

## ◆ लेजर के प्रकार (Types of LASER)

- रूबी लेजर (Ruby Laser) → Solid State LASER
- हीलियम-नियॉन लेजर (He-Ne Laser) → Gaseous LASER

## Ruby LASER

↳ solid state LASER (ठोस अवस्था लेजर)



### रूबी लेजर (Ruby Laser)

रूबी लेजर पहला सफल ठोस-अवस्था (Solid-State) लेजर है

The ruby laser is the first successful solid-state laser

यह क्रोमियम डॉप्ड एल्युमिनियम ऑक्साइड क्रिस्टल को सक्रिय माध्यम (Active Medium) के रूप में

उपयोग करता है और लाल रंग की लेजर बीम उत्पन्न करता है।

It uses chromium doped aluminium oxide crystals as the active medium and  
generates a red coloured laser beam.

## घटक (Components of Ruby Laser)

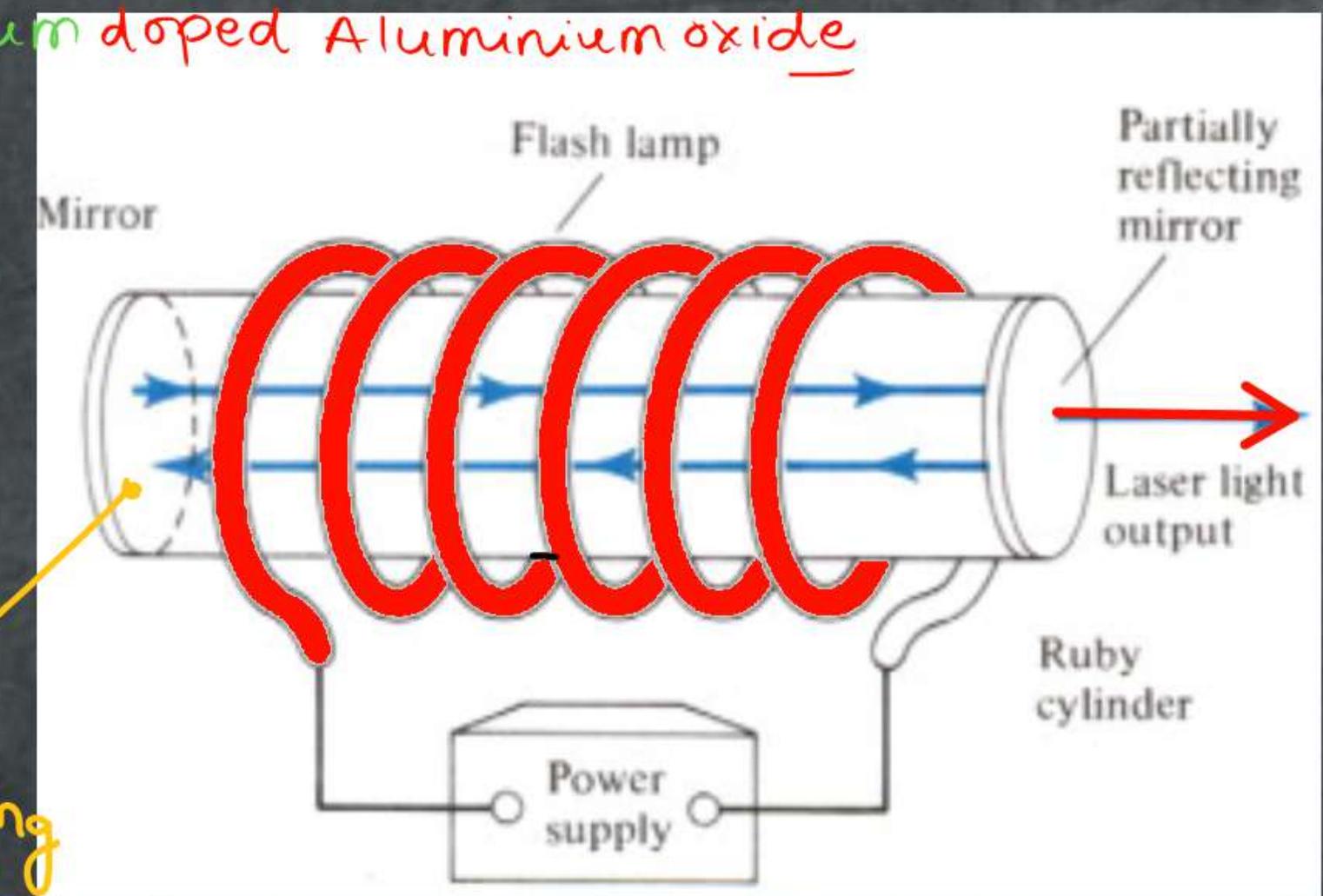
✓ सक्रिय माध्यम (Active Medium): → Chromium doped Aluminium oxide

