EXAM PREP | ROADMAP SERIES

WBBSE Physics

Complete Answer Key 2026

Class X (B & E) | Full Marks: 90

100% ACCURATE SOLUTIONS & NUMERICAL STEPS

ভৌতবিজ্ঞান সম্পূর্ণ উত্তরপত্র ২০২৬

পশ্চিমবঙ্গ মধ্যশিক্ষা পর্ষদ (WBBSE) পরিচালিত ২০২৬ সালের মাধ্যমিক ভৌতবিজ্ঞান পরীক্ষার প্রশ্নপত্রের (GG-P.Sc.(B & E)) ১০০% নির্ভুল ও বিশেষজ্ঞ দ্বারা বিস্তারিত সমাধান। গাণিতিক প্রশ্নগুলির ধাপে ধাপে সমাধান এবং সমস্ত বিকল্প প্রশ্নের (OR) উত্তর প্রদান করা হয়েছে।

Scan for Study4India

সূচিপত্র (Table of Contents)

বিভাগ - 'ক' (বহুবিকল্পভিত্তিক প্রশ্ন) 2

বিভাগ - 'খ' (সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন) 3

বিভাগ - 'ঘ' (দীর্ঘ উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন) 4

বিভাগ - 'গ' (সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন) 8

বিভাগ - 'ঘ' (দীর্ঘ উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন) 10

বিভাগ - 'ক' (বহুবিকল্পভিত্তিক প্রশ্ন)

১। বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন। প্রতিটি প্রশ্নের নীচে চারটি করে বিকল্প উত্তর দেওয়া আছে। যেটি ঠিক সেটি লেখো: (১ × ১৫ = ১৫)

১.১ নীচের কোন্ গ্যাসটি ওজোন স্তরে ওজোন ক্ষয়ে সহায়তা করে না?
উত্তর: *(c)* CO_2 *(*CO_2 মূলত গ্রিনহাউস গ্যাস, এটি সরাসরি ওজোন স্তরের ক্ষতি করে না। *CFC,* NO_2*, NO* ওজোন ক্ষয়ে সহায়তা করে।*)*

১.২ *STP*-তে *11.2L* NH_3 গ্যাসের ভর হল *[N = 14, H = 1]*
উত্তর: *(b) 8.5 g*
ব্যাখ্যা: NH_3 এর আণবিক ভর = *14 + (1 × 3) = 17 g*। *STP*-তে *22.4L* NH_3 এর ভর *17 g*। অতএব, *11.2L (*অর্ধেক আয়তন*)* এর ভর হবে *17/2 = 8.5 g*।

১.৩ নীচের রাসায়নিক সমীকরণ অনুযায়ী: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$
5 মোল CH_4 সম্পূর্ণ দহন করতে *STP*-তে কত আয়তন O_2 লাগবে?
উত্তর: *(a) 224 L*
ব্যাখ্যা: সমীকরণ থেকে দেখা যাচ্ছে, *1* মোল CH_4 দহন করতে *2* মোল O_2 লাগে। অতএব, *5* মোল CH_4 এর জন্য *(5 × 2) = 10* মোল O_2 লাগবে। *STP*-তে *1* মোল গ্যাসের আয়তন *22.4 L,* তাই *10* মোলের আয়তন হবে *(10 × 22.4 L) = 224 L*।

১.৪ তাপ পরিবাহিতাঙ্কের **SI** একক হল
উত্তর: **(c)** ওয়াট-মিটার$^{-1}$-কেলভিন$^{-1}$ **(W m^{-1} K^{-1})**

১.৫ মানুষের সুস্থ চোখের ক্ষেত্রে দূরবিন্দুর অবস্থান হল -
উত্তর: **(c)** অসীম দূরত্বে

১.৬ যখন কোন আলোকরশ্মি কাচের ফলকে বা স্ল্যাবে উল্লম্বভাবে আপতিত হয়, তখন চ্যুতিকোণের মান হবে
উত্তর: *(a)* $0°$ *(*লম্বভাবে আপতিত হলে আপতন কোণ $0°$, প্রতিসরণ কোণও $0°$ হয়। ফলে রশ্মি সোজাপথে বেরিয়ে যায় এবং কোনো চ্যুতি ঘটে না।*)*

১.৭ কত সংখ্যক ইলেকট্রনের মোট আধান *1C?*
উত্তর: *(c)* 6.25×10^{18}
ব্যাখ্যা: *1*টি ইলেকট্রনের আধান = 1.6×10^{-19} *C*। অতএব, *1C* আধান = $1/(1.6 \times 10^{-19}) = 6.25 \times 10^{18}$ টি ইলেকট্রন।

১.৮ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে রোধ হ্রাস পায়
উত্তর: *(d)* সিলিকনের *(*সিলিকন একটি অর্ধপরিবাহী। অর্ধপরিবাহীর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়লে রোধ হ্রাস পায়। পরিবাহীর ক্ষেত্রে রোধ বৃদ্ধি পায়।*)*

১.৯ একটি ইলেকট্রনের ভর m হলে, একটি আলফা (α)-কণার ভর হল প্রায়
উত্তর: সঠিক উত্তরটি বিকল্পে নেই। *(*তবে, সাধারণ ধারণায় প্রোটনের ভরের সাপেক্ষে আলফার ভর পরিমাপ করা হয়। একটি প্রোটনের ভর ইলেকট্রনের ভরের প্রায় *1836* গুণ। একটি আলফা কণার ভর *4*টি প্রোটনের ভরের সমান। সুতরাং, আলফা কণার ভর $\approx 7344m$ হবে। বিকল্পগুলি অসম্পূর্ণ বা ভুল হতে পারে।*)* নোট: যদি প্রশ্নে প্রোটনের ভর m দেওয়া থাকত, তবে উত্তর হতো *(d) 4m*।

১.১০ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা *19* হলে, আধুনিক পর্যায়সারণীতে মৌলটি কোন্ শ্রেণিতে অবস্থান করবে?
উত্তর: *(a) 1*

ব্যাখ্যা: পারমাণবিক সংখ্যা *19* হলো পটাশিয়াম *(K)*। এর ইলেকট্রন বিন্যাস *2, 8, 8, 1*। যেহেতু সর্ববহিঃস্থ কক্ষে *1*টি ইলেকট্রন আছে, তাই এটি *1* নং শ্রেণির *(ক্ষার ধাতু)* মৌল।

১.১১ অ্যামোনিয়া শুষ্ককরণের জন্য ব্যবহৃত হয়
উত্তর: *(b) CaO (পোড়াচুন)* (অ্যামোনিয়া ক্ষারধর্মী গ্যাস, তাই ক্ষারীয় পদার্থ *CaO* দিয়ে এটিকে শুষ্ক করা হয়। H_2SO_4 বা P_2O_5 অ্যাসিডধর্মী হওয়ায় অ্যামোনিয়ার সাথে বিক্রিয়া করে ফেলে।)

১.১২ নীচের কোন্ মৌলটি ডুরালুমিনে উপস্থিত থাকে না?
উত্তর: *(b) Zn (জিঙ্ক)* (ডুরালুমিন প্রধানত *Al (95%), Cu (4%), Mg (0.5%)* এবং *Mn (0.5%)* এর সংকর ধাতু।)

১.১৩ কপার সালফেটের জলীয় দ্রবণে অতিরিক্ত পরিমাণ জলীয় অ্যামোনিয়া যোগ করলে উৎপন্ন দ্রবণের রঙ কি হবে?
উত্তর: *(d) গাঢ় নীল* ($[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ নামক জটিল আয়ন বা টেট্রাঅ্যামিন কপার *(II)* আয়ন উৎপন্ন হওয়ার কারণে দ্রবণটি গাঢ় নীল বর্ণ ধারণ করে।)

১.১৪ নীচের কোনটির তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা সর্বাধিক?
উত্তর: *(d) NaCl এর জলীয় দ্রবণের* (*NaCl* একটি তীব্র তড়িৎবিশ্লেষ্য, যা জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে আয়নে বিয়োজিত হয় এবং প্রচুর আয়ন সৃষ্টি করে, ফলে তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা সর্বাধিক হয়।)

১.১৫ মিথেন (CH_4) অণুতে **H-C-H** বন্ধন কোণের মান হল
উত্তর: **(a)** $109°28'$

বিভাগ - 'খ' (সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন)

২। নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দাও (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষণীয়): (১ × ২১ = ২১)

২.১ বায়োগ্যাসের মূল উপাদানটির নাম লেখো।
উত্তর: মিথেন (CH_4) - প্রায় **50-70%**।
অথবা, আমাদের শ্বাসক্রিয়ার সঙ্গে জড়িত এমন একটি গ্যাসের নাম লেখো যেটির পরিমাণ বায়ুমণ্ডলে বাড়লে বিশ্বউষ্ণায়ন ঘটে।
উত্তর: কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2)।

২.২ প্রাকৃতিক গ্যাসের তাপনমূল্য **50 kJ g^{-1}** বলতে কি বোঝায়?
উত্তর: এর অর্থ হলো, **1** গ্রাম প্রাকৃতিক গ্যাসকে বাতাসে সম্পূর্ণ দহন করলে **50** কিলোজুল **(kJ)** তাপশক্তি উৎপন্ন হয়।

২.৩ নীচের বিবৃতিটি সত্য না মিথ্যা লেখো: একই উয়তা ও চাপে সমআয়তন সকল গ্যাসে সমান সংখ্যক পরমাণু থাকে।
উত্তর: মিথ্যা। (অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প অনুযায়ী, একই উয়তা ও চাপে সমআয়তন সকল গ্যাসে সমান সংখ্যক অণু থাকে, পরমাণু নয়। গ্যাসের পারমাণবিকতার ওপর ভিত্তি করে পরমাণুর সংখ্যা ভিন্ন হতে পারে।)

২.৪ আদর্শ গ্যাস ধ্রুবকের **(R) SI** এককটি লেখো।
উত্তর: জুল মোল$^{-1}$ কেলভিন$^{-1}$ **(J mol^{-1} K^{-1})**।

