Under CSR Support by ipca | Foundation

RIICO

missiongyan LET'S LEARN TOGETHER

11th CHEMISTRY

ARJUN BATCH

रसायन विज्ञान

रासायनिक आवंधन तथा आणविक संरचना



एकदम बेसिक से ...

21 सितंबर 2026 || 03:00 PM

अध्याय-04 | भाग-15

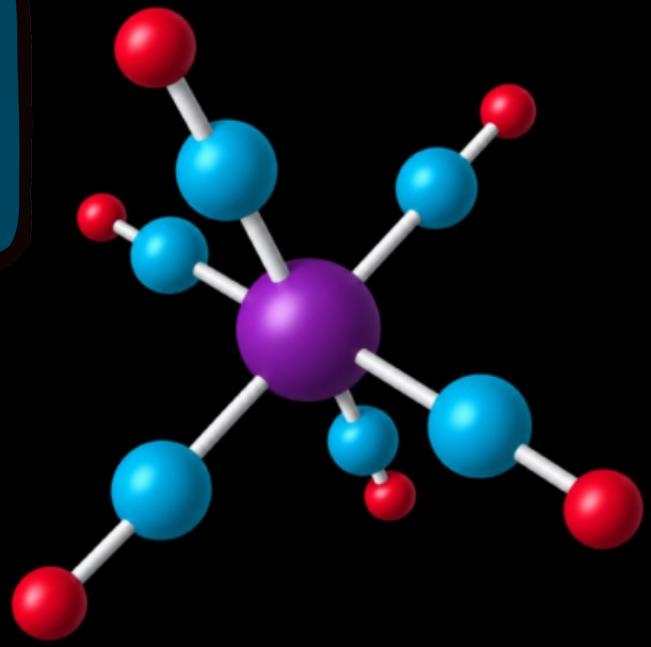
Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

आज क्या पढेंगे ?

आण्विक कक्षक सिद्धांत





Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

आण्विक कक्षक सिद्धांत
[Molecular Orbital Theory (MOT)]

आण्विक कक्षक सिद्धांत एफ. हुंड तथा आर.एस. मुलिकन द्वारा सन् 1932 में विकसित किया गया। इस सिद्धांत के मुख्य लक्षण निम्नलिखित हैं–

(i) जिस प्रकार परमाणु में इलेक्ट्रॉन विभिन्न परमाणु कक्षकों में उपस्थित रहते हैं, उसी प्रकार अणु में इलेक्ट्रॉन विभिन्न आण्विक कक्षकों में उपस्थित रहते हैं।

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(ii) आण्विक कक्षक तुल्य ऊर्जाओं एवं उपयुक्त सममिति परमाणु कक्षकों के संयोग से बनते हैं।

(iii) परमाणु कक्षक में कोई इलेक्ट्रॉन केवल एक ही नाभिक के प्रभाव में रहता है, जबकि आण्विक कक्षक में उपस्थित इलेक्ट्रॉन दो या दो से अधिक नाभिकों द्वारा प्रभावित होता है। यह संख्या अणु में परमाणुओं की संख्या पर निर्भर करती है। इस प्रकार परमाणु कक्षक एकलकेंद्रीय होता है, जबकि आण्विक कक्षक बहुकेंद्रीय होता है।

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(iv) बने हुए आण्विक कक्षकों की संख्या संयोग करने वाले परमाणु कक्षकों की संख्या के बराबर होती है। जब दो परमाणु कक्षकों को मिलाया जाता है, तो दो आण्विक कक्षक प्राप्त होते हैं। इनमें से एक 'आबंधन आण्विक कक्षक' और दूसरा 'प्रतिआबंधन आण्विक कक्षक' कहाजाता है।

(v) आबंधन आण्विक कक्षक की ऊर्जा कम होती है। अतः उसका स्थायित्व संगत प्रतिआबंधन आण्विक कक्षक से अधिक होता है।

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(vi) जिस प्रकार किसी परमाणु के नाभिक के चारों ओर इलेक्ट्रॉन प्रायिकता वितरण परमाणु कक्षक द्वारा दिया जाता है, उसी प्रकार किसी अणु में नाभिकों के समूह के चारों ओर इलेक्ट्रॉन प्रायिकता वितरण आण्विक कक्षक द्वारा दिया जाता है।

(vii) परमाणु कक्षकों की भाँति आण्विक कक्षकों को भी पाउली सिद्धांत तथा हुंड के नियम का पालन करते हुए ऑफबाऊ नियम के अनुसार भरा जाता है।

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

नोट-

यह सिद्धांत ऑक्सीजन (O_2) के अनुचुम्बकीय (paramagnetic) व्यवहार और He_2 अणु के अस्तित्व में न होने जैसी बातों को सटीक रूप से समझाता है, जिन्हें संयोजकता बंध सिद्धांत (VBT) नहीं समझा पाया था।

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

परमाणु कक्षकों के संयोग की शर्तें

1. संयोग करने वाले परमाणु कक्षकों की ऊर्जा समान या लगभग समान होनी चाहिए।

2. संयोग करने वाले परमाणु कक्षकों की आण्विक अक्ष के परित: समान सममिति होनी चाहिए।

3. संयोग करने वाले परमाणु कक्षकों को अधिकतम अतिव्यापन करना चाहिए।

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

परमाणु कक्षकों का रैखिक संयोजन (LCAO Method)

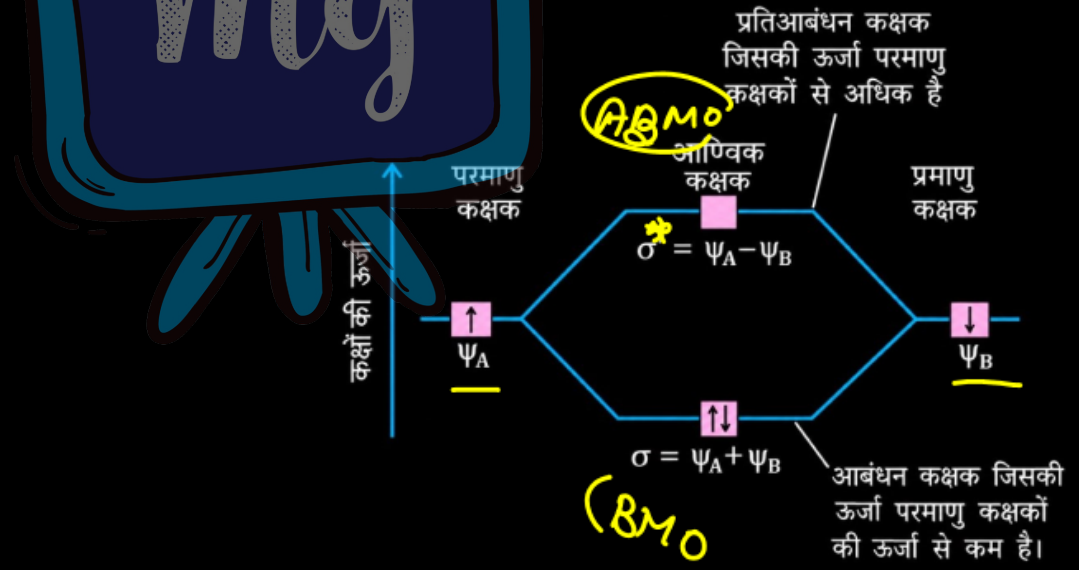
परमाणु कक्षक तरंगों (waves) की तरह व्यवहार करते हैं। जब ये आपस में मिलते हैं, तो दो तरह के आणविक कक्षक बनते हैं:

