ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ

ਬਾਰ੍ਹਵੀਂ

ਭਾਗ-II

PSEB

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ

ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ

© ਪੰਜਾਬ ਸਰਕਾਰ

ਪਹਿਲਾ ਐਡੀਸ਼ਨ 2017.............. ਕਾਪੀਆਂ

[This book has been adopted with the kind permission of the National Council on Educational Research and Training, New Delhi]
All rights, including those of translation, reproduction and annotation etc., are reserved by the Punjab Government

ਸੰਯੋਜਕ	—	ਓਪਨੀਤ ਕੌਰ ਗਰੇਵਾਲ (ਵਿਸ਼ਾਮਾਹਿਰ) ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ
ਅਨੁਵਾਦਕ	—	ਸ਼੍ਰੀ ਸੱਤਪਾਲ ਸਿੰਘ
ਚਿੱਤਰਕਾਰ	—	ਮਨਜੀਤ ਸਿੰਘ ਢਿੱਲੋ (ਪ.ਸ.ਸ.ਬ)

ਚੇਤਾਵਨੀ

1. ਕੋਈ ਵੀ ਏਜੰਸੀ-ਹੋਲਡਰ ਵਾਧੂ ਪੈਸੇ ਵਸੂਲਣ ਦੇ ਮੰਤਵ ਨਾਲ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਤੇ ਜਿਲਦ-ਸਾਜੀ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ। (ਏਜੰਸੀ-ਹੋਲਡਰਾਂ ਨਾਲ ਹੋਏ ਸਮਝੌਤੇ ਦੀ ਧਾਰਾ ਨੰ. 7 ਅਨੁਸਾਰ)
2. ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੁਆਰਾ ਛਪਵਾਈਆਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਦੇ ਜਾਅਲੀ ਨਕਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨਾਂ (ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ) ਦੀ ਛਪਾਈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨ, ਸਟਾਕ ਕਰਨਾ, ਜਮ੍ਹਾਂ-ਖੋਰੀ ਜਾਂ ਵਿਕਰੀ ਆਦਿ ਕਰਨਾ ਭਾਰਤੀ ਦੰਡ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਫ਼ੌਜਦਾਰੀ ਜੁਰਮ ਹੈ।

   (ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੀਆਂ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਬੋਰਡ ਦੇ 'ਵਾਟਰ ਮਾਰਕ' ਵਾਲੇ ਕਾਗਜ਼ ਉੱਪਰ ਹੀ ਛਪਵਾਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।)

PSEB

ਮੁੱਲ : ਰੁਪਏ

ਸਕੱਤਰ, ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ, ਵਿੱਦਿਆ ਭਵਨ, ਫੇਜ਼-8 ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ-160062 ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਅਤੇ ਮੈਸ. ਮਨੂਜਾ ਪ੍ਰਿੰਟਪੈਕ ਪ੍ਰਾਈਵੇਟ ਲਿਮਿਟੇਡ, ਜਲੰਧਰ-144008 ਰਾਹੀਂ ਛਾਪੀ ਗਈ।

ਦੋ ਸ਼ਬਦ

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਅਤੇ ਪਾਠ-ਕ੍ਰਮ ਨੂੰ ਸੋਧਣ ਅਤੇ ਤਿਆਰ ਕਰਨ ਦੇ ਕੰਮ ਵਿੱਚ ਜੁਟਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਅੱਜ ਜਿਸ ਦੌਰ ਵਿੱਚੋਂ ਅਸੀਂ ਲੰਘ ਰਹੇ ਹਾਂ ਉਸ ਵਿੱਚ ਬੱਚਿਆਂ ਨੂੰ ਸਹੀ ਵਿੱਦਿਆ ਦੇਣਾ ਮਾਪਿਆਂ ਅਤੇ ਅਧਿਆਪਕਾਂ ਦੀ ਸਾਂਝੀ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰੀ ਬਣਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰੀ ਅਤੇ ਵਿੱਦਿਅਕ ਜ਼ਰੂਰਤ ਨੂੰ ਸਮਝਦਿਆਂ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀਆਂ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਅਤੇ ਪਾਠ-ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਨੈਸ਼ਨਲ ਕਰੀਕੁਲਮ ਫਰੇਮਵਾਰਕ 2005 ਅਨੁਸਾਰ ਕੁਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ।

ਸਕੂਲ ਕਰੀਕੁਲਮ ਵਿੱਚ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਲੋੜੀਂਦੇ ਨਤੀਜੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਚੰਗੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦਾ ਹੋਣਾ ਪਹਿਲੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਵਿੱਚ ਵਿਸ਼ਾ ਸਮੱਗਰੀ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਦੀ ਤਰਕ ਸ਼ਕਤੀ ਤਾਂ ਪ੍ਰਫੁਲਿਤ ਹੋਵੇਗੀ ਹੀ ਸਗੋਂ ਵਿਸ਼ੇ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਭਿਆਸ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਦੇ ਮਾਨਸਿਕ ਪੱਧਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਤਿਆਰ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ। ਇਹ ਪੁਸਤਕ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਵਿਦਿਆ ਖੋਜ ਅਤੇ ਸਿਖਲਾਈ ਸੰਸਥਾ (ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ.) ਵੱਲੋਂ ਬਾਰ੍ਹਵੀਂ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਲਈ ਤਿਆਰ ਕੀਤੀ ਗਈ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀ ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਅਨੁਸਾਰਤਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਕਦਮ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਇਕਸਾਰਤਾ ਲਿਆਉਣ ਲਈ ਚੁੱਕਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਨੂੰ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਪੱਧਰ ਦੇ ਇਮਤਿਹਾਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਔਕੜ ਨਾ ਆਵੇ।

ਇਸ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਅਤੇ ਅਧਿਆਪਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਉਪਯੋਗੀ ਬਣਾਉਣ ਦਾ ਭਰਪੂਰ ਯਤਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਹੋਰ ਚੰਗੇਰਾ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚੋਂ ਆਏ ਸੁਝਾਵਾਂ ਦਾ ਸਤਿਕਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇਗਾ।

ਚੇਅਰਮੈਨ

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ

PSEB

ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਨਿਰਮਾਣ ਕਮੇਟੀ

ਚੇਅਰਮੈਨ, ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਗਣਿਤ ਪਾਠ–ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਸਲਾਹਾਕਾਰ ਕਮੇਟੀ।

ਜਯੰਤ ਵਿਸ਼ਣੂ ਨਾਰਲੀਕਰ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਚੇਅਰਮੈਨ ਸਲਾਹਾਕਾਰ ਕਮੇਟੀ। ਅੰਤਰ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ ਕੇਂਦਰ, ਖਗੋਲ ਵਿਗਿਆਨ ਦਾ ਖਗੋਲ ਭੌਤਿਕੀ, (IUCAA), ਪੁਣੇ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ ਪਰਿਸਰ।

ਮੁੱਖ ਸਲਾਹਾਕਾਰ

ਬੀ.ਐਲ. ਖੰਡੇਲਵਾਲ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਨਿਰਦੇਸ਼ਕ, ਦਿਸ਼ਾ ਇੰਸਟੀਟਿਊਟ ਆਫ਼ ਮੈਨੇਜਮੈਂਟ ਅਤੇ ਤਕਨਾਲਜੀ, ਰਾਏਪੁਰ, ਛੱਤੀਸਗਢ, ਪੂਰਵ ਚੇਅਰਮੈਨ, ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ, ਇੰਡੀਅਨ ਇੰਸਟੀਟਿਊਟ ਆਫ਼ ਤਕਨਾਲੋਜੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਮੈਂਬਰ

ਅੰਜਨੀ ਕੌਲ, ਪ੍ਰਵਕਤਾ, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ। ਆਈ.ਪੀ. ਅਗਰਵਾਲ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਡੀ.ਈ.ਐਸ. ਖੇਤਰੀ ਸਿੱਖਿਆ ਸੰਸਥਾ, ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਭੋਪਾਲ।

ਆਰ.ਏ. ਵਰਮਾ, ਉਪ ਪ੍ਰਿੰਸੀਪਲ, ਸ਼ਹੀਦ ਵਸੰਤ ਕੁਮਾਰ ਵਿਸਵਾਸ ਸਰਵੋਦਯ ਵਿਦਿਆਲਾ, ਸਿਵਿਲ ਲਾਇਨਜ਼, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਆਰ.ਐਸ.ਸਿੰਧੂ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ. ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਆਰ.ਕੇ.ਪ੍ਰਾਸ਼ਰ, ਪ੍ਰਵਕਤਾ, ਡੀ.ਈ. ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਆਰ.ਕੇ.ਵਰਮਾ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ, ਸਗਧ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਬੀਹਾਰ।

ਏ.ਐਸ. ਬਰਾਰ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ, ਇੰਡੀਅਨ ਇਨਸਟੀਟਿਊਨ ਆਫ਼ ਤਕਨਾਲੋਜੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਏ.ਕਯੂ. ਕਾਨਟਰੈਕਟਰ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ ਇੰਡੀਅਨ ਇੰਸਟੀਟਿਊਟ ਆਫ਼, ਤਕਨਾਲੋਜੀ, ਪੈਵਈ, ਮੁੰਬਈ।

ਐਮ.ਐਲ. ਅਗਰਵਾਲ, ਪ੍ਰਿੰਸੀਪਲ (ਰਿਟਾਇਰਡ), ਕੇਂਦਰੀ ਵਿਦਿਆਲਯ, ਜੋਧਪੁਰ, ਰਾਜਸਥਾਨ।

ਐਸ.ਪੀ.ਮਹਾਜਨ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ, ਗੁਰੂ ਨਾਨਕ ਦੇਵ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਅੰਮ੍ਰਿਤਸਰ, ਪੰਜਾਬ।

ਐਸ.ਕੇ.ਗੁਪਤਾ., ਰੀਡਰ, ਸਕੂਲ ਆਫ਼ ਸਟਡੀਜ਼ ਇਨ ਕੈਮਿਸਟਰੀ, ਜੀਵਾਜੀ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਮੱਧ ਪ੍ਰਦੇਸ਼।

ਐਸ.ਕੇ.ਡੋਗਰਾ., ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਡਾ.ਬੀ.ਆਰ. ਅੰਬੇਦਕਰ ਸੈਂਟਰ ਫਾਰ ਬਾਇਓਮੈਡੀਕਲ ਰਿਸਰਚ, ਦਿੱਲੀ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਐਸ.ਬਧਵਾਰ, ਪ੍ਰਵਕਤਾ, ਡੇਲੀ ਕਾਲਜ, ਇੰਦੌਰ, ਮੱਧ ਪ੍ਰਦੇਸ਼।

PSEB

ਕਵਿਤਾ ਸ਼ਰਮਾ, ਪ੍ਰਵਕਤਾ, ਡੀ.ਈ.ਈ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਕੇ.ਐਲ.ਉਪਾਧਯਾਏ, ਚੇਅਰਮੈਨ (ਰਿਟਾਇਰਡ) ਰਸਾਇਣ ਵਿਭਾਗ, ਰਾਮਜਸ ਕਾਲਜ, ਦਿੱਲੀ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਕੇ.ਕੇ.ਅਰੋੜਾ, ਰੀਡਰ-ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ, ਜਾਕਿਰ ਹੁਸੈਨ ਕਾਲਜ, ਦਿੱਲੀ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਪੂਰਨ ਚੰਦ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਸੰਯੁਕਤ ਨਿਰਦੇਸ਼ਕ (ਰਿਟਾਇਰਡ) ਸੀ.ਆਈ.ਈ.ਟੀ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਬ੍ਰਹਮ ਪ੍ਰਕਾਸ਼, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ (ਮੈਂਬਰ), ਡੀ.ਈ.ਐਸ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਵਿਜਯ ਸ਼ਾਰਦਾ, ਰੀਡਰ, ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ, ਜਾਕਿਰ ਹੁਸੈਨ ਕਾਲਜ, ਦਿੱਲੀ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਵੀ.ਐਨ. ਪਾਠਕ, ਪ੍ਰੋਫਸਰ, ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ, ਰਾਜਸਥਾਨ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਜੋਧਪੁਰ, ਰਾਜਸਥਾਨ।

ਵੀ.ਕੇ.ਵਰਮਾ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, (ਰਿਟਾਇਰਡ), ਇੰਨਸਟੀਟੀਯੂਣ ਆਫ਼ ਤਕਨਾਲੌਜੀ, ਬਨਾਰਸ ਹਿੰਦੂ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਵਾਰਾਨਸੀ (ਉ.ਪ੍ਰ)। ਵੀ.ਪੀ. ਗੁੱਪਤਾ, ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਡੀ.ਈ. ਐਸ.ਐਮ., ਖੇਤਰੀ ਸਿੱਖਿਆ ਸੰਸਥਾਨ, ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ. ਭੋਪਾਲ, ਮੱਧ ਪ੍ਰਦੇਸ਼।

ਸਰਵਜੀਤ ਸੱਚਦੇਵਾ, ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ. (ਰਸਾਇਨ), ਸੇਂਟ ਕੋਲੰਬਸ ਸਕੂਲ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਮੈਂਬਰ (ਸਮਨਵਯਕ)

ਅਲਕਾ ਮਲਹੋਤਰਾ, ਰੀਡਰ (ਸਮਨਵਯਕ, ਹਿੰਦੀ ਸੰਸਕਰਨ) ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਹਿੰਦੀ ਅਨੁਵਾਦ

ਅਤੁਲ ਸ਼ਰਮਾ, ਪ੍ਰਵਕਤਾ, ਰਾਜਕੀ ਕਾਲਜ, ਨਾਗੌਰ, ਅਰੁਨ ਪਾਕੀਰ, ਪ੍ਰਵਕਤਾ, ਰਾਜਕੀ ਕਾਲਜ, ਅਜਮੇਰ।

ਅਲਕਾ ਮਲਹੋਤਰਾ, ਰੀਡਰ. ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਆਰ.ਕੇ. ਉਪਾਦਯਾਯ, ਵਰਿਸ਼ਟ ਪ੍ਰਵਕਤਾ, ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ, ਰਾਜਕੀ ਕਾਲਜ, ਅਜਮੇਰ।

ਆਰ.ਕੇ.ਪਰਾਸ਼ਰ, ਪ੍ਰਵਕਤਾ, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ. ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਆਲੋਕ ਚਤੁਰਵੇਦੀ, ਵਰਿਸ਼ਟ ਪ੍ਰਵਕਤਾ, ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ, ਰਾਜਕੀ ਕਾਲਜ, ਅਜਮੇਰ।

ਐਸ.ਪੀ. ਮਾਧੁਰ, ਚੇਅਰਮੈਨ ਵਿਭਾਗ, ਵਿਸ਼ੁਧ ਅਤੇ ਅਨੁਪ੍ਰਯੁਕਤ ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ ਮ.ਦ.ਸ., ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਅਜਮੇਰ।

ਕੇ.ਜੀ. ਔਛਾ, ਐਸੋਸੀਏਟ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ, ਵਿਸ਼ੁਧ ਅਨੁਪ੍ਰਯੁਕਤ ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ, ਮ.ਦ.ਸ. ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਅਜਮੇਰ।

ਰੇਣੂ ਪਰਾਸ਼ਰ, ਪ੍ਰਵਕਤਾ, ਹੰਸਰਾਜ ਕਾਲਜ, ਦਿੱਲੀ ਯੂਨੀਵਰਸਿਟੀ, ਦਿੱਲੀ।

ਸੁਰਿੰਦਰ ਅਰੋੜਾ, ਵਰਿਸ਼ਟ ਪ੍ਰਵਕਤਾ, ਰਸਾਇਨ ਵਿਭਾਗ, ਰਾਜਕੀ ਕਾਲਜ, ਅਜਮੇਰ।

PSEB

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਦੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਸੋਧ ਕਮੇਟੀ

1. ਸ੍ਰੀ ਗੁਰਬਖਸ਼ੀਸ ਸਿੰਘ, (ਲੈਕਚਰਰ ਕਮਿਸਟਰੀ), ਸਰਕਾਰੀ ਸੀਨੀਅਰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸਕੂਲ, ਸਹੌੜਾ, (ਐਸ.ਏ.ਐਸ. ਨਗਰ)।
2. ਸ਼੍ਰੀਮਤੀ ਅਨੂ ਰੌਲੀ, (ਲੈਕਚਰਰ ਕਮਿਸਟਰੀ), ਸਰਕਾਰੀ ਸੀਨੀਅਰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸਕੂਲ, ਬਾਕਰਪੁਰ, (ਐਸ.ਏ.ਐਸ. ਨਗਰ)।
3. ਸ਼੍ਰੀ ਮਤੀ ਪੁਸ਼ਪਿੰਦਰ ਕੌਰ, (ਲੈਕਚਰਰ ਕਮਿਸਟਰੀ, ਸਰਕਾਰੀ ਸੀਨੀਅਰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸਕੂਲ, ਸੋਹਾਣਾ, (ਐਸ.ਏ.ਐਸ. ਨਗਰ)।

ਕੋਆਰਡੀਨੇਟਰ

ਸ਼ਰੂਤੀ ਸ਼ੁਕਲਾ

PSEB

ਵਿਸ਼ਾ ਸੂਚੀ

ਲੜੀ ਨੰ.	ਪਾਠ	ਪੰਨਾ ਨੰ:
9.	ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ	254-280
10.	ਹੈਲੋਐਲਕੇਨਸ ਅਤੇ ਹੈਲੋਐਰੀਨਸ	286-321
11.	ਐਲਕੋਹਲ, ਫੀਨੋਲ ਅਤੇ ਈਥਰ	322-355
12.	ਐਲਡੀਹਾਈਡ, ਕੀਟੋਨ ਅਤੇ ਕਾਰਬੋਕਸਲਿਕ ਐਸਿਡ	356-389
13.	ਐਮੀਨ	390-412
14.	ਜੈਵ ਅਣੂ	413-435
15.	ਬਹੁਲਕ	436-450
16.	ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ	451-469
	ਕੁਝ ਅਭਿਆਸਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ	470-474
	ਤਕਨੀਕੀ ਸ਼ਬਦ ਸੂਚੀ	475-479

PSEB

ਯੂਨਿਟ

9

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ

Coordination Compounds

ਉਦੇਸ਼

ਇਸ ਯੂਨਿਟ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਤੁਸੀਂ–

- ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਕ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਵਰਨਰ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀਆਂ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਦੇ ਮਹੱਤਵ ਨੂੰ ਸਮਝ ਸਕੋਗੇ;
- ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਕ ਸੱਤਾ, ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ, ਲੀਗੈਂਡ, ਉਪ-ਸਹਿਸੰਯੋਕਤਾ ਸੰਖਿਆ, ਸਹਿਸੰਯੋਜਕਤਾ ਖੇਤਰ, ਸਹਿਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬਹੁ-ਫਲਕ, ਅੱਕਸੀਕਰਣ ਸੰਖਿਆ, ਹੋਮੋਲੈਪਟਿਕ ਅਤੇ ਹੈਟ੍ਰੋਲੈਪਟਿਕ ਵਰਗੀਆਂ ਟਰਮਾਂ ਦਾ ਅਰਥ ਜਾਣ ਸਕੋਗੇ;
- ਉਪਸੰਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀ ਨਾਂ ਪੱਧਤੀ ਤੇ ਨਿਯਮ ਜਾਣ ਸਕੋਗੇ;
- ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਉਪਸਹਿਸੰਜੋਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਸੂਤਰ ਅਤੇ ਨਾਂ ਲਿਖ ਸਕੋਗੇ;
- ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸਮਅੰਗਤਾਵਾਂ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕੋਗੇ;
- ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ ਅਤੇ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਨੂੰ ਸਮਝ ਸਕੋਗੇ;
- ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਮਹੱਤਵ ਅਤੇ ਵਰਤੋਂ ਨੂੰ ਸਮਝ ਸਕੋਗੇ।

"ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਆਧੁਨਿਕ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਅਤੇ ਜੈਵ-ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਰਸਾਇਣ ਅਤੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਉਦਯੋਗਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਥੰਮ੍ਹ ਹਨ।"

ਇਸ ਤੋਂ ਪਹਿਲੇ ਯੂਨਿਟ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਕਿ ਅੰਤਰਕਾਲੀ ਧਾਤਾਂ ਵੱਡੀ ਗਿਣਤੀ ਵਿੱਚ ਕੰਪਲੈਕਸ ਯੋਗਿਕ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ ਅਨੇਕ ਰਿਣ ਆਇਨਾਂ ਜਾਂ ਉਦਾਸੀਨ ਅਣੂਆਂ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਆਧੁਨਿਕ ਪਰਿਭਾਸ਼ਕ ਸ਼ਬਦਾਵਲੀ ਵਿੱਚ ਅਜਿਹੇ ਯੋਗਿਕ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀ ਰਸਾਇਣ ਅਧੁਨਿਕ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਰਸਾਇਣ ਦਾ ਇੱਕ ਮਹਤੱਵਪੂਰਣ ਅਤੇ ਚੁਨੌਤੀਪੂਰਣ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਰਸਾਇਣਿਕ ਬੰਧਨ ਅਤੇ ਅਣਵੀਂ ਰਚਨਾ ਦੀਆਂ ਨਵੀਂਆਂ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਨੇ ਜੈਵਿਕ ਸਿਸਟਮਾਂ ਦੇ ਜੀਵਨ ਘਟਨਾ ਨੂੰ ਕਾਰਜ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੀ ਪੂਰੀ ਜਾਣਕਾਰੀ ਉਪਲਬਧ ਕਰਵਾਈ ਹੈ। ਕਲੋਰੋਫਿਲ, ਹੀਮੋਗਲੋਬਿਨ ਅਤੇ ਵਿਟਾਮਿਨ B_{12} ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਮੈਗਨੀਸ਼ਿਅਮ, ਆਇਰਨ ਅਤੇ ਕੋਬਾਲਟ ਦੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਹਨ। ਬਹੁ ਭਾਂਤੀ ਧਾਤਕਰਮਾਂ, ਉਦਯੋਗਿਕ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕਾਂ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਕ ਅਭਿਕਰਮਕਾਂ ਵਿੱਚ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਮੁਲਾਂਕਰਣ, ਕੱਪੜਿਆਂ ਨੂੰ ਰੰਗ ਕਰਨਾ ਅਤੇ ਔਸ਼ਧੀ ਰਸਾਇਣ ਵਿੱਚ ਵੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀ ਬੜੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਵਰਤੋਂ ਹੈ।

9.1 ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦਾ ਵਰਨਰ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ

ਸਰਬ ਪ੍ਰਥਮ ਸਵਿੱਸ ਵਿਗਿਆਨੀ **ਅਲਫਰੈਡ ਵਰਨਰ** (1866–1919) ਨੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਦੇ ਸਬੰਧ ਵਿੱਚ ਆਪਣੇ ਵਿਚਾਰ ਪ੍ਰਗਟ ਕੀਤੇ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਅਨੇਕ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਬਣਾਏ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਵਿਸ਼ੇਸਤਾਵਾਂ ਦੱਸੀਆਂ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਅਤੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਵਿਹਾਰ ਦਾ ਸਧਾਰਣ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਤਕਨੀਕਾਂ ਰਾਹੀਂ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ। ਵਰਨਰ ਨੇ ਧਾਤਆਇਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ (Primary Valence) ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ (Secondary Valence) ਦੀ ਧਾਰਣਾ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀ। ਦੋ ਅੰਗੀ ਯੋਗਿਕ ਜਿਵੇਂ $CrCl_3$, $CoCl_2$ ਜਾਂ $PdCl_2$ ਵਿੱਚ ਧਾਤਆਇਨ ਦੀ ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਕ੍ਰਮਵਾਰ 3, 2 ਅਤੇ 2 ਹੈ। ਕੋਬਾਲਟ (III) ਕਲੋਰਾਈਡ ਦੇ ਅਮੋਨੀਆ ਦੇ ਨਾਲ ਬਣੇ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਕਿ ਸਧਾਰਣ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਸਿਲਵਰ ਨਾਈਟ੍ਰੇਟ ਘੋਲ ਜ਼ਿਆਦਾ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪਾਉਣ ਤੇ ਕੁਝ ਕਲੋਰਾਈਡਆਇਨ ($AgCl$) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਵਖੇਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਕੁਝ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਹੀ ਰਹਿ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

PSEB

1 ਮੋਲ $CoCl.6NH_3$ (ਪੀਲਾ)	3 ਮੋਲ AgCl ਦਿੰਦਾ ਹੈ।
1 ਮੋਲ $CoCl3.5NH_3$ (ਜਾਮਨੀ)	2 ਮੋਲ AgCl ਦਿੰਦਾ ਹੈ।
1 ਮੋਲ $CoCl_3.4NH_3$ (ਹਰਾ)	1 ਮੋਲ AgCl ਦਿੰਦਾ ਹੈ।
1 ਮੋਲ $CoCl3.4\ NH_3$ (ਬੈਂਗਣੀ)	1 ਮੋਲ AgCl ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਉਪਰੋਕਤ ਪ੍ਰੇਖਣਾ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਘੋਲਾਂ ਦੀ ਚਾਲਕਤਾ ਮਾਪਨ ਦੇ ਪਰੀਣਾਮਾਂ ਨੂੰ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਸਮਝਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

(i) ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਛੇ ਸਮੂਹ (ਕਲੋਰਾਈਡ ਆਇਨ ਜਾਂ ਅਮੋਨੀਆ ਅਣੂ ਜਾਂ ਦੋਵੇਂ) ਕੋਬਾਲਟ ਆਇਨ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹੋਏ ਮੰਨੇ ਜਾਣ ਅਤੇ (ii) ਯੋਗਿਕਾਂ ਨੂੰ ਸਾਰਣੀ 9.1 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਸੂਤਰਬਧ ਕੀਤਾ ਜਾਏ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀ (Square) ਬਰੈਕਟ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਇੱਕ ਸੱਤਾ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀਆਂ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵਿਯੋਜਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਵਰਨਰ ਨੇ ਧਾਤ ਆਇਨ ਨਾਲ ਸਿੱਧੇ ਜੁੜੇ ਗਰੁੱਪਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਨਾਂ ਦਿੱਤਾ, ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਾਰੀਆਂ ਉਦਾਹਰਣਾ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਛੇ ਹੈ।

ਸਾਰਣੀ 9.1 — ਕੋਬਾਲਟ (III) ਕਲੋਰਾਈਡ-ਅਮੋਨੀਆ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਦਾ ਸੂਤਰੀ ਕਰਨ

ਰੰਗ	ਸੂਤਰ	ਘੋਲ ਚਾਲਕਤਾ ਸਬੰਧ
ਪੀਲਾ	$[Co(NH_3)_6]^{3+}3Cl^-$	1:3 ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ
ਜਾਮਨੀ	$[CoCl(NH_3)_5]^{2+}2Cl^-$	1:2 ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ
ਹਰਾ	$[CoCl_2(NH_3)_4]^+Cl^-$	1:1 ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ
ਬੈਂਗਣੀ	$[CoCl_2(NH_3)_4]^+Cl^-$	1:1 ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟ

ਇਹ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਹੈ ਕਿ ਸਾਰਣੀ 9.1 ਵਿੱਚ ਅੰਤਿਮ ਦੋ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਮੂਲ ਅਨੁਪਾਤੀ ਸੂਤਰ, $CoCl_3.4NH_3$ ਸਮਾਨ ਹਨ, ਪਰੰਤੂ ਗੁਣ ਭਿੰਨ ਹਨ। ਅਜਿਹੇ ਯੋਗਿਕ ਸਮਅੰਗਕ (Isomers) ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਵਰਨਰ ਨੇ 1898 ਵਿੱਚ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਪੇਸ਼ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀਆਂ ਮੁੱਖ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆ ਹਨ—

1. ਉਪਸਹਿਸੰਯਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਧਾਤਾਂ ਦੋ ਕਿਸਮ ਦੀਆਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾਵਾਂ ਦਰਸਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ– ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ।
2. ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾਵਾਂ ਸਧਾਰਣ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਇਨਾਈਜ਼ੇਬਲ (ionisable) ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਆਇਨਾ ਦੁਆਰਾ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।
3. ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾਵਾਂ ਅਨ-ਆਇਨਾਈਜ਼ੇਬਲ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਉਦਾਸੀਨ ਅਣੂਆਂ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਆਇਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ (Coordination number) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਕਿਸੇ ਧਾਤ ਲਈ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
4. ਧਾਤ ਨਾਲ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਨਾਲ ਬੰਧਿਤ ਆਇਨ/ਗਰੁੱਪ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਅਨੁਰੂਪ ਤ੍ਰੈਵਿਮੀ ਸਥਾਨ ਵਿੱਚ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਵਸਥਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਆਧੁਨਿਕ ਸੂਤਰੀਕਰਣ ਵਿੱਚ ਇਸ ਕਿਸਮ ਦੀ ਤ੍ਰੈਵਿਮੀ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਨੂੰ **ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਬਹੁ ਫਲਕ (Coordination polyhedra)** ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਵੱਡੀ ਬਰੈਕਟ ਵਿੱਚ ਲਿਖੀ ਸਪੀਸ਼ੀਜ ਕੰਪਲੈਕਸ ਅਤੇ ਵੱਡੀ ਬਰੈਕਟ ਦੇ ਬਾਹਰ ਲਿਖੇ ਆਇਨ ਪ੍ਰਤੀ ਆਇਨ (Counterions) ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਇਹ ਵੀ ਅਧਾਰ ਤੱਤ (Postulate) ਦਿੱਤਾ ਕਿ ਅੰਤਰ ਕਾਲੀ ਤੱਤਾਂ ਦੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਅੱਠ ਫਲਕੀ, ਚੌਫਲਕੀ ਜਾਂ ਵਰਗ ਸਮਤਲਈ ਜੋਮੈਟਰੀਆਂ ਵੇਖੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $[Co(NH_3)_6]^{3+}$, $[CoCl(NH_3)_5]^{2+}$ ਅਤੇ $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$ ਦੀਆਂ ਜੋਮੈਟਰੀਆਂ ਅੱਠਫਲਕੀ ਹਨ, ਜਦਕਿ ($[Ni(Co)_4]$ ਅਤੇ $[PtCl_4]^{2+}$ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਚੌਫਲਕੀ ਅਤੇ ਵਰਗ ਸਮਤਲੀ ਹਨ।

PSEB

ਉਦਾਹਰਣ 9.1 ਜਲੀ ਘੋਲਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰੇਖਣਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਧਾਤਾਂ ਦੀਆਂ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਦੱਸੋ।

ਸੂਤਰ	ਅਧਿਕਤਾ ਵਿੱਚ $AgNO_3$ ਮਿਲਾਉਣ ਤੇ ਇੱਕ ਮੋਲ ਯੋਗਿਕ ਤੋਂ ਅਵਖੇਪਿਤ $AgCl$ ਦੇ ਮੋਲਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ
(i) $PdCl_2.4NH_3$	2
(ii) $NiCl_2.6H_2O$	2
(iii) $PtCl_4.2HCl$	0
(iv) $CoCl_3.4NH_3$	1
(v) $PtCl_2.2NH_3$	0

ਹੱਲ

(i) ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ 4 (ii) ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ 6
(iii) ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ 4 (iv) ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ 6
(v) ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ 6

ਦੂਹਰਾ ਲੂਣ ਅਤੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ

ਦੂਹਰਾ ਲੂਣ ਅਤੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਦੋ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸਥਾਈ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਸਟੋਕਿਓਮੈਟਰਿਕ ਅਨੁਪਾਤ (Stoichiometric ratio) ਵਿੱਚ ਜੁੜਨ ਨਾਲ ਬਣਦੇ ਹਨ, ਪਰ ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਭਿੰਨ ਹਨ ਕਿਉਂਕਿ ਦੂਹਰੇ ਲੂਣ ਜਿਵੇਂ ਕਾਰਨੇਲਾਈਟ, $KClMgCl_2.6H_2O$, ਮੋਹਰ ਲੂਣ, $FeSO_4.(NH_4)_2SO_4.6H_2O$; ਪੋਟਾਸ਼ ਫਟਕੜੀ $KAl(SO4)_2.12H_2O$ ਆਦਿ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਪੂਰਣ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਯੋਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਪਰੰਤੂ $K_4[Fe(CN)_6]$ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ, Fe^{2+} ਅਤੇ CN^- ਆਇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਯੋਜਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

(1866-1919)

ਵਰਨਰ ਦਾ ਜਨਮ ਐਲਸੇਸ ਦੇ ਫਰਾਂਸਿਸੀ ਪ੍ਰਦੇਸ਼ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਜਿਹੀ ਬਰਾਦਰੀ ਮੁਲਹੋਲ ਵਿੱਚ 12 ਦਿਸੰਬਰ 1866 ਵਿੱਚ ਹੋਇਆ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਰਸਾਇਣ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਾਰਲਸੁਰਹੇ (ਜਰਮਨੀ) ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਜਯੂਰਿਖ (ਸਵਿਟਜਰਲੈਂਡ) ਵਿੱਚ ਪੂਰਾ ਕੀਤਾ ਜਿੱਥੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੇ 1890 ਵਿੱਚ ਡਾੱਕਟਰੇਟ ਥੀਸਿਸ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਯੁਕਤ ਕਾਰਬਨਿਕ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਗੁਣਾਂ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨਤਾ ਨੂੰ ਸਮਅੰਗਕਤਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਕੀਤਾ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਵਾਂਟ ਹਾੱਫ ਦੇ ਚੌਫਲਕੀ ਕਾਰਬਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਵਿਸਥਾਰਿਤ ਕਰਕੇ ਇਸ ਨੂੰ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਲਈ ਰੁਪਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤਾ। ਵਰਨਰ ਨੇ ਭੌਤਿਕ ਮਾਪਦੰਡਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਗੁਣਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਦਰਸਾਇਆ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਵਰਨਰ ਨੇ ਹੀ ਪਹਿਲੀ ਵਾਰ ਕੁਝ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਧਰੁਵਣ ਘੁਰਣਕਤਾ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ। 29 ਸਾਲ ਦੀ ਉਮਰ ਵਿੱਚ ਹੀ ਉਹ 1895 ਵਿੱਚ ਜਯੂਰਿਖ ਦੇ ਟੈਕਨੀਸਕੇ ਹਾੱਕਸ ਕੁਲੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ ਬਣ ਗਏ ਹਨ। ਐਲਫਰਡਵਰਨਰ ਇੱਕ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨੀ ਅਤੇ ਸਿੱਖਿਆ ਸ਼ਾਸਤਰੀ ਸਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਉਪਲਬਧੀਆਂ ਵਿੱਚ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਵਿਕਾਸ ਸ਼ਾਮਲ ਹੈ। ਇਹ ਪਰਿਵਰਤਨਕਾਰੀ ਸਿਧਾਂਤ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਵਰਨਰ ਨੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਅਤੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਸਮਝਾਇਆ, ਸਿਰਫ ਤਿੰਨ ਸਾਲਾਂ ਦੇ ਸਮੇਂ (1890-93) ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕੀਤਾ। ਆਪਣਾ ਬਾਕੀ ਜੀਵਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਆਪਣੇ ਵਿਚਾਰਾਂ ਨੂੰ ਉਚਿਤ ਸਿੱਧ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਸਮਰਥਨ ਇਕੱਠੇ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਗੁਜਾਰਿਆ। ਵਰਨਰ ਪਹਿਲੇ ਸਵਿੱਸ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨੀ ਸਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਬੰਧਨਾਂ ਅਤੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸਿਧਾਂਤ ਉੱਤੇ ਕੀਤੇ ਕਾਰਜ ਦੇ ਲਈ 1913 ਵਿੱਚ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਇਆ।

9.2 ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਨਾਲ ਸਬੰਧਿਤ ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਕ ਸ਼ਬਦ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾਵਾਂ

(ੳ) ***ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ—***

ਕੇਂਦਰੀ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ ਜਾਂ ਆਇਨ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਬੰਧਿਤ ਆਇਨ ਜਾਂ ਅਣੂ ਮਿਲ ਕੇ ਇੱਕ ਉਪਸਹਿਸੰਯਜਨ ਸੱਤਾ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, $[CoCl_3(NH_3)_3]$ ਇੱਕ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੋਬਾਲਟ ਆਇਨ ਤਿੰਨ ਅਮੋਨੀਆ ਅਣੂ ਅਤੇ ਤਿੰਨ ਕਲੋਰਾਈਡ ਆਇਨਾਂ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਹੈ। ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਹਨ, $[Ni(CO)_4]$, $[PtCl_2(NH_3)_2]$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ਆਦਿ।

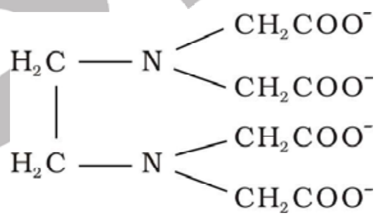
(ਅ) ***ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ—***

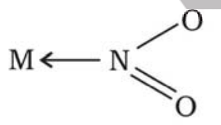
ਕਿਸੇ ਉਪਸਹਿਸੋਯਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਜੋ ਇਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਦੂਜੇ ਆਇਨਾਂ/ਗਰੁੱਪਾਂ ਨਾਲ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਜੋਮੈਟਰੀ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਜੁੜਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ ਜਾਂ ਆਇਨ ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ- $[NiCl_2(H_2O)_6]$, $[CoCl(NH_3)_5]^{2+}$ ਅਤੇ $[Fe(CN)_6]^{3-}$ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਕ੍ਰਮਵਾਰ Ni^{2+}, Co^{3+} ਅਤੇ Fe^{3+} ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂਆਂ/ਆਇਨਾਂ ਨੂੰ ਲੂਈਸ ਐਸਿਡ ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(ੲ) ***ਲੀਗੈਂਡ—***

ਉਪਸਹਿ ਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਆਇਨ ਜਾਂ ਅਣੂ **ਲੀਗੈਂਡ** ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਸਧਾਰਣ ਆਇਨ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ Cl^-, ਛੋਟੇ ਅਣੂ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ H_2O ਜਾਂ NH_3, ਵੱਡੇ ਅਣੂ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ $H_2NCH_2CH_2NH_2$ ਜਾਂ $N(CH_2CH_2NH_2)_3$ ਜਾਂ ਬਹੁਤ ਵੱਡੇ ਅਣੂ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ ਜਿਵੇਂ ਪ੍ਰੋਟੀਨ।

ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਲੀਗੈਂਡ, ਧਾਤਆਇਨ ਨਾਲ ਇੱਕ ਦਾਤਾ (donor) ਪਰਮਾਣੂ ਨਾਲ ਬੰਧਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ Cl^-, H_2O ਜਾਂ NH_3 ਤਾਂ ਲੀਗੈਂਡ ਇੱਕ ਦੰਦੇਦਾਰ (Unidentate) ਅੱਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਲੀਗੈਂਡ ਦੋ ਦਾਤਾ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਬੰਧਿਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ $H_2NCH_2CH_2NH_2$ (ਈਥੇਨ-1, 2-ਡਾਈਐਮੀਨ) ਜਾਂ (ਔਗਜ਼ੇਲੇਟ) ਤਾਂ ਅਜਿਹਾ ਲੀਗੈਂਡ ਦੋ ਦੰਦੇਦਾਰ (bidentate) ਅਤੇ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਲੀਗੈਂਡ ਵਿੱਚ ਅਨੇਕ ਦਾਤਾ ਪਰਮਾਣੂ ਮੌਜੂਦ ਹੋਣ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ $N(CH_2CH_2NH_2)_3$ ਵਿੱਚ ਹਨ, ਤਾਂ ਲੀਗੈਂਡ ਬਹੁ ਦੰਦੇਦਾਰ ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਈਥੇਲੀਨ ਡਾਈਐਮੀਨ ਟੈਟ੍ਰਾ ਐਸੀਟੇਟ ਆਇਨ ($EDTA^{4-}$) ਇੱਕ ਮਹਤੱਵਪੂਰਣ ਛੇ ਦੰਦੇਦਾਰ (hexadentate) ਲੀਗੈਂਡ ਹੈ। ਇਹ ਦੋ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਅਤੇ ਚਾਰ ਆੱਕਸੀਜਨ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਧਾਤਆਇਨ ਨਾਲ ਜੁੜ ਸਕਦਾ ਹੈ।




ਨਾਈਟ੍ਰਾਈਟੋ-N

ਨਾਈਟ੍ਰਾਈਟੋ-O

M ⟵ SCN
ਆਈਸੋਥਾਇਓਸਾਇਆਨੇਟੋ

M ⟵ NCS
ਥਾਇਓਸਾਇਆਨੇਟੋ

ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਦੋ-ਦੰਦੇਦਾਰ ਜਾਂ ਬਹੁਦੰਦੇਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡ ਆਪਣੇ ਦੋ ਜਾਂ ਵੱਧ ਦਾਤਾ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਇੱਕ ਹੀ ਧਾਤ ਆਇਨ ਨਾਲ ਬੰਧਨ ਦੇ ਲਈ ਕਰਦਾ ਹੈ, **ਤਾਂ ਇਹ ਕੀਲੇਟ (Chelate) ਲੀਗੈਂਡ ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ।** ਅਜਿਹੇ ਬੰਧਨਕਾਰੀ ਗਰੁੱਪਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਲੀਗੈਂਡ ਦੀ **ਦੰਦੇਕਾਰਤਾ ਜਾਂ ਡੈਂਟੇਸਿਟੀ (Denticity) ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ।** ਅਜਿਹੇ ਕੰਪਲੈਕਸ

ਕੀਲੇਟ ਕੰਪਲੈਕਸ (Chelate Complexes) ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਦੰਦੇਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡ ਯੁਕਤ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਨਾਲੋਂ ਵਧੇਰੇ ਸਥਾਈ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। (ਕਾਰਣ ਦੇ ਲਈ ਵੇਖੋ ਭਾਗ 9.8)। ਲੀਗੈਂਡ, ਜੋ ਦੋ ਭਿੰਨ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਜੁੜ ਸਕਦਾ ਹੈ, **ਉਸਨੂੰ ਐਂਬੀਡੈਂਟ (ambident) ਲੀਗੈਂਡ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ**। ਅਜਿਹੇ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੀ ਉਦਾਹਰਣਾ ਹਨ– – NO_2 ਅਤੇ SCN^- ਆਇਨ। NO^-_2 ਆਇਨ ਕੇਂਦਰੀ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ ਆਇਨ ਨਾਲ ਜਾਂ ਤਾਂ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਦੁਆਰਾ ਜਾਂ ਆੱਕਸੀਜਨ ਦੁਆਰਾ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ SCN^- ਆਇਨ ਸਲਫਰ ਜਾਂ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਦੁਆਰਾ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(ਸ) ***ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ (Coordination Number)—***

ਇੱਕ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਧਾਤਆਇਨ ਦੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ (CN) ਉਸ ਨਾਲ ਬੰਧਿਤ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾਤਾ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜੋ ਸਿੱਧੇ ਧਾਤ ਆਇਨ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹੋਣ।

ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨਾਂ, $[PtCl_6]^{2-}$ ਅਤੇ $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$ ਵਿੱਚ Pt ਅਤੇ Ni ਦੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ ਕ੍ਰਮਵਾਰ 6 ਅਤੇ 4 ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨਾਂ $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ ਅਤੇ $[Co(en)_3]^{3+}$ ਵਿੱਚ ਆਇਰਨ ਅਤੇ ਕੋਬਾਲਟ ਦੋਵਾਂ ਦੀ ਉਪਸਹਿਲਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ 6 ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ $C_2O_4^{2-}$ ਅਤੇ (ਈਥੇਨ-1, 2-ਡਾਈ ਐਮੀਨ) ਦੋਦੰਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡ ਹਨ।

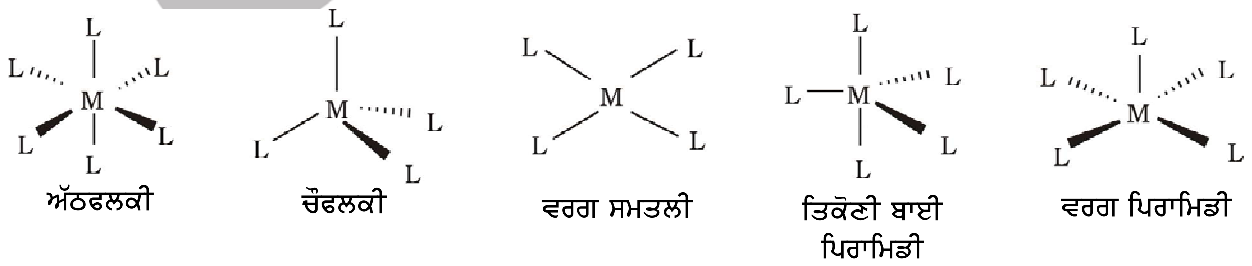
ਇੱਥੇ ਇਹ ਜਾਣ ਲੈਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਦੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਅਤੇ ਲੀਗੈਂਡ ਦੇ ਵਿੱਚ ਬਣੇ ਸਿਰਫ s (ਸਿਗਮਾ) ਬੰਧਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਅਧਾਰ ਉੱਤੇ ਹੀ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਲੀਗੈਂਡ ਅਤੇ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਦੇ ਵਿੱਚ p (ਪਾਈ) ਬੰਧਨ ਬਣੇ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਨਹੀਂ ਗਿਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(ਹ) ***ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਖੇਤਰ (Coordination Sphere)—***

ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਨੂੰ ਵਡੀ (Square) ਬਰੈਕਟ ਵਿੱਚ ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸਾਰੇ ਮਿਲ ਕੇ **ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਖੇਤਰ (Coordination Sphere) ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ**। ਆਇਨ ਯੋਗ ਗਰੁੱਪ ਬਰੈਕਟ ਦੇ ਬਾਰ ਲਿਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਆਇਨ ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ- ਕੰਪਲੈਕਸ $K_4[Fe(CN)_6]$ ਵਿੱਚ $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਖੇਤਰ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀ ਆਇਨ ਹੈ।

(ਕ) ***ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਬਹੁਫਲਕ—***

ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਨਾਲ ਸਿੱਧੇ ਜੁੜੇ ਲੀਗੈਂਡ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਤ੍ਰੈਵਿਮੀ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ (Spatial arrangement) **ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਬਹੁਫਲਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ**। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਅੱਠ ਫਲਕੀ, ਵਰਗ ਮਸਤਲੀ ਅਤੇ ਚੌਫਲਕੀ ਮੁੱਖ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ਅੱਠ ਫਲਕੀ ਹੈ, $[Ni(CO)_4]$ ਚੌਫਲਕੀ ਹੈ ਅਤੇ $[PtCl_4]^{2-}$ ਵਰਗ ਸਮਤਲੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 9.1 ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਬਹੁਫਲਕਾਂ ਦੀਆਂ ਅਕ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 9.1— *ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਬਹੁਫਲਕਾਂ ਦੀਆਂ ਅਕ੍ਰਿਤੀਆਂ- M ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ/ ਆਇਨ ਨੂੰ ਅਤੇ L ਇੱਕ ਦੰਦਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।*

(ਖ) ***ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ ਦੀ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ—***

ਇੱਕ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਸਾਰੇ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਨੂੰ ਜੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਾਂਝ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਯੁਗ੍ਮਾਂ ਨਾਲ ਹਟਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ ਉੱਤੇ ਮੌਜੂਦ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਉਸਦੀ **ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਸੰਖਿਆ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।** ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਦੇ ਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸੰਕੇਤ ਦੇ ਨਾਲ ਛੋਟੀ ਬਰੈਕਟ ਵਿੱਚ ਰੋਮਨ ਅੰਕ ਨਾਲ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ- $[Cu(CN)_4]^{3-}$ ਵਿੱਚ ਕਾੱਪਰ ਦਾ ਆੱਕਸਕਰਣ ਅੰਕ +1 ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ Cu(1) ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(ਗ) ***ਹੋਮੋਲੈਪਟਿਕ ਅਤੇ ਹੈਟਰੋਲੈਪਟਿਕ ਕੰਪਲੈਕਸ (Homoleptic and Heteroleptic Complexes)—***

ਕੰਪਲੈਕਸ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਕਿਸਮ ਦੇ ਦਾਤਾ ਗਰੁੱਪ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ $[Co(NH_3)_6]^{3+}$, ਹੋਮੋਲੈਪਟਿਕ ਕੰਪਲੈਕਸ ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਕੰਪਲੈਕਸ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ ਇੱਕ ਨਾਲੋਂ ਵੱਧ ਕਿਸਮ ਦੇ ਦਾਤਾ ਗਰੁਪਾਂ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ- $[Co(NH_3)_4Cl_2]$, ਹੈਟਰੋਲੈਪਟਿਕ ਕੰਪਲੈਕਸ ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ।

9.3 ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦਾ ਨਾਮਕਰਣ

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਰਸਾਇਣ ਵਿੱਚ, ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਕਰਕੇ ਸਮ ਅੰਗਕਾਂ ਉੱਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਸੂਤਰਾਂ ਅਤੇ ਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਬਿਨਾਂ ਸੰਦੇਹ ਅਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਲਿਖਣ ਦੇ ਲਈ ਨਾਮਕਰਣ ਦਾ ਬਹੁਤ ਮਹਤੱਵ ਹੈ। ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਦੇ ਸੂਤਰ ਅਤੇ ਜਿਹੜੇ ਨਾਂ ਅਪਨਾਏ ਗਏ ਹਨ ਉਹ ਇੰਟਰਨੈਸ਼ਨਲ ਯੂਨੀਅਨ ਆੱਫ ਪਿਓਰ ਐਂਡ ਐਪਲਾਈਡ ਕੈਮਿਸਟਰੀ (IUPAC) ਦੀਆਂ ਸਿਰਫਾਰਿਸ਼ਾਂ ਉੱਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹਨ।

9.3.1. ਇਕ ਕੇਂਦਰਕੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਸੂਤਰ

ਯੋਗਿਕਾਂ ਦਾ ਸੂਤਰ ਉਸਦੀ ਬਣਤਰ ਨਾਲ ਸਬੰਧਿਤ ਮੂਲਭੂਤ ਸੂਚਨਾ ਨੂੰ ਸੰਖੇਪ ਅਤੇ ਅਸਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਗਟ ਕਰਨ ਦਾ ਇੱਕ ਤਰੀਕਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸੂਤਰ ਲਿਖਦੇ ਸਮੇਂ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਨਿਯਮ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ–

(i) ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(ii) ਉਸ ਉਪਰੰਤ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਨੂੰ ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ੀ ਵਰਣਮਾਲਾ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਲੀਗੈਂਡ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਉਸ ਦੇ ਚਾਰਜ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ।

(iii) ਬਹੁ ਦੰਦਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡ ਵੀ ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ੀ ਵਰਣਮਾਲਾ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਲਿਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸੰਕੇਤ-ਅੱਖਰ ਵਿੱਚ ਲਿਖੇ ਹੋਏ ਲੀਗੈਂਡ ਦੇ ਪਹਿਲੇ ਅੱਖਰ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਕੇ ਵਰਣਮਾਲਾ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਉਸਦੀ ਸਥਿਤੀ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

(iv) ਸੰਪੂਰਣ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਭਾ, ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਏ ਜਾਂ ਨਾ, ਉਸ ਦੇ ਸੂਤਰ ਨੂੰ ਇੱਕ ਵੱਡੀ ਬਰੈਕਟ ਵਿੱਚ ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਲੀਗੈਂਡ ਬਹੁ ਪਰਮਾਣਵੀਂ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸੂਤਰਾਂ ਨੂੰ ਬਰੈਕਟ ਵਿੱਚ ਲਿਖਦੇ ਹਨ। ਸੰਕੇਤ ਅੱਖਰ ਵਿੱਚ ਲਿਖੇ ਲੀਗੈਂਡ ਨੂੰ ਵੀ ਬਰੈਕਟ ਵਿੱਚ ਲਿਖਦੇ ਹਨ।

(v) ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਖੇਤਰ ਧਾਤ ਅਤੇ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੇ ਸੂਤਰਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਥਾਂ ਨਹੀਂ ਛੱਡੀ ਜਾਂਦੀ।

(vi) ਜਦੋਂ ਚਾਰਜ ਯੁਕਤ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਦਾ ਸੂਤਰ ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਆਇਨ ਦੇ ਲਿਖਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਦਾ ਚਾਰਜ ਵੱਡੀ ਬਰੈਕਟ ਦੇ ਬਾਹਰ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਉੱਪਰ ਅੰਕ (Superscript) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪਿਹਲਾਂ ਚਾਰਜ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਅਤੇ ਫਿਰ ਚਾਰਜ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਲਿਖਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ- $[Co(CN)_6]^{3-}$, $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ ਆਦਿ।

(vii) ਧਨਆਇਨ ਦੇ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਰਿਣਆਇਨ ਦੇ ਚਾਰਜ ਨਾਲ ਸੰਤੁਲਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

PSEB

9.3.2. ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦਾ ਨਾਮ ਕਰਣ

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਯੋਗਾਤਮਕ ਨਾਮ ਕਰਣ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਧਾਰ ਉੱਤੇ ਲਿਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧਾਤ ਦੇ ਦੋਹਾਂ ਪਾਸੇ ਜੁੜੇ ਗਰੁਪਾਂ ਨੂੰ ਪਛਾਣ ਕਰਕੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਸਹੀ ਗੁਣਕ ਸਹਿਤ ਧਾਤ ਦੇ ਨਾਂ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸੂਚੀ ਬੱਧ ਕੀਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਪ ਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਨਾਮਕਰਣ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਨਿਯਮ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ–

(i) ਧਨਆਇਨ ਜਾਂ ਰਿਣਆਇਨ ਦੋਵਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੋਈ ਵੀ ਚਾਰਜ ਯੁਕਤ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਧਨਆਇਨ ਦਾ ਨਾਂ ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(ii) ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ ਆਇਨ ਦੇ ਨਾਂ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਵਰਣਮਾਲਾ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਲਿਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। (ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਸੂਤਰ ਲਿਖਣ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ।)

(iii) ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਦੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ-0 ਆਉਂਦਾ ਹੈ, ਉਦਾਸੀਨ ਅਤੇ ਧਨਚਾਰਜਿਤ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਨਹੀਂ ਬਦਲਦੇ। ਕੁਝ ਅਪਵਾਦ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ- H_2O ਦੇ ਲਈ ਐਕੂਆ, NH_3 ਦੇ ਲਈ ਐਮੀਨ, CO ਦੇ ਲਈ ਕਾਰਬੋਨਿਲ ਅਤੇ NO ਦੇ ਲਈ ਨਾਈਟ੍ਰੋਸਿਲ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਵਲਗਣ ਚਿੰਨ੍ਹ ( ) ਵਿੱਚ ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

(iv) ਜੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਹੀ ਕਿਸਮ ਦੇ ਲੀਗੈਂਡ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਣ ਤਾਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦਰਸਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਡਾਈ, ਟ੍ਰਾਈ ਆਦਿ ਸ਼ਬਦ (ਟਰਮ) ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜਦ ਲੀਗੈਂਡ ਦੇ ਨਾਮ ਵਿੱਚ ਅੰਕਿਤ ਅਗੇਤਰ ਹੋਣ ਤਾਂ ਬਿਸ, ਟ੍ਰਿਸ, ਟੈਟ੍ਰਾਕਿੱਸ ਆਦਿ ਸ਼ਬਦ (ਟਰਮ) ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅਜਿਹੇ ਲੀਗੈਂਡ ਬਰੈਕਟ ਵਿੱਚ ਲਿਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ $[NiCl_2\ (PPh_3)_2]$, ਦਾ ਨਾਂ ਹੋਵੇਗਾ ਡਾਈਕਲੋਰੋ ਬਿੱਸ (ਟ੍ਰਾਈਫੀਨਾਈਲ ਫ਼ਾੱਸਫੀਨ) ਨਿਕੱਲ (II)

(v) ਧਨਚਾਰਜਿਤ, ਰਿਣਚਾਰਜਿਤ ਅਤੇ ਉਦਾਸੀਨ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦੀ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ ਨੂੰ ਰੋਮਨ ਅੰਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬਰੈਕਟ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

(vi) ਜੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਇੱਕ ਧਨਆਇਨ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਧਾਤ ਦਾ ਨਾਂ ਉਹੀ ਨਾਂ ਲਿਖਦੇ ਹਨ ਜੋ ਤੱਤ ਦਾ ਨਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, ਧਨਚਾਰਿਜਿਤ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਵਿੱਚ Co ਨੂੰ ਕੋਬਾਲਟ ਅਤੇ Pt ਨੂੰ ਪਲੈਟੀਨਮ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਇਕ ਰਿਣਆਇਨ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਧਾਤ ਦੇ ਨਾਂ ਦੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਪਛੇਤਰ-ਏਟ (ate) ਲਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, ਕੰਪਲੈਕਸ ਰਿਣ ਆਇਨ $[Co(SCN)_4]^{2-}$ ਵਿੱਚ Co ਨੂੰ ਕੋਬਾਲਟੇਟ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕੁਝ ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਲਈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਰਿਣਆਇਨਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦੇ ਲੈਟਿਨ ਨਾਂ ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, Fe ਦੇ ਲਈ ਫੈਰੇਟ।

