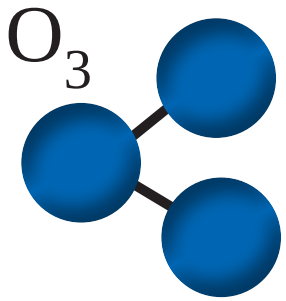
16

ओज़ोन क्षरण
(Ozone Depletion)

भूमिका *(Introduction)*

ओज़ोन परत पृथ्वी के वायुमंडल में (समताप मंडल के अंतर्गत) प्राकृतिक ओज़ोन गैस की एक मेखला है, जो सूर्य द्वारा उत्सर्जित हानिकारक पराबैंगनी किरणों (Ultra Violet Rays) से रक्षा के लिये कवच का कार्य करती है। इस सुरक्षात्मक आवरण का मानव द्वारा क्षरण हो रहा है एवं यह क्षरण न सिर्फ उत्तरी एवं दक्षिणी ध्रुव के ऊपर बल्कि यह समूचे ताप कटिबंधों के ऊपर हो रहा है। यह क्षरण ओज़ोन गैस की वायुमंडलीय गैसों से रासायनिक अभिक्रिया के फलस्वरूप ऑक्सीजन में बदलने से संपन्न हो रहा है। ओज़ोन या ट्राइऑक्सीजन (O_3) एक ट्राइएटॉमिक अणु (Triatomic Molecule) है जो तीन ऑक्सीजन परमाणु से बना होता है। यह एक प्राकृतिक गैस है जिसका रासायनिक प्रतीक (O_3) होता है।



ओज़ोन हमारे वायुमंडल में दुर्लभ रूप में पाया जाता है। प्रत्येक दस लाख हवा के अणुओं पर औसतन करीब तीन ओज़ोन अणु पाए जाते हैं। इस छोटी-सी मात्रा के बावजूद ओज़ोन की हमारे वायुमंडल में जीवंत भूमिका है।

ओज़ोन कालानुक्रम *(Ozone Chronology)*

1840 – ओज़ोन अणु की पहचान एवं नामकरण।

1900 – समतापमंडल की पहचान।

1920 – अमोनिया के सुरक्षित विकल्प के रूप में CFC का आविष्कार।

1930 – प्राकृतिक (चैपमैन चक्र) ओज़ोन प्रतिक्रिया की पहचान।

1970 – सुपरसोनिक विमानों के परिवहन से समतापमंडल क्षति की चिंता। अंटार्कटिक के ऊपर समतापमंडल के निचले भाग में ओज़ोन परत की क्षति की ब्रिटिश अंटार्कटिक सर्वे द्वारा पहचान की गई।

1974 – CFC प्रतिक्रिया की पहचान (रॉलैण्ड एवं मोलिना)।

1978 – CFC एयरोसॉल पर संयुक्त राज्य अमेरिका, कनाडा, स्कैंडिनेवियाई देशों में प्रतिबंध।

1980 – CFC उत्पादन में वृद्धि जारी।

1985 – द. ध्रुवीय ओज़ोन छिद्र की ब्रिटिश वैज्ञानिकों द्वारा खोज। (अंटार्कटिक ओज़ोन छिद्र)

1987 – मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल।

1996 – CFC एवं अन्य ओज़ोन विघटनकारी पदार्थों पर प्रतिबन्ध।

2030 – HCFCs को धीरे-धीरे पूरी तरह से बाहर करना।

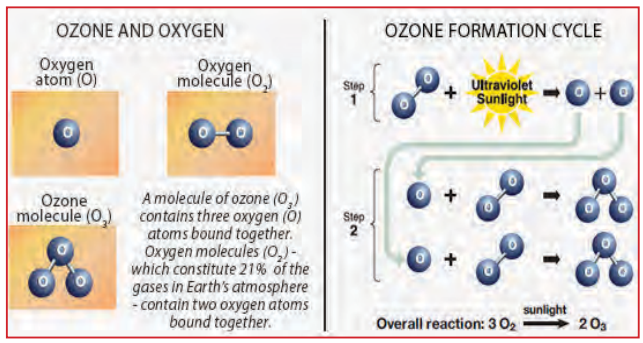
ओज़ोन गैस का निर्माण *(Formation of Ozone Gas)*

