SCHOOL CHEMISTRY

Written by-

SAJJAD HOSSAIN

COO, School Mathematics

SM

সূচিপত্র

অধ্যায়ের ক্রম	অধ্যায়ের নাম	পৃষ্ঠা নম্বর
৩য়	পদার্থের গঠন	১-৩৫
৪র্থ	পর্যায় সারণি	৩৬-৭৩
৫ম	রাসায়নিক বন্ধন	৭৪-১২৫
৬ষ্ঠ	মোলের ধারণা ও রাসায়নিক গণনা	১২৬-১৭২
৭ম	রাসায়নিক বিক্রিয়া	১৭৩-২২২
১১শ	খনিজ সম্পদ: জীবাশ্ম	২২৩-২৮৪

সর্বোচ্চ খুচরা মূল্য : **৪৫০ টাকা** (চারশত পঞ্চাশ টাকা)

বই সংক্রান্ত যেকোনো প্রয়োজনে

WhatsApp করুন : 01631857751 ; অথবা Email করুন : sajjadhossain4726@gmail.com

৩য় অধ্যায়
পদার্থের গঠন

এই অধ্যায়টি সহজে আয়ত্ত্ব করার জন্য ফ্রি ক্লাস করতে QR কোডটি স্ক্যান করো।

পরমাণু নিয়ে কিছু তথ্য

- গ্রিসের দার্শনিক ডেমোক্রিটাস প্রথম বলেছিলেন, প্রত্যেক পদার্থের একক আছে যা অতি ক্ষুদ্র আর অবিভাজ্য। তিনি এর নাম দেন **এটম**। তবে কোনো বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা দিয়ে এটি প্রমাণ করা সম্ভব হয়নি।
- বিজ্ঞানী অ্যারিস্টেটল এর বিরোধিতা করেছিলেন তাই এটি কোনো গ্রহণযোগ্যতা পায়নি।
- 1803 সালে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী জন ডাল্টন বিভিন্ন পরীক্ষায় প্রাপ্ত ফলাফলের উপর ভিত্তি করে ডেমোক্রিটাসের ধারণাপ্রসূত পরমাণু সম্পর্কে একটি মতবাদ দেন। এই মতবাদ অনুসারে প্রতিটি পদার্থ অজস্র ক্ষুদ্র এবং অবিভাজ্য কণার সমন্বয়ে গঠিত। তিনি দার্শনিক ডেমোক্রিটাসের সম্মানে এ একক ক্ষুদ্র কণার নাম দেন **Atom, যার অর্থ পরমাণু।**
- পরে প্রমাণিত হয় যে, পরমাণু অবিভাজ্য নয়। এদের ভাঙলে পরমাণুর চেয়েও ক্ষুদ্র কণিকা ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন ইত্যাদি পাওয়া যায়। অর্থাৎ পরমাণু কতকগুলো ক্ষুদ্রতর কণার সমন্বয়ে গঠিত।

মৌলিক ও যৌগিক পদার্থ

মৌলিক পদার্থ	• যে পদার্থকে ভাঙলে সেই পদার্থ ছাড়া অন্য কোনো পদার্থ পাওয়া যায় না তাকে মৌলিক পদার্থ বা মৌল বলে। • কিছু মৌলের উদাহরণ হলো নাইট্রোজেন, ফসফরাস, কার্বন, অক্সিজেন, হিলিয়াম, ক্যালসিয়াম, আর্গন, ম্যাগনেসিয়াম, সালফার ইত্যাদি। • এ পর্যন্ত 118টি মৌল আবিষ্কৃত হয়েছে। এগুলোর মধ্যে 98টি মৌল প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। বাকি মৌলগুলো গবেষণাগারে তৈরি করা হয়েছে। এগুলোকে কৃত্রিম মৌল বলে। • মানব শরীরে মোট 26 ধরনের ভিন্ন ভিন্ন মৌল আছে।
যৌগিক পদার্থ	• যে সকল পদার্থকে ভাঙলে দুই বা দুইয়ের অধিক মৌল পাওয়া যায় তাদেরকে যৌগ বা যৌগিক পদার্থ বলে। • উদাহরণস্বরূপ, পানিকে যদি ভাঙা হয় (অর্থাৎ রাসায়নিকভাবে বিশ্লেষণ করা যায়) তবে কিন্তু দুটি ভিন্ন মৌল হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যাবে। আবার, লেখার চককে যদি ভাঙা যায় তাহলে সেখানে ক্যালসিয়াম, কার্বন ও অক্সিজেন এ তিনটি মৌল পাওয়া যাবে। • যৌগের মধ্যে মৌলসমূহের সংখ্যার অনুপাত সব সময় একই থাকে। যেমন— যেখান থেকেই পানির নমুনা সংগ্রহ করা হোক না কেন রাসায়নিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলে সব সময় দুই ভাগ হাইড্রোজেন এবং এক ভাগ অক্সিজেন পাওয়া যাবে। • যৌগের ধর্ম মৌলসমূহের ধর্ম থেকে সম্পূর্ণ আলাদা। যেমন- সাধারণ তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসীয় কিন্তু এদের থেকে উৎপন্ন যৌগ পানি সাধারণ তাপমাত্রায় তরল।

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনী প্রশ্নের সমাধান

১. **প্রকৃতিতে প্রাপ্ত মৌলের সংখ্যা কতটি?** [চ. বো. ২১]
ক 26 খ 63
গ 98 ঘ 118

২. **মানব শরীরে মোট কতটি ভিন্ন ভিন্ন ধরনের মৌল আছে?** [ব. বো. ২১; চ. বো. ২২, ২১; সি. বো. ২২; ব. বো. ২১; দি. বো. ২৪, ২১]
ক 20 খ 26
গ 98 ঘ 118

৩. **কোনটি মৌলিক পদার্থ?** [চ. বো. '২৫]
ক কাঁসা খ পিতল
গ ইস্পাত ঘ লোহা

৪. **কোনটি যৌগিক পদার্থ?** [চ. বো. '২৫]
ক লোহা খ রূপা
গ মোম ঘ সালফার

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নের সমাধান

১. **মৌলিক পদার্থ কাকে বলে?** [রা. বো. ২৪; ম. বো. ২৪]

পরমাণু ও অণু

পরমাণু	• পরমাণু হলো মৌলিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণা যার মধ্যে মৌলের গুণাগুণ বর্তমান থাকে। • যেমন- নাইট্রোজেনের পরমাণুতে নাইট্রোজেনের ধর্ম বিদ্যমান আর অক্সিজেনের পরমাণুতে অক্সিজেনের ধর্ম বিদ্যমান থাকে।
অণু	• দুই বা দুইয়ের অধিক সংখ্যক পরমাণু পরস্পরের সাথে রাসায়নিক বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকলে তাকে অণু বলে। • একই মৌলের একাধিক পরমাণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হলে তাকে মৌলের অণু বলে। যেমন- O_2 ।

	• ভিন্ন ভিন্ন মৌলের পরমাণু পরস্পর যুক্ত হলে তাকে যৌগের অণু বলে। যেমন- CO_2 । একটি কার্বন পরমাণু (C) দুটি অক্সিজেন পরমাণুর (O) সাথে যুক্ত হয়ে একটি কার্বন ডাই-অক্সাইড তাণু (CO_2) গঠিত হয়।

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনী প্রশ্নের সমাধান

৫. অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রেট এর একটি অণুতে কতটি পরমাণু থাকে? [য. বো. ২৪]

ক 5 খ 9
গ 13 ঘ 15

৬. অ্যামোনিয়াম ফসফেটের অণুতে কতটি পরমাণু বিদ্যমান? [ম. বো. ২৪]

ক 17 খ 18
গ 19 ঘ 20

৭. পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট এর ১টি অণুতে কতটি পরমাণু বিদ্যমান? [য. বো. ২২]

ক 7 খ 9
গ 11 ঘ 13

৮. 1 gm সালফিউরিক এসিডে কতটি হাইড্রোজেন পরমাণু রয়েছে? [ম. বো. ২২]

ক 1.20×10^{24} খ 2.46×10^{22}
গ 1.23×10^{22} ঘ 6.15×10^{20}

৯. 1 gm KCl লবণে কয়টি অণু আছে? [দি. বো. ২২]

ক 8.084×10^{21} খ 8.084×10^{22}
গ 8.084×10^{21} ঘ 8.084×10^{24}

১০. তুঁতের একটি অণুতে কয়টি পরমাণু থাকে? [দি. বো. ২১]

ক 5 খ 6
গ 11 ঘ 21

১১. 1 অণু ফেরিক কার্বনেটে পরমাণুর সংখ্যা কত? [দি. বো. ১৯]

ক 5 খ 11
গ 13 ঘ 14

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নের সমাধান

২. অণু কাকে বলে? [ব. বো. ২৫ , রা. বো. ২৪; দি. বো. ২৩]

৩. পরমাণু কী? [রা. বো. ২২]

৪. Cl_2 এবং $2Cl$ এর মধ্যে পার্থক্য লেখ। [সি. বো. ২৩]

মৌলের প্রতীক ও সংকেত

প্রতীক

- কোনো মৌলের ইংরেজি বা ল্যাটিন নামের সংক্ষিপ্ত রূপকে প্রতীক বলে।
- মৌলের প্রতীক লিখতে কিছু নিয়ম অনুসরণ করতে হয় ।
  - প্রথমত মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষর দিয়ে প্রতীক লেখা হয় এবং তা ইংরেজি বর্ণমালার বড় হাতের অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়। যেমন-
    - হাইড্রোজেন (Hydrogen) এর প্রতীক (H),
    - কার্বন (Carbon) এর প্রতীক (C),
    - অক্সিজেনের প্রতীক (O) ইত্যাদি।
  - যদি দুই বা দুইয়ের অধিক মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষর একই হয় তবে একটি মৌলকে নামের প্রথম অক্ষর (ইংরেজি বর্ণমালার বড় হাতের) দিয়ে প্রকাশ করা হয়। অন্যগুলোর ক্ষেত্রে প্রতীকটি দুই অক্ষরে লেখা হয়। নামের প্রথম অক্ষরটি ইংরেজি বর্ণমালার বড় হাতের অক্ষর এবং নামের অন্য একটি অক্ষর ছোট হাতের অক্ষর দিয়ে লেখা হয়। যেমন-
    - কার্বন (Carbon) এর প্রতীক (C),
    - ক্লোরিন (Chlorine) এর প্রতীক (Cl),
    - ক্যালসিয়াম (Calcium) এর প্রতীক (Ca),
    - কোবাল্ট (Cobalt) এর প্রতীক (Co),
    - ক্যাডমিয়াম (Cadmium) এর প্রতীক (Cd),
    - ক্রোমিয়াম (Chromium) এর প্রতীক (Cr).
  - কিছু মৌলের প্রতীক তাদের **ল্যাটিন** নাম থেকে নেওয়া হয়েছে। যেমন-
    - সোডিয়াম (ল্যাটিন নাম Natrium) এর প্রতীক (Na),
    - কপার (ল্যাটিন নাম Cuprum) এর প্রতীক (Cu),
    - পটাশিয়াম (ল্যাটিন নাম Kalium) এর প্রতীক (K),

	▪ সিলভার (ল্যাটিন নাম Argentum) এর প্রতীক (Ag), ▪ টিন (ল্যাটিন নাম Stannum) এর প্রতীক (Sn), ▪ এন্টিমনি (Stibium) এর প্রতীক (Sb), ▪ গোল্ড (ল্যাটিন নাম Aurum) এর প্রতীক (Au), ▪ লেড (ল্যাটিন নাম Plumbum) এর প্রতীক (Pb), ▪ টাংস্টেন (ল্যাটিন নাম Wolfram) এর প্রতীক (W), ▪ আয়রন (ল্যাটিন নাম Ferrum) এর প্রতীক (Fe), ▪ মারকারি(ল্যাটিন নাম Hydrargyrum) এর প্রতীক (Hg).
সংকেত	• যেসব অক্ষর ও সংখ্যার সমন্বয়ে কোনো যৌগকে প্রকাশ করা হয়, তাকে ঐ যৌগের সংকেত বলে। যেমন- ○ নাইট্রোজেন এর সংকেত N_2 ○ অ্যামোনিয়া এর সংকেত NH_3 ○ সালফিউরিক এসিড এর সংকেত H_2SO_4 ○ পানি এর সংকেত H_2O ○ হাইড্রোক্লোরিক এসিড এর সংকেত HCl

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনী প্রশ্নের সমাধান

১২. কোন মৌলের প্রতীক ল্যাটিন ভাষা হতে গৃহীত হয়েছে?[রা. বো. ১৭]
ক Na খ N
গ Ni ঘ Mn

১৩. ল্যাটিন ভাষা থেকে গৃহীত প্রতীক কোনটি? [সি. বো. ২৪]
ক N খ K
গ Co ঘ Ca

১৪. এন্টিমনি মৌলটির প্রতীক কোনটি? [রা. বো. ২২; কু. বো. ২২]
ক At খ Au
গ Sb ঘ Sn

১৫. নিচের কোনটি এন্টিমনির ল্যাটিন নাম?[রা. বো. ২৩; দি. বো. ২৩; ম. বো. ২৪]
ক Stannum খ Wolfram
গ Aurum ঘ Stibium

