. બે ગતિશીલ કણ સાથે સંકળાયેલ તરંગ-લંબાઈ સમાન હોય, તો આપેલ કયો વિકલ્પ સાચો છે ?

(A) બંનેના વેગ સમાન જ હોય. (B) બંનેના દળ સમાન જ હોય.

(C) બંનેના વેગમાન સમાન જ હોય. (D) એક પણ નહિ.

37. સમાન વેગથી ગતિ કરતા આપેલમાંથી કયા કણ સાથે સંકળાયેલ તરંગ-લંબાઈ સૌથી વધારે હશે ?

(A) H પરમાણુ (B) e^- (C) p^+ (D) n^0

38. 0.01 kg દળ ધરાવતા દડાનો વેગ 10 ms^{-1} છે, તો તેની સાથે સંકળાયેલ તરંગ-લંબાઈ કેટલી હશે ?

(A) 6.626×10^{-26} m (B) 6.626×10^{-33} m (C) 6062×10^{-32} m (D) 60.626×10^{-25} m

39. માઈક્રોસ્કોપ વડે ઇલેક્ટ્રૉનનું સ્થાન નક્કી કરતા તેમાં 1 Å જેટલી અનિશ્ચિતતા આવે છે, જો તે જ પ્રયોગ દ્વારા ઇલેક્ટ્રૉનનો વેગ માપવામાં આવે, તો તેમાં ઓછામાં ઓછી કેટલી અનિશ્ચિતતા આવે ? (ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ = 9.11×10^{-31} kg.)

(A) 5.79×10^{7} ms^{-1} (B) 5.79×10^{5} ms^{-1} (C) 5.79×10^{4} ms^{-1} (D) 5.79×10^{12} ms^{-1}

40. m દળ ધરાવતા ગતિશીલ અતિસૂક્ષ્મ કણના સ્થાન અને ગતિની અનિશ્ચિતતાનાં આંકડાકીય મૂલ્યો સમાન હોય, તો તે અનિશ્ચિતતાના આંકડાકીય મૂલ્ય ઓછામાં ઓછા કેટલા હોઈ શકે ?

(A) $\frac{h}{2\sqrt{\pi m}}$ (B) $\frac{h}{4\pi m}$ (C) $\frac{h}{2\sqrt{\pi m}}$ (D) $\frac{\sqrt{h}}{2\sqrt{\pi m}}$

41. m દળ ધરાવતા ગતિશીલ અતિસૂક્ષ્મ કણના સ્થાન અને વેગમાનની અનિશ્ચિતતાનાં આંકડાકીય મૂલ્યો સમાન હોય, તો તે અનિશ્ચિતતાનું ઓછામાં ઓછું આંકડાકીય મૂલ્ય આપેલમાંથી ક્યું હશે ?

(A) $\frac{\sqrt{h}}{2\sqrt{\pi m}}$ (B) $\frac{\sqrt{h}}{\sqrt{2\pi}}$ (C) $\frac{h}{2\sqrt{\pi m}}$ (D) $\frac{\sqrt{h}}{2\sqrt{\pi}}$

42. m દળ ધરાવતા ગતિશીલ અતિસૂક્ષ્મ કણના સ્થાનની અનિશ્ચિતતાના આંકડાકીય મૂલ્ય કરતાં વેગની અનિશ્ચિતતાનું આંકડાકીય મૂલ્ય 16 ગણું છે, તો તેના વેગમાનની ઓછામાં ઓછી અનિશ્ચિતતાનું આંકડાકીય મૂલ્ય આપેલમાંથી કયું હશે ?

(A) $\frac{\sqrt{hm}}{\sqrt{\pi}}$ (B) $\frac{\sqrt{mh}}{2\sqrt{\pi}}$ (C) $\frac{2\sqrt{mh}}{\sqrt{\pi}}$ (D) $\frac{h}{\sqrt{2\pi m}}$

43. m દળ ધરાવતા ગતિશીલ અતિસૂક્ષ્મ કણના વેગની અનિશ્ચિતતાનાં આંકડાકીય મૂલ્ય કરતાં સ્થાનની અનિશ્ચિતતાનું આંકડાકીય મૂલ્ય $\frac{1}{4}$ ગણું છે, તો તેના વેગમાનની ઓછામાં ઓછી અનિશ્ચિતતાનું આંકડાકીય મૂલ્ય આપેલમાંથી ક્યું હશે ?

(A) $\frac{\sqrt{hm}}{\sqrt{\pi}}$ (B) $\frac{\sqrt{mh}}{2\sqrt{\pi}}$ (C) $\frac{h}{4\pi m}$ (D) $\frac{mh}{4\pi m}$

જવાબો : **1.** (D), **2.** (C), **3.** (D), **4.** (C), **5.** (C), **6.** (B), **7.** (B).**8.** (C), **9.** (D), **10.** (A), **11.** (A), **12.** (B), **13.** (D), **14.** (D), **15.** (C), **16.** (C), **17.** (D), **18.** (D), **19.** (B), **20.** (A), **21.** (A), **22.** (B), **23.** (C), **24.** -(D), **25.** (A), **26.** (C), **27.** (D), **28.** (D), **29.** (A), **30.** (B), **31.** (D), **32.** (B), **33.** (C), **34.** (D), **35.** (B), **36.** (C), **37.** (B), **38.** (B), **39.** (B), **40.** (D), **41.** (D), **42.** (C), **43.** (A)

- **બોહર સિદ્ધાંત મુજબ (એક ઈલેક્ટ્રૉન ધરાવતી પ્રણાલી માટે)**

(1) બોહર પરમાણુ નમૂનાની ત્રિજ્યા : $a_0 = \frac{h}{4\pi^2 me^2} = 52.9 \times 10^{-10}$ cm = 52.9 pm

જ્યાં $h = 6.626 \times 10^{-27}$ અર્ગ સેકન્ડ (પ્લાંક અચળાંક), $m = 9.109 \times 10^{-28}$ ગ્રામ (ઈલેક્ટ્રૉનનું દળ)

e ઈલેક્ટ્રૉનનો વીજભાર $= 4.803 \times 10^{-10}$ esu (CGS પદ્ધતિમાં વિદ્યુતભારનો એકમ)

(2) એક ઈલેક્ટ્રૉન ધરાવતી પ્રણાલી : (H-પરમાણુ અથવા He^+, Li^{2+} જેવા આયન) માટે કોઈ પણ કક્ષાની ત્રિજ્યા

$r_n = a_0 \times \frac{n^2}{Z} = 52.9 \times \frac{n^2}{Z}$ pm જ્યાં Z = પરમાણ્વિય-ક્રમાંક, n = કક્ષા-ક્રમાંક (મુખ્યુ ક્વૉન્ટમ આંક)

$\frac{r_{n_1}}{r_{n_2}} = \frac{n_1^2}{n_2^2} \times \frac{Z_2}{Z_1}$ (એક ઈલેક્ટ્રૉન ધરાવતી પ્રણાલી (પરમાણુ કે આયન માટે)

nમી કક્ષામાં ભ્રમણ કરતા ઈલેક્ટ્રૉનની તરંગલંબાઈ λ હોય, તો $n\lambda = 2\pi r$ (કક્ષાનો પરિઘ)

(3) **ઇલેક્ટ્રૉનનું કોણીય વેગમાન :** $mvr = \frac{nh}{2\pi}$

ઇલેક્ટ્રૉનની ઝડપ : $V = \frac{nh}{2\pi mr} = \frac{Zh}{2\pi m a_0 n} = \frac{2.19 \times 10^6 \times Z}{n}$ મીટર·સેકન્ડ$^{-1}$,

જ્યાં n = કક્ષા-ક્રમાંક (મુખ્ય ક્વૉન્ટમ આંક), $m = 9.109 \times 10^{-31}$ કિગ્રા (ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ), V = ઇલેક્ટ્રૉનની ઝડપ, $h = 6.626 \times 10^{-34}$ જૂલ. સેકન્ડ (પ્લાંક અચળાંક), Z = પરમાણુ-ક્રમાંક

(4) કેન્દ્રની આસપાસ ઇલેક્ટ્રૉન દ્વારા થતા પરિભ્રમણની સંખ્યા = $\frac{V}{2\pi r}$

---

44. બોહરની અભિધારણા અનુસાર માન્ય કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉનનું કોણીય વેગમાન આપેલમાંથી કયું શક્ય છે ?

(A) $\frac{h}{4\pi}$ (B) $\frac{5h}{4\pi}$ (C) $\frac{h}{\pi}$ (D) $\frac{3h}{4\pi}$

45. બોહરની અભિધારણા અનુસાર માન્ય કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉનનું કોણીય વેગમાન આપેલમાંથી કયું શક્ય નથી ?

(A) $\frac{2h}{\pi}$ (B) $\frac{5h}{4\pi}$ (C) $\frac{h}{\pi}$ (D) આપેલ ત્રણેય શક્ય નથી.

46. બોહરના પરમાણુ નમૂનાની મર્યાદા કઈ છે ?

(A) ઝિમેન અસર સમજાવતો નથી.

(B) વર્ણપટમાં ડબ્લેટ સમજાવતો નથી.

(C) પરમાણુઓ વચ્ચેના રાસાયણિક બંધથી અણુ બનવાના ઉપાય વિશે કોઈ માહિતી આપતો નથી.

(D) આપેલ ત્રણેય

47. બોહરની અભિધારણા અનુસાર હાઇડ્રોજન પરમાણુના ઇલેક્ટ્રૉનનું કોણીય વેગમાન 4.22×10^{-34} જૂલ સેકન્ડ હોય, તો તે ઇલેક્ટ્રૉન કઈ કક્ષામાં હશે ?

(A) K (B) L (C) M (D) N

48. બોહરની અભિધારણા અનુસાર હાઇડ્રોજન પરમાણુની ચોથી કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉનનું કોણીય વેગમાન કેટલું હશે ?

(A) $\frac{4h}{\pi}$ (B) $\frac{2h}{\pi}$ (C) $\frac{h}{4\pi}$ (D) $\frac{h}{\pi}$

49. બોહર પરમાણુ નમૂનામાં પાંચમી કક્ષામાં ભ્રમણ કરતા ઇલેક્ટ્રૉનનું કોણીય વેગમાન કેટલું હોય છે ?

(A) $\frac{h}{\pi}$ (B) $\frac{10h}{\pi}$ (C) $\frac{2.5h}{\pi}$ (D) $\frac{25h}{\pi}$

50. બોહર મૉડલની પ્રથમ કક્ષાની ત્રિજ્યા x હોય, તો તેની ત્રીજી કક્ષામાં ભ્રમણ કરતા ઇલેક્ટ્રૉનની દ-બ્રોગલી તરંગલંબાઈ કેટલી હશે ?

(A) $3\pi x$ (B) $2\pi x$ (C) $4\pi x$ (D) $6\pi x$

51. એક સેકન્ડમાં ઇલેક્ટ્રૉન જો તેની તરંગલંબાઈ જેટલું અંતર કાપે, તો તે કેટલી ઝડપથી ઘુમતો હશે ?

(A) $\sqrt{\frac{h}{m}}$ (B) $\sqrt{\frac{m}{h}}$ (C) $\sqrt{\frac{h}{p}}$ (D) $\sqrt{\frac{h}{2KE}}$

52. બોહરની અભિધારણા અનુસાર હાઇડ્રોજન પરમાણુની ત્રીજી કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉનનું કોણીય વેગમાન કેટલું હશે ?