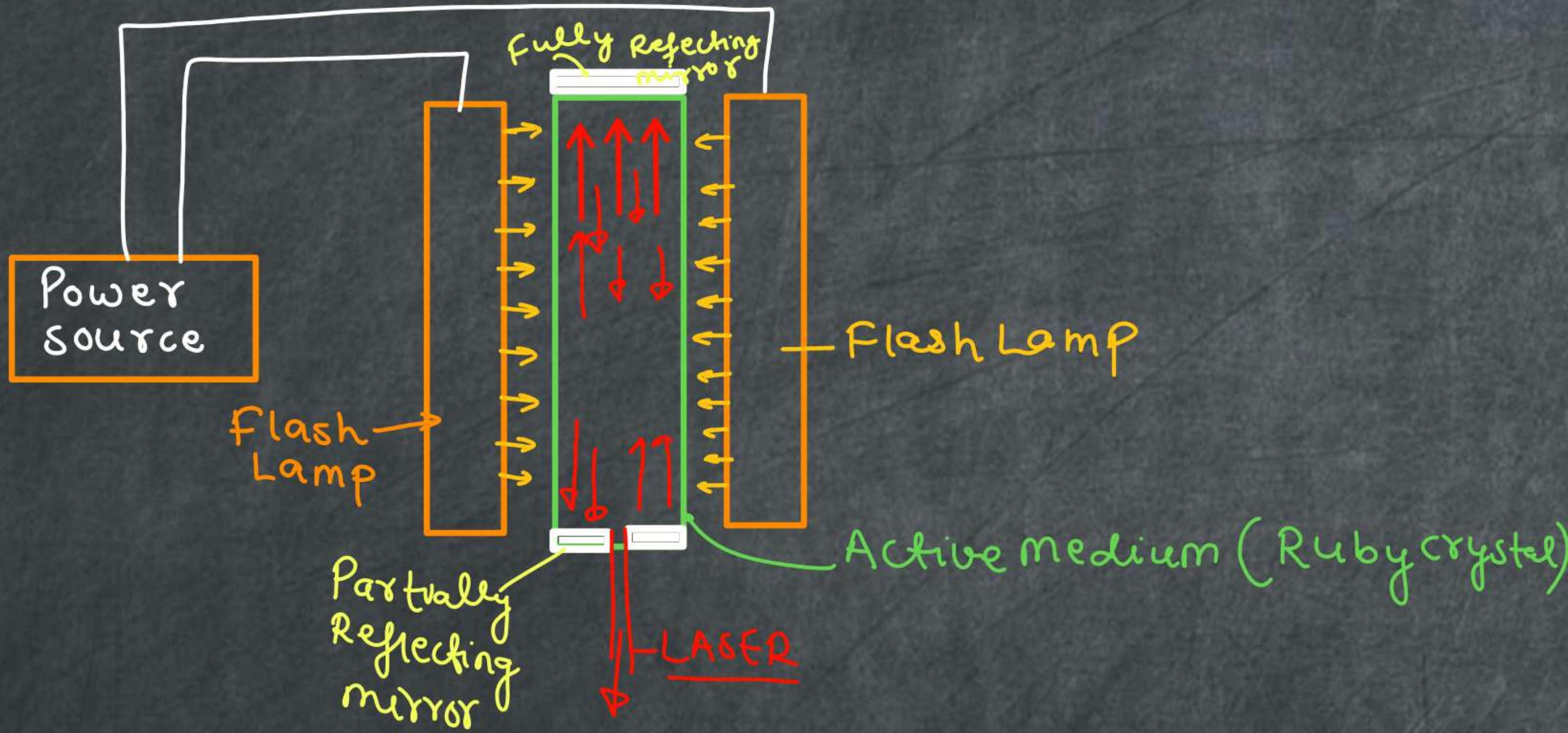
✓ पंपिंग स्रोत (Pumping Source): ✓

✓ ऑप्टिकल रेजोनेटर (Optical Resonator): ✓

✓ ऊर्जा स्रोत (Power Supply): ✓

→ Flash Lamp के  
विघुत  
Fully  
Reflecting  
mirror





## ✓ सक्रिय माध्यम (Active Medium):

रूबी क्रिस्टल

इसमें क्रोमियम आयन ( $\text{Cr}^{3+}$ ) लेजर क्रिया में भाग लेते हैं।

In this, chromium ions ( $\text{Cr}^{3+}$ ) take part in laser action.

## ✓ पंपिंग स्रोत (Pumping Source):

फ्लैशलैंप (Flash Lamp) ✓

यह क्रिस्टल को ऊर्जा प्रदान करता है ताकि इलेक्ट्रॉन उच्च ऊर्जा स्तर पर जाएं।

This provides energy to the crystal so that the electrons move to higher energy levels.

✓ ऑप्टिकल रेजोनेटर (Optical Resonator):

एक पूर्ण परावर्तक (100% Reflective Mirror) और एक आंशिक पारगम्य दर्पण (Partially Reflective Mirror)

A 100% reflective mirror and a partially reflective mirror

## ✓ ऊर्जा स्रोत (Power Supply):

उच्च वोल्टेज (High Voltage Power Supply) फ्लैशलैंप को ऊर्जा प्रदान करता है।

High voltage power supply provides energy to the flashlamp.

## कार्य सिद्धांत (Working Principle of Ruby Laser)

रूबी लेजर समष्टि प्रतिलोमन (Population Inversion) और प्रेरित उत्सर्जन (Stimulated Emission) पर आधारित होता है।