১৬. সোডিয়ামের ল্যাটিন নাম কোনটি? [চ. বো. ২৪]
ক Stibium খ Stannum
গ Wolfram ঘ Natrium

১৭. নিচের কোনটি টিন এর প্রতীক? [দি. বো. ২২; ম. বো. ২৩, ২২]
ক Sb খ Sn
গ Ti ঘ Te

১৮. টাংস্টেনের প্রতীক কোনটি? [ঢা. বো. ২৪]
ক Sb খ W
গ Pb ঘ Hg

১৯. টাংস্টেন মৌলের ল্যাটিন নাম কী?[ঢা. বো. ২৩; রা. বো. ২৪, ২১; সি. বো. ২১]
ক Stannum খ Stibium
গ Wolframe ঘ Natrium

২০. ফসফোনিয়াম ফসফেটের সঠিক সংকেত কোনটি? [রা. বো. ২৩]
ক PH_4PO_4 খ $PH_4(PO_4)_3$
গ $(PH_4)_2PO_4$ ঘ $(PH_4)_3PO_4$

২১. ওজোন অণুর সংকেত কোনটি? [দি. বো. ২১]
ক O_2 খ O_3
গ O_4 ঘ O_8

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নের সমাধান

৫. প্রতীক কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৪; রা. বো. ২৪,২২; চ. বো. ২১; ব. বো. ২২]

৬. সংকেত কাকে বলে? [চ. বো. ২৫]

পরমাণুর সাংগঠনিক কণা

কণা	সংজ্ঞা	প্রকাশ	আবিষ্কারক	প্রকৃত ভর	প্রকৃত চার্জ
ইলেকট্রন	ঋণাত্মক আধানবিশিষ্ট পরমাণুর মৌলিক কণা	e	থমসন	9.11×10^{-28}g	-1.6×10^{-19}C
প্রোটন	ধণাত্মক আধানবিশিষ্ট পরমাণুর মৌলিক কণা	p	রাদারফোর্ড	1.673×10^{-24}g	$+1.6 \times 10^{-19}$C

নিউট্রন	আধান নিরপেক্ষ পরমাণুর মৌলিক কণা	n	চ্যাডউইক	$\mathbf{1.675 \times 10^{-24} g}$	**0**

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনী প্রশ্নের সমাধান

২২. কোন মৌলের ইলেকট্রন, প্রোটন নিউট্রন সংখ্যা সমান?[ব. বো. ২২]
ক Na খ K
গ Ca ঘ Cl

২৩. কোন মৌলের ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন সংখা সমান?[য. বো. ২৩]
ক P খ Na
গ F ঘ O

২৪. ইলেকট্রনের প্রকৃত আধান কোনটি? [কু. বো. ২২, ২১]
ক +1 কুলম্ব খ $+1.6 \times 10^{-19}$ কুলম্ব
গ -1.6×10^{-19} কুলম্ব ঘ -1 কুলম্ব

২৫. নিউট্রনের প্রকৃত ভর কত? [চ. বো. ২৩]
ক 9.11×10^{-28} g খ 1.675×10^{-24} g
গ 1.673×10^{-24} g ঘ 1.60×10^{-19} g

২৬. একটি ইলেকট্রনের প্রকৃত ভর কত? [কু. বো. ১৭; সি. বো. ১৭; কু. বো. ২৪, ১৫; সি. বো. ২১; ম. বো. ২১]
ক 1.67×10^{-24} g খ 1.675×10^{-24} g
গ 9.11×10^{-24} g ঘ 9.11×10^{-28} g

২৭. 5টি প্রোটনের প্রকৃত ভর কত? [ঢা. বো. '২৫]
ক 4.55×10^{-27} গ্রাম খ 8.36×10^{-24} গ্রাম
গ 8.36×10^{-27} গ্রাম ঘ 4.37×10^{-26} গ্রাম

২৮. একটি ইলেকট্রনের- [ব. বো. ২০]
i. প্রকৃত ভর 9.11×10^{-24} g
ii. প্রকৃত আধান -1.60×10^{19} g কুলম্ব
iii. ভর প্রোটনের তুলনায় 1840 গুণ কম
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

২৯. আধান শূন্য কণিকা- [ঢা. বো. ২১; চ. বো. ২১]
i. ইলেকট্রন ii. প্রোটন
iii. নিউট্রন
নিচের কোনটি সঠিক?
ক iii খ i ও ii
গ i ও iii ঘ ii ও iii

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নের সমাধান

৭. পরমাণুর ভর সংখ্যা বা নিউক্লিয়ন সংখ্যা কাকে বলে? [সি. বো. ২৫, ২৩; ঢা. বো. ২৫, ২৪,২৩, ২১; রা. বো. ২২, ২১; য. বো. ১৬; কু. বো. ২১; চ. বো. ১৫; ব. বো. ২৫, ২২, ২১; দি. বো. ১৯,১৫; ম. বো. ২৩, ২২]

৮. একটি নিউট্রনের প্রকৃত ভর কত? [বগুড়া ক্যান্ড. পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, বগুড়া]

৯. পরমাণুর নিউক্লিয়াস ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট কেন? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৩]

১০. পরমাণু সামগ্রিকভাবে চার্জশূন্য কেন? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২৩]

১১. $^{23}_{11}Na^{+}$ বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২২; ম. বো. ২২]

১২. $^{16}_{8}O^{2-}$ বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২৫]

১৩. সোডিয়াম এর ভরসংখ্যা 23- ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২১; সি. বো. ২৪]

১৪. Al এর পারমাণবিক সংখ্যা 13 বলতে কী বুঝ? [চ. বো. ২৫, কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ, বরিশাল জিলা স্কুল]

১৫. পারমাণবিক সংখ্যা ও ভরসংখ্যার মধ্যে ২টি পার্থক্য লিখ। [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ, কুমিল্লা জিলা স্কুল]

পারমাণবিক সংখ্যা ও ভরসংখ্যা	
পারমাণবিক সংখ্যা	• কোনো মৌলের একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্রোটনের সংখ্যাকে ঐ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বলা হয়। যেমন- হিলিয়াম (He) এর একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে দুটি প্রোটন থাকে। তাই হিলিয়ামের পারমাণবিক সংখ্যা হলো দুই। • কোনো পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা দ্বারা ঐ পরমাণুকে চেনা যায়। • প্রোটন সংখ্যা বা পারমাণবিক সংখ্যাকে Z দিয়ে প্রকাশ করা হয়। • যেহেতু প্রত্যেকটা পরমাণুই চার্জ নিরপেক্ষ অর্থাৎ মোট চার্জ বা আধান শূন্য তাই পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যতটি প্রোটন থাকে নিউক্লিয়াসের বাইরে ঠিক ততটি ইলেকট্রন থাকে।
ভরসংখ্যা	• কোনো পরমাণুর নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার যোগফলকে ঐ পরমাণুর ভরসংখ্যা বলে। • ভরসংখ্যাকে A দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

	• যেহেতু ভরসংখ্যা হলো প্রোটন সংখ্যা ও নিউট্রন সংখ্যার যোগফল, কাজেই ভরসংখ্যা থেকে প্রোটন সংখ্যা বিয়োগ করলে নিউট্রন সংখ্যা পাওয়া যায়। সোডিয়ামের (Na) ভরসংখ্যা হলো 23, এর প্রোটন সংখ্যা 11, ফলে এর নিউট্রন সংখ্যা হচ্ছে 23 - 11= 12

➢ কোনো পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা পরমাণুর প্রতীকের নিচে বাম পাশে লেখা হয়, পরমাণুর ভরসংখ্যা প্রতীকের বাম পাশে উপরের দিকে লেখা হয়। যেমন- সোডিয়াম পরমাণুর প্রতীক Na, এর পারমাণবিক সংখ্যা 11 এবং ভরসংখ্যা 23। এটাকে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা যায়:

$$^{23}_{11}\mathbf{Na}$$

সাজ্জাদ স্যারের স্পেশাল হ্যাকঃ 1 থেকে 30 পর্যন্ত পারমাণবিক সংখ্যা কিভাবে মনে রাখা যায়???

নাম	প্রতীক	পারমাণবিক সংখ্যা	ছন্দ
হাইড্রোজেন	**(H)**	1	Hi**(H)** hello**(He+Li)** BBC**(Be+B+C)** news**(N)** on **(O)** Friday**(F)** night**(Ne)**.
হিলিয়াম	**(He)**	2	
লিথিয়াম	**(Li)**	3	
বেরিলিয়াম	**(Be)**	4	
বোরন	**(B)**	5	
কার্বন	**(C)**	6	
নাইট্রোজেন	**(N)**	7	
অক্সিজেন	**(O)**	8	
ফ্লোরিন	**(F)**	9	
নিয়ন	**(Ne)**	10	
সোডিয়াম	**(Na)**	11	নামাজ**(Na+Mg)** এসে**(Al+Si)** পড়বে**(P)** স্কুলে**(S+Cl)** আক্তার**(Ar)** কাকা**(K+Ca)**।
ম্যাগনেসিয়াম	**(Mg)**	12	
অ্যালুমিনিয়াম	**(Al)**	13	
সিলিকন	**(Si)**	14	
ফসফরাস	**(P)**	15	
সালফার	**(S)**	16	
ক্লোরিন	**(Cl)**	17	
আর্গন	**(Ar)**	18	
পটাশিয়াম	**(K)**	19	
ক্যালসিয়াম	**(Ca)**	20	
স্ক্যান্ডিয়াম	**(Sc)**	21	সাইন্স**(Sc)** টিচার**(Ti)** VC**(V+Cr)** মাহফুজ**(Mn+Fe)** কণিকার**(Co+Ni+Cu)** জামাই**(Zn)**
টাইটেনিয়াম	**(Ti)**	22	
ভ্যানাডিয়াম	**(V)**	23	
ক্রোমিয়াম	**(Cr)**	24	
ম্যাঙ্গানিজ	**(Mn)**	25	
আয়রন	**(Fe)**	26	
কোবাল্ট	**(Co)**	27	
নিকেল	**(Ni)**	28	
কপার	**(Cu)**	29	
জিংক	**(Zn)**	30	

[বাড়ির কাজঃ নিম্নোক্ত প্রতীক থেকে প্রোটন, ইলেকট্রন ও ভরসংখ্যা নির্ণয় করোঃ $^{7}_{3}\mathrm{Li}$, $^{9}_{4}\mathrm{Be}$, $^{40}_{20}\mathrm{Ca}$]

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনী প্রশ্নের সমাধান

৩০. কোনটি পরমাণুর আসল পরিচয় বহন করে? [দি. বো. '২৫] | ক ইলেকট্রন খ নিউট্রন

গ) প্রোটন ঘ) ভর সংখ্যা

৩১. O^{2-} এ প্রোটন সংখ্যা কত? [ঢা. বো. ২১]
ক) 8 খ) 9
গ) 10 ঘ) 11

৩২. একটি মৌল D_1 যার প্রোটন সংখ্যা 17 এবং নিউট্রন সংখ্যা 18; নিচের কোনটি দ্বারা মৌলটিকে প্রকাশ করা যায়? [সি. বো. ১৫]
ক) $^{34}_{17}D$ খ) $^{35}_{17}D$
গ) $^{35}_{18}D$ ঘ) $^{36}_{18}D$

৩৩. কোন মৌলের পরমাণুতে নিউট্রন নেই? [চ. বো. ২১]
ক) H খ) He
গ) Li ঘ) Be

৩৪. Al^{3+} এ প্রোটন সংখ্যা কত? [চ. বো. ২১; সি. বো. ২২]
ক) 10 খ) 13
গ) 27 ঘ) 36

৩৫. $^{52}_{24}X$ এর 'X' এর- [সি. বো. ২৩]
i. প্রতীক Co ii. d অরবিটাল অর্ধপূর্ণ
iii. নিউট্রন সংখ্যা 28
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

৩৬. $^{7}_{3}Li^{+}$ আয়নটিতে- [দি. বো. ২২]
i. নিউট্রন সংখ্যা 4 ii. প্রোটন সংখ্যা 4
iii. ইলেকট্রন সংখ্যা 2
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i খ) iii
গ) iও iii ঘ) i, ii ও iii

৩৭. $^{27}_{13}Al^{3+}$ আয়নে কতটি ইলেকট্রন আছে? [দি. বো. '২৫; ঢা. বো. '২৫]
ক) 10 খ) 13
গ) 14 ঘ) 27

৩৮. Sc^{3+} আয়নে কতটি ইলেকট্রন আছে? [ব. বো. '২৫]
ক) 24 খ) 21
গ) 18 ঘ) 1

৩৯. ডিউটোরিয়ামের ভরসংখ্যা কত? [ঢা. বো. ১৫]
ক) 4 খ) 3
গ) 2 ঘ) 1

৪০. $^{16}_{8}O^{2-}$ প্রদত্ত আয়নের ক্ষেত্রে- [ব. বো. ২৩]
ক) ইলেকট্রন সংখ্যা 10 খ) নিউট্রন সংখ্যা 10
গ) প্রোটন সংখ্যা 10 ঘ) ভর সংখ্যা 14