1. **आबंधी आणविक कक्षक (Bonding Molecular Orbital – BMO) :** यह तरंगों के समान कला में जुड़ने (constructive interference: $\Psi_A + \Psi_B$) से बनता है। इसकी ऊर्जा कम होती है, जिससे अणु को स्थिरता (stability) मिलती है।

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

2. **प्रति-आबंधी आणविक कक्षक (ABMO,) :** यह तरंगों के विपरीत कला में घटने (destructive interference: $\Psi_A - \Psi_B$) से बनता है। इसकी ऊर्जा अधिक होती है, जो अणु को अस्थिर बनाती है।



Under CSR Support by ipca | Foundation

missiongyan LET'S LEARN TOGETHER

H
[Li Be He B C N O F Ne]

ऊर्जा स्तर और इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (Energy Levels) :

आवर्त सारणी के दूसरे आवर्त (Period 2) के द्विपरमाणुक अणुओं (diatomic molecules) के लिए ऊर्जा का क्रम 2s-2p कक्षकों के आपस में मिलने के कारण दो भागों में बंट जाता है:

1. **हल्के तत्वों के लिए (B_2, C_2, N_2) जहाँ परमाणु क्रमांक (Z) ≤ 7 है :** इसमें 2s-2p मिक्सिंग के कारण σ_{2pZ} कक्षक की ऊर्जा π_{2p_X} और π_{2p_Y} से अधिक हो जाती है:

$$\sigma_{1s} < \sigma^*_{1s} < \sigma_{2s} < \sigma^*_{2s} < \left(\pi_{2p_X} = \pi_{2p_Y}\right) < \sigma_{2p_Z} < \left(\pi^*_{2p_X} = \pi^*_{2p_Y}\right) < \sigma^*_{2p_Z}$$

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

1221

2. भारी तत्वों के लिए (O_2, F_2) जहाँ परमाणु क्रमांक (Z) ≥ 8 है :

इसमें मिक्सिंग न होने के कारण सामान्य क्रम रहता है, जहाँ σ_{2p_z} की ऊर्जा कम होती है:

$$\underset{1}{\sigma_{1s}} < \sigma^*_{1s} < \underset{2}{\sigma_{2s}} < \sigma^*_{2s} < \underset{1}{\sigma_{2p_z}} < \underset{2}{(\pi_{2p_x} = \pi_{2p_y})} < \underset{2}{(\pi^*_{2p_x} = \pi^*_{2p_y})} < \underset{1}{\sigma^*_{2p_z}}$$

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

MOT के अनुप्रयोग (Applications) :

आबंध कोटि की गणना (Bond Order) : आबंध कोटि से अणु की स्थिरता, बंध की मजबूती और लंबाई का पता चलता है। इसका सूत्र है :

$$\text{Bond Order} = \frac{1}{2}(N_b - N_a)$$

- N_b : आबंधी कक्षकों (BMO) में इलेक्ट्रॉनों की संख्या।
- N_a : प्रति-आबंधी कक्षकों (ABMO) में इलेक्ट्रॉनों की संख्या।
- **निष्कर्ष :** यदि Bond Order = 0 है, तो अणु का अस्तित्व संभव नहीं है (जैसे He_2)। आबंध कोटि जितनी अधिक होगी, बंध उतना ही मजबूत और छोटा होगा।

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

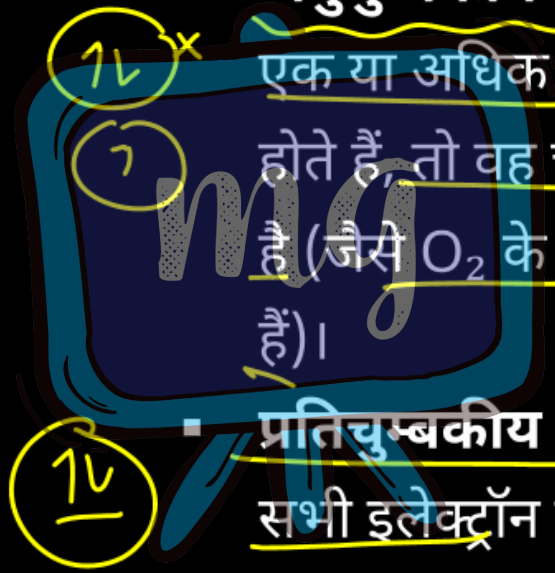


Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

चुंबकीय गुण (Magnetic Properties) :

- **अनुचुम्बकीय (Paramagnetic)** : यदि अणु में एक या अधिक अयुग्मित (unpaired) इलेक्ट्रॉन होते हैं, तो वह चुंबकीय क्षेत्र की ओर आकर्षित होता है (जैसे O_2 के कक्षक में दो अयुग्मित इलेक्ट्रॉन होते हैं)।



- **प्रतिचुम्बकीय (Diamagnetic) :** यदि अणु के सभी इलेक्ट्रॉन युग्मित (paired) होते हैं, तो वह चुंबकीय क्षेत्र से थोड़ा प्रतिकर्षित होता है (जैसे N_2)।

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

H = 1s¹

(i) H_2 :

H - H

③ प्रतिचुम्बकीय (Diamagnetic)