ऑक्सीजन अणुओं के सौर प्रकाश की पराबैंगनी किरणों के साथ अभिक्रिया से ओज़ोन का निर्माण होता है। समतापमंडल में इसी प्रक्रिया द्वारा ओज़ोन का निर्माण होता रहता है।

O_2 + फोटॉन (सौर प्रकाश) $\longrightarrow$ 2O

पुनः $O + O_2 \longrightarrow O_3$

[परंतु साथ ही यह ऑक्सीजन परमाणु के साथ प्रतिक्रिया कर नष्ट हो जाता है:-$O_3 + O \longrightarrow 2O_2$]



ओज़ोन गैस का विघटन *(Depletion of Ozone Gas)*

ओज़ोन गैस एक अस्थिर गैस है, जिसका एक तरफ निर्माण तो दूसरी तरफ विघटन का कार्य होता रहता है। यह एक निरंतर होने वाली प्रक्रिया है।

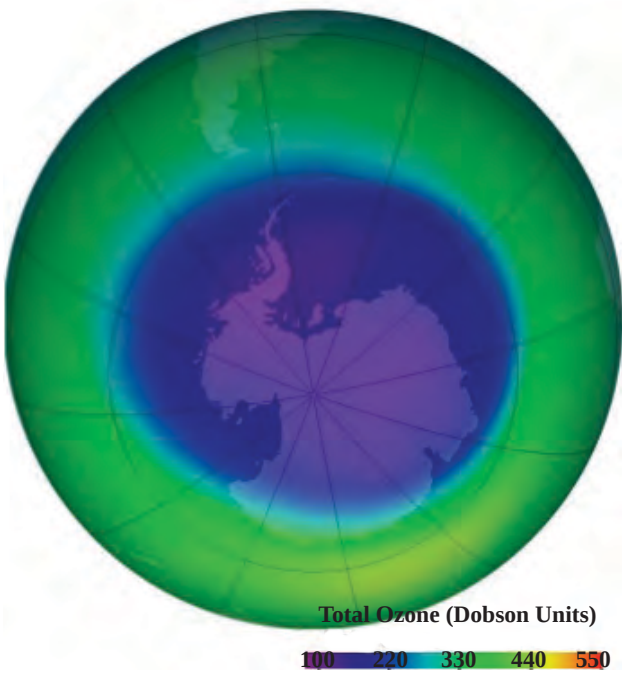
ओज़ोन का क्षरण एवं विनाश दो प्रक्रियाओं से होता है-

1. प्राकृतिक प्रक्रिया
2. मानव जनित प्रक्रिया

वायुमंडलीय ओज़ोन का मापन
(Measurement of Atmospheric Ozone)

वायुमंडलीय ओज़ोन का मापन डॉबसन स्पेक्ट्रोमीटर द्वारा किया जाता है एवं इसे डॉबसन यूनिट में व्यक्त किया जाता है। एक डॉबसन यूनिट, शुद्ध ओज़ोन की 0.01 मिलीमीटर की मोटाई के बराबर होती है। यह घनत्व ओज़ोन को धरातलीय स्तर के दबाव पर लाने से प्राप्त होता है। वायुमंडलीय ओज़ोन को निम्न मापकों द्वारा मापा जाता है-

- डॉबसन स्पेक्ट्रोमीटर (Dobson Spectrometer) द्वारा
- फिल्टर ओज़ोन मीटर (Filter Ozone Meter-M83) द्वारा
- टोटल ओज़ोन मैपिंग स्पेक्ट्रोमीटर (Total Ozone Mapping Spectrometer-TOMS) द्वारा



