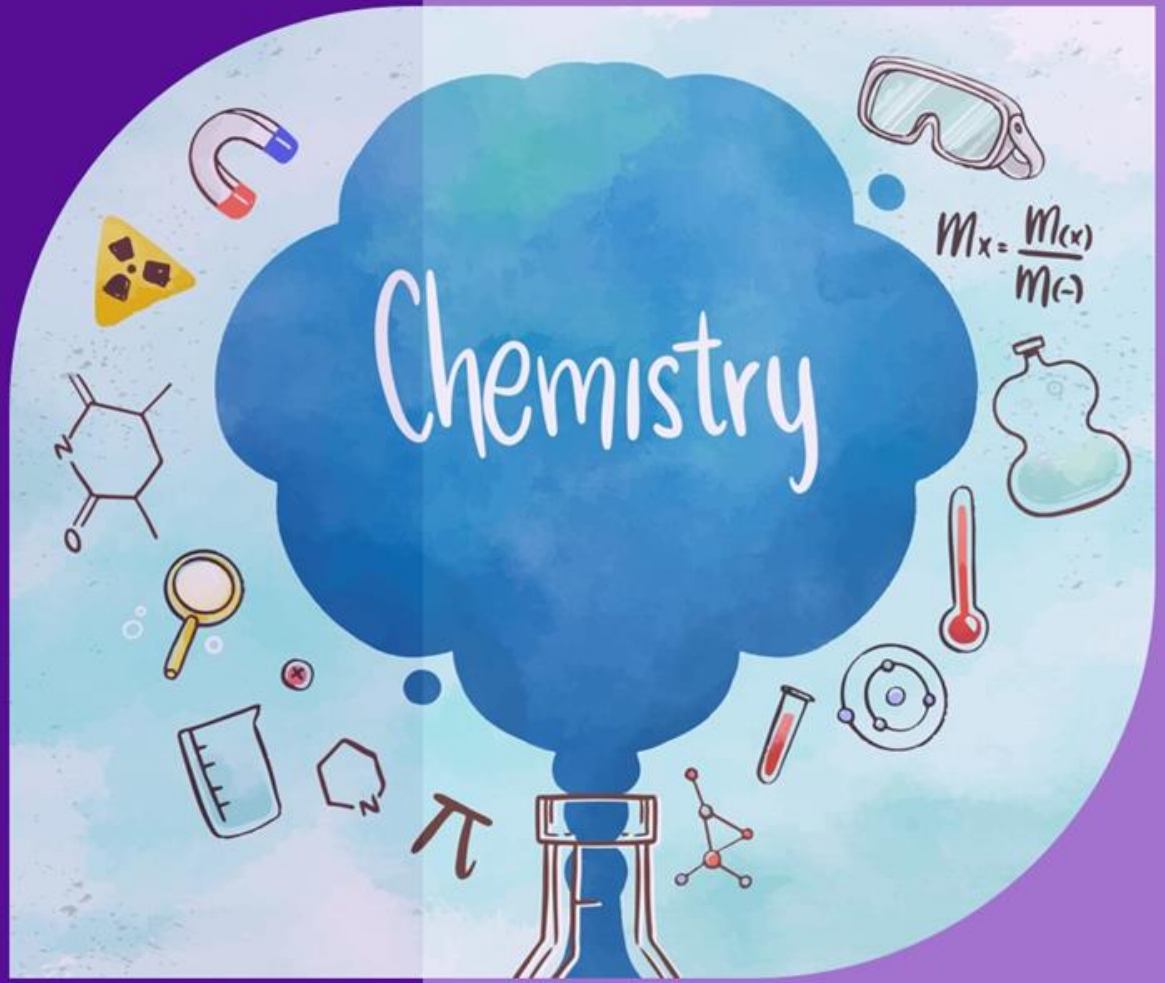
একাদশ শ্রেণি একাডেমিক প্রোগ্রাম ২০২০

# রসায়ন

লেকচার : C-04

অধ্যায় ০২ : গুণগত রসায়ন



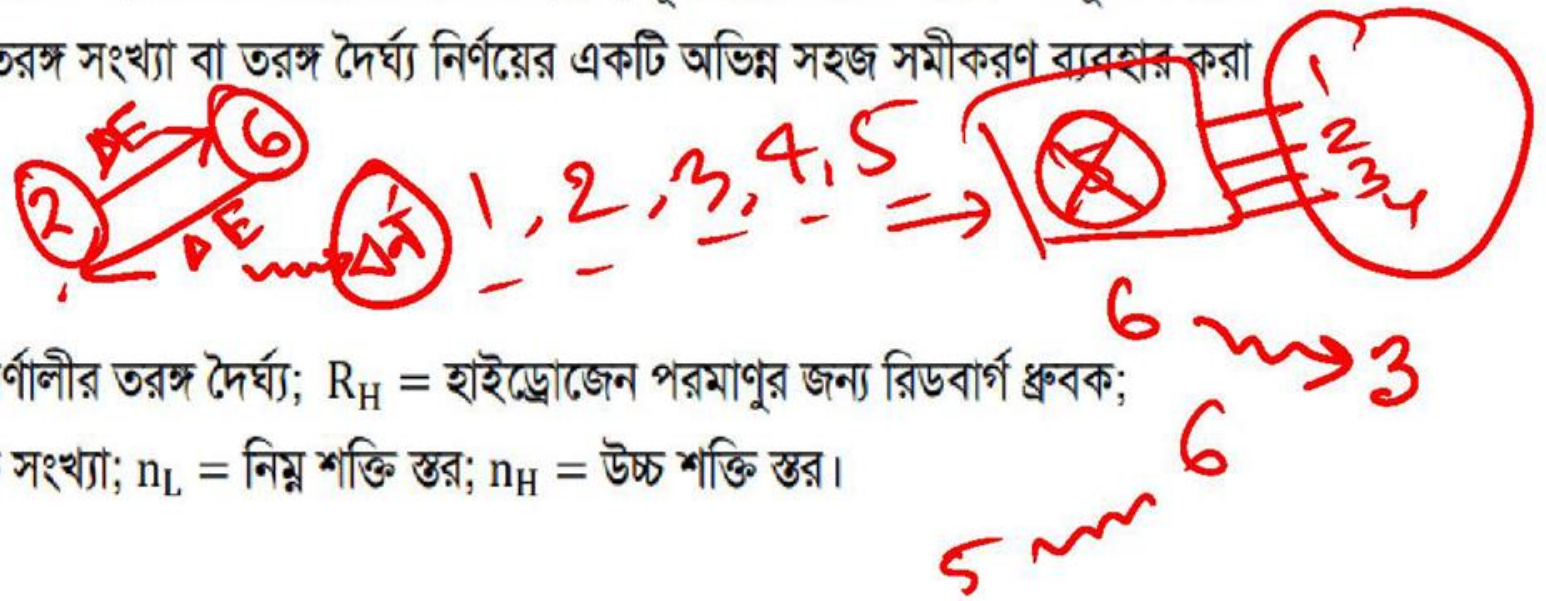
# তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালি এবং হাইড্রোজেনের পারমাণবিক বর্ণালির ব্যাখ্যা

কোনো ইলেকট্রন পরমাণুর উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে Jump করলে সে শক্তি বিকিরণ করে। বোর পরমাণু মডেল অনুসারে সেই বিকিরণের শক্তি $\Delta E = hf$ এই বিকিরণই মূলত পারমাণবিক বর্ণালী।

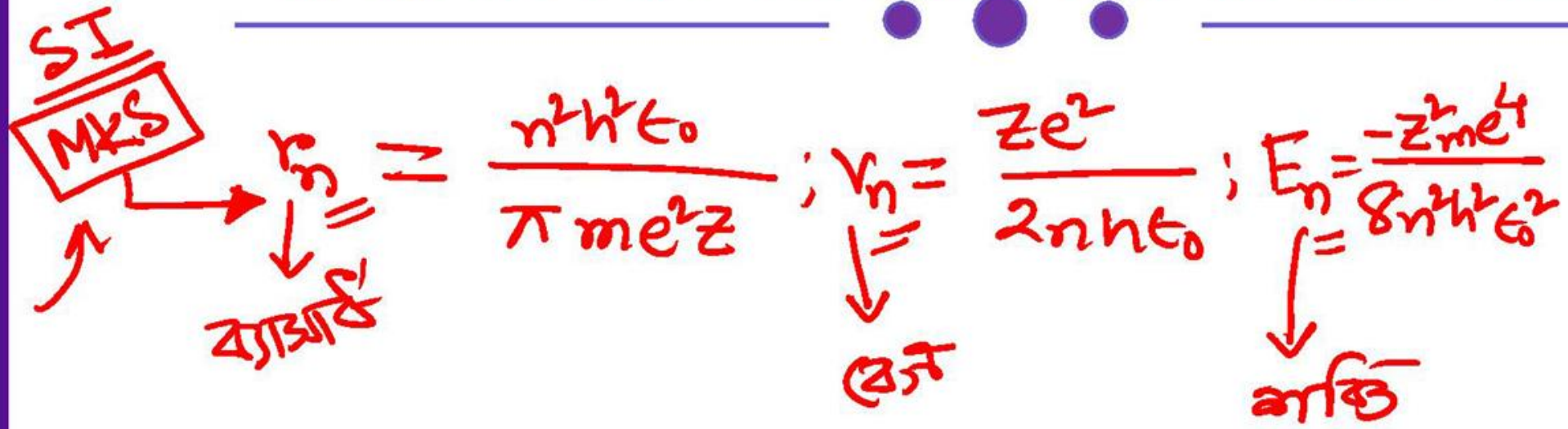
পরীক্ষায় দেখা যায়, ভিন্ন ভিন্ন মৌলের পরমাণুর পারমাণবিক বর্ণালীর শক্তি বিভিন্ন। অর্থাৎ বর্ণালীর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বা কম্পাঙ্ক ভিন্ন হওয়ায় ভিন্ন রং এর বিকিরণ সৃষ্টি হয়। এই ভিন্নতা মূলত নির্ভর করে ইলেকট্রন কোন কক্ষপথ থেকে কোন কক্ষপথে স্থানান্তরিত হয় তার উপর। লাইমেন, বামার প্রমুখ বিজ্ঞানীগণ বিভিন্ন সময় বর্ণালীর বিভিন্ন সিরিজের খোঁজ পান এবং ভিন্ন সূত্র দ্বারা প্রকাশ করেন। কিন্তু বর্তমানে বিভিন্ন পরমাণুতে প্রাপ্ত বিভিন্ন পারমাণবিক বর্ণালীর তরঙ্গ সংখ্যা বা তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয়ের একটি অভিন্ন সহজ সমীকরণ ব্যবহার করা হয়।