৪১. $^{q}_{p}A^{r+}$ প্রদত্ত আয়নের ক্ষেত্রে নিউট্রন সংখ্যা কত? [দি. বো. ২১]
ক) p খ) q – p
গ) q ঘ) p – r

❑ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$^{b}_{a}X^{d+}$; এখানে 'X' প্রচলিত অর্থে কোনো মৌলের প্রতীক নয়।

৪২. উপরের আয়নটিতে ইলেকট্রন সংখ্যা কত? [য. বো. '২৫]
ক) a খ) b
গ) a – d ঘ) b + d

৪৩. উদ্দীপকের আয়নে কতটি নিউট্রন আছে? [য. বো. '২৫]
ক) a – b খ) b – a
গ) a – d ঘ) b – d

৪৪. $^{56}_{26}Fe^{2+}$ সংকেতটিকে- [ঢা. বো. ২২]
i. ভর সংখ্যা 56 ii. ইলেকট্রন সংখ্যা 26
iii. নিউট্রন সংখ্যা 30
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

৪৫. $^{56}_{26}Fe$ এর কতটি নিউট্রন আছে? [ব. বো. '২৫; চ. বো. '১৯]
ক) 26 খ) 28
গ) 30 ঘ) 56

৪৬. $^{39}_{19}K$ সংকেতটিতে মৌলের- [ব. বো. ২১]
i. প্রোট সংখ্যা 19 ii. ভর সংখ্যা 39
iii. ইলেকট্রনের সংখ্যা 20
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

৪৭. $^{27}_{13}Al^{3+}$ সংকেতটিকে- [ঢা. বো. ১৯]
i. ভর সংখ্যা 27 ii. ইলেকট্রন সংখ্যা 13
iii. নিউট্রন সংখ্যা 14
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

❑ উদ্দীপকের আলোকে ৩৯ ও ৪০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
$A = {}^{39}_{19}X^{+}$ [ঢা. বো. ২৪]

৪৮. 'A' এর নিউট্রন সংখ্যা কত?
ক) 18 খ) 19
গ) 20 ঘ) 39

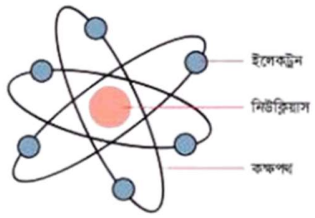
৪৯. 'A' এর শেষ স্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা কত?
ক) 1 খ) 6
গ) 8 ঘ) 18

মডেলের নাম	প্রদানকাল	অপর নাম
রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল	1911	সোলার সিস্টেম/ সৌর মডেল নিউক্লিয়ার মডেল
বোরের পরমাণু মডেল	1913	-

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল

1911 খ্রিষ্টাব্দে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড পরমাণুর গঠন সম্পর্কে একটি মডেল প্রদান করেন। এ মডেল অনুসারে-

- প্রত্যেকটি পরমাণুর একটি কেন্দ্র আছে। এই কেন্দ্রের নাম **নিউক্লিয়াস**। নিউক্লিয়াসের ভেতরে প্রোটন ও নিউট্রন এবং নিউক্লিয়াসের বাইরে ইলেকট্রন অবস্থান করে। যেহেতু আপেক্ষিকভাবে ইলেকট্রনের ভর শূন্য ধরা হয় কাজেই নিউক্লিয়াসের ভেতরে অবস্থিত প্রোটন এবং নিউট্রনের ভরই পরমাণুর ভর হিসেবে বিবেচনা করা হয়।
- নিউক্লিয়াস অত্যন্ত ক্ষুদ্র এবং নিউক্লিয়াসের বাইরে ও পরমাণুর ভেতরে বেশির ভাগ জায়গাই ফাঁকা।
- সৌরজগতে সূর্যকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন কক্ষপথে যেমন গ্রহগুলো ঘুরে তেমনি নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন কক্ষপথে ইলেকট্রনগুলো ঘুরছে। কোনো পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যে কয়টি প্রোটন থাকে নিউক্লিয়াসের বাইরে ঠিক সেই কয়টি ইলেকট্রন থাকে। যেহেতু প্রোটন এবং ইলেকট্রনের চার্জ একে অপরের সমান ও বিপরীত চিহ্নের, তাই পরমাণুর **সামগ্রিকভাবে চার্জ শূন্য।**



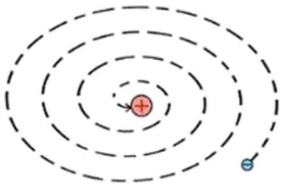
চিত্র 3.01: রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল।

- ধনাত্মক চার্জবাহী নিউক্লিয়াসের প্রতি ঋণাত্মক চার্জবাহী ইলেকট্রন এক ধরনের আকর্ষণ বল অনুভব করে। এই আকর্ষণ বল কেন্দ্রমুখী এবং এই কেন্দ্রমুখী বলের কারণে পৃথিবী যেরকম সূর্যের চারদিকে ঘুরে ইলেকট্রন সেরকম নিউক্লিয়াসের চারদিকে ঘুরে। রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলকে সৌরজগতের সাথে তুলনা করা হয়েছে বলে এ মডেলটিকে **সোলার সিস্টেম মডেল বা সৌর মডেল** বলে। আবার,এ মডেলের মাধ্যমে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড সর্বপ্রথম নিউক্লিয়াস সম্পর্কে ধারণা দেন বলে এ মডেলটিকে **নিউক্লিয়ার মডেলও** বলা হয়।

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা

রাদারফোর্ডই সর্বপ্রথম নিউক্লিয়াস এবং ইলেকট্রনের কক্ষপথ সম্বন্ধে ধারণা দেন। তিনিই সর্বপ্রথম একটি গ্রহণযোগ্য পরমাণু মডেল প্রদান করলেও তার পরমাণু মডেলের কিছু সীমাবদ্ধতা ছিল। সেগুলো হলো:

- এই মডেল ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার (ব্যাসার্ধ) ও আকৃতি সম্বন্ধে কোনো ধারণা দিতে পারেনি।
- সৌরজগতের সূর্য ও গ্রহগুলোর সামগ্রিকভাবে কোনো আধান বা চার্জ নেই কিন্তু পরমাণুতে ইলেকট্রন এবং নিউক্লিয়াসের আধান বা চার্জ আছে। কাজেই চার্জহীন সূর্য এবং গ্রহগুলোর সাথে চার্যযুক্ত নিউক্লিয়াস এবং ইলেকট্রনের তুলনা করা সঠিক নয়।
- একের অধিক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো কীভাবে নিউক্লিয়াসের চারদিকে পরিভ্রমণ করে তার কোনো ধারণা এ মডেলে দেওয়া হয়নি।


চিত্র 3.02: ইলেকট্রন শক্তি হারিয়ে নিউক্লিয়াসে পতিত হচ্ছে।

- **ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে** ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণনের সময় ক্রমাগত শক্তি হারাতে থাকবে। ফলে ইলেকট্রনের ঘূর্ণন পথও ছোট হতে থাকবে এবং এক সময় ইলেকট্রনটি নিউক্লিয়াসে পতিত হবে। অর্থাৎ পরমাণুর অস্তিত্ব বিলুপ্ত হবে। কিন্তু বাস্তবে সেটা ঘটে না অর্থাৎ ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল সঠিক নয়।

বোর পরমাণু মডেল

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের ত্রুটিগুলোকে সংশোধন করে 1913 খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী নীলস্ বোর পরমাণুর একটি মডেল প্রদান করেন। বোর পরমাণু মডেলের মতবাদগুলো এরকম-

- পরমাণুতে যে সকল ইলেকট্রন থাকে সেগুলো নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ইচ্ছামতো যেকোনো কক্ষপথে ঘুরতে পারে না। শুধু নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের কতগুলো অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘুরে। এই নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথগুলোকে প্রধান শক্তিস্তর বা শেল বা অরবিট বা স্থির কক্ষপথ বলে। স্থির কক্ষপথে ঘুরার সময় ইলেকট্রনগুলো কোনোরূপ শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না। স্থির কক্ষপথকে **n** দ্বারা প্রকাশ করা হয়। n = 1, 2, 3, 4 ইত্যাদি। অন্যভাবে বলা যায়, n =1 হলে K প্রধান শক্তিস্তর, n=2 হলে L প্রধান শক্তিস্তর, n = 3 হলে M প্রধান শক্তিস্তর, n = 4 হলে N প্রধান শক্তিস্তর ইত্যাদি।
- বোর মডেল অনুসারে কোনো শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের **কৌণিক ভরবেগ**

$$\mathbf{mvr} = \frac{\mathbf{nh}}{\mathbf{2\pi}}$$

এখানে,

m হচ্ছে ইলেকট্রনের ভর (9.11×10^{-31} kg)

r হচ্ছে ইলেকট্রন যে কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে ঘুরবে তার ব্যাসার্ধ

v হচ্ছে ইলেকট্রন যে কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে ঘুরবে সেই কক্ষপথে ইলেকট্রনের বেগ

h হচ্ছে প্লাংক ধ্রুবক ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ m^2 kg/s)I

n হচ্ছে প্রধান শক্তিস্তর বা প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n 1, 2, 3 ইত্যাদি।)

চিত্র 3.03: বোরের পরমাণু মডেল।

- কোনো প্রধান শক্তিস্তরে ঘূর্ণনের সময় ইলেকট্রন কোনো শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না, তবে ইলেকট্রন যখন নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তর এ যায় তখন শক্তি শোষণ করে। আবার, ইলেকট্রন যখন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তর এ যায় তখন শক্তি বিকিরণ হয়। এই শোষিত বা বিকিরিত শক্তির পরিমাণ

$$\mathbf{hv = \frac{hc}{\lambda}}$$

এখানে,

c হচ্ছে আলোর বেগ (3×10^8 ms^{-1})

v হচ্ছে শোষিত বা বিকিরিত শক্তির কম্পাঙ্ক (একক s^{-1} বা Hz)

এ হচ্ছে শোষিত বা বিকিরিত শক্তির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (একক m)

- ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে যাবার সময় যে আলো বিকিরণ করে তাকে প্রিজমের মধ্য দিয়ে Pass করালে পারমাণবিক বর্ণালির (atomic spectra) সৃষ্টি হয়।

বোরের পরমাণু মডেলের সাফল্য

- রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে সৌরজগতে সূর্যকে কেন্দ্র করে গ্রহ-উপগ্রহগুলো যেমন ঘুরছে, পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলোও তেমন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘুরছে। এখানে ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার সম্পর্কে কোনো কথা বলা হয়নি কিন্তু বোরের পারমাণবিক মডেলে পরমাণুর **শক্তিস্তরের আকার** বৃত্তাকার বলা হয়েছে।
- রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে বা শক্তি বিকিরণ করলে পরমাণুর গঠনে কী ধরনের পরিবর্তন ঘটে সে কথা বলা হয়নি কিন্তু বোর পরমাণু মডেলে বলা হয়েছে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে ইলেকট্রন নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে ওঠে। আবার, পরমাণু **শক্তি বিকিরণ** করলে ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে নেমে আসে।
- রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে কোনো মৌলের পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় না কিন্তু বোরের পরমাণু মডেল অনুসারে এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণু, হাইড্রোজেন (H) এর **বর্ণালি** ব্যাখ্যা করা যায়।

বোরের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা

- বোর মডেলের সাহায্যে এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় সত্যি কিন্তু একাধিক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় না।
- বোরের পারমাণবিক মডেল অনুসারে এক শক্তিস্তর থেকে ইলেকট্রন অন্য শক্তিস্তরে গমন করলে পারমাণবিক বর্ণালিতে একটিমাত্র রেখা পাবার কথা। কিন্তু শক্তিশালী যন্ত্র দিয়ে পরীক্ষা করলে দেখা যায় প্রতিটি রেখা অনেকগুলো ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রেখার সমষ্টি। প্রতিটি রেখা কেন অনেকগুলো ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রেখার সমষ্টি হয় বোর মতবাদ অনুসারে তার ব্যাখ্যা দেওয়া যায় না।
- বোরের পরমাণুর মডেল অনুসারে পরমাণুতে শুধু বৃত্তাকার কক্ষপথ বিদ্যমান। কিন্তু পরে প্রমাণিত হয়েছে পরমাণুতে ইলেকট্রন শুধু বৃত্তাকার কক্ষপথেই নয় উপবৃত্তাকার কক্ষপথেও ঘুরে।