২.৫ নীচের বিবৃতিটি সত্য না মিথ্যা লেখো: কোনো তরলের প্রকৃত প্রসারণ ওই তরলটি যে পাত্রে রাখা হয় তার প্রসারণের উপর নির্ভর করে।
উত্তর: মিথ্যা। (তরলের প্রকৃত প্রসারণ পাত্রের প্রসারণের উপর নির্ভর করে না। এটি তরলের নিজস্ব ধর্ম। তরলের আপাত প্রসারণ পাত্রের প্রসারণের উপর নির্ভর করে।)
অথবা, কোন পরিবাহীর রোধ এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল অপরিবর্তিত থাকলে ওই পরিবাহীর তাপীয় রোধ এবং তাপ পরিবাহিতার মধ্যে সম্পর্ক কি?
উত্তর: তাপীয় রোধ এবং তাপ পরিবাহিতা পরস্পরের ব্যস্তানুপাতিক। (তাপীয় রোধ $R_{th} = \frac{l}{KA}$, যেখানে **K** হলো তাপ পরিবাহিতা)।

২.৬ কোন্ বর্ণের আলোর বিক্ষেপণ সর্বনিম্ন?
উত্তর: লাল বর্ণের আলোর। (কারণ লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি, এবং র্যালের সূত্রানুযায়ী বিক্ষেপণ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চতুর্থ ঘাতের ব্যস্তানুপাতিক)।

২.৭ একটি প্রাকৃতিক বর্ণালির উদাহরণ দাও।
উত্তর: রামধনু।

২.৮ এমন একটি যন্ত্রের নাম লেখো যেখানে তড়িৎশক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।
উত্তর: বৈদ্যুতিক মোটর (বা বৈদ্যুতিক পাখা)।

২.৯ **1C** তড়িৎ আধানকে **1V** বিভব প্রভেদের বিরুদ্ধে নিয়ে যেতে কত পরিমাণ কার্য করতে হবে?
উত্তর: **1** জুল **(1 J)** কার্য করতে হবে। (কার্য **W** = আধান **q** × বিভব প্রভেদ **V** = $1C \times 1V = 1J$)।

২.১০ ধনাত্মক আধানযুক্ত তেজস্ক্রিয় কণাটির নাম লেখো।
উত্তর: আলফা (α) কণা।

২.১১ বাম স্তম্ভের সঙ্গে ডান স্তম্ভের সামঞ্জস্য বিধান করো: (১ × ৪ = ৪)

বাম স্তম্ভ	ডান স্তম্ভ	সঠিক মিল (Answer)
২.১১.১ সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল	(a) Cu	২.১১.১ → (c) F (ফ্লুরিন)
২.১১.২ রেড হেমাটাইট থেকে নিষ্কাশিত হয়	(b) Cl	২.১১.২ → (d) Fe (আকরিক থেকে লোহা)
২.১১.৩ যে মৌলের অ্যানায়ন লোহার মরিচা পড়াকে ত্বরান্বিত করে	(c) F	২.১১.৩ → (b) Cl (ক্লোরাইড আয়ন)
২.১১.৪ ধাতু সংকর পিতলে যে ধাতুটির শতকরা পরিমাণ অন্য ধাতুটির থেকে বেশি	(d) Fe	২.১১.৪ → (a) Cu (পিতলে Cu 60-80%, Zn 20-40%)

অথবা, পারমাণবিক চুল্লিতে কোন্ ধরণের নিউক্লীয় বিক্রিয়ার সাহায্যে শক্তি উৎপাদিত হয়?
উত্তর: CH_3COOH জৈব যৌগ কারণ: এতে কার্বন পরমাণুগুলি সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে শৃঙ্খল বা ক্যাটিনেশন (C-C বন্ধন) ধর্ম প্রদর্শন করে গঠন তৈরি করেছে, যা জৈব যৌগের মূল বৈশিষ্ট্য।

$NaHCO_3$ জৈব যৌগ নয় কারণ: এতে কার্বন থাকলেও কার্বন পরমাণুর মধ্যে কোনো সমযোজী ক্যাটিনেশন শৃঙ্খল নেই এবং এটি একটি অজৈব আয়নীয় লবণ যা বিয়োজিত হয়ে Na^+ এবং HCO_3^- আয়ন তৈরি করে। জৈব যৌগের সাধারণ বৈশিষ্ট্য এটি মেনে চলে না।
অথবা, ইথিলিন-এর গঠন সংকেতের সাহায্যে দেখাও যে এটি একটি অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন।
উত্তর: ইথিলিনের আণবিক সংকেত হলো C_2H_4। এর গঠন সংকেত হলো:

```
H     H
 \   /
  C = C
 /   \
H     H
```

গঠন সংকেত থেকে স্পষ্ট দেখা যাচ্ছে যে, দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে একটি সমযোজী দ্বিবন্ধন (Double Bond) উপস্থিত রয়েছে। যে হাইড্রোকার্বনে কার্বন পরমাণুর মধ্যে দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন থাকে, তাদের অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে। তাই ইথিলিন একটি অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন।

বিভাগ - 'ঘ' (দীর্ঘ উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন)

৪। নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দাও (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষণীয়): (৩ × ১২ = ৩৬)

৪.১ চার্লসের সূত্রটি লেখো এবং ব্যাখ্যা করো। চার্লসের সূত্র থেকে সেলসিয়াস স্কেলে পরম শূন্যের মান নির্ণয় করো। (২+১)
উত্তর: চার্লসের সূত্র: স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন প্রতি $1°C$ উয়তা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য ওই গ্যাসের $0°C$ উয়তায় যে আয়তন থাকে, তার $\frac{1}{273}$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

ব্যাখ্যা: ধরি, স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের $0°C$ উয়তায় আয়তন V_0। সূত্রানুযায়ী, $1°C$ উয়তা বৃদ্ধিতে আয়তন বাড়বে $V_0 \times \frac{1}{273}$। তাহলে $t°C$ উয়তায় আয়তন হবে $V_t = V_0 + V_0\frac{t}{273} = V_0(1 + \frac{t}{273})$।

পরম শূন্যের মান নির্ণয়: ধরি, গ্যাসটির তাপমাত্রা হ্রাস করে $-t°C$ করা হলো। তাহলে আয়তন হবে $V_{-t} = V_0(1 - \frac{t}{273})$।
এখন, যদি তাপমাত্রা $-273°C$ করা হয়, তবে গ্যাসের আয়তন হবে,
$V_{-273} = V_0(1 - \frac{273}{273}) = V_0(1 - 1) = 0$।
যেহেতু $-273°C$ তাপমাত্রায় তাত্ত্বিকভাবে গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়ে যায়, তাই এই তাপমাত্রাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলে। সেলসিয়াস স্কেলে এর মান $-273°C$।

৪.২ **216 g HgO** কে উত্তপ্ত করে যে পরিমাণ অক্সিজেন পাওয়া যায়, সেই পরিমাণ অক্সিজেন পেতে কী পরিমাণ **$KClO_3$** কে উত্তপ্ত করতে হবে? **[Hg = 200, K = 39, Cl = 35.5, O = 16]** (৩)
উত্তর: গাণিতিক সমাধান:

প্রথম ধাপ: **HgO** থেকে O_2 প্রস্তুতির সমীকরণ:
$2HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2 \uparrow$
$2HgO$ এর আণবিক ভর = $2 \times (200 + 16) = 2 \times 216 = 432$ **g**
O_2 এর আণবিক ভর = $2 \times 16 = 32$ **g**

অতএব, **432 g HgO** থেকে **32 g** O_2 পাওয়া যায়।
$\therefore$ **216 g HgO** থেকে O_2 পাওয়া যাবে = $\frac{32}{432} \times 216 = 16$ **g**।

দ্বিতীয় ধাপ: $KClO_3$ থেকে O_2 প্রস্তুতির সমীকরণ:
$2KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KCl + 3O_2 \uparrow$
$2KClO_3$ এর আণবিক ভর = $2 \times [39 + 35.5 + (3 \times 16)] = 2 \times [74.5 + 48] = 2 \times 122.5 = 245$ **g**
$3O_2$ এর আণবিক ভর = $3 \times 32 = 96$ **g**
এখন, **96 g** O_2 পেতে $KClO_3$ লাগে **245 g**।
$\therefore$ **16 g** O_2 পেতে $KClO_3$ লাগবে = $\frac{245}{96} \times 16 = \frac{245}{6} = 40.83$ **g**।

উত্তরঃ **40.83 g** $KClO_3$ উত্তপ্ত করতে হবে।
অথবা, কোনো ধাতব কার্বনেটের **200 g** উত্তপ্ত করলে **112 g** ধাতব অক্সাইড এবং একটি গ্যাসীয় যৌগ উৎপন্ন হয়। গ্যাসীয় যৌগটির বাষ্প ঘনত্ব **22**। বিক্রিয়াটিতে কত মোল গ্যাসীয় যৌগটি উৎপন্ন হয়? **(৩)**
উত্তর: গাণিতিক সমাধান:

ধরি ধাতব কার্বনেটটি MCO_3।
বিক্রিয়া: $MCO_3 \xrightarrow{\Delta} MO + CO_2 \uparrow$ (গ্যাসীয় যৌগটি কার্বন ডাইঅক্সাইড)।

ভরের নিত্যতা সূত্র অনুযায়ী, উৎপন্ন গ্যাসীয় যৌগের ভর = (ধাতব কার্বনেটের ভর) - (ধাতব অক্সাইডের ভর)
= **200 g - 112 g = 88 g**।

দেওয়া আছে, গ্যাসীয় যৌগের বাষ্প ঘনত্ব **(V.D.) = 22**।
আমরা জানি, আণবিক ভর **(M) = 2** $\times$ বাষ্প ঘনত্ব **= 2** $\times$ **22 = 44 g/mol**। (এটি CO_2 এর আণবিক ভরের সাথে মিলে যায়)।

মোল সংখ্যা **(n)** = $\frac{\text{প্রদত্ত ভর}}{\text{আণবিক ভর}} = \frac{88}{44} = 2$ মোল।

উত্তরঃ বিক্রিয়াটিতে **2** মোল গ্যাসীয় যৌগ উৎপন্ন হয়।

৪.৩ লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক $12 \times 10^{-6}/°C$ বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা করো। তাপ প্রয়োগে তরলের আয়তন প্রসারণের একটি উদাহরণ দাও। **(২+১)**
উত্তর: ব্যাখ্যা: লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক $12 \times 10^{-6}/°C$ বলতে বোঝায় যে, কোনো নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের একটি লোহার দণ্ডের তাপমাত্রা $1°C$ বৃদ্ধি করলে তার প্রাথমিক দৈর্ঘ্যের 12×10^{-6} অংশ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে। অন্যভাবে বললে, **1** মিটার দীর্ঘ লোহার দণ্ডের উয়তা $1°C$ বাড়ালে তার দৈর্ঘ্য 12×10^{-6} মিটার বৃদ্ধি পাবে□

