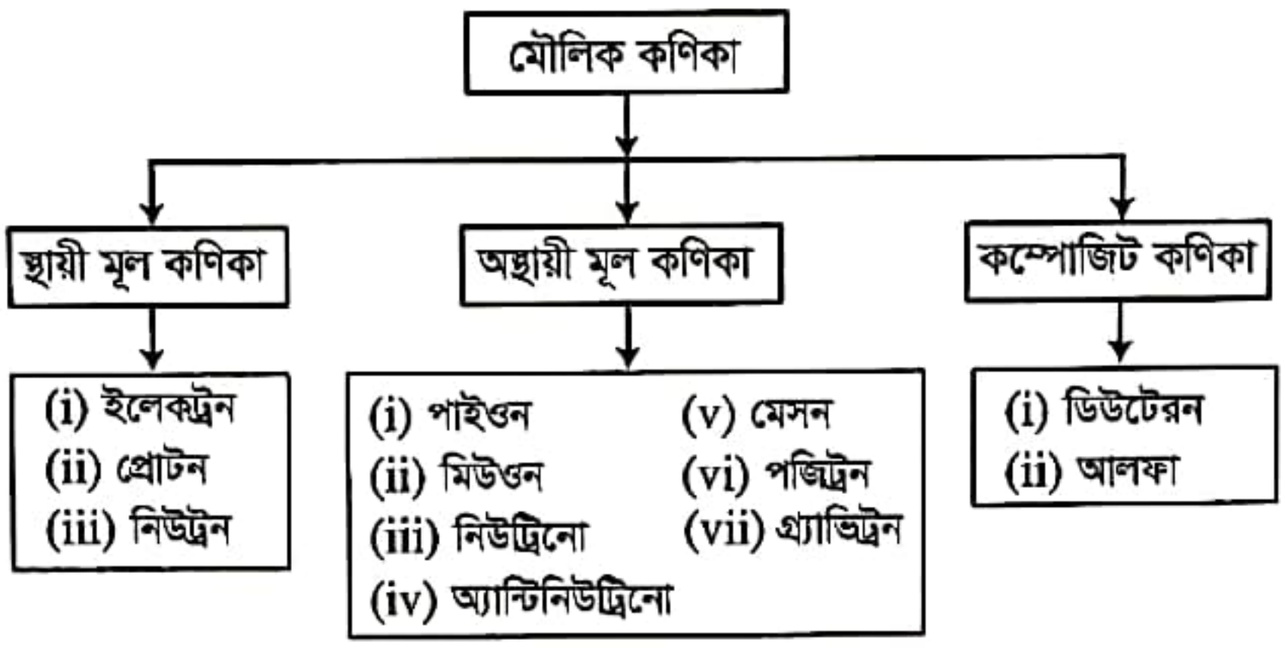
অধ্যায় ০২
গুণগত রসায়ন

➢ ইঞ্জিনিয়ারিং ভর্তি পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টাইপসমূহ:

গুরুত্ব	টাইপ	ভর্তি পরীক্ষায় যে বছর প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	Written
✪✪	Q. Type-01	BUET'12-13, 11-12; CUET'13-14, 10-11; BUTEX' 11-12	-
✪✪✪	Q. Type-02	CKRUET' 21-22; CUET'14-15, 13-14, 11-12; IUT' 17-18, 14-15	RUET'05-06, 08-09
✪✪✪	Q. Type-03	BUET' 12-13, 10-11; CKRUET' 21-22, KUET'16-77, 14-15, 11-12; BUTEX'16-17, 15-16, 14-15;	BUET'16-17, 14-15, 06-07, 02-03; BUTEX'09-10, 03-04
✪✪✪	Q. Type-04	KUET'18-19, 17-18; RUET' 13-14, 11-12, 10-11; CUET' 15-16, 13-14, 11-12, 10-11; BUTEX'16-17, 14-15	BUET'05-06, 04-05, 02-03, 01-02; RUET'15-16, 10-11, 08-09, 07-08, 06-07, 05-06, 04-05, 03-04
✪✪	Q. Type-05	-	BUET' 02-03; RUET'17-18, 06-07; CUET' 13-14
✪✪	Q. Type-06	KUET'16-17; RUET' 13-14; IUT' 19-20	BUET' 06-07; KUET' 05-06; RUET' 07-08
✪✪✪	Q. Type-07	BUET, 11-12; KUET' 10-11; RUET' 11-12; CUET' 15-16; IUT' 16-17, 21-22	BUET' 20-21, 19-20, 18-19, 14-15, 06-07; RUET' 17-18; BUTEX' 06-07
✪✪	Q. Type-08	KUET' 17-18	KUET' 19-20, RUET' 17-18
✪✪✪	Q. Type-09	CKRUET' 21-22; KUET' 18-19, 15-16; BUTEX' 15-16; IUT' 21-22, 16-17, 14-15	BUET' 18-19, 16-17, 09-10, 00-01; BUTEX' 19-20, 18-19, 03-04
✪✪✪	Q. Type-10	BUET' 13-14; KUET' 14-15; RUET' 13-14; IUT' 21-22, 18-19	BUET' 19-20, 03-04, 00-01; RUET' 10-11, 07-08; CUET' 05-06; BUTEX' 21-22, 19-20, 10-11, 03-04

Question Type-01: পরমাণু ও তার মূল কণিকাসমূহ

➲ **Concept:**



◆ স্থায়ী মূল কণিকা সম্পর্কিত গুরুত্বপূর্ণ তথ্য:

কণা	প্রতীক	ভর (g)	চার্জ (Coulomb)	আপেক্ষিক চার্জ	অবস্থান
(i) ইলেকট্রন	e	9.1×10^{-28}	-1.6×10^{-19}	-1	কক্ষপথে (নিউক্লিয়াসের বাইরে)
(ii) প্রোটন	p	1.673×10^{-24}	$+1.6 \times 10^{-19}$	$+1$	নিউক্লিয়াসে
(iii) নিউট্রন	n	1.675×10^{-24}	0	0	নিউক্লিয়াসে

MCQ

01. প্রোটন পরমাণুর কোথায় অবস্থান করে? **[CUET'13-14]**

(a) In the orbit (b) In the nucleus (c) In the orbital (d) Outside of the nucleus

সমাধান: (b); নিউক্লিয়াসে প্রোটন ও নিউট্রন থাকে এবং চারপাশে বিভিন্ন শক্তিস্তরে e^- ঘূর্ণনরত অবস্থায় থাকে।

02. একটি মৌলের সকল নিরপেক্ষ পরমাণুর জন্য নিচের কোন উক্তিটি সঠিক? **[Ans: c][BUET'12-13]**

(a) তাদের সমান সংখ্যক প্রোটন, নিউট্রন ও ইলেকট্রন রয়েছে (b) তাদের সমান সংখ্যক নিউট্রন ও প্রোটন রয়েছে

(c) তাদের সমান সংখ্যক ইলেকট্রন ও প্রোটন রয়েছে (d) তাদের সমান সংখ্যক ইলেকট্রন ও নিউট্রন রয়েছে

03. নিচের কোনটি মিথ্যা? **[Ans: c][BUET'11-12]**

(a) Ca ও Ca^{2+} এর প্রোটন সংখ্যা সমান

(b) O_2 অণুতে দুটি সমযোজী বন্ধন আছে

(c) Fe^{2+} ও Fe^{3+} আয়নে সমান সংখ্যক ইলেকট্রন আছে

(d) হাইড্রোজেনের পজিটিভ ও নেগেটিভ উভয় প্রকার যোজ্যতা হতে পারে

04. নিচের কোনটি কম্পোজিট কণিকা? **[Ans: b][BUTEX'11-12]**

(a) ইলেকট্রন প্রোটন ও নিউট্রন (b) আলফা কণা ও ডিউটেরন

(c) পজিট্রন ও মেসন (d) ফোটন

05. P মৌলের পারমাণবিক ভর 31 এবং পারমাণবিক সংখ্যা 15 হলে মৌলটির নিউক্লিয়াসের মধ্যে কয়টি নিউট্রন আছে? **[CUET'10-11]**

(a) 15 (b) 16 (c) 31 (d) None of these

সমাধান: (b); নিউট্রন সংখ্যা = ভরসংখ্যা−পারমাণবিক সংখ্যা = 31 − 15 = 16

Question Type-02: আইসোটোপ, আইসোটোন, আইসোবার ও আইসোইলেকট্রনিক

➲ **Concept:**

রাশি	প্রোটন সংখ্যা	নিউট্রন সংখ্যা	ভর সংখ্যা	পর্যায় সারণিতে অবস্থান	মৌলের পরমাণু	ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম	উদাহরণ
আইসোটোপ	সমান	ভিন্ন	ভিন্ন	একই	একই	ভৌত ধর্ম ভিন্ন রাসায়নিক ধর্ম অভিন্ন	প্রোটিয়াম, ডিউটেরিয়াম, ট্রিটিয়াম
আইসোবার	ভিন্ন	ভিন্ন	সমান	ভিন্ন	ভিন্ন	ভিন্ন	$^{64}_{29}Cu$, $^{64}_{30}Zn$
আইসোটোন	ভিন্ন	সমান	ভিন্ন	ভিন্ন	ভিন্ন	ভিন্ন	$^{30}_{14}Si$, $^{31}_{15}P$

আইসোইলেকট্রনিকঃ যে সকল পরমাণুর বা আয়নের বা অণুর বা মূলক (radical) এর ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান তাদের আইসোইলেকট্রনিক বলা হয়। যেমন: Mg^{2+}, Al^{3+}, N^{3-}, O^{2-} সবগুলো পরস্পরের আইসোইলেকট্রনিক

♦ স্পেশাল টিপসঃ
- ➢ আইসোটোপ → প্রোটন সমান (প তে প্রোটন)
- ➢ আইসোবার → ভর সমান (বার তে ভর)
- ➢ আইসোটোন → নিউট্রন সমান (ন তে নিউট্রন)

MCQ

01. $_aX^a$ এবং $_bY^c$ মৌল দুইটির মধ্যে $b - a = 5$ হলে, Y মৌলটির শ্রেণি নিণয় কর। **[CKRUET'21-22]**
(a) 2 (b) 18 (c) 14 (d) 16 (e) 10
সমাধান: (c); $_aX^a = {}_1H^1 \therefore a = 1;\ b = a + 5 = 1 + 5 = 6;\ {}_bY^c = {}_6C = 1s^2 2s^2 2p^2 \therefore$ গ্রুপ $= 4 + 10 = 14$

02. Which is an example of Isoelectron? **[IUT'17-18]**
(a) $^{27}_{13}Al^{3+}$, $^{16}_{8}O^{2-}$ (b) $^{14}_{7}N$, $^{15}_{8}O^{2-}$ (c) $^{32}_{15}P$, $^{32}_{16}S$ (d) $^{131}_{54}Xe$, $^{59}_{27}Co$
সমাধান: (a); কারণ, Al^{3+}এর $e^- = 10$; O^{2-}এর $e^- = 10$

03. নিচের নিউক্লিয়াসত্রয় এর মধ্যে কোনগুলি আইসোটনিক? **[CUET'14-15]**
(a) $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$ (b) $^{235}_{92}U$, $^{237}_{92}U$, $^{238}_{92}U$ (c) $^{40}_{18}Ar$, $^{40}_{19}K$, $^{40}_{20}Ca$ (d) $^{14}_{6}C$, $^{15}_{7}N$, $^{16}_{8}O$
সমাধান: (d); নিউট্রন সংখ্যা সমান।

04. কোন দুটি পরমাণু পরস্পরের আইসোবার? **[CUET'14-15]**
(a) $^{64}_{29}Cu$, $^{64}_{30}Zn$ (b) $^{35}_{17}Cl$, $^{34}_{16}S$ (c) $^{30}_{14}Si$, $^{31}_{15}P$ (d) $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$
সমাধান: (a); ভর সংখ্যা সমান

05. Of the elements listed below, which set has the unpaired electrons in their electronic configurations? **[Ans: b][IUT'14-15]**
(a) Ca, Sr, Ba (b) Na, Si, S (c) Ca, P, Xe (d) Zn, Mg, N

06. নিচের কোনটি $^{14}_{8}O$ আইসোটোপকে $^{14}_{7}N$ আইসোটোপে রূপান্তর করে? **[CUET'13-14]**
(a) β – ray (b) Electron (c) Positron (d) None of these
সমাধান: (c); $^{14}_{8}O + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{14}_{7}N$

07. কোন মৌলসমূহ পরস্পরের আইসোটোন? **[Ans: b][CUET'11-12]**
(a) $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$ (b) $^{30}_{14}Si$, $^{31}_{15}P$, $^{32}_{16}S$ (c) $^{64}_{29}Cu$, $^{64}_{30}Zn$ (d) None of these

Written

08. নিচের মৌলগুলি হতে আইসোটোপ ও আইসোবার আলাদা কর। **[RUET'08-09, 05-06]**
(i) $^{204}_{80}Hg$ (ii) $^{12}_{6}C$ (iii) $^{40}_{18}Ar$ (iv) $^{40}_{20}Ca$ (v) $^{40}_{19}K$ (vi) $^{14}_{6}C$
সমাধান: আইসোটোপ (প্রোটন সংখ্যা এক) $^{12}_{6}C$, $^{14}_{6}C$ আইসোবার (ভর সংখ্যা এক) $^{40}_{18}Ar$, $^{40}_{20}Ca$, $^{40}_{19}K$

Question Type-03: কোয়ান্টাম সংখ্যা, ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা ও অরবিটালের আকার-আকৃতি

➲ Concept:

