

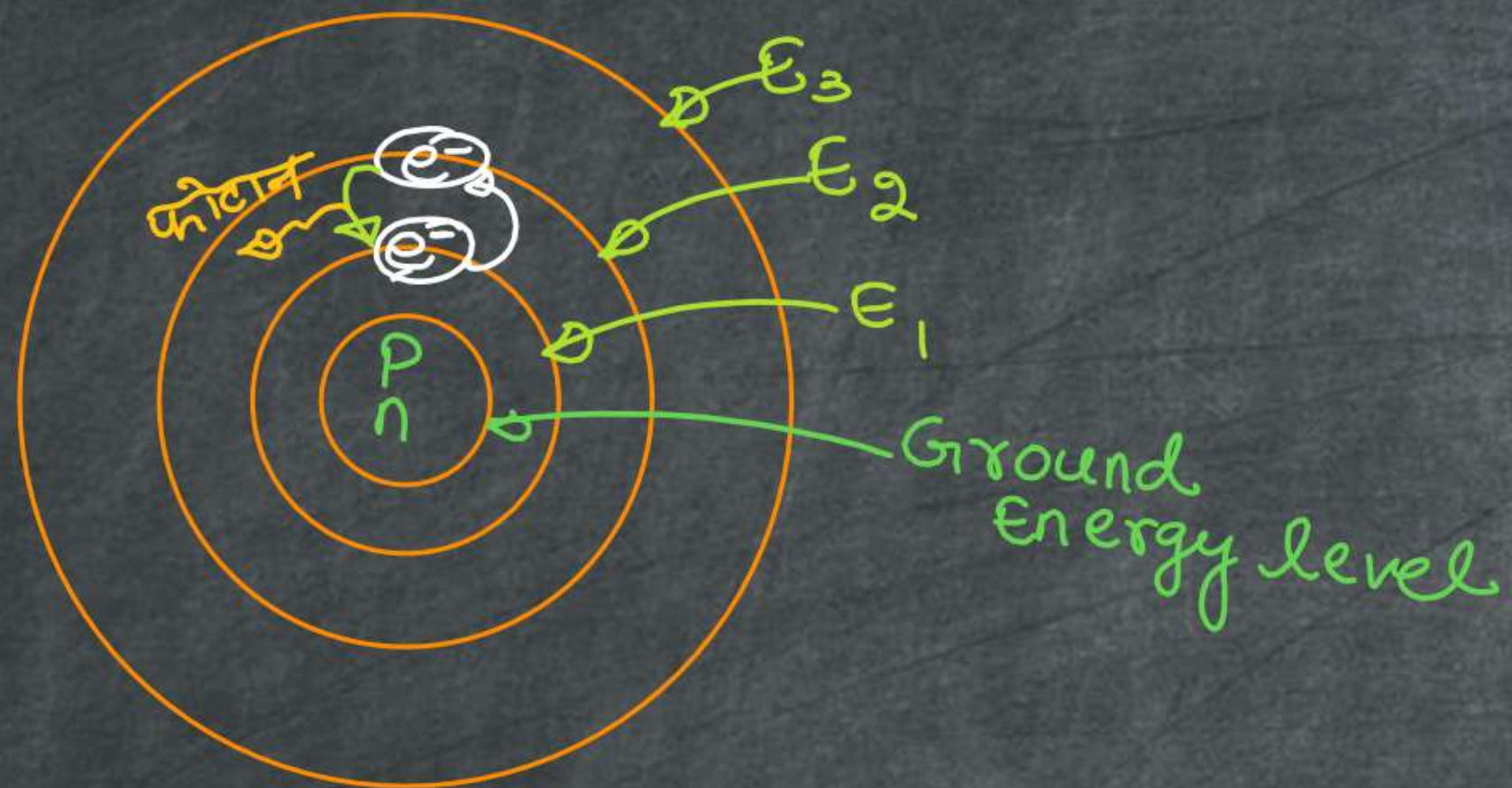
## Chapter-07 Modern Physics

- 7.1 Lasers: Energy levels, ionization and excitation potential, spontaneous and stimulated emission, population inversion, pumping methods.
- 7.2 Types of lasers: Ruby, He- Ne lasers, Laser characteristic, Engineering and medical applications of lasers.
- 7.3 Fiber optics- introduction to optical fibers, light propagation, acceptance angle and numerical aperture, fiber types, application in telecommunication, medical and sensors.
- 7.4 Nano Science and Nano technology: Introduction, nano particles and nano materials, properties at Nano scale, Nano technology, nano technology based devices and applications.