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

এখানে, $\bar{\nu}$ = প্রতি একক দৈর্ঘ্যে তরঙ্গ সংখ্যা; $\lambda$ = বর্ণালীর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য; $R_H$ = হাইড্রোজেন পরমাণুর জন্য রিডবার্গ ধ্রুবক; $R_H = 109678 cm^{-1}$; $z$ = মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা; $n_L$ = নিম্ন শক্তি স্তর; $n_H$ = উচ্চ শক্তি স্তর।



# তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালি এবং হাইড্রোজেনের পারমাণবিক বর্ণালির ব্যাখ্যা




$\epsilon_0$ = শূন্যস্থানে তড়িৎভেদ্যতা = $8.854 \times 10^{-12}$ F/m

$h$ = প্লাঙ্ক ধ্রুবক = $6.626 \times 10^{-34}$ Js

$m = e^-$ এর ভর = $9.11 \times 10^{-31}$ Kg

$e = e^-$ এর চার্জ = $-1.6 \times 10^{-19}$ C

$n$ = কক্ষপথের ; $z$ = পরমাণু সংখ্যা

# তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালি এবং হাইড্রোজেনের পারমাণবিক বর্ণালির ব্যাখ্যা

MCQ

$$E_n = \frac{-Z^2me^4}{8n^2h^2\epsilon_0^2}; \quad E_{n_L} = \frac{-Z^2me^4}{8n_L^2h^2\epsilon_0^2}; \quad E_{n_H} = \frac{-Z^2me^4}{8n_H^2h^2\epsilon_0^2}$$

$n_H \to n_L$ ⇒ বিকিরণ

$E_{n_H} - E_{n_L} = \Delta E =$ বিকিরিত শক্তি

$$= \frac{-Z^2me^4}{8n_H^2h^2\epsilon_0^2} - \left(-\frac{Z^2me^4}{8n_L^2h^2\epsilon_0^2}\right) = \frac{-Z^2me^4}{8n_H^2h^2\epsilon_0^2} + \frac{Z^2me^4}{8n_L^2h^2\epsilon_0^2}$$

$$= \frac{Z^2me^4}{8n_L^2h^2\epsilon_0^2} - \frac{Z^2me^4}{8n_H^2h^2\epsilon_0^2} = \frac{Z^2me^4}{8h^2\epsilon_0^2}\left[\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right]$$

উদ্ভাস
একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

# তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালি এবং হাইড্রোজেনের পারমাণবিক বর্ণালির ব্যাখ্যা

$$\Delta E = \frac{Z^2 m e^4}{8 h^2 \epsilon_0^2}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_H^2}\right)$$

$$\Delta E = hf = h\nu$$

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

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{m e^4 Z^2}{8 h^2 \epsilon_0^2}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_H^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{m e^4}{8 h^2 \epsilon_0^2 \times hc}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_H^2}\right) Z^2$$

ধ্রুবক ($R_H$)

→ রিডবার্গ ধ্রুবক $= 1.097 \times 10^7$ $m^{-1}$ একক

# তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালি এবং হাইড্রোজেনের পারমাণবিক বর্ণালির ব্যাখ্যা

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

$\lambda$ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য

$R_H$ = রিডবার্গ ধ্রুবক

$n_L$ = নিম্ন কক্ষ

$n_H$ = উচ্চ কক্ষ

$Z$ = পরমাণু ক্রমাঙ্ক

$\bar{\nu}$ = তরঙ্গসংখ্যা $= \frac{1}{\lambda(m)}\ (m^{-1})$

$E = \frac{hc}{\lambda} = h\nu$

$\nu$ = তরঙ্গসংখ্যা

$R_H = 1.097 \times 10^7\ m^{-1}$

$$= \frac{me^4}{8h^2\epsilon_0^2 \times hc}$$

$$= \frac{me^2}{8h^2\epsilon_0^2} \times \frac{e^2}{hc} = 1.097 \times 10^7\ m^{-1}$$

$c = 3 \times 10^8\ ms^{-1}$

$e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$

$m = 9.11 \times 10^{-31}\ kg$

$h = 6.626 \times 10^{-34}\ Js$

$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\ F/m$

# Poll Question- 1

যদি বিকিরিত বা শোষিত তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 500m হয় তবে তরঙ্গসংখ্যা কত?

(a) 1/500

(b) 1/250

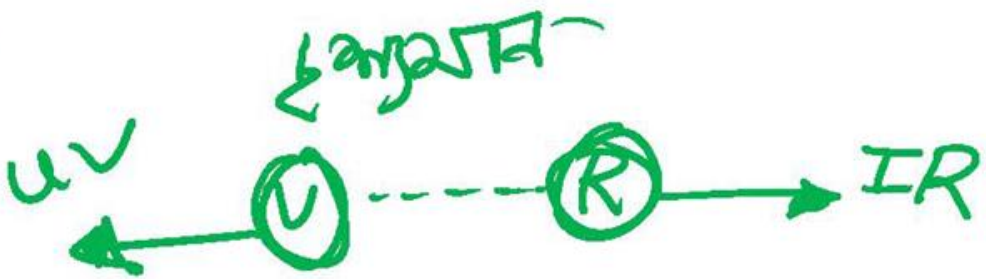
(c) 1/300

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

$$= \frac{1}{500}$$

# বর্ণালির অঞ্চলসমূহ

| 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 |



# দৃশ্যমান আলো ও বর্ণালি

$1\ \text{Å} = 1 \times 10^{-10}\ \text{m}$ | $1\ \text{nm} = 1 \times 10^{-9}\ \text{m}$

| Chart-01 | Chart-02 |
|---|---|
| বিভিন্ন ধরনের তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য | 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 তরঙ্গ দৈর্ঘ্য : > $2.2 \times 10^6$ Å | লাল : 648 – 780 nm |

# Poll Question- 2

➤ ইলেকট্রন লাইমেন সিরিজ থেকে যদি ৫ম শক্তিস্তর এ গেলে উভয় এর মান কত?