কোয়ান্টাম সংখ্যা	আবিষ্কারক	মান	তাৎপর্য
বোর	প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n)	$n = 1, 2 \ldots\ldots\ldots\ldots$ ইত্যাদি	প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে প্রধান শক্তিস্তরের আকার সম্পর্কে অবগত হওয়া যায়।
সমারফিল্ড	সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা (l)	n এর যে কোনো মানের জন্য l এর মান 0 থেকে $(n-1)$ পর্যন্ত হতে পারে।	ইলেকট্রন যে উপকক্ষে ঘুরছে তার আকৃতি সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার (l) সাহায্যে জানা যায়।
জিম্যান	চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা (m)	l এর যে কোনো মানের জন্য m এর মান 0 সহ $+l$ থেকে $-l$ পর্যন্ত হয়।	এই কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে ইলেকট্রনটি যে উপকক্ষে রয়েছে সে উপকক্ষটি ত্রিমাত্রিকভাবে কীরূপে বিন্যস্ত রয়েছে তা জানা সম্ভব।
উলেন বেক ও গুল্ড স্মিথ	ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s)	m এর প্রতিটি মানের জন্য s-এর মান $+\frac{1}{2}$ ও $-\frac{1}{2}$ হয়।	ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের প্রকৃতি ও দিক এ কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে জানা যায়।

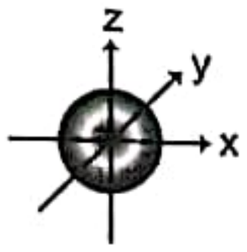
- যেকোনো প্রধান শক্তিস্তরের (n) সর্বোচ্চ e^- ধারণক্ষমতা $2n^2$ এবং সর্বমোট অরবিটাল সংখ্যা = n^2।
- যে কোনো উপশক্তিস্তরের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা = $2(2l+1)$, এখানে $l = 0, 1, 2, 3$ ইত্যাদি এবং সর্বমোট অরবিটাল সংখ্যা = $(2l+1)$।

◆ **কোয়ান্টাম সংখ্যার গ্রহণযোগ্য তার সেট:**

- $n > l$; n সর্বদা l এর চেয়ে বড়
- m এর মান $-l$ থেকে $+l$ সীমার মধ্যে থাকবে
- s এর মান $+\frac{1}{2}$ বা $-\frac{1}{2}$

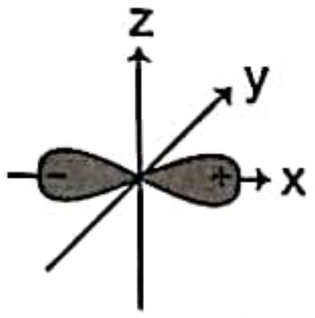
প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা	প্রধান শক্তিস্তর (n)	সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা $l = 0$ থেকে $(n-1)$ পর্যন্ত	উপস্তর	উপস্তরের সংখ্যা	চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m)	অরবিটাল সংখ্যা	উপস্তরে ইলেকট্রনের সংখ্যা $= 2(2l+1)$	মোট ইলেকট্রনের সংখ্যা
K	$n = 1$	$l = 0$	1s	1	0	1	$2(2\times0+1)2$	2
L	$n = 2$	$l = 0$ 1	2s 2p	2	0 $-1, 0, +1$	1 3	$2(2\times0+1) = 2$ $2(2\times1+1) = 6$	8
M	$n = 3$	$l = 0$ 1 2	3s 3p 3d	3	0 $-1, 0, +1$ $-2, -1, 0, +1, +2$	1 3 5	$2(2\times0+1) = 2$ $2(2\times1+1) = 6$ $2(2\times2+1) = 10$	18
N	$n = 4$	$l = 0$ 1 2 3	4s 4p 4d 4f	4	0 $-1, 0, +1$ $-2, -1, 0, +1, +2$ $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$	1 3 5 7	$2(2\times0+1) = 2$ $2(2\times1+1) = 6$ $2(2\times2+1) = 10$ $2(2\times3+1) = 14$	32

➢ s অরবিটালের আকৃতি বর্তুলাকার বা গোলাকার।



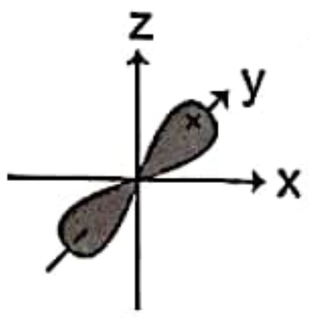
$l = 0, \quad m = 0$

➢ p অরবিটালের আকৃতি ডাম্বেলের মতো। p অরবিটাল তিনটি, এদের আকার ও আকৃতি অভিন্ন এবং সমশক্তিসম্পন্ন। এদের দিক বিভিন্ন।



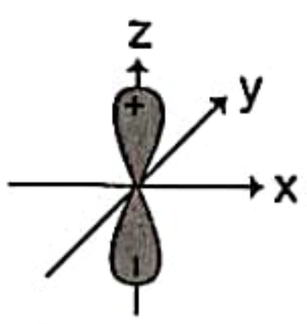
$l = 1, m = 0$

p_x অরবিটাল



$l = 1, m = +1$

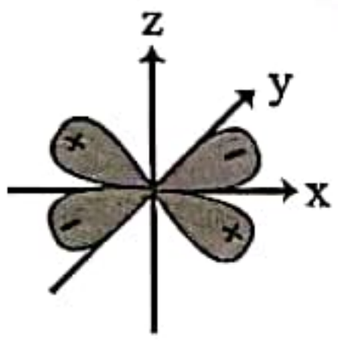
p_y অরবিটাল



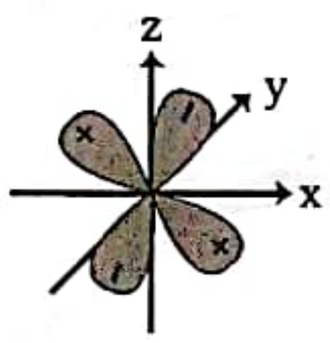
$l = 1, m = -1$

p_z অরবিটাল

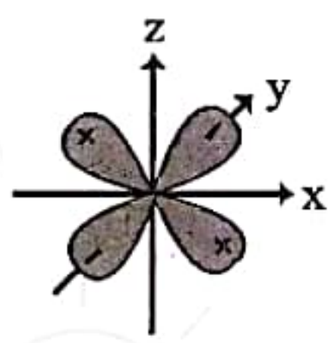
➢ d অরবিটালের। d-অরবিটাল এর সংখ্যা 5 টি এবং এরা যথাক্রমে $d_{xy}, d_{yz}, d_{zx}, d_{x^2-y^2}$ এবং d_{z^2} এরা প্রত্যেকেই সমশক্তিসম্পন্ন আকৃতি চার লোব বিশিষ্ট ডাবল ডাম্বেলের মতো কিন্তু প্রত্যেকের আকৃতি ভিন্ন রকম।



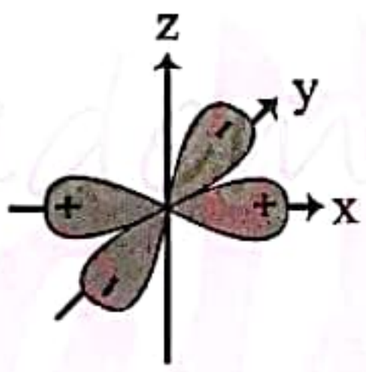
$d_{xy}(l = 2, m = -2)$



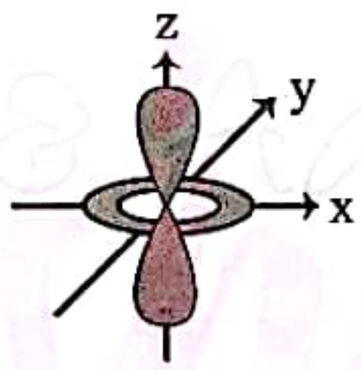
$d_{yz}(l = 2, m = -1)$



$d_{zx}(l = 2, m = +1)$



$d_{x^2-y^2}(l = 2, m = +2)$



$d_{z^2}(l = 2, m = 0)$

➢ f অরবিটালের জ্যামিতিক আকৃতি আরও জটিল।

MCQ

01. কোয়ান্টাম সংখ্যার নিম্নোক্ত কোন সেটটি সঠিক নয়? **[CKRUET'21-22]**

(a) $n = 1, l = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$
(b) $n = 2, l = 1, m = 1, s = +\frac{1}{2}$
(c) $n = 3, l = 2, m = -2, s = -\frac{1}{2}$
(d) $n = 3, l = 0, m = 1, s = +\frac{1}{2}$
(e) $n = 4, l = 2, m = -1, s = +\frac{1}{2}$

সমাধান: (d); $n = 3, l = 0, m = 1, s = +\frac{1}{2}$

$l = 0$ হলে $m = 1$ হতে পারে না।

02. নিচের কোন সেটের কোয়ান্টাম নাম্বারের মানসমূহ সঠিক নয়? **[KUET'16-17]**

(a) $n = 1,\ l = 0,\ m_l = 0,\ m_s = +\frac{1}{2}$
(b) $n = 1,\ l = 1,\ m_l = 0,\ m_s = +\frac{1}{2}$
(c) $n = 2,\ l = 1,\ m_l = 0,\ m_s = +\frac{1}{2}$
(d) $n = 3,\ l = 1,\ m_l = 0,\ m_s = +\frac{1}{2}$
(e) $n = 7,\ l = 1,\ m_l = 0,\ m_s = +\frac{1}{2}$

সমাধান: (b); l এর মান সর্বদা 0 থেকে $(n - 1)$ পর্যন্ত হয়।

03. ক্লোরিন এর 14^{th} electron টির ক্ষেত্রে চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সঠিক সেট কোনটি? **[BUTEX'16-17]**

(a) n l m s $3\ 2\ +1\ +\frac{1}{2}$ (b) n l m s $3\ 1\ -1\ -\frac{1}{2}$ (c) n l m s $3\ 0\ 0\ +\frac{1}{2}$ (d) n l m s $3\ 1\ 0\ +\frac{1}{2}$

সমাধান: (d); $Cl(17) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

$n = 3, l = 1, m = 0, s = +\frac{1}{2}$ ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ (14th electron)

04. সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার কোন মানের জন্য চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যার মোট মান নির্ভর করে? **[Ans: b][BUTEX'15-16]**

(a) $2l$ (b) $2l + 1$ (c) $2l - 1$ (d) $2l - 2$

05. অক্সিজেনের ৪টি ইলেকট্রন আছে। নিচের কোন তথ্য/তথ্যসমূহ অক্সিজেনের ইলেকট্রন শক্তি স্তরের জন্য সত্য? **[KUET'14-15]**

(i) $1s^2$ শক্তি স্তরে প্রথম ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মানগুলো $\left(1,0,0,+\frac{1}{2}\right)$ অথবা $\left(1,0,0,-\frac{1}{2}\right)$

(ii) অক্সিজেনের প্রোটন সংখ্যা 8 নির্দিষ্ট হলেও নিউট্রনের সংখ্যা 8 নির্দিষ্ট নয়।

(iii) চতুর্থ কোয়ান্টাম সংখ্যা s চৌম্বক ক্ষেত্রে ইলেকট্রনের চৌম্বক ভ্রামক নির্দেশ করে।

(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) ii, iii (e) i, ii, iii

সমাধান: **(b);** (i) সত্য, (ii) সত্য, কারণ O এর isotope বিদ্যমান; (iii) সত্য নয়, কারণ s ঘুর্ণনের দিক নির্দেশ করে।

06. সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার কোন মানের জন্য চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যার মোট মানের সম্পর্কটি হইল- **[BUTEX'14-15]**

(a) $2l$ (b) $2l + 1$ (c) $2l - 1$ (d) $2l - 2$

সমাধান: **(b);** যেকোনো l এর জন্য $(2l + 1)$ সংখ্যক m এর মান থাকে।

07. সর্বমোট কয়টি ইলেকট্রন f- অরবিটাল ধারণ করতে পারে? **[BUET'12-13]**

(a) 10 (b) 6 (c) 14 (d) 2 (e) None

সমাধান: **(c);** $f = 3 \therefore m = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 \therefore$ মোট অরবিটাল $= 7$; মোট ইলেকট্রন $7 \times 2 = 14$

08. সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা কী প্রকাশ করে? **[Ans: b] [BUET'11-12]**

(a) দিক (b) আকৃতি (c) আকার (d) কোনটিই নয়

09. যখন প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা n এর মান 3 হয় তখন সহকারী কোয়ান্টামহ সংখ্যা, l এর মান কত হবে? **[Ans: e] [KUET'11-12]**

(a) 3 (b) 3s, 3p, 3d (c) 0, 1 (d) 0, 1, 2, 3 (e) 0, 1, 2

10. একটি পরমাণুর ৫ম শক্তি স্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা হল- **[BUET'10-11]**

(a) 32 (b) 50 (c) 18 (d) 82

সমাধান: **(b);** $2n^2 = 2 \times 5^2 = 50$

Written

11. (a) 4d উপশক্তিস্তরের অরবিটালগুলোর জন্য n, l ও m এর মানের তালিকা লিখ। **[BUET'16-17]**

(b) প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা $n = 3$ হলে ঐ শক্তিস্তরে সর্বাধিক কয়টি ইলেকট্রন থাকতে পারে?