ਨੋਟ— ਇੱਥੇ ਇਹ ਧਿਆਨ ਯੋਗ ਹੈ ਕਿ ਸੰਨ 2004 ਵਿੱਚ IUPAC ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸਿਫਾਰਿਸ਼ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਰਿਣਚਾਰਜਿਤ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੇ ਨਾਂ ਦੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ-ਆਈਡੋ (–ido) ਜੁੜਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਲੋਰੋ ਨੂੰ ਕਲੋਰਾਈਡੋ ਲਿਖਦੇ ਹਨ।

(vii) ਉਦਾਸੀਨ ਕੰਪਲੈਕਸ ਦਾ ਨਾਂ ਵੀ ਕੰਪਲੈਕਸ ਧਨਆਇਨ ਵਾਂਗ ਹੀ ਲਿਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਉਦਾਹਰਣਾ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀ ਨਾਮਕਰਣ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ–

1. $[Cr(NH_3)_3(H_2O)_3]\ Cl_3$ ਦਾ ਨਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਹੋਵੇਗਾ-

ਟ੍ਰਾਈ ਐਮੀਨ ਟ੍ਰਾਈ ਐਕੂਆਕ੍ਰੋਮੀਅਮ(III) ਕਲੋਰਾਈਡ

ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ— ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਵੱਡੀ ਬਰੈਕਟ ਵਿੱਚ ਹੈ, ਜੋ ਇਕ ਧਨ ਆਇਨ ਹੈ। ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ੀ ਵਰਣਮਾਲਾ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਅਨੁਸਾਰ ਐਮੀਨੋ ਲੀਗੈਂਡ ਐਕੂਅਮ ਲੀਗੈਂਡ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਲਿਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਕਲੋਰਾਈਡ ਆਇਨ ਹਨ ਇਸਲਈ ਕੰਪੈਲਕਸ ਆਇਨ ਉੱਤੇ +3 ਚਾਰਜ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। (ਕਿਉਂਕਿ ਯੋਗਿਕ ਚਾਰਜ ਪੱਖੋਂ ਉਦਾਸੀਨ ਹੈ)। ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਉੱਤੇ ਮੌਜੂਦ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਉੱਤੇ ਮੌਜੂਦ ਚਾਰਜ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਧਾਤ ਦੀ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਸੰਖਿਆ ਦੀ ਗਣਨਾਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਉਦਾਹਰਣ ਵਿੱਚ ਸਾਰੇ ਲੀਗੈਂਡ ਉਦਾਸੀਨਅਣੂ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਕ੍ਰੋਮੀਅਮ ਦਾ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅੰਕ ਉਹੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਉੱਤੇ ਮੌਜੂਦ ਚਾਰਜ ਹੈ, ਇੱਥੇ ਇਹ +3 ਹੈ।

PSEB

2. **$[Co(H_2NCH_2CH_2NH_2)_3]_2(SO_4)_3$ ਦਾ ਨਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਹੋਵੇਗਾ—**

ਟ੍ਰਿਸ (ਈਥੇਨ-1, 2-ਡਾਈ ਐਮੀਨ) ਕੋਬਾਲਟ(III) ਸਲਫੇਟ।

ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ— ਇਸ ਅਣੂ ਵਿੱਚ ਸਲਫੇਟ ਪ੍ਰਤੀਆਇਨ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਇੱਥੇ ਤਿੰਨ ਸਲਫੇਟ ਆਇਨ ਦੋ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨਾਂ ਨਾਲ ਬੰਧਿਤ ਹਨ, ਇਸ ਹਰ ਇੱਕ ਕੰਪਲੈਕਸ ਧਨ ਆਇਨ ਉੱਤੇ +3 ਚਾਰਜ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਈਥੇਨ-1, 2-ਡਾਈਐਮੀਨ ਇੱਕ ਉਦਾਸੀਨ ਅਣੂ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਵਿੱਚ ਕੋਬਾਲਟ ਦੀ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਸੰਖਿਆ +3 ਹੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਯਾਦ ਰਹੇ ਕਿ ਇੱਕ ਆਇਨਿਕ ਯੋਗਿਕ ਦੇ ਨਾਂ ਵਿੱਚ ਕਦੇ ਵੀ ਧਨ-ਆਇਨਾਂ ਅਤੇ ਰਿਣਆਇਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਈ ਜਾਂਦੀ।

ਨੋਟ— ਇੱਥੇ, ਇਹ ਧਿਆਨ ਯੋਗ ਹੈ ਕਿ ਧਨਆਇਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਆਇਨ ਦੋਵਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਹੀ ਕਿਸਮ ਦੇ ਧਾਤ ਆਇਨ ਹਨ ਫਿਰ ਵੀ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਧਾਨ ਦੇ ਨਾਂ ਭਿੰਨ ਹਨ।

3. $[Ag(NH_3)_2][Ag(CN)_2]$ ਦਾ ਨਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਹੋਵੇਗਾ।

ਡਾਈਐਮੀਨ ਸਿਲਵਰ (I) ਡਾਈਸਾਇਨੋ ਅਰਜੈਂਟੇਟ(I)

ਉਦਾਹਰਣ 9.2 **ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਸੂਤਰ ਲਿਖੋ—**

(i) ਟੈਟ੍ਰਾਐਮੀਨ ਐਕੂਆਕਲੋਰਾਈਡੋ ਕੋਬਾਲਟ(III) ਕਲੋਰਾਈਡ
(ii) ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਟੈਟ੍ਰਾ ਹਾਈਡ੍ਰੋਕਸੋ ਜ਼ਿੰਕੇਟ(II)
(iii) ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਟ੍ਰਾਈ ਔਗਜ਼ੇਲੇਟੋ ਅਲੂਮੀਨੇਟ(III)
(iv) ਡਾਈ ਕਲੋਰਾਈਡੋ ਬਿੱਸ (ਈਥੇਨ-1, 2-ਡਾਈਐਮੀਨ) ਕੋਬਾਲਟ(III)
(v) ਟੈਟ੍ਰਾ ਕਾਰਬੋਨਿਲ ਨਿੱਕਲ (0)

ਹੱਲ (i) $[Co(NH_3)_4(H_2O)Cl]Cl_2$ (ii) $K_2[Zn(OH)_4]$ (iii) $K_3[Al(C_2O_4)_3]$
(iv) $[CoCl_2(en)_2]^+$ (v) $[Ni(CO)_4]$

ਉਦਾਹਰਣ 9.3 **ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ IUPAC ਨਾਂ ਲਿਖੋ—**

(a) $[Pt(NH_3)_2Cl(NO_2)]$ (b) $K_3[Cr(C_2O_4)_3]$ (c) $[CoCl_2(en)_2]Cl$
(d) $[Co(NH_3)_5(CO_3)]Cl$ (e) $Hg[Co(SCN)_4]$

ਹੱਲ (a) ਡਾਈਐਮੀਨਕਲੋਰਾਈਡੋ ਨਾਈਟ੍ਰਾਈਟੋ-N-ਪਲੈਟੀਨਮ(II)
(b) ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਟ੍ਰਾਈਔਗਜ਼ੇਲੇਟੋ ਕ੍ਰੋਮੇਟ(III)
(c) ਡਾਈ ਕਲੋਰਾਈਡੋ ਬਿੱਸ (ਈਥੇਨ-1, 2-ਡਾਈਐਮੀਨ) ਕੋਬਾਲਟ(III) ਕਲੋਰਾਈਡ
(d) ਪੈਂਟਾਐਮੀਨ ਕਾਰਬੋਨੇਟੋ ਕੋਬਾਲਟ(III) ਕਲੋਰਾਈਡ
(e) ਮਰਕਰੀ ਟੈਟ੍ਰਾ ਥਾਇਓਸਾਇਨੇਟੋ ਕੋਬਾਲਟੇਟ(III)

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

9.1. ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਸੂਤਰ ਲਿਖੋ—
(i) ਟੈਟ੍ਰਾ ਐਮੀਨ ਡਾਈ ਐਕੂਆ ਕੋਬਾਲਟ(III) ਕਲੋਰਾਈਡ
(ii) ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਟੈਟ੍ਰਾਸਾਇਨੋ ਨਿਕਲੇਟ(II)
(iii) ਟ੍ਰਿੱਸ (ਈਥੇਨ-1, 2-ਡਾਈ ਐਮੀਨ) ਕ੍ਰੋਮੀਅਮ(III) ਕਲੋਰਾਈਡ
(iv) ਐਮੀਨ ਬ੍ਰੋਮਾਈਡੋਕਲੋਰਾਈਡੋ ਨਾਈਟ੍ਰਾਈਟੋ-N-ਪਲੈਟੀਨੇਟ(II)
(v) ਡਾਈਕਲੋਰਾਈਡੋ ਬਿੱਸ (ਈਥੇਨ-1, 2-ਡਾਈਐਮੀਨ) ਪਲੈਟੀਨਮ(IV) ਨਾਈਟ੍ਰੇਟ
(vi) ਆਇਰਨ(III) ਹੈਕਸਾ ਸਾਇਨੋ ਫੈਰੇਟ(II)

9.2. ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ IUPAC ਨਾਂ ਲਿਖੋ—
(i) $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ (ii) $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ (iii) $K_3[Fe(CN)_6]$
(iv) $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$ (v) $K_2[PdCl_4]$ (vi) $[Pt(NH_3)_2Cl(NH_2CH_3)]Cl$

9.4. ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਸਮਅੰਗਤਾ

ਸਮਅੰਗੀ ਅਜਿਹੇ ਦੋ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਯੋਗਿਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੂਤਰ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀਆਂ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਜਾਂ ਵਧੇਰੇ ਭੌਤਿਕ ਜਾਂ ਰਸਾਇਣਿਕ ਗੁਣਾਂ ਵਿੱਚ ਭਿੰਨਤਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਦੋ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਕਿਸਮ ਦੀਆਂ ਸਮਅੰਗਤਾਵਾਂ ਗਿਆਤ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਹਰ ਇੱਕ ਨੂੰ ਮੁੜ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

1. ***ਤ੍ਰੈਵਿਸ ਸਮਅੰਗਤਾ***

   (ੳ) ਜੋਮੈਟਰੱਈ ਸਮਅੰਗਤਾ   (ਅ) ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਮਅੰਗਤਾ

2. ***ਰਚਨਾਤਮਕ ਸਮਅੰਗਤਾ***

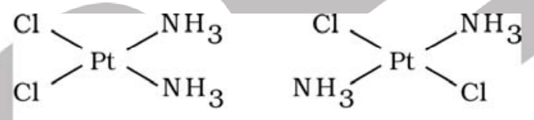
   (ੳ) ਬੰਧਨੀ ਸਮਅੰਗਤਾ   (ੲ) ਆਇਨਨ ਸਮਅੰਗਤਾ

   (ਅ) ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸਮਅੰਗਤਾ   (ਸ) ਸਾੱਲਵੇਟ ਸਮਅੰਗਤਾ

ਤ੍ਰੈਵਿਸੀ (Spatial) ਸਮਅੰਗਕਾਂ ਦੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੂਤਰ ਅਤੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਬੰਧਨ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਤ੍ਰੈਵਿਮੀ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਰਚਨਾਤਮਕ ਸਮਅੰਗਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਮਅੰਗਕਾਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਵਿਸਥਾਰ ਸਹਿਤ ਹੇਠਾਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

9.4.1. ਜੁਮੈਟਰੱਈ ਸਮਅੰਗਤਾ

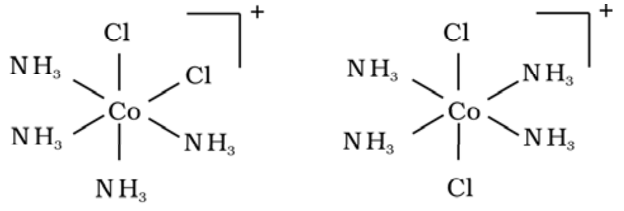
ਇਸ ਕਿਸਮ ਦੀ ਸਮਅੰਗਤਾ ਹੈਟਰੋਲੈਪਟਿਕ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਵਿੱਚ ਮਿਲਦੀ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੀਆਂ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਜੁਮੈਟਰੱਈ ਵਿਵਸਥਾਵਾਂ ਸੰਭਵ ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿਹਾਰ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਉਦਾਹਰਣਾਂ 4 ਜਾਂ 6 ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ ਵਾਲੇ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਵਿੱਚ ਮਿਲਦੀਆਂ ਹਨ। MX_2L_2 ਸੂਤਰ (X ਅਤੇ L ਇੱਕ ਦੰਦਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡ ਹਨ) ਦੇ ਵਰਗ ਸਮਤਲੀ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਦੋ X ਲੀਗੈਂਡ ਸਮਪੱਖੀ (Cis) ਸਮਅੰਗਕ ਵਿੱਚ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ ਜਾਂ ਵਿਪੱਖੀ (trans) ਸਮਅੰਗਕ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਉਲਟ ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ 9.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



ਸਮਪੱਖੀ ਸਮਅੰਗਕ (Cis)   ਵਿਪੱਖੀ ਸਮਅੰਗਕ (trans)

ਚਿੱਤਰ 9.2- *$Pt[NH_3]_2Cl_2$ ਦੇ ਜੁਮੈਟਰਈ ਸਮਅੰਗਕ (ਸਮਪੱਖੀ ਅਤੇ ਵਿਪੱਖੀ)*

MABXL (ਜਿੱਥੇ A, B, X, L ਇੱਕ ਦੰਦਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡ ਹਨ) ਸੂਤਰ ਵਾਲੇ ਦੂਜੀ ਕਿਸਮ ਦੇ ਵਰਗ ਸਮਤਲੀ ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੇ ਤਿੰਨ ਸਮਅੰਗਕ ਹੋਣਗੇ-ਦੋ ਸਮਪੱਖੀ ਅਤੇ ਇੱਕ ਵਿਪੱਖੀ। ਤੁਸੀਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਬਨਾਉਣ ਦੀ ਕੋਸਿਸ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਮਅੰਗਤਾ ਚੌਫਲਕੀ ਜੁਮੈਟਰੀ ਵਿੱਚ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਪਰੰਤੂ $[MX_2L_4]$ ਸੂਤਰ ਵਾਲੇ ਅੱਠਫਲਕੀ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਵਿੱਚ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਦੋ ਲੀਗੈਂਡ X ਇੱਕ-ਦੂਜੇ ਦੇ ਸਮਪੱਖੀ ਜਾਂ ਵਿਪੱਖੀ ਹੋਣ, ਅਜਿਹਾ ਵਿਹਾਰ ਸੰਭਾਵ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.3)।



ਸਮਪੱਖੀ ਸਮਅੰਗਕ   ਵਿਪੱਖੀ ਸਮਅੰਗਕ

ਚਿੱਤਰ 9.3- *$[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$ ਵਿੱਚ ਜੋਮੈਟਰੱਈ ਸਮਅੰਗਕ (ਸਮਪੱਖੀ ਅਤੇ ਵਿਪੱਖੀ)*

PSEB

ਇਸ ਕਿਸਮ ਦੀ ਸਮਅੰਗਤਾ ਉਨ੍ਹਾਂ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵੇਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਸੂਤਰ [MX_2 (L–L)$_2$] ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਦੋ-ਦੰਦਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡ L-L ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, [NH_2 CH_2 CH_2 NH_2(en)] ਵਿੱਚ ਚਿੱਤਰ 9.4।

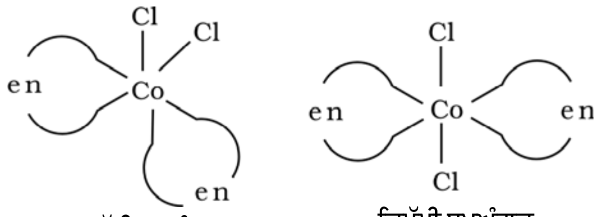
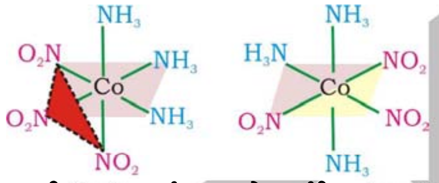


Fig. 9.4: *[$CoCl_2(en)_2$] ਦੇ ਜੁਮੈਟਰੱਈ ਸਮਅੰਗਕ (ਸਮਪਖੀ ਅਤੇ ਵਿਪੱਖੀ)*

[Ma_3b_3] ਕਿਸਮ ਦੇ ਅੱਠਫਲਕੀ ਉਪ-ਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਜਿਵੇਂ [$Co(NH_3)$ (NO_2)] ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਹੋਰ ਕਿਸਮ ਦੀ ਜੁਮੈਟਰੱਈ ਸਮਅੰਗਤਾ ਵੇਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇੱਕ ਲੀਗੈਂਡ ਦੇ ਤਿੰਨ ਨੇੜਲੇ ਦਾਤਾ ਪਰਮਾਣੂ ਅਠਫਲਕੀ ਫਲਕ ਦੇ ਕੋਨਿਆਂ ਉੱਤੇ ਸਥਿਤ ਹੋਣ ਤਾਂ ਫਲਕੀ [facial, (fac) ਸਮਅੰਗਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਜੇ ਇਹ ਤਿੰਨ ਦਾਤਾ ਪਰਮਾਣੂ ਅੱਠਫਲਕ ਉੱਤੇ ਧਰੁਵ-ਦਾਇਰੇ (meridian) ਉਤੇ ਸਥਿਤ ਹੋਣ ਤਾਂ ਰੇਖਾ-ਅੰਸ਼ਿਕ (meridional (mer)) ਸਮਅੰਗਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 9.5)।



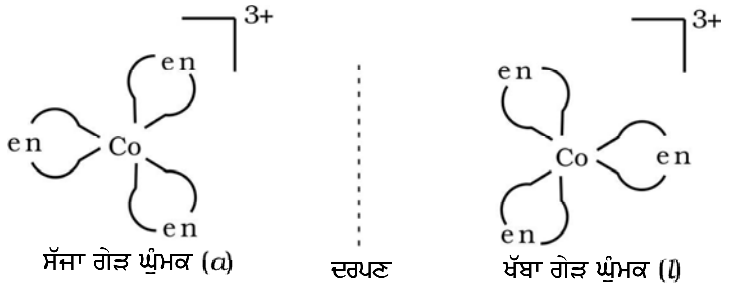
ਚਿੱਤਰ 9.5- *[$Co(NH_3)_3$ ($NO_2)_3$] ਦੇ ਫਲਕੀ (fac) ਅਤੇ ਰੇਖਾਅੰਸ਼ਿਕ (mer) ਸਮਅੰਗਕ*

ਉਦਾਹਰਣ 9.4 ਉਹ ਚੌਫਲਕੀ ਕੰਪਲੈਕਸ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਦੋ ਭਿੰਨ ਕਿਸਮ ਦੇ ਇਕ ਦੰਦਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡ ਕੇਂਦਰੀ ਧਾਤ ਆਇਨ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹੋਣ, ਜੋਮੈਟਰੱਈ ਸਮਅੰਗਤਾ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ?

ਹੱਲ ਚੌਫਲਕੀ ਕੰਪਲੈਕਸ ਜੋਮੈਟਰੱਈ ਸਮਅੰਗਤਾ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਉਂਦੇ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰੀ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਇੱਕ ਦੰਦਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡਾ ਦੀਆਂ ਸਾਪੇਖ ਸਥਿਤੀਆਂ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕੋ ਜਿਹੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।

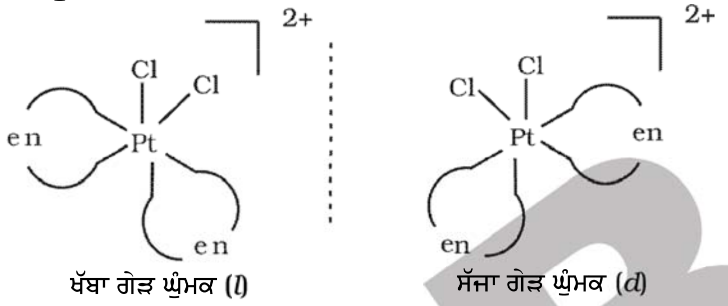
9.4.2. ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਮਅੰਗਤਾ

ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਮਅੰਗਕ ਇੱਕ-ਦੂਜੇ ਦੇ ਦਰਪਣ ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ-ਦੂਜੇ ਉੱਤੇ ਸੁਪਰਇੰਪੋਜ਼ (Superimpose) ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀ ਬਿੰਬ ਰੂਪ ਜਾਂ **ਐੱਨਐਨਸ਼ੀਓਮਰ (enantiomers)** ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅਣੂ ਜਾਂ ਆਇਨ ਜੋ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਉੱਤੇ ਸੁਪਰ-ਇੰਪੋਜ਼ ਨਹੀਂ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ, **ਕਾਇਰਲ (Chiral) ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ**। ਇਹ ਦੋ ਰੂਪ ਸੱਜੇ ਗੇੜ ਘੁੰਮਕ (d) ਅਤੇ ਖੱਬੇ ਗੇੜ ਘੁੰਮਕ (*l*) ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਧਰੁਵੀ ਮਾਪਕ (polarimeter) ਵਿੱਚ ਸਮਤਲ ਧ੍ਰੁਵਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਨੂੰ ਕਿਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘੁਮਾਂਉਂਦੇ ਹਨ (d ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਘੁਮਾਉਂਦਾ ਹੈ *l* ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ)। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਮਅੰਗਕਤਾ ਸਧਾਰਣ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੋ ਦੰਦਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡ ਯੁਕਤ ਅੱਠਫਲਕੀ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਵੇਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.6)।



ਚਿੱਤਰ 9.6 $[Co(en)_3]^{3+}$ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਮਅੰਗਕ (*d* ਅਤੇ *l*)

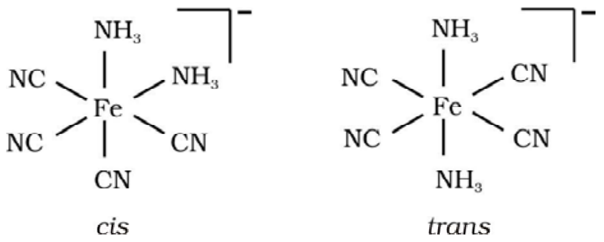
$[PtCl_2(en)_2]^{2+}$ ਦੇ ਸਮਾਨ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ਼ ਸਮਪੱਖੀ ਰੂਪ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਮਅੰਗ ਤਾ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.7)।



ਚਿੱਤਰ 9.7— ਸਮਪੱਖੀ $[PtCl_2(en)_2]^{2+}$ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਮਅੰਗਕ (*d* ਅਤੇ *l*)

ਉਦਾਹਰਣ 9.5 $[Fe(NH_3)_2(CN)_4]^-$ ਦੇ ਜੁਮੈਟਰੱਈ ਸਮਅੰਗਕਾਂ ਦੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਦਰਸਾਓ ?

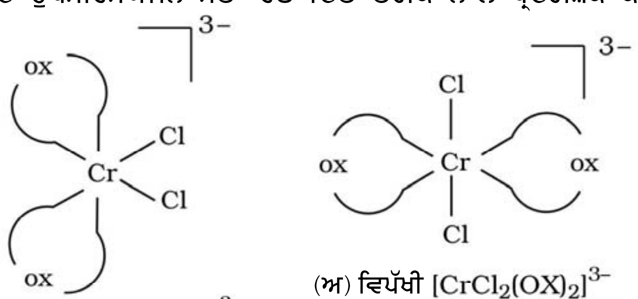
ਹੱਲ



ਉਦਾਹਰਣ 9.6 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਦੋ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਕਾਇਰਲ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ) ਹੈ ?

(a) ਸਮਪੱਖੀ- $[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$ (b) ਵਿਪੱਖੀ-$[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$

ਹੱਲ ਇਹ ਦੋ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਕ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ-



(ੳ) ਸਮਪੱਖੀ $[CrCl_2(OX)_2]^{3-}$ (ਅ) ਵਿਪੱਖੀ $[CrCl_2(OX)_2]^{3-}$

ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਵਾਂ ਵਿੱਚੋਂ (ੳ) ਸਮਪੱਖੀ ਕਾਇਰਲ (ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ) ਹੈ।

9.4.3. ਬੰਧਨੀ ਸਮਅੰਗਤਾ

ਐਂਬੀ ਡੈਂਟ ਲੀਗੈਂਡ ਯੁਗਤ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨੀ ਸਮਅੰਗਤਾ ਵੇਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਮਅੰਗਤਾ ਦੀ ਇਕ ਸਰਲ ਉਦਾਹਰਣ ਹੈ- ਥਾਇਓਸਾਇਆਨੇਟ ਲੀਗੈਂਡ, NCS, ਯੁਕਤ ਕੰਪਲੈਕਸ ਇਹ ਲੀਗੈਂਡ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਦੁਆਰਾ ਧਾਤ ਨਾਲ ਬੰਧਿਤ ਹੋ ਕੇ M-NCS ਅਤੇ ਸਲਫਰ ਦੁਆਰਾ ਬੰਧਿਤ ਹੋ ਕੇ M-SCN ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਜਾੱਰਜੇਨਸੇਨ ਨੇ $[Co(NH_3)_5(NO_2)]Cl_2$ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਇਸ ਕਿਸਮ ਦੇ ਵਿਹਾਰ ਦੀ ਖੋਜ ਕੀਤੀ। ਕੰਪਲੈਕਸ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਨਾਈਟ੍ਰਾਈਟ ਲੀਗੈਂਡ ਆੱਕਸੀਜਨ ਦੇ ਦੁਆਰਾ (–ONO) ਧਾਤ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਲਾਲ ਰੰਗ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਨਾਈਟ੍ਰਾਈਟ ਲੀਗੈਂਡ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ($–NO_2$) ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਧਾਤ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਪੀਲੇ ਰੰਗ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

9.4.4. ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸਮਅੰਗਤਾ

ਕਿਸੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਭਿੰਨ ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਧਨਆਇਨਿਕ ਅਤੇ ਰਿਣਆਇਨਿਕ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੀਗੈਂਡ ਦੇ ਅੰਤਰ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਮਅੰਗਤਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕੰਪਲੈਕਸ $[Co(NH_3)_6]$ $[Cr(CN)_6]$ ਇਸ ਦੀ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਣ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ NH_3 ਲੀਗੈਂਡ Co^{3+} ਨਾਲ ਬੰਧਿਤ ਹੈ ਅਤੇ CN^- ਲੀਗੈਂਡ Cr^{3+} ਨਾਲ। ਇਸ ਦੇ ਉਪਸੰਯੋਜਨ ਸਮਅੰਗਕ $[Cr(NH_3)_6]$ $[Co(CN)_6]$ ਵਿੱਚ NH_3 ਲੀਗੈਂਡ Cr^{3+} ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹਨ ਅਤੇ CN ਲੀਗੈਂਡ Co^{3+} ਨਾਲ।

9.4.5. ਆਇਨਨ ਸਮਅੰਗਤਾ

ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਉਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਆਇਨ ਖੁਦ ਇੱਕ ਸੰਭਾਵਿਤ ਲੀਗੈਂਡ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਲੀਗੈਂਡ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰ ਸਕੇ ਅਤੇ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਲੀਗੈਂਡ ਪ੍ਰਤੀਆਇਨ ਬਣ ਸਕੇ, ਤਾਂ ਇਸ ਕਿਸਮ ਦੀ ਸਮਅੰਗਤਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਕੰਪਲੈਕਸ $[Co(NH_3)_5SO_4]$ Br ਅਤੇ $[Co(NH_3)_5Br]SO_4$ ਆਇਨਨ ਸਮਅੰਗਤਾ ਦੀਆਂ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਹਨ।

9.4.6. ਸਾਲਵੇਟ ਸਮਅੰਗਤਾ

ਜਦੋਂ ਪਾਣੀ ਘੋਲਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸ ਕਿਸਮ ਦੀ ਸਮਅੰਗਤਾ 'ਹਾਈਡ੍ਰੇਟ ਸਮਅੰਗਤਾ ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਆਇਨਨ ਸਮਅੰਗਤਾ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਸਾਲਵੇਟ ਸਮਅੰਗਕਾਂ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਐਨਾਂ ਅੰਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਸਮਅੰਗਕ ਵਿੱਚ ਘੋਲਕ ਅਣੂ ਧਾਤ ਆਇਨ ਨਾਲ ਲੀਗੈਂਡ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਿੱਧਾ ਬੱਝਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਸਮਅੰਗਕ ਵਿੱਚ ਘੋਲਕ ਅਣੂ ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੇ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਲੈਟਿਸ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਣ ਹੈ-ਐਕੂਆ ਕੰਪਲੈਕਸ $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ (ਬੈਂਗਣੀ) ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਸਾਲਵੇਟ ਸਮਅੰਗਕ $[Cr(H_2O)_5Cl]$ $Cl_2.H_2O$ (ਭੂਰਾ ਹਰਾ)।

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

9.3. ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਦੀਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਸਮਅੰਗਤਾ ਦੀ ਕਿਸਮ ਦੱਸੋ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਮਅੰਗਕਾਂ ਦੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾ ਬਣਾਓ।

(i) $K[Cr(H_2O)_2 (C_2O_4)_2]$ (ii) $[Co(en)_3]Cl_3$

(iii) $[Co (NH_3)_5(NO_2)] (NO_3)_2$ (iv) $[Pt(NH_3) (H_2O) Cl_2]$

9.4. ਇਸ ਦਾ ਪਰਮਾਣ ਦਿਓ ਕਿ $[Co(NH_3)_5Cl]SO_4$ ਅਤੇ $[Co(NH_3)_5SO_4]Cl$ ਆਇਨਨ ਸਮਅੰਗਕ ਹਨ।

9.5. ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦਾ ਵਰਣਨ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਵਰਨਰ ਨੇ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਸਿਧਾਂਤ ਹੇਠਲੇ ਅਧਾਰਭੂਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦਾ ਉੱਤਰ ਨਹੀਂ ਦੇ ਸਕਿਆ–

(i) ਕਿਉਂ ਕੁਝ ਹੀ ਤੱਤਾਂ ਵਿੱਚ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਬਨਾਉਣ ਦਾ ਵਿਸ਼ਿਸਟ ਗੁਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ?