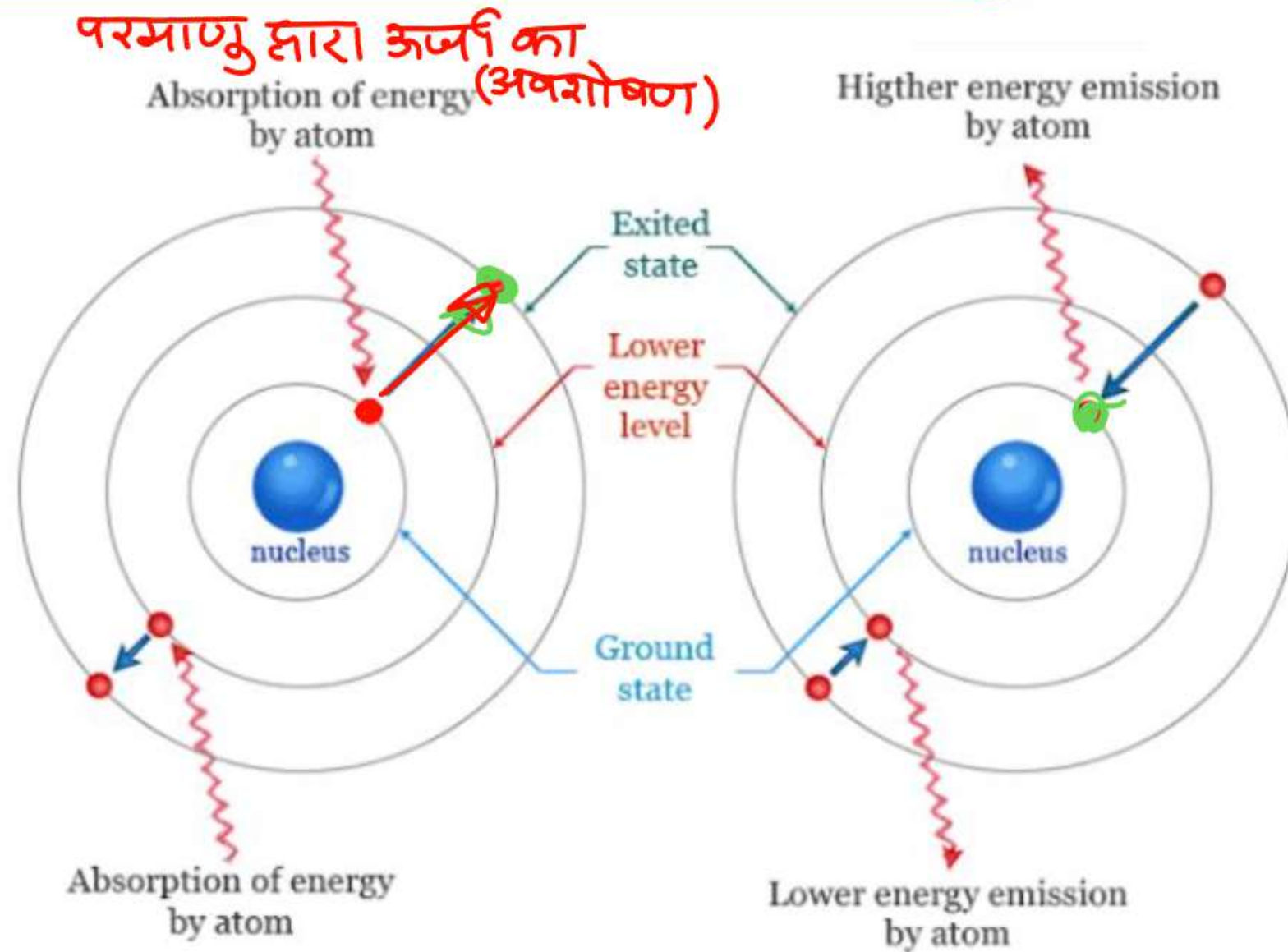
$10^{-8}$  second ✓

फोटॉन (विद्युत  
चुम्बकीय  
तरंग)





परमाणु द्वारा ऊर्जा का उत्सर्जन या अवशोषण  
(Emission or Absorption of Energy by an Atom)





परमाणु द्वारा ऊर्जा का उत्सर्जन या अवशोषण  
(Emission or Absorption of Energy by an Atom)