সমাধান: (a) $n = 4,\ l = 2,\ m = -2, -1, 0, +1, +2$ (b) $2n^2 = 2.3^2 = 18$ টি

12. প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা $n = 3$ হলে অন্যান্য কোয়ান্টাম সংখ্যাগুলো কী কী? **[BUET'14-15]**

সমাধান:

$n = 3$	$l = 0$	$m = 0$	$S = \pm\frac{1}{2}$
	$l = 1$	$m = 0,1,-1$	
	$l = 2$	$m = 0, 1, -1, 2, -2$	

13. কোন কোয়ান্টাম সংখ্যা দ্বারা ইলেকট্রন এর শক্তিস্তরের আকৃতি বোঝা যায়? **[BUTEX'09-10]**

সমাধান: সহকারী অ্যাজিমুথাল কোয়ান্টাম সংখ্যা (l) দ্বারা।

14. পরমাণুর চতুর্থ শক্তিস্তরে সর্বাধিক ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা কত? **[BUTEX'09-10]**

সমাধান: e^- সংখ্যা $= 2n^2 = 2 \times 4^2 = 32$ টি

15. যখন সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা, $l = 3$, তখন অন্যান্য কোয়ান্টাম সংখ্যাগুলি কী কী? **[BUET'06-07]**

সমাধান: সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা $l = 3$ হলে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা $n = 4,5,6 \ldots\ldots\ldots$

ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা, $m = 0, \pm1, \pm2, \pm3$; স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা, $s = \pm\frac{1}{2}$

Note: $n > l$; n সর্বদা l এর চেয়ে বড়

16. d- অরবিটালের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা --------- টি। **[BUTEX'03-04]**

সমাধান: d অরবিটালে $l = 2, m = -2, -1, 0, 1, 2$; মোট অরবিটাল $= 5$; মোট $e^- = 5 \times 2 = 10$ টি

17. (b) নিচের কোনটি p - অরবিটালের আকৃতি? **[Ans: i][BUET'02-03]**

(i) (ii) (iii) (iv)

Question Type-04: ইলেকট্রন বিন্যাসের নিয়ম নীতি

➲ **Concept:**

♦ আউফবাউ নীতি:

বিবৃতিঃ পরমাণুতে বিদ্যমান ইলেকট্রনগুলো প্রথমে সর্বনিম্ন শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পূর্ণ করবে এবং পরে ক্রমান্বয়ে উচ্চতর শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পূর্ণ করতে থাকবে।

যে অরবিটালের জন্য $(n + l)$ এর মান কম সেটিই নিম্নশক্তির অরবিটাল এবং ইলেকট্রন তাতেই প্রথম প্রবেশ করে।

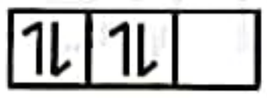
♦ ম্যাডিল্যাঙ্গের নীতিঃ $(n + l)$ এর মান সমান হলে যেই অরবিটালের n এর মান কম e^- সেই অরবিটালে আগে প্রবেশ করে।

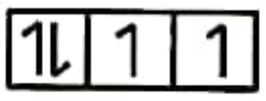
আউফবাউ নীতি অনুসারে ক্রমবর্ধমান শক্তির ক্রমানুসারে উপকক্ষগুলোকে সাজালে নিম্নরূপ হয়:

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

♦ হুন্ডের নীতি:

বিবৃতিঃ সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালগুলোতে ইলেকট্রনের প্রবেশের সময় যতক্ষণ পর্যন্ত অরবিটাল খালি থাকবে ততক্ষণ পর্যন্ত ইলেকট্রনগুলো অযুগ্মভাবে অরবিটালে প্রবেশ করবে এবং এ অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একমুখী হবে।

 ভুল

 সঠিক

♦ পলির বর্জন নীতি:

একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।

পলির বর্জন নীতি প্রয়োগ করে বিভিন্ন উপস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রনের সংখ্যা নির্ণয়

উপশক্তিস্তর	n	l	m	s	সর্বোচ্চ e সংখ্যা
1s	1	0	0	$\pm\frac{1}{2}$	2 টি
2p	2	1	$-1,0,+1$	$\pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}$	6 টি
3d	3	2	$-2,-1,0,+1,+2$	$\pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}$	10 টি

MCQ

01. একটি মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস হলো $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$। মৌলটির 6.24078×10^{-23} g এ কতটি ইলেকট্রন আছে? **[KUET'18-19]**

(a) 1 (b) 1.02391×10^{23} (c) 1.64067×10^{47} (d) 18 (e) 639

সমাধান: (d); 1 mol Cl পরমাণুতে $e^- = 17 \times 6.023 \times 10^{23}$ টি e^-

35.5g Cl পরমাণুতে $e^- = 17 \times 6.023 \times 10^{23}$

$\therefore 6.24078 \times 10^{-23}$g এ $e^- = \frac{17 \times 6.023 \times 10^{23} \times 6.24078 \times 10^{-23}}{35.5} = 18$ টি e^-

02. নিচের কোন কোয়ান্টাম সংখ্যার সেটের সবচেয়ে বেশি শক্তি রয়েছে? **[KUET'17-18]**

(a) $n = 4, l = 0, m = 0$ and $s = +\frac{1}{2}$ (b) $n = 4, l = 0, m = 0$ and $s = -\frac{1}{2}$

(c) $n = 3, l = 0, m = 0$ and $s = +\frac{1}{2}$ (d) $n = 3, l = 1, m = 0$ and $s = +\frac{1}{2}$

(e) $n = 3, l = 2, m = 0$ and $s = +\frac{1}{2}$

সমাধান: (e); $(n + l)$ যার বেশি তার শক্তি বেশি।

03. কোন ধাতুতে 4f অথবা 5f আংশিকভাবে পূর্ণ নয়? **[Ans: b] [BUTEX'16-17]**

(a) Cm (b) Cu (c) Am (d) Gd

04. সবচেয়ে ভারী ধাতুটির পরমাণুর বহিঃস্তরের ইলেকট্রন কাঠামো কোনটি? **[CUET'15-16]**

(a) $(n-1)d^7ns^2$ (b) $(n-1)d^5ns^2$ (c) $(n-1)d^{10}ns^2$ (d) $(n-1)d^{10}ns^1$

সমাধান: (a); ভরের দিক থেকে ভারী ধাতুটি প্লুটোনিয়াম (Pu)। কিন্তু এটি option এ নেই। তবে ঘনত্বের দিক থেকে প্রথম অসমিয়াম (76); সেটিও option এ নেই। তবে দ্বিতীয় মৌলটি হচ্ছে Iridium (Ir) যার পারমাণবিক সংখ্যা 77 ও বহিঃস্তরের ইলেকট্রন কাঠামো $(n-1)d^7ns^2$।

05. মৌলসমূহের মধ্যে কোনটির বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রনিক গঠন s^2p^6? **[BUTEX'14-15]**

(a) Flutorine (b) Sulphur (c) Oxygen (d) Neon

সমাধান: (d); $Ne(10) = 1s^2\ 2s^2 2p^6$

06. নিচে দেওয়া কোন ইলেকট্রন বিন্যাসটি সঠিক নয়? **[CUET'13-14]**

(a) $Ar(18) - 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ (b) $K(19) - [Ar]4s^1$

(c) $Fe(26) - [Ar]4p^6$ (d) $Cu(29) - [Ar]3d^{10}4s^2$

সমাধান: (c, d); সঠিক ইলেকট্রন বিন্যাস: $Fe(26) = [Ar]3d^6 4s^2$; $Cu(29) - [Ar]3d^{10}4s^1$

07. নিম্নে মৌলগুলির পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে Sn(50) কে সনাক্ত কর। **[Ans: b][RUET'13-14]**

(a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$

(b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^2$

(c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^1$

(d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$

(e) None

08. সিলিকন (Si) এর ইলেকট্রনিক বিন্যাস কোনটি? **[CUET'11-12]**

(a) $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2 3p^3$ (b) $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1 3p^4$

(c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ (d) None of these

সমাধান: (d); সঠিক উত্তরঃ $Si(14) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

09. Ne এর ইলেকট্রন বিন্যাস কোনটি? **[Ans: b][RUET'11-12]**

(a) $1s^2$ (b) $1s^2 2s^2 2p^6$ (c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ (d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ (e)None

10. কোনটি Kr এর ইলেকট্রন বিন্যাস?
(a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
(b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$
(c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$
(d) None of these
[Ans: b] [CUET'10-11]

11. ব্রোমিন এর ইলেকট্রনিক গঠন-
(a) $2s^2 2p^3$ (b) $3s^2 3p^5$ (c) $3d^2 4s^2$ (d) $3d^{10} 4s^2 4p^5$ (e) $4d^{10} 5s^1$
[Ans: d][RUET'10-11]

Written

12. নিম্নলিখিত মৌলগুলির ইলেকট্রন বিন্যাস দেখাও: Cr, Se, Br, As, Sc [RUET'15-16]
সমাধান: $Cr(24) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$; $Se(34) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^4$
$Br(35) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$; $As(33) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3$
$Sc(21) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^1\ 4s^2$

13. নিম্নলিখিত মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস লিখ : Sb, Se, Br, Sc, Po [RUET'10-11]
সমাধান: $Sb(51) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^3$
$Se(34) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$
$Br(35) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$
$Sc(21) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$
$Po(84) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^4$

14. নিচের মৌলগুলির পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস দেয়া হল। মৌলগুলির সংকেত লিখ। [RUET'08-09]
(a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$
(b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$
(c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$
(d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^2$
(e) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^1$
সমাধান: (a) Cs (b) Sr (c) Ga (d) Sn (e) In

15. নিচের মৌলগুলোর পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস দেয়া হলো। মৌলগুলোর সংকেত লিখ। [RUET'07-08]
(a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$
(b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$
(c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$
(d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$
(e) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^1$
সমাধান: (a) Zn (b) Xe (c) I (d) Cu (e) Au

16. নিম্নলিখিত মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস লিখ। টাইটেনিয়াম, ক্রোমিয়াম, আর্সেনিক, ব্রোমিন, জিংক। [RUET'06-07]
সমাধান: Ti (22) → $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$
Cr (24) → $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$,
As (33) → $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$
Br (35) → $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$,
Zn (30) → $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$

17. হুন্ডের নিয়ম লিখ। [BUET'05-06]
সমাধান: একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে অবস্থান করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে। এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে।

18. পাঁচটি নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ইলেকট্রন বিন্যাস লিখ। **[RUET'05-06]**

সমাধান:

He (2) $\rightarrow ls^2$

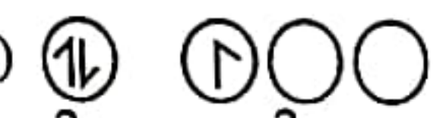
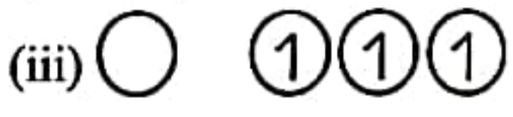
Ne (10) $\rightarrow ls^2 2s^2 2p^6$

Ar (18) $\rightarrow ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Kr (36) $\rightarrow ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$

Xe (54) $\rightarrow ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$

19. নিম্নবর্ণিত B(5) পরমাণুর বাহিরের ইলেকট্রনের সবচেয়ে স্থিতিশীল অবস্থা কোনটি এবং কেন? **[BUET'04-05]**

(i)  (ii) (iii) 

2s 2p

(iv) (v)

সমাধান: (i) কারণ, এখানে 2s অরবিটাল পূর্ণ আছে এবং পরবর্তীতে ইলেক্ট্রন হুন্ডের নীতি অনুসারে 2p অরবিটালে প্রবেশ করেছে। কিন্তু (ii) ও (v) -এ উত্তেজিত অবস্থা দেখানো হয়েছে।

20. **(b)** নীচের মৌলগুলির পরমাণু ইলেকট্রন বিন্যাস দেয়া হল। মৌলগুলোর সংকেত লিখ। **[RUET'04-05]**

(i) $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1 \rightarrow R$

(ii) $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^1 \rightarrow Ag$

(iii) $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5 \rightarrow Br$

(iv) $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1 \rightarrow Cs$

(v) $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^6 7s^1 \rightarrow Fr$

21. নিচের মৌলগুলোর পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস দেয়া হল। মৌলগুলোর সংকেত লিখ। **[RUET'03-04]**

(a) $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$(Cr) (b) $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$(Cu)

(c) $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$(I) (d) $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$(Br)

(e) $ls^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$(S)

সমাধান: (a) Cr (b) Cu (c) I (d) Br (e) S

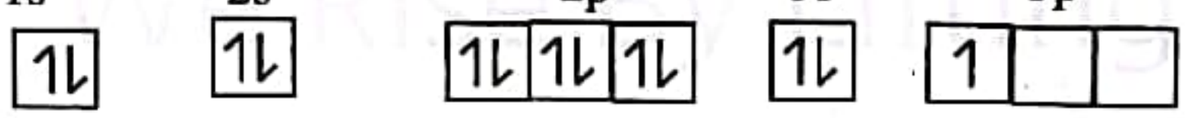
22. হুণ্ডের বহুত্ববিধি প্রয়োগ করে নিম্নোক্ত মৌলের পরমাণুতে ইলেকট্রনের বিন্যাস দেখাও **[BUTEX'03-04]**

(ক) N (7) (খ) Al (13) (গ) Fe (26)

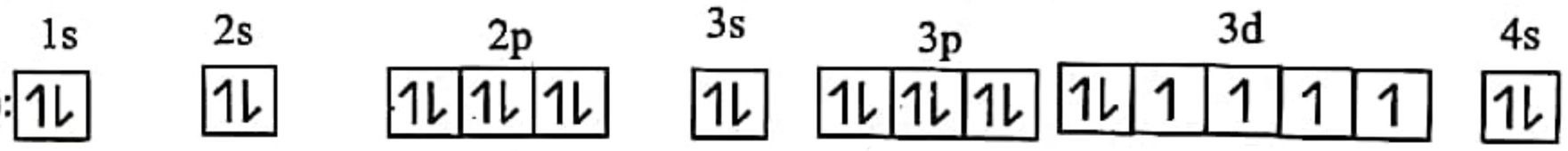
সমাধান:

N (7):

1s 2s 2p

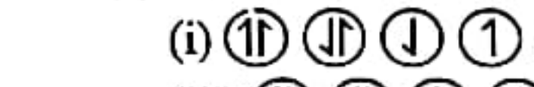
Al (13): 

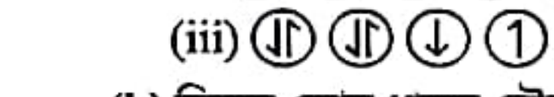
1s 2s 2p 3s 3p

Fe (26): 

1s 2s 2p 3s 3p 3d 4s

23. (a) নিচের কোন অরবিটালের ইলেকট্রন বিন্যাসটি গ্রহণযোগ্য? **[Ans: ii] [BUET'02-03]**

(i)  (ii)

(iii)  (iv)

(b) নিচের কোন ধাতব মৌল তার $4s^1$ ইলেকট্রন ব্যবহার করে যৌগ গঠন করে?