(ii) ਉਹਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਬੰਧਨਾਂ ਵਿੱਚ ਦਿਸ਼ਾਤਮਕ ਗੁਣ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ?

(iii) ਕਿਉਂ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਸ਼ਿਸਟ ਚੁੰਬਕੀ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਗੁਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ?

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਅਨੇਕ ਪ੍ਰਸਤਾਵ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ ਸਿਧਾਂਤ (VBT), ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ (CFT) ਲੀਗੈਂਡ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ (LFT), ਅਣਵੀਂ ਔਰਬਿਟਲ ਸਿਧਾਂਤ (MOT)। ਅਸੀਂ ਇੱਥੇ ਸਿਰਫ VBT ਅਤੇ CFT ਦੇ ਮੂਲ ਵਿਚਾਰ ਉੱਤੇ ਹੀ ਆਪਣਾ ਧਿਆਨ ਕੇਂਦਰਿਤ ਕਰਾਂਗੇ।

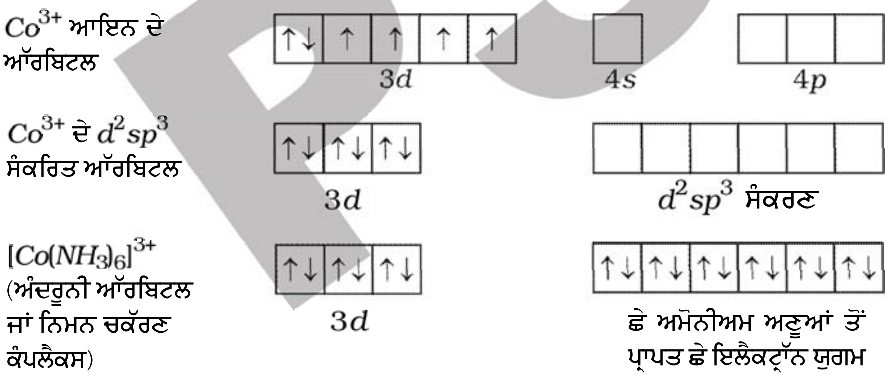
9.5.1. ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ ਸਿਧਾਂਤ

ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲੀਗੈਂਡ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਆਪਣੇ $(n-1)\ d, ns, np$ ਜਾਂ ns, np, nd ਆਰਬਿੱਟਲਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸੰਕਰਣ ਦੇ ਲਈ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਜੁਮੈਟਰੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਅੱਠਫਲਕੀ, ਚੌਫਲਕੀ, ਵਰਗ ਸਮਤਲੀ ਆਦਿ ਦੇ ਤੁਲਅੰਕੀ ਔੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਓਵਰਲੈਪਿੰਗ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਅਪਣਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਯੁਗਮ ਬੰਧਨ ਦੇ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨੂੰ ਹੇਠ ਦਿੱਤੀਆਂ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸਪਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ-

ਸਾਰਣੀ 9.2.- ਔੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਅਤੇ ਸੰਕਰਣਾਂ ਦੀਆਂ ਕਿਸਮਾਂ

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ	ਸੰਕਰਣ ਦੀ ਕਿਸਮ	ਸੰਕਰਿਤ ਔੱਰਬਿਟਲਾਂ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਵਿਤਰਣ
4	sp^3	ਚੌਫਲਕੀ
4	dsp^2	ਵਰਗ ਸਮਤਲੀ
5	sp^3d	ਤਿਕੋਣੀ ਦੋ ਪਿਰਾਮਿਡੀ
6	sp^3d^2	ਅੱਠਫਲਕੀ
6	d^2sp^3	ਅੱਠਫਲਕੀ

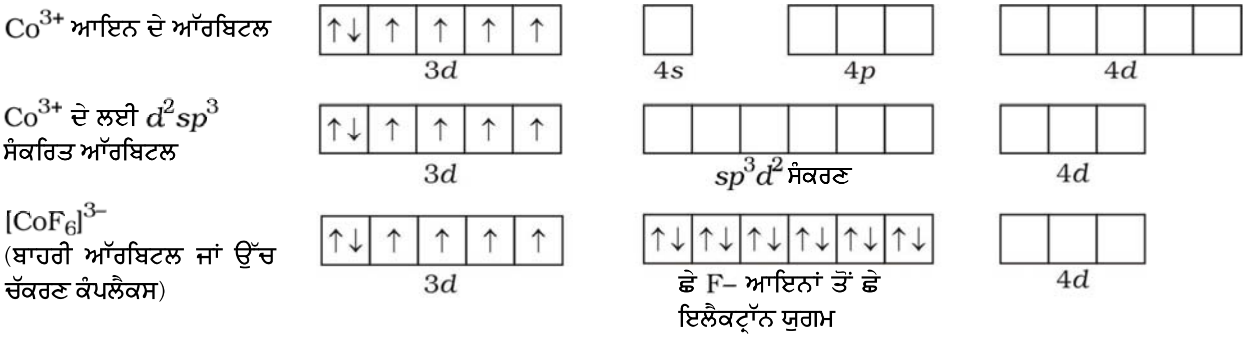
ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਹਾਰ ਤੋਂ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਇਸ ਦੀ ਜੋਮੈਟਰੀ ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਲਗਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।



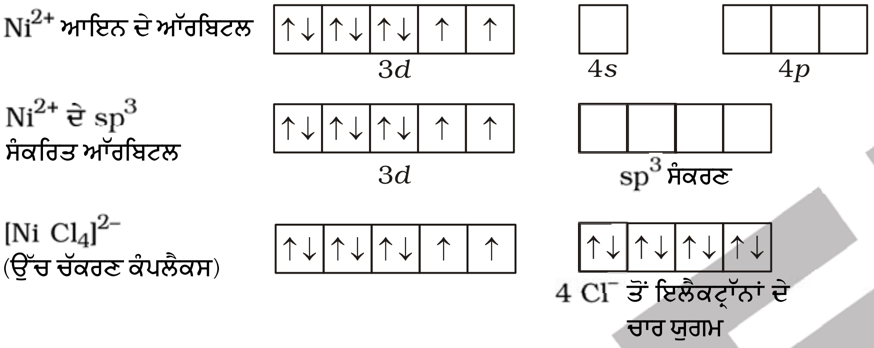
ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਅੱਠਫਲਕੀ ਕੰਪਲੈਕਸ $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ਵਿੱਚ, ਕੋਬਾਲਟ ਆਇਨ +3 ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਿਕ ਤਰਤੀਬ $3d^6$ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਸੰਕਰਣ ਯੋਜਨਾ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੈ-

ਛੇ NH_3 ਅਣੂਆਂ ਤੋਂ ਹਰ ਇੱਕ ਦਾ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਯੁਗਮ ਛੇ ਸੰਕਰਿਤ ਔੱਰਬਿਟਲਾਂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੀ ਜੋਮੈਟਰੀ ਅਠ ਫਲਕੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੀ ਗੈਰਮੌਜੂਦਗੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇਹ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ। ਇਸ ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਲਈ ਸੰਕਰਣ

ਵਿੱਚ ਅੰਦਰੂਨੀ d-ਆੱਰਬਿਟਲ ($3d$) ਵਰਤੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਕੰਪਲੈਕਸ, $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ਅੰਦਰੂਨੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ਕੰਪਲੈਕਸ (inner orbital complex) ਜਾਂ ਨਿਮਨ ਚੱਕਰਣ ਕੰਪਲੈਕਸ (low spin complex) ਜਾਂ ਚੱਕਰਣ ਯੁਗਮਿਤ ਕੰਪਲੈਕਸ (spin paired complex) ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਅੱਠਫਲਕੀ ਕੰਪਲੈਕਸ $[CiF_6]^{3-}$ ਸੰਕਰਣ (sp^3d^2) ਦੇ ਲਈ ਬਾਹਰੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ($4d$) ਵਰਤਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਲਈ ਇਹ ਬਾਹਰੀ (outer orbital) ਜਾਂ ਉੱਚ ਚੱਕਰਣ (high spin) ਜਾਂ ਚੱਕਰਣ ਮੁਕਤ ਕੰਪਲੈਕਸ (Spinfree Complex) ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ–

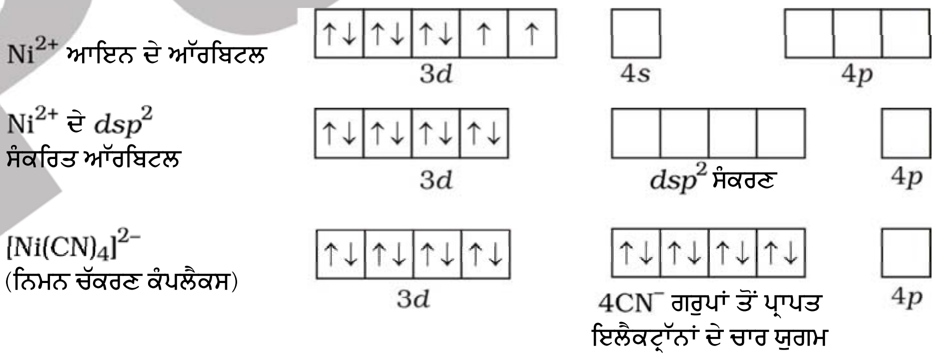


ਚੌਫਲਕੀ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਵਿੱਚ ਇਕ s ਅਤੇ ਤਿੰਨ p ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਸੰਕਰਣ ਤੋਂ ਚਾਰ ਸਮਤੁਲ ਆੱਰਬਿਟਲ ਬਣਦੇ ਹਨ ਜੋ ਚੌਫਲਕੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ $[NiCl_4]^{2-}$ ਦੇ ਲਈ ਹੇਠਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਨਿਕੱਲ +2 ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਆਇਨ ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰੌਨਿਕ ਤਰਤੀਬ $3d^8$ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਸੰਕਰਣ ਯੋਜਨਾ ਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।



ਹਰ ਇੱਕ Cl^- ਆਇਨ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰੌਨ ਯੁਗਮ ਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਦੋ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰੌਨਾਂ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਯੋਗਿਕ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ $[Ni(CO)_4]$ ਦੀ ਜੁਮੈਟਰੀ ਚੌਫਲਕੀ ਪਰੰਤੂ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਨਿੱਕਲ ਜ਼ੀਰੋ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਹੀਂ ਹਨ।

ਵਰਗ ਸਮਤਲੀ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਵਿੱਚ dsp^2 ਸੰਕਰਣ ਵੇਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। $[Ni(CN)_4]$ ਇਸ ਦੀ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਣ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਨਿੱਕਲ +2 ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰੌਨ ਤਰਤੀਬ $3d^8$ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਸੰਕਰਣਯੋਜਨਾ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਹੈ–



ਹਰ ਇੱਕ ਸੰਕਰਿਤ ਆੱਰਬਿਟਲ ਇੱਕ ਸਾਇਆਨਾਈਡ ਆਇਨ ਤੋਂ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਯੁਗਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਗੈਰ ਮੌਜੂਦਗੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਕੰਪਲੈਕਸ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ। ਇਹ ਮੁੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਧਿਆਨ ਦੇਣ ਯੋਗ ਹੈ ਕਿ ਸੰਕਰਿਤ ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੀ ਵਾਸਤਵਿਕ ਹੋਂਦ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਸੰਕਰਣ ਵਿੱਚ ਵਰਤੇ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਤਰੰਗ ਫਲਨ ਦਾ ਇੱਕ ਗਣਿਤੀ ਪਰਿਚਾਲਨ ਹੈ।

9.5.2. ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣ

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਘੁੰਮਣ ਦਾ ਮਾਪਨ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ (magnetic susceptibility) ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਦੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਦੀ ਜਾਣਕਾਰੀ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਪਹਿਲੀ ਅੰਤਰਕਾਲੀ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਦੀਆਂ ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਉਪ ਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਅੰਕੜਿਆਂ ਦਾ ਸਮਾਲੋਚਨਾਤਮਿਕ ਅਧਿਐਨ ਕੁਝ ਗੁੰਝਲਤਾ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਧਾਤਆਇਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ [illegible] ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਤੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ [illegible]; ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ $4s$ ਅਤੇ $4p$ ਦੇ ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਅੱਠਫਲਕੀ ਸੰਕਰਣ ਦੇ ਲਈ ਦੋ d ਆੱਰਬਿਟਲ ਉਪਲਬਧ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਮੁਕਤ ਆਇਨਾਂ ਅਤੇ ਇਹਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਹਾਰ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਤਿੰਨ ਤੋਂ ਵੱਧ 3d ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਮੌਜੂਦ ਹੋਣ ਤਾਂ ਅੱਠਫਲਕੀ ਸੰਕਰਣ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੇ 3d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਯੁਗਮ ਸਿੱਧੇ ਉਪਲਬਧ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ (ਹੁੰਡ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ)। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, d^4 [illegible] e^{2+}, Co^{3+}) ਦੇ ਲਈ ਖਾਲੀ d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਯੁਗਮ ਸਿਰਫ $3d$ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੇ ਯੁਗਮਿਤ ਹੋਣ ਨਾਲ ਉਪਲਬਧ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਫਲਸਰੂਪ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਦੋ, ਇੱਕ ਅਤੇ ਸਿਫਰ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਬਚੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਅਨੇਕ ਸਥਿਤੀਆਂ, ਖਾਸ ਤੌਰ ਤੇ d^6 ਯੁਕਤ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ, ਚੁੰਬਕੀ ਮਾਨ ਉੱਚਤਮ ਚੱਕਰਣ ਯੁਗਮ ਨਾਲ ਮੇਲ ਖਾਂਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ d^4 ਅਤੇ d^5 ਸਪੀਸ਼ੀਜ ਨਾਲ ਯੁਕਤ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਵਿੱਚ ਜਟਿਲਤਾਵਾਂ ਵੇਖੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। $[Mn(CN)_6]^{3-}$ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਘੁੰਮਣ ਦੋ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੈ ਜਦਕਿ $[MnCl_6]^{3-}$ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਘੁੰਮਣ ਚਾਰ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੈ; $Fe(CN)6]^{3-}$ ਚੁੰਬਕੀ ਘੁੰਮਣ ਇਕ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੈ ਜਦਕਿ $[FeF_6]^{3-}$ ਦਾ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਘੁੰਮਣ ਪੰਜ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾ ਦੇ ਲਈ ਹੈ। $[CoF_6]^{3-}$ ਚਾਰ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਯੁਕਤ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਹੈ ਜਦ ਕਿ $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ। ਇਹ ਅਨਿਯਮਿਤਾ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਅੰਦਰੂਨੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ਅਤੇ ਬਾਹਰੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਦੇ ਬਣਨ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। $[Mn(CN)_6]^{3-}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$ ਅਤੇ $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ ਅੰਦਰੂਨੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ਕੰਪਲੈਕਸ ਹਨ ਅਤੇ ਹਰ ਇਕ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦੀ ਸੰਕਰਣ ਅਵਸਥਾ d^2sp^3 ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਪਹਿਲੇ ਦੋ ਕੰਪਲੈਕਸ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਅਤੇ ਤੀਜਾ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ $[MnCl_6]^{3-}$, $[FeF_6]^{3-}$ ਅਤੇ $[CoF_6]^{3-}$ ਬਾਹਰੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ਕੰਪਲੈਕਸ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦੀ ਸੰਕਰਣ ਅਵਸਥਾ sp^3d^2 ਹੈ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਚਾਰ, ਪੰਜ ਅਤੇ ਚਾਰ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 9.7 $[MnBr_4]^{2-}$ ਦੇ 'ਸਿਰਫ-ਚੱਕਰਣ' ਚੁੰਬਕੀ ਘੁੰਮਣ ਦਾ ਮਾਨ 5.913M ਹੈ। ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਦੀ ਜੋਮੈਟਰੀ ਦੱਸੋ।

ਹੱਲ ਕਿਉਂਕਿ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਵਿੱਚ Mn^{2+} ਆਇਨ ਦੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ 4 ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜਾਂ ਤਾਂ ਚੌਫਲਕੀ (sp^3 ਸੰਕਰਣ) ਜਾਂ ਵਰਤਾ ਸਮਤਲ (dsp^2 ਸੰਕਰਣ) ਹੋਵੇਗਾ। ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਘੁੰਮਣ 5.9 BM ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪੰਜ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇਸਦੀ ਅਕ੍ਰਿਤੀ ਚੌਫਲਕੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਨਾ ਨਿਵਰਗ ਸਮਤਲ।

PSEB

9.5.3. ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀਆਂ ਸੀਮਾਵਾਂ

ਭਾਵੇਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧੰਨ ਸਿਧਾਂਤ (VBT), ਉਪਸਹਿਸੰਯਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਬਣਨ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਹਾਰ ਦਾ ਵਿਆਪਕ ਸਤਰ ਤੇ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ ਦਿੰਦਾ ਹੈ, ਫਿਰ ਵੀ ਇਸ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਕਮੀਆਂ ਹਨ-

(*i*) ਇਸ ਵਿੱਚ ਕਈ ਕਿਸਮ ਦੇ ਪੂਰਵ ਅਨੁਮਾਨ ਹਨ।

(*ii*) ਇਹ ਚੁੰਬਕੀ ਅੰਕੜਿਆਂ ਦੀ ਕੋਈ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦਾ।

(*iii*) ਇਹ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਰੰਗਾਂ ਦਾ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦਾ।

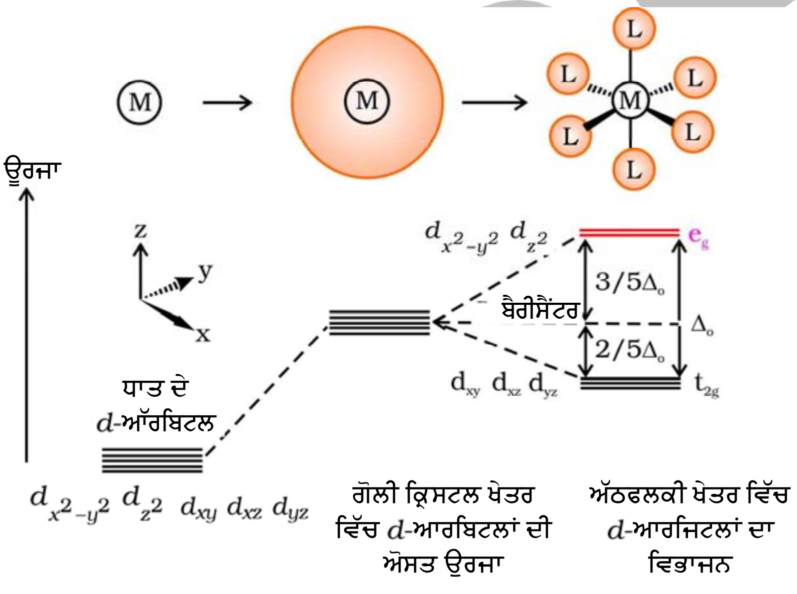
(*iv*) ਇਹ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਤਾਪ ਗਤਿਕੀ ਅਤੇ ਗਤਿਕ ਸਥਾਈ ਪਨ ਦੀ ਕੋਈ ਵੀ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

(*v*) ਇਹ 4-ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਦੇ ਕਈ ਚੌਫਲਕੀ ਅਤੇ ਵਰਗਮਸਤਲ ਰਚਨਾਵਾਂ ਦਾ ਸਹੀ ਅਨੁਮਾਨ ਨਹੀਂ ਲਾ ਸਕਦਾ।

(*vi*) ਇਹ ਦੁਰਬਲ ਅਤੇ ਪ੍ਰਬਲ ਲੀਗੈਂਡ ਦੇ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

9.5.4. ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ

ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ (CFT) ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਮਾੱਡਲ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਧਾਤ-ਲੀਗੈਂਡ ਬੰਧਨ ਆਇਨਿਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਸਿਰਫ ਧਾਤ ਆਇਨ ਅਤੇ ਲੀਗੈਂਡ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਉਦਾਸੀਨ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਨੂੰ ਦੋ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਵਿਯੁਕਤ ਗੈਸੀਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਦੇ ਪੰਜਾ *d*-ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੀਆਂ ਊਰਜਾਵਾਂ ਦਾ ਮਾਨ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਭਾਵ ਇਹ ਸਮਊਰਜਿਤ (degenerate) ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਸਮਊਰਜਿਤ ਅਵਸਥਾ ਉਦੋਂ ਤੱਕ ਬਣੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ ਆਇਨ ਦੇ ਚੌਹਾਂ ਪਾਸੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਮਮਿਤ ਖੇਤਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਕਿਸੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਜਦੋਂ ਇਹ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਖੇਤਰ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ (ਜਾਂ ਤਾਂ ਰਿਣਆਇਨ ਜਾਂ ਕਿਸੇ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਅਣੂ ਦੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਭਾਗ ਜਿਵੇਂ NH_3 ਜਾਂ H_2O) ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸਮਮਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ *d*-ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੀ ਸਮਊਰਜਿਤ ਅਵਸਥਾ (degeneracy) ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮਸਰੂਪ *d*-ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦਾ ਵਿਭਾਜਨ (splitting) ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਭਾਜਨ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇੱਥੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਨ ਨੂੰ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਾਂਗੇ।



***ਚਿੱਤਰ 9.8-** ਅੱਠਫਲਕੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦਾ ਵਿਭਾਜਨ*

(ੳ) ਅੱਠਫਲਕੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਗਰੁੱਪਾਂ ਵਿੱਚ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਵਿਭਾਜਨ

ਇਕ ਅੱਠਫਲਕੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਛੇ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੁਆਰਾ ਘਿਰਿਆ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦੇ d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਅਤੇ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ (ਜਾਂ ਰਿਣ ਚਾਰਜ) ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀ ਕਰਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਧਾਤ ਦਾ d ਆੱਰਬਿਟਲ ਲੀਗੈਂਡ ਤੋਂ ਦੂਰ ਨਾ ਹੋਕੇ ਸਿੱਧਾ ਦਿਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸ਼ਣ ਵਧੇਰੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $d_{x^2-y^2}$ ਅਤੇ

dz^2 ਆੱਰਬਿਟਲ, ਜੋ ਲੀਗੈਂਡ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਾਲੇ ਅਕਸ਼ਾਂ ਉੱਤੇ ਹਨ ਵਧੇਰੇ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸ਼ਣ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ d_{xy}, d_{yz} ਅਤੇ d_{zx} ਆੱਰਬਿਟਲ ਜੋ ਅਕਸਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦਿਸ਼ਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਦੀ ਊਰਜਾ ਗੋਲੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਦੀ ਔਸਤ ਊਰਜਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅੱਠਫਲਕੀ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਲੀਗੈਂਡ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ-ਧਾਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਪ੍ਰਤੀ ਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਕਾਰਣ d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੀ ਸਮਊਰਜਿਤਾ (degeneracy) ਹੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਤਿੰਨ ਨਿਮਨ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ, $t_{2}g$ ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਅਤੇ ਦੋ ਉੱਚੀ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ, eg ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਦੋ ਗੁੱਟ ਬਣਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਾਨ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦਾ, ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੀ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਜੋਮੈਟਰੀ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦਗੀ ਸਦਕਾ ਦੋ ਗੁੱਟਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਨ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਵਿਭਾਜਨ (Crystal field splitting) ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਗੁੱਟਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਅੰਤਰ ਨੂੰ Δ_0 (ਇੱਥੇ O ਸਬਸਕ੍ਰਿਪਟ ਅੱਠਫਲਕ (Octahedral) ਦੇ ਲਈ ਹੈ) ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 9.8)। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੋ e_g ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ (3/5) Δ_0 ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਤਿੰਨ t_{2g} ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ (2/5) Δ_0 ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਕਮੀਂ ਆਉਂਦੀ ਹੈ।

ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਵਿਭਾਜਨ, Δ_0 ਲੀਗੈਂਡ ਅਤੇ ਧਾਤ ਆਇਨ ਉੱਤੇ ਮੌਜੂਦ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਪੈਦਾ ਖੇਤਰ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕੁਝ ਲੀਗੈਂਡ ਪ੍ਰਬਲ ਖੇਤਰ ਪੈਦ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅਜਿਹੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਨ ਵਧੇਰੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਕਿ ਦੂਜੇ, ਦੁਰਬਲ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਦੇ ਫਲਸਰੂਪ d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦਾ ਵਿਭਾਜਨ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਧਾਰਣ ਤੌਰ ਤੇ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਵਧਦੀ ਹੋਈ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਅਨੁਸਾਰ ਵਿਵਸਥਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ-

$$I^- < Br^- < SCN^- < Cl^- < S^{2-} < F^- < OH^- < C_2O_4^{2-} < H_2O < NCS^-$$
$$< edta^{4-} < NH_3 < en < CN^- < CO$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸ਼੍ਰੇਣੀ **(Spectrochemical Series)** ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਲੀਗੈਂਡ ਦੇ ਨਾਲ ਬਣੇ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੇ ਸੋਖਣ ਉੱਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਤੱਥਾਂ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਹੈ। ਆਓ ਅਸੀਂ ਅੱਠਫਲਕੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਧਾਤ ਆਇਨ ਦੇ d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੇ ਵਿਤਰਣ ਨੂੰ ਸਮਝੀਏ। ਸਪਸ਼ਟ ਤੌਰ ਤੇ d ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਨਿਮਨ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਇੱਕ t_{2g} ਆੱਰਬਿਟਲ ਵਿੱਚ ਜਾਏਗਾ। d^2 ਅਤੇ d^3 ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ, ਹੁੰਡ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ t_{2g} ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਵਿੱਚ ਅਯੁਗਮਿਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। d^4 ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਲਈ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਿਕ ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਰੂਪ ਦੀਆਂ ਦੋ ਸੰਭਾਵਨਾਵਾਂ ਹਨ- (i) ਚੌਥਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ t_{2g} ਸਮੱਰਬਿਟਲਾਂ ਵਿੱਚ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਮੌਜੂਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਦੇ ਨਾਲ ਯੁਗਮਿਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਾਂ (ii) ਇਹ e_g ਸਤਰ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰਕੇ, ਯੁਗਮਨ ਊਰਜਾ ਦੇ ਖਰਚ ਤੋਂ ਬਚਦਾ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਹੜੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਬਣਦੀ ਹੈ ਇਹ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਵਿਭਾਜਨ, Δ_0 ਅਤੇ ਯੁਗਮਨ ਊਰਜਾ P (P ਇੱਕ ਆੱਰਬਿਟਲ ਵਿੱਚ ਯੁਗਮਨ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੀ ਊਰਜਾ ਹੈ।) ਦੇ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਪਰਿਮਾਣ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਦੋ ਵਿਕਲਪ ਹਨ-