(a) nL = 1 and nH = 5

(b) nL = 2 and nH = 5

(c) nL = 5 and nH = 1

(d) nL = 2 and nH = 2

$n_L = 1$

$n_H = 5$

# গাণিতিক সমস্যা

❑ হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন যখন ৪র্থ শক্তিস্তর $(n = 4)$ থেকে দ্বিতীয় শক্তিস্তরে $(n = 2)$ স্থানান্তরিত হয়, তখন সৃষ্ট বর্ণালী রেখার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত হবে এবং বিকিরণের বর্ণ কীরূপ হবে? **[BUET; 06-07, 14-15]**

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

$Z = 1$
$n_L = 2$
$n_H = 4$
$R_H = 1.097 \times 10^7\ m^{-1}$

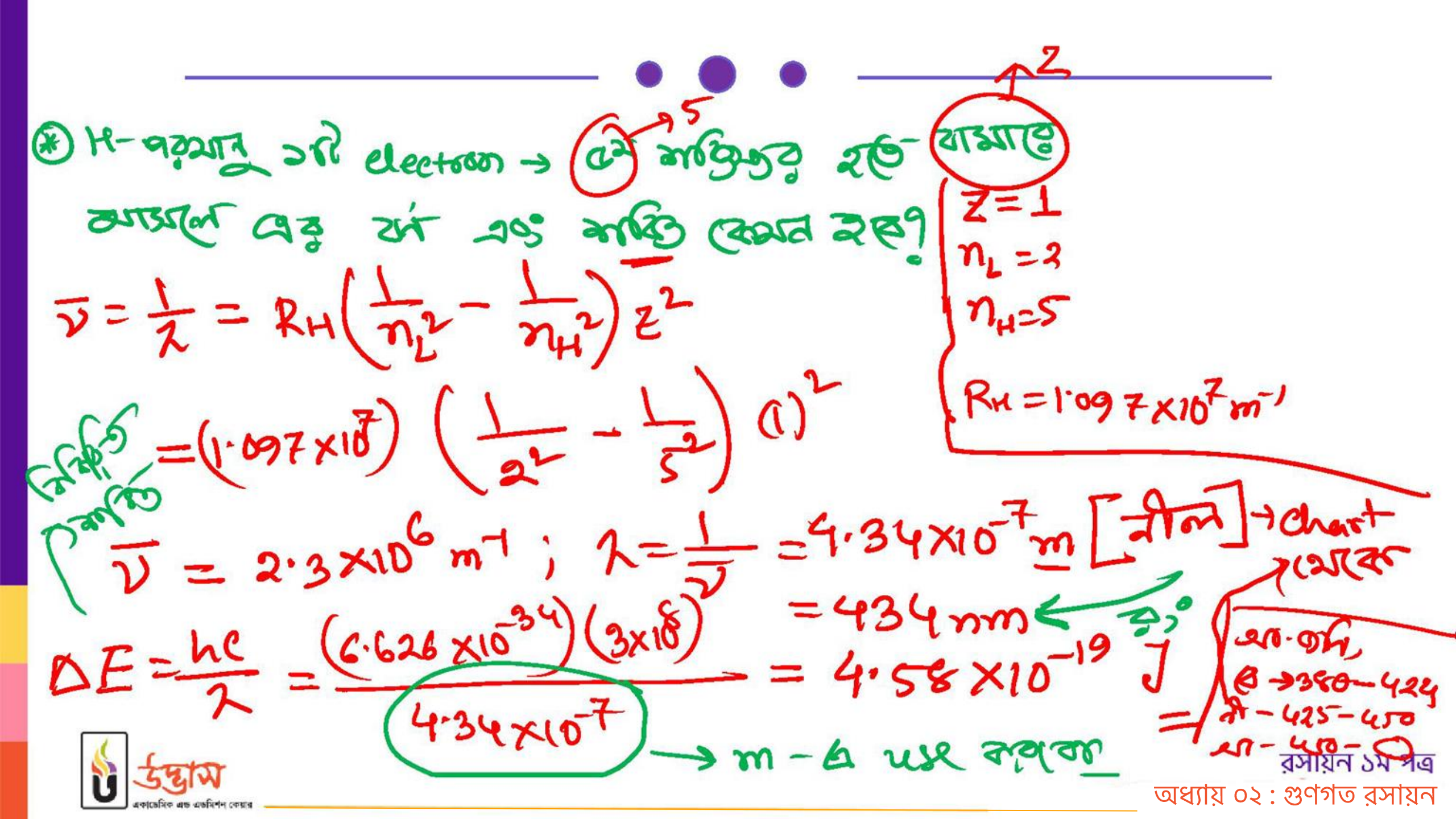
$$= (1.097 \times 10^7)\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)(1)^2$$

$$\bar{\nu} = 2.056 \times 10^6\ m^{-1}$$ (তরঙ্গসংখ্যা)

$$\therefore \lambda = \frac{1}{\bar{\nu}} = 4.86 \times 10^{-7}\ m = 486\ nm$$ [বাসন্তী]