তরলের প্রসারণের উদাহরণ: জ্বর মাপার থার্মোমিটার। থার্মোমিটারের বাল্ব মানবদেহের সংস্পর্শে এলে দেহের তাপে ভেতরের পারদ (তরল ধাতু) উত্তপ্ত হয়ে আয়তনে প্রসারিত হয় এবং কাচনলের সরু ছিদ্র দিয়ে উপরের দিকে উঠে আসে, যা দিয়ে তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়।
অথবা, তরলের আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক এবং তরলের প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্কের সংজ্ঞা দাও। তাদের মধ্যে সম্পর্কটি লেখো। **(২+১)**
উত্তর: আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক (γ_a): তরলকে পাত্রে রেখে তাপ দিলে পাত্রের প্রসারণকে উপেক্ষা করে তরলের প্রতি একক উষ্ণতা বৃদ্ধিতে প্রতি একক প্রাথমিক আয়তনে যে আপাত আয়তন বৃদ্ধি ঘটে, তাকে তরলের আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক বলে।

প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্ক (γ_r): পাত্রের প্রসারণকে গণনায় ধরে তরলের প্রতি একক উষ্ণতা বৃদ্ধিতে প্রতি একক প্রাথমিক আয়তনে যে প্রকৃত আয়তন বৃদ্ধি ঘটে, তাকে তরলের প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্ক বলে।

সম্পর্ক: তরলের প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্ক (γ_r) = তরলের আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক (γ_a) + পাত্রের আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক (γ_g)।

৪.৪ উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে বক্রতা ব্যাসার্ধ **(r)** এবং ফোকাস দৈর্ঘ্য **(f)** এর মধ্যে সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা করো। অবতল দর্পণের একটি ব্যবহার লেখো। **(২+১)**
উত্তর: সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা: (উত্তল দর্পণের চিত্র সহ প্রমাণ করতে হবে)

ধরি, M_1M_2 একটি ক্ষুদ্র উন্মেষযুক্ত উত্তল দর্পণ যার মেরু **P**, বক্রতা কেন্দ্র **C** এবং প্রধান ফোকাস **F**। প্রধান অক্ষের সমান্তরাল একটি আলোকরশ্মি **AB**, দর্পণের **B** বিন্দুতে আপতিত হয়ে **BD** পথে এমনভাবে প্রতিফলিত হয় যেন মনে হয় রশ্মিটি প্রধান ফোকাস **F** থেকে অপসৃত হচ্ছে। **C, B** যুক্ত করে **N** পর্যন্ত বর্ধিত করা হলো। **CBN** হলো আপতন বিন্দুতে অভিলম্ব।

আপতন কোণ $i = \angle ABN$ এবং প্রতিফলন কোণ $r = \angle NBD$।
প্রতিফলনের সূত্রানুযায়ী, $\angle ABN = \angle NBD$ **(i = r) ... (1)**
AB এবং **PC** পরস্পর সমান্তরাল এবং **CN** ভেদক।
সুতরাং, অনুরূপ কোণ $\angle ABN = \angle BCF$ **... (2)**
আবার, বিপ্রতীপ কোণ $\angle NBD = \angle FBC$ **... (3)**

সমীকরণ **1, 2, 3** থেকে পাই, $\angle BCF = \angle FBC$।
অতএব $\triangle BFC$ সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ। এর $BF = FC$।

দর্পণের উন্মেষ খুব ক্ষুদ্র হওয়ায় **B** বিন্দু **P** বিন্দুর খুব কাছাকাছি থাকে। তাই $BF \approx PF$।
সুতরাং, $PF = FC$।

বক্রতা ব্যাসার্ধ $r = PC = PF + FC = PF + PF = 2PF$।
যেহেতু PF হলো ফোকাস দৈর্ঘ্য **(f)**, তাই $r = 2f$ বা $f = \frac{r}{2}$। (প্রমাণিত)

অবতল দর্পণের ব্যবহার: দন্ত চিকিৎসকরা রোগীর দাঁতের বড় ও সোজা প্রতিবিম্ব দেখার জন্য অবতল দর্পণ ব্যবহার করেন।
অথবা, একই আপতন কোণের জন্য তিনটি ভিন্ন মাধ্যম **A, B** এবং **C** এর প্রতিসরণ কোণ যথাক্রমে $30°$, $45°$ এবং $60°$। কোন্ মাধ্যমটিতে আলোর গতিবেগ সর্বনিম্ন এবং কেন? (৩)
উত্তর: স্নেলের সূত্রানুযায়ী, প্রতিসরাঙ্ক $\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$।

যেহেতু আপতন কোণ **(i)** ধ্রুবক, তাই $\mu \propto \frac{1}{\sin r}$।
দেওয়া আছে, $r_A = 30°, r_B = 45°, r_C = 60°$।
আমরা জানি, $\sin 30° < \sin 45° < \sin 60°$।

সুতরাং, প্রতিসরাঙ্কের ক্রম হবে: $\mu_A > \mu_B > \mu_C$ (যেহেতু r এর মান ছোট হলে $\sin r$ ছোট হয়, এবং μ বড় হয়)।

আবার, আমরা জানি $\mu = \frac{c}{v}$ (শূন্য মাধ্যমে বেগ / মাধ্যমে বেগ)। সুতরাং $v \propto \frac{1}{\mu}$।
অর্থাৎ যে মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক সবচেয়ে বেশি, সেই মাধ্যমে আলোর বেগ সবচেয়ে কম।

যেহেতু মাধ্যম **A** এর প্রতিসরাঙ্ক সর্বাধিক (μ_A সর্বোচ্চ), তাই মাধ্যম **A**-তে আলোর গতিবেগ সর্বনিম্ন হবে।

৪.৫ হ্রস্ব দৃষ্টি বা মায়োপিয়া ঘটার দুটি কারণ লেখো। এর প্রতিকারে কোন ধরণের লেন্স ব্যবহার করা হয়? (২+১)
উত্তর: কারণ:
১. অক্ষিগোলকের আকার স্বাভাবিকের চেয়ে বড় হয়ে যাওয়া।
২. চোখের লেন্সের বক্রতা বৃদ্ধি পাওয়া বা ফোকাস দৈর্ঘ্য স্বাভাবিকের চেয়ে কমে যাওয়া।
এর ফলে দূরের বস্তু থেকে আসা সমান্তরাল আলোকরশ্মি রেটিনায় মিলিত না হয়ে তার আগেই মিলিত হয় এবং অস্পষ্ট প্রতিবিম্ব তৈরি করে।

প্রতিকার: এই ত্রুটি দূর করার জন্য উপযুক্ত ফোকাস দৈর্ঘ্যের অবতল লেন্স **(Concave Lens)** যুক্ত চশমা ব্যবহার করা হয়।

৪.৬ দুটি পরিবাহীকে শ্রেণিসমবায়ে যুক্ত করলে তুল্য রোধ হয় **25**Ω এবং সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে তুল্য রোধ হয় **6**Ω। প্রতিটি পরিবাহীর রোধ নির্ণয় করো। (৩)
উত্তর: গাণিতিক সমাধান:

ধরি, পরিবাহী দুটির রোধ যথাক্রমে R_1 এবং R_2।
শ্রেণিসমবায়ে তুল্য রোধ: $R_1 + R_2 = 25$ ..... (সমীকরণ ১)
সমান্তরাল সমবায়ে তুল্য রোধ: $\frac{R_1R_2}{R_1+R_2} = 6$

সমীকরণ ১ থেকে মান বসিয়ে পাই, $\frac{R_1R_2}{25} = 6$
$\Rightarrow R_1R_2 = 150$ ..... (সমীকরণ ২)

এখন, $(R_1 - R_2)^2 = (R_1 + R_2)^2 - 4R_1R_2$
$\Rightarrow (R_1 - R_2)^2 = (25)^2 - 4 \times 150 = 625 - 600 = 25$
$\Rightarrow R_1 - R_2 = \sqrt{25} = 5$ ..... (সমীকরণ ৩)

সমীকরণ ১ এবং ৩ যোগ করে পাই:
$2R_1 = 30 \Rightarrow R_1 = 15\Omega$
সমীকরণ ১ এ R_1 এর মান বসিয়ে পাই:
$15 + R_2 = 25 \Rightarrow R_2 = 10\Omega$

উত্তরঃ পরিবাহী দুটির রোধ হলো যথাক্রমে **15**Ω এবং **10**Ω।
অথবা, প্রতি **B.O.T** একক তড়িৎ শক্তির খরচ **5** টাকা। **10**টি **50 W** বাল্ব প্রতিদিন **10** ঘণ্টা করে ব্যবহার করলে, **30** দিনের এক মাসে তড়িৎশক্তি ব্যবহারের মোট খরচ কত হবে, তা নির্ণয় করো। (৩)
উত্তর: গাণিতিক সমাধান:

1টি বাল্বের ক্ষমতা = **50 W**
10টি বাল্বের মোট ক্ষমতা = $10 \times 50 = 500$ **W**
প্রতিদিন বাল্বগুলি চলে = **10** ঘণ্টা
30 দিনে বাল্বগুলি মোট চলে = $30 \times 10 = 300$ ঘণ্টা

মোট ব্যয়িত তড়িৎশক্তি = $\frac{\text{মোট ক্ষমতা (ওয়াট)} \times \text{মোট সময় (ঘণ্টা)}}{1000}$ কিলোওয়াট-ঘণ্টা (বা **B.O.T.** একক)
= $\frac{500 \times 300}{1000} = \frac{150000}{1000} = 150$ **B.O.T.** একক

প্রতি ইউনিটের খরচ = **5** টাকা
$\therefore$ **1** মাসে মোট খরচ = $150 \times 5 = 750$ টাকা।

উত্তরঃ তড়িৎশক্তি ব্যবহারের মোট খরচ **750** টাকা।

৪.৭ সমপ্রবাহ **(DC)** অপেক্ষা পরিবর্তী প্রবাহ **(AC)** ব্যবহারের যে কোনো দুটি সুবিধা উল্লেখ করো। জলবিদ্যুৎ উৎপাদন তাপবিদ্যুৎ উৎপাদন অপেক্ষা বেশি পরিবেশ বান্ধব কেন? **(১+১+১)**

উত্তর: **AC** ব্যবহারের সুবিধা:

১. ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করে পরিবর্তী প্রবাহের **(AC)** ভোল্টেজকে প্রয়োজনমতো সহজেই বাড়ানো **(Step-up)** বা কমানো **(Step-down)** যায়, যা **DC** তে সম্ভব নয়।