(A) $3.165 \times 10^{-34} kgm^2s^{-1}$ (B) $6.33 \times 10^{-34} kgm^2s^{-1}$

(C) $1.055 \times 10^{-34} kgm^2s^{-1}$ (D) $1.41 \times 10^{-34} kgm^2s^{-1}$

53. બોહરની અભિધારણા અનુસાર હાઇડ્રોજન પરમાણુની P કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉનની ઝડપ કેટલી હશે ?

(A) $\frac{h}{2\pi mr}$ (B) $\frac{6h}{\pi mr}$ (C) $\frac{3h}{2\pi mr}$ (D) $\frac{3h}{\pi mr}$

54. બોહરની અભિધારણા અનુસાર હાઇડ્રોજન પરમાણુની બીજી કક્ષાની ત્રિજ્યા 2.12×10^{-10} મીટર હોય, તો બીજી કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉનની ઝડપ કેટલી હશે ? ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ = 9.11×10^{-31}kg

(A) $2.1 \times 10^6 ms^{-1}$ (B) $2.3 \times 10^4 ms^{-1}$ (C) $1.1 \times 10^6 ms^{-1}$ (D) $2.46 \times 10^5 ms^{-1}$

55. 3.6 Å તરંગલંબાઈ ધરાવતા ફોટોનનું દળ કેટલું હશે ?

(A) 6.135×10^{-26}kg (B) 6.135×10^{-33}kg (C) 6.135×10^{-33}gm (D) 6.135×10^{-26}kg

જવાબો : **44.** (C), **45.** (B), **46.** (D), **47.** (D), **48.** (B), **49.** (C), **50.** (D), **51.** (A), **52.** (A), **53.** (D), **54.** (C), **55.** (B)

- **ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસર**

ધાતુની સપાટી પર પ્રકાશને આપાત કરવામાં આવે ત્યારે ઇલેક્ટ્રૉન મુક્ત થાય છે. પ્રકાશની આ અસરને ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસર કહે છે.

ધાતુની સપાટી પર ચોક્કસ તરંગલંબાઈ ધરાવતા પ્રકાશને આપાત કરવામાં આવે ત્યારે મુક્ત થતા ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિશક્તિ

$K = \frac{1}{2}mv^2 = \Delta E - \Delta E_0 = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = hc(v - v_0)$ જ્યાં ΔE = આપાત ફોટોનની ઊર્જા, λ = આપાત ફોટોનની તરંગલંબાઈ, v = આપાત ફોટોનની આવૃત્તિ, ΔE_0 = ધાતુમાંથી ઇલેક્ટ્રૉનને મુક્ત કરવા આપવી પડતી ઓછામાં ઓછી ઊર્જા = ધાતુની આયનીકરણ ઊર્જા (થ્રેશોલ્ડ ઊર્જા), λ_0 = થ્રેશોલ્ડ તરંગલંબાઈ, v_0 = થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ, m = ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ, v = ઇલેક્ટ્રૉનની ઝડપ.

---

56. પોટૅશિયમ પરમાણુની આયનીકરણ શક્તિ 416 કિ. જૂલ મોલ$^{-1}$ છે, તો વાયુરૂપ પોટૅશિયમ પરમાણુમાંથી ઇલેક્ટ્રૉનને મુક્ત કરવા વિકિરણની મહત્તમ તરંગલંબાઈ કઈ હશે ?

(A) 2877 nm (B) 287.7×10^3 nm (C) 0.02877 nm (D) 287.7 nm

57. સિઝિયમ (Cs) પરમાણુની આયનીકરણ શક્તિ 373 કિ. જૂલ મોલ$^{-1}$ છે. આપેલમાંથી કઈ તરંગલંબાઈના વિકિરણ દ્વારા વાયુરૂપ સિઝિયમ (Cs) પરમાણુમાંથી ઇલેક્ટ્રૉન મુક્ત થશે ?

(A) 301 nm (B) 351 nm (C) 421 nm (D) 371 nm

58. લિથિયમ પરમાણુની આયનીકરણ શક્તિ 520 કિ. જૂલ. મોલ$^{-1}$ છે, તો વાયુરૂપ લિથિયમ પરમાણુમાંથી ઇલેક્ટ્રૉનને મુક્ત કરવા ઓછામાં ઓછી કેટલી આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણની જરૂર પડે ?

(A) $1.30 \times 10^{15}s^{-1}$ (B) $1.30 \times 10^{12}s^{-1}$ (C) $1.30 \times 10^{8}s^{-1}$ (D) $1.30 \times 10^{13}s^{-1}$

59. મૅગ્નેશિયમ (Mg) પરમાણુની આયનીકરણ શક્તિ 737 કિ.જૂલ.મોલ$^{-1}$ છે. આપેલમાંથી કઈ આવૃત્તિવાળા વિકિરણ દ્વારા વાયુરૂપ મૅગ્નેશિયમ (Mg) પરમાણુમાંથી ઇલેક્ટ્રૉન મુક્ત થશે ?

(A) 1.847×10^{14}Hz (B) 1.847×10^{19}Hz

(C) A અને B બંને. (D) આપેલ બંને આવૃત્તિ દ્વારા ઇલેક્ટ્રૉન મુક્ત નહિ થાય.

60. એક ધાતુમાંથી ઈલેક્ટ્રૉનને ઉત્સર્જિત કરવા ઓછામાં ઓછી $7.0 \times 10^{14} s^{-1}$ આવૃત્તિવાળા ફોટોનની જરૂર પડે છે. જો $1.0 \times 10^{15} s^{-1}$ આવૃત્તિવાળા વિકિરણને તે ધાતુની સપાટી પર આપાત કરવામાં આવે, તો ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ કેટલી હશે ?

(A) 1.99×10^{-10} જૂલ (B) 1.99×10^{-17} જૂલ (C) 1.99×10^{-19} જૂલ (D) 1.99×10^{-12} જૂલ

61. સોડિયમ પરમાણુનું આયનીકરણ કરવા 242 nm તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણની જરૂર પડે છે, તો સોડિયમની આયનીકરણ-શક્તિ આપેલમાંથી કેટલી હશે ?

(A) 494 જૂલ.મોલ$^{-1}$ (B) 494 કિ.જૂલ.મોલ$^{-1}$ (C) 49400 કિ.જૂલ.મોલ$^{-1}$ (D) 4940 જૂલ.મોલ$^{-1}$

62. એક ધાતુમાંથી ઈલેક્ટ્રૉનને મુક્ત કરવા x તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણની જરૂર પડે છે. ધાતુ પર λ તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણને આપાત કરવામાં આવતા ઈલેક્ટ્રૉન મુક્ત થતો હોય, તો કયો વિકલ્પ યોગ્ય છે ?

(A) $\lambda > x$ (B) $\lambda < x$ (C) $\lambda = 2x$ (D) આપેલ ત્રણેય યોગ્ય છે.

63. એક ધાતુમાંથી ઈલેક્ટ્રૉનને મુક્ત કરવા x તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણની જરૂર પડે છે. ધાતુ પર λ તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણને આપાત કરવામાં આવતા ઈલેક્ટ્રૉન મુક્ત થતો ના હોય, તો કયો વિકલ્પ યોગ્ય છે ?

(A) $\lambda > x$ (B) $\lambda < x$ (C) $\lambda = \frac{x}{2}$ (D) આપેલ ત્રણેય યોગ્ય છે.

64. એક ધાતુમાંથી ઈલેક્ટ્રૉનને મુક્ત કરવા x આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણની જરૂર પડે છે. ધાતુ પર v આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણને આપાત કરવામાં આવતા ઈલેક્ટ્રૉન મુક્ત થતો હોય, તો કયો વિકલ્પ યોગ્ય છે ?

(A) $v > x$ (B) $v < x$ (C) $v = \frac{x}{2}$ (D) આપેલ ત્રણેય યોગ્ય છે.

65. એક ધાતુમાંથી ઈલેક્ટ્રૉનને મુક્ત કરવા x આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણની જરૂર પડે છે. ધાતુ પર v આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણને આપાત કરવામાં આવતા ઈલેક્ટ્રૉન મુક્ત થતો ના હોય, તો કયો વિકલ્પ યોગ્ય છે ?

(A) $v > x$ (B) $v < x$ (C) $v = 2x$ (D) આપેલ ત્રણેય યોગ્ય છે.

66. એક ધાતુ પર λ તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજ આપાત કરતા ઈલેક્ટ્રૉન ઉત્સર્જિત થાય છે. જો તેટલી જ તીવ્રતાવાળા અને λ કરતાં ઓછી તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજને આપાત કરવામાં આવે, તો આપેલમાંથી કયું અવલોકન મળે ?

(A) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા ઘટે. (B) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ ઘટે.

(C) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા વધે. (D) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ વધે.

67. એક ધાતુ પર λ તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજ આપાત કરતા ઈલેક્ટ્રૉન ઉત્સર્જિત થાય છે. જો તેટલી જ તીવ્રતાવાળા અને λ કરતાં વધુ તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજ આપાત કરવામાં આવે, તો આપેલમાંથી કયું અવલોકન મળે ?

(A) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા ઘટે. (B) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ ઘટે.

(C) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા વધે. (D) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ વધે.

68. એક ધાતુ પર v આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજ આપાત કરતા ઈલેક્ટ્રૉન ઉત્સર્જિત થાય છે. જો તેટલી જ તીવ્રતાવાળા અને v કરતાં વધુ આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજ આપાત કરવામાં આવે, તો આપેલમાંથી કયું અવલોકન મળે ?

(A) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા ઘટે. (B) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ ઘટે.

(C) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા વધે. (D) ઉત્સર્જિત ઈલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ વધે.

69. એક ધાતુ પર v આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજ આપાત કરતા ઇલેક્ટ્રૉન ઉત્સર્જિત થાય છે. જો તેટલી જ તીવ્રતાવાળા અને v કરતા ઓછી આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજ આપાત કરવામાં આવે, તો આપેલમાંથી કયું અવલોકન મળે ?

(A) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા ઘટે. (B) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ ઘટે.

(C) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા વધે. (D) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ વધે.

70. એક ધાતુ પર λ તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજ આપાત કરતા ઇલેક્ટ્રૉન ઉત્સર્જિત થાય છે. જો આપાત વિકિરણ પૂંજની તીવ્રતા વધારવામાં આવે, તો શું થાય ?

(A) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા ઘટે. (B) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ ઘટે.

(C) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા વધે. (D) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ વધે.

71. એક ધાતુ પર λ તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજ આપાત કરતા ઇલેક્ટ્રૉન ઉત્સર્જિત થાય છે. જો આપાત વિકિરણ પૂંજની તીવ્રતા ઘટાડવામાં આવે, તો શું થાય ?

(A) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા ઘટે. (B) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ ઘટે.

(C) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા વધે. (D) ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ-શક્તિ વધે.