$$= 4.86 \times 10^{-7} \times 10^9\ nm$$

chart থেকে


* H-পরমাণু এর electron → 5ম শক্তিস্তর হলে যদি আমাদের বের হবে এবং শক্তি কেমন হবে?
Z
$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right)Z^2$
Z = 1
$n_L = 2$
$n_H = 5$
$R_H = 1.097 \times 10^7 m^{-1}$
নির্দিষ্ট শক্তি
$= (1.097 \times 10^7)\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}\right)(1)^2$
$\bar{\nu} = 2.3 \times 10^6 m^{-1}$ ; $\lambda = \frac{1}{\bar{\nu}} = 4.34 \times 10^{-7} m$ [নীল] → Chart থেকে
$= 434 nm$
$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{4.34 \times 10^{-7}} = 4.58 \times 10^{-19} J$
→ m-এ use করবো
= বা. তদ্দি, ৫ → ৩৫০-৪২৫ নী - ৪২৫-৪৫০ বা - ৪৫০-

(*) H-পরমাণুতে ১ম ইলেকট্রন হ্যামফ্রেজ থেকে নাইমেশ এ্যাসালে কেমন বর্ণালেখা শক্তি বিস্তৃতি? কলাকৌশল কত?

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

$$\bar{\upsilon} = (1.097\times10^7)\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{6^2}\right)(1)^2$$

$$= 1.06\times10^7 \ m^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{\upsilon} = 9.4\times10^{-8} \ m = 94 \ nm \ [UV]$$

$$E = h\frac{c}{\lambda} = \frac{(6.626\times10^{-34})(3\times10^8)}{(9.4\times10^{-8})} = 2.1\times10^{-18} \ J$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = 3.19\times10^{15} \ Hz$$

$Z = 1$

$n_H = 6$

$n_L = 1$

$R_H = 1.097\times10^7 \ m^{-1}$

$c = 3\times10^8 \ ms^{-1}$

# গাণিতিক সমস্যা

$Z=1 \quad n_L=2$

**H-পরমাণুর ক্ষেত্রে বামার সিরিজের জন্য সর্বোচ্চ তরঙ্গসংখ্যা কত?**

$Z=1$

$n_L=2$

$n_H=\infty$

$R_H=1.097\times10^7\ m^{-1}$

$E_{max} \leftarrow \bar{\nu}_{max}$

$\frac{1}{\lambda}=0$

$\hookrightarrow n_H=\infty$

→ concept

$$\bar{\nu}=R_H\left(\frac{1}{n_L^2}-\frac{1}{n_H^2}\right)Z^2=(1.097\times10^7)\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{\infty^2}\right)(1)^2$$

$$=(1.097\times10^7)\left(\frac{1}{2^2}-0\right)(1)^2=2.74\times10^6\ m^{-1}$$

$$=2742500\ m^{-1}$$

# প্র্যাকটিস প্রবলেম

# প্র্যাকটিস প্রবলেম

$E_{min}$, $f_{min}$, $\lambda_{max}$, $\bar{\nu}_{min}$

$n_H = n_L + 1$

$E_{max}$, $f_{max}$,

$n_H = \infty$ $\lambda_{min}$ = $\bar{\nu}_{max}$

$\nu$ = ফ্রিকোয়েন্সি = $f$

$\bar{\nu}$ = তরঙ্গসংখ্যা

$E = hf \Rightarrow E \propto f$

$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E \propto \frac{1}{\lambda}$

$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$

(*) H-পরমাণুর ব্রাকেট সিরিজের সর্বনিম্ন এবং সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? $Z=1$, $n_L=4$

for, $\lambda_{max} \rightarrow E_{min}$, $n_H = n_L + 1$

$\therefore n_H = 5$

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

$= 246825\ m^{-1}$

$\therefore \lambda_{max} = 4.051 \times 10^{-6}\ m$

$= \frac{1}{\bar{\upsilon}}$

for, $\lambda_{min} \rightarrow E_{max}$

$\downarrow$

$n_H = \infty$

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

$= 685625$

$\lambda_{min} = \frac{1}{\bar{\upsilon}} = 1.4585 \times 10^{-6}\ m$

(*) H-পরমাণুর প্যাশ্চেন সিরিজের সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন কম্পাঙ্ক কত?

$Z=1$ ; $n_L=3$

Emax, $n_H=\infty$

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

$=(1.097\times10^7)\left(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{\infty^2}\right)1^2$

$=1218666.889\ m^{-1}$

$\therefore \lambda = 8.2042\times10^{-7}\ m$

$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626\times10^{-34})\times(3\times10^8)}{(8.2042\times10^{-7})}$