Ruby laser is based on population inversion and stimulated emission.

Steps →

- 1 पंपिंग प्रक्रिया (Pumping Process): → Flash Lamp
- 2 समष्टि प्रतिलोमन (Population Inversion):
- 3 प्रेरित उत्सर्जन (Stimulated Emission): ✓
- 4 बीम प्रवर्धन (Beam Amplification): ✓
- 5 आउटपुट लेजर (Laser Output): ✓

## 1 पंपिंग प्रक्रिया (Pumping Process):

फ्लैशलैंप से निकलने वाला प्रकाश क्रोमियम आयनों ( $\text{Cr}^{3+}$ ) को उच्च ऊर्जा स्तर ( $E_2$ ) पर भेजता है।

The light from the flashlamp sends chromium ions ( $\text{Cr}^{3+}$ ) to a higher energy level ( $E_2$ ).

## 2 समष्टि प्रतिलोमन (Population Inversion):

जब अधिक संख्या में क्रोमियम आयन उच्च ऊर्जा स्तर ( $E_2$ ) पर आ जाते हैं तो समष्टि प्रतिलोमन उत्पन्न होता है।

Population inversion arises when more number of chromium ions occupy higher energy level ( $E_2$ ).

## 3 प्रेरित उत्सर्जन (Stimulated Emission):

कोई फोटॉन जब मेटास्टेबल अवस्था के इलेक्ट्रॉन से टकराता है, तो वह अतिरिक्त फोटॉन उत्पन्न करता है, जिससे लेजर क्रिया शुरू होती है।

When a photon hits an electron in a metastable state, it produces an additional photon, which starts the laser action.