উপশক্তিস্তরের ধারণা

- প্রতিটি প্রধান শক্তিস্তরকে n দিয়ে চিহ্নিত করা হয়। এই শক্তিস্তরগুলো আবার কতগুলো উপশক্তিস্তরে বিভক্ত থাকে এবং এই উপশক্তিস্তরকে **l** দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। **l এর মান হয় 0 থেকে n-1 পর্যন্ত হয়।** এই উপশক্তিস্তর গুলোকে **s, p, d, f** ইত্যাদি নামে আখ্যায়িত করা হয়।
- উপশক্তিস্তরগুলোকেও আবার কিছু ভাগে বিভক্ত করা সম্ভব, যেখানে ইলেকট্রনের ঘনত্ব সর্বাধিক (90-95%) পাওয়া সম্ভব, এসমস্ত অঞ্চলকে অরবিটাল বলা হয়।
- n তম শক্তিস্তরে অরবিটাল পাওয়া যায় $\mathbf{n^2}$ টি। আবার প্রতিটি অরবিটালের ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 2টি। সুতরাং, প্রতিটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা হচ্ছে: $\mathbf{2n^2}$
- প্রতিটি উপশক্তিস্তরে বর্তমান অরবিটালের সংখ্যা হলো **(2 l +1)**। আবার প্রতিটি অরবিটালের ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 2টি। সুতরাং, প্রতিটি উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা হচ্ছে: **2 (2 l + 1),**

n	শক্তিস্তর	সর্বাধিক ইলেকট্রন সংখ্যা ($2n^2$)	l	উপশক্তিস্তর	অরবিটাল সংখ্যা= (2/+1)
1	K	2	0	s	1 টা
2	L	8	0	s	1 টা
			1	p	3 টা
3	M	18	0	S	1 টা
			1	P	3 টা
			2	d	5 টা
4	N	32	0	s	1 টা
			1	p	3 টা
			2	d	5 টা
			3	f	7 টা

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনী প্রশ্নের সমাধান

৫০. রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল আবিষ্কার হয় কত সালে? [ঢা. বো. ১৫]
ক 1811 খ 1813
গ 1911 ঘ 1913

৫১. বোর পরমাণু মডেল কত সালে দেয়া হয়েছিল? [য. বো. ২৪]
ক 1803 খ 1903
গ 1911 ঘ 1913

৫২. বোর পরমাণু মডেল অনুসারে কোনটির বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায়? [য. বো. ২৪]
ক He খ He^+
গ Li^+ ঘ Li

৫৩. বোর মডেল অনুসারে কোনটির পারমাণবিক বর্ণালী ব্যাখ্যা করা যায়? [চ. বো. ২৩]
ক H খ He
গ Be ঘ Li

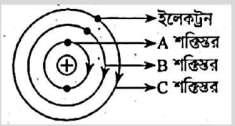
৫৪. নিচের কোনটি প্লাঙ্ক ধ্রুবক (m^2kg/s) এর মান?
[ঢা. বো. ২২; সি. বো. ২০; য. বো. ২৩, ২১]
ক 9.11×10^{-31} খ 3.3×10^{8}
গ 6.626×10^{-34} ঘ 1.673×10^{-24}

৫৫. $mvr = \frac{nh}{2x}$ সমীকরণে m এর মান কত? [য. বো. ২১]
ক 9.11×10^{-28} g খ 9.11×10^{-28} g
গ 9.11×10^{-31} g ঘ 1.66×10^{-24} g

৫৬. বোর মডেল অনুসারে $mvr = \frac{nh}{2\pi}$। এখানে 'n' দ্বারা নিচের কোনটি বুঝায়? [ম. বো. '২৫]
ক অরবিটাল খ সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা
গ প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা ঘ উপশক্তিস্তর

৫৭. পরমাণুতে ইলেকট্রন- [সি. বো. ২২]
i. বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘুরে ii. উপবৃত্তাকার পথে ঘুরে
iii. কেন্দ্রমুখী বল অনুভব করে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

❑ **নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৪৮ ও ৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**



[দি. বো. ২৪]

৫৮. C শক্তিস্তরে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনটির কৌণিক ভরবেগ কত?
ক $2.11 \times 10^{-34}\ m^2kg/s$ খ $3.16 \times 10^{-34}\ m^2kg/s$
গ $1.05 \times 10^{-34}\ m^2kg/s$ ঘ $1.58 \times 10^{-34}\ m^2kg/s$

৫৯. উদ্দীপকের ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে-
i. ইলেকট্রন B শক্তিস্তর থেকে C শক্তিস্তরে গমন করলে শক্তি শোষণ করবে।

ক্ষতিকারক পোকামাকড় নিয়ন্ত্রণ করতে	• ফসলের জন্য ক্ষতিকারক পোকামাকড় সব সময়ই মারাত্মক হুমকিস্বরূপ। এগুলো যেমন ফসলের উৎপাদন কমায় তেমনই এদের মাধ্যমে রোগজীবাণুও উদ্ভিদে প্রবেশ করে। এসব পোকামাকড় ধ্বংস করার জন্য ফসলে এবং জমিতে কীটনাশক দেওয়া হয়। এ কীটনাশক পরিবেশ ও আমাদের শরীরের জন্য ক্ষতিকর। • শুধু তাই নয়, এ কীটনাশক ক্ষতিকারক পোকামাকড়ের সাথে সাথে অনেক উপকারী পোকামাকড়ও ধ্বংস করে। তেজস্ক্রিয় আইসোটোপসমৃদ্ধ কীটনাশক ব্যবহারের মাধ্যমে জানা সম্ভব হয়েছে সর্বনিম্ন কতটুকু পরিমাণ কীটনাশক একটি ফসলের জন্য ব্যবহার করা যাবে।
ফসলের মানোন্নয়নে	• বিভিন্ন ধরনের তেজস্ক্রিয় রশ্মির নিয়ন্ত্রিত ব্যবহারের মাধ্যমে উদ্ভিদ কোষের জিনগত পরিবর্তন ঘটিয়ে উন্নত মানের ফসল উৎপাদন করা হয়।
শিল্পক্ষেত্রে	
বিদ্যুৎ উৎপাদনে	• কিছু কিছু পরমাণুকে ভেঙে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পরমাণুতে পরিণত করলে অর্থাৎ ফিশান বিক্রিয়া ঘটালে প্রচুর পরিমাণে তাপশক্তি নির্গত হয়। এই তাপশক্তি ব্যবহার করে জেনারেটর দিয়ে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়। আমরা সেটিকে নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎকেন্দ্র বলি। • বাংলাদেশে পাবনা জেলার রূপপুরে বাংলাদেশ সরকার পারমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্র স্থাপন করতে যাচ্ছে। এ পারমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্র স্থাপিত হলে দুই হাজার চারশ মেগাওয়াট বিদ্যুৎ উৎপাদন হবে বলে আশা করা হচ্ছে।

তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ক্ষতিকর প্রভাব

- তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ আমাদের অনেক উপকারে আসে সে কথা সত্যি কিন্তু এটি আমাদের জন্য ক্ষতির কারণও হতে পারে। তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ থেকে যে আলফা, বেটা ও গামা রশ্মি নির্গত হয়। তা কোষের জিনগত পরিবর্তন ঘটাতে পারে যার ফলাফল হিসেবে ক্যানসারের মতো রোগ হতে পারে।
- দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধে জাপানের হিরোশিমা ও নাগাসাকিতে পারমাণবিক বোমার বিস্ফোরণ ঘটেছিল, তার জন্য কয়েক লক্ষ জীবন ধ্বংস হয়েছে। 1986 সালে রাশিয়ার চেরোনোবিলে পারমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্রে যে দুর্ঘটনা ঘটেছিল তার ফলে অনেক প্রাণ হারিয়েছে এবং ঐ এলাকায় পরিবেশ দূষণ ঘটেছে।

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনী প্রশ্নের সমাধান

১১০. টেকনিসিয়াম-99 আইসোটোপের লাইফ টাইম কত ঘণ্টা? [য. বো. ২১, ২০; ম. বো. ২১]

ক 8 খ 7
গ 6 ঘ 5

১১১. হাড়ের ব্যাথার চিকিৎসায় কোন আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়? [য. বো. ১৬]

ক ^{60}Co খ ^{130}I
গ ^{125}I ঘ ^{89}Sr

১১২. রক্তের লিউকোমিয়া রোগের চিকিৎসায় কোনটি ব্যবহৃত হয়? [ঢা. বো. ১৭; কু. বো. ২৩, ২০; চ. বো. ২৪; দি. বো. ১৫]

ক ^{131}I খ ^{99}Tc
গ ^{60}Co ঘ ^{32}P

১১৩. তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করে জমিতে কোন মৌলগুলোর পরিমাণ জানা যায়? [ঢা. বো. ২৩]

ক N ও P খ N ও S
গ P ও Mn ঘ P ও Ca

১১৪. ^{32}P ব্যবহৃত হয়- [সি. বো. ১৯]

i. রক্তের লিউকোমিয়া রোগ চিকিৎসায়
ii. উদ্ভিদের বেড়ে উঠা জানতে
iii. হাড়ের ব্যাথার চিকিৎসায়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নের সমাধান

৩৮. তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ কাকে বলে? [কু. বো. ২১]

৩৯. কৃষিক্ষেত্রে ফসফরাসের আইসোটোপের ভূমিকা ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ১৭]

বিগত বছরের গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্নের সমাধান

১. কিছু মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা দেয়া আছে:
$_4X$, $_{22}Y$, $_{24}Z$, $_{29}R$
[X, Y, Z, R মৌলের প্রতীক নয়। প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত]
[রাজশাহী বোর্ড ২০২৫]

(ক) যৌগমূলক কাকে বলে? ১

(খ) ইথিনকে অলিফিন বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপকের 'X' ও 'Y' মৌলের ইলেকট্রনবিন্যাস দেখিয়ে পর্যায় সারণিতে এদের অবস্থান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ঘ. উদ্দীপকের কোন মৌল দুটি ব্যতিক্রমধর্মী ইলেকট্রনবিন্যাস প্রদর্শন করে- উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

উত্তর

(ক) একাধিক মৌলের কতিপয় পরমাণু বা আয়ন পরস্পরের সাথে মিলিত হয়ে ধনাত্মক বা ঋণাত্মক আধানবিশিষ্ট একটি পরমাণুগুচ্ছ

তৈরি করে এবং এটি একটি মৌলের আয়নের ন্যায় আচরণ করে; এ ধরনের পরমাণুগুচ্ছকে যৌগমূলক বলে।

(খ) ইথিন $(CH_2 = CH_2)$ কে অলিফিন বলা হয়। কারণ ইথিন $(CH_2 = CH_2)$ নিম্নতর সদস্য বিশিষ্ট অ্যালকিন যা হ্যালোজেনের (Cl_2, Br_2) সাথে বিক্রিয়া করে তৈলাক্ত পদার্থ উৎপন্ন করে। এজন্য অ্যালকিন তথা ইথিনকে অলিফিন (Olifin Greek: Olefiant = Oil forming) বলে।

(গ) উদ্দীপকের X ও Y মৌলদ্বয় যথাক্রমে বেরিলিয়াম, Be(4) ও টাইটেনিয়াম Ti(22)।

পর্যায় সারণিতে ইব এর অবস্থান নির্ণয়:

ইলেকট্রন বিন্যাস: $Be(4) = 1s^2 2s^2$

গ্রুপ = 2 (s ব্লক মৌল); কেননা যোজ্যতা স্তরে বা শুধু s অরবিটালে ২টি ইলেকট্রন রয়েছে।

পর্যায় = 2; কেননা দুইটি শক্তিস্তরে e^- বিন্যাস বিন্যস্ত।

পর্যায় সারণিতে Ti এর অবস্থান নির্ণয়:

ইলেকট্রন বিন্যাস: $Ti(22) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$

গ্রুপ = 4 (d ব্লক মৌল, এজন্য $(n-1)d$ ও ns এর মোট e^- সংখ্যা)

পর্যায় = 4 (চারটি শক্তিস্তরে e^- বিন্যাস বিন্যস্ত)

সুতরাং বলা যায়, Be মৌলটি পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের ২নং গ্রুপে এবং ঞর মৌলটি ৪র্থ পর্যায়ের ৪নং গ্রুপে অবস্থিত।

(ঘ) উদ্দীপকের ${}_{24}Z$ ও ${}_{29}R$ তথা Cr(24) ও Cu(29) মৌল দুটির ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রমধর্মী। নিচে উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দেওয়া হলো-

পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসের সময় ইলেকট্রনসমূহ বিভিন্ন অরবিটালে তাদের শক্তির নিম্ন ক্রম থেকে উচ্চ ক্রম অনুসারে প্রবেশ করে। স্থিতিশীলতা অর্জনের জন্য প্রথমে নিম্ন শক্তির অরবিটালে এবং অরবিটাল পূর্ণ হলে পরবর্তীতে উচ্চ শক্তির অরবিটালে ক্রমান্বয়ে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। এক্ষেত্রে Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-

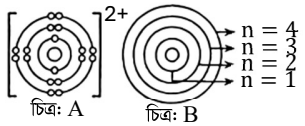
$${}_{24}C \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$$
$${}_{29}Cu \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$$

কিন্তু সাধারণভাবে দেখা যায় যে, সমশক্তির অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ বা পূর্ণ হলে সে ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর সুস্থিতি অর্জন করে। অর্থাৎ $np^3, np^6, nd^5, nd^{10}, nf^7$ এবং nf^{14} সবচেয়ে বেশি সুস্থিত হয়। এর ফলেই $d^{10}s^1$ এবং d^5s^1 ইলেকট্রন বিন্যাসবিশিষ্ট মৌল অধিকতর স্থায়ী হয়। এ হিসেবে Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাসটি হলো-

$${}_{24}Cr \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$$
$${}_{29}Cu \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$$

উপরোক্ত কারণে Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস স্বাভাবিক নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটে।

২.