$= 2.4229\times10^{-19}\ J$

Emin, $n_H = n_L+1 = 4$

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

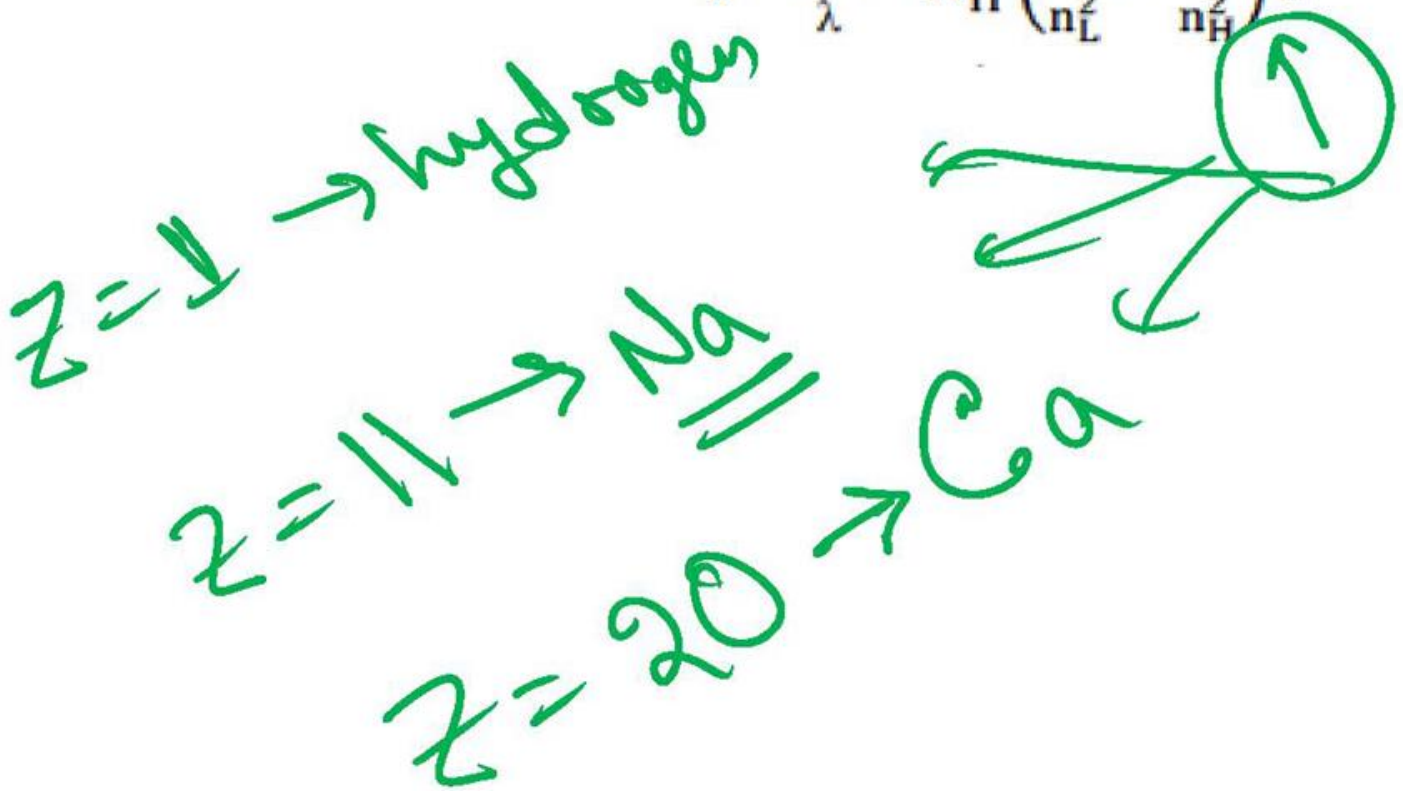
$= 533263.8889$

$\lambda = 1.875\times10^{-6}\ m$

$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = 1.06\times10^{-19}\ J$

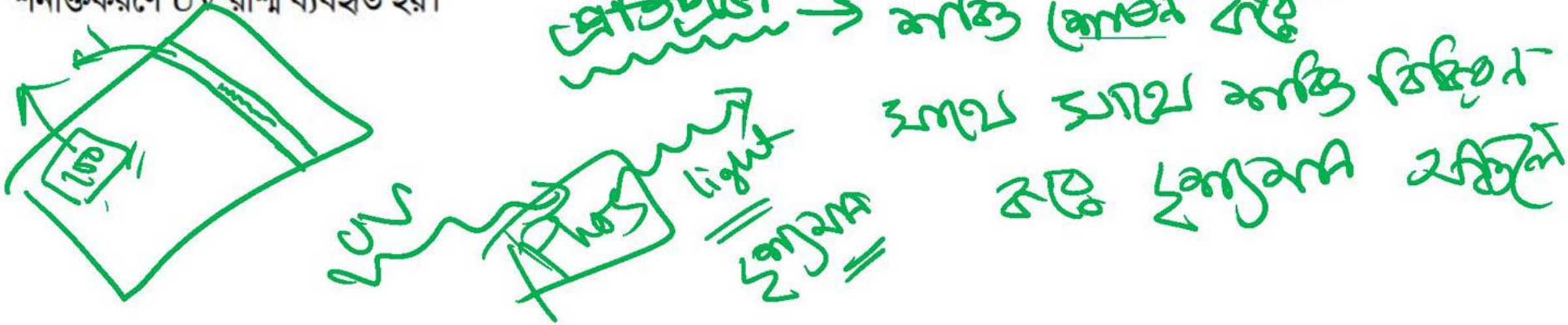
# রেখা বর্ণালির সাহায্যে মৌল শনাক্তকরণ

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



# জাল টাকা/পাসপোর্ট UV-শনাক্তকরণে রশ্মির ব্যবহার

UV রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda = 10nm$ থেকে 380 nm হয়। তবে 230nm – 375nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের UV রশ্মি অপটিকেল সেন্সররূপে [illegible] কারেন্সি নোট ডিটেকটর মেসিনে ব্যবহৃত হয়। কারেন্সি নোটে Security device রূপে অপটিকেল সেন্সর ফসফোর (phosphor) নামক বিশেষ রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহৃত হয়। UV রশ্মির ক্ষুদ্র তরঙ্গ বা বৃহৎ ফ্রিক্যুয়েন্সির ফোটন দ্বারা ফসফোর অণুর ইলেকট্রন উত্তেজিত হয়ে উচ্চতর শক্তি স্তরে উত্থিত হয়। পরক্ষণে ফসফোর অণুর উত্তেজিত ইলেকট্রন অস্থিতিশীল উত্তেজিত অবস্থা থেকে সুস্থিত অবস্থায় ফেরার পথে পূর্বের শোষিত শক্তি দৃশ্যমান আলোর নির্দিষ্ট বর্ণের ফ্রিক্যুয়েন্সিতে বিকিরিত হয়। এ বিকিরণ বর্ণযুক্ত আলো হওয়ায় একে [illegible] (fluorescence) বলে। এ নীতির উপর ভিত্তি করেই জাল টাকা / পাসপোর্ট শনাক্তকরণে UV রশ্মি ব্যবহৃত হয়।