## 4 बीम प्रवर्धन (Beam Amplification):

 Optical Resonator

उत्पन्न फोटॉनों को ऑप्टिकल रेजोनेटर (दर्पण प्रणाली) के द्वारा बार-बार परावर्तित किया जाता है,  
जिससे लेजर बीम और अधिक शक्तिशाली बनती है।

The photons produced are reflected repeatedly by an optical resonator  
(mirror system), making the laser beam more powerful.

### 5 आउटपुट लेजर (Laser Output):

आंशिक पारगम्य दर्पण से लेजर बीम बाहर निकलती है।

The laser beam emerges from a partially transmissive mirror.

## अनुप्रयोग (Applications of Ruby Laser)

- ✓ औद्योगिक कटिंग और ड्रिलिंग (Industrial Cutting & Drilling)
- ✓ होलोग्राफी (Holography) और 3D इमेजिंग
- ✓ नेत्र चिकित्सा (Retinal Surgery & Eye Treatment)
- ✓ मिसाइल गाइडेंस और रक्षा प्रणाली (Defense & Military Applications)
- ✓ भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (Geological Surveys)

## सीमाएँ (Limitations of Ruby Laser)

- ✗ कम दक्षता (**Low Efficiency**): ✓
- ✗ स्पंदित मोड (Pulsed Mode) में कार्य करता है:
- ✗ अधिक ऊर्जा की आवश्यकता (High Energy Requirement):
- ✗ गर्मी उत्पन्न करता है (Produces Heat): ✓
- ✗ धीमी पुनर्प्राप्ति दर (Slow Recovery Rate): ✓

(2) Helium-Neon (He-Ne) LASER  $\Rightarrow$

$\hookrightarrow$  (He-Ne) mixture Active medium

Gaseous State LASER (जैसीय अवस्थालैजर)

## ● हीलियम-नियॉन लेजर (He-Ne Laser)

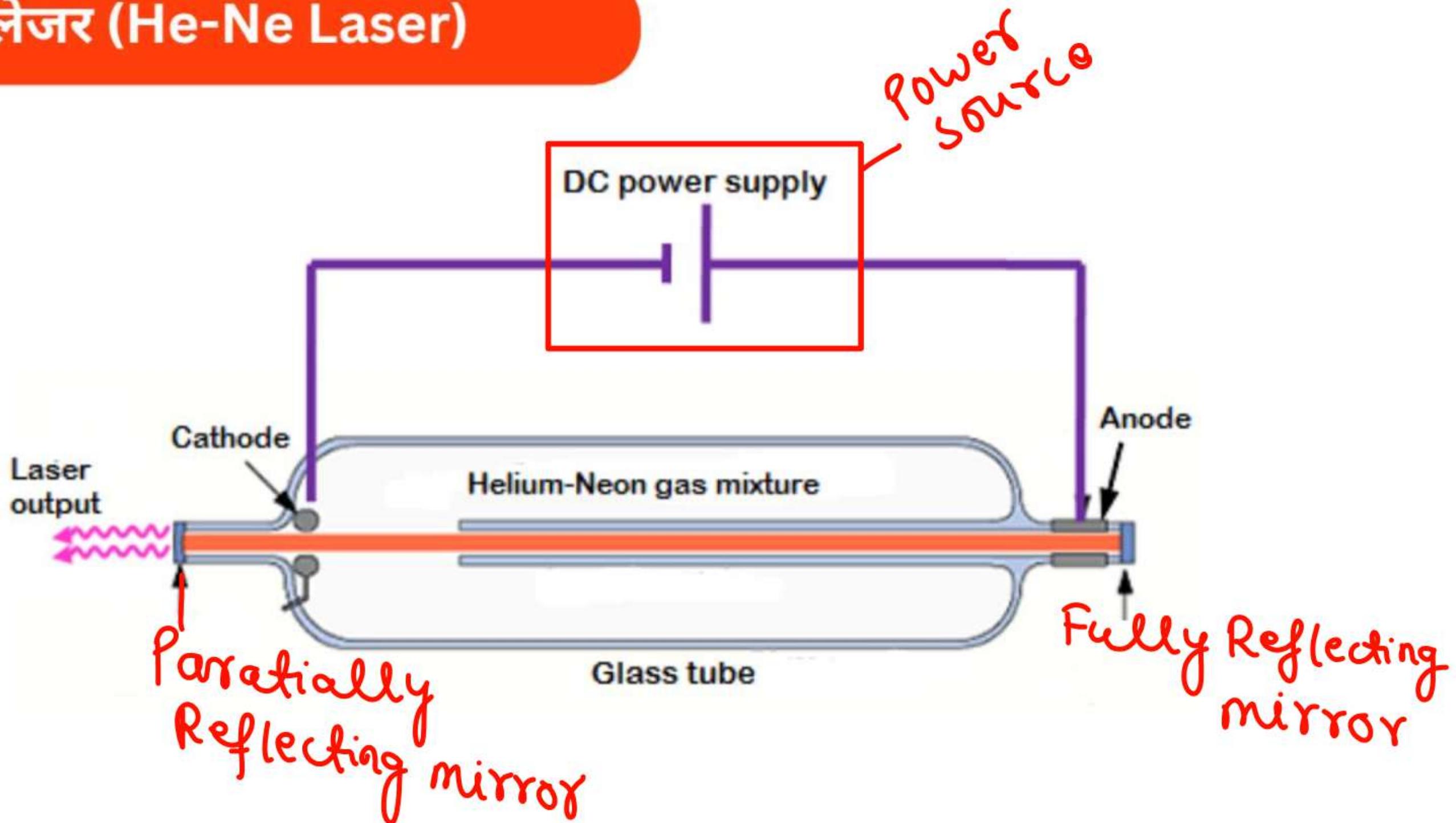
हीलियम-नियॉन (He-Ne) लेजर पहला सफल गैस लेजर है