চিত্র: A চিত্র: B

[দিনাজপুর বোর্ড ২০২৫]

(ক) প্রিজারভেটিভস কাকে বলে? ১

(খ) আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরের একক থাকে না কেন? ২

(গ) চিত্র 'A' আয়নটির নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর 6.696×10^{-23} g হলে, এর নিউট্রন সংখ্যা নির্ণয় কর।

(ঘ) দেখাও যে, চিত্র 'B' এর প্রতিটি শক্তিস্তরে অরবিটালসমূহের ইলেকট্রনের যোগফল $2n^2$।

উত্তর

(ক) যেসব পদার্থ খাদ্যের সাথে পরিমিত পরিমাণে মিশিয়ে খাদ্যকে বিভিন্ন অণুজীব যেমন ব্যাকটেরিয়া, ঈস্ট, মোল্ড-এর আক্রমণ থেকে রক্ষা করা হয়, তাকে প্রিজারভেটিভস বলে।

(খ) জানা আছে, দুটি একই রকম রাশি অনুপাত আকারে থাকলে এর কোনো একক থাকে না। কোনো মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরকে নিম্নরূপে প্রকাশ করা হয়-

মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

$$= \frac{\text{মৌলের ১টি পরমাণুর ভর}}{\text{১টি কার্বন-১২ আইসোটোপের ভর } \frac{1}{12} \text{ Ask}}$$

সুতরাং, দেখা যায়, আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর হলো দুটি ভরের অনুপাত (kg/kg বা g/g)। তাই এর কোনো একক থাকে না।

(গ) উদ্দীপকের চিত্র-A আয়নটির প্রোটন সংখ্যা = 20।

দেওয়া আছে, নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর = 6.696×10^{-2} g।

এখানে, প্রোটনের সংখ্যা = 20

ধরি, নিউট্রনের সংখ্যা = x

প্রশ্নমতে,

প্রোটনের ভর + নিউট্রনের ভর = নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর

বা, $(20 \times 1.673 \times 10^{-24}) + (x \times 1.675 \times 10^{-24}) = 6.696 \times 10^{-23}$g

বা, $x \times 1.675 \times 10^{-24} = (6.696 \times 10^{-2}) - (20 \times 1.673 \times 10^{-24})$

বা, $x = \frac{3.35 \times 10^{-2}}{1.675 \times 10^{-24}}$

$\therefore \quad x = 20$

সুতরাং, চিত্র-A আয়নটির নিউট্রন সংখ্যা = 20

(ঘ) উদ্দীপকের চিত্র-B-তে চারটি শক্তিস্তর আছে, যার প্রতিটি শক্তিস্তরে অরবিটালসমূহের ইলেকট্রনের যোগফল $2n^2$। নিচে তা দেখানো হলো-

শক্তিস্তর n	শক্তিস্তর অনুযায়ী উপশক্তিস্তরে l এর মান	l অনুযায়ী অরবিটালের নাম	অরবিটালের প্রতীক	অরবিটালে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা, 2(2l+1	শক্তিস্তরে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা $2n^2$
1	0	s	1s	2	2
2	0 1	s p	2s 2p	2 6	2+6=8
3	0 1 2	s p d	3s 3p 3d	2 6 10	2+6+10=18

4	0 1 2 3	s p d f	4s 4p 4d 4f	2 6 10 14	2+6+10+14 =32

সুতরাং, প্রতিটি শক্তিস্তরে মোট ইলেকট্রনের যোগফল $2n^2$। (দেখানো হলো)

৩.

মৌল	প্রোটন সংখ্যা	নিউট্রন সংখ্যা	নিউক্লিয়াসের ভর
Q	9	10	–
R	–	16	5.1895×10^{-23}g

[এখানে Q ও R প্রতীকী অর্থে]

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২৪]

(ক) ত্রয়ী সূত্রটি লিখ।

(খ) তৃতীয় শক্তিস্তরে 'f' অরবিটাল থাকে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

(গ) প্রোটন ও নিউট্রনের প্রকৃত ভর ব্যবহার করে 'Q' মৌলটির 1টি অণুর ভর নির্ণয় কর।

(ঘ) গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে 'R' মৌলটি শনাক্ত করে এর সংকেত লেখ।

উত্তর

(ক) ডোবেরাইনারের ত্রয়ীসূত্র হলো- "পারমাণবিক ভর অনুসারে তিনটি করে মৌলকে সাজালে দ্বিতীয় মৌলের পারমাণবিক ভর প্রথম ও তৃতীয় মৌলের পারমাণবিক ভরের যোগফলের অর্ধেক বা তার কাছাকাছি।"

(খ) ৩য় শক্তিস্তরে f অরবিটাল নেই। কারণ ৩য় শক্তিস্তরের জন্য $n = 3$ এবং $l = 0, 1, 2$। জানা আছে, l এর মান 0, 1 ও 2 এর জন্য s, p ও d অরবিটাল সম্ভব হয়। তাই ৩য় শক্তিস্তরে f অরবিটাল (orbital) নেই।

(গ) উদ্দীপকের 'Q' মৌলের প্রোটন সংখ্যা 9। তাই মৌলটি ফ্লোরিন (F)।

আমরা জানি,

একটি পরমাণুর ভর = প্রোটনের ভর + নিউট্রনের ভর

$= (9 \times 1.673 \times 10^{-24}) + (10 \times 1.675 \times 10^{-24})$

$= 3.1807 \times 10^{-23}$g

আবার, একটি ফ্লোরিন অণুতে দুইটি পরমাণু থাকে।

তাই, একটি অণুর ভর = 2 × পরমাণুর ভর

$= 2 \times 3.1807 \times 10^{-23}$g

$= 6.3614 \times 10^{-23}$g

অতএব, Q মৌলটি 1টি অণুর ভর 6.3614×10^{-23} g।

(ঘ) দেওয়া আছে, R মৌলটির নিউক্লিয়াসের ভর = 5.1895×10^{-23} g

নিউট্রন সংখ্যা = 16

ধরি, প্রোটন সংখ্যা = x

প্রশ্নমতে, প্রোটনের ভর + নিউট্রনের ভর = নিউক্লিয়াসের ভর

বা, $(x \times 1.673 \times 10^{-24}) + (16 \times 1.675 \times 10^{-24}) = 5.1895 \times 10^{-23})$

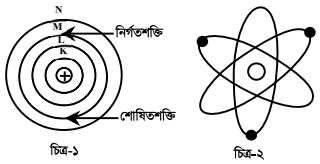
বা, $1.673 \times 10^{-24}\, x = 5.1895 \times 10^{-23} - 2.68 \times 10^{-23}$

বা, $x = \dfrac{2.5095 \times 10^{-23}}{1.673 \times 10^{-24}}$

$\therefore\ x = 15$

সুতরাং, R মৌলটির প্রোটন সংখ্যা তথা পা; সংখ্যা 15। অর্থাৎ নির্ণেয় মৌলটি ফসফরাস যার সংকেত (P_4)।

৪.



[সিলেট বোর্ড ২০২৪]

(ক) পারমাণবিক সংখ্যা কাকে বলে?

(খ) সোডিয়ামের ভরসংখ্যা 23 বলতে কী বুঝায়?

(গ) চিত্র-১ এর সর্বশেষ শক্তিস্তরে বিদ্যমান একটি ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর।

(ঘ) চিত্র-১ ও চিত্র-২ এর কোন পরমাণু মডেলটি অধিক গ্রহণযোগ্য? যথাযথ যুক্তির মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

(ক) কোনো মৌলের একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্রোটনের সংখ্যাকে ঐ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বলে।

(খ) কোনো পরমাণুতে উপস্থিত প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার যোগফলকে ঐ পরমাণুর ভরসংখ্যা বলে। অর্থাৎ, ভরসংখ্যা হচ্ছে প্রোটন সংখ্যা ও নিউট্রন সংখ্যার সমষ্টি। সোডিয়াম (Na) এর ভরসংখ্যা 23 বলতে বুঝায়, Na পরমাণুর নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা 11 এবং নিউট্রন সংখ্যা $(23 - 11) = 12$, যাদের সমষ্টি $(11 + 12) = 23$ হচ্ছে $^{23}_{11}$Na এর ভর সংখ্যা।

(গ) উদ্দীপকের চিত্র-১ এর সর্বশেষ শক্তিস্তর ৪র্থ শক্তিস্তর।

এ কক্ষপথের জন্য $n = 4$।

জানা আছে, ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ,

$mvr = \dfrac{nh}{2\pi}$

$= \dfrac{4 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 3.1416}$

$= 4.218 \times 10^{-34}$ J.s

এখানে,
$n = 4$
h = প্লাংকের ধ্রুবক $= 6.626 \times 10^{-34}$ J.s
$\pi = 3.1416$
$mvr = ?$

সুতরাং চিত্র-১ এর সর্বশেষ শক্তিস্তরে বিদ্যমান একটি ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ 4.218×10^{-34} J.s.

(ঘ) উদ্দীপকের চিত্র-১ এর মডেলটি নীলস বোর পরমাণু মডেল এবং চিত্র-২ এর মডেলটি রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল। বোর পরমাণু মডেলটি

অধিক গ্রহণযোগ্য। যথাযথ যুক্তির মাধ্যমে নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-

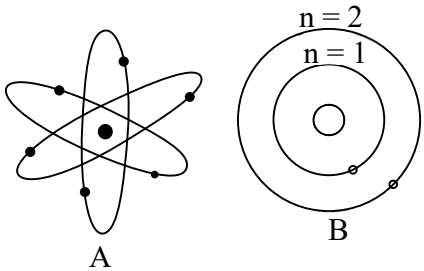
১. রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল অনুসারে সৌরজগতে সূর্যকে কেন্দ্র গ্রহ-উপগ্রহগুলো যেমন ঘুরছে, পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলোও তেমন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘুরছে। এখানে ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার সম্পর্কে কোনো কথা বলা হয়নি কিন্তু বোরের পারমাণবিক মডেলে পরমাণুর শক্তিস্তরের আকার বৃত্তাকার বলা হয়েছে।

২. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে বা শক্তি বিকিরণ করলে পরমাণুর গঠনে কী ধরনের পরিবর্তন ঘটে সে কথা বলা হয়নি কিন্তু বোর পরমাণু মডেলে বলা হয়েছে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে ইলেকট্রন নিম্ন শক্তিস্তর' থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে উঠে। আবার, পরমাণু শক্তি বিকিরণ করলে ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে নেমে আসে।

৩. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে কোনো মৌলের পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় না কিন্তু বোরের পরমাণু মডেল অনুসারে এক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণু হাইড্রোজেন (H) এর বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায়।

উপরিউক্ত বর্ণিত কারণে বলা যায় যে, রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের তুলনায় বোরের পরমাণু মডেল অধিকতর উন্নত তথা উপযোগী।

৫.



[এখানে, $h = 6.626 \times 10^{-34} m^2 kg/s$]

[দিনাজপুর বোর্ড ২০২৪]

(ক) ওয়াশিং সোডা কাকে বলে?

(খ) Rb কে ক্ষার ধাতু বলা হয় কেন?

(গ) 'B' মডেলের সর্বশেষ শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর।

(ঘ) 'A' ও 'B' মডেলটির কোনটি অধিক উপযোগী? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

(ক) সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) এর 1 অণুর সাথে 10 অণু পানি রাসায়নিকভাবে যুক্ত হলে তাকে ওয়াশিং সোডা বলে।

(খ) Rb কে ক্ষারধাতু বলা হয়। কারণ এটি গ্রুপ-1 এ অবস্থিত মৌল এবং পানির সাথে বিক্রিয়া করে তীব্র ক্ষার (RbOH) তৈরি করে।

বিক্রিয়া : $2Rb + 2H_2O \rightarrow 2RbOH + H_2(g)$

ক্ষার

(গ) উদ্দীপকের B মডেলের সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় :

জানা আছে, ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ,

$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$
$$= \frac{2 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 3.1416}$$
$$= 2.1091 \times 10^{-34}\ m^2\ kg/s$$

এখানে,
কক্ষপথ, $n = 2$
প্লাংকের ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-34}\ m^2\ kg/s$
কৌণিক ভরবেগ $mvr = ?$

সুতরাং B মডেলের সর্বশেষ শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ $2.1091 \times 10^{-34}\ m^2\ kg/s$।

(ঘ) উদ্দীপকের A মডেলটি রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল এবং B মডেলটি নীলস বোর পরমাণু মডেল।

উক্ত মডেল দুটির মধ্যে বোরের পরমাণু মডেল অধিকতর উপযোগী। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো :

১. রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল অনুসারে সৌরজগতে সূর্যকে কেন্দ্র গ্রহ-উপগ্রহগুলো যেমন ঘুরছে, পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলোও তেমন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘুরছে। এখানে ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার সম্পর্কে কোনো কথা বলা হয়নি কিন্তু বোরের পারমাণবিক মডেলে পরমাণুর শক্তিস্তরের আকার বৃত্তাকার বলা হয়েছে।

২. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে বা শক্তি বিকিরণ করলে পরমাণুর গঠনে কী ধরনের পরিবর্তন ঘটে সে কথা বলা হয়নি কিন্তু বোর পরমাণু মডেলে বলা হয়েছে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে ইলেকট্রন নিম্ন শক্তিস্তর' থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে উঠে। আবার, পরমাণু শক্তি বিকিরণ করলে ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে নেমে আসে।

৩. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে কোনো মৌলের পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় না কিন্তু বোরের পরমাণু মডেল অনুসারে এক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণু হাইড্রোজেন (H) এর বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায়।

উপরিউক্ত বর্ণিত কারণে বলা যায় যে, A মডেল তথা রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের তুলনায় B মডেল তথা বোরের পরমাণু মডেল অধিকতর উন্নত তথা উপযোগী।

৬. পটাশিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস:

পদ্ধতি-1: $1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p6 3d^1$

পদ্ধতি-2: $1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 4s^1$

[ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২৪]

(ক) মৌল কাকে বলে?