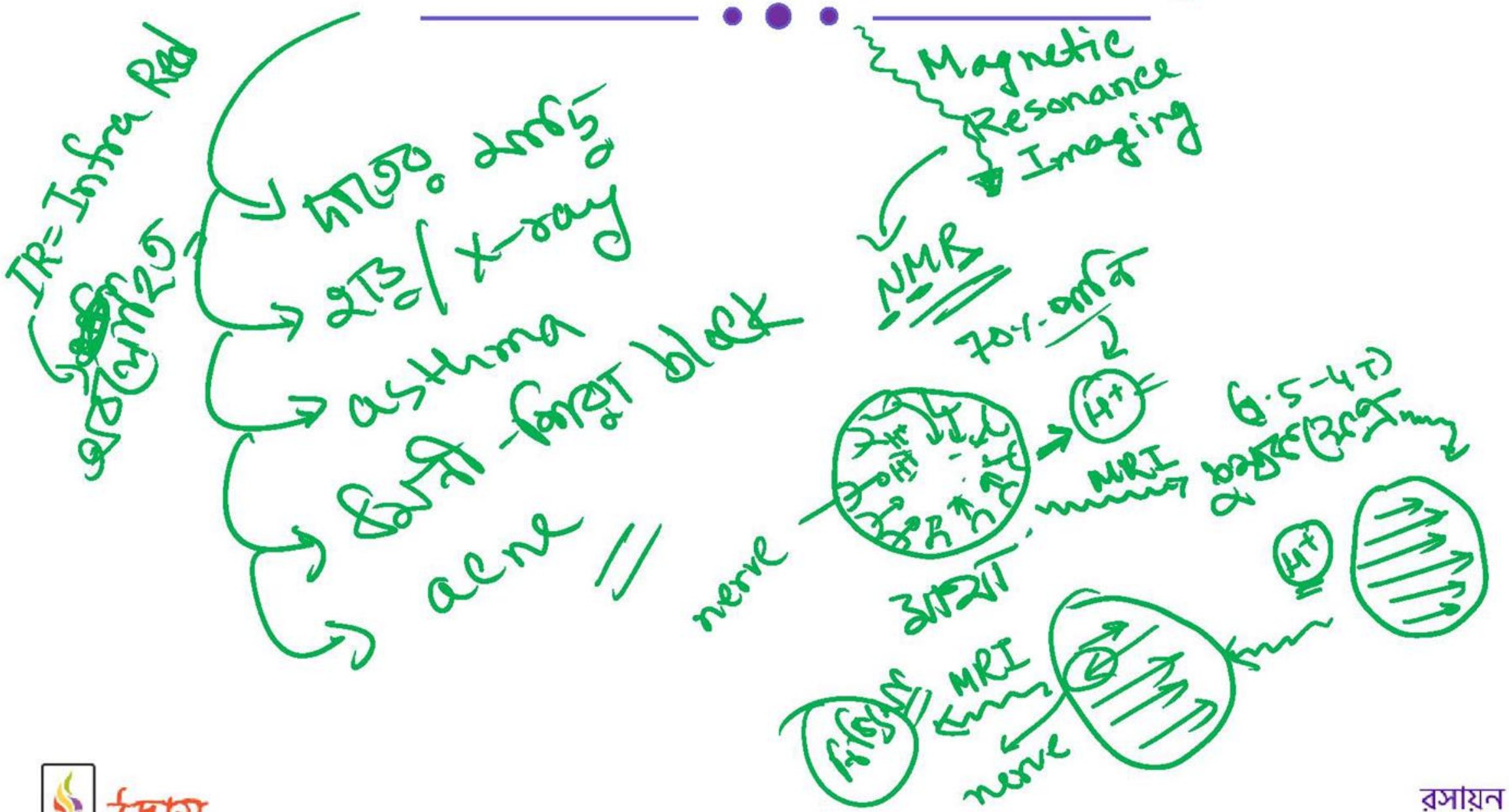
# Poll Question- 3

➢ জাল টাকা/পাসপোর্ট শনাক্তকরণে যে পদার্থ ব্যবহার করা হয় তা হল :