જવાબો : **56.** (D), **57.** (A) **58.** (A), **59.** (B), **60.** (C), **61.** (B), **62.** (B), **63.** (A), **64.** (A), **65.** (B), **66.** (D), **67.** (B), **68.** (D), **69.** (B), **70.** (C), **71.** (A)

● બોહર પરમાણુ નમૂના પ્રમાણે એક ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતા પરમાણુ અથવા આયનના ઇલેક્ટ્રૉનની ઊર્જા

$E_n = -R_H \times \frac{z^2}{n^2}$ જ્યાં R_H = રિડબર્ગ અચળાંક = 2.18×10^{-18} જૂલ,

Z = પરમાણુ-ક્રમાંક n = કક્ષા-ક્રમાંક (મુખ્ય ક્વૉન્ટમ આંક)

હાઇડ્રોજન વર્ણપટના અર્થઘટન માટે બોહરે આપેલી અભિધારણા પ્રમાણે ઇલેક્ટ્રૉનના $n_2 \rightarrow n_1$ સંક્રમણમાં થતો ઊર્જા ફેરફાર $\Delta E = En_1 - En_2 = R_H \times Z^2 \times \left[\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right] \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$ જો $n_2 > n_1$ હોય, તો $\Delta E < 0$ (ઋણ) મળે એટલે કે ઇલેક્ટ્રૉન ઊંચી ઊર્જાવાળી કક્ષામાંથી નીચી ઊર્જાવાળી કક્ષામાં સંક્રમણ કરે છે અને તે દરમિયાન ઊર્જા ઉત્સર્જિત થાય છે.

જો $n_2 < n_1$ હોય, તો $\Delta E > 0$ (ધન) મળે એટલે કે ઇલેક્ટ્રૉન નીચી ઊર્જાવાળી કક્ષામાંથી ઊંચી ઊર્જાવાળી કક્ષામાં સંક્રમણ કરે છે અને તે દરમિયાન ઊર્જા શોષાય છે.

$\Delta E = En_f - En_i = 1312.796 \times Z^2\left[\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right] \frac{\text{કિ.જૂલ}}{\text{મોલ ઇલેક્ટ્રૉન}}$ આયનીકરણ ઊર્જા શોધવા માટે $n_i = 1$, $n_f = \infty$

${}_1H$-પરમાણુની આયનીકરણ ઊર્જા $\Delta E = En_{\infty} - En_1 = 1312.796 \times (1)^2 \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2}\right] = 1312.796 \frac{\text{કિ.જૂલ}}{\text{મોલ}}$

${}_2He^+$ની આયનીકરણ ઊર્જા $\Delta E = E_{\infty} - E_1 = 1312.796 \times (2)^2 \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2}\right] = 5251.184 \frac{\text{કિ.જૂલ}}{\text{મોલ}}$

$_3Li^{2+}$ની આયનીકરણ ઊર્જા $\Delta E = E_\infty - E_1 = 1312.796 \times (3)^2 \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2}\right] = 11815.164 \frac{\text{કિ.જૂલ}}{\text{મોલ}}$

હાઇડ્રોજન વર્ણપટના સંદર્ભમાં ઇલેક્ટ્રૉનના $n_2 \rightarrow n_1$ $(n_2 > n_1)$ સંક્રમણ માટે વર્ણપટમાં

પ્રાપ્ત થતી રેખાઓની સંખ્યા $\frac{(n_2 - n_1 + 1)(n_2 - n_1)}{2}$

- **હાઇડ્રોજનના ઉત્સર્જન વર્ણપટમાં મળતી રેખાઓની શ્રેણીઓ**

$R_H = 2.18 \times 10^{-18}$ જૂલ, $R = 109737$ સેમી$^{-1}$, $h = 6.626 \times 10^{-34}$ જૂલ સેકન્ડ, $c = 3.0 \times 10^8$ મીટર સેકન્ડ$^{-1}$

ક્રમ	શ્રેણી	વિસ્તાર	સંક્રમણ $n_2 \rightarrow n_1$ $n_2 > n_1$	ઉત્સર્જિત મહત્તમ તરંગ લંબાઈ	ઉત્સર્જિત ન્યૂનતમ તરંગ લંબાઈ	ઉત્સર્જિત મહત્તમ આવૃત્તિ	ઉત્સર્જિત ન્યૂનતમ આવૃત્તિ	$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{v_{max}}{v_{min}}$
				$\lambda_{max} = \frac{h \times c \times n_1^2 \times n_2^2}{R_H(n_2^2 - n_1^2)}$ અથવા $\lambda_{max} = \frac{n_1^2 \times n_2^2}{R(n_2^2 - n_1^2)}$	$\lambda_{min} = \frac{h \times c \times n_1^2}{R_H}$ અથવા $\lambda_{min} = \frac{n_1^2}{R}$	$v_{max} = \frac{R_H}{h \times n_1^2}$	$v_{min} = \frac{R_H(n_2^2 - n_1^2)}{h \times n_1^2 \times n_2^2}$	$= \frac{n_2^2}{(n_2^2 - n_1^2)}$
(1)	લાયમેન	પારજાંબલી	$n_1 = 1$ $n_2 = 2, 3..$	$n_1 = 1, n_2 = 2$ $\lambda_{max} = \frac{h \times c \times 4}{R_H \times 3}$ અથવા $\lambda_{max} = \frac{4}{3 \times R}$	$\lambda_{min} = \frac{h \times c \times 1}{R_H}$ અથવા $\lambda_{min} = \frac{1}{R}$	$v_{max} = \frac{R_H}{h \times 1}$	$v_{min} = \frac{R_H \times 3}{h \times 4}$	$\frac{4}{3}$
(2)	બામર	દૃશ્ય	$n_1 = 2$ $n_2 = 3, 4...$	$n_1 = 2, n_2 = 3$ $\lambda_{max} = \frac{h \times c \times 36}{R_H \times 5}$ અથવા $\lambda_{max} = \frac{36}{5 \times R}$	$\lambda_{min} = \frac{h \times c \times 4}{R_H}$ અથવા $\lambda_{min} = \frac{4}{R}$	$v_{max} = \frac{R_H}{h \times 4}$	$v_{min} = \frac{R_H \times 5}{h \times 36}$	$\frac{9}{5}$

(3)	પાશ્ચન	પારરક્ત	$n_1 = 3$ $n_2 = 4, 5...$	$n_1 = 3, n_2 = 4$ $\lambda_{max} = \frac{h \times c \times 144}{R_H \times 7}$ અથવા $\lambda_{max} = \frac{144}{7 \times R}$	$\lambda_{min} = \frac{h \times c \times 9}{R_H}$ અથવા $\lambda_{min} = \frac{9}{R}$	$v_{max} = \frac{R_H}{h \times 9}$	$v_{min} = \frac{R_H \times 7}{h \times 144}$	$\frac{16}{7}$
(4)	બ્રેકેટ	પારરક્ત	$n_1 = 4$ $n_2 = 5, 6...$	$n_1 = 4, n_2 = 5$ $\lambda_{max} = \frac{h \times c \times 400}{R_H \times 9}$ અથવા $\lambda_{max} = \frac{400}{9 \times R}$	$\lambda_{min} = \frac{h \times c \times 16}{R_H}$ અથવા $\lambda_{min} = \frac{16}{R}$	$v_{max} = \frac{R_H}{h \times 16}$	$v_{min} = \frac{R_H \times 9}{h \times 400}$	$\frac{25}{9}$
(5)	ફુન્ડ	પારરક્ત	$n_1 = 5$ $n_2 = 6, 7...$	$n_1 = 5, n_2 = 6$ $\lambda_{max} =$ $\frac{h \times c \times 36 \times 25}{R_H \times 11}$ અથવા $\lambda_{max} = \frac{36 \times 25}{11 \times R}$	$\lambda_{min} = \frac{h \times c \times 25}{R_H}$ અથવા $\lambda_{min} = \frac{25}{R}$	$v_{max} = \frac{R_H}{h \times 25}$	$v_{min} =$ $\frac{R_H \times 11}{h \times 36 \times 25}$	$\frac{36}{11}$
(6)	હમ્ફ્રી	પારરક્ત	$n_1 = 6$ $n_2 = 7, 8...$	$n_1 = 6, n_2 = 7$ $\lambda_{max} =$ $\frac{h \times c \times 49 \times 36}{R_H \times 13}$ અથવા $\lambda_{max} = \frac{49 \times 36}{13 \times R}$	$\lambda_{min} = \frac{h \times c \times 36}{R_H}$ અથવા $\lambda_{min} = \frac{36}{R}$	$v_{max} = \frac{R_H}{h \times 36}$	$v_{min} =$ $\frac{R_H \times 13}{h \times 49 \times 36}$	$\frac{49}{13}$

72. પરમાણુની ભૂમિ-અવસ્થામાં બાહ્યતમ કક્ષાના ઇલેક્ટ્રૉનનો મુખ્ય ક્વૉન્ટમ-આંક આપેલમાંથી કયો શક્ય છે ?

(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) આપેલ ત્રણેય શક્ય છે.

73. હાઇડ્રોજન પરમાણુના ઉત્સર્જન વર્ણપટના સંદર્ભમાં ઇલેક્ટ્રૉનના આપેલમાંથી કયા સંક્રમણ માટે ઉત્સર્જિત વિકિરણની આવૃત્તિ સૌથી વધુ હશે ?

(A) $2 \rightarrow 1$ (B) $3 \rightarrow 2$ (C) $4 \rightarrow 3$ (D) $5 \rightarrow 4$

74. હાઇડ્રોજન પરમાણુના ઉત્સર્જન વર્ણપટના સંદર્ભમાં ઇલેક્ટ્રૉનના આપેલમાંથી કયા સંક્રમણ માટે ઉત્સર્જિત વિકિરણની તરંગલંબાઈ સૌથી વધુ હશે ?

(A) $2 \rightarrow 1$ (B) $4 \rightarrow 2$ (C) $7 \rightarrow 5$ (D) $6 \rightarrow 4$

75. હાઇડ્રોજન પરમાણુના ઉત્સર્જન વર્ણપટના સંદર્ભમાં ઇલેક્ટ્રૉનના આપેલમાંથી કયા સંક્રમણ માટે ઉત્સર્જિત ફોટોનની ઊર્જા સૌથી વધુ હશે ?

(A) $2 \rightarrow 1$ (B) $3 \rightarrow 2$ (C) $4 \rightarrow 3$ (D) $5 \rightarrow 4$

76. હાઇડ્રોજન પરમાણુના ઉત્સર્જન વર્ણપટના સંદર્ભમાં ઇલેક્ટ્રૉનના આપેલમાંથી કયા સંક્રમણ માટે ઉત્સર્જિત ફોટોનની ઊર્જા સૌથી ઓછી હશે ?

(A) $2 \rightarrow 1$ (B) $3 \rightarrow 2$ (C) $4 \rightarrow 3$ (D) $5 \rightarrow 4$

77. હાઇડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનના $4 \rightarrow 1$ સંક્રમણ માટે ઉત્સર્જિત ફોટોનની ઊર્જા કેટલી હશે ?

(A) 2.044×10^{18} જૂલ (B) 2.044×10^{-18} જૂલ (C) 2.044×10^{-18} અર્ગ (D) 8.0×10^{-17} જૂલ

78. હાઇડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનના $5 \rightarrow 2$ સંક્રમણ માટે ઉત્સર્જિત ફોટોનની આવૃત્તિ કેટલી હશે ?

(A) 6.14×10^{7} Hz (B) 9.87×10^{14} Hz (C) 2.63×10^{7} Hz (D) 6.91×10^{14} Hz

79. હાઇડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનના $6 \rightarrow 4$ સંક્રમણ માટે ઉત્સર્જિત ફોટોનની તરંગલંબાઈ કેટલી હશે ?

(A) 2.63×10^{3} nm (B) 1.09×10^{-6} m (C) 2.63×10^{-6} cm (D) 2.63×10^{-12} nm

80. હાઇડ્રોજન પરમાણુની આયનીકરણ ઊર્જા અને ઉત્તેજિત અવસ્થામાં He^{+}ના ઇલેક્ટ્રૉનને મુક્ત કરવા આપવી પડતી ઊર્જા સમાન છે, તો He^{+}ના ઇલેક્ટ્રૉનનો મુખ્ય ક્વૉન્ટમ-આંક આપેલમાંથી કયો હશે ?