ओज़ोन छिद्र

- ओज़ोन छिद्र तकनीकी रूप से कोई छिद्र नहीं है जहाँ पर कोई ओज़ोन गैस उपस्थित नहीं होती बल्कि यह अंटार्कटिका के ऊपर समतापमंडल में ओज़ोन अपघटित क्षेत्र है जो दक्षिणी गोलार्द्ध में वसंत ऋतु (अगस्त-अक्तूबर) के शुरू होने पर घटित होता है।
- वायुमंडल में ओज़ोन का औसत सांद्रण करीब 300 डॉबसन यूनिट है। कोई क्षेत्र जहाँ का सांद्रण 220 डॉबसन यूनिट से नीचे गिर जाता है वह ओज़ोन छिद्र का भाग माना जाता है।
- चित्र में, नीले एवं बैंगनी रंग वाले क्षेत्र पर निम्न ओज़ोन के स्तर एवं हरे तथा पीले रंग वाली जगहों पर उच्च ओज़ोन का स्तर उपस्थित है।

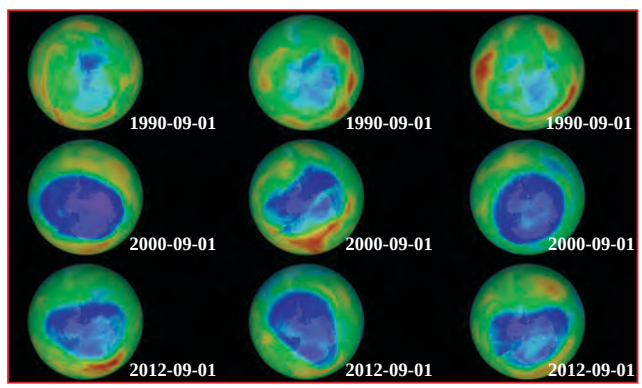
ओज़ोन परत का पतला होना
(Thinning of Ozone Layer)

1974 में रसायनविद् शेरवुड रॉलैण्ड एवं मारियो मोलिना ने पहली बार इंगित किया कि CFCs (क्लोरोफ्लोरोकार्बन) समतापमंडल के ओज़ोन के औसत सांद्रण में कमी ला रहे हैं। जोसेफ फरमन के नेतृत्व में ब्रिटिश अंटार्कटिका सर्वेक्षण टीम ने 1985 में अंटार्कटिका के ऊपर वायुमंडलीय ओज़ोन की अल्पता का प्रत्यक्षदर्शी प्रमाण प्रस्तुत किया। जोसेफ फरमन ने प्राप्त सूचनाओं के आधार पर बताया कि अंटार्कटिका के ऊपर वायुमंडल में वसंतकाल में ओज़ोन परत में 40% क्षरण हो जाता है। ओज़ोन विघटन का अवलोकन दक्षिणी ध्रुव से वसंत ऋतु अर्थात् सितंबर से नवंबर के बीच हर वर्ष किया गया। बाद में यह घटना **ओज़ोन छिद्र (Ozone Hole)** कहलाने लगी।

अंटार्कटिका के ऊपर सर्वाधिक ओज़ोन क्षरण का कारण
(Reason for Highest Ozone Erosion Over Antarctica)

अंटार्कटिका के ऊपर ओज़ोन क्षरण के तीन प्रमुख कारण हैं-

1. ध्रुवीय समतापमंडलीय बादल (PSCs)
2. ध्रुवीय भँवर (Polar Vortex)
3. सक्रिय क्लोरीन का प्रभाव (Active Chlorine Effect)



वर्ष 1979 से 2014 तक: अंटार्कटिक के ऊपर ओज़ोन छिद्र की स्थिति

ध्रुवीय समतापमंडलीय मेघ *(Polar Stratospheric Cloud)*

ध्रुवीय समतापमंडलीय मेघ नेक्रीऑस बादल (Nacreous Clouds) के नाम्र से भी जाने जाते हैं। इन मेघों की अवस्थिति पृथ्वी के समतापमंडल में उच्च तुंगता (High Altitude) पर होती है (~70,000 फीट)। सामान्यतः समतापमंडल में अत्यधिक शुष्कता पाए जाने के कारण यहाँ पर बादलों का निर्माण नहीं होता है लेकिन शीत ऋतु के समय इस ऊँचाई पर समतापमंडल का तापमान इतना कम हो जाता है कि बादलों का निर्माण भी संभव हो जाता है। इन बादलों के कण एकसमान आकार के एवं छोटे होते हैं जिनके द्वारा सूर्य के प्रकाश को एकसमान तरीके से परावर्तित किया जाता है। इस कारण ये बादल रंगीन होते हैं।