(i) Na (ii) Mg (iii) Ca (iv) K

সমাধান: (iv); $K \rightarrow 1s^2 + 2s^2 2p^6 3s^3 3p^6 \boxed{4s^1}$

$K - e^- \rightarrow K^+$

$Cl + e^- \rightarrow Cl^-$

KCl

24. (i) নিচের বিন্যাসগুলো কি চিহ্নিত করে? **[BUET'01-02]**

(a) $[Ne]3s^2 3p^1$ (b) $[Ar]4s^2$ (c) $[Ne]3s^2\ 3p^6$ (d) $[Ar]3d^{10}4s^2$

Solution: (a) Al (b) Ca (c) Ar (d) Zn

25. (i) p এবং f তে যথাক্রমে কয়টি করে অরবিটাল আছে? **[BUET'01-02]**

$p \rightarrow 3$ orbitals; $f \rightarrow 7$ orbitals

(ii) অনুত্তেজিত অবস্থায় নাইট্রোজেন ও অ্যালুমিনিয়াম পরমাণুদ্বয়ের অরবিটাল ইলেকট্রন চিত্রসমূহ দেখাও।

$N(7) = 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ $Al(13) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^0 3p_z^0$

26. (i) ক্রোমিয়ামের ভর সংখ্যা 52 । ক্রোমিয়ামের পরমাণুতে 28 টি নিউট্রন থাকলে এর পারমাণবিক সংখ্যা ও প্রোটন নির্ণয় কর।

(ii) ক্রোমিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস লিখ। **[BUET'01-02]**

সমাধান:

(i) $n = 28; A = 52$

$n + p = A = 52$

$\therefore p = 52 - 28 = 24$

$\therefore Z = P = 24; e = A = 24$

$\therefore$ পারমাণবিক সংখ্যা $= 24$, ইলেকট্রন সংখ্যা $= 24$

(ii) $Cr(24) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

27. নিম্নের মৌলসমূহের যোজ্যতাস্তরের ইলেকট্রনবিন্যাস দেখাও- **[BUTEX'01-02]**

(ক) Cl(17) (খ) Fe (26) (গ) Cr (24) (ঘ) Zn(30) (ঙ) Kr (36) (চ) Ag(47)

সমাধান: যেহেতু কেবল যোজ্যতাস্তরের e^- বিন্যাস চাওয়া হয়েছে

(ক) $Cl(17) \rightarrow 3s^2 3p^5$ (খ) $Fe(26) \rightarrow 4s^2$ (গ) $Cr(24) \rightarrow 4s^1$

(ঘ) $Zn(30) \rightarrow 4s^2$ (ঙ) $Kr(36) \rightarrow 4s^2 4p^6$ (চ) $Ag(47) \rightarrow 5s^1$

Question Type-05: পারমাণবিক ভর ও আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

Concept:

- কার্বন স্কেল অনুসারে, মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর $= \dfrac{\text{মৌলের 1 টি পরমাণুর ভর}}{\text{'C-12' এর 1 টি পরমাণুর ভর} \times \frac{1}{12}}$
- যদি কোনো মৌলের তিনটি আইসোটোপের আপেক্ষিক প্রাচুর্য যথাক্রমে a%, b% ও c% হয় এবং প্রত্যেক আইসোটোপের একটি পরমাণুর ভর যথাক্রমে M_1 a.m.u., M_2 a.m.u. ও M_3 a.m.u. হয় তবে ঐ মৌলের একটি পরমাণুর গড় ভর $= \frac{aM_1+bM_2+cM_3}{100}$ a.m.u. হবে এবং সেই মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরও তাই হবে।
- $1\ \text{a.m.u} = 1.6605 \times 10^{-24}\ \text{g}$

Written

01. প্রাকৃতিক অক্সিজেনে ^{16}O, ^{17}O এবং ^{18}O এর পরিমাণ যথাক্রমে 99.76%, 0.037% এবং 0.204% হলে অক্সিজেনের পারমাণবিক ভর নির্ণয় কর। **[RUET'17-18]**

সমাধান: $M = \frac{16\times99.76+17\times0.037+18\times0.204}{100} = 16.00461$ **(Ans.)**

02. প্রকৃতিতে অক্সিজেনের 3 টি আইসোটোপ বিদ্যমান যাদের ভর যথাক্রমে 16, 17 ও 18 পারমাণবিক ভর একক এবং পরিমাণ যথাক্রমে 99.76%, 0.037% ও 0.203%। অক্সিজেনের পারমাণবিক ভর কত? **[CUET'13-14]**

(a) 16.004 (b) 16.000 (c) 15.999 (d) None of these

সমাধান: **(a)**; $M = \frac{16\times99.76+17\times0.037+18\times0.203}{100} = 16.00443$

03. ক্লোরিনের দুটো আইসোটোপ $^{35}_{17}Cl$ এবং $^{37}_{17}Cl$। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ক্লোরিনের আপেক্ষিক পারমানবিক ভর 35.5 এবং আইসোটোপদ্বয়ের আপেক্ষিক ভর যথাক্রমে 35.0 এবং 37.0 হলে এদের শতকরা উপস্থিতি কত? **[RUET'06-07]**

সমাধান: Let, $^{35}_{17}Cl = x\%\ \therefore\ ^{37}_{17}Cl = (100-x)\%$

প্রশ্নমতে, $35.5 = \frac{35\times x+37\times(100-x)}{100}\ \therefore x = 75\%\ \therefore\ ^{37}_{17}Cl = 25\%$

04. একটি মৌলের পরমাণুগুলির নিম্নলিখিত প্রাকৃতিক প্রাচুর্য ও আইসোটোপিক ভর রয়েছে। মৌলটির গড় পারমাণবিক ভর হিসাব কর। **[BUET'02-03]**

Abundance:	90.92%	0.26%	8.82%
Isotopic mass:	19.99 amu	20.99amu	21.99 amu

সমাধান: গড় পারমাণবিক ভর $= \frac{90.92\times19.99+26\times20.99+8.82\times21.99}{100} = 20.169$ amu **(Ans.)**

Question Type-06: কোয়ান্টাম বলবিদ্যা ব্যবহার করে ইলেকট্রনের বিভিন্ন গতীয় রাশি নির্ণয়

➲ **Concept:**

- প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্ব:

  একটি ফোটনের শক্তি, $E = hf = h.\frac{c}{\lambda}$

  এখানে, h = প্লাঙ্কের ধ্রুবক $= 6.626\times10^{-34}$Js $= 6.626\times10^{-27}$erg. s

  c = আলোর বেগ, f = বিকিরণের কম্পাঙ্ক, λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য।

  ➢ বোর কক্ষপথে e^- এর কৌণিক ভরবেগ, $mv_nr_n = n.\frac{h}{2\pi}(n = 1, 2, 3, \dots\dots)$

  ➢ বোর কক্ষপথে e^- এর বেগ, $v_n = \frac{\sqrt{z}\,e}{\sqrt{4\pi\epsilon_o mr_n}} = \frac{ze^2}{2nh\epsilon_o}$ [MKS এ]

  ➢ বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_n = \frac{n^2h^2\epsilon_o}{z\pi me^2}$ [MKS এ]

  ➢ গতিশক্তি $= E_k = -E_n$; E_p = বিভবশক্তি $= 2E_n = -2E_k$ এবং বোর কক্ষপথের মোট শক্তি $E_n = \frac{-z\,me^4}{8n^2h^2\epsilon_o^2}$ [MKS এ]

- বিকল্প পদ্ধতিতে শক্তি, বেগ ও ব্যাসার্ধ নির্ণয়:

  ➢ n তম কক্ষপথের ইলেকট্রনের শক্তি, $E_n = -\frac{Z^2\times2.18\times10^{-18}}{n^2}$J

  ➢ n তম কক্ষপথের ইলেকট্রনের বেগ, $V_n = \frac{Z\times2.19\times10^6}{n}ms^{-1}$

  ➢ n তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_n = \frac{n^2\times5.29\times10^{-11}}{Z}$m

  ➢ তরঙ্গ সংখ্যা, $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{C}$; ν = কম্পাঙ্ক, c = আলোর বেগ।

  ➢ কক্ষপথে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr = \frac{nh}{2\pi}$; h = প্লাঙ্কের ধ্রুবক।

  ➢ নিম্ন শক্তিস্তরের শক্তি E_1 এবং উচ্চ শক্তিস্তরের শক্তি E_2 হলে $\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$

- হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি:

  ➢ Δx = কণার অবস্থান অনিশ্চয়তা বা অবস্থান জ্ঞাপন ভুলের মাত্রা এবং Δp = কণার ভরবেগ অনিশ্চয়তা বা ভরবেগ পরিমাপের ভুলের মাত্রা হাইজেনবার্গের নীতিকে গাণিতিকভাবে নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায়, $\Delta x\times\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$

- ডি-ব্রগলীর সমীকরণ:

  ➢ $\boxed{mc^2 = hf = h.\frac{c}{\lambda} \Rightarrow mc = \frac{h}{\lambda}}$

  ➢ চলমান বস্তুকণার ভরবেগ, $p = mv$ হলে $mv = \frac{h}{\lambda}$ $\therefore$ $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p}$

  ➢ অর্থাৎ চলমান বস্তুকণার তরঙ্গ ধর্ম $(\lambda) = \frac{\text{ধ্রুবক (h)}}{\text{বস্তুর কণা ধর্ম (mv)}}$ [$\because$ $\lambda \propto \frac{1}{p}$ অর্থাৎ, তরঙ্গ ধর্ম $\propto \frac{1}{\text{কণা ধর্ম}}$] এটিই ডি-ব্রগলীর সমীকরণ নামে পরিচিত।

MCQ

01. Which is not a limitation of Bohr's atom model? **[IUT'19-20]**

(a) Multiple lines in atomic spectrum
(b) Zeeman effect
(c) H-Spectrum
(d) Angular momentum

Solution: (c); It can explain the H-spectrum, but this model cannot give a proper reason for angular momentum, $mvr = \frac{\sqrt{l(l+1)}h}{2\pi}$

02. হাইড্রোজেন পরমাণুর তৃতীয় এবং দ্বিতীয় শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের শক্তি যথাক্রমে 5.54×10^{-10}erg এবং 2.44×10^{-11}erg। তৃতীয় শক্তিস্তর থেকে দ্বিতীয় শক্তিস্তরে ইলেকট্রনটি পতিত হলে যে রশ্মি বিকিরত হয় তার কম্পাঙ্ক (হার্জ) কত হবে? **[KUET'16-17]**

(a) 8.73×10^{23}
(b) 7.99×10^{23}
(c) 7.99×10^{18}
(d) 8.73×10^{16}
(e) 7.99×10^{16}

সমাধান: **(e);** $\Delta E = 5.54 \times 10^{-10}$ erg $- 2.44 \times 10^{-11}$ erg $= 5.296 \times 10^{-10}$ erg $= 5.296 \times 10^{-17}$ J

[$1J = 10^7$ erg]

$\therefore E = h\nu \Rightarrow \nu = \frac{E}{h} = \frac{5.296 \times 10^{-17}}{h} = 7.99 \times 10^{16}$ Hz

03. লাল রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 700 nm হলে এর তরঙ্গ সংখ্যা নির্ণয় কর। [আলোর গতি $= 3.0 \times 10^8$ ms^{-1}] **[RUET'13-14]**

(a) 2.439×10^4 cm^{-1}
(b) 4.95×10^4 cm^{-1}
(c) 24.39×10^4 cm^{-1}
(d) 49.50×10^4 cm^{-1}
(e) None

সমাধান: **(e);** তরঙ্গ সংখ্যা, $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{700 \times 10^{-9}} = 142.86 \times 10^4$ m^{-1} $= 1.43 \times 10^4$ cm^{-1}.