(A) 3 (B) 1 (C) 2 (D) 4

81. પાશ્ચન શ્રેણીની ઉત્સર્જિત આવૃત્તિ માટે ફોટોનની ઊર્જા 22.29 કિ. કૅલરી મોલ$^{-1}$ છે, તો તે આપેલમાંથી કયા સંક્રમણ માટે હશે ? (1 કિ. કૅલરી = 4.184 કિ. જૂલ)

(A) $4 \rightarrow 3$ (B) $6 \rightarrow 3$ (C) $5 \rightarrow 3$ (D) આપેલ એક પણ નહિ

82. બામર શ્રેણીમાં ઉત્સર્જિત મહતમ તરંગલંબાઈનું મૂલ્ય કેટલું થાય ?

(A) 565.5 nm (B) 364.7 nm (C) 656.5 nm (D) 556 nm

83. પાશ્ચન શ્રેણીમાં ઉત્સર્જિત ન્યૂનતમ તરંગલંબાઈનું મૂલ્ય કેટલું થાય ?

(A) 1875.8 nm (B) 820.6 nm (C) 1785 nm (D) 187.5 nm

84. લાયમેન શ્રેણીમાં ઉત્સર્જિત ન્યૂનતમ આવૃત્તિનું મૂલ્ય કેટલું થાય ?

(A) $3.29 \times 10^{15} s^{-1}$ (B) $2.4675 \times 10^{15} s^{-1}$ (C) $4.2675 \times 10^{15} s^{-1}$ (D) $2.47 \times 10^{13} s^{-1}$

85. બ્રેકેટ શ્રેણીમાં ઉત્સર્જિત ન્યૂનતમ આવૃત્તિનું મૂલ્ય કેટલું થાય ?

(A) $2.056 \times 10^{14} s^{-1}$ (B) $7.40 \times 10^{15} s^{-1}$ (C) $2.56 \times 10^{15} s^{-1}$ (D) $7.4025 \times 10^{13} s^{-1}$

86. ફુન્ડ શ્રેણીમાં ઉત્સર્જિત ન્યૂનતમ આવૃત્તિનું મૂલ્ય કેટલું થાય ?

(A) $4.2 \times 10^{13} s^{-1}$ (B) $4.02 \times 10^{13} s^{-1}$ (C) $1.316 \times 10^{14} s^{-1}$ (D) $1.316 \times 10^{13} s^{-1}$

87. લાયમેન શ્રેણીમાં ઉત્સર્જિત મહત્તમ આવૃત્તિનું મૂલ્ય કેટલું થાય ?

(A) $3.29 \times 10^{15} s^{-1}$ (B) $2.4675 \times 10^{15} s^{-1}$ (C) $4.2675 \times 10^{15} s^{-1}$ (D) $2.47 \times 10^{13} s^{-1}$

88. હાઇડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનના $5 \rightarrow 2$ સંક્રમણ માટે ઊર્જા ફેરફાર (ΔE) કેટલો થાય ?

(A) $-5.758 \times 10^{-19} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$ (B) $-4.578 \times 10^{-19} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$

(C) $-4.578 \times 10^{-19} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$ (D) $-4.857 \times 10^{-7} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$

89. હાઇડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનના $6 \rightarrow 3$ સંક્રમણ માટે ઊર્જા ફેરફાર (ΔE) કેટલો થાય ?

(A) $-1.8167 \times 10^{-18} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$ (B) $-1.1867 \times 10^{-18} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$

(C) $-1.867 \times 10^{19} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$ (D) $-1.8167 \times 10^{-19} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$

90. હાઇડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનના $5 \rightarrow 1$ સંક્રમણ માટે ઊર્જા ફેરફાર (ΔE) કેટલો થાય ?

(A) $-2.09 \times 10^{-20} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$ (B) $-2.09 \times 10^{-18} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$

(C) $-2.9 \times 10^{-20} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$ (D) $-2.9 \times 10^{-17} \frac{\text{જૂલ}}{\text{ઇલેક્ટ્રૉન}}$

91. હાઇડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉન ચોથી ઉત્તેજિત અવસ્થામાંથી નીચા ઊર્જા-સ્તરોમાં સંક્રમણ કરે ત્યારે ઉત્સર્જન વર્ણપટમાં પારજાંબલી વિસ્તારમાં, દૃશ્ય વિસ્તારમાં, પારરક્ત વિસ્તારમાં અને કુલ રેખાઓની સંખ્યા અનુક્રમે જણાવો.

(A) 3, 2, 1, 6 (B) 4, 2, 2, 8 (C) 3, 3, 4, 10 (D) 4, 3, 3, 10

જવાબો : **72.** (D), **73.** (A), **74.** (C), **75.** (A), **76.** (D), **77.** (B), **78.** (D), **79.** (A), **80.** (C), **81.** (C), **82.** (C), **83.** (B), **84.** (B), **85.** (D), **86.** (B), **87.** (A), **88.** (B), **89.** (D), **90.** (B), **91.** (D)

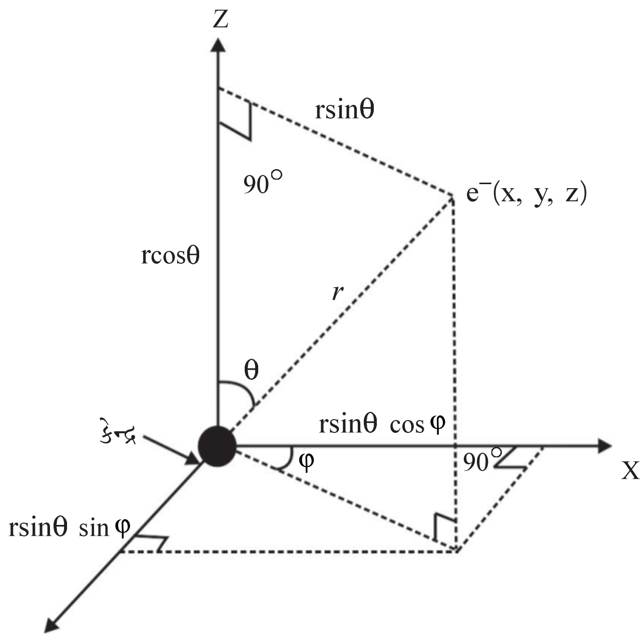
● શ્રોડિન્જર તરંગ-સમીકરણ

શ્રોડિન્જરે કેન્દ્રની પ્રદક્ષિણા કરતા ઇલેક્ટ્રૉનની શક્તિ માટેનું સમીકરણ તારવ્યું, જે 'શ્રેડિન્જર તરંગ-સમીકરણ' તરીકે ઓળખાય છે. આ સમીકરણ નીચે પ્રમાણે છે :

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{d^2\Psi}{dy^2} + \frac{d^2\Psi}{dz^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E - V)\Psi = 0$$

જયાં, x, y, z પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનનું સ્થાન દર્શાવતા કાર્ટેઝિયન નિર્દેશાંક છે. m = ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ, E = ઇલેક્ટ્રૉન-પ્રોટોન પ્રણાલીની કુલ શક્તિ, v = સ્થિતિજ શક્તિ, Ψ = તરંગ-વિધેય તરીકે ઓળખાય છે. જે સામાન્ય તરંગના કંપવિસ્તાર સાથે સમાનતા ધરાવે છે. (E − V) = ગતિજ શક્તિ, h = પ્લાંક અચળાંક, $\frac{d^2\Psi}{dx^2}$ સમીકરણના ઉકેલ શોધવા Ψ પર કરવાની ગાણિતીય ક્રિયા છે.

પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનનું સ્થાન કાર્ટેઝિયન નિર્દેશાંક (x, y, z) દ્વારા દર્શાવી શકાય છે અને ગોલીય ધ્રુવીય નિર્દેશાંક (r, θ અને φ) દ્વારા પણ દર્શાવી શકાય છે.



ભૂમિતિ દ્વારા x, y, zનો r, θ અને φ સાથેના સંબંધ નીચે પ્રમાણે મળે છે :

$x = r \cdot \sin\theta \cdot \cos\varphi$

$y = r \cdot \sin\theta \cdot \sin\varphi$

$z = r \cdot \cos\theta$

$\therefore\ x^2 + y^2 + z^2 = r^2$, r = ઇલેક્ટ્રૉનનું કેન્દ્રથી અંતર ઉપરના સંબંધનો ઉપયોગ કરીને કાર્ટેઝિયન નિર્દેશાંક ધરાવતા શ્રોડિન્જર તરંગ-સમીકરણનું ગોલીય ધ્રુવીય નિર્દેશાંક ધરાવતા સમીકરણમાં રૂપાંતર કરવામાં આવે છે અને તે રીતે લખાયેલા સમીકરણના ચલ અલગીકરણની રીતથી એવા ત્રણ ભાગ પાડવામાં આવે છે, કે જેથી દરેક ભાગ r, θ અને φમાંથી ફક્ત એક જ ચલ ધરાવતો હોય. આ ત્રણ ત્રણ સમીકરણમાં θ ચલ સાથે સંકળાયેલું તરંગ-વિધેય Θ દ્વારા, φ ચલ સાથે સંકળાયેલ તરંગ-વિધેય Φ દ્વારા અને r ચલ સાથે સંકળાયેલ તરંગ-વિધેય R દ્વારા દર્શાવાય છે. પ્રણાલીનું કુલ તરંગ-વિધેય Ψ_{total} આ ત્રણ ઘટક તરંગ-વિધેય સાથે નીચેનો સંબંધ ધરાવે છે :

$$\boxed{\Psi_{total} = R \cdot \Theta \cdot \Phi} \quad \textbf{અથવા} \quad \boxed{\Psi_{total} = R_{n,l}(r) \cdot \Theta_{l,m}(\theta) \cdot \Phi_m(\varphi)}$$

---

92. આપેલમાંથી શ્રોડિન્જર તરંગ સમીકરણનું સાચું સ્વરૂપ કયું છે ?

(A) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{d^2\Psi}{dy^2} + \frac{d^2\Psi}{dz^2} - \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E - V)\Psi = 0$ (B) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{d^2\Psi}{dy^2} + \frac{d^2\Psi}{dz^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E - V)\Psi = 0$

(C) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{d^2\Psi}{dy^2} + \frac{d^2\Psi}{dz^2} - \frac{8m^2\pi}{h^2}(E - V)\Psi = 0$ (D) $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{d^2\Psi}{dy^2} + \frac{d^2\Psi}{dz^2} + \frac{8\pi^2 m}{h}(E - V)\Psi = 0$

93. ઇલેક્ટ્રૉનનું કેન્દ્રથી અંતર 3 એકમ હોય ત્યારે ઇલેક્ટ્રૉનના કાર્ટેઝિયન નિર્દેશાંક આપેલમાંથી કયા હોઈ શકે ?

(A) (1, –1, 1) (B) (2, 1, –1) (C) (2, 0, 1) (D) (–1, 2, 2)

94. n = 4, l = 3, m = +2 માટે તરંગ-વિધેય **Ψ**ના કેટલા સ્વીકાર્ય ઉકેલ મળે છે ?

(A) 16 (B) 7 (C) 1 (D) 32

95. પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનનું સ્થાન દર્શાવતા ગોલીય ધ્રુવીય નિર્દેશાંક r, θ અને φનાં મૂલ્યો અનુક્રમે $2\sqrt{2}$, $\frac{3\pi}{4}$ અને $\frac{\pi}{4}$ છે, તો તેના કાર્ટેઝિયન નિર્દેશાંક આપેલમાંથી કયા હશે ?