২. উচ্চ ভোল্টেজে **AC** তড়িৎশক্তি অনেক দূরবর্তী স্থানে সরবরাহ করলে শক্তির অপচয় **(Joule heating loss)** অনেক কম হয়।

জলবিদ্যুৎ পরিবেশ বান্ধব হওয়ার কারণ: তাপবিদ্যুৎ উৎপাদনে কয়লা পোড়ানোর ফলে প্রচুর কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2), সালফার ডাইঅক্সাইড এবং ফ্লাই অ্যাশ নির্গত হয় যা প্রবল বায়ুদূষণ ও বিশ্বউষ্ণায়ন ঘটায়। কিন্তু জলবিদ্যুৎ উৎপাদনে জলের গতিশক্তি ব্যবহার করা হয়, কোনো জীবাশ্ম জ্বালানি পোড়ানো হয় না, ফলে কোনো ক্ষতিকারক গ্যাস নির্গত হয় না। তাই এটি পরিবেশ বান্ধব।

৪.□ নিউক্লীয় বিভাজন ব্যাখ্যা করো। নিউক্লীয় বিভাজন নিউক্লীয় সংযোজনের জন্য অপরিহার্য কেন? **(২+১)**

উত্তর: নিউক্লীয় বিভাজন: যে নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় কোনো ভারী পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে (যেমন U^{235}) ধীর গতির নিউট্রন দ্বারা আঘাত করলে সেটি বিভাজিত হয়ে প্রায় সমান ভরের দুটি নতুন নিউক্লিয়াস (যেমন বেরিয়াম ও ক্রিপ্টন) তৈরি করে এবং সাথে কয়েকটি নিউট্রন ও বিপুল পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লীয় বিভাজন বলে।

নিউক্লীয় সংযোজনের জন্য বিভাজনের প্রয়োজনীয়তা: নিউক্লীয় সংযোজন বিক্রিয়া (দুটি হালকা নিউক্লিয়াস যুক্ত হওয়া) ঘটানোর জন্য প্রায় 10^7 থেকে 10^8 কেলভিন **(K)** তাপমাত্রার প্রয়োজন হয়। পৃথিবীতে সাধারণ উপায়ে এত বিপুল তাপমাত্রা সৃষ্টি করা সম্ভব নয়। একটি নিউক্লীয় বিভাজন বোমা (অ্যাটম বোমা) বিস্ফোরণ ঘটিয়েই কেবল এই প্রাথমিক উচ্চ তাপমাত্রা সৃষ্টি করা সম্ভব। তাই সংযোজন বিক্রিয়া শুরু করার জন্য বিভাজন অপরিহার্য (ট্রিগার হিসেবে কাজ করে)।

৪.৯ মৌলের তড়িৎঋণাত্মকতা বলতে কী বোঝায়? দীর্ঘ পর্যায় সারণিতে গ্রুপ **1** মৌলগুলির তড়িৎঋণাত্মকতা ওপর থেকে নীচের দিকে কী ধরণে পরিবর্তিত হয়? **(১+২)**

উত্তর: তড়িৎঋণাত্মকতা: সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ কোনো যৌগের অণুতে উপস্থিত কোনো পরমাণু কর্তৃক সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রন জোড়কে নিজের নিউক্লিয়াসের দিকে আকর্ষণ করার ক্ষমতাকে ওই মৌলের তড়িৎঋণাত্মকতা **(Electronegativity)** বলে।

গ্রুপ **1** এ পরিবর্তন: দীর্ঘ পর্যায় সারণির গ্রুপ **1** (ক্ষার ধাতু) বরাবর ওপর থেকে নীচের দিকে অগ্রসর হলে মৌলগুলির নতুন কক্ষপথ যুক্ত হওয়ার কারণে পরমাণুর আকার বা ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায়। এর ফলে নিউক্লিয়াস থেকে সর্ববহিঃস্থ কক্ষের ইলেকট্রন জোড়ের দূরত্ব বেড়ে যায় এবং আকর্ষণ বল কমে যায়। তাই ওপর থেকে নীচে নামলে তড়িৎঋণাত্মকতা ক্রমান্বয়ে হ্রাস পায় (যেমন, **Li > Na > K > Rb > Cs**)।

অথবা, মোজলের পরীক্ষার গুরুত্বপূর্ণ সিদ্ধান্তটি কী? পর্যায় সারণির ক্ষেত্রে এই সিদ্ধান্তের গুরুত্ব কী? **(২+১)**

উত্তর: মোজলের সিদ্ধান্ত: হেনরি মোজলে বিভিন্ন মৌলের এক্স-রশ্মি **(X-ray)** বর্ণালির ওপর গবেষণা করে প্রমাণ করেন যে, কোনো মৌলের বৈশিষ্ট্যমূলক ধর্ম তার পারমাণবিক ভরের ওপর নির্ভর করে না, বরং তার পারমাণবিক সংখ্যার (প্রোটন সংখ্যা) ওপর নির্ভর করে। পারমাণবিক সংখ্যাই হলো মৌলের স্বকীয় ধর্ম।

পর্যায় সারণিতে গুরুত্ব: মেন্ডেলিফের আদি পর্যায় সূত্রটি পারমাণবিক ভরের ওপর ভিত্তি করে তৈরি ছিল, যার ফলে আর্গন-পটাশিয়াম, টেলুরিয়াম-আয়োডিন এর মতো কিছু অসংগতি দেখা দিয়েছিল। মোজলের আবিষ্কারের পর আধুনিক পর্যায় সূত্রটি "পারমাণবিক সংখ্যা" এর ভিত্তিতে সংশোধিত হয়, যা মেন্ডেলিফের সারণির সমস্ত ত্রুটি দূর করে এবং মৌলগুলিকে আরো বিজ্ঞানসম্মতভাবে সাজাতে সাহায্য করে।

৪.১০ তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে অ্যালুমিনিয়ামের নিষ্কাশনের জন্য যে গলিত মিশ্রণের তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হয় তাতে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা ছাড়া আর কী কী পদার্থ থাকে? এই তড়িৎ বিশ্লেষণে ক্যাথোড ও অ্যানোড হিসাবে কী কী ব্যবহৃত হয়? **(১+১+১)**

উত্তর: মিশ্রণের উপাদান: বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা (Al_2O_3 **- 20%**) ছাড়া গলিত মিশ্রণে ক্রায়োলাইট (Na_3AlF_6 **- 60%**) এবং ফ্লুওস্পার (CaF_2 **- 20%**) মেশানো হয়। (এরা মিশ্রণের গলনাঙ্ক **2050°C** থেকে কমিয়ে **900°C** এ নিয়ে আসে এবং তড়িৎ পরিবাহিতা বাড়ায়)।

ক্যাথোড: তড়িৎবিশ্লেষণ কোশের ইস্পাতের ট্যাঙ্কের ভেতরের দিকে লাগানো গ্যাস কার্বন বা গ্রাফাইটের পুরু আস্তরণ ক্যাথোড (ঋণাত্মক মেরু) হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

অ্যানোড: গলিত মিশ্রণের মধ্যে উপর থেকে ঝোলানো কয়েকটি গ্রাফাইট বা কার্বন দণ্ড অ্যানোড (ধনাত্মক মেরু) হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

৪.১১ অ্যামোনিয়াকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারণ ঘটিয়ে কীভাবে নাইট্রিক অক্সাইড (NO) উৎপাদন করা হয় তা অনুঘটকের নাম ও বিক্রিয়ার শর্ত উল্লেখসহ লেখো। বিক্রিয়াটি শমিত রাসায়নিক সমীকরণসহ লেখো। (৩)

উত্তর: শর্ত ও অনুঘটক: ওসওয়াল্ড পদ্ধতিতে (Ostwald Process) শুষ্ক ও বিশুদ্ধ অ্যামোনিয়া (NH_3) এবং বায়ুর অক্সিজেনের (O_2) মিশ্রণকে (1:7.5 অনুপাতে) খুব দ্রুত (প্রায় 0.001 সেকেন্ড) উত্তপ্ত প্ল্যাটিনাম-রোডিয়াম (Pt-Rh) তারজালি অনুঘটকের ওপর দিয়ে 800° C থেকে 900° C তাপমাত্রায় এবং 5-7 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে চালনা করা হয়।

রাসায়নিক সমীকরণ:

$4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow{Pt-Rh/800°C} 4NO + 6H_2O +$ তাপ

৪.১২ অ্যাসিটিলিনের সঙ্গে হাইড্রোজেনের যুত বিক্রিয়ার শমিত রাসায়নিক সমীকরণ লেখো এবং বিক্রিয়ার যে কোনো দুটি শর্ত উল্লেখ করো। (৩)

উত্তর: শর্ত:

১. নিকেল (Ni), প্ল্যাটিনাম (Pt), বা প্যালাডিয়াম (Pd) চূর্ণকে অনুঘটক হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

২. বিক্রিয়াটি সাধারণ তাপমাত্রায় ঘটে, তবে নিকেল অনুঘটক ব্যবহার করলে 200° C থেকে 250° C তাপমাত্রার প্রয়োজন হয়□

রাসায়নিক সমীকরণ: বিক্রিয়াটি দুটি ধাপে ঘটে।

প্রথম ধাপে ইথিলিন উৎপন্ন হয়: $HC \equiv CH + H_2 \xrightarrow{Ni,200°C} H_2C = CH_2$ (ইথিলিন)

দ্বিতীয় ধাপে ইথেন উৎপন্ন হয়: $H_2C = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni,200°C} H_3C - CH_3$ (ইথেন)

সামগ্রিক সমীকরণ: $HC \equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni,200°C} H_3C - CH_3$

অথবা, অ্যাসিটিক অ্যাসিডের সঙ্গে সোডিয়াম বাইকার্বনেটের বিক্রিয়ার শমিত রাসায়নিক সমীকরণ লেখো। প্যাকেজিং এ ব্যবহারের জন্য পাট ও পলিথিনের মধ্যে কোনটি পরিবেশ বান্ধব এবং কেন? (১+১+১)

উত্তর: রাসায়নিক সমীকরণ:

$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa$ (সোডিয়াম অ্যাসিটেট) $+ CO_2 \uparrow + H_2O$

পরিবেশ বান্ধব বস্তু: পাট (Jute) পরিবেশ বান্ধব।

কারণ: পাট একটি প্রাকৃতিক পলিমার (জৈব ভঙ্গুর বা Biodegradable)। এটি ব্যবহারের পর মাটিতে ফেলে দিলে অণুজীব দ্বারা দ্রুত বিয়োজিত হয়ে মাটির সাথে মিশে যায় এবং কোনো দূষণ ঘটায় না। অন্যদিকে পলিথিন জৈব অভঙ্গুর (Non-biodegradable), এটি শত শত বছর ধরে মাটিতে অবিকৃত অবস্থায় থেকে মাটি ও জলদূষণ ঘটায় এবং নর্দমা বুজিয়ে দেয়।

বিভাগ - 'গ' (সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন)

৩। নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দাও (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষণীয়): (২ × ৯ = ১৮)

৩.১ স্থিতিশীল উন্নয়নের (Sustainable Development) ধারণা কী?