Written

04. ψ^2 এর ভৌত তাৎপর্য লিখ। **[RUET'07-08]**

সমাধান: ψ^2 এর তাৎপর্যঃ ψ^2 এর মান দ্বারা কোন স্থানে ইলেকট্রন পাওয়ার সম্ভাবনাকে বোঝায়। কেননা, যে স্থানে ইলেকট্রনের তরঙ্গের বিস্তার বা তীব্রতা বেশি হবে, সেখানে তার মেঘের ঘনত্বও বেশি হবে। উল্লেখ্য, তীব্রতা বিস্তারের বর্গের সমানুপাতিক। অর্থাৎ সে স্থানে ইলেকট্রনটি আনুপাতিকভাবে বেশি অবস্থান করবে। আবার সমগ্র স্থানে একটি ইলেকট্রনকে পাওয়ার সম্ভাবনার সমষ্টি 1 হবে। সুতরাং প্রমাণিত হয় যে, $\int_{-\infty}^{\infty} \psi^2 dv = 1$. এক্ষেত্রে ইলেকট্রনের শক্তি E এর নির্দিষ্ট মানের জন্য এক একটি তরঙ্গ বিস্তারের (ψ এর) ফাংশন পাওয়া যায়। এরূপ ইলেকট্রনের তরঙ্গ ফাংশনগুলোকে অরবিটাল (orbital) বলা হয়। প্রকৃতপক্ষে অরবিটালসমূহ পরমাণুতে ইলেকট্রনের বিভিন্ন শক্তিস্তর নির্দেশ করে।

05. একটি ইলেকট্রিক বাল্ব হলুদ রংয়ের আলো (বিকিরণ) ছড়ায় যার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 589 nm, নিক্ষেপিত ফোটনের শক্তি কত জুল? [দেওয়া আছে, $h = 6.624 \times 10^{-34}$] **[BUET'06-07]**

সমাধান: তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 589 \times 10^{-9}$ m; শক্তি, $E = \frac{hc}{\lambda} = 3.373 \times 10^{-19}$ J

06. যদি 1 a.m.u সম্পূর্ণরূপে শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয় তাহলে কী পরিমাণ শক্তি মুক্ত হবে তাহা ক্যালরীতে নির্ণয় কর। **[KUET'05-06]**

সমাধান: $E = mc^2 = 1.67 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 1.503 \times 10^{-10}$ J $= 3.5786 \times 10^{-11}$ cal **(Ans.)**

Question Type-07: বর্ণালি ও রিডবার্গ সমীকরণ

➲ **Concept:**

$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right)Z^2$

এখানে, $\bar{\nu}$ = প্রতি একক দৈর্ঘ্যে তরঙ্গ সংখ্যা; λ = বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্য; R_H = হাইড্রোজেন পরমাণুর জন্য রিডবার্গ ধ্রুবক; $R_H = 109678 cm^{-1}$; Z = মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা; n_L = নিম্ন শক্তিস্তর; n_H = উচ্চ শক্তিস্তর।

সিরিজের নাম	n_L	n_H	পরীক্ষিত বিকিরণ অঞ্চল
Lymen Series	1	2, 3, 4, ...	অতিবেগুনী অঞ্চল
Balmer Series	2	3, 4, 5, ...	দৃশ্যমান অঞ্চল
Paschen Series	3	4, 5, 6, ...	অবলোহিত অঞ্চল
Brackett Series	4	5, 6, 7, ...	অবলোহিত অঞ্চল
Pfund Series	5	6, 7, 8, ...	অবলোহিত অঞ্চল

- সর্বোচ্চ শক্তি বা সর্বোচ্চ কম্পাঙ্ক বা সর্বোচ্চ তরঙ্গসংখ্যা বা সর্বনিম্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য, $n_H = \infty$
- সর্বনিম্ন শক্তি বা সর্বনিম্ন কম্পাঙ্ক বা সর্বনিম্ন তরঙ্গসংখ্যা বা সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য, $n_H = n_L + 1$
- কোনো সিরিজের n তম লাইনের জন্য, $n_H = n_L + n$ তম লাইন

◆ বিভিন্ন প্রকার বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমাঃ

Chart-01	Chart-02
বিভিন্ন ধরনের তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য	দৃশ্যমান আলোর মধ্যে বিভিন্ন ধরনের আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নিম্নরূপ
মহাজাগতিক রশ্মি : < 0.0005 Å	বেগুনি: 380 – 424 nm
গামা রশ্মি (γ-ray) : < 0.005 - 1.5 Å	নীল: 425 – 450 nm
রঞ্জন রশ্মি (X-ray) : < 0.1 - 100 Å	আসমানী: 451 – 500 nm
অতি বেগুনি রশ্মি (UV) : < 3800 Å	সবুজ: 501 – 575 nm
দৃশ্যমান আলো (Visible) : 3800 Å - 7800 Å	হলুদ: 576 – 590 nm
অবলোহিত (IR) > 7800 Å	কমলা: 591 – 647 nm
রেডিও ও টেলিভিশনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য: $> 2.2 \times 10^6$ Å	লাল: 648 – 780 nm

MCQ

01. The basis of MRI experiment to detect tumors, strokes, and bleeds **[Ans: d][IUT'21-22]**
(i) Proton (H^+) resonance occurs due to absorption of radiofrequency.
(ii) Affected cell contains more proton which produce more proton (H^+) resonance signal.
(iii) Mutual interaction occurs between protons and electrons due to application of radiofrequency.
Which of the following is more appropriate?
(a) (i) and (ii) (b) (ii) and (iii) (c) (i) and (iii) (d) (i), (ii) and (iii)

02. Which of the following lights has the highest wavelength range? **[Ans: d] [IUT'16-17]**
(a) Indigo (b) Green (c) Blue (d) Orange

03. হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন যখন 8র্থ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হয়ে বামার সিরিজ সৃষ্টি করে, তখন সৃষ্ট বর্ণালি রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? [ধর, রিডবার্গ ধ্রুবক = $109678\ cm^{-1}$] **[CUET'15-16]**
(a) 4.86×10^{-5} cm (b) 18.75×10^{-5} cm (c) 9.72×10^{-6} cm (d) 6.56×10^{-5} cm
সমাধান: (a); $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right)$
বামার সিরিজের ক্ষেত্রে, $n_1 = 2; \frac{1}{\lambda} = 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) cm^{-1} \therefore \lambda = 4.86 \times 10^{-5}$ cm

04. একটি আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য হল 540 nm। নিচের কোনটি এর বিকিরণের বর্ণ নির্দেশ করে? [Ans: c][BUET'11-12]
(a) বেগুনি (b) হলুদ (c) সবুজ (d) লাল

05. কোন ইলেকট্রনের হাইড্রোজেন পরমাণুকে ফোটন কণা শোষণ করায় কিন্তু বর্জন করায় না? [RUET'11-12]
(a) 3s (b) 2p (c) 2s (d) 1s (e) None
সমাধান: (d); 1s এর ইলেকট্রন শক্তি শোষণ করে উচ্চতর সেলে যায়। কিন্তু 1s এর নিম্নশক্তির অরবিটাল না থাকায় শক্তি বর্জন করে না।

06. হাইড্রোজেনের পারমাণবিক বর্ণালির ব্রাকেট সিরিজের তৃতীয় লাইনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কোনটি? $[R_H = 10.97 \times 10^6 m^{-1}]$
(a) 4.8627×10^{-6} m (b) 2.16568×10^{-6} m (c) 5.16286×10^{-6} m
(d) 4.8627×10^{-7} m (e) 6.51862×10^{-6} m [KUET'10-11]
সমাধান: (b); 2.16568×10^{-6} m use, $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right)$; এখানে, $n_L = 4$ এবং $n_H = 4 + 3 = 7$
[লাইন number দেয়া থাকলে $n_2 = n_1 + \text{line number}$]

Written

07. রিডবার্গ সমীকরণটি লেখ। H-পরমাণুর বামার সিরিজের একটি রেখা বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্য (nm-এ) নির্ণয় কর, যখন ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর, $n_2 = 4$ থেকে লাফিয়ে চলে আসে। [রিডবার্গ ধ্রুবক $R_H = 1.09678 \times 10^7\ m^{-1}$] [BUET'20-21]
সমাধান: $\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right)$; For H, $\frac{1}{\lambda} = 109678\ cm^{-1}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 20{,}564.625\ cm = 2.056 \times 10^{11}\ nm$
$\Rightarrow \lambda = 4.86 \times 10^{-5} cm = 486.27\ nm$

08. বোরের মডেল অনুযায়ী ইলেকট্রনের শক্তি $E = -\frac{R_H}{n^2}$ সমীকরণ থেকে হিসাব করা যায়, যেখানে $R_H = 2.18 \times 10^{-18} J$/ atom এবং n হল প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা। যদি ইলেকট্রন $n = 3$ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে স্থানান্তরের ফলে উৎপন্ন ফোটন Balmer series এ একটি লাইন বর্ণালি তৈরি করে, তাহলে- [BUET'19-20]
(i) বিকিরিত ফোটনের শক্তির সমীকরণটি বের কর।
(ii) উক্ত সমীকরণের সাহায্যে উৎপন্ন ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ন্যানোমিটারে নির্ণয় কর।
সমাধান: (i) বামার সিরিজ বলে $n_1 = 2,\ E_1 = -\frac{R_H}{3^2},\ E_2 = -\frac{R_H}{2^2} \therefore \Delta E = E_1 - E_2 = \frac{R_H}{4} - \frac{R_H}{9}$
$\therefore$ বিকিরিত শক্তির সমীকরণ, $\Delta E = R_H\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) = \frac{5}{36}R_H$
(ii) বিকিরিত শক্তি $= \frac{5}{36}R_H = 3.0278 \times 10^{-19}\ J$; $E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 656.52\ nm$

09. (a) তড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালীর বিভিন্ন অঞ্চলের কোন রশ্মিগুলো নিম্নলিখিত কাজে ব্যবহৃত হয়? [BUET'18-19]
(i) Wi-Fi (ii) Detecting fake currency
(iii) Optical fiber communication (iv) MRI machine
(b) তোমার উত্তরের রশ্মিগুলোকে তাদের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের নিম্নতর ক্রমানুসারে সাজিয়ে লিখ।
সমাধান: (a) (i) মাইক্রোওয়েভ (ii) UV রশ্মি
(iii) IR-ray (iv) রেডিও ওয়েভ
(b) রেডিও ওয়েভ > মাইক্রোওয়েভ > দৃশ্যমান > UV রশ্মি।

10. (a) UV রশ্মি দ্বারা জালনোট শনাক্তকরণের মূলনীতি লিখ। [RUET'17-18]
সমাধান: UV রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda = 10nm$ থেকে 380 nm হয়। তবে 230 nm – 375 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যরে UV রশ্মি অপটিকাল সেন্সররূপে আসল-নকল কারেন্সি নোট ডিটেকটর মেশিনে ব্যবহৃত হয়। কারেন্সি নোটে Security device রূপে অপটিকাল সেন্সর ফসফোর (phosphor) নামক বিশেষ রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহৃত হয়। UV রশ্মির ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্য বা বৃহৎ ফ্রিক্যুয়েন্সির ফোটন দ্বারা ফসফোর অণুর ইলেকট্রন উত্তেজিত হয়ে উচ্চতর শক্তিস্তরে উত্থিত হয়। পরক্ষণে ফসফোর অণুর উত্তেজিত ইলেকট্রন অস্থিতিশীল উত্তেজিত অবস্থা থেকে সুস্থিত অবস্থায় ফেরার পথে পূর্বের শোষিত শক্তি দৃশ্যমান আলোর নির্দিষ্ট বর্ণের ফ্রিক্যুয়েন্সিতে বিকিরিত করে। এ বিকিরত বর্ণযুক্ত আলো হওয়ায় একে অণুপ্রভা (fluorescence) বলে। এ নীতির উপর ভিত্তি করেই জাল টাকা / পাসপোর্ট শনাক্তকরণে UV রশ্মি ব্যবহৃত হয়।

11. হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন ২য় শক্তিস্তর থেকে ১ম শক্তিস্তরে লাফ দেওয়ার ফলে সৃষ্ট বর্ণালি রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য (λ) Å এ নির্ণয় কর। [দেওয়া আছে, $R_H = 109678\ cm^{-1}$] **[BUET'14-15]**

সমাধান: আমরা জানি, $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 109678 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) m^{-1} \Rightarrow \lambda = 1.21569 \times 10^{-7} m$

$\Rightarrow \lambda = 1.21569 \times 10^3$ Å **(Ans.)**

12. হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন যখন ৪র্থ শক্তিস্তর (n = 4) থেকে দ্বিতীয় শক্তিস্তরে (n = 2) স্থানান্তরিত হয়, তখন সৃষ্ট বর্ণালি রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে এবং বিকিরণের বর্ণ কীরূপ হবে? **[BUET'06-07]**

সমাধান: We know, $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) \therefore \lambda = 4.8627 \times 10^{-7}\ m = 4862.7$ Å

বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য $450 - 500nm$ এর মধ্যে হওয়ায় বিকিরণের বর্ণ আসমানী হবে।

13. H বর্ণালির বিভিন্ন সিরিজের নাম লিখ। **[BUTEX'06-07]**

সমাধান: বর্ণালির বিভিন্ন সিরিজের নাম: লাইমেন সিরিজ, বামার সিরিজ, প্যাশ্চেন সিরিজ, ব্র্যাকেট সিরিজ, ফুনড সিরিজ, হামফ্রিস সিরিজ।

Question Type-08: দ্রাব্যতা

➲ **Concept:**

◆ দ্রাব্যতা:

নির্দিষ্ট তামাত্রায় সম্পৃক্ত দ্রবণে দ্রবের ঘনমাত্রাকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে। অথবা, কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সর্বোচ্চ যত গ্রাম দ্রব 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে সেই ভর প্রকাশক সংখ্যাকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ দ্রাবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে। এই ঘনমাত্রা অনেকভাবে প্রকাশিত হতে পারে। আমাদের পাঠ্য বইসমূহে সাধারণত তিনভাবে প্রকাশিত হয়।

➢ g/100 g → (দ্রাবক): এই পদ্ধতিতে প্রতি কোনো সম্পৃক্ত দ্রবণের 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত দ্রবের সর্বোচ্চ ভর (g) কে দ্রাব্যতা বলে।

একক: $\frac{g}{100g\ দ্রাবক}$ বা $\frac{g}{100g\ H_2O}$ বা একক নেই ।

উদাহরণ: 100 g পানিতে সর্বোচ্চ 36 g NaCl দ্রবীভূত হতে পারে, তাহলে NaCl এর দ্রাব্যতা 36 ।