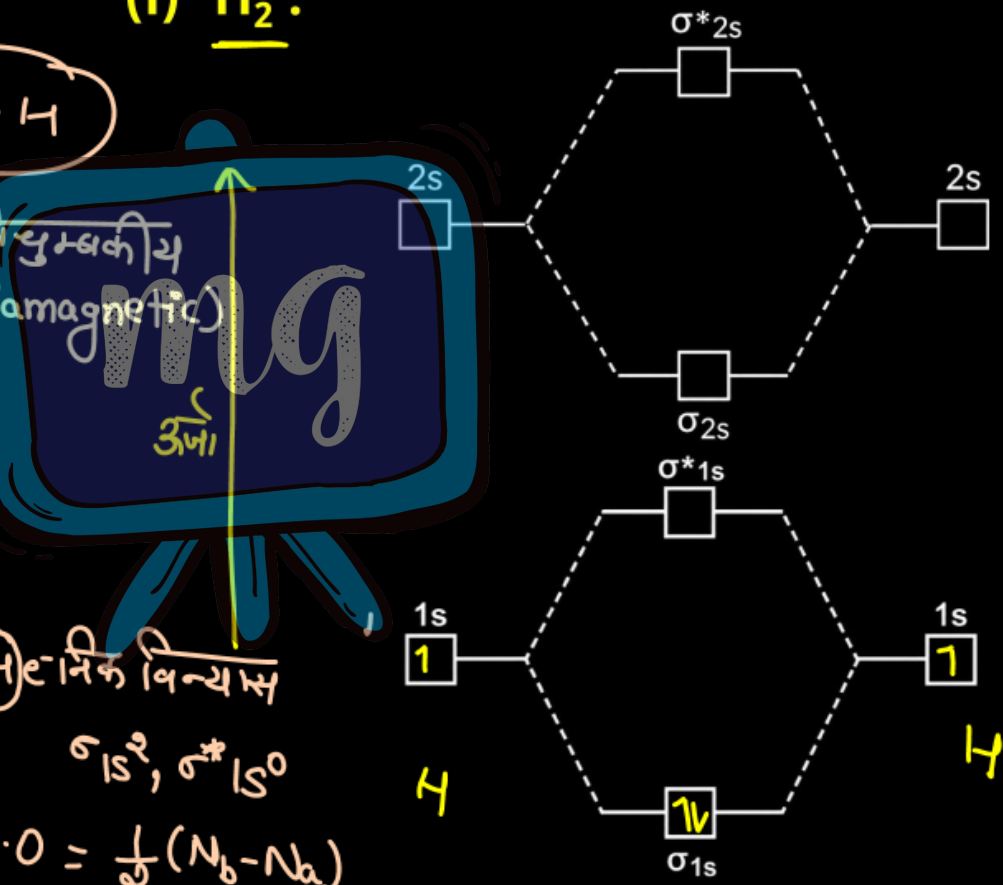
① H के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

$\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^0$

H H

② B.O = $\frac{1}{2}(N_b - N_a)$

$= \frac{1}{2}(2-0) = \frac{1}{2}(2) = 1$



Under CSR Support by
ipca | Foundation

H — H



missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

Under CSR Support by ipca | Foundation

missiongyan LET'S LEARN TOGETHER

$H = 1s^1$

(ii) H_2^+ :

(1) e^- विन्यास

$\sigma_{1s}^1, \sigma^*_{1s}^0$

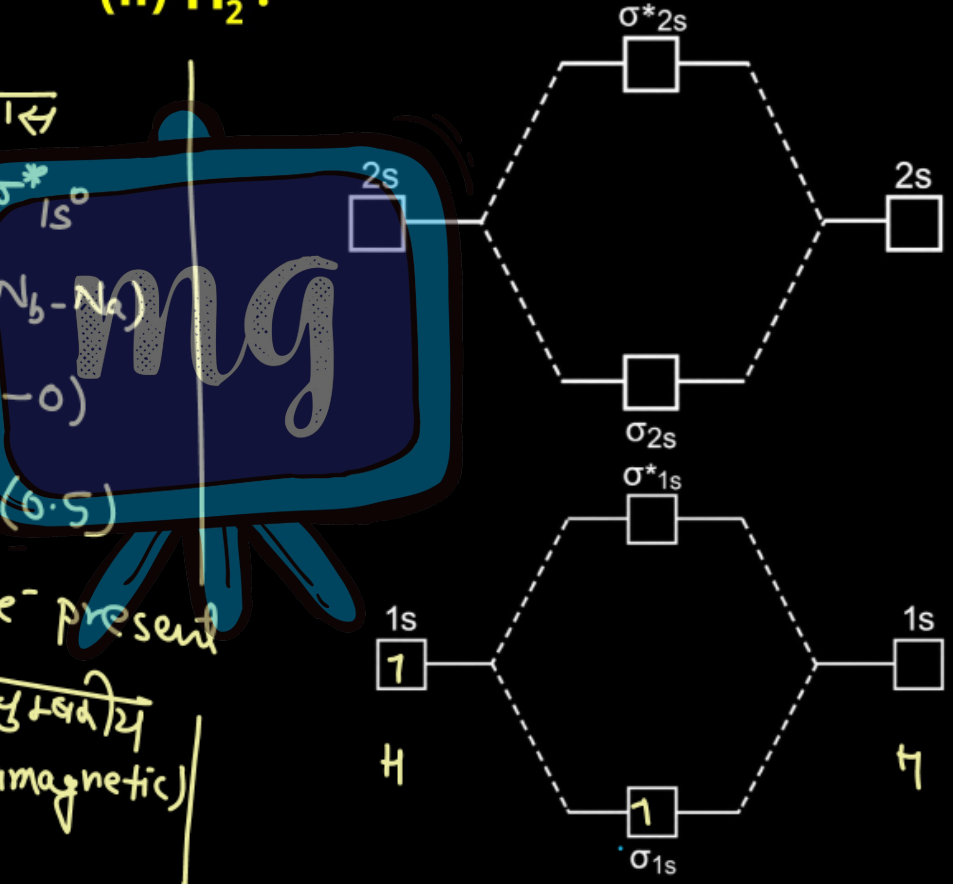
(2) $BO = \frac{1}{2}(N_b - N_a)$

$= \frac{1}{2}(1-0)$

$= \frac{1}{2} = (0.5)$

(3) अयुग्मित e^- present

↳ अनुचुम्बकीय (Paramagnetic)