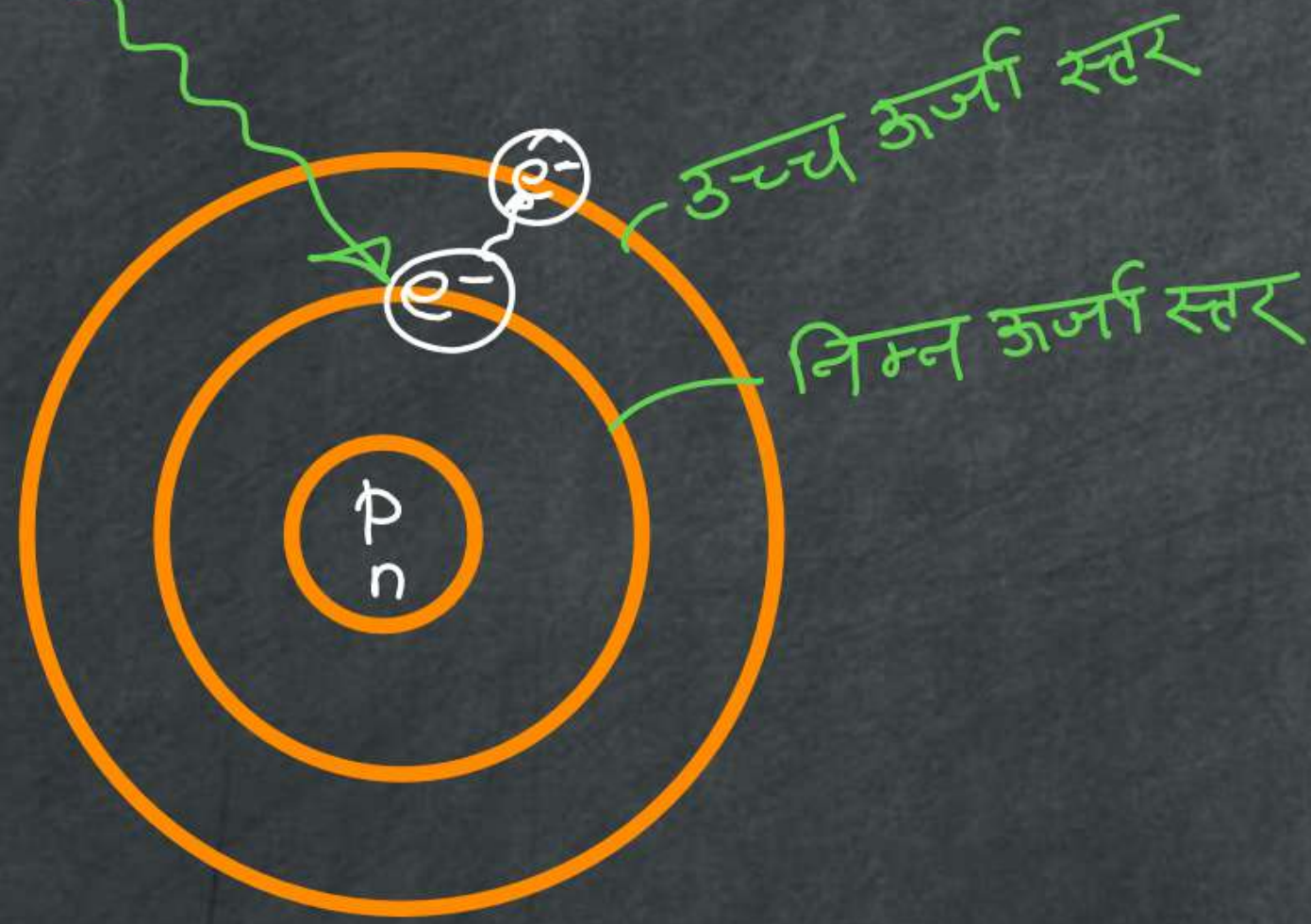
- स्थायी कक्षा में घूमता इलेक्ट्रॉन न तो ऊर्जा का उत्सर्जन करता है और न ऊर्जा का अवशोषण।
- The electron revolving in a stable orbit neither emits energy nor absorbs energy.
- जब परमाणु को बाहर से किसी कारणवश ऊर्जा मिलती है तो उसका कोई इलेक्ट्रॉन उत्तेजित होकर अपनी मूल कक्षा से अधिक ऊर्जा की संगत कक्षा में चला जाता है। इस अवस्था को परमाणु का उत्तेजन (Excitation) कहते हैं।
- When an atom receives energy from outside due to some reason, then one of its electrons gets excited and moves from its original orbit to the corresponding orbit of higher energy. This state is called excitation of the atom



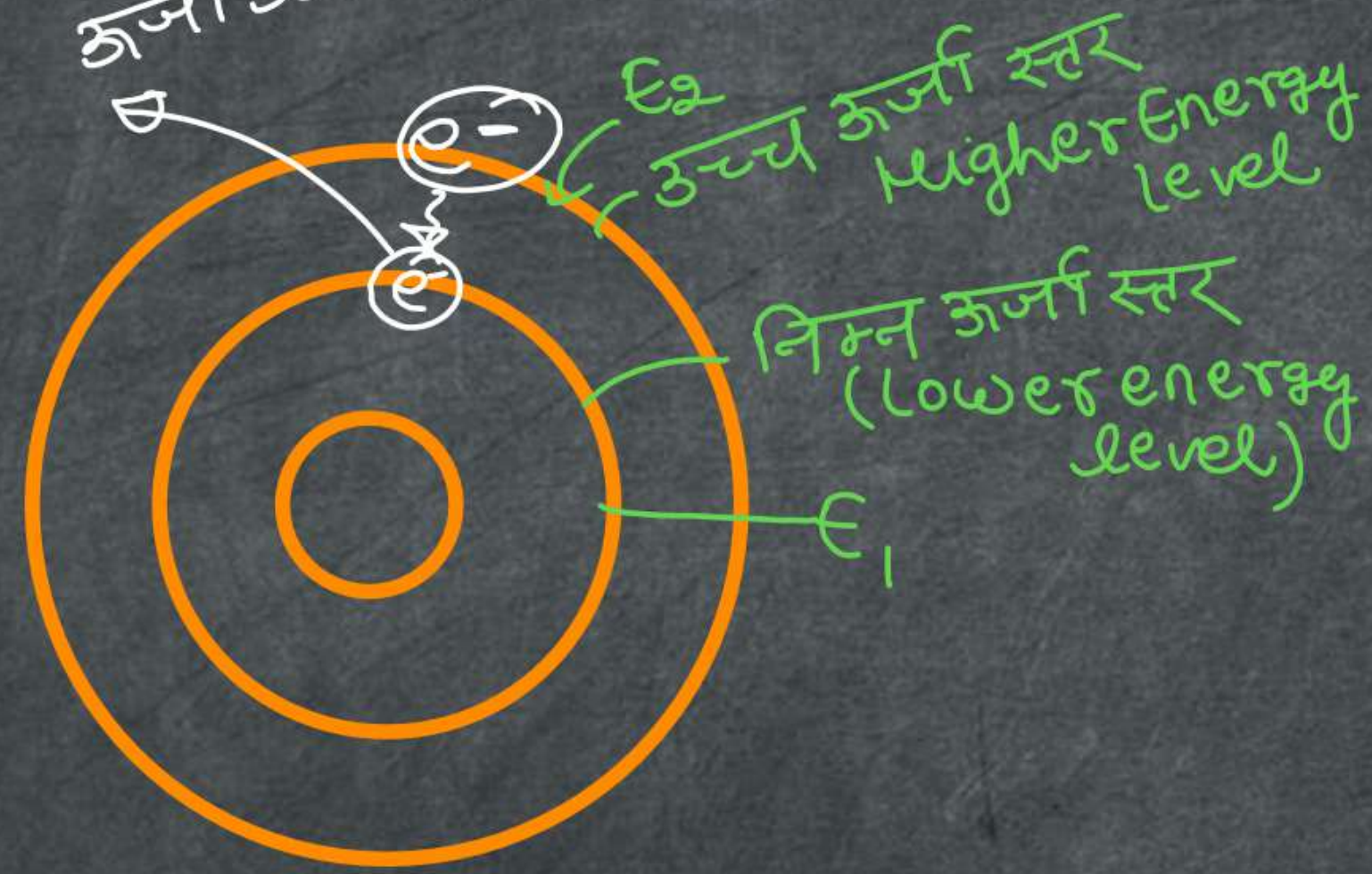
- परमाणु की उत्तेजन अवस्था क्षणिक होती है जो केवल  $10^{-8}$  सेकण्ड तक ही रहती है। क्योंकि निम्न ऊर्जा की कक्षा से उच्च ऊर्जा की कक्षा में जाने वाला (उत्तेजित) इलेक्ट्रॉन इसी सूक्ष्म समय अवधि में पुनः अपनी मूल ऊर्जा अवस्था में वापिस लौट आता है।
- The excited state of an atom is momentary and lasts only for  $10^{-8}$  seconds. Because the (excited) electron going from a low energy orbit to a high energy orbit returns back to its original energy state in this short time period.
- इस प्रक्रिया में इलेक्ट्रॉन अधिक ऊर्जा अवस्था से जब निम्न ऊर्जा अवस्था में लौटता है तो दोनों अवस्थाओं की ऊर्जाओं के अन्तर के बराबर ऊर्जा का फोटॉन (विद्युत चुम्बकीय विकिरण) का उत्सर्जन करता है
- In this process, when the electron returns from a higher energy state to a lower energy state, it emits a photon (electromagnetic radiation) of energy equal to the difference between the energies of the two states.