➢ g/L → (দ্রবণ): এই পদ্ধতিতে প্রতি 1 L সম্পৃক্ত দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের সর্বোচ্চ ভর (g) কে দ্রাব্যতা বলে। একক: g/L

উদাহরণ: 1 L দ্রবণে সর্বোচ্চ AB লবণ 50 g দ্রবীভূত হতে পারলে, AB লবণের দ্রাব্যতা 50 g/L ।

➢ mol/L → (দ্রবণ): এই পদ্ধতিতে 1 L দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের সর্বোচ্চ মোল সংখ্যাকে দ্রাব্যতা বলে। একক: mol/L বা M

MCQ

01. 30°C ও 55°C তাপমাত্রায় কোন একটি দ্রবের দ্রাব্যতা যথাক্রমে 50 ও 90। 30°C তাপমাত্রায় 50 g দ্রবণকে 55°C তাপমাত্রায় উন্নীত করা হল। এ অবস্থায় দ্রবণকে সম্পৃক্ত করতে আর কত গ্রাম অতিরিক্ত দ্রবের প্রয়োজন হবে? **[KUET'17-18]**

(a) 10.12 g (b) 11.48 g (c) 12.62 g (d) 13.33 g (e) 16.66 g

সমাধান: (d); 30°C তাপমাত্রায়, 100 g দ্রাবকে দ্রব = 50 g

$\therefore$ 150 g দ্রবণে দ্রব = 50 g $\therefore$ 50 g দ্রবণে দ্রব $= \frac{50\times50}{150}$ g = 16.67 g

$\therefore$ দ্রাবক = (50 − 16.67) = 33.33 g; 55°C তাপমাত্রায় 100 g দ্রাবকে দ্রব 90 g

$\therefore$ 33.33 g দ্রাবকে দ্রব $= \frac{90\times33.33}{100}$ g = 29.997 g $\therefore$ অতিরিক্ত দ্রব = (29.997 − 16.67) = 13.33 g

Alternate: 30°C তাপমাত্রায় 150 g সম্পৃক্ত দ্রবণে দ্রব থাকে 50 g

এখন, 30°C হতে 55°C তে নিতে, 150 g সম্পৃক্ত দ্রবণে অতিরিক্ত দ্রব লাগে = 40 g

$\therefore$ 50 g সম্পৃক্ত দ্রবণে অতিরিক্ত দ্রব লাগে= $\frac{40\times50}{150}$ g = 13.33 g (Ans.)

Shortcut: Δ দ্রব $= \frac{|x-y|}{(100+x)} \times V = \frac{|50-90|}{100+50} \times 50 = 13.33$ g

x = আদি দ্রাব্যতা, y = শেষ দ্রাব্যতা, V = দ্রবণের আয়তন

02. Glauber salt is–

(a) $ZnSO_4.7H_2O$ (b) $CuSO_4.5H_2O$ (c) $Na_2SO_4.10H_2O$ (d) $[Cu(NH_3)_4]SO_4$

[Ans: c] [IUT'10-11]

Written

03. গ্লুকোজ একটি তাপহারী দ্রব। 100°C তাপমাত্রায় পানিতে এর দ্রাব্যতা 45.5। এ তাপমাত্রায় পানির আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.95। এই অবস্থায় গ্লুকোজের 250 mL সম্পৃক্ত দ্রবণকে 10°C তাপমাত্রায় শীতল করা হলে 11.5 g গ্লুকোজ অধঃক্ষিপ্ত হয়। 10°C তাপমাত্রায় গ্লুকোজের দ্রাব্যতা কত? **[KUET'19-20]**

সমাধান: ধরি, 10°C এ গ্লুকোজের দ্রাব্যতা x g/100 g H_2O, 100°C এ সম্পৃক্ত দ্রবণের ভর = 100 + 45.5 = 145.5 g

10°C এ সম্পৃক্ত দ্রবণের ভর = (100 + x) g

100°C থেকে 10°C এ শীতল করলে, 145.5 g দ্রবণে অধঃক্ষিপ্ত হয়, 145.5 − (100 + x)g = (45.5 − x)y

∴ 1 g দ্রবণে অধঃক্ষিপ্ত হয়, $\frac{45.5-x}{145.5}$ g ∴ (250 × 0.95) বা 237.5 g দ্রবণে অধঃক্ষিপ্ত হয় $\frac{45.5-x}{145.5} \times 237.5$ g

প্রশ্নমতে, $\frac{45.5-x}{145.5} \times 237.5 = 11.5 \Rightarrow 45.5 - x = 7.045 \therefore x = 38.455$

∴ 10°C এ গ্লুকোজের দ্রাব্যতা 38.455 g/100 g H_2O

04. 40°C তাপমাত্রায় কোনো দ্রবের দ্রাব্যতা 80 হলে ঐ তাপমাত্রায় 1 kg সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করতে কত গ্রাম দ্রব এবং দ্রাবক লাগবে? **[RUET'17-18]**

সমাধান: (100 + 80) gm সম্পৃক্ত দ্রবণে দ্রব = 80 g

∴ 1000 gm সম্পৃক্ত দ্রবণে দ্রব $\frac{80\times1000}{180}$ gm = 444.44 gm **(Ans.)**

এখন, দ্রাবক = দ্রবণ- দ্রব = (1000 − 444.44) gm = 555.56 g **(Ans.)**

Question Type-09: দ্রাব্যতা গুণফল, আয়নিক গুণফল, দ্রাব্যতার উপর সম আয়ন প্রভাব

➲ **Concept:**

➢ কোনো লবণ M_pA_q জলীয় দ্রবণে নিম্নরূপে আয়নিত হয়- $M_pA_q(aq) \rightleftharpoons pM^{q+}(aq) + qA^{p-}(aq)$

$\therefore K_{sp} = [M^{q+}]^p[A^{p-}]^q$

➢ দ্রাব্যতা গুণফল K_{sp} এবং আয়নিক গুণফল K_{ip} হলে,

(i) $K_{sp} > K_{ip}$ → লঘু দ্রবণ, অধঃক্ষেপ পড়বে না।

(ii) $K_{sp} = K_{ip}$ → সম্পৃক্ত দ্রবণ, অধঃক্ষেপ পড়বে না।

(iii) $K_{sp} < K_{ip}$ → অতিপৃক্ত দ্রবণ, অধঃক্ষেপ পড়বে।

Formula: M_pA_q লবণের জন্য $(pS)^p \times (qS)^q = p^p.q^q.S^{p+q}$

Note: p = ক্যাটায়নের সহগ; q = অ্যানায়নের সহগ

MCQ

01. Calculate the solubility of $NiCO_3$ in grams per litre. The value of K_{sp} for $NiCO_3 = 1.4 \times 10^{-7}$, where 118.7 g/mol is the molecular mass of $NiCO_3$. **[IUT'21-22]**

(a) 1.96×10^{-14} gL^{-1} (b) 3.7×10^{-4} gL^{-1} (c) 0.044 gL^{-1} (d) 0.118 gL^{-1}

Solution: (c); $S(\text{mol } L^{-1}) = \sqrt{1.4 \times 10^{-7}} \therefore S(g\ L^{-1}) = \sqrt{1.4 \times 10^{-7}} \times 118.7 = 0.044\ gL^{-1}$

02. 25°C তাপমাত্রায় $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 3.7×10^{-15} হলে, $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা কত হবে? **[CKRUET'21-22]**

(a) 1.08×10^{-10} mol. L^{-1} (b) 1.08×10^{-8} mol. L^{-1} (c) 1.08×10^{-4}mol. L^{-1}

(d) 2.18×10^{-4}mol. L^{-1} (e) 3.28×10^{-4}mol. L^{-1}

সমাধান: (c); $Al(OH)_3 \rightleftharpoons Al^{3+} + 3\ OH^-$

ধরি, দ্রাব্যতা S; $K_{SP} = 27s^4 = 3.7 \times 10^{-15} \therefore S = 1.08 \times 10^{-4}$mol. L^{-1}

03. দ্রবণে আয়নগুলোর ঘনমাত্রার গুণফল যদি- **[Ans: d][KUET'18-19]**

(i) দ্রাব্যতার গুণফলের সমান হয়, তবে দ্রবণটি সম্পৃক্ত হবে

(ii) দ্রাব্যতার গুণফলের কম হয়, তবে দ্রবণটি অসম্পৃক্ত হবে

(iii) দ্রাব্যতার গুণফলের বেশি হয়, তবে দ্রবণটি অধঃক্ষিপ্ত হবে

(iv) দ্রাব্যতার গুণফলের বেশি হয়, তবে দ্রবণটি অসম্পৃক্ত ও অধঃক্ষিপ্ত হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii, iv (c) ii, iii (d) i, ii, iii (e) i, ii, iv

04. Solubility product of Al $(OH)_3$ is 3.7×10^{-15}. What will be the solubility of $Al(OH)_3$ in g/L unit?

(a) 8.424×10^{-3} (b) 8.424×10^{-2} (c) 7.424×10^{-3} (d) 7.424×10^{-2} **[IUT'16-17]**

Solution: (a); $27S^4 = 3.7 \times 10^{-5}; S = 1.082 \times 10^{-4} molL^{-1} = (1.082 \times 10^{-4} \times 78)\ 8.44 \times 10^{-3} g/L$

05. $Cu(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণাংক 25°C তাপমাত্রায় 2.2×10^{-19} হলে এর দ্রাব্যতা $\left(\frac{g}{L}\right)$ কত হবে? **[KUET'15-16]**

(a) 1.78×10^{-5} g/L (b) 3.70×10^{-5} g/L (c) 1.78×10^{-4} g/L (d) 1.78×10^{-6} g/L (e) 3.70×10^{-4} g/L

সমাধান: **(b);**

	$Cu(OH)_2(s)$	$\rightleftharpoons$	$Cu^{2+}(aq)$	+	$2OH^-(aq)$
আদি ঘনমাত্রা:	1		0		0
সাম্যাবস্থায় ঘনমাত্রা:	$1-S$		S		$2S$

এখানে s = দ্রাব্যতা (mol/L)

$K_{sp} = [Cu^{2+}][OH^-]^2 \Rightarrow 2.2 \times 10^{-19} = s.(2s)^2 = 4s^3$

$\therefore s = 3.80 \times 10^{-7}$ mol/L $\therefore$ g/L এ দ্রাব্যতা $= 3.8 \times 10^{-7} \times (63.5 + 34) = 3.70 \times 10^{-5}$ g/L

06. Al $(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা x হলে দ্রাব্যতা গুনাঙ্ক কত? **[BUTEX'15-16]**

(a) x^4 (b) $27x^3$ (c) $27x^4$ (d) $27x^2$

সমাধান: **(c);**

	$Al(OH)_3$	$\rightleftharpoons$	Al^{3+}	+	$3OH^-$
সম্পৃক্ত দ্রবণে:	x		x		3x

$\therefore$ দ্রাব্যতা গুণাঙ্ক, $K_{sp} = [Al^{3+}][OH^-]^3 = x.(3x)^3 = 27x^4$

07. The concentration of F^- in a saturated aqueous solution of CaF_2 is $6.55 \times 10^{-3}\ gL^{-1}$. The solubility product of CaF_2 in water is- [The atomic weight of Ca and F are 40 and 19 respectively] **[IUT'14-15]**

(a) 2.05×10^{-11} (b) 6.55×10^{-3} (c) 7.8×10^{-4} (d) 7.6×10^{-5}

Solution: (a); $K_{sp} = [Ca^{2+}][F^-]^2 = \left(\frac{6.55 \times 10^{-3}}{19 \times 2}\right) \times \left[\frac{6.55 \times 10^{-3}}{19}\right]^2 = 2.05 \times 10^{-11}\ mol^3L^{-3}$

Written

08. $Fe(OH)_3$ এর সম্পৃক্ত দ্রবণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা $6.6 \times 10^{-4} gL^{-1}$ হলে, $Fe(OH)_3$ এর K_{sp} নির্ণয় কর। **[BUTEX'19-20]**

সমাধান: $Fe(OH)_3 \rightleftharpoons \underset{x}{Fe^{3+}} + 3OH^-$

$[OH^-] = 3x = [Fe^{3+}] = x = \frac{3x}{3} = 6.6 \times 10^{-4}\ gL^{-1} = \frac{6.6 \times 10^{-4}}{17}\ molL^{-1} = 3.88 \times 10^{-5}\ molL^{-1}$

$[Fe^{3+}] = x = \frac{3x}{3} = \frac{3.88 \times 10^{-5}}{3} = 1.3 \times 10^{-5}\ molL^{-1}$

$\therefore K_{sp} = [Fe^{3+}][OH^-]^3 = 1.3 \times 10^{-5} \times (3.88 \times 10^{-5})^3 = 7.59 \times 10^{-19}\ mol^4L^{-4}$ **(Ans.)**

09. 200 mL 1.3×10^{-3} M ঘনমাত্রার $AgNO_3$ দ্রবণের সাথে 100 mL 4.5×10^{-5} M ঘনমাত্রার Na_2S দ্রবণ মেশানো হল। এতে কি কোনো অধঃক্ষেপ পড়বে? যুক্তি দাও। $[K_{sp} = 1.6 \times 10^{-49}]$ **[BUET'18-19]**

সমাধান: $[Ag^+] = \frac{200 \times 1.3 \times 10^{-3}}{300}\ M = 8.667 \times 10^{-4}\ M$

$[S^{2-}] = \frac{100 \times 4.5 \times 10^{-5}}{300}\ M = 1.5 \times 10^{-5}\ M$ $Ag_2S \rightleftharpoons 2Ag^+ + S^{2-}$