Under CSR Support by ipca | Foundation

missiongyan LET'S LEARN TOGETHER

(iii) He_2 : $He = 1s^2 2s^0$

(1) e^- विन्यास

$\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2$

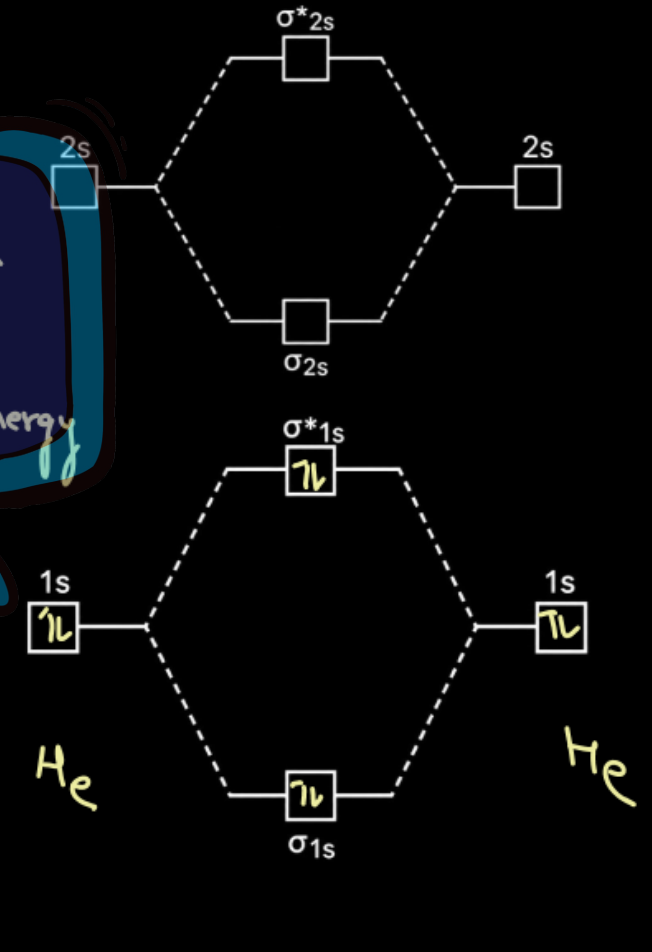
(2) $BO = \frac{1}{2}(N_b - N_a)$

$= \frac{1}{2}(2-2)$

$= \frac{1}{2} \times 0 = 0$

He का अस्तित्व नहीं होता

(3) प्रतियुम्बकीय



Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(iv) Li_2 :

$Li = 1s^2 2s^1$

(1) e^- विन्यास

σ_{1s^2}, σ^*

$1s^2, \sigma_{2s^2}, \sigma^*_{2s^0}$

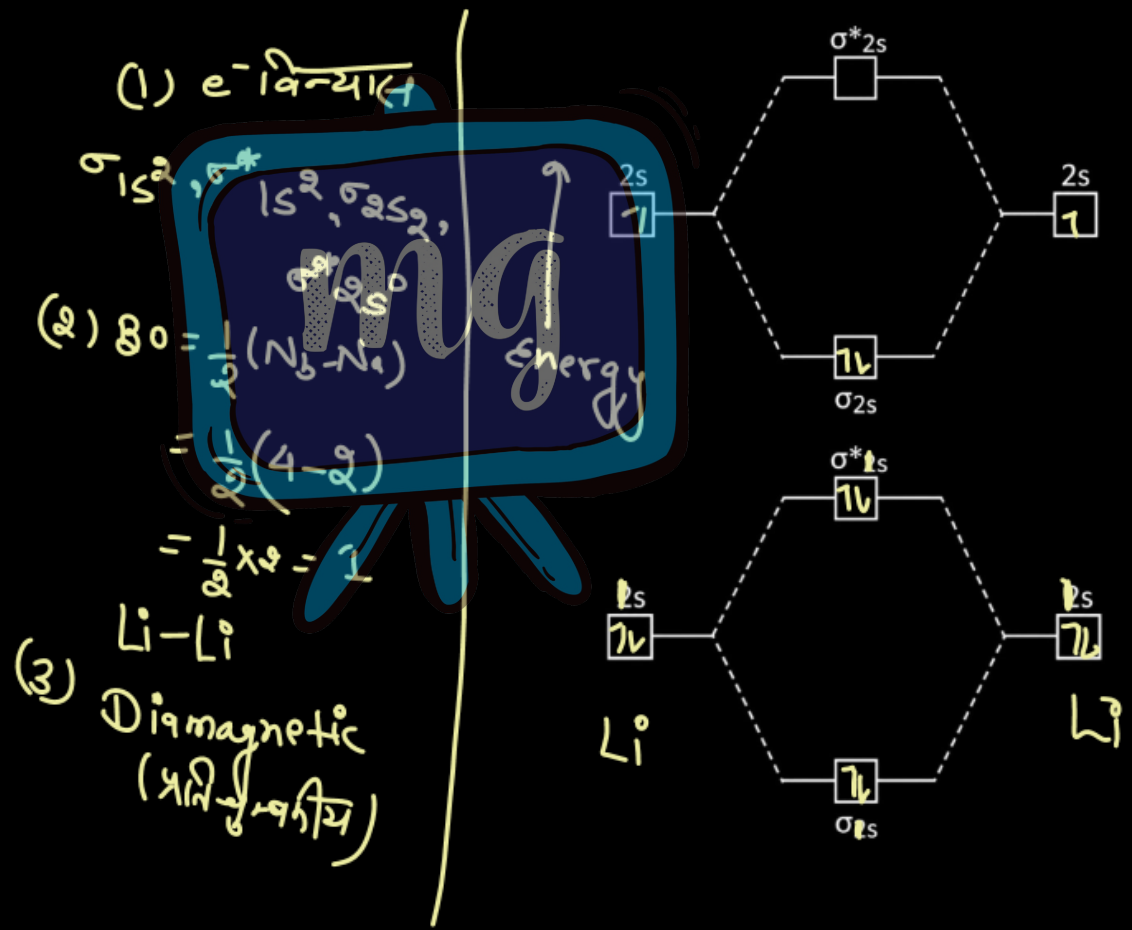
(2) $B.O. = \frac{1}{2}(N_b - N_a)$

$= \frac{1}{2}(4-2)$

$= \frac{1}{2} \times 2 = 1$

Li–Li

(3) Diamagnetic (प्रतिचुम्बकीय)