परमाणु को दी  
गयी ऊर्जा



ऊर्जा उत्सर्जित (फोटोन)





माना  $E_1$  निम्न ऊर्जा स्तर तथा  $E_2$  उच्च ऊर्जा स्तर है  
जब इलेक्ट्रॉन उच्च ऊर्जा स्तर से निम्न ऊर्जा स्तर पर आता है

Then Emitted Energy

$$(E_2 - E_1) = h\nu$$

$h$  = Planck's constant

$\nu$  = frequency

$$(E_2 - E_1) = h \frac{c}{\lambda}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$



## Energy Levels (ऊर्जा स्तर)

- किसी भी परमाणु या अणु में इलेक्ट्रॉन विभिन्न ऊर्जा स्तरों में स्थित होते हैं।
- The electrons in any atom or molecule are located in different energy levels.
- ऊर्जा स्तरों को आमतौर पर  $E_1, E_2, E_3...$  के रूप में दर्शाया जाता है, जहाँ  $E_1$  सबसे निम्न ऊर्जा स्तर (ground state) और  $E_2, E_3$  उच्च ऊर्जा स्तर (excited states) होते हैं।
- Energy levels are usually represented as  $E_1, E_2, E_3...$ , where  $E_1$  is the lowest energy level (ground state) and  $E_2, E_3$  are higher energy levels (excited states).



- जब कोई इलेक्ट्रॉन एक ऊर्जावान (higher) स्तर पर जाता है, तो उसे excited state में कहा जाता है, और जब वह वापस निम्न ऊर्जा स्तर पर आता है, तो वह ऊर्जा प्रकाश (photon) के रूप में छोड़ता है।
- When an electron moves to a higher energy level, it is said to be in an excited state, and when it falls back to a lower energy level, it releases energy in the form of light (photons).
- ऊर्जा स्तरों के बीच यह परिवर्तन लेजर क्रिया के लिए बहुत महत्वपूर्ण है।
- This transition between energy levels is very important for laser operation.