(i) ਜੇ $\Delta_0 < P$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਚੌਥਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ eg ਆੱਰਬਿਟਲ ਵਿੱਚ ਜਾਏਗਾ ਅਤੇ ਤਰਤੀਬ t_{2g}^3 eg^1 ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਲੀਗੈਂਡ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲਈ $\Delta_0 < P$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਦੁਰਬਲ ਖੇਤਰ ਲੀਗੈਂਡ ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਉੱਚ ਚੱਕਰਣ (high spin) ਕੰਪਲੈਕਸ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ।

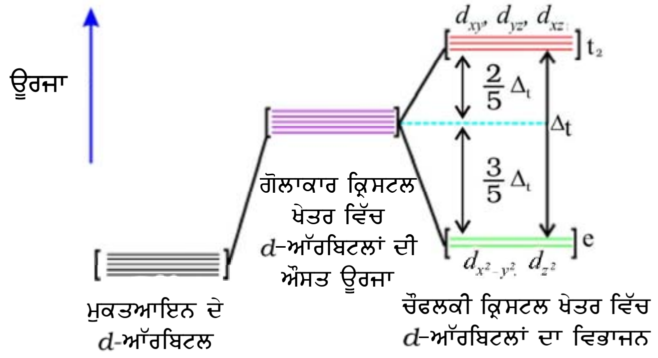
(ii) ਜੇ $\Delta_0 > P$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ, ਇਹ ਊਰਜਾ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਵੱਧ ਅਨੁਕੂਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਚੌਥਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਸੇ ਇੱਕ $t_{2}g$ ਆੱਰਬਿਟਲ ਵਿੱਚ ਜਾਏਗਾ ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਿਕ ਤਰਤੀਬ t_{2g}^4 e_g° ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗੀ। ਲੀਗੈਂਡ ਜੋ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ ਪ੍ਰਬਲ ਖੇਤਰ ਲੀਗੈਂਡ (Strong field ligands) ਅਖਵਾਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਨਿਮਨ ਚੱਕਰਣ ਕੰਪਲੈਕਸ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ।

ਗਣਨਾਵਾਂ ਦਰਸਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ ਕਿ d^4 ਤੋਂ d^7 ਵਾਲੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਦੁਰਬਲ ਖੇਤਰ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਦੇ ਨਾਲੋਂ ਪ੍ਰਬਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵਧੇਰੇ ਸਥਾਈ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

PSEB

(ਅ) ਚੌਫਲਕੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਗਰੁੱਪਾਂ ਵਿੱਚ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਵਿਭਾਜਨ

ਚੌਫਲਕੀ ਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ, ਵਿੱਚ d ਔਰਬਿਟਲਾਂ ਦਾ ਵਿਭਾਜਨ ਅਠਫਲਕੀ ਨਾਲੋਂ ਉਲਟਾ (ਚਿੱਤਰ 9.9) ਅਤੇ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮਾਨ ਧਾਤ, ਸਮਾਨ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਅਤੇ ਸਮਾਨ ਧਾਤ ਲੀਗੈਂਡ ਦੂਰੀ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਵਿਖਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ $\Delta_t = (4/9)\ \Delta_0$ ਕਿ ਇਸ ਲਈ ਔਰਬਿਟਲਾਂ ਦੀ ਵਿਭਾਜਨ ਊਰਜਾ ਐਨੀਂ ਜ਼ਿਆਦਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਦੇ ਯੁਗਮਨ ਦੇ ਲਈ ਰੁਕਾਵਟ ਕਰੇ। ਇਸ ਲਈ, ਨਿਮਨ ਚੱਕਰਣ ਤਰਤੀਬ ਘੱਟ ਹੀ ਵੇਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 9.9- ਚੌਫਲਕੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਔਰਬਿਟਲਾਂ ਦਾ ਵਿਭਾਜਨ

9.5.5 ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੌਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਰੰਗ

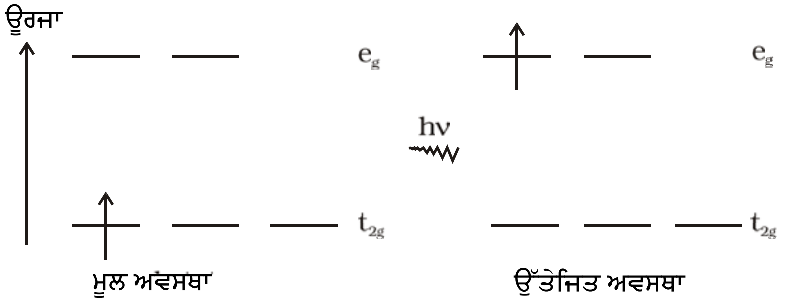
ਇਸ ਤੋਂ ਪਹਿਲੇ ਯੂਨਿਟ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਪੜ੍ਹਿਆ ਕਿ ਅੰਤਰਕਾਲੀ ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਦੀ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਰੰਗਾ ਦੀ ਵੱਡੀ ਰੇਂਜ ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਸਫੇਦ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੈਂਪਲ ਵਿਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਉਸਦਾ ਕੁਝ ਭਾਗ ਸੋਖਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਹੁਣ ਸਫੇਦ ਨਹੀਂ ਰਹਿੰਦਾ। ਕੰਪਲੈਕਸ ਦਾ ਰੰਗ ਉਹ ਦਿੱਸਦਾ ਹੈ ਜੋ ਉਸ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਸੋਖਿਤ ਰੰਗ ਦਾ ਪੂਰਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪੂਰਕ ਰੰਗ ਬਚੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਹਰਾ ਰੰਗ ਸੋਖਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਲਾਲ ਰੰਗ ਦਾ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦਾ ਹੈ। ਸਾਰਣੀ 9.3 ਵਿੱਚ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸੋਖਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ (Wavelength) ਅਤੇ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਰੰਗ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਬੰਧ ਵਿਆਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਸਾਰਣੀ 9.3- ਕੁਝ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਰੰਗ ਅਤੇ ਸੋਖਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਬੰਧ

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ	ਸੋਖਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ (ਮਅ)	ਸੋਖਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਰੰਗ		ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਕਤਾ ਸੱਤਾ ਦਾ ਰੰਗ
$[CoCl(NH_3)_5]^{2+}$	535	ਪੀਲਾ		ਬੈਂਗਣੀ
$[Co(NH_3)_5(H_2O)]^{3+}$	500	ਨੀਲਾ ਹਰਾ		ਲਾਲ
$[Co(NH_3)_6]^{3+}$	475	ਨੀਲਾ		ਪੀਲਾ ਸੰਤਰੀ
$[Co(CN)_6]^{3-}$	310	ਪਰਾ ਬੈਂਗਣੀ	ਵਿਖਾਈ ਦੇਣ ਵਾਲੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ	ਹਲਕਾ ਪੀਲਾ
$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$	600	ਲਾਲ		ਨੀਲਾ
$[Ti(H_2O)_6]^{3+}$	498	ਨੀਲਾ ਹਰਾ		ਬੈਂਗਣੀ

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੌਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਰੰਗਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਕੰਪਲੈਕਸ $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ ਦੀ ਉਦਾਹਰਣ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਬੈਂਗਣੀ ਰੰਗ ਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕ ਅੱਠਫਲਕੀ ਕੰਪਲੈਕਸ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦੇ d ਔਰਬਿਟਲ ਦਾ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ (Ti^{3+} ਇੱਕ $3d^1$ ਸਿਸਟਮ ਹੈ)। ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੀ ਨਿਮਨਤਮ ਊਰਜਾ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ

t_{2g} ਆੱਰਬਿਟਲ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਸ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਦੇ ਲਈ ਉਪਲਬਧ ਇਸ ਤੋਂ ਅਗਲੀ ਉੱਚ ਅਵਸਥਾ ਖਾਲੀ e_g ਆੱਰਬਿਟਲ ਹੈ। ਜੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਪੀਲੇ-ਹਰੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸੰਗਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦਾ ਸੋਖਣ ਕਰੇ ਤਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ t_{2g} ਸਤਰ ਤੋਂ e_g ਸਤਰ ਤੇ ਉਤੇਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ($t_{2g}{}^1e_g{}^0 \rightarrow t_{2g}{}^0e_g{}^1$)। (ਇਸਦੇ ਫਲਸਰੂਪ ਕੰਪਲੈਕਸ ਬੈਂਗਣੀ ਦਿੱਸਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.10)। ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ ਇਹ ਮੰਨਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦਾ ਰੰਗ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ d–d ਟ੍ਰਾਂਜੀਸ਼ਨ (transition) ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



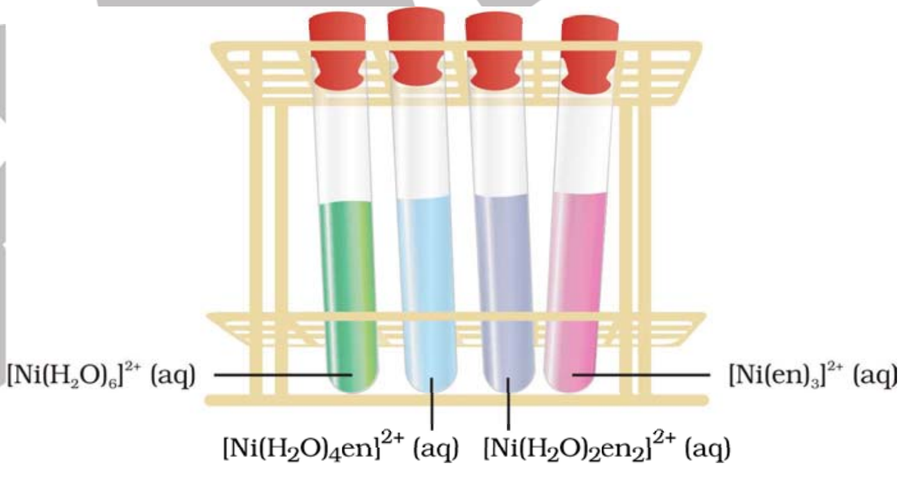
ਚਿੱਤਰ 9.10- [Ti(H$_2$O)$_6$]$^{3+}$ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਦਾ ਪਾਰਗਮਨ (transition)

ਇਹ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੈ ਕਿ ਲੀਗੈਂਡ ਦੀ ਗੈਰ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਵਿਭਾਜਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਇਸ ਲਈ ਪਦਾਰਥ ਰੰਗਹੀਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, $[Ti(H_2O)_6]\ Cl_3$ ਨੂੰ ਗਰਮ ਕਰਨ ਤੇ ਇਸ ਵਿਚੋਂ ਪਾਣੀ ਨਿਕਲ ਜਾਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇਹ ਰੰਗਹੀਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਿਰਜਲੀ $CuSO_4$ ਸਫੇਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ $CuSO_4.5H_2O$ ਨੀਲੇ ਰੰਗ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੇ ਰੰਗ ਉੱਤੇ ਲੀਗੈਂਡ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ ਦੀ ਉਦਾਹਰਣ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੋ ਨਿੱਕਲ (II) ਕਲੋਰਾਈਡ ਨੂੰ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਘੋਲਣ ਤੇ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਵਿੱਚ ਹੌਲੀ-ਹੌਲੀ ਦੋ ਦੰਦਦਾਰ ਲੀਗੈਂਡ, ਈਥੇਨ-1, 2-ਡਾਈਐਮੀਨ (en) ਨੂੰ ਅਣਵੀਂ ਅਨੁਪਾਤਾਂ, en : Ni, 1:1, 2:1, 3:1 ਵਿੱਚ ਮਿਲਾਇਆ ਜਾਏ ਤਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਪ੍ਰੀਤਕਿਰਿਆਵਾਂ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਸਬੰਧਿਤ ਰੰਗ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 9.11 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ-

$[Ni(H_2O)_6]^{2+}(aq) + en\ (aq) = [Ni(H_2O)_4(en)]^{2+}(aq) + 2H_2O$
ਹਰਾ — ਹਲਕਾ ਨੀਲਾ

$[Ni(H_2O)_4(en)]^{2+}(aq) + en\ (aq) = [Ni(H_2O)_2(en)_2]^{2+}(aq) + 2H_2O$
ਨੀਲਾ/ਜਾਮਨੀ

$[Ni(H_2O)_2(en)_2]^{2+}(aq) + en\ (aq) = [Ni(en)_3]^{2+}(aq) + 2H_2O$
ਬੈਂਗਣੀ



ਚਿੱਤਰ 9.11-
ਨਿੱਕਲ (II) ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਦੇ ਜਲੀ ਘੋਲ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਈਥੇਨ-1,2-ਡਾਈ ਐਮੀਨ ਲੀਗੈਂਡ ਵਧਦੇ ਹੋਏ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਹਨ।

ਕੁਝ ਰਤਨਾਂ ਦੇ ਰੰਗ

ਅੰਤਰਕਾਲੀ ਧਾਤ ਆਇਨ ਦੇ d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਪਾਰਗਮਨ ਨਾਲ ਰੰਗ ਦਾ ਪੈਦਾ ਹੋਣਾ ਸਾਡੇ ਰੋਜ਼ਾਨਾ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਅਕਸਰ ਦਿੱਸਦਾ ਹੈ। ਲਾਲ, ਰੂਬੀ (Ruby) (ਚਿੱਤਰ 9.12ੳ, ਲਗਪਗ 0.5–1% Cr^{3+} ਆਇਨ (d^3) ਯੁਕਤ ਐਲੂਮੀਨਿਅਮ ਆੱਕਸਾਈਡ (Al_2O_3) ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ Al^{3+} ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ Cr^{3+} ਕਿਧਰੇ-ਕਿਧਰੇ ਬੇਤਰਤੀਬ ਸਥਿਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਐਲੂਮੀਨਾ ਦੇ ਲੈਟਿਸ ਵਿੱਚ ਸੰਮਿਲਿਤ ਅੱਠਫਲਕੀ ਕ੍ਰੋਮੀਅਮ (III) ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੇਖੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਕੇਂਦਰਾ ਉੱਤੇ ਟ੍ਰਾਂਜੀਸ਼ਨ ਦੇ ਕਾਰਣ ਰੂਬੀ ਵਿੱਚ ਰੰਗ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪੰਨਾ (emerald) (ਚਿੱਤਰ 9.12 ਅ) ਵਿੱਚ Cr^{3+} ਆਇਨ ਖਣਿਜ ਬੈਰਿਲ ($Be_3Al_2Si_6O_{18}$) ਵਿੱਚ ਅੱਠਫਲਕੀ ਵਿੱਥਾਂ ਉੱਤੇ ਸਥਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਰੂਬੀ ਦਾ ਪੀਲਾ-ਲਾਲ ਅਤੇ ਨੀਲਾ ਸੋਖਣ ਬੈਂਡ ਉੱਚੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਵੱਲ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਕਾਰਣ ਪੰਨਾ 1 ਤੋਂ ਹਰੇ ਰੰਗ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਾਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪ੍ਰਸਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(a)

(b)

Fig.9.12

9.5.6. ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀਆਂ ਸੀਮਾਵਾਂ

ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਬਣਨ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਰੰਗ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣਾਂ ਨੂੰ ਕਾਫ਼ੀ ਹੱਦ ਤੱਕ ਸਫਲਤਾਪੂਰਵਕ ਸਮਝਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਤੋਂ ਕਿ ਲੀਗੈਂਡ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਹਨ, ਇੰਜ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਰਿਣਆਇਨ ਲੀਗੈਂਡ ਦੁਆਰਾ d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦਾ ਵਿਭਾਜਨ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਕਿ ਰਿਣ ਆਇਨ ਲੀਗੈਂਡ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਸਪੈਕਟ੍ਰੋਸਾਇਨਿਕ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਦੇ ਹੇਠਲੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਆਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਇਹ ਸਿਧਾਂਤ ਲੀਗੈਂਡ ਅਤੇ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਦੀ ਸਹਿਸੰਯੋਜਕ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਦਾ ਧਿਆਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਇਹ CFT ਦੀਆਂ ਕੁਝ ਕਮਜੋਰੀਆਂ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਲੀਗੈਂਡ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ (LFT) ਅਤੇ ਅਣਵੀਂ ਆੱਰਬਿਟਲ ਸਿਧਾਂਤ (MOT) ਦੁਆਰਾ ਸਮਝਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਸਭ ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਸੀਮਾਂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਹੈ।

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

9.5 ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਸਮਝਾਓ ਕਿ ਵਰਗ ਸਮਤਲੀ ਰਚਨਾ ਵਾਲਾ $[Ni(CN)_4]^{2-}$ ਆਇਨ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ ਅਤੇ ਚੌਫਲਕੀ ਜੁਮੈਟਰੀ ਵਾਲਾ $[NiCl_4]^{2-}$ ਆਇਨ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਹੈ।

9.6 $[NiCl_4]^{2-}$ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਹੈ ਜਦਕਿ $[Ni(CO)_4$ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ ਭਾਵੇਂ ਦੋਵੇਂ ਚੌਫਲਕੀ ਹਨ। ਕਿਉਂ?

9.7 $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ ਪ੍ਰਬਲ ਅਨੁ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ ਜਦਕਿ $[Fe(CN)_6]^{3-}$ ਦੁਰਬਲ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ। ਸਮਝਾਓ।

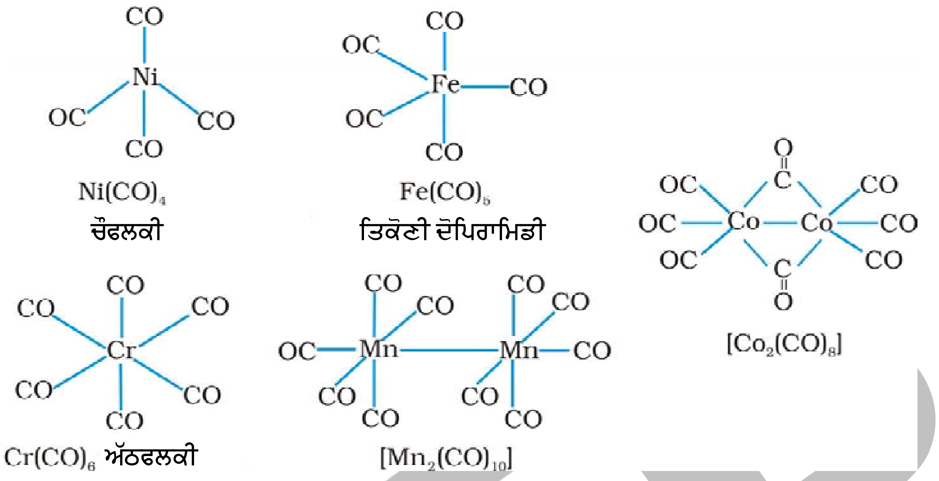
9.8 ਸਮਝਾਓ ਕਿ $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ਇੱਕ ਅੰਦਰੂਨੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ਕੰਪਲੈਕਸ ਹੈ ਜਦਕਿ $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ ਇਕ ਬਾਹਰੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ਕੰਪਲੈਕਸ ਹੈ।

9.9 ਵਰਗ ਸਮਤਲੀ $[Pt(CN)_4]^{2-}$ ਆਇਨ ਵਿੱਚ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੱਸੋ।

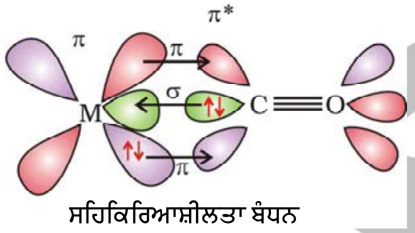
9.10 ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਸਮਝਾਓ ਕਿ ਕਿਵੇਂ ਹੈਕਸਾ ਐਕੂਆ ਮੈਂਗਨੀਜ਼ (II) ਆਇਨ ਵਿੱਚ ਪੰਜ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਹਨ ਜਦ ਕਿ ਹੈਕਸਾਸਾਇਨੋਆਇਨ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਹੀ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਹੈ।

9.6 ਧਾਤ ਕਾਰਬੋਨਿਲਾਂ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ

ਹੋਮੋਲੈਪਟਿਕ ਕਾਰਬੋਨਿਲ (ਯੋਗਿਕ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਕਾਰਬੋਨਿਲ ਲੀਗੈਂਡ ਹੋਣ) ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਅੰਤਰਕਾਲੀ ਧਾਤਾਂ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਮਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਕਾਰਬੋਨਿਲਾਂ ਦੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਸਰਲ ਅਤੇ ਸਪਸ਼ਟ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਟੈਟ੍ਰਾਕਾਰਬੋਨਿਲ ਨਿੱਕਲ (O) ਚੌਫਲਕੀ ਹੈ, ਪੈਂਟਾ ਕਾਰਬੋਨਿਲ ਆਇਰਨ (O) ਤਿਕੋਣੀ ਦੋ ਪਿਰਾਮਿਡੀ ਹੈ ਜਦ ਕਿ ਹੈਕਸਾਕਾਰਬੋਨਿਲ ਕ੍ਰੋਮੀਅਮ (O) ਅੱਠਫਲਕੀ ਹੈ। ਡੈਕਾਕਾਰਬੋਨਿਲ ਮੈਂਗਨੀਜ਼ (O) ਦੋ ਵਰਗ ਪਿਰਾਮਿਡੀ $Mn(CO)_5$ ਤੋਂ ਬਣਿਆ ਹੈ ਜੋ Mn–Mn ਬੰਧਨ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਔਕਟਾਕਾਰ ਬੋਨਿਲ ਡਾਈ ਕੋਬਾਲਟ (O) ਵਿੱਚ ਦੋ Co–Co ਬੰਧਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹਰ ਇੱਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ CO ਗਰੁੱਪ ਬ੍ਰਿੱਜ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 9.13)।



ਚਿੱਤਰ 9.13
ਕੁਝ ਪ੍ਰਤੀਨਿਧਕ ਹੋਮੋਲੈਪਟਿਕ ਧਾਤ ਕਾਰਬੋਨਿਲਾਂ ਦੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾਂ



ਚਿੱਤਰ 9.14- ਕਾਰਬੋਨਿਲ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਸਹਿਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲਤਾ ਬੰਧਨ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਦੀ ਉਦਾਹਰਣ।

ਧਾਤ ਕਾਰਬੋਨਿਲਾਂ ਦੇ ਧਾਤ–ਕਾਰਬੋਨਿਲ ਬੰਧਨ ਵਿੱਚ s ਅਤੇ p ਦੋਵੇਂ ਗੁਣ ਮਿਲਦੇ ਹਨ। M–Cs ਬੰਧਨ ਕਾਰਬੋਨਿਲ ਗਰੁੱਪ ਦੀ ਕਾਰਬਨ ਉੱਤੇ ਮੌਜੂਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਯੁਗਮ ਨੂੰ ਧਾਤ ਤੇ ਖਾਲੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ਵਿੱਚ ਦਾਨ ਕਰਨ ਨਾਲ ਬਣਦਾ ਹੈ। M–Cp ਬੰਧਨ ਧਾਤ ਦੇ ਪੂਰਤ ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਯੁਗਮ ਨੂੰ ਕਾਰਬਨ ਮੋਨੋਆੱਕਸਾਈਡ ਦੇ ਖਾਲੀ ਪ੍ਰਤੀਬੰਧਨ p* ਆੱਰਬਿਟਲ ਵਿੱਚ ਦਾਨ ਕਰਨ ਨਾਲ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਧਾਤ ਨਾਲ ਲੀਗੈਂਡ ਦਾ ਬੰਧਨ ਇੱਕ ਸਹਿ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲਤਾ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜੋ CO ਅਤੇ ਧਾਤ ਦੇ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਨੂੰ ਮਜ਼ਬੂਤ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 9.14)।

9.7 ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦਾ ਸਥਾਈਪਨ

ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੇ ਸਥਾਈਪਨ ਦਾ ਭਾਵ ਹੈ- ਸੰਤੁਲਿਤ ਅਵਸਥਾ ਉੱਤੇ ਭਾਗ ਲੈ ਰਹੇ ਦੋ ਸਪੀਸ਼ੀਜ਼ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸੰਗੁਣਨ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਦਾ ਮਾਨ। ਸੰਗੁਣਨ ਦੇ ਲਈ ਸੰਤੁਲਿਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (ਸਥਾਈਪਨ ਜਾਂ ਨਿਰਮਾਣ) ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਗੁਣਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਥਾਈਪਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰਗਟ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਜੇ ਅਸੀਂ ਹੇਠ ਦਿੱਤੀ ਕਿਸਮ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਲਈਏ–

$$M + 4L \quad ML_4$$

ਤਾਂ ਸੰਤੁਲਿਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਜਿੰਨਾ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋਵੇਗਾ, ML_4 ਦੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਮਾਤਰਾ ਉਨੀਂ ਹੀ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋਵੇਗੀ। ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਮੁਕਤ ਧਾਤ ਅਇਨਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਵਿਰਲੀ ਹੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

M ਸਧਾਰਣ ਤੌਰ ਤੇ ਘੋਲਕ ਅਣੂਆਂ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਲੀਗੈਂਡ ਅਣੂਆਂ, L , ਨਾਲ ਮੁਕਾਬਲਾ ਕਰਨਗੇ ਅਤੇ ਹੌਲੀ-ਹੌਲੀ ਉਨ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਣਗੇ। ਸੌਖ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਆਮ ਕਰਕੇ ਘੋਲਕ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਚਾਰ ਸਥਿਰਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾਂ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖਦੇ ਹਨ-

$M + L \quad ML \qquad K_1 = [ML]/[M][L]$

[illegible] $]/[ML][L]$

$ML_2 + L$ [illegible] $K_3 =$ [illegible] $][L]$

$ML_3 + L$ [illegible] $K_4 =$ [illegible] $][L]$

ਇੱਥੇ K, K_2 ਆਦਿ ਨੂੰ ਸਟੈੱਪਵਾਈਜ ਸਥਿਰਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (Stepwise Stability Constants) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਦੂਜੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮੁੱਚੇ ਸਥਿਰਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (Overal stability constant) ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ-

$M + 4L \quad ML_4 \qquad \beta_4 = [ML_4]/[M][L]^4$

ਸਟੈੱਪਵਾਈਜ਼ ਅਤੇ ਸਮੁੱਚੇ ਸਥਿਰਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਸਬੰਧ ਹੋਵੇਗਾ-

$\beta_4 = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$ ਜਾਂ ਵਧੇਰੇ ਆਮ ਰੂਪ ਵਿੱਚ

$\beta_n = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \ldots\ldots K_n$

ਜੇ ਅਸੀਂ ਕਿਊਪਰੋਮੋਨੀਅਮ ਆਇਨ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਸਟੈੱਪਾਂ ਦੀ ਉਦਾਹਰਣ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਟੈੱਪ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ-

$Cu^{2+} + NH_3 \quad Cu(NH_3)^{2+} \qquad K_1 = [Cu(NH_3)^{2+}]/[Cu^{2+}][NH_3]$

$Cu(NH_3)^{2+} + NH_3 \quad Cu(NH_3)_2^{2+} \; K_2 = [Cu(NH_3)_2^{2+}]/[\,Cu(NH_3)^{2+}][NH_3]$ ਆਦਿ।

ਇੱਥੇ K_1, K_2 ਸਟੈੱਪਵਾਈਜ ਸਥਿਰਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (Stepwise stability constant) ਅਤੇ ਸਮੁੱਚਾ ਸਥਿਰਤਾ ਸਥਿਰ (Overall stability constant) ਅੰਕ ਹਨ।

$\beta_4 = [Cu(NH_3)_4^{2+}]/[Cu^{2+}][NH_3]^4$ ਹੈ।

ਕਾੱਪਰ ਵਿੱਚ ਚਾਰ ਐਮੀਨ ਗਰੁੱਪਾਂ ਦਾ ਜੁੜਨਾ ਜ਼ਿਆਦਾ ਕਰਕੇ ਨਿਰਮਾਣ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਇਸ ਪੈਟਰਨ (Pattern) ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਦਰਜੇਦਾਰ ਸਥਿਰਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਮਾਨ ਘੱਟਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਉਦਾਹਰਣ ਵਿੱਚ ਚਾਰ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਮਾਨ ਹੈ-

$\log K_1 = 4.0, \log K_2 = 3.2, \log K_3 = 2.7, \log K_4 = 2.0$ ਜਾਂ $\log \beta_4 = 11.9$