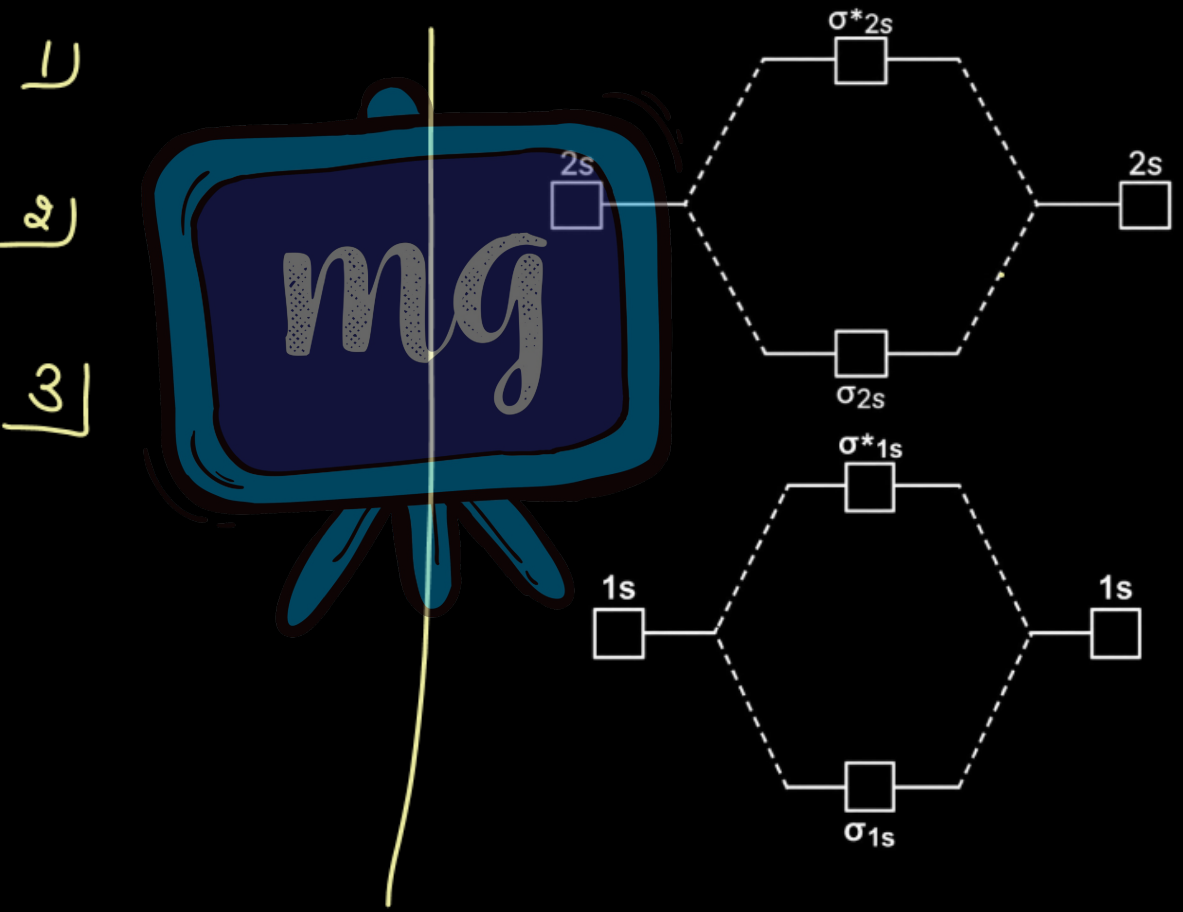


Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(v) Be_2 : $Be = 1s^2 2s^2$

1
2
3



Under CSR Support by ipca | Foundation

missiongyan LET'S LEARN TOGETHER

$\sigma_{1s^2}, \sigma^*_{1s^2}, \sigma_{2s^2}, \sigma^*_{2s^2}, \pi_{2p_x^1} = \pi_{2p_y^1}$