উত্তর: স্থিতিশীল উন্নয়ন হলো এমন একটি উন্নয়ন প্রক্রিয়া যা ভবিষ্যৎ প্রজন্মের চাহিদা মেটানোর ক্ষমতাকে ক্ষুণ্ণ না করে বর্তমান প্রজন্মের প্রয়োজন মেটায়। অর্থাৎ, পরিবেশের ভারসাম্য বজায় রেখে এবং প্রাকৃতিক সম্পদকে সম্পূর্ণরূপে নিঃশেষ না করে অর্থনৈতিক ও সামাজিক উন্নয়ন ঘটানো।

৩.২ $0°C$ তাপমাত্রায় থাকা নির্দিষ্ট পরিমাণ কোনো একটি গ্যাসকে উত্তপ্ত করা হল। যখন ঐ গ্যাসের চাপ এবং আয়তন উভয়ই আরম্ভকালের তুলনায় দ্বিগুণ বৃদ্ধি পায়, তখন ঐ গ্যাসের তাপমাত্রা কত?

উত্তর: গাণিতিক সমাধান:

প্রাথমিক তাপমাত্রা (T_1) = $0°C = 273K$

ধরি, প্রাথমিক চাপ (P_1) = P এবং প্রাথমিক আয়তন (V_1) = V

শর্তানুসারে, অন্তিম চাপ (P_2) = $2P$ এবং অন্তিম আয়তন (V_2) = $2V$

ধরি, অন্তিম তাপমাত্রা = T_2

চার্লস ও বয়েলের সমন্বিত সূত্র অনুযায়ী, $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

বা, $\frac{P \times V}{273} = \frac{2P \times 2V}{T_2}$

বা, $\frac{1}{273} = \frac{4}{T_2}$

বা, $T_2 = 273 \times 4 = 1092K$

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা = $1092 - 273 = 819°C$।

উত্তরঃ গ্যাসের অন্তিম তাপমাত্রা 819°C বা 1092 K।

অথবা, 2g ভরের কোনো গ্যাস $7°C$ তাপমাত্রায় এবং 2 atm চাপে 820 ml আয়তন অধিকার করে। গ্যাসটির মোলার ভর নির্ণয় করো। [R = 0.082 L atm mole^{-1} K^{-1}]

উত্তর: গাণিতিক সমাধান:

প্রদত্ত, গ্যাসের ভর (W) = 2 g

চাপ (P) = 2 atm

আয়তন (V) = 820 ml = $\frac{820}{1000}$ L = 0.82 L

তাপমাত্রা (T) = $7°C = (273 + 7)K = 280K$

আদর্শ গ্যাস ধ্রুবক (R) = 0.082 L atm mol^{-1} K^{-1}

ধরি, মোলার ভর = M

আদর্শ গ্যাস সমীকরণ $PV = nRT = \frac{W}{M}RT$ থেকে পাই,
$M = \frac{WRT}{PV}$
$M = \frac{2\times0.082\times280}{2\times0.82} = \frac{2\times82\times280\times100}{2\times82\times1000} = \frac{280}{10} = 28$ **g/mol**।
উত্তরঃ গ্যাসটির মোলার ভর **28 g/mol** (এটি নাইট্রোজেন, N_2 গ্যাস হতে পারে)।

৩.৩ **1.5** প্রতিসরাঙ্ক বিশিষ্ট কাচের ফলকের বা স্ল্যাবের মধ্য দিয়ে একটি আলোকরশ্মির গতিবেগ কত হবে, নির্ণয় করো। [$c = 3 \times 10^5$ **km s**$^{-1}$ বা 3×10^8 **m s**$^{-1}$]
উত্তর: গাণিতিক সমাধান:
আমরা জানি, কোনো মাধ্যমের পরম প্রতিসরাঙ্ক (μ) = $\frac{\text{শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ (c)}}{\text{উক্ত মাধ্যমে আলোর বেগ (v)}}$
এখানে, $\mu = 1.5$ এবং শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ $c = 3 \times 10^8$ **m/s** (বা 3×10^5 **km/s**)
$\therefore 1.5 = \frac{3\times10^8}{v}$
$v = \frac{3\times10^8}{1.5} = \frac{30\times10^8}{15} = 2 \times 10^8$ **m/s**।
উত্তরঃ কাচের ফলকে আলোকরশ্মির গতিবেগ 2×10^8 **m/s** বা 2×10^5 **km/s**।
অথবা, একটি উত্তল লেন্স একটি বস্তুর **10** গুণ বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব গঠন করে। যদি বস্তুটির দৈর্ঘ্য **5 cm** হয় তবে প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।
উত্তর: গাণিতিক সমাধান:
রৈখিক বিবর্ধন (**m**) = $\frac{\text{প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য (I)}}{\text{বস্তুর দৈর্ঘ্য (O)}}$
এখানে, **m = 10** এবং **O = 5 cm**।
$\therefore 10 = \frac{I}{5}$
বা, **I** = $10 \times 5 = 50$ **cm**।
উত্তরঃ প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য **50 cm**।

৩.৪ **15**Ω রোধ বিশিষ্ট কোন একটি তারের দৈর্ঘ্য টেনে **20%** বৃদ্ধি করা হল। বৃদ্ধির পরে ঐ তারের আয়তন স্থির থাকলে এবং তারটির প্রস্থচ্ছেদ সর্বত্র সমান থাকলে, ঐ তারটির নতুন রোধ নির্ণয় করো।
উত্তর: গাণিতিক সমাধান:
ধরি, প্রাথমিক দৈর্ঘ্য = l_1, প্রাথমিক প্রস্থচ্ছেদ = A_1, প্রাথমিক রোধ = $R_1 = 15\Omega$
দৈর্ঘ্য **20%** বৃদ্ধি করা হলো। অর্থাৎ, নতুন দৈর্ঘ্য $l_2 = l_1 + l_1 \times \frac{20}{100} = 1.2l_1$
যেহেতু আয়তন (**Volume** = $A \times l$) স্থির, তাই $A_1l_1 = A_2l_2$
$\Rightarrow A_2 = \frac{A_1l_1}{l_2} = \frac{A_1l_1}{1.2l_1} = \frac{A_1}{1.2}$
নতুন রোধ $R_2 = \rho\frac{l_2}{A_2} = \rho\frac{1.2l_1}{\frac{A_1}{1.2}} = 1.2 \times 1.2 \times \rho\frac{l_1}{A_1} = 1.44 \times R_1$
$\therefore R_2 = 1.44 \times 15\Omega = 21.6\Omega$
উত্তরঃ তারটির নতুন রোধ **21.6** Ω।

৩.৫ তরল হাইড্রোজেন ক্লোরাইড তড়িৎ পরিবহনে সক্ষম নয় কিন্তু গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড তড়িৎ পরিবহনে সক্ষম - ব্যাখ্যা করো।
উত্তর: তরল হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (**HCl**) একটি সমযোজী যৌগ। তরল অবস্থায় এটি আয়নে বিয়োজিত হয় না (শুধুমাত্র জলে দ্রবীভূত হলেই এটি আয়ন তৈরি করে)। যেহেতু তড়িৎ পরিবহনের জন্য মুক্ত আয়নের প্রয়োজন, আয়ন না থাকায় এটি তড়িৎ পরিবহন করতে পারে না। অন্যদিকে, সোডিয়াম ক্লোরাইড (**NaCl**) একটি তড়িৎযোজী বা আয়নীয় যৌগ। কঠিন অবস্থায় আয়নগুলি তীব্র স্থির-তাড়িতিক আকর্ষণে আবদ্ধ থাকলেও, গলিত অবস্থায় বা জলে দ্রবীভূত অবস্থায় কেলাস ভেঙে যায় এবং Na^+ ও Cl^- আয়ন মুক্ত হয়। এই মুক্ত আয়নগুলি সহজেই তড়িৎ পরিবহন করে।
অথবা, একটি উপযুক্ত আয়নীয় যৌগের উদাহরণ দিয়ে বুঝিয়ে দাও যে এর আয়নগুলি অষ্টক নীতি মান্য করে না।
উত্তর: উদাহরণ: লিথিয়াম হাইড্রাইড (**LiH**)। **Li** এর ইলেকট্রন বিন্যাস (**2, 1**) এবং **H** এর ইলেকট্রন বিন্যাস (**1**)। **Li** তার সর্ববহিঃস্থ কক্ষের **1**টি ইলেকট্রন **H** কে দান করে Li^+ আয়নে পরিণত হয়, যার ইলেকট্রন বিন্যাস হয় (**2**), অর্থাৎ এটি হিলিয়ামের মতো দ্বৈত (**Duplet**) গঠন লাভ করে। একইভাবে, **H** সেই ইলেকট্রনটি গ্রহণ করে H^- আয়নে পরিণত হয়, যার ইলেকট্রন বিন্যাসও হয় (**2**), অর্থাৎ এটিও দ্বৈত গঠন লাভ করে। যেহেতু এখানে কোনো আয়নই তাদের সর্ববহিঃস্থ কক্ষে **8**টি ইলেকট্রন পূর্ণ করছে না, তাই লিথিয়াম হাইড্রাইড অষ্টক নীতি (**Octet Rule**) মান্য করে না, বরং দ্বৈত নীতি মান্য করে।

৩.৬ একটি কঠিন এবং একটি তরল সমযোজী যৌগের উদাহরণ দাও।
উত্তর: কঠিন সমযোজী যৌগ: চিনি বা গ্লুকোজ ($C_6H_{12}O_6$) বা ন্যাপথালিন। তরল সমযোজী যৌগ: জল (H_2O) বা ইথাইল অ্যালকোহল (C_2H_5OH)।