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਅ-ਸਥਿਰਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (instability constant) ਜਾਂ ਵਿਯੋਜਨ ਸਥਿਰਅੰਕ (dissociation constant) ਨਿਰਮਾਣ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਰੈਸੀਪਰੋਕਲ (reciprocal) ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

9.11 9.11 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ ਦੇ $_4$ ਦਾ ਮਾਨ 21×10^{13} ਹੈ, ਇਸ ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੇ ਸਮੁੱਚੇ ਵਿਯੋਜਨ ਸਥਿਰਅੰਕ ਦੇ ਮਾਨ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

9.8 ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦਾ ਮਹਤੱਵ ਅਤੇ ਵਰਤੋਂ

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵ ਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਯੋਗਿਕ ਖਣਿਜਾਂ, ਪੌਦਿਆਂ ਅਤੇ ਜੀਵ ਜਗਤ ਵਿੱਚ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮਿਲਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣਾਤਮਕ ਰਸਾਇਣ, ਧਾਤਕਰਮ, ਜੈਵਿਕ ਸਿਸਟਮਾਂ, ਉਦਯੋਗਾਂ ਅਤੇ ਦਵਾਈਆਂ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਭੂਮਿਕਾਵਾਂ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਹੇਠਾਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ-

- ਗੁਣਾਤਮਕ (qualitative) ਅਤੇ ਮਾਤਰਾਤਮਕ (quantitative) ਰਸਾਇਣਿਕ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣਾਂ ਵਿੱਚ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਅਨੇਕ ਲਾਭ ਹਨ। ਅਨੇਕ ਜਾਣੂ ਰੰਗੀਨ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਕਈ ਲੀਗੈਂਡਾਂ (ਵਿਸ਼ੇਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਲੇਟ ਲੀਗੈਂਡ) ਦੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਬਣਨ ਦੇ ਕਾਰਣ ਰੰਗ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਲਾਸਿਕੀ (Classical) ਅਤੇ ਯੰਤਰਿਕ (instrumental) ਵਿਧੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਧਾਤ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਪਛਾਣ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਲਭਾਈ ਦਾ ਅਧਾਰ ਹੈ। ਅਜਿਹੇ ਅਭਿਕਰਮਕਾਂ ਦੀਆਂ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਹਨ– EDTA, DMG (ਡਾਈਮੀਥਾਈਲ ਗਲਾਈਅੱਗਜ਼ਾਈਮ), a–ਨਾਈਟ੍ਰੋਸੋ–b–ਨੈਫਥੋਲ, ਕਿਊਪੇਰਾੱਨ ਆਦਿ।
- ਪਾਣੀ ਦੀ ਕਠੋਰਤਾ ਦੀ ਲਭਾਈ Na_2 EDTA ਦੇ ਨਾਲ ਟਾਈਟ੍ਰੇਸ਼ਨ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦੀ þí Ca^{2+} ਅਤੇ Mg^{2+} ਆਇਨ EDTA ਦੇ ਨਾਲ ਸਥਾਈ ਕੰਪਲੈਕਸ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਆਇਨਾਂ ਦੀ ਚੋਣਾਤਮਕ ਲਭਾਈ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ ਅਤੇ ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ ਦੇ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਦੇ ਸਥਿਰਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
- ਧਾਤਾਂ ਦੀਆਂ ਕੁਝ ਨਿਸ਼ਕਰਸ਼ਣ ਵਿਧੀਆ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ ਸਿਲਵਰ ਅਤੇ ਗੋਲਡ ਦੇ ਲਈ ਕੰਪਲੈਕਸ ਨਿਰਮਾਣ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ ਆੱਕਸੀਜਨ ਅਤੇ ਪਾਣੀ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ ਗੋਲਡ, ਸਾਇਆਨਾਈਡ ਆਇਨ ਨਾਲ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਕੇ ਜਲੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ, $[Au(CN)_2]^-$ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿੰਕ ਮਿਲਾਕੇ ਗੋਲਡ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। (ਯੁਨਿਟ 6)।
- ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਸੁਧਾਈ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਬਣਾ ਕੇ ਅਤੇ ਉਸਨੂੰ ਮੁੜ ਵਿਘਟਿਤ ਕਰਕੇ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, ਅਸ਼ੁੱਧ ਨਿੱਕਲ ਨੂੰ $[Ni(CO)_4]$ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਅਪਘਟਿਤ ਕਰਕੇ ਸ਼ੁੱਧ ਨਿਕੱਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।
- ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਜੈਵ ਤੰਤਰ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਹੀ ਮਹਤੱਵਪੂਰਣ ਹਨ। ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਸੰਸਲੇਸ਼ਣ ਦੇ ਕਈ ਜਿੰਮੇਵਾਰ ਵਰਣਕ, ਕਲੋਰੋਫਿਲ, ਮੈਗਨੀਸ਼ਿਅਮ ਦਾ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਹੈ। ਖੂਨ ਦਾ ਲਾਲ ਰੰਗ ਹੀਮੋਗਲੋਬਿਨ, ਜੋ ਕਿ ਆੱਕਸੀਜਨ ਦਾ ਵਾਹਕ ਹੈ, ਆਇਰਨ ਦਾ ਇੱਕ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਹੈ। ਵਿਟਾਮਿਨ B_{12} ਸਾਇਨੋ ਕੋਬਾਲ ਐਮੀਨ ਘਾਤਕ ਅਨੀਮੀਆ ਕਾਰਕ (pernicious anaemia factor), ਕੋਬਾਲਟ ਦਾ ਇੱਕ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਹੈ। ਜੈਵਿਕ ਮਹਤੱਵ ਦੇ ਹੋਰ ਧਾਤ ਆਇਨ ਯੁਕਤ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਜਿਵੇਂ– ਕਾਰਬੌਕਸੀ ਪੈਪਟੀਡੇਜ਼-A (Carboxy peptidase A) ਅਤੇ ਕਾਰਬੋਨਿਕ ਐਨਹਾਈਡ੍ਰੇਜ਼ (Carbonic anhydrase) ਜੈਵ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੇ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਹਨ।
- ਅਨੇਕ ਉਦਯੋਗਿਕ ਪ੍ਰਕਰਮਾਂ ਵਿੱਚ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, ਰੋਡ਼ੀਅਮ ਕੰਪਲੈਕਸ, $[(Ph_3P)_3, RhCl]$, ਇੱਕ ਵਿਲਕਿਨਸਨ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਹੈ, ਜੋ ਐਲਕੀਨਾਂ ਦੇ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨਨ ਵਿੱਚ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਆਉਂਦਾ ਹੈ।
- ਵਸਤੂਆਂ ਉੱਤੇ ਸਿਲਵਰ ਅਤੇ ਗੋਲਡ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਮੁਲੰਮਾ ਧਾਤ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਘੋਲ ਨਾਲ ਕਰਨ ਨਾਲੋਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨਾਂ $[Ag(CN)_2]^-$ ਅਤੇ $[Au(CN)_2]^-$ ਦੇ ਘੋਲ ਨਾਲ ਕਰਨ ਤੇ ਮੁਲੰਮਾ ਕਿਤੇ ਜ਼ਿਆਦਾ ਇੱਕਸਾਰ ਅਤੇ ਮੁਲਾਇਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
- ਕਾਲੀ-ਸਫੇਦ ਫੋਟੋਗ੍ਰਾਫੀ ਵਿੱਚ, ਵਿਕਸਿਤ ਕੀਤੀ ਹੋਈ ਫਿਲਮ ਦਾ ਸਥਾਈਕਰਣ (fixation) ਹਾਈਪੋ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਧੋ ਕੇ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਅਨਅਪਘਟਿਤ $AgBr$ ਦੇ ਕੰਪਲੈਕਸ ਆਇਨ $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$ ਬਣਾ ਕੇ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਘੋਲ ਲੈਂਦਾ ਹੈ।
- ਔਸ਼ਧੀ ਰਸਾਇਣ ਵਿੱਚ ਕੀਲੇਟ ਥੈਰਪੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਵਿਸ਼ਵਾਸ ਵਧ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਣ ਹੈ- ਪੌਦੇ/ਜੀਵ ਜੰਤੂ ਸਿਸਟਮਾਂ ਵਿੱਚ ਜਹਿਰੀਲੇ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਸਮੱਸਿਆਵਾਂ ਦਾ ਇਲਾਜ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾੱਪਰ ਅਤੇ ਆਇਰਨ ਦੀ ਅਧਿਕਤਾ ਨੂੰ D–ਪੈਨੀ–ਸਿਲਐਮੀਨ ਅਤੇ ਡੈਸਫੈਰੀਆੱਕਸਿਮ B ਲੀਗੈਂਡਾ ਦੇ ਨਾਲ

PSEB

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਬਣਾ ਕੇ ਦੂਰ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। EDTA ਨੂੰ ਲੈਡ ਦੇ ਜਹਿਰ ਦੇ ਇਲਾਜ ਵਿੱਚ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਲੈਟੀਨਮ ਦੇ ਕੁਝ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਟਿਯੂਮਰ ਵਾਧੇ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਰੋਕਦੇ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਹਨ- ਸਮਪੱਖੀ-ਪਲੇਟਿਨ (Cis-platin) ਅਤੇ ਸਬੰਧਿਤ ਯੋਗਿਕ।

ਸਾਰਾਂਸ਼

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀ ਰਸਾਇਣ, ਆਧੁਨਿਕ ਅਕਾਰਬਨਿਕ ਰਸਾਇਣਸ਼ਾਸਤਰ ਦਾ ਇੱਕ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਅਤੇ ਚੁਣੌਤੀ ਪੂਰਣ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਪਿਛਲੇ ਪੰਜਾਹ ਸਾਲਾਂ ਤੋਂ ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਹੋਏ ਵਿਕਾਸ ਦੇ ਫਲਸਰੂਪ ਬੰਧਨ ਦੇ ਮਾਡਲ ਅਤੇ ਅਣਵੀਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਨਵੀਆਂ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਵਿਕਸਿਤ ਹੋਈਆਂ, ਰਸਾਇਣਿਕ ਉਦਯੋਗ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਵਿਲੱਖਣ ਖੋਜ ਅਤੇ ਜੀਵ ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕ੍ਰਾਂਤਿਕ ਘਟਕਾਂ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਅੰਤਰ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਈ ਹੈ।

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ, ਰਚਨਾਵਾਂ ਅਤੇ ਬੰਧਨ ਨੂੰ ਸਮਝਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਸਰਬ ਪ੍ਰਥਮ ਏ, ਵਰਨਰ ਦੁਆਰਾ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕੀਤੀ ਗਈ। ਇਸ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਦੋ ਕਿਸਮਾਂ ਦੀਆਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾਵਾਂ (ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਅਤੇ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ ਦੀ ਆਧੁਨਿਕ ਭਾਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਨ੍ਹਾਂ ਸੰਯੋਜਕਤਾਵਾਂ ਨੂੰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਆਇਨੀਕ੍ਰਿਤ (ਆਇਨਿਕ) ਅਤੇ ਅਨ-ਆਇਨੀਕ੍ਰਿਤ (ਸਹਿਸੰਯੋਜਕ) ਬੰਧਨ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਮਅੰਗਤਾ ਦੇ ਗੁਣ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਵਰਨਰ ਨੇ ਅਨੇਕ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਦੀ ਜੁਮੈਟਰੱਈ ਆਕ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਭਵਿੱਖਬਾਣੀਆਂ ਕੀਤੀਆਂ।

ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ ਸਿਧਾਂਤ (VBT) ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਬਨਾਉਣ, ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਹਾਰ ਅਤੇ ਜੁਮੈਟਰੱਈ ਅਕ੍ਰਿਤੀਆਂ ਦਾ ਸਫਲਤਾਪੂਰਵਕ ਭਾਵਪੂਰਣ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਵੀ ਇਹ ਸਿਧਾਂਤ, ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਹਾਰ ਦੀ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਅਸਫਲ ਰਿਹਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਗੁਣਾਂ ਦੇ ਸਬੰਧ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਵੀ ਨਹੀਂ ਕਹਿੰਦਾ।

ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ (CFT) ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਕੇਂਦਰੀ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਦੇ d-ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੀ ਊਰਜਾ ਦੀ ਸਮਾਨਤਾ ਉੱਤੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ (ਲੀਗੈਂਡ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਚ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪਾਇਆ ਪ੍ਰਭਾਵ ਉੱਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਪ੍ਰਬਲ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਦੁਰਬਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ d-ਆਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਵਿਭਾਜਨ (Splitting) ਤੋਂ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰੌਨਿਕ ਤਰਤੀਬਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਪਰਮਾਣੂ/ਆਇਨ ਦੇ d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੀ ਵਿਭਾਜਨ ਊਰਜਾ, ਉਸ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਘੁੰਮਣ, ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ ਅਤੇ ਸਥਿਰਤਾ ਦੇ ਪੈਰਾਮੀਟਰਾਂ (parameters) ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਮੁਲਾਂਕਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਮਿਲਦੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਇਹ ਧਾਰਣਾ ਕਿ ਲੀਗੈਂਡ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਹੈ, ਅਨੇਕ ਸਿਧਾਂਤਕ ਮੁਸ਼ਕਿਲਾਂ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਧਾਤ ਕਾਰਬੋਨਿਲਾਂ ਦੇ ਧਾਤ-ਕਾਰਬਨ ਬੰਧਨਾਂ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਬੰਧਨਾਂ ਦੇ ਗੁਣ ਵੇਖੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਲਿਗੈਂਡ ਧਾਤ ਦੇ ਨਾਲ ਬੰਧਨ ਅਤੇ ਧਾਤ ਨਾਲ ਬੰਧਨ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਸਕਰਮੀ (synergic) ਬੰਧਨ ਧਾਤ ਕਾਰਬੋਨਿਲਾਂ ਨੂੰ ਸਥਿਰਤਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਦੇ ਸਥਾਈਪਨ ਦਾ ਮਾਪਨ ਸਟੈੱਪ ਵਾਈਜ਼ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਜਾਂ ਸਟੈੱਪਵਾਈਜ਼ ਨਿਰਮਾਣ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (K), ਜਾਂ ਸਮੁੱਚੇ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (b) ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੀਲੇਟ ਦੁਆਰਾ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਦਾ ਸਥਾਈਕਰਣ ਕੀਲੇਟ ਪ੍ਰਭਾਵ ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਦੀ ਸਥਿਰਤਾ ਗਿਬਜ਼ ਊਰਜਾ, ਐਨਥੈਲਪੀ ਅਤੇ ਐਨਟ੍ਰੱਪੀ ਟਰਮਾਂ ਨਾਲ ਸਬੰਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਬਹੁਤ ਮਹਤੱਵਪੂਰਣ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਯੋਗਿਕਾਂ ਤੋਂ ਜੈਵ-ਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਜੈਵ ਘਟਕਾਂ ਦੀਆਂ ਕਾਰਜਪ੍ਰਣਾਲੀਆਂ ਅਤੇ ਰਚਨਾਵਾਂ ਦੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਜਾਣਕਾਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਪਸੰਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀ ਧਾਤ ਕਰਮ ਪ੍ਰਕਰਮਾਂ, ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣਾਤਮ ਅਤੇ ਔਸ਼ਧੀ ਰਸਾਇਣ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਵਰਤੋਂ ਹੈ।

PSEB

ਅਭਿਆਸ

9.1 ਵਰਨਰ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੱਥਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਨੂੰ ਸਮਝਾਓ।

9.2 $FeSO_4$ ਘੋਲ ਅਤੇ $(NH_4)_2 SO_4$ ਘੋਲ ਦਾ 1:1 ਮੋਲਰ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਮਿਸ਼ਰਣ Fe^{2+} ਆਇਨ ਦਾ ਟੈਸਟ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ $CuSO_4$ ਅਤੇ ਜਲੀ ਅਮੋਨੀਆ ਦਾ 1:4 ਮੋਲਰ ਅਨੁਪਾਤ ਵਿੱਚ ਮਿਸ਼ਰਣ Cu^{2+} ਦਾ ਟੈਸਟ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦਾ। ਸਮਝਾਓ ਕਿਉਂ ?

9.3 ਹਰ ਇੱਕ ਦੀਆਂ ਦੋ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਦਿੰਦੇ ਹੋਏ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਨੂੰ ਸਮਝਾਓ—

ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ, ਲੀਗੈਂਡ, ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ, ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਬਹੁਫਲਕ, ਹੋਮੋਲੈਪਟਿਕ ਅਤੇ ਹੈਟਰੋਲੈਟਿਕ

9.4 ਇੱਕ ਦੰਦਦਾਰ, ਦੋ ਦੰਦਦਾਰ ਅਤੇ ਐਂਬੀਡੈਂਟ ਲੀਗੈਂਡ ਤੋਂ ਕੀ ਭਾਵ ਹੈ ? ਹਰ ਇੱਕ ਦੀਆਂ ਦੋ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਦਿਉ।

9.5 ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਸੰਖਿਆ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ–

(i) $[Co(H_2O)(CN)(en)$[illegible]

[illegible]

[illegible] ਨਿਯਮਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਦੇ ਸੂਤਰ ਲਿਖੋ—

(i) ਟੈਟ੍ਰਾ ਹਾਈਡ੍ਰੌਕਸੋਜਿੰਕੇਟ

(ii) ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਟੈਟ੍ਰਾ ਕਲੋਰਾਈਡੋ ਪੈਲੇਡੇਟ(II)

(iii) ਡਾਈਐਮੀਨ ਡਾਈਕਲੋ ਰਾਈਡੋਪਲੈਟੀਨਮ(II)

(iv) ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਟੈਟ੍ਰਾ ਸਾਇਨੋ ਨਿਕਲੇਟ(II)

(v) ਪੈਂਟਾਐਮੀਂਨ ਨਾਈਟ੍ਰਾਈਟੋ-0-ਕੋਬਾਲਟ(III)

(iv) ਹੈਕਸਾਐਮੀਨ ਕੋਬਾਲਟ(III) ਸਲਫੇਟ

(vii) ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਟ੍ਰਾਈ ਔਗਜ਼ੇ ਲੇਟੋ ਕ੍ਰੋਮੇਟ(III)

(viii) ਹੈਕਸਾ ਐਮੀਂਨ ਪਲੇਟੀਨਮ(IV)

(ix) ਟੈਟ੍ਰਾ ਬ੍ਰੋਮਾਈਡੋ ਕਿਊਪਰੇਟ(II)

(x) ਪੈਂਟਾ ਐਮੀਂਨ ਨਾਈਟ੍ਰਾਈਟੋ-N-ਕੋਬਾਲਟ(III)

9.7 IUPAC ਨਿਯਮਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਦੇ ਵਿਧੀਪੂਰਵਕ ਨਾਂ ਲਿਖੋ—

[illegible]

(iv) $[Co(NH_3)_4Cl(NO_2)]Cl$

(v) $[Mn(H_2O)_6]^{2+}$

(vi) $[NiCl_4]^{2-}$

(vii) $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$

(viii) $[Co(en)_3]^{3+}$

(ix) $[Ni(CO)_4]$

[illegible] ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸੰਭਾਵਿਤ ਭਿੰਨ ਭਿੰਨ ਕਿਸਮ ਦੀ ਸਮਅੰਗਤਾ ਨੂੰ ਸੂਚੀਬਧ ਕਰੋ ਅਤੇ ਹਰ ਇੱਕ ਦੀ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਣ ਦਿਓ।

9.9 ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਜੁਮੈਟਰੀ ਸਮਅੰਗਕ ਸੰਭਵ ਹਨ ?

(i) $[Cr(C_2O_4)_3]^{3-}$ (ii) $[Co(NH_3)_3Cl_3]$

9.10 ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਮਅੰਗਕਾਂ ਦੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਬਣਾਓ—

(i) $[Cr(C_2O_4)_3]^{3-}$ (ii) $[PtCl_2(en)_2]^{2+}$ (iii) $[Cr(NH_3)_2Cl_2(en)]^+$

9.11 ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਦੇ ਸਾਰੇ ਸਮਅੰਗਕ (ਜੁਮੈਟਰੀਕਲ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ) ਦੀਆਂ ਰਚਨਾਵਾਂ ਬਣਾਓ–

(i) $[CoCl_2(en)_2]^+$ (ii) $[Co(NH_3)Cl(en)_2]^{2+}$ (iii) $[Co(NH_3)_2Cl_2(en)]^+$

9.12 $[Pt(NH_3)(Br)(Cl)(Py)]$ ਦੇ ਸਾਰੇ ਜੁਮੈਟਰੀ ਸਮਅੰਗਕ ਲਿਖੋ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿੰਨੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਮਅੰਗਤਾ ਦਰਸਾਉਣਗੇ।

9.13 ਜਲੀ ਕੱਪਰਸਲਫੇਟ ਘੋਲ (ਨੀਲੇ ਰੰਗ ਦਾ), ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਟੈਸਟ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ–

(i) ਜਲੀ ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਫਲੋਰਾਈਡ ਦੇ ਨਾਲ ਹਰਾ ਰੰਗ

(ii) ਜਲੀ ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਕਲੋਰਾਈਡ ਦੇ ਨਾਲ ਚਮਕੀਲਾ ਹਰਾ ਰੰਗ ਉਪਰੋਕਤ ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਾਉ।

9.14 ਕੱਪਰ ਸਲਫੇਟ ਦੇ ਜਲੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਜਲੀ KCN ਨੂੰ ਅਧਿਕਤਾ ਵਿੱਚ ਮਿਲਾਉਣ ਨਾਲ ਬਣਨ ਵਾਲੀ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ?

PSEB

9.15 ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਉਪਸਹਿਸੋਯਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰੋ–

[illegible]

[illegible] ਅੱਠਫਲਕੀ ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੇ ਵਿਭਾਜਨ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਚਿੱਤਰ ਬਣਾਓ।

9.17 ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਕੀ ਹੈ ? ਦੁਰਬਲ ਖੇਤਰ ਲੀਗੈਂਡ ਅਤੇ ਪ੍ਰਬਲ ਖੇਤਰ ਲੀਗੈਂਡ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ।

9.18 ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਵਿਭਾਜਨ ਉਰਜਾ ਕੀ ਹੈ ? ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ ਵਿੱਚ d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੀ ਅਸਲ ਤਰਤੀਬ D_0 ਦੇ ਮਾਨ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਕਿਵੇਂ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

9.19 $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਹੈ ਜਦਕਿ $[Ni(CN)_4]^{2-}$ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ, ਸਮਝਾਉ ਕਿਉਂ ?

9.20 $[Ni(H_2O)_6]$ ਦਾ ਘੋਲ ਹਰਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ $[Ni(CN)_4]$ ਦਾ ਘੋਲ ਰੰਗਹੀਣ ਹੈ। ਸਮਝਾਓ।

9.21 $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ਅਤੇ $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ ਦੇ ਹਲਕੇ ਘੋਲਾਂ ਦੇ ਰੰਗ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂ ?

9.22 ਧਾਤ ਕਾਰਬੋਨਿਲਾਂ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ।

9.23 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰੀ ਧਾਤ ਆਇਨ ਦੀ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ, d ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦਾ ਮੱਲਣਾਂ ਅਤੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ ਦੱਸੋ–

(i) $K_3[Co(C_2O_4)_3]$
(ii) cis-$[CrCl_2(en)_2]Cl$
(iii) $(NH_4)_2[CoF_4]$
(iv) $[Mn(H_2O)_6]SO_4$

9.24 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਦੇ IUPAC ਨਾਂ ਲਿਖੋ ਅਤੇ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ, ਇਲੈਕਟ੍ਰੱਾਨਿਕ ਤਰਤੀਬ ਅਤੇ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ ਦਰਸਾਉ। ਕੰਪਲੈਕਸ ਦਾ ਤ੍ਰੈਵਿਮੀਰਸਾਇਣ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਘੁੰਮਣ ਵੀ ਦੱਸੋ :

(i) [illegible]
(ii) [illegible]
(iii) [illegible]
(iv) [illegible]
(v) $K_4[Mn(CN)_6]$

[illegible] ਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕ ਦੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰਤਾ ਤੋਂ ਤੁਸੀਂ ਕੀ ਸਮਝਦੇ ਹੋ ? ਕੰਪਲੈਕਸ ਦੀ ਸਥਿਰਤਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਕ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਾਰਕਾਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰੋ।

9.26 ਕੀਲੇਟ ਪ੍ਰਭਾਵ ਤੋਂ ਕੀ ਭਾਵ ਹੈ ? ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਣ ਦਿਓ ?

9.27 ਹਰ ਇੱਕ ਦੀ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਣ ਦਿੰਦੇ ਹੋਏ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਵਿੱਚ ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਦੀ ਸੰਖੇਪ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ—

(i) ਸ
(ii) ਸ
(iii) ਸ
(iv) ਸ

9.28 ਕੰਪਲੈਕਸ $[Co(NH_3)_6]Cl_2$ ਤੋਂ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਆਇਨ ਪੈਦਾ ਹੋਣਗੇ–

(i) 6 (ii) 4 (iii) 3 (iv) 2

9.29 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਆਇਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਘੁੰਮਣ ਦਾ ਮਾਨ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ ?

(i) $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ (ii) $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ (iii) $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$

9.30 $K[CO(CO_4)]$ ਵਿੱਚ ਕੋਬਾਲਟ ਦੀ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਸੰਖਿਆ ਹੈ–

(i) +1 (ii) +3 (iii) –1 (iv) –3

9.31 ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸਥਾਈ ਕੰਪਲੈਕਸ ਹੈ–

(i) $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ (ii) $[Fe(NH_3)_6]^{3+}$ (iii) $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ (iv) $[FeCl_6]^{3-}$

9.32 ਹੇਠ ਲਿਖਿਆਂ ਦੇ ਲਈ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਸੋਖਣ ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਸਹੀ ਕ੍ਰਮ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

$[Ni(NO_2)_6]^{4-}$, $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$, $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$?