(vi) B_2 : $B = 1s^2 2s^2 2p^1$

1] e⁻ विन्यास

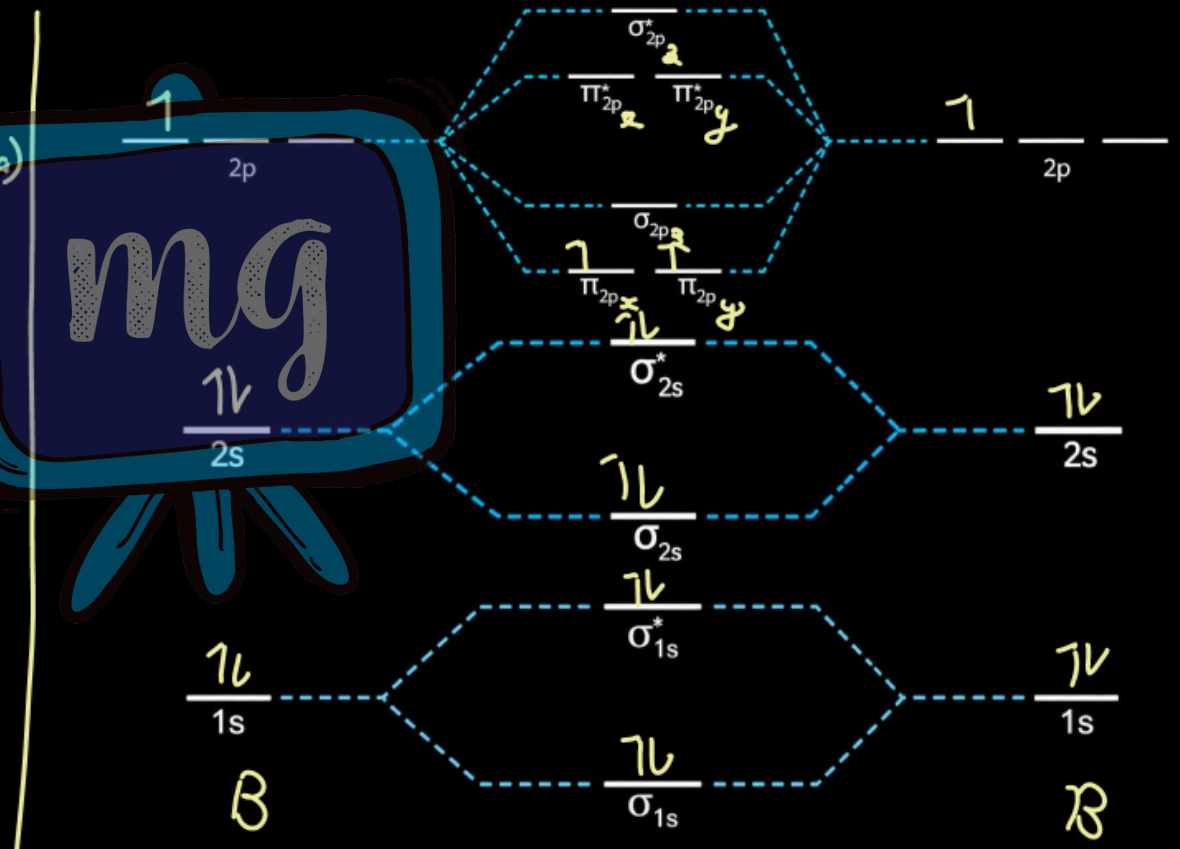
2] B.O $= \frac{1}{2}(N_b - N_a)$

$= \frac{1}{2}(6-4)$

$= \frac{1}{2}(2) = 1$

3] अनुचुम्बकीय

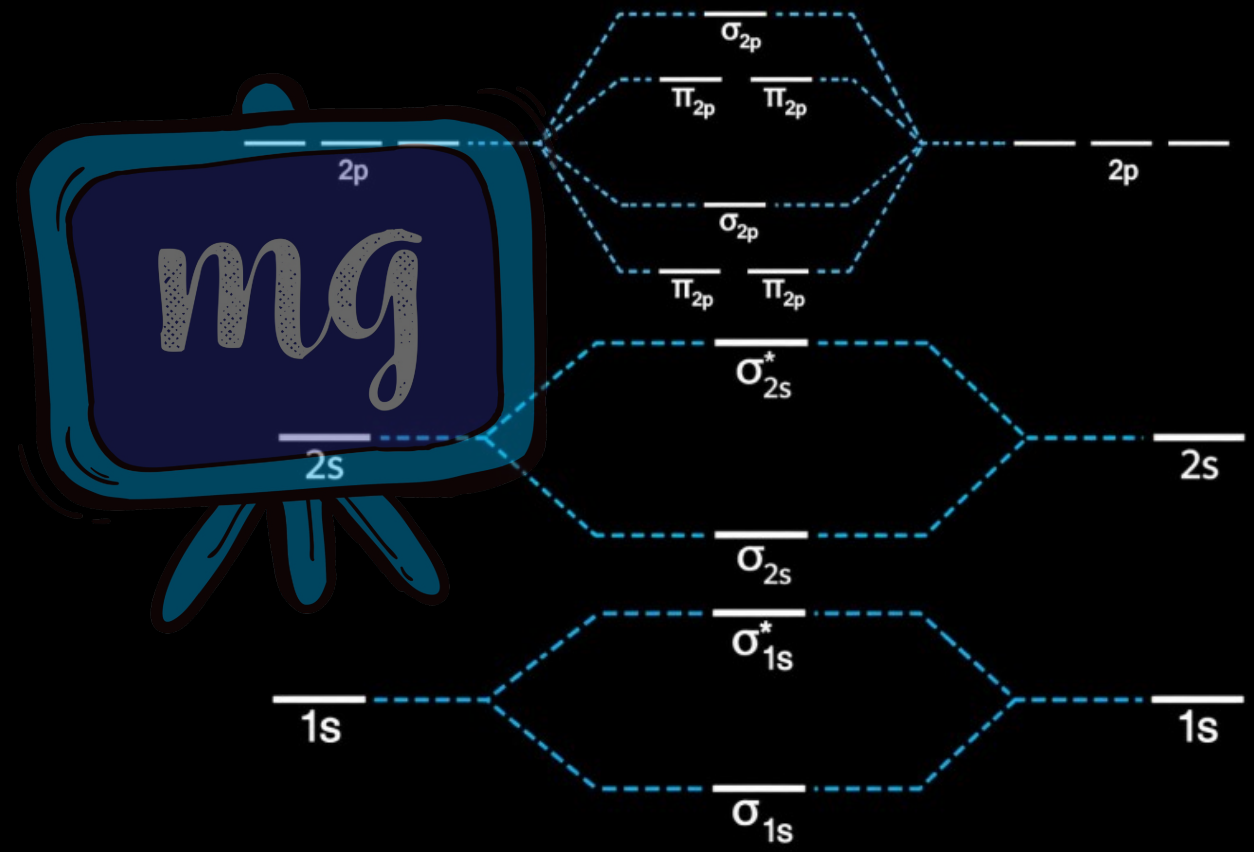
B – B



Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(vii) C_2 :