(A) $(1, -2, \sqrt{3})$ (B) $(1, \sqrt{3}, -2)$ (C) $(-\sqrt{3}, 1, \sqrt{6})$ (D) $(\sqrt{3}, 1, \sqrt{6})$

96. પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનના કાર્ટેઝિયન નિર્દેશાંક $(2, -\sqrt{5}, z)$ હોય તથા ગોલીય ધ્રુવીય નિર્દેશાંક θનું મૂલ્ય 45^o હોય, તો zનું મૂલ્ય આપેલમાંથી કયું હશે ?

(A) –2 (B) 3 (C) 9 (D) $\sqrt{2}$

97. પરમાણુ-કેન્દ્રની આસપાસ કોઈ પણ એક બિંદુએ Ψનું મૂલ્ય આપેલમાંથી કયું શક્ય નથી ?

(A) –0.0004 (B) 1.2 (C) 0.00005 (D) 0

જવાબો : 91. (D), **92.** (B), **93.** (D), **94.** (C), **95.** (B), **96.** (B), **97.** (B)

● મુખ્ય ક્વૉન્ટમ-આંક (Principal Quantum Number)

(1) મુખ્ય ક્વૉન્ટમ-આંકનાં મૂલ્યો ધન પૂર્ણાંક સંખ્યા હોય છે. (n = 1, 2, 3, 4, 5, ...)

(2) તેના દ્વારા પરમાણુ અને આયનમાંના ઇલેક્ટ્રૉનની કુલ શક્તિ (E_n) નક્કી થાય છે. (એક ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતા પરમાણુ કે આયન માટે)

(3) જુદા જુદા nનાં મૂલ્યો ધરાવતા ઇલેક્ટ્રૉનના કેન્દ્રથી સાપેક્ષ અંતર નક્કી થાય છે. nનું ઊંચું મૂલ્ય ધરાવતો ઇલેક્ટ્રૉન કેન્દ્રથી વધુ અંતરે આવેલો હોય છે.

(4) આ ક્વૉન્ટમ-આંકને આધારે શક્તિસ્તર એટલે કે કક્ષા નક્કી થઈ શકે છે.

(5) કોઈ પણ શક્તિસ્તર (n)માં કક્ષકોના પ્રકારની સંખ્યા n હોય છે. કુલ કક્ષકોની સંખ્યા n^2 હોય છે અને ભરી શકાતા વધુમાં વધુ ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા $2n^2$ હોય છે.

મુખ્ય ક્વૉન્ટમ-આંક કક્ષા-ક્રમાંક (n)	**કક્ષા**	**કક્ષકોના પ્રકારની સંખ્યા (n)**	**કુલ કક્ષકોની સંખ્યા (n^2)**	**ભરી શકાતા વધુમાં વધુ કુલ ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા ($2n^2$)**
1	K	એક (s)	1	2
2	L	બે (s, p)	4	8
3	M	ત્રણ (s, p, d)	9	18
4	N	ચાર (s, p, d, f)	16	32
5	O	પાંચ (s, p, d, f, g)	25	50
6	P	છ (s, p, d, f, g, h)	36	72

● કોણીય વેગમાન ક્વૉન્ટમ-આંક (એઝિમ્યુથલ અથવા ગૌણ ક્વૉન્ટમ-આંક) (*l*) (Angular Momentum Quantum Number)

(1) મુખ્ય ક્વૉન્ટમ-આંક (n) સાથે સંકળાયેલા આ ક્વૉન્ટમ-આંકનાં મૂલ્યો 0 થી (n – 1) સુધીની પૂર્ણાંક સંખ્યાઓ છે.

(2) આ ક્વૉન્ટમ-આંકનાં મૂલ્યો દ્વારા કક્ષકોના આકાર (પ્રકાર) નક્કી થાય છે.

(3) આ ક્વૉન્ટમ-આંક (*l*)નું મૂલ્ય ઇલેક્ટ્રૉનનું કોણીય વેગમાન સૂચવે છે.

(4) કોણીય વેગમાન ધરાવતો ઇલેક્ટ્રૉન કોણીય ગતિને લીધે ગતિજ શક્તિ ધરાવે છે. આ કોણીય ગતિજ શક્તિનું મૂલ્ય ઇલેક્ટ્રૉનની કુલ શક્તિ દ્વારા મર્યાદિત થતું હોવાથી *l*નાં સ્વીકાર્ય મૂલ્યો nનાં મૂલ્યો પર આધાર રાખે છે.

(5) એક કરતાં વધુ ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતા પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનની કુલ શક્તિ $(n + l)$ દ્વારા નક્કી થાય છે.

મુખ્ય ક્વૉન્ટમ-આંક (n)	***l*નાં સ્વીકાર્ય મૂલ્યો (0 થી (n − 1) સુધીની પૂર્ણાંક સંખ્યા)**	***l*નાં મૂલ્યો**	**કક્ષકનો પ્રકાર**
1	0	0	s
2	0, 1	1	p
3	0, 1, 2	2	d
4	0, 1, 2, 3	3	f
5	0, 1, 2, 3, 4	4	g
6	0, 1, 2, 3, 4, 5	5	h

● **ચુંબકીય ક્વૉન્ટમ-આંક (m અથવા m_l) (Magnetic Quantum Number)**

(1) કોણીય વેગમાન ધરાવતો ઇલેક્ટ્રૉન ચુંબકીયક્ષેત્ર ધરાવે છે. આ ચુંબકત્વનું મૂલ્ય ક્વૉન્ટમ-આંક m દ્વારા નક્કી થાય છે.

(2) આ ચુંબકત્વની ઉત્પત્તિ ઇલેક્ટ્રૉનના કોણીય વેગમાનને લીધે હોવાથી mનાં સ્વીકાર્ય મૂલ્ય l સાથે સંબંધ ધરાવે છે.

(3) lના કોઈ પણ મૂલ્ય માટે mનાં સ્વીકાર્ય મૂલ્યોની સંખ્યા $(2l + 1)$ હોય છે.

(4) lના કોઈ પણ મૂલ્ય માટે mનાં મૂલ્યો $+l$ થી $-l$ સુધીની શૂન્ય સહિતની પૂર્ણાંક સંખ્યાઓ હોય છે.

(5) lના કોઈ પણ મૂલ્ય માટે (કોઈ પણ પ્રકારની કક્ષક માટે) mનાં સ્વીકાર્ય મૂલ્યોની સંખ્યા $(2l + 1)$ તે કક્ષકની સંખ્યા સૂચવે છે.

***l*નાં મૂલ્યો**	**કક્ષકનો પ્રકાર**	**mનાં સ્વીકાર્ય મૂલ્યોની સંખ્યા (2*l* + 1) (જે-તે પ્રકારની કક્ષકોની સંખ્યા)**	**mનાં સ્વીકાર્ય મૂલ્યો +*l* થી −*l* સુધીની પૂર્ણાંક સંખ્યા**
0	s	એક	0
1	p	ત્રણ	+1, 0, −1
2	d	પાંચ	+2, +1, 0, −1, −2
3	f	સાત	+3, +2, +1, 0, −1, −2, −3, −4
4	g	નવ	+4, +3, +2, +1, 0, −1, −2, −3, −4, −5
5	h	અગિયાર	+5, +4, +3, +2, +1, 0, −1, −2, −3, −4, −5

● **સ્પિન ક્વૉન્ટમ-આંક(s) (Spin Quantum Number)**

શ્રોડિન્જર તરંગ-સમીકરણમાંથી ક્વૉન્ટમ-આંક n, l અને m ઉદ્ભવે છે. પરંતુ ઇલેક્ટ્રૉનના સંપૂર્ણ વર્ણન માટે સ્પિન ક્વૉન્ટમ-આંક(s)ની પણ જરૂ પડે છે, જે શ્રોડિન્જર તરંગ-સમીકરણમાંથી ઉદ્ભવતો નથી. ઈ.સ. 1925માં ગાઉડસ્મીટ અને ઉહલેનબેક નામના વૈજ્ઞાનિકોએ સૂચવ્યું કે ઇલેક્ટ્રૉનનું ધરીભ્રમણ કોણીય વેગમાન ધરાવે છે. આ વેગમાન પણ ક્વૉન્ટીકૃત થયેલું હોય છે. તેની ગણતરી માટે સ્પિન ક્વૉન્ટમ-આંક(s)ની જરૂર પડે છે. ઇલેક્ટ્રૉન સમઘડી અથવા વિષમઘડી એમ બે પરસ્પર વિરોધી સ્પિન ધરાવે છે માટે આ ક્વૉન્ટમ-આંક ફક્ત $+\frac{1}{2}$ અને $-\frac{1}{2}$ એમ બે જ મૂલ્યો ધરાવે છે. ઇલેક્ટ્રૉનની કોણીય ગતિને લીધે ઉત્પન્ન થતાં ચુંબકીયક્ષેત્ર ઉપરાંત ઇલેક્ટ્રૉનના ધરીભ્રમણને લીધે ઇલેક્ટ્રૉન આંતરિક ચુંબકીય ગુણ ધરાવે છે. આ ચાકમાત્રા બે વિરુદ્ધ દિશામાં હોવાથી સ્પિન ક્વૉન્ટમ-આંકનાં બે મૂલ્યો $+\frac{1}{2}$ અને $-\frac{1}{2}$ હોય છે.

98. ક્વૉન્ટમ આંક n, l અને m દ્વારા કઈ બાબત સમજાવી શકાતી નથી ?

(A) કક્ષા-ક્રમાંક

(B) વર્ણપટમાં મળતા ડબ્લેટ, ટ્રિપલેટ વગેરે

(C) કક્ષાકના પ્રકાર

(D) આપેલ ત્રણેય સમજાવી શકાતા નથી.

99. એક કરતાં વધુ ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતી પ્રણાલી (પરમાણુ અથવા આયન) માટે $2 \le n + l \le 4$ હોય તેવી કક્ષકોની કુલ સંખ્યા આપેલમાંથી કેટલી હશે ?

(A) 5 (B) 9 (C) 12 (D) 10

100. આપેલમાંથી ક્વૉન્ટમ-આંકનો કયો સેટ શક્ય નથી ?

(A) $n = 1, l = 0, m_l = 0$

(B) $n = 4, l = 3, m_l = 3$

(C) $n = 2, l = 1, m_l = +2$

(D) $n = 6, l = 2, m_l = -1$

101. ઊર્જા આપતા આપેલમાંથી કયા ક્વૉન્ટમ-આંક ધરાવતી કક્ષકમાંથી ઇલેક્ટ્રૉન પ્રથમ દૂર થશે ?

(A) $n = 4, l = 0$ (B) $n = 3, l = 2$ (C) $n = 3, l = 1$ (D) $n = 2, l = 1$

102. આપેલમાંથી કયા ક્વૉન્ટમ-આંક ધરાવતી કક્ષકમાં ઇલેક્ટ્રૉન પ્રથમ ભરાશે ?

(A) $n = 3, l = 1$ (B) $n = 3, l = 2$ (C) $n = 3, l = 0$ (D) $n = 2, l = 1$

103. આપેલમાંથી કયા ક્વૉન્ટમ-આંક ધરાવતી ઇલેક્ટ્રૉન સૌથી છેલ્લે ભરાશે ?