(খ) নাইট্রোজেনের যোজনী ও যোজ্যতা ইলেকট্রন ভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা কর।

(গ) উদ্দীপকের মৌলটির যোজ্যতা ইলেকট্রনটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাসের কোন পদ্ধতিটি সঠিক বলে তুমি মনে কর? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যথাযথ যুক্তি উপস্থাপন কর।

উত্তর

(ক) যে পদার্থকে ভাঙলে সেই পদার্থ ছাড়া অন্য কোনো পদার্থ পাওয়া যায় না তাকে মৌল বা মৌলিক পদার্থ বলে।

(খ) নাইট্রোজেন পরমাণুর যোজনী ও যোজ্যতা ইলেকট্রন ভিন্ন হয়। এর কারণ যোজনী হলো কোনো মৌল অপর মৌলের সাথে যুক্ত হওয়ার ক্ষমতা। কিন্তু যোজ্যতা ইলেকট্রন হলো মৌলের বহিঃস্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা।

N এর ইলেকট্রন বিন্যাস হচ্ছে,

$N(7) : 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$.

N এর বহিঃস্থ স্তরে ৩টি অযুগ্ম ইলেকট্রন রয়েছে।

ফলে নাইট্রোজেন মৌলটি একযোজী কোনো মৌলের তিনটি পরমাণুর সাথে যুক্ত হওয়ার ক্ষমতা রাখে। সংজ্ঞানুসারে, নাইট্রোজেনের যোজনী তিন। অপরদিকে নাইট্রোজেনের সর্বশেষ শক্তিস্তরে মোট 5টি ইলেকট্রন থাকায় এর যোজ্যতা ইলেকট্রন 5। সুতরাং, দেখা যাচ্ছে, N এর যোজনী 3 এবং যোজ্যতা ইলেকট্রন 5, যা ভিন্ন।

(গ) উদ্দীপকের মৌলটি K(19)। K এর যোজ্যতা ইলেকট্রনটি ৪র্থ শক্তিস্তরে অবস্থিত।

কক্ষপথের জন্য $n = 4$।

জানা আছে, ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ,

$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$
$$= \frac{4 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 3.1416}$$
$$= 4.218 \times 10^{-34}\ J.s$$

এখানে,
$n = 4$
h = প্লাংকের ধ্রুবক $= 6.626 \times 10^{-34}$ J.s
$\pi = 3.1416$
$mvr = ?$

সুতরাং উদ্দীপকের মৌলটির যোজ্যতা ইলেকট্রনটির কৌণিক ভরবেগ 4.218×10^{-34} J.s।

(ঘ) উদ্দীপকের K(19) এর ইলেকট্রন বিন্যাসের পদ্ধতি-2 সঠিক বলে মনে করি।

নিচে উত্তরের সপক্ষে যথাযথ যুক্তি উপস্থাপন করা হলো-

K এর প্রদত্ত ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই,

পদ্ধতি-1: $1s^2\ \ 2s^2 2p^6\ \ 3s^2 3p^6 3d^1$

পদ্ধতি-2: $1s^2\ \ 2s^2 2p^6\ \ 3s^2 3p^6\ \ 4s^1$

আউফবাউ নীতি অনুসারে, ইলেকট্রন প্রথমে নিম্নশক্তির অরবিটালে এবং পরে উচ্চশক্তির অরবিটালে গমন করে। দুটি অরবিটালের মধ্যে কোনটি নিম্নশক্তির আর কোনটি উচ্চশক্তির তা $(n + l)$ এর মানের ওপর নির্ভর করে। যার $(n + l)$ এর মান কম সেটি নিম্নশক্তির অরবিটাল। 3d এবং 4s অরবিটালের জন্য $(n + l)$ এর মান নিম্নরূপ :

3d অরবিটালে : $n = 3, l = 2 \therefore n + l = 3 + 2 = 5$

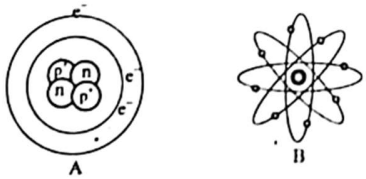
4s অরবিটালে : $n = 4, l = 0 \therefore n + l = 4 + 0 = 4$

সুতরাং, 3d এর চেয়ে 4s অরবিটালের শক্তি কম ($4s < 3d$) হওয়ায় পটাসিয়ামের 19 তম ইলেকট্রন 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে স্থান গ্রহণ করে। ফলে K(19) এর ইলেকট্রন বিন্যাস দাঁড়ায়-

$K(19) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$।

সুতরাং বলা যায়, 3d অপেক্ষা 4s অরবিটালের শক্তি কম হওয়ায় 19 তম ইলেকট্রনটি 3d তে প্রবেশ না করে 4s-এ প্রবেশ করে। উপরের আলোচনা থেকে বলা যায়, K মৌলটির ক্ষেত্রে পদ্ধতি-1 অপেক্ষা পদ্ধতি-2 এর ইলেকট্রন বিন্যাস সঠিক।

৭.



[এখানে , $h = 6.626 \times 10^{-34}\ m^2 kg/s$]

[ঢাকা বোর্ড ২০২৩]

(ক) ভরসংখ্যা কাকে বলে?

(খ) নাইট্রোজেন পরমাণুর আসল পরিচয় তার পারমাণবিক সংখ্যা – ব্যাখ্যা করো।

(গ) A চিত্রের ক্ষেত্রে সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় করো।

(ঘ) A ও B মডেল দুটির মধ্যে তুলনামুলক আলোচনা করো।

উত্তর

(ক) কোনো পরমাণুতে উপস্থিত প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার যোগফলকে পরমাণুর ভরসংখ্যা বলে।

(খ) কোনো মৌলের একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যতটি প্রোটন থাকে প্রোটনের সে সংখ্যাকে ঐ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বলে। মৌলের ধর্ম এর পারমাণবিক সংখ্যার উপর নির্ভর করে। রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় পরমাণুর সর্ববহিস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনসমূহ অংশগ্রহণ করে এবং ইলেকট্রনের সংখ্যার পরিবর্তন ঘটে কিন্তু প্রোটন সংখ্যা বা পারমাণবিক সংখ্যার কোনো পরিবর্তন ঘটে না।

নাইট্রোজেনের পারমাণবিক সংখ্যা 7 অর্থাৎ নাইট্রোজেন পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা 7। বিক্রিয়াকালে নাইট্রোজেনের ইলেকট্রন সংখ্যা পরিবর্তিত হলেও প্রোটন সংখ্যা 7, যা নাইট্রোজেনের ধর্মকে অক্ষর রাখে। তাই বলা যায় যে, নাইট্রোজেন পরমাণুর আসল পরিচয় তার পারমাণবিক সংখ্যা।

(গ) উদ্দীপকের A চিত্রের ক্ষেত্রে, সর্বশেষ শক্তিস্তরে $n = 2$।

জানা আছে,

ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ,

$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$
$$= \frac{2 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 3.1416}$$
$$= 2.11 \times 10^{-34}\ m^2\ kg/s$$

এখানে,
$h = 6.626 \times 10^{-34}\ m^2\ kg/s$
কৌণিক ভরবেগ $mvr = ?$

সুতরাং, A চিত্রের ক্ষেত্রে সর্বশেষ শক্তিভরের ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ $2.11 \times 10^{-34}\ m^2\ kg/s$

(ঘ) উদ্দীপকের চিত্র-A এর মডেলটি বোর পরমাণু মডেল এবং চিত্র-B মডেলটি রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল। পরমাণুর গঠন বর্ণনায় বোর

পরমাণু মডেল বেশি সফল। নিচে তা তুলনামূলক বিশ্লেষণ করা হলো-

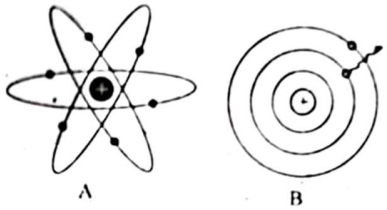
১. রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল অনুসারে সৌরজগতে সূর্যকে কেন্দ্র গ্রহ-উপগ্রহগুলো যেমন ঘুরছে, পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলোও তেমন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘুরছে। এখানে ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার সম্পর্কে কোনো কথা বলা হয়নি কিন্তু বোরের পারমাণবিক মডেলে পরমাণুর শক্তিস্তরের আকার বৃত্তাকার বলা হয়েছে।

২. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে বা শক্তি বিকিরণ করলে পরমাণুর গঠনে কী ধরনের পরিবর্তন ঘটে সে কথা বলা হয়নি কিন্তু বোর পরমাণু মডেলে বলা হয়েছে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে ইলেকট্রন নিম্ন শক্তিস্তর' থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে উঠে। আবার, পরমাণু শক্তি বিকিরণ করলে ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে নেমে আসে।

৩. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে কোনো মৌলের পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় না কিন্তু বোরের পরমাণু মডেল অনুসারে এক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণু হাইড্রোজেন (H) এর বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায়।

উপরিউক্ত বর্ণিত কারণে বলা যায় যে, রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের তুলনায় বোরের পরমাণু মডেল অধিকতর উন্নত তথা উপযোগী।

৮.



[রাজশাহী বোর্ড ২০২৩]

(ক) গাঠনিক সংকেত কাকে বলে?

(খ) Mg কে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয় কেন?

(গ) B মডেলের সর্বশেষ শক্তিস্তরে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় করো। [$h = 6.626 \times 10^{-34}\ m^2kg/s$]

(ঘ) পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যায় উদ্দীপকের কোন মডেলটি অধিক উপযোগী? বিশ্লেষণ করো।

উত্তর

(ক) একটি অণুতে মৌলের পরমাণুগুলো যেভাবে সাজানো থাকে, প্রতীক এবং বন্ধনের মাধ্যমে তা প্রকাশ করাকে গাঠনিক সংকেত বলে।

(খ) পর্যায় সারণির ২নং গ্রুপের Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra এই ৬টি ধাতুকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয়। পৃথিবীর উপরিভাগের মাটির আবরণ হলো ভূ-ত্বক। ভূ-ত্বকে বিভিন্ন ধাতু যৌগরূপে বিদ্যমান। ম্যাগনেশিয়াম (Mg) কে মাটির নিচে যৌগ রূপে পাওয়া যায় বলেই Mg কে মৃৎক্ষার ধাতু বলে। যেমন, Mg মাটিতে MgO রূপে বিদ্যমান থাকে।

(গ) উদ্দীপকের B মডেলের সর্বশেষ কক্ষপথ তৃতীয় কক্ষপথ।
এখানে, ৩য় শক্তিস্তর অর্থাৎ, $n = 3$

জানা আছে,

$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

$$= \frac{3 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 3.1416}$$

$$= 3.164 \times 10^{-34}$$

$\therefore mvr = 3.164 \times 10^{-34}\ m^2kgs^{-1}$

এখানে,
প্লাংকের ধ্রুবক
$h = 6.626 \times 10^{-34}\ m^2kgs^{-1}$
কক্ষপথ সংখ্যা, $n = 3$
$\pi = 3.1416$
নির্ণয় করতে হবে,
কৌণিক ভরবেগ, mvr = ?