Under CSR Support by ipca | Foundation

missiongyan LET'S LEARN TOGETHER

(viii) N_2 : $N = 1s^2 2s^2 2p^3$

(1) e⁻

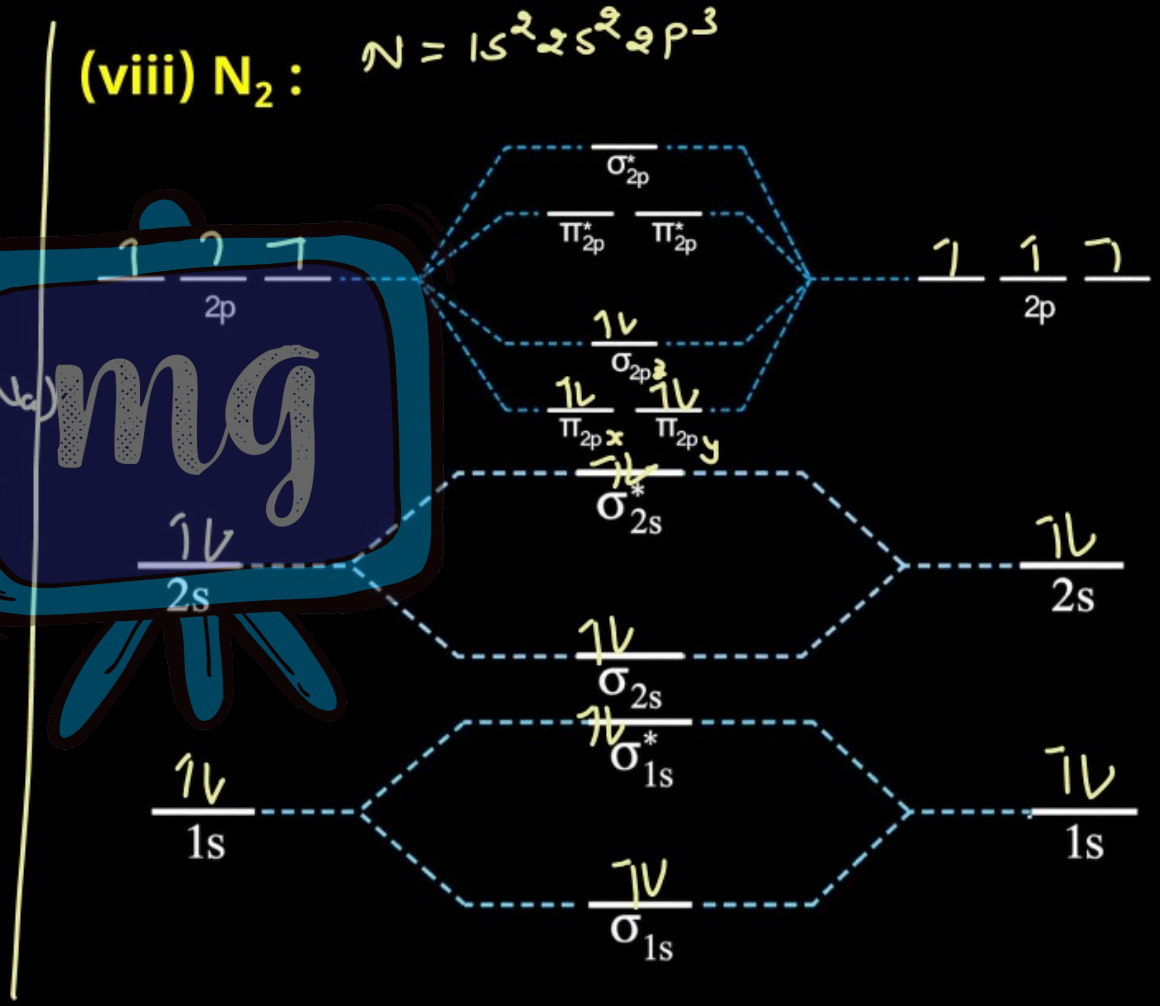
(2) B.O $= \frac{1}{2}(N_b - N_a)$

$= \frac{1}{2}(10-4)$

$= \frac{1}{2}(6) = 3$

$N \equiv N$

(3) प्रतिचुम्बकीय

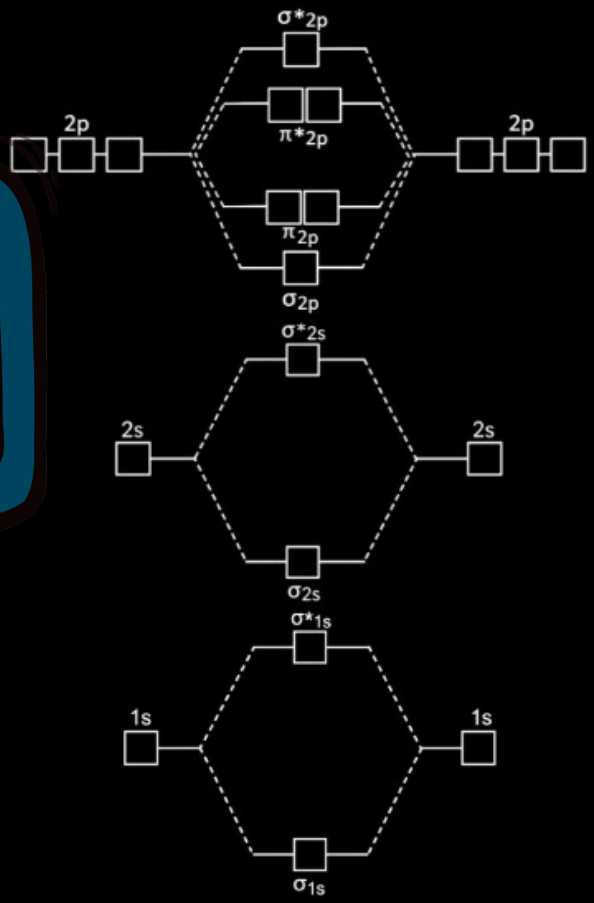


Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(ix) O_2 :



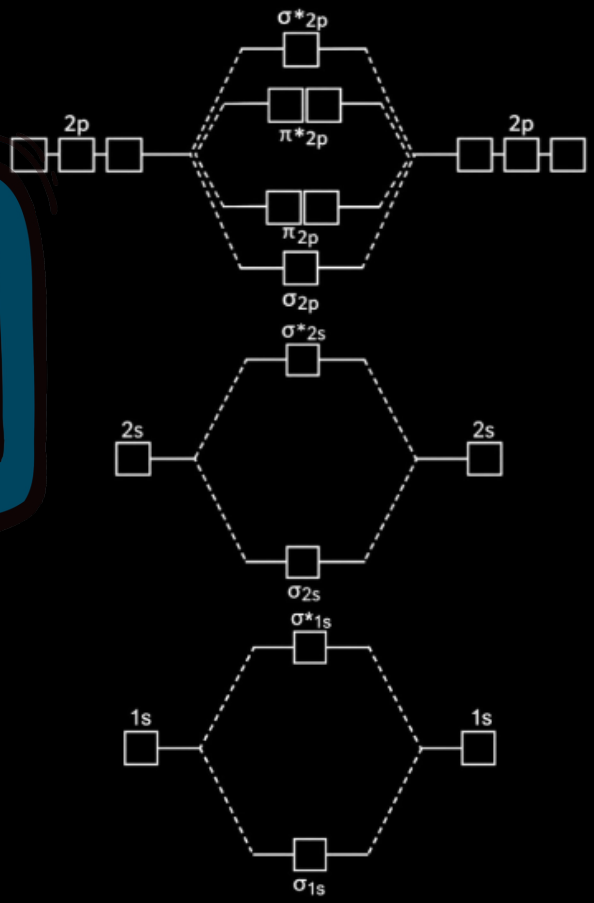


Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(x) O_2^+ :



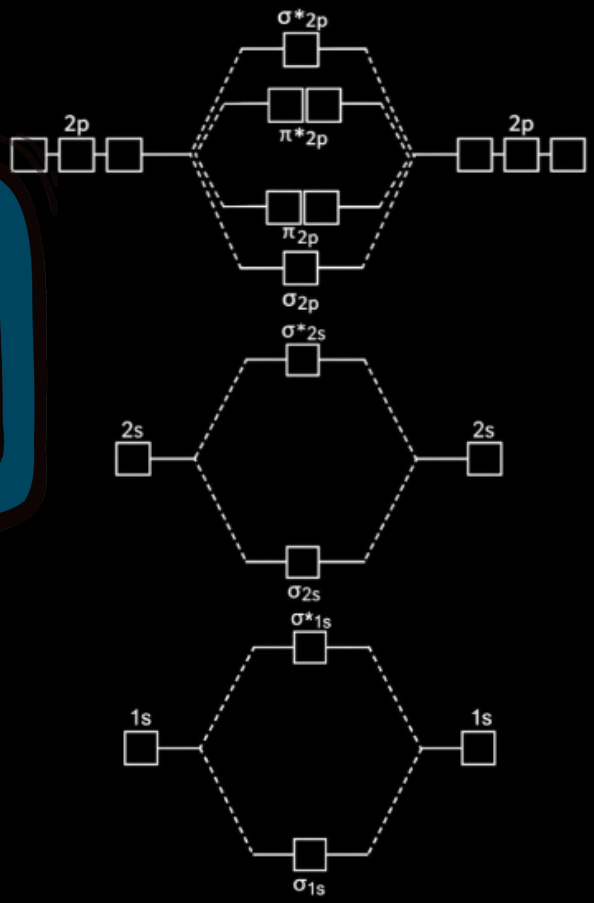


Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(xi) F_2 :





Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

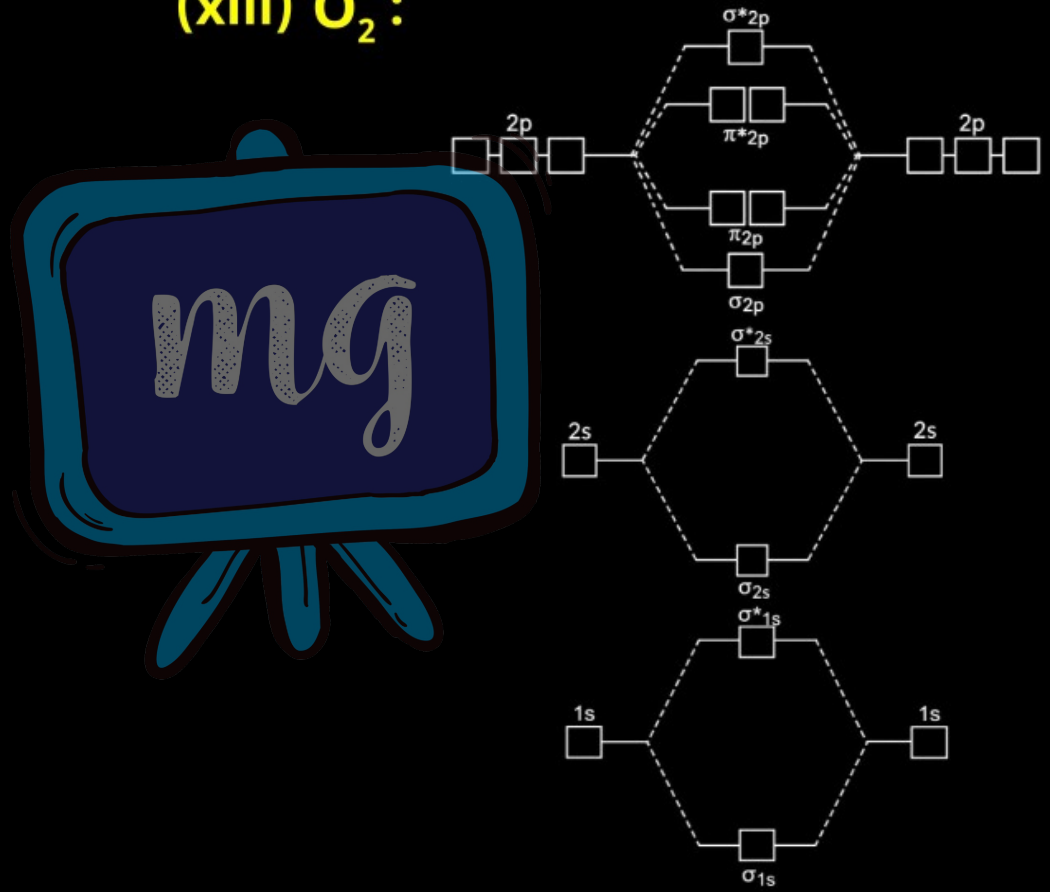
(xii) Ne_2 :



Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

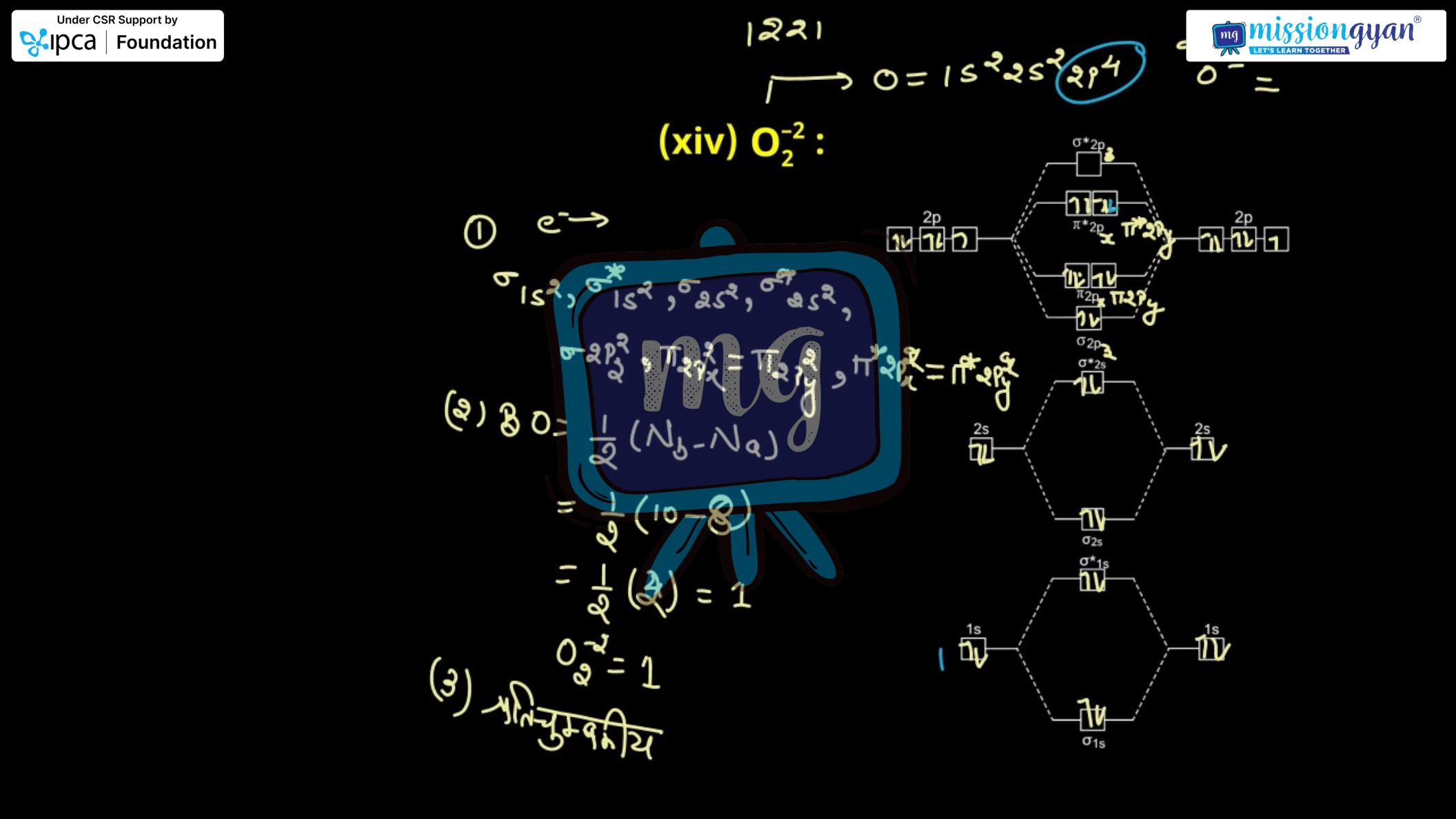
(xiii) O_2^- :



Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(xiv) O_2^{-2} :



Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

NCERT के सवाल

1. परमाणु कक्षकों के रैखिक संयोग से आण्विक कक्षक बनने के लिए आवश्यक शर्तों को लिखें।



Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

2. आण्विक कक्षक सिद्धांत के आधार पर समझाइए कि Be_2 अणु का अस्तित्व क्यों नहीं होता।



Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

3. निम्नलिखित स्पीशीज़ के आपेक्षिक स्थायित्व की तुलना कीजिए तथा उनके चुंबकीय गुण इंगित कीजिए– O_2, O_2^+, O_2^- (सुपर ऑक्साइड) तथा O_2^{2-} (परऑक्साइड)

Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

4. कक्षकों के निरूपण में उपयुक्त धन (+) तथा ऋणा (-) चिह्नों का क्या महत्त्व होता है?



Under CSR Support by
ipca | Foundation

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

5. 'आबंध कोटि' से आप क्या समझते हैं? निम्नलिखित में आबंध-कोटि का परिकलन कीजिए– N_2, O_2, O_2^+ तथा O_2^-