The helium-neon (He-Ne) laser is the first successful gas laser

यह हीलियम (He) और नियॉन (Ne) गैसों के मिश्रण से बनता है और मुख्य रूप से लाल रंग की लेजर बीम उत्पन्न करता है।

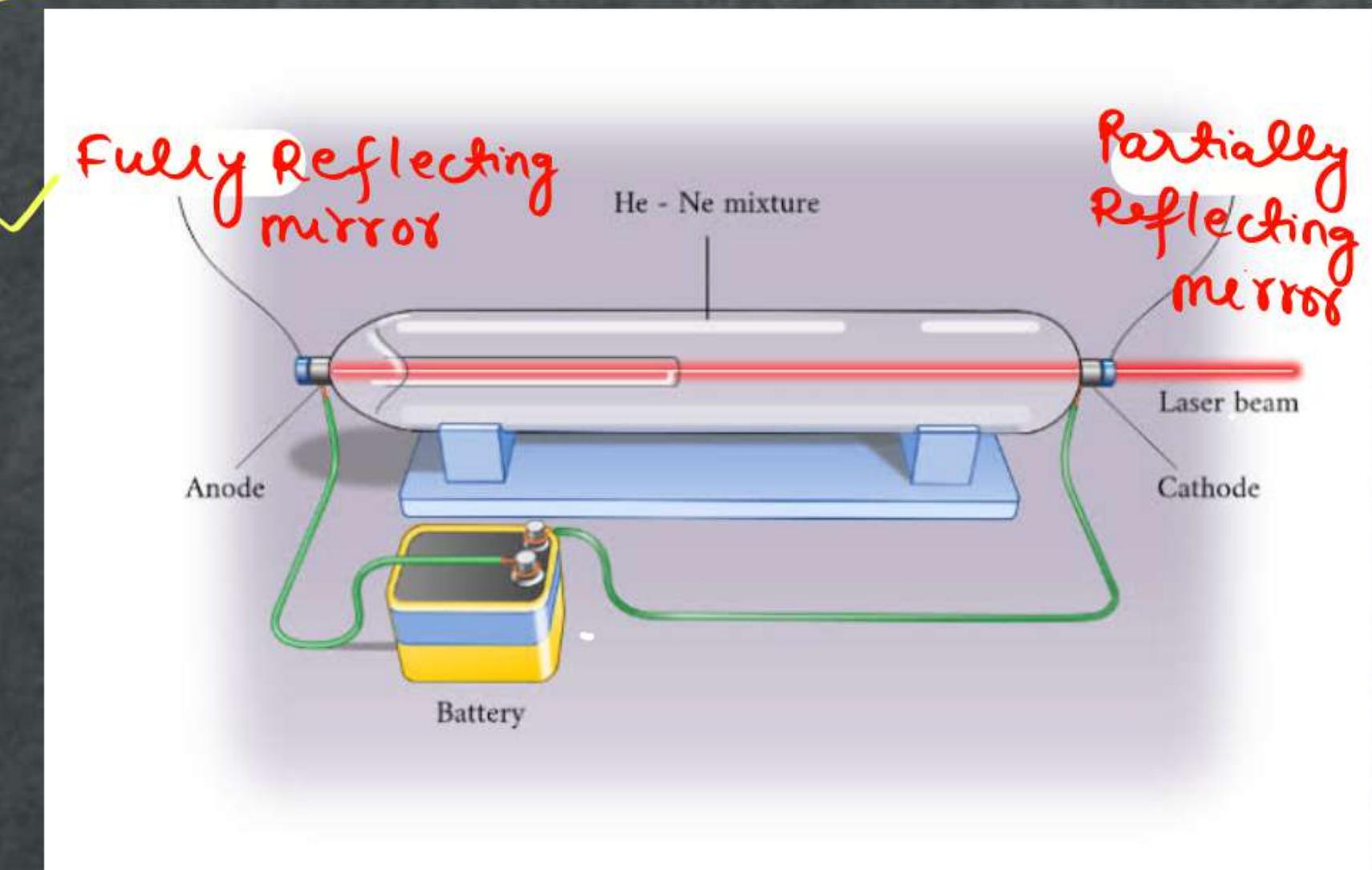
It is made of a mixture of helium (He) and neon (Ne) gases and produces a laser beam that is predominantly red in color.

## हीलियम-नियॉन लेजर (He-Ne Laser)



## घटक (Components of He-Ne Laser)

- ✓ सक्रिय माध्यम (Active Medium): He-Ne mixture
- ✓ पंपिंग स्रोत (Pumping Source): DC
- ✓ ऑप्टिकल रेजोनेटर (Optical Resonator): ✓
- ✓ ऊर्जा स्रोत (Power Supply): ✓



## ✓ सक्रिय माध्यम (Active Medium):

हीलियम (He) और नियॉन (Ne) गैसों का मिश्रण

A mixture of helium (He) and neon (Ne) gases

नियॉन परमाणु लेजर क्रिया में भाग लेते हैं। Neon atoms take part in laser action.

✓ पंपिंग स्रोत (Pumping Source):

DC विद्युत निर्वहन (Electrical Discharge using High Voltage Power Supply)

### ✓ ऑप्टिकल रेजोनेटर (Optical Resonator):

दो दर्पण (Mirrors) – एक पूर्ण परावर्तक (Fully Reflecting Mirror) और एक आंशिक पारगम्य दर्पण (Partially Reflecting Mirror)

यह लेजर बीम को बढ़ाने और दिशा देने का कार्य करता है।

**It serves to amplify and direct the laser beam.**

## ✓ ऊर्जा स्रोत (Power Supply):

5 से 10 kV DC सप्लाई जो गैस ट्यूब में विद्युत निर्वहन उत्पन्न करती है।

5 to 10 kV DC supply which produces an electric discharge in the gas tube.