৩.৭ কিপ্ যন্ত্রের সাহায্যে প্রস্তুত করা যায় এমন একটি গ্যাসের নাম লেখো। গ্যাসটির প্রস্তুতির বিক্রিয়ার শমিত রাসায়নিক সমীকরণটি লেখো।
উত্তর: গ্যাসের নাম: হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S)। (সাধারণত ঘরের তাপমাত্রায় কঠিন ও তরলের বিক্রিয়ায় গ্যাস উৎপন্ন হলে কিপ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। CO_2 গ্যাসও তৈরি করা যায়)।
রাসায়নিক সমীকরণ: $FeS + H_2SO_4$ (লঘু) $\rightarrow FeSO_4 + H_2S \uparrow$

৩.৮ মুক্ত বায়ুতে তামার পাত্র দীর্ঘ সময় রাখলে তার ওপর সবুজ ছোপ পড়ে কেন?
উত্তর: তামার পাত্র মুক্ত বায়ুতে দীর্ঘদিন রাখলে তা বায়ুর অক্সিজেন (O_2), কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) এবং জলীয় বাষ্পের (H_2O)

সঙ্গে রাসায়নিক বিক্রিয়া করে। এর ফলে তামার উপর ক্ষারীয় কপার কার্বনেটের **[$CuCO_3$, $Cu(OH)_2$]** একটি আস্তরণ সৃষ্টি হয়। এই যৌগের বর্ণ সবুজ হওয়ায় তামার পাত্রে সবুজ ছোপ (যাকে 'প্যাটিনা' বা **'verdigris'** বলে) পড়ে।

অথবা, অ্যালুমিনিয়াম বা পিতলের পাত্রে দীর্ঘ সময় দই ও টক স্বাদের ফল রাখা হয় না কেন তার দুটি কারণ লেখো।

উত্তর: **1.** দই বা টক স্বাদের ফলে বিভিন্ন জৈব অ্যাসিড (যেমন ল্যাকটিক অ্যাসিড, সাইট্রিক অ্যাসিড) থাকে। এই অ্যাসিডগুলি অ্যালুমিনিয়াম বা পিতলের (যাতে দস্তা থাকে) সাথে বিক্রিয়া করে বিষাক্ত ধাতব লবণ উৎপন্ন করে। **2.** এই বিষাক্ত লবণ খাদ্যের সাথে মিশে খাদ্যে বিষক্রিয়া **(Food Poisoning)** ঘটাতে পারে, যা মানব স্বাস্থ্যের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকর। তাই এই পাত্রে টক খাবার রাখা নিরাপদ নয়।

৩.৯ CH_3COOH একটি জৈবযৌগ কিন্তু $NaHCO_3$ জৈব যৌগ নয় কেন উভয় ক্ষেত্রে একটি করে কারণ লেখো।

উত্তর: CH_3COOH জৈব যৌগ কারণ: এতে কার্বন পরমাণুগুলি সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে শৃঙ্খল বা ক্যাটিনেশন **(C-C** বন্ধন) ধর্ম প্রদর্শন করে গঠন তৈরি করেছে, যা জৈব যৌগের মূল বৈশিষ্ট্য।

$NaHCO_3$ জৈব যৌগ নয় কারণ: এতে কার্বন থাকলেও কার্বন পরমাণুর মধ্যে কোনো সমযোজী ক্যাটিনেশন শৃঙ্খল নেই এবং এটি একটি অজৈব আয়নীয় লবণ যা বিয়োজিত হয়ে Na^+ এবং HCO_3^- আয়ন তৈরি করে। জৈব যৌগের সাধারণ বৈশিষ্ট্য এটি মেনে চলে না।

অথবা, ইথিলিন-এর গঠন সংকেতের সাহায্যে দেখাও যে এটি একটি অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন।

উত্তর: ইথিলিনের আণবিক সংকেত হলো C_2H_4। এর গঠন সংকেত হলো:

```
H     H
 \   /
  C == C
 /   \
H     H
```

গঠন সংকেত থেকে স্পষ্ট দেখা যাচ্ছে যে, দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে একটি সমযোজী দ্বিবন্ধন **(Double Bond)** উপস্থিত রয়েছে। যে হাইড্রোকার্বনে কার্বন পরমাণুর মধ্যে দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধন থাকে, তাদের অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে। তাই ইথিলিন একটি অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন।

বিভাগ - 'ঘ' (দীর্ঘ উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন)

৪। নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দাও (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষণীয়): (৩ × ১২ = ৩৬)

৪.১ চার্লসের সূত্রটি লেখো এবং ব্যাখ্যা করো। চার্লসের সূত্র থেকে সেলসিয়াস স্কেলে পরম শূন্যের মান নির্ণয় করো। **(২+১)**

উত্তর: চার্লসের সূত্র: স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন প্রতি $1°C$ উয়তা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য ওই গ্যাসের $0°C$ উয়তায় যে আয়তন থাকে, তার $\frac{1}{273}$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

ব্যাখ্যা: ধরি, স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের $0°C$ উয়তায় আয়তন V_0। সূত্রানুযায়ী, $1°C$ উয়তা বৃদ্ধিতে আয়তন বাড়বে $V_0 \times \frac{1}{273}$। তাহলে $t°C$ উয়তায় আয়তন হবে $V_t = V_0 + V_0\frac{t}{273} = V_0(1 + \frac{t}{273})$।

পরম শূন্যের মান নির্ণয়: ধরি, গ্যাসটির তাপমাত্রা হ্রাস করে $-t°C$ করা হলো। তাহলে আয়তন হবে $V_{-t} = V_0(1 - \frac{t}{273})$। এখন, যদি তাপমাত্রা $-273°C$ করা হয়, তবে গ্যাসের আয়তন হবে, $V_{-273} = V_0(1 - \frac{273}{273}) = V_0(1 - 1) = 0$। যেহেতু $-273°C$ তাপমাত্রায় তাত্ত্বিকভাবে গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়ে যায়, তাই এই তাপমাত্রাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলে। সেলসিয়াস স্কেলে এর মান $-273°C$।

৪.২ **216 g HgO** কে উত্তপ্ত করে যে পরিমাণ অক্সিজেন পাওয়া যায়, সেই পরিমাণ অক্সিজেন পেতে কী পরিমাণ **$KClO_3$** কে উত্তপ্ত করতে হবে? **[Hg = 200, K = 39, Cl = 35.5, O = 16]** (৩)

উত্তর: গাণিতিক সমাধান:

প্রথম ধাপ: **HgO** থেকে O_2 প্রস্তুতির সমীকরণ: $2HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2 \uparrow$

$2HgO$ এর আণবিক ভর = $2 \times (200 + 16) = 2 \times 216 = 432$ **g**

O_2 এর আণবিক ভর = $2 \times 16 = 32$ **g**

অতএব, **432 g HgO** থেকে **32 g** O_2 পাওয়া যায়।

$\therefore$ **216 g HgO** থেকে O_2 পাওয়া যাবে = $\frac{32}{432} \times 216 = 16$ **g**।

দ্বিতীয় ধাপ: $KClO_3$ থেকে O_2 প্রস্তুতির সমীকরণ: $2KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KCl + 3O_2 \uparrow$

$2KClO_3$ এর আণবিক ভর = $2 \times [39 + 35.5 + (3 \times 16)] = 2 \times [74.5 + 48] = 2 \times 122.5 = 245$ **g**

$3O_2$ এর আণবিক ভর = $3 \times 32 = 96$ **g**

এখন, **96 g** O_2 পেতে $KClO_3$ লাগে **245 g**।

$\therefore$ **16 g** O_2 পেতে $KClO_3$ লাগবে = $\frac{245}{96} \times 16 = \frac{245}{6} = 40.83$ **g**।

উত্তরঃ **40.83 g** $KClO_3$ উত্তপ্ত করতে হবে।

অথবা, কোনো ধাতব কার্বনেটের **200 g** উত্তপ্ত করলে **112 g** ধাতব অক্সাইড এবং একটি গ্যাসীয় যৌগ উৎপন্ন হয়। গ্যাসীয় যৌগটির বাষ্প ঘনত্ব **22**। বিক্রিয়াটিতে কত মোল গ্যাসীয় যৌগটি উৎপন্ন হয়? (৩)

উত্তর: গাণিতিক সমাধান:

ধরি ধাতব কার্বনেটটি MCO_3। বিক্রিয়া: $MCO_3 \xrightarrow{\Delta} MO + CO_2 \uparrow$ (গ্যাসীয় যৌগটি কার্বন ডাইঅক্সাইড)।

ভরের নিত্যতা সূত্র অনুযায়ী, উৎপন্ন গ্যাসীয় যৌগের ভর = (ধাতব কার্বনেটের ভর) - (ধাতব অক্সাইডের ভর)

= 200 g - 112 g = 88 g।

দেওয়া আছে, গ্যাসীয় যৌগের বাষ্প ঘনত্ব **(V.D.) = 22**।

আমরা জানি, আণবিক ভর **(M) = 2** $\times$ বাষ্প ঘনত্ব **= 2** $\times$ **22 = 44 g/mol**। (এটি CO_2 এর আণবিক ভরের সাথে মিলে যায়)।

মোল সংখ্যা **(n)** = $\frac{\text{প্রদত্ত ভর}}{\text{আণবিক ভর}} = \frac{88}{44} = 2$ মোল।

উত্তরঃ বিক্রিয়াটিতে **2** মোল গ্যাসীয় যৌগ উৎপন্ন হয়।

৪.৩ লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক $12 \times 10^{-6}/°C$ বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা করো। তাপ প্রয়োগে তরলের আয়তন প্রসারণের একটি উদাহরণ দাও। (২+১)

উত্তর: ব্যাখ্যা: লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক $12 \times 10^{-6}/°C$ বলতে বোঝায় যে, কোনো নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের একটি লোহার দণ্ডের তাপমাত্রা $1°C$ বৃদ্ধি করলে তার প্রাথমিক দৈর্ঘ্যের 12×10^{-6} অংশ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে। অন্যভাবে বললে, **1** মিটার দীর্ঘ লোহার দণ্ডের উয়তা $1°C$ বাড়ালে তার দৈর্ঘ্য 12×10^{-6} মিটার বৃদ্ধি পাবে।

তরলের প্রসারণের উদাহরণ: জ্বর মাপার থার্মোমিটার। থার্মোমিটারের বাল্ব মানবদেহের সংস্পর্শে এলে দেহের তাপে ভেতরের পারদ (তরল ধাতু) উত্তপ্ত হয়ে আয়তনে প্রসারিত হয় এবং কাচনলের সরু ছিদ্র দিয়ে উপরের দিকে উঠে আসে, যা দিয়ে তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়।

অথবা, তরলের আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক এবং তরলের প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্কের সংজ্ঞা দাও। তাদের মধ্যে সম্পর্কটি লেখো। (২+১)