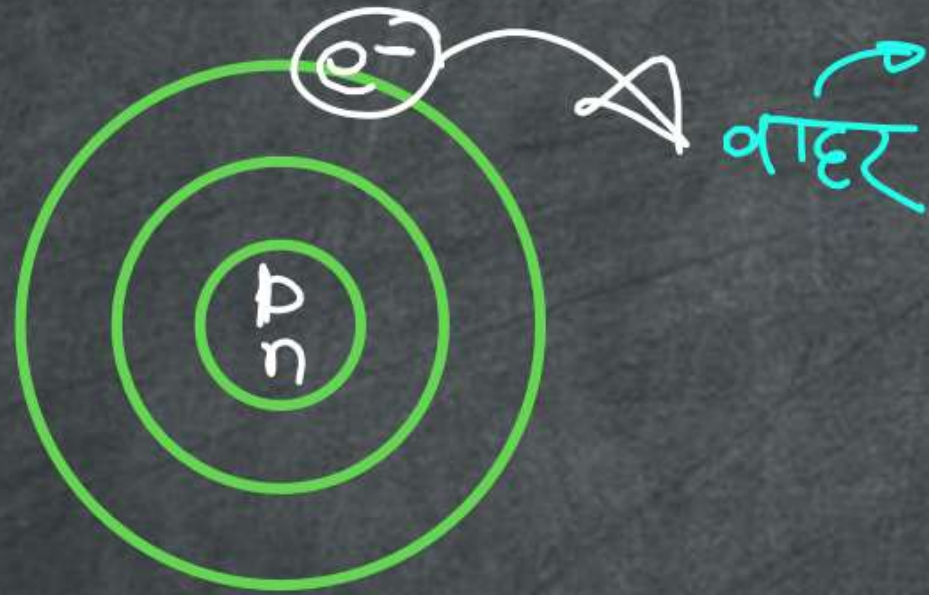
$$(E_2 - E_1) = h\nu$$

$$(E_2 - E_1) = \frac{hc}{\lambda}$$



# Ionisation Potential (आयनन विभव) →

↓  
एक electron को  
बाहर निकालने के लिए  
आवश्यक ऊर्जा





## Ionization Potential (आयनीकरण विभव)

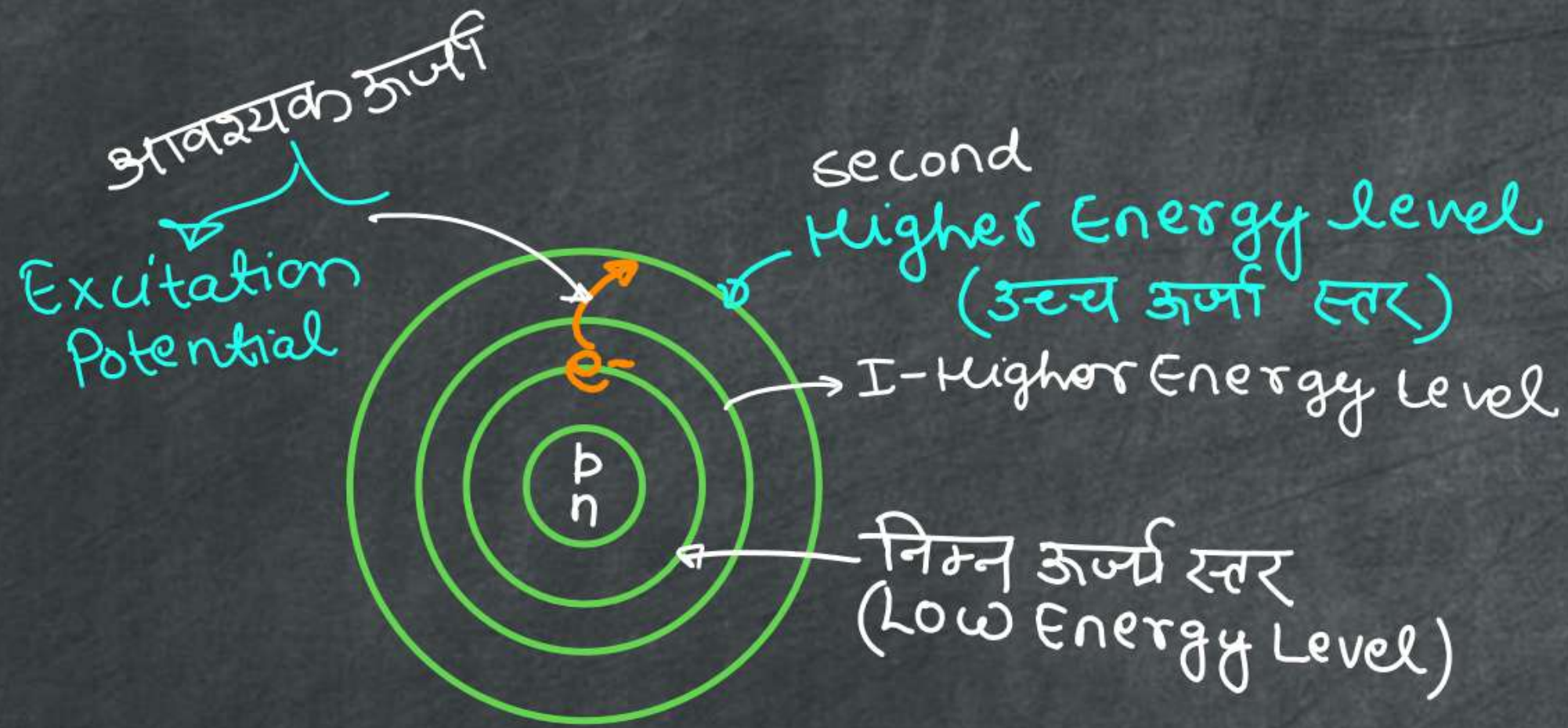
- आयनीकरण विभव वह न्यूनतम ऊर्जा होती है, जो किसी परमाणु से एक इलेक्ट्रॉन को पूरी तरह निकालने के लिए आवश्यक होती है।
- Ionization potential is the minimum energy required to remove an electron completely from an atom.
- इसे इलेक्ट्रॉन वोल्ट (eV) में मापा जाता है।
- It is measured in electron volts (eV).
- उदाहरण के लिए, हाइड्रोजन का आयनीकरण विभव 13.6 eV होता है, यानी एक हाइड्रोजन परमाणु से इलेक्ट्रॉन निकालने के लिए इतनी ऊर्जा चाहिए।
- For example, the ionization potential of hydrogen is 13.6 eV, which means we need this much energy to remove an electron from a hydrogen atom.