PSEB

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

9.1 (i) $[Co(NH_3)_4(H_2O)_2]Cl_3$ (iv) $[Pt(NH_3)BrCl(NO$ [illegible]

[illegible]

ਹੈਕਸਾ ਐਮੀਂਨ ਕੋਬਾਲਟ(III) ਕਲੋਰਾਈਡ

(ii) ਪੈਂਟਾ ਐਮੀਂਨ ਕਲੋਰਾਈਡੋ ਕੋਬਾਲਟ(III) ਕਲੋਰਾਈਡ

(iii) ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਹੈਕਸਾ ਸਾਇਨੋਫੈਰੇਟ(III)

(iv) ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਟ੍ਰਾਈ ਔਗਜ਼ੇਲੇਟੋ ਫੈਰੇਟ(III)

(v) ਪੋਟਾਸ਼ੀਅਮ ਟੈਟ੍ਰਾ ਕਲੋਰਾਈਡੋ ਪੈਲੇਡੇਟ(II)

(vi) ਡਾਈਐਮੀਂਨ ਕਲੋਰਾਈਡੋ (ਮੀਥਾਈਲਐਮੀਨ ਪਲੈਟੀਨਮ(II) ਕਲੋਰਾਈਡ ਹੋਣਗੇ

9.3 (i) ਸਮਪੱਖੀ ਅਤੇ ਵਿਪੱਖੀ ਦੋਵੇਂ ਜੁਮੈਟਰੱਈ ਸਮਅੰਗਕ ਅਤੇ ਸਮਪੱਖੀ ਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਮਅੰਗੀ ਹੋਂਦ ਵਿੱਚ।

(ii) ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ੀ ਸਮਅੰਗਕ ਹੋਣਗੇ।

(iii) ਜੁਮੈਟਰੱਈ (ਸਮਪੱਖੀ-, ਵਿਪੱਖੀ-) ਸਮਅੰਗਕ ਸੰਭਵ ਹਨ।

(iv) ਦਸ ਸੰਭਾਵਿਤ ਸਮਅੰਗਕ ਸੰਭਵ ਹਨ। (ਸੰਕੇਤ- ਜੁਮੈਟਰੱਈ, ਆਇਨਨ ਅਤੇ ਬੰਧਨ ਸਮਅੰਗਕ)

9.4 ਆਇਨਨ ਸਮਅੰਗਕ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਘੁਲ ਕੇ ਭਿੰਨ ਆਇਨ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਅਭਿਕਰਮਕਾਂ ਨਾਲ ਭਿੰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ-

$[Co(NH_3)_5Br]SO_4 + Ba^{2+} \rightarrow BaSO_4$ (s)

$[Co(NH_3)_5SO_4]Br + Ba^{2+} \rightarrow$ ਕੋਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨਹੀਂ

$[Co(NH_3)_5Br]SO_4 + Ag^{+} \rightarrow$ ਕੋਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨਹੀਂ

$[Co(NH_3)_5SO_4]Br + Ag^{+} \rightarrow AgBr$ (s)

9.6 $[Ni(CO)_4]$ ਵਿੱਚ ਨਿੱਕਲ ਦੀ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ ਜ਼ੀਰੋ ਹੈ ਜਦਕਿ $[NiCl_4]^{2-}$ ਵਿੱਚ +2 ਹੈ। CO ਲੀਗੈਂਡ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ Ni ਦੇ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਯੁਗਮਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਪਰੰਤੂ Cl– ਇੱਕ ਦੁਰਬਲ ਲੀਗੈਂਡ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਾਂ ਨੂੰ ਯੁਗਮਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ।

9.7 CN^- (ਪ੍ਰਬਲ ਲੀਗੈਂਡ) ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ, 3d ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਯੁਗਮਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਸਿਰਫ ਇਕ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਬਚਿਆ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਸੰਕਰਣ ਅਵਸਥਾ d^2sp^3 ਹੈ ਅਥੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ਕੰਪਲੈਕਸ ਬਣਦਾ ਹੈ। H_2O (ਦੁਰਬਲ ਲੀਗੈਂਡ) ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ, 3*d* ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਯੁਗਮਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਸੰਕਰਣ ਅਵਸਥਾ sp^3d^2 ਹੈ ਅਤੇ ਬਾਹਰੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ਕੰਪਲੈਕਸ ਬਣਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪੰਜ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਬਲ ਅਨੁ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ।

9.8 NH_3 ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ 3*d* ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਯੁਗਮਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਬਾਕੀ ਬਚੇ ਦੋ ਖਾਲੀ *d*-ਆੱਰਬਿਟਲ d^2sp^3 ਸੰਕਰਣ ਵਿੱਚ ਹਿੱਸਾ ਲੈ ਕੇ $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ਦੀ ਉਦਾਹਰਣ ਵਿੱਚ ਅੰਦਰੂਨੀ ਆੱਰਬਿਟਲ ਕੰਪਲੈਕਸ (inner orbital complex) ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ ਵਿੱਚ Ni ਦੀ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ +2 ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਿਕ ਤਰਤੀਬ d^8 ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਕਰਣ sp^3d^2 ਹੈ ਅਤੇ ਬਾਹਰੀ-ਆੱਰਬਿਟਲ ਕੰਪਲੈਕਸ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ।

9.9 ਵਰਗਸਮਤਲੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਲਈ ਸੰਕਰਣ $d\ sp^2$ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ 5d ਆੱਰਬਿਟਲ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਯੁਗਮਿਤ ਹੋ ਕੇ ਇੱਕ ਖਾਲੀ ਆੱਰਬਿਟਲ dsp^2 ਦੇ ਲਈ ਖਾਲੀ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਅਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ।

9.11 ਸਮੁੱਚੇ ਵਿਭਾਜਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਸਮੁੱਚੇ ਸਥਿਰਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ, ਭਾਵ

$1/\ \beta_4 = 4.7 \times 10^{-14}$

PSEB

Elements, their Atomic Number and Molar Mass

Element	Symbol	Atomic Number	Molar mass/ ($g\ mol^{-1}$)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	9	19.00
[illegible]	[illegible]	87	(223)
[illegible]	[illegible]	64	157.25
[illegible]	[illegible]	31	69.72
[illegible]	[illegible]	32	72.61
[illegible]	[illegible]	79	196.97
[illegible]	[illegible]	72	178.49
[illegible]	[illegible]	108	(269)
Helium	He	2	4.00
Holmium	Ho	67	164.93
Hydrogen	H	1	1.0079
Indium	In	49	114.82
Iodine	I	53	126.90
Iridium	Ir	77	192.2
Iron	Fe	26	55.85
Krypton	Kr	36	83.80
Lanthanum	La	[illegible]	[illegible]
Lawrencium	Lr	[illegible]	[illegible]
Lead	Pb	[illegible]	[illegible]
Lithium	Li	[illegible]	[illegible]
Lutetium	Lu	[illegible]	[illegible]
Magnesium	Mg	[illegible]	[illegible]
Manganese	Mn	[illegible]	[illegible]
Meitneium	Mt	[illegible]	[illegible]
Mendelevium	Md	[illegible]	[illegible]

Element	Symbol	Atomic Number	Molar mass/ ($g\ mol^{-1}$)
Mercury	Hg	80	200.59
Molybdenum	Mo	42	95.94
Neodymium	Nd	60	144.24
Neon	Ne	10	20.18
Neptunium	Np	93	(237.05)
Nickel	Ni	28	58.71
Niobium	Nb	41	92.91
Nitrogen	N	7	14.0067
Nobelium	No	102	(259)
Osmium	Os	76	190.2
Oxygen	O	8	16.00
Palladium	Pd	46	106.4
Phosphorus	P	15	30.97
Platinum	Pt	78	195.09
Plutonium	Pu	94	(244)
Polonium	Po	84	210
Potassium	K	19	39.10
Praseodymium	Pr	59	140.91
Promethium	Pm	61	(145)
Protactinium	Pa	91	231.04
Radium	Ra	88	(226)
Radon	Rn	86	(222)
Rhenium	Re	75	186.2
Rhodium	Rh	45	102.91
Rubidium	Rb	37	85.47
Ruthenium	Ru	44	101.07
Rutherfordium	Rf	104	(261)
Samarium	Sm	62	150.35
Scandium	Sc	21	44.96
Seaborgium	Sg	106	(266)
Selenium	Se	34	78.96
Silicon	Si	14	28.08
Silver	Ag	47	107.87
Sodium	Na	11	22.99
Strontium	Sr	38	87.62
Sulphur	S	16	32.06
Tantalum	Ta	73	180.95
Technetium	Tc	43	(98.91)
Tellurium	Te	52	127.60
Terbium	Tb	65	158.92
Thallium	Tl	81	204.37
Thorium	Th	90	232.04
Thulium	Tm	69	168.93
Tin	Sn	50	118.69
Titanium	Ti	22	47.88
Tungsten	W	74	183.85
Ununbium	Uub	112	(277)
Ununnilium	Uun	110	(269)
Unununium	Uuu	111	(272)
Uranium	U	92	238.03
Vanadium	V	23	50.94
Xenon	Xe	54	131.30
Ytterbium	Yb	70	173.04
Yttrium	Y	39	88.91
Zinc	Zn	30	65.37
Zirconium	Zr	40	91.22

The value given in parenthesis is the molar mass of the isotope of largest known half-life.

PSEB

ਕੁਝ ਲਾਹੇਵੰਦ ਰੂਪਾਂਤਰਣ-ਗੁਣਾਂਕ

ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਭਾਰ ਦੇ ਸਧਾਰਣ ਮਾਤਰਕ

1 ਪੌਂਡ = 453×59 ਗ੍ਰਾਮ

1 ਪੌਂਡ = 453×59 ਗ੍ਰਾਮ = 0×45359 ਕਿਲੋਗ੍ਰਾਮ

1 ਕਿਲੋਗ੍ਰਾਮ = 1000 ਗ੍ਰਾਮ = 2×205 ਪੌਂਡ

1 ਗ੍ਰਾਮ = 100 ਗ੍ਰਾਮ = 100 ਸੈਂਟੀਗ੍ਰਾਮ = 1000 ਮਿਲਗ੍ਰਾਮ

1 ਗ੍ਰਾਮ = 6×022 ´ 10^{23} ਪਰਮਾਣ ਪੁੰਜ ਮਾਤਰਕ

1 ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ = 1×6606 ´ 10^{-24} ਗ੍ਰਾਮ

1 ਮੀਟਰਿਕਟਨ = 1000 ਕਿਲੋਗ੍ਰਾਮ = 2205 ਪੌਂਡ

ਆਇਤਨ ਦਾ ਸਧਾਰਣ ਮਾਤਰਕ

1 ਕਵਾਰਟਜ਼ = 0×9463 ਲਿਟਰ

1 ਲਿਟਰ = 1×056 ਕਵਾਰਟਜ਼

1 ਲਿਟਰ = 1 ਘਣ ਡੈਸੀਮੀਟਰ = 1000 ਘਣ-ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ = 0×001 ਅਣਮੀਟਰ

1 ਮਿਲੀਲਿਟਰ = 1 ਘਣ ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ = 0×001 ਲਿਟਰ
= 1×056 ´ 10^{-3} ਕਵਾਰਟਜ਼

1 ਘਣ ਫੁਟ = 28316 ਲਿਟਰ = 29×902 ਕਵਾਰਟਜ
= 7475 ਗੈਲਨ

ਊਰਜਾ ਦਾ ਸਧਾਰਣ ਮਾਤਰਕ

1 ਜੂਲ = 1 ´ 10^{7} ਅਰਗ

1 ਤਾਪ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕੈਲੋਰੀ**
= 4×184 ਜੂਲ
= 4×184 ´ 10^{7} ਅਰਗ
= 4×129 ´ 10^{-2} ਲਿਟਰ ਵਾਯੂਮੰਡਲ
= 2×612 ´ 10^{19} ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਵੋਲਟ

1 ਅਰਗ = 1 ´ 10^{-7} ਜੂਲ = 2×3901 ´ 10^{-8} ਕੈਲੋਰੀ

1 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ = 1×6022 ´ 10^{-19} ਵੋਲਟ ਜੂਲ
= 1×6022 ´ 10^{-12} ਅਰਗ
= 96×487 KJmol^{1}

1 ਲਿਟਰ ਵਾਯੂਮੰਡਲ = 24×217 ਕੈਲੋਰੀ = 101×32 ਜੂਲ
= 1×0132 ´ 10^{9} ਅਰਗ

1 ਬ੍ਰਿਟਿਸ਼ ਤਾਪ ਦਾ ਮਾਤਰਕ = 1055×06 ਜੂਲ
= 1×05506 ´ 10^{17} ਅਰਗ = 2522 ਕੈਲੋਰੀ

ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਸਧਾਰਣ ਮਾਤਰਕ

1 ਇੰਚ = 2×54 ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ (ਸਟਿਕ)

1 ਮੀਲ = 5280 ਫੀਟ = 1×609 ਕਿਲੋਮੀਟਰ

1 ਗਜ = 36 ਇੰਚ = 0×9144 ਮੀਟਰ

1 ਮੀਟਰ = 100 ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ = 3937 ਇੰਚ
= 3×281 ਫੀਟ = 1×094 ਗਜ

1 ਕਿਲੋਮੀਟਰ = 1000 ਮੀਟਰ = 1×094 ਗਜ
= 0×6215 ਮੀਲ

1 ਐਂਗਸਟ੍ਰਾੱਮ = 1×0 ´ 10^{-8} ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ
= 0×10 ਨੈਨੋਮੀਟਰ
= 1×0 ´ 10^{-10} ਮੀਟਰ
= 3×937 ´ 10^{-9} ਇੰਚ

ਬਲ* ਅਤੇ ਦਾਬ ਦੇ ਸਧਾਰਣ ਆਤਰਕ

1 ਵਾਯੂਮੰਡਲ = 760 ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਮਰਕਰੀ ਦਾ
= 1×013 ´ 10^{5} ਪਾਸਕਲ
= 14×70 ਪੌਂਡ ਪ੍ਰਤੀ ਵਰਗ ਇੰਚ

1 ਬਾਰ = 10^{5} ਪਾਸਕਲ

1 ਟੌਰ = 1 ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਮਰਕਰੀ ਦਾ

1 ਪਾਸਕਲ = $1 kg/ms^2 = 1 N/m^2$

ਤਾਪ SI ਅਧਾਰਿਤ ਮਾਤਰਕ ਕੈਲਵਿਨ (K)

K = – 273×15°C

K = °C + 27315

°F = 1×8°(C) + 32

$$°C = \frac{°F - 32}{1 \cdot 8}$$

*ਬਲ-1 ਨਿਊਟਨ(N) = $1 kgm/s^2$, 1 ਨਿਊਟਨ ਉਹ ਬਲ ਹੈ ਜੋ ਇੱਕ ਸੈਕੰਡ ਲਾਉਣ ਤੇ 1 ਕਿਲੋਗ੍ਰਾਮ ਪੰਜ ਨੂੰ ਦਾ ਵੇਗ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ।

**ਤਾਪ ਦੀ ਉਹ ਮਾਤਰਾ ਜੋ ਇੱਕ ਗ੍ਰਾਮ ਪਾਣੀ ਦਾ ਤਾਪਮਾਨ 14×5°C ਤੋਂ 15×5°C ਤਕ ਵਧਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

+ ਧਿਆਨ ਰੱਖੋ ਕਿ ਹੋਰ ਅਤਰਕਪ੍ਰਤੀਕਣ ਹਨ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ 6×022 ´ 10^{23} ਨਾਲ ਗੁਣਾ ਕਰਨਾ ਹੋਵੇਗਾ, ਤਾਂ ਕਿ ਸਹੀ ਸਹੀ ਤੁਲਨਾ ਹੋ ਸਕੇ।

PSEB

ਲੱਗਰਿਥਮ (ਲਘੂ ਗਣਕ)

ਕਦੇ ਕਦੇ ਕਿਸੇ ਸੰਖਿਆਤਮਕ ਵਿਅੰਜਕ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀਆਂ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਦਾ ਗੁਣਾਂ, ਭਾਗ ਜਾਂ ਪਰਿਮੇਯ (Rational) ਘਾਤ ਸ਼ਾਮਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਜਿਹੀਆਂ ਗਣਨਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਨਾਗਰਿਥਮ ਬਹੁਤ ਲਾਭਦਾਇਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਗਣਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਸੌਖੇ ਬਨਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿੱਚ ਲਘੂ ਗਣਕਾਂ ਦੇ ਅਨਾਂ ਦੀ ਲੋੜ ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲਗਤਿਕੀ, ਤਾਪ ਗਤਿਕੀ, ਬਿਜਲੀ ਰਸਾਇਣ ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਇਸ ਸੰਕਲਪਨਾ ਦੀ ਜਾਣਕਾਰੀ ਦੇਵਾਂਗੇ ਅਤੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ ਉਸਦੇ ਬਾਅਦ ਲਘੂ ਗਣਕਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਸਿੱਖਾਂਗੇ ਅਤੇ ਫਿਰ ਇਸ ਤਕਨੀਕ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਇਹ ਵੇਖਣ ਦੇ ਲਈ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ ਇਹ ਕਿਵੇਂ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਗਣਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਸੌਖਾ ਬਣਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $2^3 = 8$, $3^2 = 9$, $5^3 = 125$, $7^\circ = 1$

ਸਧਾਰਣ ਤੌਰ ਤੇ ਕਿਸੇ ਧਨਾਤਮਕ ਵਾਸਤਵਿਕ ਸੰਖਿਆ a, ਅਤੇ ਇੱਕ ਪਰਿਮੇਯ ਸੰਖਿਆ 7m ਦੇ ਲਈ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ $a^m = b$, ਜਿੱਥੇ b ਇੱਕ ਵਾਸਤਵਿਕ ਸੰਖਿਆ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਸ਼ਬਦਾ ਵਿੱਚ ਅਧਾਰ a ਦੀ m^{th} ਘਾਤ b ਹੈ।

ਇਸ ਨੂੰ ਕਹਿਣ ਦਾ ਦੂਜਾ ਤਰੀਕਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ

a ਅਧਾਰ ਉੱਤੇ b ਦਾ ਲਾਗਰਿਥਮ ਅ ਹੈ

ਜੇ ਇੱਕ ਧਨਾਤਮਕ ਵਾਸਤਵਿਕ ਸੰਖਿਆ a ਦੇ ਲਈ a ¹ 1 ਹੋਵੇ ਤਾਂ

$$a^m = b,$$

ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ b ਦਾ ਲੱਗਰਿਥਮ, a ਅਧਾਰ ਉੱਤੇ ਅ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਸ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ–

$$\log_a{}^b = m,$$

"logarithm" (ਲਘੂਗਣਕ) ਸ਼ਬਦ ਕਾ ਸੰਕੇਤ–ਅੱਖਰ 'log' ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ–

$\log_2 8$	$= 3$	ਕਿਉਂਕਿ	$2^3 = 8$
$\log_3 9$	$= 2$	ਕਿਉਂਕਿ	$3^2 = 9$
$\log_5 125$	$= 3$	ਕਿਉਂਕਿ	$5^3 = 125$
$\log_7 1$	$= 0$	ਕਿਉਂਕਿ	$7^0 = 1$

ਲੱਗਰਿਥਮ ਦੇ ਨਿਯਮ

ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਵਿਆਖਿਆ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਲਘੂਗਣਕ ਕਿਸੇ ਵੀ ਅਧਾਰ 'a' ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਾਂਗੇ ($a > 0$ ਅਤੇ a ¹ 1)

ਪਹਿਲਾ ਨਿਯਮ

$$\log_a(mm) = \log_a m + \log_a n$$

ਸਬੂਤ

ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ $\log_a m = x$ ਅਤੇ $\log_a n = y$

ਤਾਂ $a^x = m$, $a^y = n$

ਇਸ ਲਈ $mn = a^x, a^y = a^{x+y}$

ਲੱਗਰਿਥਮ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ

$$\log_a(mn) = x+y + \log_a m + \log_a n$$

ਦੂਜਾ ਨਿਯਮ

$$\log_a\left(\frac{m}{n}\right) = \log_a m - \log_a n$$

ਸਬੂਤ

ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ $\log_a m = x$ ਅਤੇ $\log_a n = y$

ਤਾਂ $a^x = m$ ਅਤੇ $a^y = n$

ਇਸ ਲਈ $\frac{m}{n} = a^{x-y}$

PSEB

ਇਸ ਲਈ $\log_a\left(\frac{m}{n}\right) = x - y = \log_a m - \log_a n$

ਤੀਜਾ ਨਿਯਮ

$$\log_a(m^n) = n\log_a m$$

ਸਬੂਤ

ਪਹਿਲਾਂ ਵਾਂਗ, ਜੇ $\log_a m = x$ ਤਾਂ $a^x = m$

ਇਸ ਲਈ $m^n = (a^x)^n = a^{nx}$, ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ-

$\log_a(m)^n = nx = n\log_a m$

ਇਸ ਲਈ ਪਹਿਲੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ, ਦੋ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਦੇ ਗੁਣਨ ਦਾ ਲਾੱਗਰਿਥਮ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਾੱਗਰਿਥਮਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੂਜਾ ਨਿਯਮ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਦੋ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਦੇ ਭਾਗ ਦਾ ਲਾੱਗਰਿਥਮ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਾੱਗਰਿਥਮਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨਿਯਮਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਗੁਣਾਂ/ਭਾਗ ਦੀ ਸੱਮਸਿਆ ਨੂੰ ਜਮਾਂ/ਘਟਾਓ ਦੀ ਸੱਮਸਿਆ ਵਿੱਚ ਬਦਲ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਕਰਨਾ ਗੁਣਾਂ/ਭਾਗ ਨਾਲੋਂ ਸੌਖਾ ਹੈ। ਇਹੀ ਕਾਰਣ ਹੈ ਕਿ ਲਾੱਗਰਿਥਮ ਸੰਖਿਆਤਮਕ ਪਰਿਕਲਨ ਵਿੱਚ ਐਨੇ ਸਹਾਇਕ ਹਨ।

10 ਦੇ ਅਧਾਰ ਉੱਤੇ ਲਾੱਗਰਿਥਮ

ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਲਿਖਣ ਦੇ ਲਈ ਸੰਖਿਆ 10 ਅਧਾਰ ਹੈ ਇਸ ਲਈ 10 ਦੇ ਅਧਾਰ ਉੱਤੇ ਲਾੱਗਰਿਥਮਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨੀ ਬਹੁਤ ਹੀ ਸੁਖਾਲੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਕੁਝ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ-

$\log_{10}10$	$= 1$	ਕਿਉਂਕਿ 10^1	$= 10$
$\log_{10}100$	$= 2$	ਕਿਉਂਕਿ 10^2	$= 100$
$\log_{10}1000$	$= 4$	ਕਿਉਂਕਿ 10^4	$= 10000$
$\log_{10}0\times01$	$= -2$	ਕਿਉਂਕਿ $10-^2$	$= 0\times01$
$\log_{10}0\times001$	$= -2$	ਕਿਉਂਕਿ 10^{-3}	$= 0\times001$
ਅਤੇ $\log_{10}1$	$= 0$	ਕਿਉਂਕਿ 10^0	$= 1$

ਉਪਰੋਕਤ ਪਰਿਣਾਮ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਜੇ n, 10 ਦੀ ਪੂਰਣ-ਅੰਕ ਘਾਤ ਹੈ ਯਾਨੀ ਸੰਖਿਆ 1 ਦੇ ਬਾਅਦ ਅਨੇਕ ਜ਼ੀਰੋ ਜਾਂ ਸੰਖਿਆ। ਤੋਂ ਪਹਿਲਾ ਦਸ਼ਮਲਵ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਅਨੇਕ ਜ਼ੀਰੋ ਹਨ ਤਾਂ ਲਾੱਗਰਿਥਮ ਸੌਖਿਆ ਹੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਜੇ 10 ਦੀ ਪੂਰਣ ਅੰਤ ਘਾਤ n ਨਹੀਂ ਹੈ ਤਾਂ $\log n$ ਦੀ ਗਣਨਾ ਅਸਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਗਣਿਤ ਵਿੱਚ ਇਸਦੇ ਲਈ ਸਾਰਣੀਆਂ (table) ਉਪਲਬਧ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਸਿੱਧੇ ਹੀ 1 ਤੋਂ ਦਸ ਤੱਕ ਕਿਸੇ ਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਨੇੜਲਾ ਮਾਨ ਪੜ੍ਹਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਦਸ਼ਮਲਵ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸੰਖਿਆ ਦਾ ਲਾੱਗਰਿਥਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਾਫੀ ਹੈ। ਇਸ ਉਦੇਸ਼ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਦਸ਼ਮਲਵ ਨੂੰ ਹਮੇਸ਼ਾ ਪੂਰਣ ਅੰਕ ਘਾਤ 10 ਅਤੇ 1 ਤੋਂ 10 ਦੇ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖਦੇ ਹਨ।

ਦਸ਼ਮਲਵ ਦਾ ਸਟੈਂਡਰਡ ਰੂਪ

ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਦਸ਼ਮਲਵ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ- (*i*) ਇਹ ਪੂਰਣ ਅੰਕ ਘਾਤ ਦੇ ਨਾਲ 10 ਦਾ ਅਤੇ (*ii*) 1 ਤੋਂ 10 ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸੰਖਿਆ ਦਾ ਗੁਣਨਫਲ ਹੋਵੇ। ਇੱਥੇ ਕੁਝ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਦਿੱਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ-

(*i*) 25×2, 10 ਅਤੇ 100 ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ

$$\backslash\ 25\times2 = \frac{25\cdot2\times10}{10} = 2\times52\ ´\ 10^1$$

(*ii*) 1038×4, 1000 ਅਤੇ 10000 ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ

$$\backslash\ 1038\times4 = \frac{1038\cdot4}{1000}\ ´\ 10^3 = 1\times0384\ ´\ 10^3$$

PSEB

(*iii*) 0×005, 0×001 ਅਤੇ 0×01 ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ

ਅਤੇ 0×01 ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ 0×00025 = (0×00025 ´ 10000) ´ 10^{-4} = 2×5 ´ 10^{-4}

ਹਰ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਣ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦਸ਼ਮਲਵ ਨੂੰ 10 ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਘਾਤ ਸੰਖਿਆ ਨਾਲ ਭਾਗ ਜਾਂ ਗੁਣਾਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਵੱਖਰੇ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕੋਈ ਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਦਸ਼ਮਲਵ ਭਿੰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

$$n = m \times 10^p$$

p ਇੱਕ ਪੂਰਣ ਅੰਕ ਹੈ (ਧਨਾਤਮਕ, ਸਿਫਰ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ) ਅਤੇ 1 $m < 10$ ਇਸ ਨੂੰ "n ਦਾ ਸਟੈਂਡਰਡ ਰੂਪ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।"

ਕਾਰਜਕਾਰੀ ਨਿਯਮ

1. ਦਸਮਲਵ ਨੂੰ ਜਰੂਰਤ ਅਨੁਸਾਰ ਸੱਜੇ ਜਾਂ ਖੱਬੇ ਵੱਲ ਸਰਕਾਓ ਜਿਸ ਨਾਲ ਇੱਕ ਸੰਖਿਆ ਜੋ ਜ਼ੀਰੋ ਨਾ ਹੋਵੇ, ਦਸਮਲਵ ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਆ ਜਾਏ।
2. (i) ਜੇ ਤੁਹਾਨੂੰ p ਸਥਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਜਾਣਾ ਪਵੇ ਤਾਂ 10^p ਨਾਲ ਗੁਣਾਂ ਕਰੋ।
   (ii) ਜੇ ਤੁਹਾਨੂੰ p ਸਥਾਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਜਾਣਾ ਪਵੇ ਤਾਂ 10^{-p} ਨਾਲ ਗੁਣਾਂ ਕਰੋ।
   (iii) ਜੇ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦਸ਼ਮਲਵ ਬਿੰਦੂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਪਾਸੇ ਸਰਕਾਅ ਨਾ ਪਵੇ ਤਾਂ 10° ਨਾਲ ਗੁਣਾਂ ਕਰੋ।
   (iv) ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਦਸ਼ਮਲਵ ਦਾ ਸਟੈਂਡਰਡ ਰੂਪ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ 10 ਦੀ ਘਾਤ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਵੇਂ ਦਸ਼ਮਲਵ ਨੂੰ (ਸਟੈੱਪ 2 ਤੋਂ) ਲਿਖੋ।

ਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ (Characteristic) ਅਤੇ ਅ-ਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ (Mantissa)
n ਦੇ ਸਟੈਂਡਰਡ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਧਿਆਨ ਦਿਓ
$n = m\ 10^p$ ਜਿੱਥੇ 1 $m < 10$
10 ਦੇ ਅਧਾਰ ਉੱਤੇ ਲਾੱਗਰਿਥਮ ਕੋਣ ਤੇ ਅਤੇ ਲਾੱਗਰਿਥਮ ਨਿਯਮਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ
$\log n = \log m + \log 10^p = \log m + p \log 10 = p + \log m$

ਇੱਥੇ p ਇੱਕ ਪੂਰਣ ਅੰਕ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਉਂਕਿ, 1 £ $m < 10$, ਇਸ ਲਈ 0 £ $\log m < 1$, ਯਾਨੀ m ਜ਼ੀਰੋ ਅਤੇ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਜਦੋਂ log n ਨੂੰ $p + \log m$ ਨਾਲ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿੱਥੇ p ਇੱਕ ਪੂਰਣ ਅੰਕ ਹੈ ਅਤੇ 0 £ $\log m < 1$, ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ p, ਦਾ ਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ (Characteristic) ਹੈ ਅਤੇ $\log m$ ਨੂੰ $\log n$ ਦਾ ਅਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ (Mantissa) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ ਹਮੇਸ਼ਾ ਹੀ ਧਨਾਤਮਕ, ਰਿਣਾਤਮਕ ਜਾਂ ਜ਼ੀਰੋ ਪੂਰਣਅੰਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ ਕਦੇ ਵੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਹਮੇਸ਼ਾ ਇੱਕ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ $\log n$, ਦਾ ਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ ਅਤੇ ਪੂਰਣ ਅੰਸ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਸਿਰਫ ਜੋੜਨਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ $\log n$ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ, ਅਸੀਂ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਚੱਲਣਾ ਹੈ–

1. n ਦੇ ਸਟੈਂਡਰਡ ਰੂਪ ਵੱਚ ਧਿਆਨ ਦਿਓ।
   $n = m \times 10^p$, 1 £ $m < 10$
2. $\log n$ ਦੇ ਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ p ਨੂੰ ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅੰਜਕ ਵਿੱਚੋਂ ਪੜ੍ਹੋ (10 ਦੀ ਘਾਤ)
3. ਸਾਰਣੀ ਵਿੱਚੋਂ $\log m$ ਵੇਖੋ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਸਮਝਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