(A) $n = 4, l = 0, m_l = 0$

(B) $n = 3, l = 2, m_l = +1$

(C) $n = 3, l = 0, m_l = 0$

(D) $n = 3, l = 1, m_l = -1$

104. હાઇડ્રોજન પરમાણુની ઉત્તેજિત અવસ્થા માટે આપેલ જુદી જુદી ક્વૉન્ટમ અવસ્થામાંથી કઈ ક્વૉન્ટમ અવસ્થામાં ઇલેક્ટ્રૉનની ઊર્જા સૌથી ઓછી હશે ?

(A) $n = 5, l = 2, m_l = +1, s = -\frac{1}{2}$

(B) $n = 6, l = 0, m_l = 0, s = +\frac{1}{2}$

(C) $n = 4, l = 3, m_l = -2, s = +\frac{1}{2}$

(D) $n = 5, l = 0, m_l = 0, s = -\frac{1}{2}$

105. હાઇડ્રોજન સિવાયના પરમાણુમાં એક જ કક્ષામાં સમાન ઊર્જાવાળી કક્ષકોની સંખ્યા કેટલી હોય છે ?

(A) n^2 (B) $2l + 1$ (C) n (D) આપેલ એક પણ નહિ.

106. કેન્દ્ર અને p કક્ષાની વચ્ચે આવતી બધી જ કક્ષકો ઇલેક્ટ્રૉનથી પૂર્ણ ભરેલી હોય, તો તેમાં કેટલા ઇલેક્ટ્રૉન માટે ક્વૉન્ટમ-આંક $l = 0$ હશે ?

(A) 5 (B) 25 (C) 10 (D) 30

107. ભૂમિતલ અવસ્થામાં $m_l = -1$ હોય તેવા ચાર ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતા તત્ત્વનાં મહત્તમ શક્ય પરમાણ્વિય-ક્રમાંક કયો હશે ?

(A) 23 (B) 18 (C) 24 (D) 16

108. કોઈ પણ ઊર્જા-સ્તરમાં એક જ પ્રકારની કક્ષકોમાં વધુમાં વધુ કેટલા ઇલેક્ટ્રૉન ભરી શકાય છે ?

(A) $4l + 2$ (B) $2n^2$ (C) n^2 (D) $2l + 1$

109. એક કરતાં વધુ ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતી પ્રણાલી (પરમાણુ અથવા આયન) માટે $2 \le n + l \le 5$ હોય તેવા ઇલેક્ટ્રૉનની કુલ સંખ્યા આપેલમાંથી કેટલી હશે ?

(A) 18 (B) 36 (C) 8 (D) 16

110. P કક્ષામાં વધુમાં વધુ કેટલા ઈલેક્ટ્રૉન ભરી શકાય ?

(A) 6 (B) 36 (C) 12 (D) 72

111. ભૂમિતલ અવસ્થામાં $m_l = +1$ હોય તેવા ચાર ઈલેક્ટ્રૉન ધરાવતા તત્ત્વનો ન્યૂનતમ શક્ય પરમાણ્વિય-ક્રમાંક કયો હશે ?

(A) 18 (B) 14 (C) 12 (D) 16

112. પરમાણુ-કેન્દ્ર અને O કક્ષા વચ્ચે આવતી બધી જ કક્ષકો ઈલેક્ટ્રૉનથી સંપૂર્ણ ભરાયેલી હોય, તો તેવા ઈલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા કેટલી થાય ?

(A) 60 (B) 30 (C) 32 (D) 16

113. પરમાણુ કેન્દ્ર અને O કક્ષા વચ્ચે આવતી બધી જ કક્ષકો ઈલેક્ટ્રૉનથી સંપૂર્ણ ભરાયેલી હોય, તો તેવા ઈલેક્ટ્રૉનમાંથી કેટલા ઈલેક્ટ્રૉન માટે $s = +\frac{1}{2}$ થાય ?

(A) 60 (B) 30 (C) 32 (D) 16

114. પરમાણુ-કેન્દ્ર અને O કક્ષા વચ્ચે આવતી બધી જ કક્ષકો ઈલેક્ટ્રૉનથી સંપૂર્ણ ભરાયેલી હોય, તો તેવા ઈલેક્ટ્રૉનમાંથી કેટલા ઈલેક્ટ્રૉન માટે $m_l = 0$ થાય ?

(A) 10 (B) 30 (C) 20 (D) 16

115. પરમાણુ-કેન્દ્ર અને O કક્ષા વચ્ચે આવતી બધી જ કક્ષકો ઈલેક્ટ્રૉનથી સંપૂર્ણ ભરાયેલી હોય, તો તેવા ઈલેક્ટ્રૉનમાંથી કેટલા ઈલેક્ટ્રૉન માટે $m_l = -1$ થાય ?

(A) 6 (B) 30 (C) 12 (D) 16

જવાબો : **98.** (B), **99.** (B), **100.** (C), **101.** (A), **102.** (D), **103.** (B), **104.** (C), **105.** (B), **106.** (C), **107.** (A), **108.** (A), **109.** (B), **110.** (D), **111.** (B), **112.** (A), **113.** (B), **114.** (C), **115.** (A)

- **ns કક્ષકનો આકાર**

કક્ષકોના આકાર જે-તે કક્ષકના **Ψ**ના સ્વીકાર્ય ઉકેલને આધારે નક્કી થઈ શકે છે. ધરાસ્થિતિમાં હાઇડ્રોજન પરમાણુનો ઈલેક્ટ્રૉન પ્રથમ શક્તિસ્તર (n = 1)માં હોય છે. આ શક્તિસ્તર ફક્ત એક જ કક્ષક (*l*s કક્ષક) ધરાવે છે. શ્રોડિન્જર સમીકરણથી n = 1 અને $l = 0$ માટે (*l*s કક્ષક માટે) **Ψ**ના સ્વીકાર્ય ઉકેલનું સમીકરણ H પરમાણુ માટે નીચે પ્રમાણે છે :

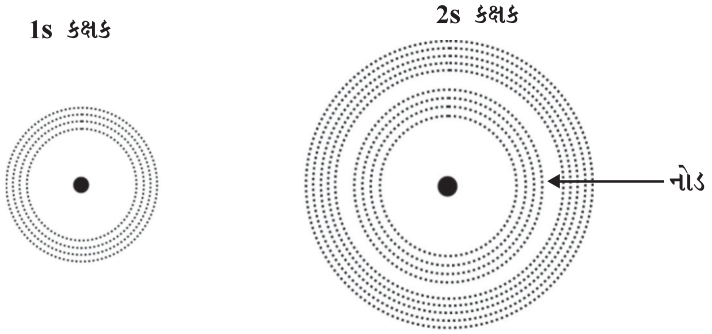
$$\Psi_{\substack{n=1\\l=0}} = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\left[\frac{1}{a_0}\right]^{\frac{3}{2}} \cdot e^{\frac{-r}{a_0}},\ a_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 me^2},\ r = \text{ઈલેક્ટ્રૉનનું કેન્દ્રથી અંતર}$$

આ સમીકરણ સૂચવે છે કે તેમાં માત્ર r ચલ છે પણ θ અને φ ચલ મૂલ્યો નથી, તેથી **Ψ**નું મૂલ્ય ફક્ત r ચલ પર આધારિત છે. આથી કેન્દ્રથી બધી જ દિશામાં r અંતરે આવેલાં બિંદુઓએ **Ψ**નું મૂલ્ય સમાન મળે છે, તેથી તે બિંદુઓએ Ψ^2નાં મૂલ્યો પણ સમાન મળે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો કેન્દ્રથી બધી જ દિશામાં સમાન અંતરે આવેલાં બિંદુઓએ ઈલેક્ટ્રૉન મળવાની સંભાવના સમાન હોય છે. ઈલેક્ટ્રૉન મળવાની સમાન સંભાવના ધરાવતાં આ પ્રકારનાં બિંદુઓમાંથી પસાર થતી એક સપાટી કલ્પીએ તો તેનો આકાર ગોળ દડા જેવો હશે. આથી કહી શકાય કે n = 1 અને $l = 0$ મૂલ્ય ધરાવતા *l*s કક્ષકનો આકાર ગોળાકાર છે.

આ જ પ્રમાણે અન્ય શક્તિસ્તરોમાં $l = 0$ મૂલ્ય (ns કક્ષક) માટે **Ψ**ના સ્વીકાર્ય ઉકેલના સમીકરણમાં માત્ર r ચલ છે. તેથી બધા જ શક્તિસ્તરોમાં $l = 0$ મૂલ્ય ધરાવતી કક્ષકો ગોળાકાર હોય છે એટલે કે ns કક્ષક ગોળાકાર હોય છે.

નોડ : કોઈ પણ કક્ષકમાં એવો અવકાશીય વિસ્તાર કે સપાટી જ્યાં ઇલેક્ટ્રૉન મળવાની સંભાવના શૂન્ય ($\Psi = 0$) હોય તેને નોડ કહે છે.

1s અને 2s કક્ષકો :

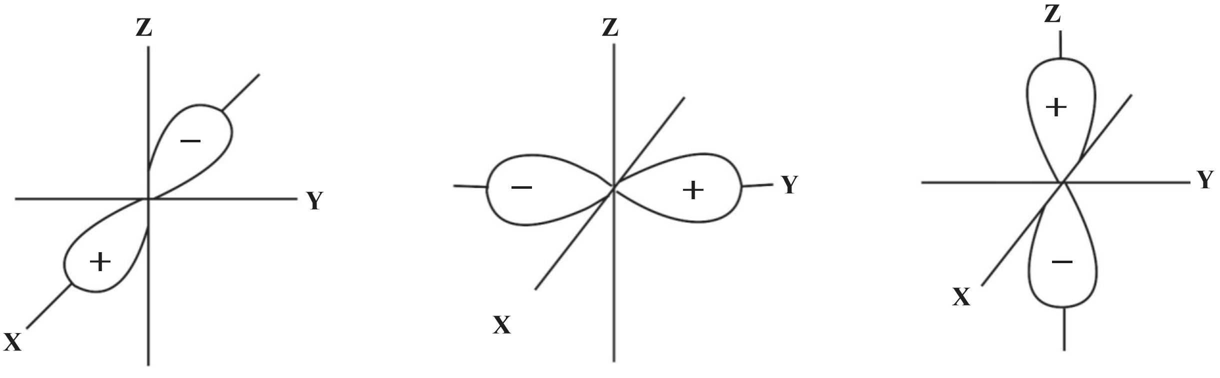


- **2p કક્ષકો (p કક્ષકો)ની સંખ્યા આકાર અને તેનો દિશાકીય ગુણ**

શ્રોડિન્જર તરંગ સમીકરણમાંથી n = 2 માટે Ψના ચાર સ્વીકાર્ય ઉકેલ મળે છે. તેમાંનો એક ઉકેલ n = 2, $l = 0$ માટે મળે છે અને આ ઉકેલ ફક્ત r ચલ ઉપર આધાર રાખે છે, જે 2s કક્ષક સૂચવે છે.

બાકીના ત્રણ ઉકેલ n = 2, $l = 1$ માટે મળે છે, જે mનાં ત્રણ મૂલ્યો +1, 0 અને −1 માટે હોય છે જે ત્રણ p-કક્ષકો સૂચવે છે. આ ત્રણમાંથી બે સ્વીકાર્ય તરંગ-વિધેયો r, θ અને φ ચલ ધરાવે છે. જ્યારે ત્રીજું સ્વીકાર્ય તરંગ-વિધેય r અને θ ચલ ધરાવે છે, તેથી તેના દ્વારા દર્શાવાતી ત્રણ p-કક્ષકો દિશાકીય ગુણ ધરાવે છે. (અથવા સદિશ હોય છે.)