উত্তর: আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক (γ_a): তরলকে পাত্রে রেখে তাপ দিলে পাত্রের প্রসারণকে উপেক্ষা করে তরলের প্রতি একক উষ্ণতা বৃদ্ধিতে প্রতি একক প্রাথমিক আয়তনে যে আপাত আয়তন বৃদ্ধি ঘটে, তাকে তরলের আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক বলে।

প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্ক (γ_r): পাত্রের প্রসারণকে গণনায় ধরে তরলের প্রতি একক উষ্ণতা বৃদ্ধিতে প্রতি একক প্রাথমিক আয়তনে যে প্রকৃত আয়তন বৃদ্ধি ঘটে, তাকে তরলের প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্ক বলে।

সম্পর্ক: তরলের প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্ক (γ_r) = তরলের আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক (γ_a) + পাত্রের আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক (γ_g)।

৪.৪ উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে বক্রতা ব্যাসার্ধ **(r)** এবং ফোকাস দৈর্ঘ্য **(f)** এর মধ্যে সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা করো। অবতল দর্পণের একটি ব্যবহার লেখো। (২+১)

উত্তর: সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা: (উত্তল দর্পণের চিত্র সহ প্রমাণ করতে হবে)

ধরি, M_1M_2 একটি ক্ষুদ্র উন্মেষযুক্ত উত্তল দর্পণ যার মেরু **P**, বক্রতা কেন্দ্র **C** এবং প্রধান ফোকাস **F**। প্রধান অক্ষের সমান্তরাল একটি আলোকরশ্মি **AB**, দর্পণের **B** বিন্দুতে আপতিত হয়ে **BD** পথে এমনভাবে প্রতিফলিত হয় যেন মনে হয় রশ্মিটি প্রধান ফোকাস **F** থেকে অপসৃত হচ্ছে। **C, B** যুক্ত করে **N** পর্যন্ত বর্ধিত করা হলো। **CBN** হলো আপতন বিন্দুতে অভিলম্ব।

আপতন কোণ $i = \angle ABN$ এবং প্রতিফলন কোণ $r = \angle NBD$।

প্রতিফলনের সূত্রানুযায়ী, $\angle ABN = \angle NBD$ **(i = r) ... (1)**

AB এবং **PC** পরস্পর সমান্তরাল এবং **CN** ভেদক।

সুতরাং, অনুরূপ কোণ $\angle ABN = \angle BCF$ **... (2)**

আবার, বিপ্রতীপ কোণ $\angle NBD = \angle FBC$ **... (3)**

সমীকরণ **1, 2, 3** থেকে পাই, $\angle BCF = \angle FBC$।

অতএব $\triangle BFC$ সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ। এর $BF = FC$।

দর্পণের উন্মেষ খুব ক্ষুদ্র হওয়ায় **B** বিন্দু **P** বিন্দুর খুব কাছাকাছি থাকে। তাই $BF \approx PF$।

সুতরাং, $PF = FC$।

বক্রতা ব্যাসার্ধ $r = PC = PF + FC = PF + PF = 2PF$।

যেহেতু PF হলো ফোকাস দৈর্ঘ্য **(f)**, তাই $r = 2f$ বা $f = \frac{r}{2}$। (প্রমাণিত)

অবতল দর্পণের ব্যবহার: দন্ত চিকিৎসকরা রোগীর দাঁতের বড় ও সোজা প্রতিবিম্ব দেখার জন্য অবতল দর্পণ ব্যবহার করেন।

অথবা, একই আপতন কোণের জন্য তিনটি ভিন্ন মাধ্যম **A, B** এবং **C** এর প্রতিসরণ কোণ যথাক্রমে $30°$, $45°$ এবং $60°$। কোন্ মাধ্যমটিতে আলোর গতিবেগ সর্বনিম্ন এবং কেন? (৩)

উত্তর: স্নেলের সূত্রানুযায়ী, প্রতিসরাঙ্ক $\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$।

যেহেতু আপতন কোণ **(i)** ধ্রুবক, তাই $\mu \propto \frac{1}{\sin r}$।

দেওয়া আছে, $r_A = 30°, r_B = 45°, r_C = 60°$।

আমরা জানি, $\sin 30° < \sin 45° < \sin 60°$।

সুতরাং, প্রতিসরাঙ্কের ক্রম হবে: $\mu_A > \mu_B > \mu_C$ (যেহেতু r এর মান ছোট হলে $\sin r$ ছোট হয়, এবং μ বড় হয়)।

আবার, আমরা জানি $\mu = \frac{c}{v}$ (শূন্য মাধ্যমে বেগ / মাধ্যমে বেগ)। সুতরাং $v \propto \frac{1}{\mu}$।

অর্থাৎ যে মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক সবচেয়ে বেশি, সেই মাধ্যমে আলোর বেগ সবচেয়ে কম।

যেহেতু মাধ্যম **A** এর প্রতিসরাঙ্ক সর্বাধিক (μ_A সর্বোচ্চ), তাই মাধ্যম **A**-তে আলোর গতিবেগ সর্বনিম্ন হবে।

৪.৫ হ্রস্ব দৃষ্টি বা মায়োপিয়া ঘটার দুটি কারণ লেখো। এর প্রতিকারে কোন ধরণের লেন্স ব্যবহার করা হয়? (২+১)

উত্তর: কারণ: **1.** অক্ষিগোলকের আকার স্বাভাবিকের চেয়ে বড় হয়ে যাওয়া। **2.** চোখের লেন্সের বক্রতা বৃদ্ধি পাওয়া বা ফোকাস দৈর্ঘ্য স্বাভাবিকের চেয়ে কমে যাওয়া। এর ফলে দূরের বস্তু থেকে আসা সমান্তরাল আলোকরশ্মি রেটিনায় মিলিত না হয়ে তার আগেই মিলিত হয় এবং অস্পষ্ট প্রতিবিম্ব তৈরি করে।

প্রতিকার: এই ত্রুটি দূর করার জন্য উপযুক্ত ফোকাস দৈর্ঘ্যের অবতল লেন্স **(Concave Lens)** যুক্ত চশমা ব্যবহার করা হয়।

৪.৬ দুটি পরিবাহীকে শ্রেণিসমবায়ে যুক্ত করলে তুল্য রোধ হয় **25**Ω এবং সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে তুল্য রোধ হয় **6**Ω। প্রতিটি পরিবাহীর রোধ নির্ণয় করো। (৩)

উত্তর: গাণিতিক সমাধান:

ধরি, পরিবাহী দুটির রোধ যথাক্রমে R_1 এবং R_2।

শ্রেণিসমবায়ে তুল্য রোধ: $R_1 + R_2 = 25$ ..... (সমীকরণ ১)

সমান্তরাল সমবায়ে তুল্য রোধ: $\frac{R_1R_2}{R_1+R_2} = 6$

সমীকরণ ১ থেকে মান বসিয়ে পাই, $\frac{R_1R_2}{25} = 6$

$\Rightarrow R_1R_2 = 150$ ..... (সমীকরণ ২)

এখন, $(R_1 - R_2)^2 = (R_1 + R_2)^2 - 4R_1R_2$

$\Rightarrow (R_1 - R_2)^2 = (25)^2 - 4 \times 150 = 625 - 600 = 25$

$\Rightarrow R_1 - R_2 = \sqrt{25} = 5$ ..... (সমীকরণ ৩)

সমীকরণ ১ এবং ৩ যোগ করে পাই:

$2R_1 = 30 \Rightarrow R_1 = 15\Omega$

সমীকরণ ১ এ R_1 এর মান বসিয়ে পাই:

$15 + R_2 = 25 \Rightarrow R_2 = 10\Omega$

উত্তরঃ পরিবাহী দুটির রোধ হলো যথাক্রমে **15**Ω এবং **10**Ω।

অথবা, প্রতি **B.O.T** একক তড়িৎ শক্তির খরচ **5** টাকা। **10**টি **50 W** বাল্ব প্রতিদিন **10** ঘণ্টা করে ব্যবহার করলে, **30** দিনের এক মাসে তড়িৎশক্তি ব্যবহারের মোট খরচ কত হবে, তা নির্ণয় করো। (৩)

উত্তর: গাণিতিক সমাধান:

1টি বাল্বের ক্ষমতা = **50 W**

10টি বাল্বের মোট ক্ষমতা = $10 \times 50 = 500$ **W**

প্রতিদিন বাল্বগুলি চলে = **10** ঘণ্টা

30 দিনে বাল্বগুলি মোট চলে = $30 \times 10 = 300$ ঘণ্টা

মোট ব্যয়িত তড়িৎশক্তি = $\frac{\text{মোট ক্ষমতা (ওয়াট)} \times \text{মোট সময় (ঘণ্টা)}}{1000}$ কিলোওয়াট-ঘণ্টা (বা **B.O.T.** একক)

= $\frac{500 \times 300}{1000} = \frac{150000}{1000} = 150$ **B.O.T.** একক

প্রতি ইউনিটের খরচ = **5** টাকা

$\therefore$ **1** মাসে মোট খরচ = $150 \times 5 = 750$ টাকা।

উত্তরঃ তড়িৎশক্তি ব্যবহারের মোট খরচ **750** টাকা।

৪.৭ সমপ্রবাহ **(DC)** অপেক্ষা পরিবর্তী প্রবাহ **(AC)** ব্যবহারের যে কোনো দুটি সুবিধা উল্লেখ করো। জলবিদ্যুৎ উৎপাদন তাপবিদ্যুৎ উৎপাদন অপেক্ষা বেশি পরিবেশ বান্ধব কেন? (১+১+১)

উত্তর: **AC** ব্যবহারের সুবিধা: **1.** ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করে পরিবর্তী প্রবাহের **(AC)** ভোল্টেজকে প্রয়োজনমতো সহজেই বাড়ানো **(Step-up)** বা কমানো **(Step-down)** যায়, যা **DC** তে সম্ভব নয়। **2.** উচ্চ ভোল্টেজে **AC** তড়িৎশক্তি অনেক দূরবর্তী স্থানে সরবরাহ করলে শক্তির অপচয় **(Joule heating loss)** অনেক কম হয়।