সুতরাং, B মডেলের সর্বশেষ শক্তিস্তরে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের ভরবেগ $3.164 \times 10^{-34}\ m^2kgs^{-1}$।

(ঘ) উদ্দীপকের A মডেলটি রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল ও B মডেলটি নীলস বোর পরমাণু মডেল। পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যায় চিত্র B অর্থাৎ বোর পরমাণু মডেল অধিকতর গ্রহণযোগ্য। নিচে যুক্তিসহ তা বিশ্লেষণ করা হলো-

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে বলা হয়েছে "সৌরজগতের সূর্যকে কেন্দ্র করে গ্রহগুলোর ন্যায় নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ইলেকট্রনগুলো ঘুরতে থাকে।" কিন্তু নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে কীভাবে ঘুরে সে সম্পর্কে রাদারফোর্ড মডেলে কিছু বলা হয়নি অর্থাৎ রাদারফোর্ডের মতবাদে ইলেকট্রনসমূহ যে কক্ষপথ বা শক্তিস্তর থাকবে তার কোনো ব্যাখ্যা দেওয়া হয়নি। অপরদিকে, বোরের পরমাণু মডেলে বলা হয়েছে যে, "পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে কতকগুলো বৃত্তাকার স্থির কক্ষপথে ইলেকট্রনগুলো ঘুরতে থাকে।" অর্থাৎ আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সমন্ধে ধারণা বোরের পরমাণু মডেলে দেওয়া হয়েছে। রাদারফোর্ডের মতবাদে আরও বলা হয়েছে যে, পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে একটি ধনাত্মক চার্জযুক্ত ভারী বস্তু বিদ্যমান। এ ভারী বস্তুকে পরমাণুর কেন্দ্র বা নিউক্লিয়াস বলা হয়। পরমাণুর মোট আয়তনের তুলনায় নিউক্লিয়াসের আয়তন অতি নগণ্য। পরমাণু বিদ্যুৎ নিরপেক্ষ। রাদারফোর্ডের মডেলে হাইড্রোজেন বা অন্য কোনো মৌলের ক্ষেত্রে কীভাবে বর্ণালি সৃষ্টি হয় সে সম্পর্কে কোনো ধারণা দেওয়া হয়নি কিন্তু বোরের মডেলে বলা হয়েছে যে, একটি নির্দিষ্ট শক্তিস্তরে অবস্থানকালে ইলেকট্রনসমূহ শক্তি শোষণ অথবা বিকিরণ করে না। যখন কোনো ইলেকট্রন নিম্নতর কক্ষপথ থেকে উচ্চতর কক্ষপথে স্থানান্তরিত হয় তখন নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি শোষণ করে। আবার যখন উচ্চতর শক্তিস্তর থেকে নিম্নতর শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হয় তখন শক্তি বিকিরণ করে। এ বিকীর্ণ শক্তি বর্ণালি হিসেবে দেখা দেয়।

উপরের আলোচনা থেকে বলা যায়, পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যায় উদ্দীপকের B মডেলটি তথা বোর পরমাণু মডেল অধিকতর গ্রহণযোগ্য।

৯. (i) 4f, 4p, 4d অরবিটাল,
(ii) একটি মৌলের নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর 5.357×10^{-23} গ্রাম। এর নিউট্রন সংখ্যা 17।

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২৩]

(ক) হ্যালোজেন কাকে বলে?

(খ) Ar এ স্থিতিশীলতা ব্যাখ্যা করো।

(গ) দৃশ্য (ii) এর মৌলটি শনাক্ত করো।

(ঘ) দৃশ্য-(i) এর শক্তির ক্রম বিশ্লেষণ করো।

উত্তর

(ক) পর্যায় সারণির গ্রুপ-17 এর ৬টি মৌল ফ্লোরিন (F), ক্লোরিন (CI), ব্রোমিন (Br), আয়োডিন (l), অ্যাস্টাটিন (At) ও টেনেসিন (Ts) কে হ্যালোজেন (Halogen) বলে।

(খ) Ar একটি স্থিতিশীল মৌল। কারণ, $_{18}Ar$ এর ($1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$) সর্ববহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রন দ্বারা অষ্টক পূর্ণ থাকে, যা অত্যন্ত সুস্থিত। এ সুস্থিত ইলেকট্রন বিন্যাস ভাঙতে অনেক শক্তির প্রয়োজন। তাই Ar স্বাভাবিক অবস্থায় কোনো মৌলের সাথে যুক্ত হয় না। অর্থাৎ বহিঃস্থ স্তরের সুবিন্যস্ত ইলেকট্রন বিন্যাসের কারণে Ar স্থিতিশীল হয়।

(গ) দৃশ্য (ii) এ দেওয়া আছে,

নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর= 5.357×10^{-23} g

নিউট্রন সংখ্যা = 17

ধরি, প্রোটন সংখ্যা = x

প্রশ্নমতে, প্রোটনের ভর + নিউট্রনের ভর = নিউক্লিয়াসের ভর

বা, $(x \times 1.673 \times 10^{-24}) + (17 \times 1.675 \times 10^{-24}) = 5.357 \times 10^{-23}$

বা, $x \times 1.673 \times 10^{-24} = 5.1895 \times 10^{-23} - 2.8475 \times 10^{-23}$

বা, $x = \frac{2.5095 \times 10^{-23}}{1.673 \times 10^{-24}} = 15$

$\therefore\ x = 15$

অর্থাৎ মৌলটির প্রোটন সংখ্যা তথা পারমাণবিক সংখ্যা 15।

সুতরাং (ii) নং এর মৌলটি ফসফরাস (P)।

(ঘ) উদ্দীপকের দৃশ্য (i) এ 4f, 4p ও 4d অরবিটাল বিদ্যমান। নিচে এদের শক্তির ক্রম বিশ্লেষণ করা হলো-

আউফবাউ নীতি অনুসারে, "যে অরবিটালের শক্তি কম সেই অরবিটালে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে এবং যে অরবিটালের শক্তি বেশি সেই অরবিটালে ইলেকট্রন পরে প্রবেশ করবে।" অরবিটালের মধ্যে কোনটির শক্তি কম আর কোনটির শক্তি বেশি তা অরবিটাল দুটির প্রধান শক্তিস্তরের মান (n) ও উপশক্তিস্তরের মান (l) এর যোগফলের উপর নির্ভর করে। যে অরবিটালের (n + l) এর মান কম সেই অরবিটালের শক্তি কম এবং সেই অরবিটালে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে। অপরদিকে (n + l) এর মান যে অরবিটালের বেশি তার শক্তিও বেশি এবং সেই অরবিটালে ইলেকট্রন পরে প্রবেশ করবে।

4f অরবিটালের ক্ষেত্রে, n + l = 4 + 3 = 7

৪ঢ় অরবিটালের ক্ষেত্রে, n + l = 4 + 1 = 5

৪ফ অরবিটালের ক্ষেত্রে, n + l = 4 + 2 = 6

যেহেতু 4f অরবিটালের (n + l) এর মান বেশি, এজন্য 4f অরবিটালের শক্তি সবচেয়ে বেশি। অপরদিকে 4p অরবিটালের (n + l)

এর মান সবচেয়ে কম, তাই এর শক্তিও সবচেয়ে কম।

সুতরাং অরবিটালগুলোর শক্তির ক্রম :

4f > 4d > 4p

১০.

মৌল		
$_{17}X$	$_{19}Y$	$_{21}Z$

[এখানে X, Y, Z প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত]

[ঢাকা বোর্ড ২০২২]

(ক) আইসোটোপ কাকে বলে?

(খ) "পরমাণুর সমস্ত ভর নিউক্লিয়াসে কেন্দ্রীভূত" – ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের ১ম মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 35.5 হলে এর 50টি পরমাণুর ভর কত?

(ঘ) 'Z' এর সর্বশেষ ইলেকট্রন 3d অরবিটালে প্রবেশ করলেও 'Y' এর ক্ষেত্রে তা হয় না" – ইলেকট্রন বিন্যাসের এরূপ কারণ বিশ্লেষণ করো।

উত্তর

(ক) যে সকল পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা সমান কিন্তু ভরসংখ্যা ও নিউট্রন সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে একে অপরের আইসোটোপ বলে।

(খ) পরমাণুর কেন্দ্রের নাম নিউক্লিয়াস। নিউক্লিয়াসের ভিতরে প্রোটন ও নিউট্রন এবং বাইরে ইলেকট্রন অবস্থান করে। যেহেতু আপেক্ষিকভাবে ইলেকট্রনের ভর শূন্য ধরা হয়, কাজেই নিউক্লিয়াসের ভিতরে অবস্থিত প্রোটন ও নিউট্রনের ভরই পরমাণুর ভর হিসাবে বিবেচনা করা হয়।

অর্থাৎ পরমাণুর সমস্ত ভর নিউক্লিয়াসে কেন্দ্রীভূত।

(গ) উদ্দীপকের ১ম মৌলটি $_{17}X$। অর্থাৎ X মৌলটি ক্লোরিন (CI)।

দেওয়া আছে, Cl এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 35.5। পরীক্ষায় দেখা গেছে, কার্বন-12 আইসোটোপের পারমাণবিক ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ হচ্ছে 1.66×10^{-24} g।

$\therefore$ 1টি ক্লোরিন পরমাণুর ভর = $35.5 \times 1.66 \times 10^{-2}$ g

$= 5.893 \times 10^{-23}$ g

$\therefore$ 50 টি ক্লোরিন পরমাণুর ভর = $50 \times 5.893 \times 10^{-23}$ g

$= 2.9465 \times 10^{-21}$ g

সুতরাং, উদ্দীপকের ১ম মৌলের 50টি পরমাণুর ভর 2.9465×10^{-21} g।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, $_{19}Y$ ও $_{21}Z$ মৌলদ্বয় যথাক্রমে পটাসিয়াম (K) ও স্ক্যানডিয়াম (Sc)। Sc(21) এর সর্বশেষ ইলেকট্রন 3d তে প্রবেশ করলেও K(19) এর সর্বশেষ ইলেকট্রন 3d তে প্রবেশ করে না। নিচে ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্য এর কারণ বিশ্লেষণ করা হলো-

আউফবাউ নীতি অনুসারে, ইলেকট্রন প্রথমে নিম্নশক্তির অরবিটালে এবং পরে উচ্চশক্তির অরবিটালে গমন করে। দুটি অরবিটালের মধ্যে কোনটি নিম্নশক্তির আর কোনটি উচ্চশক্তির তা (n + l) এর মানের ওপর নির্ভর করে। যার (n + l) এর মান কম সেটি নিম্নশক্তির অরবিটাল। 3d এবং 4s অরবিটালের জন্য (n + l) এর মান নিম্নরূপ :

3d অরবিটালে : n = 3, l = 2

$\therefore$ $n + l = 3 + 2 = 5$

4s অরবিটালে : $n = 4, l = 0$

$\therefore$ $n + l = 4 + 0 = 4$

সুতরাং, 3d এর চেয়ে 4s অরবিটালের শক্তি কম ($4s < 3d$) হওয়ায় পটাসিয়ামের 19 তম ইলেকট্রন 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে স্থান গ্রহণ করে। ফলে K(19) এর ইলেকট্রন বিন্যাস দাঁড়ায়-

$K(19) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$।

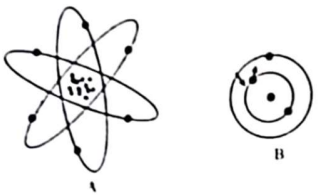
সুতরাং বলা যায়, 3d অপেক্ষা 4s অরবিটালের শক্তি কম হওয়ায় 19 তম ইলেকট্রনটি 3d তে প্রবেশ না করে 4s-এ প্রবেশ করে।

অপরদিকে Sc(21) এর ক্ষেত্রে সর্বশেষ ইলেকট্রন হলো 21 তম ইলেকট্রন। তাই Sc এর ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে 4s কম শক্তির অরবিটাল ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ ($4s^2$) করে সর্বশেষ ইলেকট্রন (21 তম ইলেকট্রন) 3d অরবিটালে প্রবেশ করে।

$Sc(21) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^1\ 4s^2$

উপরের আলোচনা থেকে বলা যায়, 3d অরবিটালের শক্তি 4s অপেক্ষা বেশি হওয়ায় K এর সর্বশেষ ইলেকট্রন 3d তে না গিয়ে 4s এ যায় এবং Sc এর সর্বশেষ ইলেকট্রন 4s অরবিটাল পূর্ণ করে উচ্চ শক্তির 3d অরবিটালে প্রবেশ করে।

১১.



[দিনাজপুর বোর্ড ২০২২]

(ক) অরবিটাল কী?