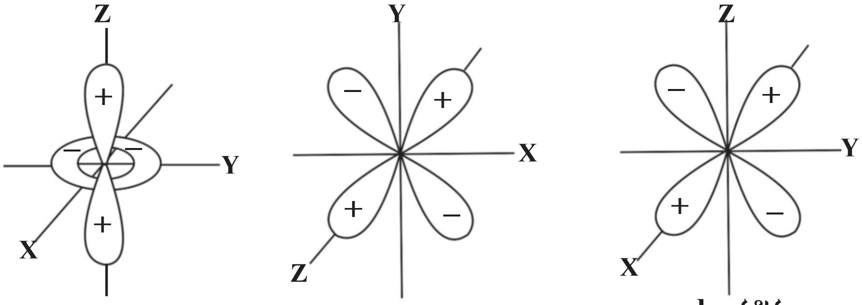
આ ત્રણ p-કક્ષકોના આકાર ડંબેલ્સ આકાર ગણવામાં આવે છે અને ત્રણેય p-કક્ષકો સમશક્તિ હોય છે.



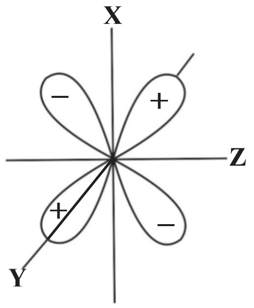
p_x કક્ષકો p_y કક્ષકો p_z કક્ષકો

- **d કક્ષકો અથવા 3d કક્ષકો (d કક્ષકો)ની સંખ્યા આકાર અને તેનો દિશાકીય ગુણ**

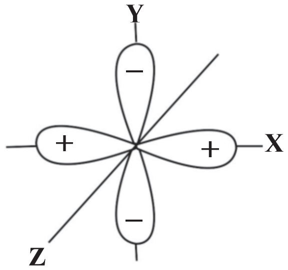
$l = 2$ માટે mનાં પાંચ મૂલ્યો +2, +1, 0, −1, −2 હોય છે. આથી $l = 2$ મૂલ્યો ધરાવતાં સ્વીકાર્ય તરંગ-વિધેયોની સંખ્યા પાંચ થાય છે, જે પાંચ d-કક્ષકો સૂચવે છે. Ψનાં આ પાંચ સ્વીકાર્ય તરંગ-વિધેયો r, θ અને φ ચલ ઉપર આધાર રાખતા હોવાથી પાંચ d-કક્ષકો દિશાકીય ગુણ ધરાવે છે. તેમનો આકાર અનિયમિત ડબલ ડંબેલ્સ આકાર ગણવામાં આવે છે.



d_{z^2} કક્ષક X d_{xy} કક્ષક d_{yz} કક્ષક



d_{zx} કક્ષક



$d_{x^2-y^2}$ કક્ષક

f કક્ષકો : f કક્ષકો માટે $l = 3$ આથી mના સ્વીકાર્ય મૂલ્યોની સંખ્યા સાત છે, જે નીચે પ્રમાણે છે :

$m = +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3$

માટે એક જ ઊર્જાસ્તરમાં મળતી સાત f કક્ષકોના પ્રકાર : $f_{x(x^2-y^2)}$, $f_{y(x^2-y^2)}$, $f_{z(x^2-y^2)}$, f_{xy^2}, f_{yz^2}, f_{zx^2}, f_{z^3}

f કક્ષકો સદિશ અને એક જ ઊર્જા સ્તરમાં બધી જ f કક્ષકો સમાન ઊર્જાવાળી હોય છે.

- **પરમાણ્વિય કક્ષકોની સાપેક્ષ શક્તિ :**

હાઇડ્રોજન પરમાણુ (H) માટે એક જ ઊર્જાસ્તરમાં આવેલી બધી જ કક્ષકો સમશક્તિ હોય છે એટલે કે મુખ્ય ક્વૉન્ટમ-આંક (n)નું સમાન મૂલ્ય ધરાવતી બધી જ કક્ષકો સમશક્તિ હોય છે. હાઇડ્રોજન પરમાણુ માટે કક્ષકોની શક્તિનો ક્રમ નીચે મુજબ છે :

$1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < 4s = 4p = 4d = 4f < 5s = 5p = 5d = 5f = 5g < 6s = 6p = 6d = 6f = 6g = 6h < ....$

હાઇડ્રોજન સિવાયના પરમાણુઓ માટે એક જ શક્તિસ્તરમાં (nના સમાન મૂલ્ય માટે) એક જ પ્રકારની કક્ષકો સમશક્તિ હોય છે. દા.ત., બીજા શક્તિસ્તરમાં ત્રણેય p કક્ષકો સમશક્તિ હોય છે. ($2p_x = 2p_y = 2p_x$). પરંતુ એક જ શક્તિસ્તરમાં (nના સમાન મૂલ્ય માટે) જુદા જુદા પ્રકારની કક્ષકો માટે શક્તિનો ક્રમ $s < p < d < f$ હોય છે. સામાન્ય રીતે હાઇડ્રોજન સિવાયના પરમાણુઓમાં કક્ષકોની શક્તિનો ક્રમ n અને lના સરવાળાને આધારે નક્કી થાય છે. જે કક્ષક માટે $(n + l)$નું મૂલ્ય ઊંચું તેની શક્તિ વધારે હોય છે. જો બે જુદી-જુદી કક્ષકો માટે $(n + l)$નું મૂલ્ય સમાન હોય, તો જે કક્ષક માટે nનું મૂલ્ય વધારે હોય તે કક્ષકની શક્તિ વધારે હોય છે. આમ, હાઇડ્રોજન સિવાયના પરમાણુઓમાં કક્ષકોની શક્તિનો ક્રમ નીચે પ્રમાણે હોય છે :

	1s<	2s<	2p<	3s<	3p<	4s<	3d<	4p<	5s<	4d<	5p<	6s<	4f<	5d<	6p<	7s<	5f<	6d<	7p<	8s<...
nનું મૂલ્ય :	1	2	2	3	3	4	3	4	5	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
lનું મૂલ્ય :	0	0	1	0	1	0	2	1	0	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0
$(n + l)$નું મૂલ્ય :	1	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8

આ ઉપરાંત, એક જ પ્રકારની બધી જ કક્ષકો સંપૂર્ણ ભરાયેલી હોય અથવા અર્ધભરાયેલી હોય, તો પરમાણુનું સ્થાયિત્વ વધે છે.

આથી ક્રોમિયમ પરમાણુ ($_{24}Cr$)ની ઇલેક્ટ્રૉન રચના $[Ar]\ 3d^4\ 4s^2$ નહિ પણ $[Ar]\ 3d^5\ 4s^1$ હોય છે અને તે જ પ્રમાણે કૉપર પરમાણુ ($_{29}Cu$)ની ઇલેક્ટ્રૉન રચના $[Ar]\ 3d^9\ 4s^2$ નહિ પણ $[Ar]\ 3d^{10}\ 4s^1$ હોય છે.

	3d					4s
$_{24}Cr[Ar]$	↑	↑	↑	↑	↑	↑

	3d					4s
$_{29}Cu[Ar]$	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑

- **ઇલેક્ટ્રૉન રચનાના નિયમો :**

(1) આઉફ-બાઉનો સિદ્ધાંત : પરમાણુમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રૉન સૌથી ઓછી શક્તિ ધરાવતી કક્ષકમાં દાખલ થાય છે. ત્યાર બાદ ક્રમશઃ ઊંચી ઊર્જા ધરાવતી કક્ષકોમાં દાખલ થાય છે. (H સિવાય) કક્ષકોની શક્તિનો ચઢતો ક્રમ નીચે પ્રમાણેનો છે :

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < 8s < .....$

(2) પૌલીનો નિષેધ સિદ્ધાંત : 'કોઈ પણ કક્ષક વધુમાં વધુ બે ઇલેક્ટ્રૉન સમાવી શકે, બે કરતાં વધુ ઇલેક્ટ્રૉન સમાવી શકે નહિ.'

અથવા

'એક જ પરમાણુમાં કોઈ પણ બે ઇલેક્ટ્રૉનના ચારેય ક્વૉન્ટમ-આંક કદાપિ સમાન હોઈ શકે નહિ.'

(3) હૂંડનો સિદ્ધાંત (મહત્તમ સ્પિન ગુણકતાનો સિદ્ધાંત) : સમાન ઊર્જા ધરાવતી કક્ષકોમાં ઇલેક્ટ્રૉન શક્ય હોય ત્યાં સુધી અયુગ્મિત રહેવાનું વલણ ધરાવે છે અને તેમની સ્પીન સમાંતર રહે છે. એટલે કે સમાન શક્તિ ધરાવતી કક્ષકોમાં પ્રથમ દરેક કક્ષકમાં એક-એક ઇલેક્ટ્રૉન ગોઠવાય છે. ત્યાર બાદ જ ઇલેક્ટ્રૉન-યુગ્મ બને છે.

- કક્ષકીય કોણીય વેગમાન = $\sqrt{l(l+1)} \cdot \frac{h}{2\pi}$
- ધરાભ્રમણ (સ્પિન) કોણીય વેગમાન = $\sqrt{s(s+1)} \cdot \frac{h}{2\pi}$
- સ્પિન ગુણક (સ્પિન મલ્ટિસિપ્લિટી) = 2s + 1 જ્યાં s (કુલ સ્પિન) = $n \times \frac{1}{2}$

  n = અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા
- કોઈ પણ કક્ષકમાં રેડિયલ (સ્ફેરિકલ અથવા ગોલીય) નોડની સંખ્યા = $n - l - 1$
- કોઈ પણ કક્ષકમાં ઍંગ્યુલર નોડ (સમતલીય નોડ)ની સંખ્યા = l
- કોઈ પણ કક્ષકમાં કુલ નોડ (રેડિયલ નોડ અને ઍંગ્યુલર નોડ)ની સંખ્યા = $n - 1$

---

116. H પરમાણુના સંદર્ભમાં $n = 1$, $l = 0$ માટે (1s કક્ષક માટે) **Ψ**ના સ્વીકાર્ય ઉકેલનું સમીકરણ આપેલમાંથી કયું છે ?

(A) $\Psi_{\substack{n=1\\l=0}} = \frac{a_0 . e^{\frac{-r}{a_0}}}{\sqrt{\pi a_0}}$ (B) $\Psi_{\substack{n=1\\l=0}} = \frac{a_0^{-1} . e^{\frac{-r}{a_0}}}{\sqrt{\pi a_0}}$ (C) $\Psi_{\substack{n=1\\l=0}} = \frac{a_0^{-1} . e^{\frac{r}{a_0}}}{\sqrt{\pi a_0}}$ (D) $\Psi_{\substack{n=1\\l=0}} = \frac{a_0^{\frac{3}{2}} . e^{\frac{-r}{a_0}}}{\sqrt{\pi}}$

117. શ્રોડિન્જર તરંગ-સમીકરણના ઉકેલથી $n = 4$, $l = 2$ માટે કેટલા સ્વીકાર્ય તરંગ-વિધેય મળે ?

(A) 16 (B) 5 (C) 4 (D) 6

118. આપેલ p-કક્ષકની ઇલેક્ટ્રૉન રચના કયા નિયમ મુજબ ખોટી છે ? [↑ | ↑ | ↓]

(A) પૌલીનો નિષેધ નિયમ (B) હૂંડનો મહત્તમ ભ્રમણનો નિયમ

(C) આઉફબાઉનો નિયમ (D) આપેલ ત્રણેય

119. d-કક્ષક માટે આપેલમાંથી કઈ ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના ખોટી છે ?