## Excitation Potential (उत्तेजना विभव)

- उत्तेजना विभव वह न्यूनतम ऊर्जा होती है, जिससे किसी परमाणु के इलेक्ट्रॉन को निम्न ऊर्जा स्तर से उच्च ऊर्जा स्तर पर भेजा जा सकता है।
- Excitation potential is the minimum energy required to move an electron from a lower energy level to a higher energy level.
- इसे भी इलेक्ट्रॉन वोल्ट (eV) में मापा जाता है।
- It is also measured in electron volts (eV).
- यदि किसी परमाणु का उत्तेजना विभव 10 eV है, तो इसका मतलब है कि इलेक्ट्रॉन को उच्च ऊर्जा स्तर पर ले जाने के लिए कम से कम 10 eV ऊर्जा की आवश्यकता होगी।
- If the excitation potential of an atom is 10 eV, it means we need to supply at least 10 eV to move an electron to a higher energy state.



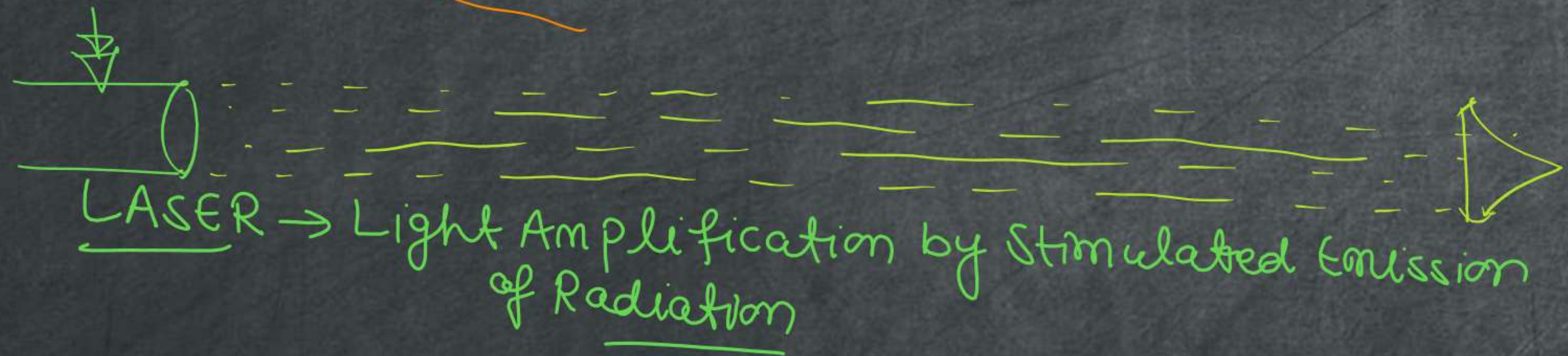
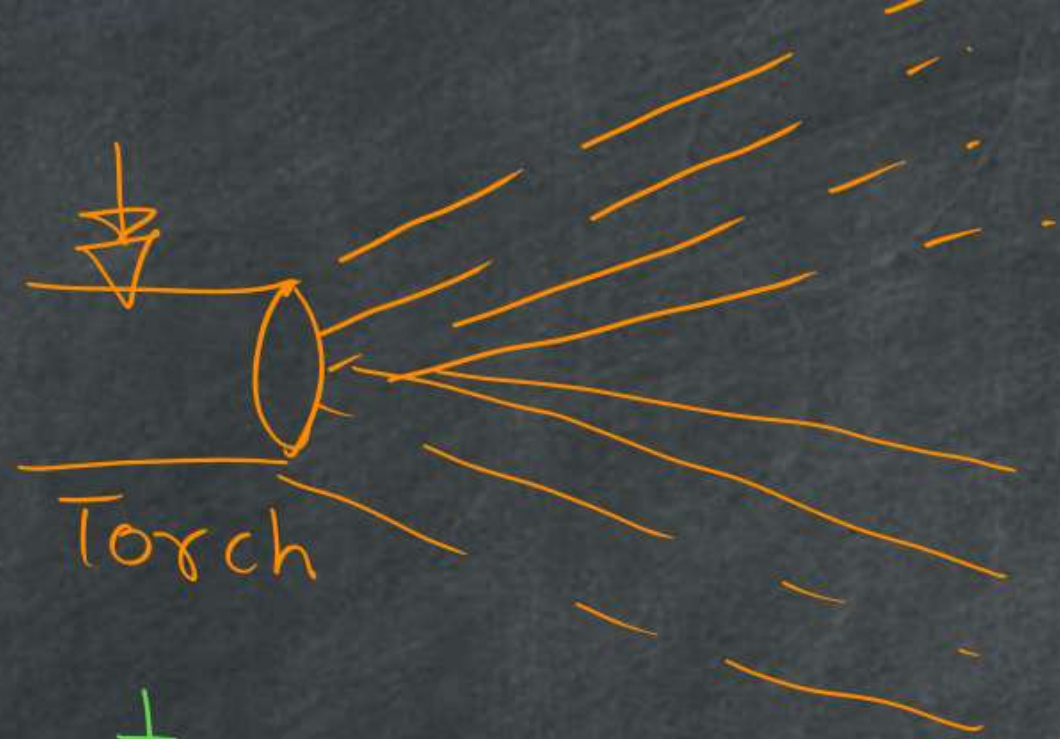




## लेजर (LASER)

- लेजर (LASER - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) एक ऐसी तकनीक है जो प्रकाश को बहुत ही संकेंद्रित और उच्च ऊर्जा वाले रूप में उत्पन्न करती है।
- LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) is a technology that produces light in a very concentrated and high energy form.







