# 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 $\lambda$ = 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.

● **હાઇઝનબર્ગનો અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત**

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

**હાઇઝનબર્ગના અનિશ્ચિતતાના સિદ્ધાંતનું ગાણિતીય સ્વરૂપ :** ગતિશીલ અતિ સૂક્ષ્મ કણના માપિત મૂલ્યમાંની અનિશ્ચિતતા ($\Delta x$) અને તે પ્રયોગ દ્વારા મેળવાતા વેગમાનના મૂલ્યમાંની અનિશ્ચિતતા ($\Delta p$)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 ઇલેક્ટ્રૉન, 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 ઇલેક્ટ્રૉન, 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 સમઇલેક્ટ્રૉનીય અણુ કયો છે ?

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

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

(A) $2.44 \times 10^{25}$ (B) $6.022 \times 10^{25}$ (C) $1.2044 \times 10^{21}$ (D) $1.2044 \times 10^{25}$

18. $\alpha$-કણ પ્રકીર્ણન પ્રયોગમાં ઉપયોગમાં લેવાયેલ સોનાના વરખની જાડાઈ કેટલી હતી ?

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

19. પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનના કક્ષિય ભ્રમણને કારણે જો વિકિરણ સ્વરૂપે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન થાય, તો ઇલેક્ટ્રૉનને 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) $\lambda$ (C) $\sqrt{v}$ (D) $\frac{1}{v}$

21. ગતિશીલ કણ સાથે સંકળાયેલા દ્રવ્ય-તરંગની તરંગલંબાઈ ($\lambda$), 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. ઇલેક્ટ્રૉન માઇક્રોસ્કોપની રચના શેના પર આધારિત છે ?

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

25. સામાન્ય માઇક્રોસ્કોપની રચના શેના પર આધારિત છે ?

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

26. ઇલેક્ટ્રૉન માઇક્રોસ્કોપની મદદથી કેટલા ગણું આવર્ધન દર્શાવી શકાય છે ?

(A) $1.5 \times 10^{5}$ ગણું (B) $1.5 \times 10^{6}$ ગણું (C) $1.5 \times 10^{7}$ ગણું (D) $1.5 \times 10^{4}$ 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 $1.64 \times 10^{-17}$ જૂલ છે, તો તે ઇલેક્ટ્રૉનની તરંગલંબાઈ કેટલી હશે ? (ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ $9.109 \times 10^{-31}$ 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) $3.97 \times 10^{-19}$ જૂલ (B) $3.97 \times 10^{-12}$ જૂલ (C) $3.97 \times 10^{-17}$ જૂલ (D) $3.97 \times 10^{-10}$ જૂલ

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

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

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

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

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

**32.** $6.67 \times 10^{14}$ Hz આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણના ફોટોનની ઊર્જા કેટલી થાય ?

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

**33.** $5.0 \times 10^{14}$ Hz આવૃત્તિ ધરાવતા વિકિરણના ફોટોનનું એક આઇન્સ્ટાઇન મૂલ્ય કેટલું થાય ?

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

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

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

(A) $2.01 \times 10^{11}$ (B) $2.01 \times 10^{16}$ (C) $2.01 \times 10^{9}$ (D) $2.01 \times 10^{18}$

**35.** $1.5 \times 10^{-16}$ 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) $6.626 \times 10^{-26}$ m (B) $6.626 \times 10^{-33}$ m (C) $6062 \times 10^{-32}$ m (D) $60.626 \times 10^{-25}$ 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 = $9.11 \times 10^{-31}$ kg.)

(A) $5.79 \times 10^{7}$ ms$^{-1}$ (B) $5.79 \times 10^{5}$ ms$^{-1}$ (C) $5.79 \times 10^{4}$ ms$^{-1}$ (D) $5.79 \times 10^{12}$ 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 ક્યું 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 $\lambda$ હોય, તો $n\lambda = 2\pi r$ (કક્ષાનો પરિઘ)

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

**ઇલેક્ટ્રૉનની ઝડપ :** $V = \frac{nh}{2\pi mr} = \frac{Zh}{2\pi m a_0 n} = \frac{2.19\times10^6\times Z}{n}$ 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 $4.22 \times 10^{-34}$ 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 હાઈડ્રોજન પરમાણુની P કક્ષામાં ઈલેક્ટ્રૉનની 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 હાઈડ્રોજન પરમાણુની બીજી કક્ષાની ત્રિજ્યા $2.12 \times 10^{-10}$ મીટર હોય, તો બીજી કક્ષામાં ઈલેક્ટ્રૉનની ઝડપ કેટલી હશે ? ઈલેક્ટ્રૉનનું દળ = $9.11 \times 10^{-31}$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) $6.135 \times 10^{-26}$kg (B) $6.135 \times 10^{-33}$kg (C) $6.135 \times 10^{-33}$gm (D) $6.135 \times 10^{-26}$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)