(A) [↑ | ↑ | ↑↓ | ↑ | ↑] (B) [↑↓ | ↑ | ↑ | ↑ |] (C) [↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑ | ↑] (D) [↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑]

120. કોઈ પણ કક્ષકમાં રેડિયલ (સ્ફેરિકલ અથવા ગોલીય) નોડની સંખ્યા કેટલી હોય છે ?

(A) $n - 1$ (B) l (C) $n - l - 1$ (D) $n + l$

121. કોઈ પણ કક્ષકમાં ઍંગ્યુલર નોડ (સમતલીય નોડ)ની સંખ્યા કેટલી હોય છે ?

(A) $n - 1$ (B) l (C) $n - l - 1$ (D) $n + l$

122. કોઈ પણ કક્ષકમાં કુલ નોડ (રેડિયલ નોડ અને ઍંગ્યુલર નોડ)ની સંખ્યા કેટલી હોય છે ?

(A) $n - 1$ (B) l (C) $n - l - 1$ (D) $n + l$

123. આપેલમાંથી કઈ કક્ષક માટે XY સપાટીમાં ઇલેક્ટ્રૉન મળવાની સંભાવના '0' હોય છે ?

(A) $2p_x$ (B) $2p_y$ (C) $2p_z$ (D) $3d_{xy}$

124. આપેલમાંથી કઈ કક્ષક માટે XY સપાટીમાં ઇલેક્ટ્રૉન મળવાની સંભાવના '0' નથી હોતી ?

(A) $3d_{zx}$ (B) $3d_{yz}$ (C) $2p_z$ (D) $3d_{xy}$

125. 0.5 kg ન્યુટ્રૉન અને $^{16}_{8}O$ સમસ્થાનિક ધરાવતા ડાયઑક્સિજન વાયુના નમૂનાનું દળ કેટલું થાય ?

(ન્યુટ્રૉનનું દળ = 1.67493×10^{-27}kg)

(A) 1982.86 ગ્રામ (B) 991.4 ગ્રામ (C) 9.982 કિગ્રા (D) આપેલ એક પણ નહિ.

126. He અને Neના પરમાણ્વિય દળ અનુક્રમે 4 અને 20 a.m.u. છે. -73^o સેલ્સિયસ તાપમાને He વાયુની દ-બ્રોગલી તરંગ-લંબાઈ Ne વાયુની 727^o સેલ્સિયસ તાપમાને તરંગ-લંબાઈ કરતાં M ગણી છે, તો Mની કિંમત જણાવો.

(A) 5 (B) 4 (C) 8 (D) 12

127. માઇક્રોસ્કોપ વડે ઇલેક્ટ્રૉનનું સ્થાન નક્કી કરતાં તેમાં $0.2\,\mathring{A}$ જેટલી અનિશ્ચિતતા આવે છે, જો તે જ પ્રયોગ દ્વારા ઇલેક્ટ્રૉનનો વેગ માપવામાં આવે, તો તેમાં મળતી અનિશ્ચિતતા આપેલમાંથી કઈ હોઈ શકે ?

(ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ = $9.11 \times 10\text{-}31^{-31}$kg)

(A) $2.9 \times 10^6\ ms^{-1}$ (B) $2.9 \times 10^7\ ms^{-1}$ (C) $3.5 \times 10^6\ ms^{-1}$ (D) આપેલ ત્રણેય શક્ય છે.

128. એક ધાતુની આયનીકરણ શક્તિ 416 કિ. જૂલ મોલ$^{-1}$ છે. જો તે ધાતુની સપાટી પર 4.0×10^{-8} m તરંગ-લંબાઈ ધરાવતા વિકિરણ આપાત કરવામાં આવે, તો ઉત્સર્જિત ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ કેટલી હશે ?

(ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ 9.109×10^{-31}kg છે.)

(A) $3.65 \times 10^6\ ms^{-1}$ (B) $3.065 \times 10^6\ ms^{-1}$ (C) $3.30 \times 10^6\ ms^{-1}$ (D) $1.04 \times 10^8\ ms^{-1}$

129. Z = 16 પરમાણ્વિય-ક્રમાંક ધરાવતા પરમાણુની ભૂમિતલ અવસ્થામાં સૌથી છેલ્લે ભરાયેલા બે ઇલેક્ટ્રૉનમાંથી છેલ્લેથી બીજા ઇલેક્ટ્રૉનના ક્વૉન્ટમ-આંક $n = 3,\ l = 1,\ m_l = 0,\ s = +\frac{1}{2}$ હોય, તો છેલ્લે ભરાયેલા ઇલેક્ટ્રૉનના ક્વૉન્ટમ-આંક આપેલમાંથી કયા શક્ય છે ?

(A) $n = 3,\ l = 1,\ m_l = -1,\ s = +\frac{1}{2}$ (B) $n = 3,\ l = 0,\ m_l = 0,\ s = +\frac{1}{2}$

(C) $n = 3,\ l = 0,\ m_l = 0,\ s = -\frac{1}{2}$ (D) $n = 3,\ l = 1,\ m_l = -1,\ s = -\frac{1}{2}$

130. હાઇડ્રોજન પરમાણુની ઉત્તેજિત અવસ્થામાં બીજી કક્ષામાં ભ્રમણ કરતા ઇલેક્ટ્રૉનની તરંગ-લંબાઈ કેટલી હશે ? જ્યાં હાઇડ્રોજન પરમાણુની nમી કક્ષાની ત્રિજ્યા $r_n = 52.9 \times n^2$ pm સૂત્રથી દર્શાવાય છે.

(A) 6.64×10^{-11} m (B) 6.64×10^{-8} m (C) 6.64×10^{-10} m (D) 6.64×10^{-9} m

131. હાઇડ્રોજન પરમાણુની ઉત્તેજિત અવસ્થામાં ઇલેક્ટ્રૉનની તરંગ-લંબાઈ 1 nm હોય, તો તે ઇલેક્ટ્રૉનનો મુખ્ય ક્વૉન્ટમ-આંક કેટલો હશે ? જ્યાં હાઇડ્રોજન પરમાણુની nમી કક્ષાની ત્રિજ્યા $r_n = 52.9 \times n^2$ pm સૂત્રથી દર્શાવાય છે.

(A) 5 (B) 3 (C) 2 (D) 4

132. હાઇડ્રોજન પરમાણુના ઇલેક્ટ્રૉનનું ત્રીજી ઉત્તેજિત અવસ્થામાં નીચા ઊર્જા-સ્તરમાં સંક્રમણ થાય ત્યારે 486.3 nm તરંગ લંબાઈ ધરાવતા વિકિરણના ફોટોનનું ઉત્સર્જન થાય છે, તો તે ઇલેક્ટ્રૉનની દ-બ્રોગલી તરંગ-લંબાઈમાં કેટલો ઘટાડો થશે ? હાઇડ્રોજન પરમાણુમાં nમી કક્ષાની ત્રિજ્યા '$r = 5.29 \times 10^{-11} \times n^2$ મીટર' સૂત્રથી દર્શાવાય છે.

(A) $6.644\,\mathring{A}$ (B) 6.644×10^{-10} cm (C) 6.644 pm (D) 6.644 nm

133. આપેલ વિધાનો માટે યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

વિધાન A : ધાતુની સપાટી પર તે ધાતુની થ્રેસોલ્ડ તરંગ-લંબાઈ કરતાં વધુ તરંગ-લંબાઈ ધરાવતાં વિકિરણો આપાત કરવામાં આવે, તો ઈલેક્ટ્રૉન ઉત્સર્જિત થાય છે.

વિધાન B : ધાતુની થ્રેસોલ્ડ તરંગ-લંબાઈ કરતાં વધુ તરંગ-લંબાઈ ધરાવતા વિકિરણના ફોટોનની ઊર્જા ધાતુની થ્રેસોલ્ડ ઊર્જા કરતાં વધારે હોય છે.

(A) વિધાન A અને વિધાન B બંને સાચાં છે અને વિધાન Aનું કારણ વિધાન B છે.

(B) વિધાન A અને વિધાન B બંને સાચાં છે પણ વિધાન Aનું કારણ વિધાન B નથી.

(C) વિધાન A અને વિધાન B બંને ખોટાં છે.

(D) વિધાન A ખોટું છે અને વિધાન B સાચું છે.

134. આપેલ વિધાનો માટે યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

વિધાન A : હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં ઈલેક્ટ્રૉન જેમ કેન્દ્રથી દૂર જાય તેમ તેની ઊર્જા વધે છે.

વિધાન B : હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં ઈલેક્ટ્રૉન જેમ કેન્દ્રથી દૂર જાય તેમ તેની દ-બ્રોગલી તરંગ-લંબાઈ ઘટે છે.

(A) વિધાન A અને વિધાન B બંને સાચાં છે અને વિધાન Aનું કારણ વિધાન B છે.

(B) વિધાન A અને વિધાન B બંને સાચાં છે પણ વિધાન Aનું કારણ વિધાન B નથી.

(C) વિધાન A અને વિધાન B બંને ખોટાં છે.

(D) વિધાન A સાચું છે અને વિધાન B ખોટું છે.

135. સમૂહ-Iમાં આપેલ કક્ષકો માટે સમૂહ-IIમાં આપેલ નોડની સંખ્યા માટે આપેલ 4×5 મેટ્રિક્ષ સાથે યોગ્ય રીતે જોડો :

સમૂહ-I	**સમૂહ-I**						
(A) 4s	(P) ઍંગ્યુલર નોડની સંખ્યા 3 અને રેડિયલ નોડની સંખ્યા 0	(A)	P	Q	R	S	T
(B) 4p	(Q) ઍંગ્યુલર નોડની સંખ્યા 0 અને રેડિયલ નોડની સંખ્યા 3	(B)	P	Q	R	S	T
(C) 4d	(R) ઍંગ્યુલર નોડની સંખ્યા 2 અને રેડિયલ નોડની સંખ્યા 1	(C)	P	Q	R	S	T
(D) 4f	(S) ઍંગ્યુલર નોડની સંખ્યા 1 અને રેડિયલ નોડની સંખ્યા 2	(D)	P	Q	R	S	T
	(T) કુલ નોડની સંખ્યા 3						

136. સમૂહ-Iમાં આપેલ તરંગવિધેય માટે સમૂહ-IIમાં તરંગવિધેય સાથે સંકળાતા ક્વૉન્ટમ-આંક આપેલ છે. સમૂહ-Iમાં આપેલ તરંગવિધેય માટે સમૂહ-IIમાં આપેલ 3×3 મેટ્રિક્સ સાથે યોગ્ય રીતે જોડો :

સમૂહ-I	**સમૂહ-II**				
(A) $\Psi(R)$	(P) n	(A)	P	Q	R
(B) $\Psi(\Theta)$	(Q) l	(B)	P	Q	R
(C) $\Psi(\Phi)$	(R) m	(C)	P	Q	R

જવાબો : **116.** (B), **117.** (B), **118.** (B), **119.** (B), **120.** (C), **121.** (B), **122.** (A), **123.** (C), **124.** (D), **125.** (B), **126.** (A), **127.** (D), **128.** (B), **129.** (D), **130.** (C), **131.** (B), **132.** (A), **133.** (C), **134.** (D).

જવાબ : **135.**

(A) P **Q** R S **T**

(B) P Q R **S** **T**

(C) P Q **R** S **T**

(D) **P** Q R S **T**

જવાબ : **136.**

(A) **P** **Q** R

(B) P **Q** **R**

(C) P Q **R**

•