(খ) নিশাদলকে উর্ধ্বপাতিত পদার্থ বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের B চিত্রের মৌলটির একটি পরমাণুর ভর 11.719×10^{-24}g হলে এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় করো।

(ঘ) পরমাণুটির গঠন ব্যাখ্যায় উদ্দীপকের কোন চিত্রটি অধিকতর গ্রহণযোগ্য? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো।

উত্তর

(ক) পরমাণুতে বিদ্যমান প্রতিটি প্রধান শক্তিস্তর কতকগুলো উপশক্তিস্তরে বিভক্ত থাকে যাদেরকে অর্বিটাল বলে।

(খ) যেসব কঠিন পদার্থকে উত্তপ্ত করলে তরলে পরিণত না হয়ে সরাসরি গ্যাসে পরিণত হয় তাদেরকে ঊর্ধ্বপাতিত পদার্থ বলে। নিশাদল (NH_4Cl) কে তাপ দিলে এটি কঠিন অবস্থা থেকে সরাসরি বাষ্পীয় অবস্থায় পরিণত হয়। এজন্য নিশাদলকে ঊর্ধ্বপাতিত পদার্থ বলা হয়।

(গ) জানা আছে, কোনো মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

$$= \frac{\text{মৌলের একটি পরমাণুর ভর}}{\text{একটি কার্বন-12 আইসোটোপের ভরের } \frac{1}{12} \text{ অংশ}}$$

দেওয়া আছে, B মৌলের একটি পরমাণুর ভর 11.719×10^{-24} g। পরীক্ষায় দেখা গেছে, কার্বন-12 আইসোটোপের পারমাণবিক ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ হচ্ছে 1.66×10^{-24} g।

$\therefore$ B মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর $= \frac{11.719 \times 10^{-24}}{1.66 \times 10^{-24}}$

$= 7.06$

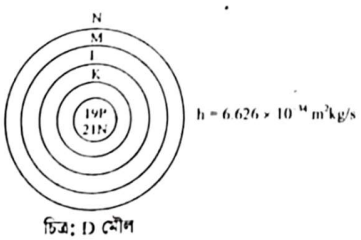
সুতরাং উদ্দীপকের B চিত্রের মৌলটির আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 7.06।

(ঘ) উদ্দীপকের A মডেলটি রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল ও B মডেলটি নীলস বোর পরমাণু মডেল। পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যায় চিত্র B অর্থাৎ বোর পরমাণু মডেল অধিকতর গ্রহণযোগ্য। নিচে যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করা হলো-

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে বলা হয়েছে "সৌরজগতের সূর্যকে কেন্দ্র করে গ্রহগুলোর ন্যায় নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ইলেকট্রনগুলো ঘুরতে থাকে।" কিন্তু নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে কীভাবে ঘুরে সে সম্পর্কে রাদারফোর্ড মডেলে কিছু বলা হয়নি অর্থাৎ রাদারফোর্ডের মতবাদে ইলেকট্রনসমূহ যে কক্ষপথ বা শক্তিস্তর থাকবে তার কোনো ব্যাখ্যা দেওয়া হয়নি। অপরদিকে, বোরের পরমাণু মডেলে বলা হয়েছে যে, "পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে কতকগুলো বৃত্তাকার স্থির কক্ষপথে ইলেকট্রনগুলো ঘুরতে থাকে।" অর্থাৎ আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সমন্ধে ধারণা বোরের পরমাণু মডেলে দেওয়া হয়েছে। রাদারফোর্ডের মতবাদে আরও বলা হয়েছে যে, পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে একটি ধনাত্মক চার্জযুক্ত ভারী বস্তু বিদ্যমান। এ ভারী বস্তুকে পরমাণুর কেন্দ্র বা নিউক্লিয়াস বলা হয়। পরমাণুর মোট আয়তনের তুলনায় নিউক্লিয়াসের আয়তন অতি নগণ্য। পরমাণু বিদ্যুৎ নিরপেক্ষ। রাদারফোর্ডের মডেলে হাইড্রোজেন বা অন্য কোনো মৌলের ক্ষেত্রে কীভাবে বর্ণালি সৃষ্টি হয় সে সম্পর্কে কোনো ধারণা দেওয়া হয়নি কিন্তু বোরের মডেলে বলা হয়েছে যে, একটি নির্দিষ্ট শক্তিস্তরে অবস্থানকালে ইলেকট্রনসমূহ শক্তি শোষণ অথবা বিকিরণ করে না। যখন কোনো ইলেকট্রন নিম্নতর কক্ষপথ থেকে উচ্চতর কক্ষপথে স্থানান্তরিত হয় তখন নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি শোষণ করে। আবার যখন উচ্চতর শক্তিস্তর থেকে নিম্নতর শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হয় তখন শক্তি বিকিরণ করে। এ বিকীর্ণ শক্তি বর্ণালি হিসেবে দেখা দেয়।

উপরের আলোচনা থেকে বলা যায়, পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যায় উদ্দীপকের B মডেলটি তথা বোর পরমাণু মডেল অধিকতর গ্রহণযোগ্য।

১২.



চিত্র: D মৌল

[বি.দ্র. : D প্রতীকী অর্থে; কোন প্রতীক নয়।

[কুমিল্লা বোর্ড ২০২২]

(ক) পাতন কাকে বলে?

(খ) $CO_2(g)$ এবং $CH_4(g)$ এর মধ্যে কার ব্যাপন হার বেশি?

(গ) উদ্দীপকের 'D' মৌলের শেষ কক্ষপথে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের 'D' মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস ন্যাস $2n^2$ সূত্র দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায় না – বিশ্লেষণ করো।

উত্তর

(ক) কোনো তরলকে তাপ প্রদানে বাষ্পে পরিণত করে তাকে পুনরায় শীতলীকরণের মাধ্যমে তরলে পরিণত করার পদ্ধতিকে পাতন বলে।

(খ) $CO_2(g)$ এবং $CH_4(g)$ এর মধ্যে $CH_4(g)$ এর ব্যাপন হার বেশি। কারণ গ্রাহামের ব্যাপন সূত্রানুসারে ব্যাপন হলো আণবিক ভরের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ যার আণবিক ভর যত কম হবে তার ব্যাপন হার তত বেশি হবে। CO_2 এর আণবিক ভর $(12 + 16 \times 2)$ বা, 44 এবং CH_4 এর আণবিক ভর $(12 + 1 \times 4)$ বা, 16। CH_4 এর আণবিক ভর কম হওয়ায় এর ব্যাপন হার বেশি হয়।

(গ) উদ্দীপকের D মৌলটির 19টি প্রোটন এবং 21টি নিউট্রন আছে। সুতরাং মৌলটি পটাসিয়াম (K)। এর ইলেকট্রন বিন্যাস :

$K(19) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

$\therefore$ সর্বশেষ ইলেকট্রনটি ৪র্থ কক্ষপথে প্রবেশ করে।

বোর পরমাণু মডেল অনুসারে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ,

$$mvr = n\frac{h}{2\pi}$$
$$= \frac{4 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 3.1416}$$
$$= 4.218 \times 10^{-34}\ m^2kgs^{-1}$$

এখানে,
$n = 4$ (৪র্থ কক্ষপথ)
$h = 6.626 \times 10^{-34}$. m^2kgs^{-1}
$\pi = 3.1416$
mvr = কৌণিক ভরবেগ = ?

সুতরাং উদ্দীপকের D মৌলের শেষ কক্ষপথের ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ $4.218 \times 10^{-34}\ m^2kgs^{-1}$।

(ঘ) উদ্দীপকের D মৌলটি পটাসিয়াম (K) [গ থেকে পাই]। K এর ইলেকট্রন বিন্যাস $2n^2$ সূত্র দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায় না। নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো-

পটাসিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস :

$$K(19) = \frac{1s^2}{2}\ \frac{2s^2\ 2p^6}{8}\ \frac{3s^2\ 3p^6}{8}\ \frac{4s^1}{1}$$

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, K(19) এর ৩য় কক্ষপথে 8 (আট) টি ইলেকট্রন আছে। কিন্তু $2n^2$ সূত্র অনুসারে ৩য় কক্ষপথে $2.3^2 = 18$টি ইলেকট্রন থাকার কথা। এক্ষেত্রে $2n^2$ নিয়মের ব্যতিক্রম দেখা যায়। কারণ K(19) এর 3d ও 4s অরবিটালের শক্তির মান,

3d এর জন্য $n + l = 3 + 2 = 5$

৪র্থ এর জন্য $n + l = 4 + 0 = 4$

এক্ষেত্রে, 3d অপেক্ষা 4s অরবিটালে শক্তির মান কম হওয়ায় আউফবাউ নীতি অনুসারে, কম শক্তি সম্পন্ন 4s অরবিটাল আগে ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ করবে। তারপর 3d অরবিটালে ইলেকট্রন প্রবেশ করবে। অর্থাৎ 3d অরবিটালে ইলেকট্রন প্রবেশ না করে 4s অরবিটালে ইলেকট্রন প্রবেশ করেছে। তাতে ৩য় শক্তিস্তরে $2n^2$ নিয়ম অনুসারে 18টি ইলেকট্রন পূর্ণ না করেই ৪র্থ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। অর্থাৎ K(19) এর ইলেকট্রন বিন্যাস $2n^2$ সূত্র দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায় না।

১৩. (i) ^{16}X, ^{17}X, ^{18}X

'X' মৌলের আইসোটোপের শতকরা পরিমাণ যথাক্রমে 99.76%, 0.037% এবং 0.203%।

(ii) $\boxed{_{19}Y,\ _{11}Z}$

[এখানে, X, Y ও Z প্রতীকী অর্থে; কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২২]

(ক) মোলার দ্রবণ কাকে বলে?

(খ) তৃতীয় প্রধান শক্তিস্তরে f অরবিটাল থাকে না কেন?

(গ) উদ্দীপকের 'X' মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের 'Y' ও 'Z' মৌল দুটির ইলেকট্রন বিন্যাস $2n^2$ সূত্র মেনে চলে কিনা? বিশ্লেষণ করো।

উত্তর

(ক) স্থির তাপমাত্রায় কোনো দ্রবণের প্রতি লিটারে এক মোল দ্রব দ্রবীভূত থাকলে তাকে মোলার দ্রবণ বলে।

(খ) তৃতীয় প্রধান শক্তিস্তরে f অরবিটাল থাকে না। কারণ তৃতীয় শক্তিস্তরের জন্য প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n) = 3 এবং সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা (l) = 0, 1, 2। জানা আছে, l এর মান 0, 1, 2 এর জন্য s, p, d অরবিটাল সম্ভব হয়। এজন্য তৃতীয় প্রধান শক্তিস্তরে f অরবিটাল থাকে না।

(গ) উদ্দীপকের X মৌলের ক্ষেত্রে দেওয়া আছে,

$^{16}X = 99.76\%$, $^{17}X = 0.037\%$, $^{18}X = 0.203\%$

$\therefore$ X মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

$$= \frac{99.76 \times 16}{100} + \frac{0.037 \times 17}{100} + \frac{0.204 \times 18}{100}$$
$$= 15.96 + 0.00629 + 0.0367216.003$$

সুতরাং, প্রদত্ত 'X' মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 16.003।

(ঘ) উদ্দীপকের $_{19}Y$ ও $_{11}Z$ মৌল দুটি যথাক্রমে $_{19}K$ ও $_{11}Na$। ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে $2n^2$ সূত্র Na মেনে চললেও $_{19}K$ মেনে চলে না। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-

জানা আছে, পরমাণুর যেকোনো কক্ষপথে $2n^2$ সংখ্যক ইলেকট্রন থাকতে পারে। সে হিসাবে,

১ম কক্ষপথে ইলেকট্রন থাকতে পারে = $2.1^2 = 2$

২য় কক্ষপথে ইলেকট্রন থাকতে পারে = $2.2^2 = 8$

৩য় কক্ষপথে ইলেকট্রন থাকতে পারে = $2.3^2 = 18$

উত্তরপত্র

১	গ	২৬	ঘ	৫১	ঘ	৭৬	খ	১০১	গ
২	খ	২৭	খ	৫২	খ	৭৭	গ	১০২	ক
৩	ঘ	২৮	খ	৫৩	ক	৭৮	ক	১০৩	খ
৪	গ	২৯	ক	৫৪	গ	৭৯	ক	১০৪	ঘ
৫	গ	৩০	গ	৫৫	গ	৮০	ঘ	১০৫	ঘ
৬	ঘ	৩১	ক	৫৬	খ	৮১	ঘ	১০৬	ক
৭	গ	৩২	খ	৫৭	ঘ	৮২	গ	১০৭	খ
৮	গ	৩৩	ক	৫৮	খ	৮৩	গ	১০৮	খ
৯	ক	৩৪	খ	৫৯	খ	৮৪	ক	১০৯	ক
১০	ঘ	৩৫	গ	৬০	গ	৮৫	গ	১১০	গ
১১	ঘ	৩৬	গ	৬১	গ	৮৬	ক	১১১	ঘ
১২	ক	৩৭	ক	৬২	ঘ	৮৭	ক	১১২	ঘ
১৩	খ	৩৮	গ	৬৩	ঘ	৮৮	গ	১১৩	ক
১৪	গ	৩৯	গ	৬৪	গ	৮৯	খ	১১৪	ক
১৫	ঘ	৪০	ক	৬৫	ঘ	৯০	ঘ		
১৬	ঘ	৪১	খ	৬৬	গ	৯১	ঘ		
১৭	গ	৪২	গ	৬৭	ক	৯২	খ		
১৮	খ	৪৩	খ	৬৮	খ	৯৩	গ		
১৯	গ	৪৪	খ	৬৯	গ	৯৪	ঘ		
২০	ঘ	৪৫	গ	৭০	ক	৯৫	খ		
২১	খ	৪৬	ক	৭১	গ	৯৬	খ		
২২	গ	৪৭	খ	৭২	গ	৯৭	গ		
২৩	ঘ	৪৮	গ	৭৩	ঘ	৯৮	ঘ		
২৪	গ	৪৯	গ	৭৪	ক	৯৯	ঘ		
২৫	খ	৫০	গ	৭৫	ক	১০০	খ		