**● ફોટોઈલેક્ટ્રિક અસર**

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

ધાતુની સપાટી પર ચોક્કસ તરંગલંબાઈ ધરાવતા પ્રકાશને આપાત કરવામાં આવે ત્યારે મુક્ત થતા ઈલેક્ટ્રૉનની 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 $\Delta E$ = આપાત ફોટોનની ઊર્જા, $\lambda$ = આપાત ફોટોનની તરંગલંબાઈ, v = આપાત ફોટોનની આવૃત્તિ, $\Delta E_0$ = ધાતુમાંથી ઈલેક્ટ્રૉનને મુક્ત કરવા આપવી પડતી ઓછામાં ઓછી ઊર્જા = ધાતુની આયનીકરણ ઊર્જા (થ્રેશોલ્ડ ઊર્જા), $\lambda_0$ = થ્રેશોલ્ડ તરંગલંબાઈ, $v_0$ = થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ, m = ઈલેક્ટ્રૉનનું દળ, v = ઈલેક્ટ્રૉનની ઝડપ.

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

(A) 2877 nm (B) $287.7 \times 10^{3}$ 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 ઈલેક્ટ્રૉન 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 ઈલેક્ટ્રૉનને 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 ઈલેક્ટ્રૉન મુક્ત થશે ?

(A) $1.847 \times 10^{14}$Hz (B) $1.847 \times 10^{19}$Hz

(C) A અને B બંને. (D) આપેલ બંને આવૃત્તિ દ્વારા ઈલેક્ટ્રૉન 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) $1.99 \times 10^{-10}$ જૂલ (B) $1.99 \times 10^{-17}$ જૂલ (C) $1.99 \times 10^{-19}$ જૂલ (D) $1.99 \times 10^{-12}$ 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 $\lambda$ 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 $\lambda$ 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 $\lambda$ તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજ આપાત કરતા ઈલેક્ટ્રૉન ઉત્સર્જિત થાય છે. જો તેટલી જ તીવ્રતાવાળા અને $\lambda$ 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 $\lambda$ તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિકિરણ પૂંજ આપાત કરતા ઈલેક્ટ્રૉન ઉત્સર્જિત થાય છે. જો તેટલી જ તીવ્રતાવાળા અને $\lambda$ 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 $\lambda$ 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 $\lambda$ 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 = $2.18 \times 10^{-18}$ 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 $n_i = 1$, $n_f = \infty$

${}_1$H-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 $\lambda_{max} = \frac{h \times c \times n_1^2 \times n_2^2}{R_H(n_2^2 - n_1^2)}$ અથવા $\lambda_{max} = \frac{n_1^2 \times n_2^2}{R(n_2^2 - n_1^2)}$ | ઉત્સર્જિત ન્યૂનતમ તરંગ લંબાઈ $\lambda_{min} = \frac{h \times c \times n_1^2}{R_H}$ અથવા $\lambda_{min} = \frac{n_1^2}{R}$ | ઉત્સર્જિત મહત્તમ આવૃત્તિ $\nu_{max} = \frac{R_H}{h \times n_1^2}$ | ઉત્સર્જિત ન્યૂનતમ આવૃત્તિ $\nu_{min} = \frac{R_H(n_2^2 - n_1^2)}{h \times n_1^2 \times n_2^2}$ | $\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\nu_{max}}{\nu_{min}} = \frac{n_2^2}{(n_2^2 - n_1^2)}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (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 $\lambda_{min} = \frac{1}{R}$ | $\nu_{max} = \frac{R_H}{h \times 1}$ | $\nu_{min} = \frac{R_H \times 3}{h \times 4}$ | $\frac{4}{3}$ |
| (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 $\lambda_{min} = \frac{4}{R}$ | $\nu_{max} = \frac{R_H}{h \times 4}$ | $\nu_{min} = \frac{R_H \times 5}{h \times 36}$ | $\frac{9}{5}$ |

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

**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) $2.044 \times 10^{18}$ જૂલ (B) $2.044 \times 10^{-18}$ જૂલ (C) $2.044 \times 10^{-18}$ અર્ગ (D) $8.0 \times 10^{-17}$ જૂલ

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

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

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

(A) $2.63 \times 10^{3}$ nm (B) $1.09 \times 10^{-6}$ m (C) $2.63 \times 10^{-6}$ cm (D) $2.63 \times 10^{-12}$ 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 ($\Delta E$) 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 ($\Delta E$) 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 ($\Delta E$) 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 :

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

જ્યાં, x, y, z પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનનું સ્થાન દર્શાવતા કાર્ટેઝિયન નિર્દેશાંક છે. m = ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ, E = ઇલેક્ટ્રૉન-પ્રોટોન પ્રણાલીની કુલ શક્તિ, v = સ્થિતિજ શક્તિ, $\Psi$ = 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 $\Psi$ પર કરવાની ગાણિતીય ક્રિયા છે.