$K_{ip}[Ag_2S] = [Ag^+]^2[S^{2-}] = 1.1267 \times 10^{-11} > K_{sp}$

কিন্তু $NaNO_3$ পানিতে অতিমাত্রায় দ্রবণীয়। $\therefore$ Ag_2S অধঃক্ষিপ্ত হবে।

10. (a) AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-10}$ হলে উহার দ্রাব্যতা 0.1 M NaCl দ্রবণে কত হবে? **[BUTEX'18-19]**

সমাধান: $\underset{s}{AgCl} \rightleftharpoons \underset{s}{Ag^+} + \underset{s}{Cl^-}$; $\underset{0.1}{NaCl} \rightleftharpoons \underset{0.1}{Na^+} + \underset{0.1}{Cl^-}$

$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] \Rightarrow 1 \times 10^{-10} = S \times (S + 0.1)$

$\Rightarrow S^2 + 0.1s - 1 \times 10^{-10} = 0$ IS খুব ক্ষুদ্র বলে S^2 – কে উপেক্ষা করা যায়। $\Rightarrow S = 1 \times 10^{-9} M$ **(Ans.)**

11. Ag_2CO_3 ($K_{sp} = 8.2 \times 10^{-12}$) এবং $CuCO_3$ ($K_{sp} = 2.5 \times 10^{10}$) এর দ্রাব্যতা নির্ণয় কর এবং কোন কার্বনেটটির দ্রাব্যতা কম উল্লেখ কর। **[BUET'16-17]**

সমাধান: ধরি, Ag_2CO_3 এর দ্রাব্যতা S। এখন, $\underset{S}{Ag_2CO_3} \rightleftharpoons \underset{2S}{2Ag^+} + \underset{S}{CO_3^{2-}}$

$\therefore (2S)^2 \times S = 8.2 \times 10^{-12} \Rightarrow 4S^3 = 8.2 \times 10^{-12} \therefore S = 1.27 \times 10^{-4}$ M

আবার, ধরি, $CuCO_3$ এর দ্রাব্যতা S'।

$\underset{S'}{CuCO_3} \rightleftharpoons \underset{S'}{Cu^{2+}} + \underset{S'}{CO_3^{2-}} \therefore S'^2 = 2.5 \times 10^{-10} \therefore S' = 1.58 \times 10^{-5}$ M $\therefore S > S' \therefore CuCO_3$ এর দ্রাব্যতা কম।

12. 25°C তাপমাত্রায় AgCl এর 100 ml সম্পৃক্ত দ্রবণের সাথে 0.030 M NaBr এর100 ml দ্রবণ যোগ করা হলো। অধঃক্ষেপ তৈরী হবে কি? [দেওয়া আছেঃ $K_{sp}(AgCl) = 1.0 \times 10^{-10}; K_{sp}(AgBr) = 5.0 \times 10^{-13}$] **[BUET'09-10]**

সমাধান: $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

$K_{sp} = S^2 \therefore S = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{1 \times 10^{-10}} = 10^{-5}$ mol/L

$\therefore [Ag^+] = [Cl^-] = 10^{-5}$ M

$\therefore S = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{5 \times 10^{-13}} = 7.07 \times 10^{-7}$

দ্রবণে, $[Ag^+] = 10^{-5}$M; $[Br^-] = 0.030$ M

$NaBr \rightarrow Na^+ + Br^-$

$\therefore [Br^-] = [Na^+] = 0.030$ M

$AgBr \rightleftharpoons Ag^+ + Br^- \therefore K_{sp} = S^2$

দ্রবণে Ag^+ ও Br^- আয়নের পরিমাণ সাম্যাবস্থায় এদের পরিমাণের অপেক্ষা বেশি। তাই AgBr অধঃক্ষেপ তৈরী হবে।

বিকল্পঃ $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^{-1}$

$S = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{1 \times 10^{-18}} = 1 \times 10^{-5}$

$K_{lp}(AgBr) = \left(\frac{10^{-5} \times 100}{200}\right) \times \left(\frac{0.030 \times 100}{200}\right) = 75 \times 10^{-9} \therefore K_{lp}(AgBr) > K_{sp}(AgBr) \therefore$ অধঃক্ষেপ পড়বে

13. পাশে উল্লেখিত রেডিক্যালগুলি শিখা-পরীক্ষায় কী বর্ণ দেখা যাবেঃ Na, Mg, K, Cu, Ca. **[BUTEX'03-04]**

সমাধান: Na-উজ্জ্বল সোনালী হলুদ; Ca – ইটের ন্যায় লাল; K– গাঢ় বেগুনী; Cu – নীলাভ সবুজ; Mg– কোন বর্ণ দেখায় না।

14. সিলভার ক্লোরাইডের দ্রাব্যতা গুণফল 1.6×10^{-10} mol^2L^{-2}. পানিতে সিলভার ক্লোরাইডের দ্রাব্যতা হিসাব কর। **[BUET'00-01]**

সমাধান: $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

মনে করি, AgCl এর দ্রাব্যতা = S $molL^{-1}$

প্রশ্নমতে, $1.6 \times 10^{-10} = S^2 \Rightarrow S = 1.265 \times 10^{-5}$ $molL^{-1}$

Question Type-10: আয়ন শনাক্তকরণ

➲ **Concept:** শিখা পরীক্ষা: ধাতব আয়নের সৃষ্ট বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বর্ণের শিখাঃ

পরীক্ষা	খালি চোখে নিরীক্ষা	কোবাল্ট ব্লু-গ্লাস দিয়ে নিরীক্ষা	সিদ্ধান্ত
একটি ওয়াচ গ্লাসে গাঢ় HCl এসিড নিয়ে ঐ এসিডে একটি বিশুদ্ধ প্লাটিনাম তারের অগ্রভাগ অথবা দেয়াশলাই কাঠির কাঠের অংশ ডুবিয়ে এবং পরে এর মাথায় করে গাঢ় HCl সিক্ত একটু লবণকে অনুজ্জ্বল শিখার কিনারায় ধরা হয়। এবার শিখার বর্ণ দেখা হয়।	১। হালকা বেগুনি শিখা দেখা যায়। (pale violet)	১। গোলাপী লাল /গোলাপি শিখা (Pink colour)	১। K^+ আয়ন
	২। নীলাভ সবুজ /গাঢ় সবুজ শিখা দেখা যায়। (bluish green)	২। বিশেষ কোনো বর্ণ নেই। (No special colour)	২। Cu^{2+} আয়ন (Cu^+ আয়ন বর্ণহীন)
	৩। সোনালি হলুদ শিখা দেখা যায়। (golden yellow)	৩। বিশেষ কোনো বর্ণ নেই। (No special colour)	৩। Na^+ আয়ন
	৪। ইটের মতো লাল শিখা দেখা যায়। (brick red)	৪। হালকা সবুজ শিখা (light green)	৪। Ca^{2+} আয়ন

◆ আয়ন শনাক্তকরণ:

আয়ন	বিকারক	সংঘটিত বিক্রিয়া
Al^{3+}	i. NaOH ii. NH_4OH	(i) $Al^{3+} + 3NaOH \longrightarrow \underset{\text{জেলির ন্যায় সাদা অধঃক্ষেপ}}{Al(OH)_3} \downarrow + 3Na^+$ (ii) $Al^{3+} + 3NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{জেলির ন্যায় সাদা}}{Al(OH)_3} \downarrow + 3NH_4^+$ $Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow \underset{\text{দ্রবীভূত}}{NaAlO_2} + 2H_2O$ $NaAlO_2 + NH_4Cl + H_2O \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{জেলির ন্যায় সাদা}}{Al(OH)_3} \downarrow + NH_3 + NaCl$ এটি Al^{3+} এর নিশ্চিতকরণ পরীক্ষা।
Zn^{2+}	i. $K_4[Fe(CN)_6]$ ii. $NaOH + NH_4OH$	(i) $2Zn^{2+} + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow \underset{\text{সাদা}}{Zn_2[Fe(CN)_6]} \downarrow + 4K^+$ (ii) $Zn^{2+} + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{সাদা}}{Zn(OH)_2} \downarrow + 2Na^+$ $Zn(OH)_2 + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{দ্রবীভূত}}{Na_2ZnO_2} + 2H_2O$ $Na_2ZnO_2 + NH_4Cl \rightarrow$ সাদা অধঃক্ষেপ ফিরে আসে না
Ca^{2+}	i. $(NH_4)_2C_2O_4$ ii. NH_4OH	(i) $Ca^{2+} + \underset{COONH_4}{\overset{COONH_4}{\vert}} \longrightarrow \underset{\text{সাদা}}{\underset{COO}{\overset{COO}{\vert}}Ca} \downarrow + 2NH_4^+$ অধঃক্ষেপটি CH_3COOH এ অদ্রবণীয়, কিন্তু লঘু খনিজ এসিডে দ্রবণীয়। $\underset{COO}{\overset{COO}{\vert}}Ca + 2HCl \longrightarrow \underset{COOH}{\overset{COOH}{\vert}} + CaCl_2$ (ii) $Ca^{2+} + 2NH_4OH \rightarrow \underset{\text{সাদা}}{Ca(OH)_2} \downarrow + 2NH_4^+$
Na^+	i. $K_2H_2Sb_2O_7$	(i) $2Na^+ + K_2H_2Sb_2O_7 \rightarrow Na_2H_2Sb_2O_7 \downarrow + 2K^+$ সাদা অধঃক্ষেপ (সোডিয়াম পাইরোঅ্যান্টিমোনেট)
Cu^{2+}	i. $K_4[Fe(CN)_6]$ ii. NH_4OH	(i) $2Cu^{2+} + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow \underset{\text{লালচে বাদামি}}{Cu_2[Fe(CN)_6]} \downarrow + 4K^+$ (ii) $2CuSO_4 + 2NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{হালকা নীল}}{CuSO_4 . Cu(OH)_2} \downarrow + (NH_4)_2SO_4$ $CuSO_4 . Cu(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4 + 6NH_4OH \rightarrow \underset{\text{গাঢ় নীল দ্রবণ বা প্রুশিয়ান ব্লু}}{2[Cu(NH_3)_4]SO_4} + 8H_2O$
NH_4^+	i. NaOH / KOH + K_2HgI_4	(i) $NH_4^+ + NaOH \rightarrow NH_3 + Na^+ + H_2O$ $KHgI_3 \rightarrow KI + HgI_2; 2HgI_2 \rightleftharpoons Hg_2I_4$ $Hg_2I_4 + 2NH_3 \rightarrow \underset{\text{বাদামি}}{NH_2[Hg_2I_3]} \downarrow + NH_4I$
Fe^{2+}	i. NH_4OH ii. $K_4[Fe(CN)_6]$ iii. $K_3[Fe(CN)_6]$ iv. NH_4SCN	(i) $Fe^{2+} + 2NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{সবুজ}}{Fe(OH)_2} \downarrow + 2NH_4^+$ (ii) $Fe^{2+} + K_4[Fe(CN)_6] \longrightarrow \underset{\text{হালকা নীল}}{K_2Fe[Fe(CN)_6]} \downarrow + 2K^+$ (iii) $Fe^{2+} + K_3[Fe(CN)_6] \longrightarrow \underset{\text{গাঢ় নীল (প্রুশিয়ান ব্লু)}}{KFe[Fe(CN)_6]} \downarrow + 2K^+$ (iv) মূল দ্রবণে NH_4SCN বা KSCN দ্রবণ যোগ করলে কোনো বর্ণ পরিবর্তন হয় না।
Fe^{3+}	i. NH_4OH ii. $K_4[Fe(CN)_6]$ iii. $K_3[Fe(CN)_6]$ iv. NH_4SCN	(i) $Fe^{3+} + 3NH_4OH \longrightarrow \underset{\text{বাদামি}}{Fe(OH)_3} \downarrow + 3NH_4^+$ (ii) $Fe^{3+} + K_4[Fe(CN)_6] \longrightarrow \underset{\text{গাঢ় নীল}}{KFe[Fe(CN)_6]} \downarrow + 3K^+$ (iii) $Fe^{3+} + K_3[Fe(CN)_6] \longrightarrow \underset{\text{বাদামি দ্রবণ}}{Fe[Fe(CN)_6]} + 3K^+$ (iv) $Fe^{3+} + NH_4SCN + 5H_2O \longrightarrow \underset{\text{রক্ত লাল বর্ণের দ্রবণ}}{[Fe(SCN)(H_2O)_5]^{2+}} + NH_4^+$

Cl^-	i. $AgNO_3$ ii. $(CH_3COO)_2Pb$	(i) $Cl^- + AgNO_3 \xrightarrow{HNO_3} \underset{\text{সাদা}}{AgCl} \downarrow + NO_3^-$ $AgCl + 2NH_4OH \rightarrow \underset{\text{বর্ণহীন দ্রবণ}}{[Ag(NH_3)_2]Cl} + 2H_2O$ (ii) $Cl^- + (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbCl_2 \downarrow + CH_3COO^-$ সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে যা উত্তপ্ত করলে দ্রবীভূত হয়। এ অধঃক্ষেপ HNO_3 এ অদ্রবণীয়, কিন্তু NH_4OH দ্রবণে দ্রবীভূত হয়।
SO_4^{2-}	i. $Ba(NO_3)_2$ ii. $Pb(CH_3COO)_2$	(i) $SO_4^{2-} + Ba(NO_3)_2 \longrightarrow \underset{\text{সাদা}}{BaSO_4} \downarrow + 2NO_3^-$ এ অধঃক্ষেপ লঘু খনিজ এসিডে অদ্রবণীয়। এটা সালফেট আয়নের উপস্থিতি শনাক্তকরণের নিশ্চিত পরীক্ষা। (ii) $SO_4^{2-}(aq) + Pb(CH_3COO)_2(aq) \longrightarrow \underset{\text{সাদা}}{PbSO_4} \downarrow (s) + 2CH_3COO^-(aq)$
CO_3^{2-}	i. $Ba(NO_3)_2$ ii. $(CH_3COO)_2Pb$	(i) $CO_3^{2-} + Ba(NO_3)_2 \longrightarrow \underset{\text{সাদা}}{BaCO_3} \downarrow + 2NO_3^-$ $BaCO_3 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$ (ii) $CO_3^- + (CH_3COO)_2Pb \longrightarrow PbCO_3 + CH_3COO^-$ সাদা অধঃক্ষেপ যা লঘু HNO_3 এ বুদবুদসহ দ্রবণীয় অথবা, সাদা চুনের পানি ঘোলা করার পরীক্ষা: $\{CO_3^{2-} + 2HCl \rightarrow CO_2 \uparrow + H_2O + 2Cl^-\}$ $\{CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O\}$ এ অধঃক্ষেপ খনিজ এসিডে দ্রবীভূত হয় এবং বুদবুদ নির্গত হয়। $BaCO_3 + 2HCl \rightarrow BaCl_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$