## कार्य सिद्धांत (Working Principle of He-Ne Laser)

हीलियम-नियॉन लेजर का कार्य **समष्टि प्रतिलोमन (Population Inversion)** और प्रेरित उत्सर्जन (Stimulated Emission) पर आधारित होता है।

**The working of helium-neon laser is based on population inversion and stimulated emission.**

Steps→

- 1 गैस उत्तेजना (Excitation of Gas Atoms): → Pumping
- 2 ऊर्जा स्थानांतरण (Energy Transfer): ✓
- 3 समष्टि प्रतिलोमन (Population Inversion): ✓
- 4 प्रेरित उत्सर्जन (Stimulated Emission): ✓
- 5 बीम प्रवर्धन (Beam Amplification): ✓
- 6 आउटपुट लेजर (Laser Output): ✓

## 1 गैस उत्तेजना (Excitation of Gas Atoms):

 Pumping

उच्च वोल्टेज DC आपूर्ति से गैस ट्यूब में इलेक्ट्रॉन डिस्चार्ज उत्पन्न होता है, जिससे हीलियम और नियॉन परमाणु उत्तेजित होते हैं।

A high voltage DC supply produces an electron discharge in the gas tube, exciting the helium and neon atoms.

## 2 ऊर्जा स्थानांतरण (Energy Transfer):

हीलियम परमाणु उच्च ऊर्जा स्तर पर पहुंचते हैं और नियॉन परमाणुओं को ऊर्जा स्थानांतरित करते हैं, जिससे नियॉन परमाणु उत्तेजित अवस्था में पहुंचते हैं।

The helium atoms reach a higher energy level and transfer energy to the neon atoms, causing the neon atoms to reach an excited state.

## 3 समष्टि प्रतिलोमन (Population Inversion): ✓

नियॉन परमाणु की उच्च ऊर्जा अवस्था ( $E_2$ ) में इलेक्ट्रॉनों की संख्या निम्न ऊर्जा अवस्था ( $E_1$ ) की तुलना में अधिक हो जाती है।

The number of electrons in the higher energy state ( $E_2$ ) of neon atom becomes more than that in the lower energy state ( $E_1$ ).

#### 4 प्रेरित उत्सर्जन (Stimulated Emission):

जब एक फोटॉन उत्तेजित नियॉन परमाणु से टकराता है, तो नियॉन परमाणु एक अतिरिक्त फोटॉन उत्सर्जित करता है, जिससे की लेजर बीम उत्पन्न होती है।

When a photon strikes an excited neon atom, the neon atom emits an additional photon, producing a laser beam.

#### 5 बीम प्रवर्धन (Beam Amplification): ✓

उत्पन्न फोटॉनों को ऑप्टिकल रेजोनेटर (दर्पण प्रणाली) के द्वारा बार-बार परावर्तित किया जाता है, जिससे लेजर बीम और अधिक सशक्त होती है।

The photons produced are reflected repeatedly by an optical resonator (mirror system), making the laser beam even more powerful.

## 6 आउटपुट लेजर (Laser Output):

आंशिक पारगम्य दर्पण से लेजर बीम बाहर निकलती है।

The laser beam emerges from a partially transmissive mirror.

## अनुप्रयोग (Applications of He-Ne Laser)

- ✓ ऑप्टिकल संचार (Optical Communication):
- ✓ होलोग्राफी (Holography): स्टीक 3D इमेज बनाने में।
- ✓ चिकित्सा (Medical Applications): माइक्रोस्कोपी और शरीर के अंदरूनी स्कैनिंग में।
- ✓ लेजर प्रिंटर और बारकोड स्कैनर (Laser Printers & Barcode Scanners): तेज़ और स्टीक स्कैनिंग के लिए।
- ✓ वैज्ञानिक अनुसंधान (Scientific Research): भौतिकी और ऑप्टिकल प्रयोगों में उपयोग।

## सीमाएँ (Limitations of He-Ne Laser)

- ✗ दक्षता कम होती है (Low Efficiency): ✓
- ✗ कम शक्ति उत्पादन (Low Power Output): ✓
- ✗ संभालना कठिन (Difficult Handling): ✓
- ✗ अन्य लेजर से धीमा (Slower than Other Lasers) ✓

5 marks

Question → Ruby LASER की क्रियाविधि लिखिए।  
→ He-Ne LASER की क्रियाविधि लिखिए।