### Spontaneous and Stimulated Emission (स्वतः और प्रेरित उत्सर्जन)

लेजर (LASER) का कार्य करने का आधार दो महत्वपूर्ण प्रकार के उत्सर्जन होते हैं:

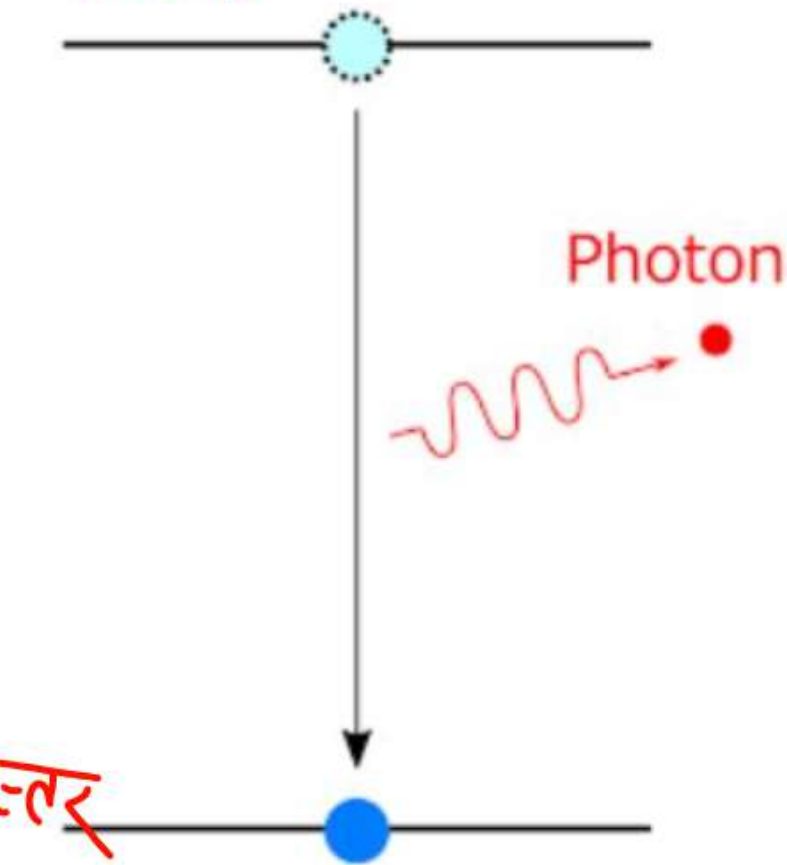
- 1. Spontaneous Emission (स्वतः उत्सर्जन) ✓
- 2. Stimulated Emission (प्रेरित उत्सर्जन) ✓



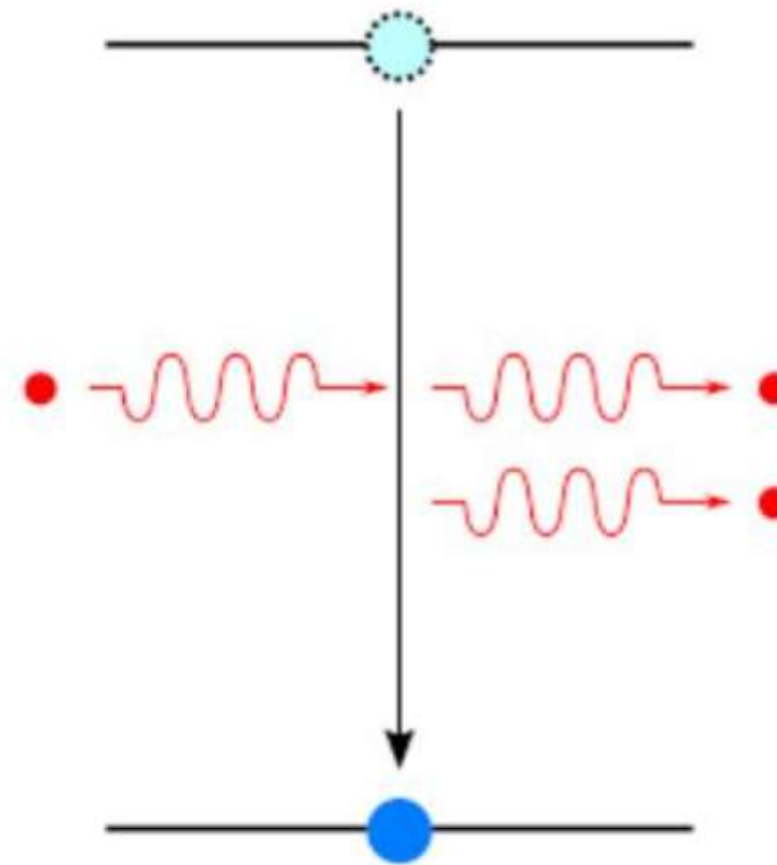
## Spontaneous and Stimulated Emission (स्वतः और प्रेरित उत्सर्जन)

(Higher Energy Level  
उच्च ऊर्जा स्तर)