(a) ফসফোর

(b) IR

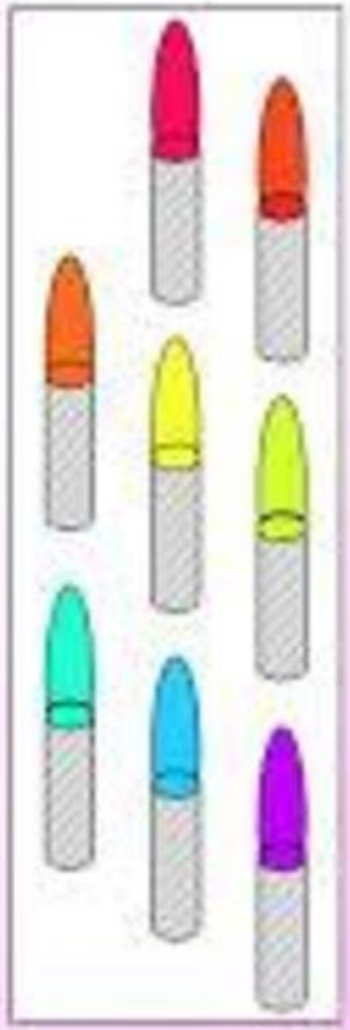
# চিকিৎসাক্ষেত্রে IR-রশ্মির ব্যবহার ও রোগ নির্ণয়ে MRI পরীক্ষার মূলনীতি



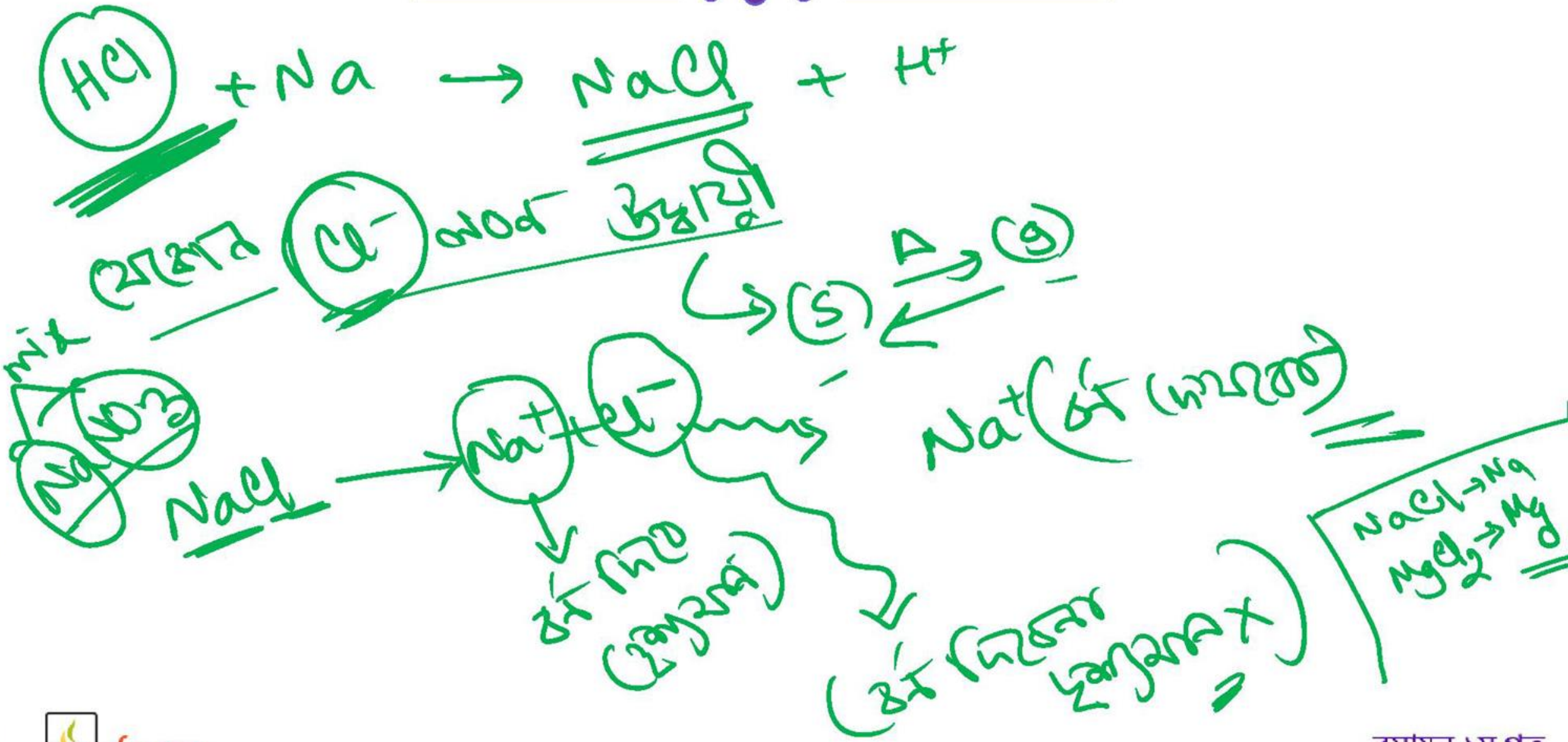
# শিখা পরীক্ষার সাহায্যে ধাতব আয়ন শনাক্তকরণ

## Flame Test Identification Key

| Metal Atom | Flame Color |
|---|---|
| Lithium | Red (deep) |
| Strontium | Red/Orange |
| Calcium | Orange |
| Sodium | Yellow (bright) |
| Barium | Yellow/Green |
| Copper | Green/Blue |
| Lead | Blue (light) |
| Potassium | Violet (light) |



# শিখা পরীক্ষার সাহায্যে ধাতব আয়ন শনাক্তকরণে এসিড ব্যবহার



# Poll Question- 4

➢ শিখা পরিক্ষায় নিচের কোন এসিড ব্যাবহার করা হয়?

(a) $HCl$

(b) $HNO_3$

(c) $H_2CO_3$

লেগে থাকো সৎ ভাবে,
স্বপ্ন জয় তোমারই হবে।