MCQ

01. When few drops of $Ba(NO_3)_2$ solution is added to a test-tube containing the solution of molecules AB, white precipitate is formed. This precipitate remains insoluble on addition of hot dilute HCl. What would be B? **[Ans: b][IUT'21-22]**

(a) CO_3^{2-} (b) SO_4^{2-} (c) PO_4^{3-} (d) I^-

02. Which one of the followings precipitated hydroxides is not green? **[IUT'18-19]**

(a) $Cr(OH)_2$ (b) $Fe(OH)_2$ (c) $Ni(OH)_2$ (d) $Co(OH)_2$

Solution: (d); Co^{2+} → pink

03. একটি পরীক্ষা নলে নমুনা লবণের কিছু অংশ নিয়ে তাতে বেরিয়াম নাইট্রেট এর দ্রবণ যোগ করা হলে সাদা অধ:ক্ষেপ পাওয়া গেল, যা লঘু HCl দ্রবণে দ্রবীভূত হয় না। নমুনা লবণের দ্রবণে কোন মূলকের উপস্থিতি আছে? **[KUET'14-15]**

(a) Cl^- (b) S^{2-} (c) SO_4^{2-} (d) F^- (e) CO_3^{2-}

সমাধান: **(c)**; $SO_4^{2-} + Ba(NO_3)_2 \xrightarrow{HCl} \underset{[\text{সাদা}]}{BaSO_4} \downarrow + 2NO_3^-$; $BaSO_4 + HCl \rightarrow$ অদ্রবণীয়

04. একটি নমুনা লবণের ক্ষারীয় দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করে সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া গেল। নমুনা লবণের দ্রবণে কোন ধাতুটির উপস্থিতি নির্দেশ করে? **[KUET'14-15]**

(a) Ni (b) Co (c) Mn (d) Zn (e) Al

সমাধান: **(d)**; $ZnSO_4 + NaOH \rightarrow Zn(OH)_2 + Na_2SO_4$; $Zn(OH)_2 + NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$

$Na_2ZnO_2 + H_2O + H_2S \rightarrow NaOH + \underset{\text{সাদা}}{ZnS} \downarrow$

05. কোন জোড়া জলীয় দ্রবণের মিশ্রণের ফলে হলুদ অধঃক্ষেপ তৈরি হয়? **[BUET'13-14]**

(a) $AlCl_3$ & KOH (b) $Ba(NO_3)_2$ & Na_2SO_4

(c) $Cu(NO_3)_2$ & $NaClO_4$ (d) $Pb(C_2H_3O_2)_2$ & KI

সমাধান: **(d)**; PbI_2 এর সোনালী হলুদ অধঃক্ষেপ। $Pb(C_2H_3O_2)_2 + 2KI \rightarrow PbI_2 + 2CH_3COOK$.

06. নিম্নের কোনটি দ্রবণ Fe(III) অবস্থান শনাক্তকরন ব্যবহার করা হয়? **[RUET'13-14]**

(a) NH_4OH (b) NH_4SCN (c) $Na_2S_2O_3$ (d) $KMnO_4$ (e) None

সমাধান: **(b)**; $Fe^{3+} + 3NH_4SCN \rightarrow \underset{\text{Blood red color}}{Fe(SCN)_3} + 3NH_4^+$

Written

07. Zn^{2+}, Fe^{2+}ও Fe^{3+} এর জলীয় দ্রবণকে সনাক্তকারী বিকারকের নাম লিখ ও বিক্রিয়াসমূহ দেখাও। **[BUTEX'21-22]**

সমাধান:

আয়ন	বিকারক	বিক্রিয়া
Zn^{2+}	$K_4[Fe(CN)_6]$ পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড	$2Zn^{2+} + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Zn_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 4K^+$ (পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড; সাদা অধঃক্ষেপ)
	NH_4OH অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড	$Zn^{2+} + 2NH_4OH \rightarrow Zn(OH)_2\downarrow + 2NH_4^+$ (অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড; সাদা অধঃক্ষেপ) $Zn(OH)_2\downarrow + NaOH$ (অতিরিক্ত) $\rightarrow Na_2ZnO_2(aq) + H_2O$ (সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড; দ্রবণীয়) $Na_2ZnO_2 + NH_4Cl \rightarrow$ সাদা অধঃক্ষেপ ফিরে আসে না (অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড)
Fe^{2+}	$K_4[Fe(CN)_6]$ পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড	$2Fe^{2+} + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 4K^+$ (পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড; হালকা নীল অধঃক্ষেপ)
	NH_4OH অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড	$Fe^{2+} + 2NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + 2NH_4^+$ (অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড; সবুজ অধঃক্ষেপ)
Fe^{3+}	$K_4[Fe(CN)_6]$ পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড	$Fe^{3+} + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow KFe[Fe(CN)_6]\downarrow + 3K^+$ (পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড; গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ)
	NH_4OH অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড	$Fe^{3+} + 3NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3NH_4^+$ (অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড; বাদামি অধঃক্ষেপ)

08. তোমার কাছে শনাক্তকারী চিহ্ন ছাড়া $Zn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}$ এবং Al^{3+} এর চারটি ভিন্ন ভিন্ন জলীয় দ্রবণ রয়েছে। তাদেরকে শনাক্ত করার জন্য একটি মাত্র বিকারকের নাম লিখ এবং শনাক্তকারী বিকিয়াসমূহ দেখাও। **[BUET'19-20]**

সমাধান: বিকারকটি হলো NH_4OH (অ্যামোনিয়া দ্রবণ)

$Zn^{2+}(aq) + 2NH_4OH(aq) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2NH_4^+(aq)$ [সাদা]

$Fe^{2+}(aq) + 2NH_4OH(aq) \rightarrow Fe(OH)_2(s) + 2NH_4^+(aq)$ [সবুজ]

$Fe^{3+}(aq) + 3NH_4OH(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) + 3NH_4^+(aq)$ [বাদামি]

$Al^{3+}(aq) + 3NH_4OH(aq) \rightarrow Al(OH)_3(s) + 3NH_4^+(aq)$ [সাদা জেলির মতো ভাসমান]

09. $K_4[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ দ্বারা Cu^{2+} ও Zn^{2+} কে কীভাবে শনাক্ত করা যায়- তা প্রয়োজনীয় সমীকরণসহ লিখ। **[BUTEX'19-20]**

সমাধান: Zn^{2+} শনাক্তকরণ: $2Zn^{2+}(aq) + K_4[Fe(CN)_6](aq) \rightarrow Zn_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 4K^+(aq)$ (সাদা অধঃক্ষেপ)

Cu^{2+} শনাক্তকরণ: $2Cu^{2+}(aq) + K_4[Fe(CN)_6](aq) \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 4K^+(aq)$ (লালচে বাদামি)

10. সংজ্ঞা দাওঃ নেসলার বিকারক, লুকাস বিকারক- **[RUET'10-11]**

সমাধান: নেসলার বিকারকঃ পটাসিয়াম টেট্রাআয়োডো মারকিউরেট (K_2HgI_4) এর ক্ষারীয় দ্রবণকে নেসলার বিকারক বলে। এটি অ্যামোনিয়া ও অ্যামোনিয়ামমূলক সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়। নেসলার প্রস্তুতি: $2KI + HgCl_2 \rightarrow 2KCl + HgI_2$

$HgI_2 + 2KI \rightarrow K_2[HgI_4]$

লুকাস বিকারকঃ গাঢ় HCl এসিডে দ্রবীভূত অনার্দ্র জিংক ক্লোরাইডের $ZnCl_2$ দ্রবণকে লুকাস বিকারক বলে।

11. মৌলের দীপশিখা পরীক্ষার সময় ধাতব লবণকে কোন রাসায়নিক বস্তুতে সিক্ত করা হয়? **[BUTEX'10-11]**

সমাধান: $\underset{\text{অনুদ্বায়ী}}{CaCO_3} + HCl \rightarrow \underset{\text{উদ্বায়ী}}{CaCl_2} + H_2O + CO_2$

অনুদ্বায়ী লবনকে উদ্বায়ী করার জন্য শিখা পরীক্ষায় HCl ব্যবহার করা হয়।

12. (b) নিচের ছকটি পূরণ কর। **[RUET'07-08, CUET'05-06]**

শ্রেণী	ধাতুসমূহ	শিখায় সৃষ্ট বর্ণ (খালি চোখে দেখা)
গ্রুপ-1	লিথিয়াম Li সোডিয়াম Na পটাসিয়াম K রুবিডিয়াম Rb সিজিয়াম Cs	
গ্রুপ-2	ক্যালসিয়াম Ca স্ট্রনসিয়াম Sr বেরিয়াম Ba	

সমাধান: (a); (i) Sodium এর প্রধান উৎস NaCl (সমুদ্রের পানি) (ii) Calcium এর প্রধান উৎস $CaCO_3$ (চুনা পাথর)

শ্রেণী	ধাতুসমূহ	শিখায় সৃষ্ট বর্ণ (খালি চোখে দেখা)
গ্রুপ-IA (পুরাতন) গ্রুপ-1 (নতুন)	লিথিয়াম Li	উজ্জ্বল লাল
	সোডিয়াম Na	উজ্জ্বল সোনালী হলুদ
	পটাসিয়াম K	বেগুনী
	রুবিডিয়াম Rb	লালচে বেগুনী
	সিজিয়াম Cs	নীল
গ্রুপ-IAA (পুরাতন) গ্রুপ-2 (নতুন)	ক্যালসিয়াম Ca	ইটের ন্যায় লাল
	স্ট্রনসিয়াম Sr	উজ্জ্বল লাল
	বেরিয়াম Ba	হলুদাভ সবুজ / আপেল গ্রিন

13. Cu^{++} আয়ন সনাক্তকরণের নিশ্চিত পরীক্ষায় যে বিক্রিয়া হয় তা লিখ। **[BUET'03-04]**

সমাধান: $2CuSO_4\,(aq) + 2NH_4OH\,(aq) \rightarrow (NH_4)_2SO_4\,(aq) + \underset{\text{ক্ষারীয় কপার সালফেট (হালকা নীল অধঃক্ষেপ)}}{CuSO_4.Cu\,(OH)_2\,(s)}$

$(NH_4)_2SO_4 + CuSO_4.Cu\,(OH)_2\,(s) + 6\,NH_4OH(aq) = \underset{\text{গাঢ় নীল দ্রবণ}}{2[Cu\,(NH_3)_4]SO_4\,(aq)} + 8H_2O(g)$

সিদ্ধান্তঃ Cu^{++} আয়ন নিশ্চিত।

14. পাশে উল্লেখিত রেডিক্যালগুলি শিখা-পরীক্ষায় কী বর্ণ দেখা যাবেঃ Na, Mg, K, Cu, Ca. **[BUTEX'03-04]**

সমাধান: Na-উজ্জ্বল সোনালী হলুদ; Ca – ইটের ন্যায় লাল; K– গাঢ় বেগুনী;Cu – নীলাভ সবুজ; Mg– কোন বর্ণ দেখায় না।

15. Cu^{++} এবং Zn^{++} আয়নের সনাক্তকরণের নিশ্চিত পরীক্ষায় যে বিক্রিয়া হয় তাহা লিখ। **[BUET'00-01]**

সমাধান: $2CuSO_{4(aq)} + K_4[Fe(CN)_6]_{(aq)} \rightarrow \underset{\text{(লালচে বাদামি)}}{Cu_2[Fe(CN)_6]\downarrow} + 2K_2SO_4(aq)$

$2ZnSO_{4(aq)} + K_4[Fe(CN)_6]_{(aq)} \rightarrow \underset{\text{(সাদা)}}{Zn_2[Fe(CN)_6]\downarrow} + 2K_2SO_4(aq)$

16. একটি অম্লীয়মূলকের নিশ্চিতকরণ পরীক্ষায় নমুনা দ্রবণে কয়েক ফোঁটা ব্রোমিন পানি ও কয়েক ফোঁটা বেরিয়াম ক্লোরাইড যোগ করা হলো। তারপর দ্রবণটিকে গরম করে রেখে দেয়া হলো। কয়েক মিনিট পর সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া গেল। এটি কি সনাক্ত করলো? বিক্রিয়াগুলো দেখাও। **[BUET'00-01]**

সমাধান: SO_3^{2-} মূলক সনাক্ত করল,

বিক্রিয়াঃ $SO_3^{2-} + Br_2 + H_2O \rightarrow 2HBr + SO_4^{2-}$

$SO_4^{2-} + BaCl_2 \rightarrow 2Cl^- + \underset{\text{সাদা}}{BaSO_4\downarrow}$