निम्न ऊर्जा स्तर



Spontaneous emission



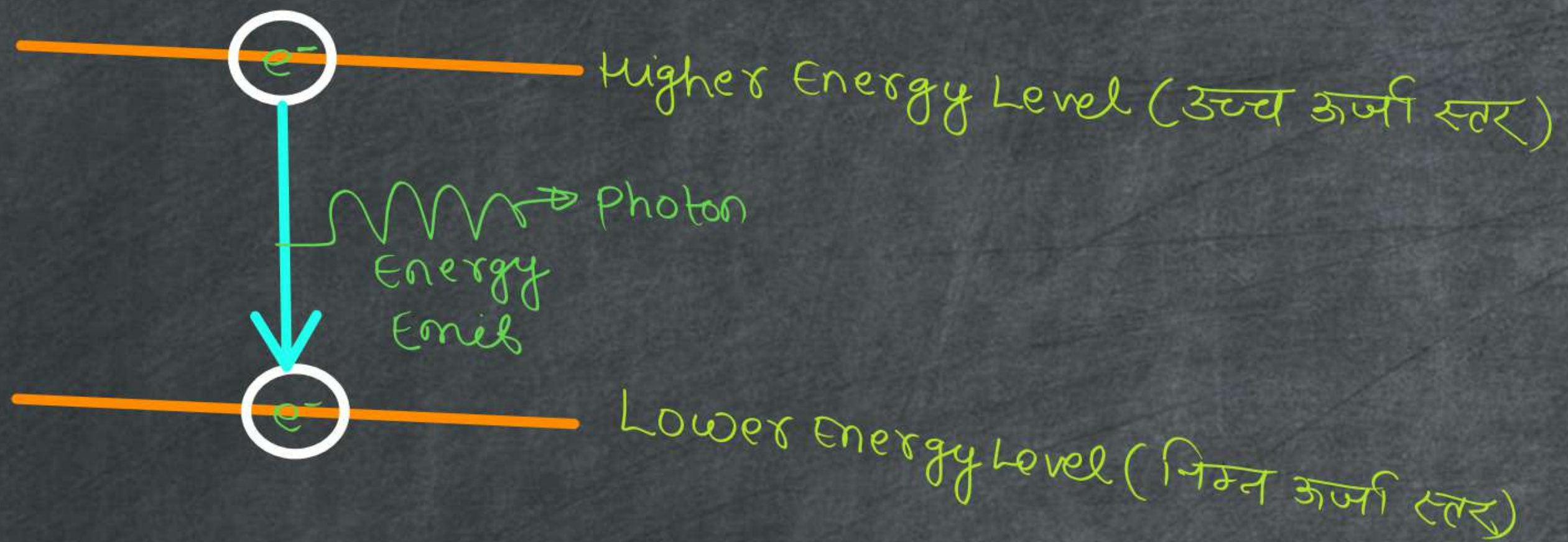
Stimulated emission



## 1 Spontaneous Emission (स्वतः उत्सर्जन)

- जब कोई इलेक्ट्रॉन स्वतः (बिना किसी बाहरी कारक के) उच्च ऊर्जा स्तर से निम्न ऊर्जा स्तर पर लौटता है और एक फोटॉन उत्सर्जित करता है, तो इसे स्वतः उत्सर्जन कहते हैं।
- When an electron spontaneously (without any external factor) returns from a higher energy level to a lower energy level and emits a photon, it is called spontaneous emission.







## ☀ विशेषताएँ (Characteristics)

### ✓ Random Process:

यह पूरी तरह से स्वाभाविक प्रक्रिया है और बाहरी प्रभाव से नियंत्रित नहीं होती।

This is a completely natural process and is not controlled by external influences.

### ✓ Non-Coherent Light:

इस उत्सर्जन में निकलने वाला प्रकाश असंगत (incoherent) होता है, यानी फोटॉन अलग-अलग दिशाओं में और अलग-अलग चरणों (phases) में उत्सर्जित होते हैं।

The light emitted in this emission is incoherent, that is, the photons are emitted in different directions and in different phases.

✓ Example: बल्ब, ट्यूबलाइट और सूर्य का प्रकाश स्वतः उत्सर्जन का उदाहरण हैं।



## 2 Stimulated Emission (प्रेरित उत्सर्जन)

जब कोई बाहरी फोटॉन (External Photon) उत्तेजित इलेक्ट्रॉन (Excited Electron) से टकराता है और उसे निम्न ऊर्जा स्तर पर जाने के लिए मजबूर करता है, जिससे दूसरा फोटॉन उत्सर्जित होता है, तो इसे प्रेरित उत्सर्जन कहा जाता है।

When an external photon strikes an excited electron and forces it to move to a lower energy level, causing another photon to be emitted, it is called induced emission.



## ☀ विशेषताएँ (Characteristics)

### ✓ Controlled Process:

यह बाहरी फोटॉन द्वारा नियंत्रित प्रक्रिया है।

This is a process controlled by external photons.

### ✓ Coherent Light:

इसमें उत्पन्न फोटॉन सुसंगत (Coherent) होते हैं, यानी वे समान दिशा, समान आवृत्ति (Frequency) और समान चरण (Phase) में होते हैं।

The photons produced are coherent, that is they are in the same direction, same frequency and same phase.

### ✓ Example: लेजर (LASER) प्रेरित उत्सर्जन पर आधारित होता है।



2 marks-

Question → आयनन विभव तथा उत्तेजना विभव पर टिप्पणी लिखिए?  
Write short note on ionisation potential and excitation potential.

Question → स्वतः उत्सर्जन व प्रेरित उत्सर्जन से आप क्या समझते हैं?  
Explain 'spontaneous emission & stimulated emission'.