জলবিদ্যুৎ পরিবেশ বান্ধব হওয়ার কারণ: তাপবিদ্যুৎ উৎপাদনে কয়লা পোড়ানোর ফলে প্রচুর কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2), সালফার ডাইঅক্সাইড এবং ফ্লাই অ্যাশ নির্গত হয় যা প্রবল বায়ুদূষণ ও বিশ্বউষ্ণায়ন ঘটায়। কিন্তু জলবিদ্যুৎ উৎপাদনে জলের গতিশক্তি ব্যবহার করা হয়, কোনো জীবাশ্ম জ্বালানি পোড়ানো হয় না, ফলে কোনো ক্ষতিকারক গ্যাস নির্গত হয় না। তাই এটি পরিবেশ বান্ধব।

৪.৮ নিউক্লীয় বিভাজন ব্যাখ্যা করো। নিউক্লীয় বিভাজন নিউক্লীয় সংযোজনের জন্য অপরিহার্য কেন? (২+১)

উত্তর: নিউক্লীয় বিভাজন: যে নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় কোনো ভারী পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে (যেমন U^{235}) ধীর গতির নিউট্রন দ্বারা আঘাত করলে সেটি বিভাজিত হয়ে প্রায় সমান ভরের দুটি নতুন নিউক্লিয়াস (যেমন বেরিয়াম ও ক্রিপ্টন) তৈরি করে এবং সাথে কয়েকটি নিউট্রন ও বিপুল পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লীয় বিভাজন বলে।

নিউক্লীয় সংযোজনের জন্য বিভাজনের প্রয়োজনীয়তা: নিউক্লীয় সংযোজন বিক্রিয়া (দুটি হালকা নিউক্লিয়াস যুক্ত হওয়া) ঘটানোর জন্য প্রায় 10^7 থেকে 10^8 কেলভিন **(K)** তাপমাত্রার প্রয়োজন হয়। পৃথিবীতে সাধারণ উপায়ে এত বিপুল তাপমাত্রা সৃষ্টি করা সম্ভব নয়। একটি নিউক্লীয় বিভাজন বোমা (অ্যাটম বোমা) বিস্ফোরণ ঘটিয়েই কেবল এই প্রাথমিক উচ্চ তাপমাত্রা সৃষ্টি করা সম্ভব। তাই সংযোজন বিক্রিয়া শুরু করার জন্য বিভাজন অপরিহার্য (ট্রিগার হিসেবে কাজ করে)।

৪.৯ মৌলের তড়িৎঋণাত্মকতা বলতে কী বোঝায়? দীর্ঘ পর্যায় সারণিতে গ্রুপ **1** মৌলগুলির তড়িৎঋণাত্মকতা ওপর থেকে নীচের দিকে কী ধরণে পরিবর্তিত হয়? (১+২)

উত্তর: তড়িৎঋণাত্মকতা: সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ কোনো যৌগের অণুতে উপস্থিত কোনো পরমাণু কর্তৃক সমযোজী বন্ধনের ইলেকট্রন জোড়কে নিজের নিউক্লিয়াসের দিকে আকর্ষণ করার ক্ষমতাকে ওই মৌলের তড়িৎঋণাত্মকতা **(Electronegativity)** বলে।

গ্রুপ **1** এ পরিবর্তন: দীর্ঘ পর্যায় সারণির গ্রুপ **1** (ক্ষার ধাতু) বরাবর ওপর থেকে নীচের দিকে অগ্রসর হলে মৌলগুলির নতুন কক্ষপথ যুক্ত হওয়ার কারণে পরমাণুর আকার বা ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায়। এর ফলে নিউক্লিয়াস থেকে সর্ববহিঃস্থ কক্ষের ইলেকট্রন জোড়ের দূরত্ব বেড়ে যায় এবং আকর্ষণ বল কমে যায়। তাই ওপর থেকে নীচে নামলে তড়িৎঋণাত্মকতা ক্রমান্বয়ে হ্রাস পায় (যেমন, **Li > Na > K > Rb > Cs**)।

অথবা, মোজলের পরীক্ষার গুরুত্বপূর্ণ সিদ্ধান্তটি কী? পর্যায় সারণির ক্ষেত্রে এই সিদ্ধান্তের গুরুত্ব কী? **(২+১)**

উত্তর: মোজলের সিদ্ধান্ত: হেনরি মোজলে বিভিন্ন মৌলের এক্স-রশ্মি **(X-ray)** বর্ণালির ওপর গবেষণা করে প্রমাণ করেন যে, কোনো মৌলের বৈশিষ্ট্যমূলক ধর্ম তার পারমাণবিক ভরের ওপর নির্ভর করে না, বরং তার পারমাণবিক সংখ্যার (প্রোটন সংখ্যা) ওপর নির্ভর করে। পারমাণবিক সংখ্যাই হলো মৌলের স্বকীয় ধর্ম।

পর্যায় সারণিতে গুরুত্ব: মেন্ডেলিফের আদি পর্যায় সূত্রটি পারমাণবিক ভরের ওপর ভিত্তি করে তৈরি ছিল, যার ফলে আর্গন-পটাশিয়াম, টেলুরিয়াম-আয়োডিন এর মতো কিছু অসংগতি দেখা দিয়েছিল। মোজলের আবিষ্কারের পর আধুনিক পর্যায় সূত্রটি "পারমাণবিক সংখ্যা" এর ভিত্তিতে সংশোধিত হয়, যা মেন্ডেলিফের সারণির সমস্ত ত্রুটি দূর করে এবং মৌলগুলিকে আরো বিজ্ঞানসম্মতভাবে সাজাতে সাহায্য করে।

৪.১০ তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে অ্যালুমিনিয়ামের নিষ্কাশনের জন্য যে গলিত মিশ্রণের তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হয় তাতে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা ছাড়া আর কী কী পদার্থ থাকে? এই তড়িৎ বিশ্লেষণে ক্যাথোড ও অ্যানোড হিসাবে কী কী ব্যবহৃত হয়? **(১+১+১)**

উত্তর: মিশ্রণের উপাদান: বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা (Al_2O_3 **- 20%**) ছাড়া গলিত মিশ্রণে ক্রায়োলাইট (Na_3AlF_6 **- 60%**) এবং ফ্লুওস্পার (CaF_2 **- 20%**) মেশানো হয়। (এরা মিশ্রণের গলনাঙ্ক **2050°C** থেকে কমিয়ে **900°C** এ নিয়ে আসে এবং তড়িৎ পরিবাহিতা বাড়ায়)।

ক্যাথোড: তড়িৎবিশ্লেষণ কোশের ইস্পাতের ট্যাঙ্কের ভেতরের দিকে লাগানো গ্যাস কার্বন বা গ্রাফাইটের পুরু আস্তরণ ক্যাথোড (ঋণাত্মক মেরু) হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

অ্যানোড: গলিত মিশ্রণের মধ্যে উপর থেকে ঝোলানো কয়েকটি গ্রাফাইট বা কার্বন দণ্ড অ্যানোড (ধনাত্মক মেরু) হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

৪.১১ অ্যামোনিয়াকে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারণ ঘটিয়ে কীভাবে নাইট্রিক অক্সাইড (NO) উৎপাদন করা হয় তা অনুঘটকের নাম ও বিক্রিয়ার শর্ত উল্লেখসহ লেখো। বিক্রিয়াটি শমিত রাসায়নিক সমীকরণসহ লেখো। (৩)

উত্তর: শর্ত ও অনুঘটক: ওসওয়াল্ড পদ্ধতিতে (Ostwald Process) শুষ্ক ও বিশুদ্ধ অ্যামোনিয়া (NH_3) এবং বায়ুর অক্সিজেনের (O_2) মিশ্রণকে (1:7.5 অনুপাতে) খুব দ্রুত (প্রায় 0.001 সেকেন্ড) উত্তপ্ত প্ল্যাটিনাম-রোডিয়াম (Pt-Rh) তারজালি অনুঘটকের ওপর দিয়ে 800° C থেকে 900° C তাপমাত্রায় এবং 5-7 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে চালনা করা হয়।

রাসায়নিক সমীকরণ: $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow{Pt-Rh/800°C} 4NO + 6H_2O +$ তাপ

৪.১২ অ্যাসিটিলিনের সঙ্গে হাইড্রোজেনের যুত বিক্রিয়ার শমিত রাসায়নিক সমীকরণ লেখো এবং বিক্রিয়ার যে কোনো দুটি শর্ত উল্লেখ করো। (৩)

উত্তর: শর্ত: **1.** নিকেল **(Ni)**, প্ল্যাটিনাম **(Pt)**, বা প্যালাডিয়াম **(Pd)** চূর্ণকে অনুঘটক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। **2.** বিক্রিয়াটি সাধারণ তাপমাত্রায় ঘটে, তবে নিকেল অনুঘটক ব্যবহার করলে **200° C** থেকে **250° C** তাপমাত্রার প্রয়োজন হয়।

রাসায়নিক সমীকরণ: বিক্রিয়াটি দুটি ধাপে ঘটে। প্রথম ধাপে ইথিলিন উৎপন্ন হয়: $HC \equiv CH + H_2 \xrightarrow{Ni,200°C} H_2C = CH_2$ (ইথিলিন)

দ্বিতীয় ধাপে ইথেন উৎপন্ন হয়: $H_2C = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni,200°C} H_3C - CH_3$ (ইথেন)

সামগ্রিক সমীকরণ: $HC \equiv CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni,200°C} H_3C - CH_3$

অথবা, অ্যাসিটিক অ্যাসিডের সঙ্গে সোডিয়াম বাইকার্বনেটের বিক্রিয়ার শমিত রাসায়নিক সমীকরণ লেখো। প্যাকেজিং এ ব্যবহারের জন্য পাট ও পলিথিনের মধ্যে কোনটি পরিবেশ বান্ধব এবং কেন? **(১+১+১)**

উত্তর: রাসায়নিক সমীকরণ: $CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa$ (সোডিয়াম অ্যাসিটেট) $+ CO_2 \uparrow + H_2O$

পরিবেশ বান্ধব বস্তু: পাট **(Jute)** পরিবেশ বান্ধব।

কারণ: পাট একটি প্রাকৃতিক পলিমার (জৈব ভঙ্গুর বা **Biodegradable**)। এটি ব্যবহারের পর মাটিতে ফেলে দিলে অণুজীব দ্বারা দ্রুত বিয়োজিত হয়ে মাটির সাথে মিশে যায় এবং কোনো দূষণ ঘটায় না। অন্যদিকে পলিথিন জৈব অভঙ্গুর **(Non-biodegradable)**, এটি শত শত বছর ধরে মাটিতে অবিকৃত অবস্থায় থেকে মাটি ও জলদূষণ ঘটায় এবং নর্দমা বুজিয়ে দেয়।

For detailed notes, mock tests and PDF downloads, visit www.study4india.com