4 ਲਿਖੋ $\log n = p + \log m$

ਜੇ ਕਿਸੇ ਸੰਖਿਆ n ਦਾ ਪੂਰਣ ਅੰਸ 2 ਹੈ ਅਤੇ ਅਪੂਰਣ ਅੰਸ ×4133 ਹੈ ਤਾਂ $\log n$ = 2 + ×4133 ਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ ਹੋਵੇਗਾ, ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ 2×4133 ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪਰੰਤੂ ਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ ਜੇ –2 ਹੈ ਅਤੇ ਪੂਰਣਅੰਸ਼ 4×123 ਹੈ ਤਾਂ $\log m$ = –2 + 4123 ਹੋਵੇਗਾ। ਲੇਕਿਨ ਇਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ –2×4123 ਨਹੀਂ ਲਿਖ ਸਕਦੇ (ਕਿਉਂਕਿ) ਇਸ ਪਰੇਸ਼ਾਨੀ ਤੋਂ ਬਚਣ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ-2 ਨੂੰ-2 ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਫਿਰ ਅਸੀਂ $m = \bar{2} \cdot 4123$ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਆਓ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਸਮਝੀਏ ਕਿ ਅਸੀਂ ਅਪੂਰਣਅੰਸ਼ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਲਾੱਗਰਿਥਮ ਸਾਰਣੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਿਵੇਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਅੰਤਕਾ ਦੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਾਰਣੀ ਜੁੜੀ ਹੈ।

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਸਾਰਣੀ ਵਿੱਚ ਹਰ ਇੱਕ ਪੰਗਤ ਦੋ ਅੰਕਾਂ ਵਾਲੀ ਇੱਕ ਸੰਖਿਆ ਨਾਲ ਸ਼ੁਰੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, 10, 11, 12...... 97, 98, 99। ਹਰ ਇੱਕ ਕਾੱਲਮ ਦੇ ਸ਼ਿਖਰ ਉੱਤੇ ਇੱਕ ਅੰਕ ਦੀ ਸੰਖਿਆ 0, 1, 2, ... 9 ਹੈ। ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ

PSEB

ਇੱਕ ਖੰਡ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਔਸਤ ਅੰਤਰ (Mean difference) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਇਸ ਵਿੱਚ 9 ਕਾੱਲਮ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸ਼ਿਖਰ ਉੱਤੇ 1, 2......9 ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਲਿਖਿਆਂ ਹਨ।

ਹੁਣ ਮੰਨ ਲਓ ਅਸੀਂ $\log(6\times234)$ ਗਿਆਤ ਕਰਨਾ ਹੈ, ਅਸੀਂ 62 ਨਾਲ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਪੰਗਤ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਪੰਗਤ ਵਿੱਚ ਉਸ ਕਾੱਲਮ ਨੂੰ ਵੇਖੀਏ ਜਿਸ ਦੇ ਸ਼ਿਖਰ ਉੱਤੇ ਤਰਖਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਸੰਖਿਆ 7945 ਹੈ। ਇਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ $\log(6\times230) = 0\times7945^{*}$ ਹੈ।

ਪਰੰਤੂ ਸਾਨੂੰ $\log(6\times234)$ ਦਾ ਮਾਨ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਸਾਡਾ ਉੱਤਰ ਇਸ ਤੋਂ ਕੁਝ ਵਧੇਰਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਕਿੰਨਾ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋਵੇਗਾ ? ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਮੀਨ ਡਿਫਰੈਂਸ ਦੇ ਖੰਡ ਨੂੰ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ। ਸਾਡਾ ਚੌਥਾ ਅੰਕ 4 ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਉਹ ਕਾੱਲਮ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਦੇ ਸ਼ਿਖਰ ਉੱਤੇ 4 ਲਿਖਿਆ ਹੈ (62 ਵਾਲੀ ਪੰਗਤ ਵਿੱਚ)। ਅਸੀਂ ਅੰਕ 3 ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ $\times7945$ ਵਿੱਚ 3 ਜੋੜਦੇ ਹਾਂ। ਸਾਨੂੰ $\times7948$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ–

$$\log(6\times234) = 0\times7948$$

ਦੂਜੀ ਉਦਾਹਰਣ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ। $\log(8127)$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ 81 ਵਾਲੀ ਪੰਗਤ ਵਿੱਚ ਕਾੱਲਮ 2 ਵਿੱਚ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ 9096 ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਇਸੇ ਪੰਗਤ ਵਿੱਚ ਅੱਗੇ ਵਧਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਾੱਲਮ ਵਿੱਚ ਅੰਕ 4 ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਵਿੱਚ ਜੋੜਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ

$$\log(8\times127) = 0\times9100$$

ਸੰਖਿਆਤਮਕ ਗੁਣਨਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਲਾੱਗਰਿਥਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ

ਉਦਾਹਰਣ— $6\times3\ ´\ 129$ ਗਿਆਤ ਕਰੋ

ਹੱਲ— ਮੰਨ ਲਓ $x = 6\times3\ ´\ 1\times29$

ਤਾਂ $\log x = \log(6\times3\ ´\ 1\times29) = \log 6\times3 + \log 1\times29$

ਹੁਣ $\log 6\times3 = 0\times7993;\ \log 1\times29 = 0\times1106$

\ $\log x = 0\times9099$

ਐਂਟੀਲਾੱਗ ਲੈਣ ਤੇ $x = 8\times127$

ਉਦਾਹਰਣ— $\dfrac{(1\cdot23)^{1\cdot5}}{11\cdot2\times23\cdot5}$ ਦਾ ਮਾਨ ਗਿਆਨ ਕਰੋ

ਹੱਲ— ਮੰਨ ਲਓ $x = \dfrac{(1\cdot23)^{1\cdot5}}{11\cdot2\times23\cdot5}$

ਤਾਂ $\log x = \log\ \dfrac{(1\cdot23)^{3/2}}{11\cdot2\times23\cdot5}$

$$= \frac{3}{2}\log 1\times23 - \log(11\times2\ ´\ 23\times5)$$

$$= \frac{3}{2}\log 1\times23 - \log 11\times2 - \log 23\times5$$

ਹੁਣ $\log 1\times23 = 0\times0899;\ \dfrac{3}{2}\log 1\times23 = 0\times13485$

$\log 11\times2 = 1\times0492,\ \log 23\times5 = 1\times3711$

$\log x = 0\times13485 - 1\times0492 - 1\times3711 = \bar{3}\times71455$

\ $x = 0\times005183$

ਉਦਾਹਰਣ— $\sqrt{\dfrac{(71\cdot24)^5\times\sqrt{56}}{(2\cdot3)^7\times\sqrt{21}}}$ ਦਾ ਮਾਨ ਗਿਆਤ ਕਰੋ ?

PSEB

ਹੱਲ— ਮੰਨ ਲਓ $x = \sqrt{\dfrac{(71\cdot24)^5 \times \sqrt{56}}{(2\cdot3)^7 \times \sqrt{21}}}$

ਤਾਂ $\log x = \dfrac{1}{2}\log\left[\dfrac{(71\cdot24)^5 \times \sqrt{56}}{(2\cdot3)^7 \times \sqrt{21}}\right]$

$= \dfrac{1}{2}\left[\log(71\cdot24)^5 + \log\sqrt{56} - \log(2\cdot3)^7 - \log\sqrt{21}\right]$

$= \dfrac{5}{2}\log 71{\times}24 + \dfrac{1}{4}\log 56 - \dfrac{7}{2}\log 2{\times}3\ \dfrac{1}{4}\log 21$

ਹੁਣ ਸਾਰਣੀ ਵਰਤਣ ਤੇ—

log 71×24 = 1×8527; log 56 = 1×748; log 2×3 = 0×3618; log 21 = 1×322

$\backslash\ \log x = \dfrac{5}{2}(1{\times}8527) + \dfrac{1}{4}(1{\times}7482) - \dfrac{7}{2}(0{\times}3617) - \dfrac{1}{4}(1{\times}3222)$

$= 3{\times}4723$

ਜਾਂ $x = 2967$

log n ਦਿੱਤਾ ਹੋਵੇ ਤਾ ਦਾ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨਾ

ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀਂ ਨੂੰ ਗਿਆਤ ਕਰਨ ਦੀ ਵਿਧੀ ਦੀ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਸਦੀ ਉਲਟ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਹਾਂ ਭਾਵ ਜਦੋਂ ਸਾਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਦਾ ਮਾਨ ਗਿਆਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਵਿਧੀ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਜੇ $\log n = t$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅਸੀ ਅਕਸਰ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $n =$ antilog t, ਇਸ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਗਏ t ਦਾ ਐਂਟੀ ਲਾੱਗਰਿਥਮ (ਪ੍ਰਤੀ ਲਘੂ ਗੁਣਕ) ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਉਪਲਬਧ ਐਂਟੀ ਲਾੱਗਰਿਥਮ ਸਾਰਣੀ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਮੰਨ ਲਓ $\log n = 2{\times}5372$

ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਕਈ ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ ਲਗਦਾ ਅਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ। ਇੱਥੇ ਇਹ ×5372 ਹੈ (ਧਿਆਨ ਰੱਖੋ ਕਿ ਇਹ ਧਨਾਤਮਕ ਹੋਵੇ)। ਹੁਣ ਇਸ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਲਘੂਗਣਕ ਨੂੰ ਸਾਰਣੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਜਿਸਨੂੰ ਲਗੁਗਣਕ ਸਾਰਣ (log table) ਵਾਂਗ ਹੀ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਐਂਟੀ ਲਾੱਗਰਿਥਮ ਸਾਰਣੀ ਵਿੱਚ ਕਾੱਲਮ 7 ਵਿੱਚ, ×53 ਵਾਲੀ ਪੰਗਤ ਵਿੱਚ ×3443 ਲਿਖਿਆ ਅਤੇ ਇਸ ਪੰਗਤ ਵਿੱਚ ਅੰਤਿਮ ਅੰਕ ਦਾ ਮੀਨਡਿਫਲੈਂਸ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸਾਰਣੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ antilog (×5372) ×3443

ਕਿਉਂਕਿ $\log n = 2{\times}5362$ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ $\log n$ ਦਾ ਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਨੂੰ ਸਟੈਂਡਰਡ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ–

$n = 3{\times}445$ ´ 102

ਜਾਂ $n = 344{\times}5$ ´ 102

ਉਦਾਹਰਣ 1— ਜੇ $\log x = 1{\times}0712$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ x ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

ਹੱਲ— ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸੰਖਿਆ 1179 ਸੰਖਿਆ 0712 ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਹੈ। log x ਦਾ ਪੂਰਣ ਅੰਸ਼ 1 ਹੈ। ਇਸ ਲਈ $x = 1{\times}179$ ´ $10^1 = 11{\times}79$

ਉਦਾਹਰਣ 2— ਜੇ $\log x = \bar{2}\times1352$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

ਹੱਲ— Antilog table ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸੰਖਿਆ 1366 ਸੰਖਿਆ ×1352 ਦੇ ਸਾਹਮਣੇ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਪੂਰਣਅੰਸ਼ $\bar{2}$ ਭਾਵ –2 ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$x = 1{\times}366$ ´ 10^{-2}

$x = 0{\times}01366$

---

*ਇਹ ਧਿਆਨ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਾਰਣੀਆਂ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਮਾਨ ਯਥਾਰਥ ਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਹ ਸਿਰਫ ਨਿਕਟਤਮ ਮਾਨ ਹਨ, ਭਾਵੇ ਅਸੀਂ 'ਬਰਾਬਰ' ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਵਰਤਦੇ ਹਾਂ, ਜਿਸ ਤੋਂ ਇੰਜ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਯਥਾਰਥ ਮਾਨ ਹੈ। ਇਸੇ ਪਰੰਪਰਾ ਦਾ ਅਨੁਸਰਣ ਐਂਟੀਲਾੱਗਰਿਥਮ ਦੇ ਕਈ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇਗਾ।

PSEB

LOGARITHMS

TABLE I

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170						5	9	13	17	21	26	30	34	38
						0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	16	20	24	28	32	36
11	0414	0453	0492	0531	0569						4	8	12	16	20	23	27	31	35
						0607	0645	0682	0719	0755	4	7	11	15	18	22	26	29	33
12	0792	0828	0864	0899	0934						3	7	11	14	18	21	25	28	32
						0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	20	24	27	31
13	1139	1173	1206	1239	1271						3	6	10	13	16	19	23	26	29
						1303	1335	1367	1399	1430	3	7	10	13	16	19	22	25	29
14	1461	1492	1523	1553	1584						3	6	9	12	15	19	22	25	28
						1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	14	17	20	23	26
15	1761	1790	1818	1847	1875						3	6	9	11	14	17	20	23	26
						1903	1931	1959	1987	2014	3	6	8	11	14	17	19	22	25
16	2041	2068	2095	2122	2148						3	6	8	11	14	16	19	22	24
						2175	2201	2227	2253	2279	3	5	8	10	13	16	18	21	23
17	2304	2330	2355	2380	2405						3	5	8	10	13	15	18	20	23
						2430	2455	2480	2504	2529	3	5	8	10	12	15	17	20	22
18	2553	2577	2601	2625	2648						2	5	7	9	12	14	17	19	21
						2672	2695	2718	2742	2765	2	4	7	9	11	14	16	18	21
19	2788	2810	2833	2856	2878						2	4	7	9	11	13	16	18	20
						2900	2923	2945	2967	2989	2	4	6	8	11	13	15	17	19
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6532	6542	6551	6561	6471	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8

PSEB

LOGARITHMS

TABLE 1 (*Continued*)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7768	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9997	9996	0	1	1	2	2	3	3	3	4

PSEB

ANTILOGARITHMS

TABLE II

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	1000	1002	1005	1007	1009	1012	1014	1016	1019	1021	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.01	1023	1026	1028	1030	1033	1035	1038	1040	1042	1045	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.02	1047	1050	1052	1054	1057	1059	1062	1064	1067	1069	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.03	1072	1074	1076	1079	1081	1084	1086	1089	1091	1094	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.04	1096	1099	1102	1104	1107	1109	1112	1114	1117	1119	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.05	1122	1125	1127	1130	1132	1135	1138	1140	1143	1146	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.06	1148	1151	1153	1156	1159	1161	1164	1167	1169	1172	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.07	1175	1178	1180	1183	1186	1189	1191	1194	1197	1199	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.08	1202	1205	1208	1211	1213	1216	1219	1222	1225	1227	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.09	1230	1233	1236	1239	1242	1245	1247	1250	1253	1256	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.10	1259	1262	1265	1268	1271	1274	1276	1279	1282	1285	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.11	1288	1291	1294	1297	1300	1303	1306	1309	1312	1315	0	1	1	1	2	2	2	2	3
.12	1318	1321	1324	1327	1330	1334	1337	1340	1343	1346	0	1	1	1	2	2	2	2	3
.13	1349	1352	1355	1358	1361	1365	1368	1371	1374	1377	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.14	1380	1384	1387	1390	1393	1396	1400	1403	1406	1409	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.15	1413	1416	1419	1422	1426	1429	1432	1435	1439	1442	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.16	1445	1449	1452	1455	1459	1462	1466	1469	1472	1476	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.17	1479	1483	1486	1489	1493	1496	1500	1503	1507	1510	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.18	1514	1517	1521	1524	1528	1531	1535	1538	1542	1545	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.19	1549	1552	1556	1560	1563	1567	1570	1574	1578	1581	0	1	1	1	2	2	3	3	3
.20	1585	1589	1592	1596	1600	1603	1607	1611	1614	1618	0	1	1	1	2	2	3	3	3
.21	1622	1626	1629	1633	1637	1641	1644	1648	1652	1656	0	1	1	2	2	2	3	3	3
.22	1660	1663	1667	1671	1675	1679	1683	1687	1690	1694	0	1	1	2	2	2	3	3	3
.23	1698	1702	1706	1710	1714	1718	1722	1726	1730	1734	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.24	1738	1742	1746	1750	1754	1758	1762	1766	1770	1774	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.25	1778	1782	1786	1791	1795	1799	1803	1807	1811	1816	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.26	1820	1824	1828	1832	1837	1841	1845	1849	1854	1858	0	1	1	2	2	3	3	3	4
.27	1862	1866	1871	1875	1879	1884	1888	1892	1897	1901	0	1	1	2	2	3	3	3	4
.28	1905	1910	1914	1919	1923	1928	1932	1936	1941	1945	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.29	1950	1954	1959	1963	1968	1972	1977	1982	1986	1991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.30	1995	2000	2004	2009	2014	2018	2023	2028	2032	2037	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.31	2042	2046	2051	2056	2061	2065	2070	2075	2080	2084	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.32	2089	2094	2099	2104	2109	2113	2118	2123	2128	2133	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.33	2138	2143	2148	2153	2158	2163	2168	2173	2178	2183	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.34	2188	2193	2198	2203	2208	2213	2218	2223	2228	2234	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.35	2239	2244	2249	2254	2259	2265	2270	2275	2280	2286	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.36	2291	2296	2301	2307	2312	2317	2323	2328	2333	2339	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.37	2344	2350	2355	2360	2366	2371	2377	2382	2388	2393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.38	2399	2404	2410	2415	2421	2427	2432	2438	2443	2449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.39	2455	2460	2466	2472	2477	2483	2489	2495	2500	2506	1	1	2	2	3	3	4	5	5
.40	2512	2518	2523	2529	2535	2541	2547	2553	2559	2564	1	1	2	2	3	4	4	5	5
.41	2570	2576	2582	2588	2594	2600	2606	2612	2618	2624	1	1	2	2	3	4	4	5	5
.42	2630	2636	2642	2649	2655	2661	2667	2673	2679	2685	1	1	2	2	3	4	4	5	6
.43	2692	2698	2704	2710	2716	2723	2729	2735	2742	2748	1	1	2	3	3	4	4	5	6
.44	2754	2761	2767	2773	2780	2786	2793	2799	2805	2812	1	1	2	3	3	4	4	5	6
.45	2818	2825	2831	2838	2844	2851	2858	2864	2871	2877	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.46	2884	2891	2897	2904	2911	2917	2924	2931	2938	2944	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.47	2951	2958	2965	2972	2979	2985	2992	2999	3006	3013	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.48	3020	3027	3034	3041	3048	3055	3062	3069	3076	3083	1	1	2	3	3	4	5	6	6
.49	3090	3097	3105	3112	3119	3126	3133	3141	3148	3155	1	1	2	3	3	4	5	6	6

PSEB

ANTILOGARITHMS

TABLE II (*Continued*)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.50	3162	3170	3177	3184	3192	3199	3206	3214	3221	3228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
.51	3236	3243	3251	3258	3266	3273	3281	3289	3296	3304	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.52	3311	3319	3327	3334	3342	3350	3357	3365	3373	3381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.53	3388	3396	3404	3412	3420	3428	3436	3443	3451	3459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.54	3467	3475	3483	3491	3499	3508	3516	3524	3532	3540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.55	3548	3556	3565	3573	3581	3589	3597	3606	3614	3622	1	2	2	3	4	5	6	7	7
.56	3631	3639	3648	3656	3664	3673	3681	3690	3698	3707	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.57	3715	3724	3733	3741	3750	3758	3767	3776	3784	3793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.58	3802	3811	3819	3828	3837	3846	3855	3864	3873	3882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
.59	3890	3899	3908	3917	3926	3936	3945	3954	3963	3972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
.60	3981	3990	3999	4009	4018	4027	4036	4046	4055	4064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
.61	4074	4083	4093	4102	4111	4121	4130	4140	4150	4159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.62	4169	4178	4188	4198	4207	4217	4227	4236	4246	4256	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.63	4266	4276	4285	4295	4305	4315	4325	4335	4345	4355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.64	4365	4375	4385	4395	4406	4416	4426	4436	4446	4457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.65	4467	4477	4487	4498	4508	4519	4529	4539	4550	4560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.66	4571	4581	4592	4603	4613	4624	4634	4645	4656	4667	1	2	3	4	5	6	7	9	10
.67	4677	4688	4699	4710	4721	4732	4742	4753	4764	4775	1	2	3	4	5	7	8	9	10
.68	4786	4797	4808	4819	4831	4842	4853	4864	4875	4887	1	2	3	4	6	7	8	9	10
.69	4898	4909	4920	4932	4943	4955	4966	4977	4989	5000	1	2	3	5	6	7	8	9	10
.70	5012	5023	5035	5047	5058	5070	5082	5093	5105	5117	1	2	4	5	6	7	8	9	11
.71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5236	1	2	4	5	6	7	8	10	11
.72	5248	5260	5272	5284	5297	5309	5321	5333	5346	5358	1	2	4	5	6	7	9	10	11
.73	5370	5383	5395	5408	5420	5433	5445	5458	5470	5483	1	3	4	5	6	8	9	10	11
.74	5495	5508	5521	5534	5546	5559	5572	5585	5598	5610	1	3	4	5	6	8	9	10	12
.75	5623	5636	5649	5662	5675	5689	5702	5715	5728	5741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
.76	5754	5768	5781	5794	5808	5821	5834	5848	5861	5875	1	3	4	5	7	8	9	11	12
.77	5888	5902	5916	5929	5943	5957	5970	5984	5998	6012	1	3	4	5	7	8	10	11	12
.78	6026	6039	6053	6067	6081	6095	6109	6124	6138	6152	1	3	4	6	7	8	10	11	13
.79	6166	6180	6194	6209	6223	6237	6252	6266	6281	6295	1	3	4	6	7	9	10	11	13
.80	6310	6324	6339	6353	6368	6383	6397	6412	6427	6442	1	3	4	6	7	9	10	12	13
.81	6457	6471	6486	6501	6516	6531	6546	6561	6577	6592	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.82	6607	6622	6637	6653	6668	6683	6699	6714	6730	6745	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.83	6761	6776	6792	6808	6823	6839	6855	6871	6887	6902	2	3	5	6	8	9	11	13	14
.84	6918	6934	6950	6966	6982	6998	7015	7031	7047	7063	2	3	5	6	8	10	11	13	15
.85	7079	7096	7112	7129	7145	7161	7178	7194	7211	7228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.86	7244	7261	7278	7295	7311	7328	7345	7362	7379	7396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.87	7413	7430	7447	7464	7482	7499	7516	7534	7551	7568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
.88	7586	7603	7621	7638	7656	7674	7691	7709	7727	7745	2	4	5	7	9	11	12	14	16
.89	7762	7780	7798	7816	7834	7852	7870	7889	7907	7925	2	4	5	7	9	11	13	14	16
.90	7943	7962	7980	7998	8017	8035	8054	8072	8091	8110	2	4	6	7	9	11	13	15	17
.91	8128	8147	8166	8185	8204	8222	8241	8260	8279	8299	2	4	6	8	9	11	13	15	17
.92	8318	8337	8356	8375	8395	8414	8433	8453	8472	8492	2	4	6	8	10	12	14	15	17
.93	8511	8531	8551	8570	8590	8610	8630	8650	8670	8690	2	4	6	8	10	12	14	16	18
.94	8710	8730	8750	8770	8790	8810	8831	8851	8872	8892	2	4	6	8	10	12	14	16	18
.95	8913	8933	8954	8974	8995	9016	9036	9057	9078	9099	2	4	6	8	10	12	15	17	19
.96	9120	9141	9162	9183	9204	9226	9247	9268	9290	9311	2	4	6	8	11	13	15	17	19
.97	9333	9354	9376	9397	9419	9441	9462	9484	9506	9528	2	4	7	9	11	13	15	17	20
.98	9550	9572	9594	9616	9638	9661	9683	9705	9727	9750	2	4	7	9	11	13	16	18	20
.99	9772	9795	9817	9840	9863	9886	9908	9931	9954	9977	2	5	7	9	11	14	16	18	20

PSEB

Standard potentials at 298 K in electrochemical order

Reduction half-reaction	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
$2HClO + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow Cl_2 + 2H_2O$	+1.63
$Ce^{4+} + e^- \longrightarrow Ce^{3+}$	+1.61
$2HBrO + 2H$ [illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	+1.23
[illegible] O	+1.23
[illegible] $+ 2H_2O$	+1.23
[illegible]	+1.20
[illegible]	+1.09
[illegible] $\longrightarrow Pu$	+0.97
[illegible] $+ 4H^+ + 3e^- \longrightarrow NO + 2H_2O$	+0.96
[illegible] $+ 2e^- \longrightarrow Hg_2^{2+}$	+0.92
[illegible] $+ H_2O + 2e^- \longrightarrow Cl^- + 2OH^-$	+0.89
[illegible] $+ 2e^- \longrightarrow Hg$	+0.86
[illegible] $+ 2H^+ + e^- \longrightarrow NO_2 + H_2O$	[illegible]
[illegible] $\longrightarrow Ag$	[illegible]
[illegible] $^{2+} + 2e^- \longrightarrow 2Hg$	[illegible]
[illegible] $+ e^- \longrightarrow Fe^{2+}$	[illegible]
[illegible] $+ H_2O + 2e^- \longrightarrow Br^- + 2OH^-$	[illegible]
[illegible] $+ 2e^- \longrightarrow 2Hg + SO_4^{2-}$	[illegible]
[illegible] $^{2-} + 2H_2O + 2e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

Reduction half-reaction	$E^{⦵}/V$
$Cu^+ + e^- \longrightarrow Cu$	+0.52
$NiOOH + H$ [illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible] $Ag + Cl^-$	+0.27
[illegible]	+0.20
[illegible] $\longrightarrow H_2SO_3 + H_2O$	+0.17
[illegible]	+0.16
Sn [illegible] $+ 2e^- \longrightarrow Sn^{2+}$	+0.15
$AgBr + e^- \longrightarrow Ag + Br^-$	+0.07
$Ti^{4+} + e^- \longrightarrow Ti^{3+}$	0.00
$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$	0.0 by definition
$Fe^{3+} + 3e^- \longrightarrow Fe$	–0.04
$O_2 + H_2O + 2e^- \longrightarrow HO_2^- + OH^-$	–0.08
$Pb^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pb$	–0.13
$In^+ + e^- \longrightarrow In$	[illegible]
$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$	[illegible]
$AgI + e^- \longrightarrow Ag + I^-$	[illegible]
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	[illegible]
$V^{3+} + e^- \longrightarrow V^{2+}$	[illegible]
$Co^{2+} + 2e^-$ [illegible]	[illegible]
$In^{3+} + 3e^-$ [illegible]	[illegible]
$Tl^+ + e^-$ [illegible]	[illegible]
$PbSO$ [illegible]	[illegible]
$Ti^{3+} + e^-$ [illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	–0.76

(continued)

PSEB

Reduction half-reaction	$E^\ominus$/V	Reduction half-reaction	$E^\ominus$/V
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	–3.05
[illegible]	[illegible]		

ਅਭਿਆਸਾਂ ਦੇ ਕੁਝ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

ਯੂਨਿਟ-1

1.11 106×57u

1.13 143×1 pm

1.15 8×97g cm^{-3}

1.16 Ni^{2+} = 96% ਅਤੇ Ni^{3+} = 4%

1.24 (i) 354 pm (ii) 226 10^{22} ਯੂਨਿਟ ਸੈੱਲ

1.25 602 10^{18} ਕੈਟਾਇਨ ਖਾਲੀਥਾਵਾਂ mol

ਯੂਨਿਟ-2

2.4 16×23M

2.5 0×617, 0×01 ਅਤੇ 0×99, 0×67

2.6 157×8mL

2.7 33×5%

2.8 17×95m ਅਤੇ 9×10M

2.9 1×5 ´ 10^{-3}%, 1×25 × 10^{-4}m

2.15 [illegible]

2.16 73×58 KPa

2.17 [illegible]

2.18 10g

2.19 [illegible]

2.20 269×07 K

2.21 [illegible] 58u ਅਤੇ B = 42×64u

2.22 0×061M

2.24 KCl, CH_3OH, CH_3CN, ਸਾਈਕਲੋ ਹੈਕਸੇਨ

2.25 ਟਾੱਲੂਈਨ, ਕਲੋਰੋਫਾੱਰਮ, ਫੀਨੋਲ, ਪੈਂਨਾਨੋਲ; ਫਾੱਰਮਿਕ ਐਸਿਡ, ਈਥਾਈਲੀਨ ਗਲਾਈਕੋਲ

2.26 5m

2.27 2×45 ´ 10^{-8}M

2.28 1×424%

2.29 3×2g ਪਾਣੀ

2.30 4×575g

2.32 0×65°

2.33 i = 1×0753, Ka = 3×07 ´ 10^{-3}

2.34 17×44mm Hg

2.35 178 ´ 10^{-5}

2.36 280×7 torr, 32 torr

2.38 0×6 ਅਤੇ 04

2.39 $x(O_2)$ 4×6 10^{-5}, $x(N_2)$ 9×22 ´ 10^{-5}

2.40 0×03 ਮੋਲ $CaCl_2$

2.41 5×2 ´ 10^{-3} atm

ਯੂਨਿਟ-3

3.4 (i) E° = 0×34V, ΔrG° = –196×86KJ mol^{-1}, K = 3×124 ´ 10^{34}

(ii) E° = 0×03V, ΔrG° = –2×895KJ mol–1, K = 3×2

3.5 (i) 2×68V, (ii) 0×53V, (iii) 0×08V (iv) –1×298V

3.6 1×56V

3.8 124×0 Scm^2 mol^{-1}

3.9 0×219 cm^{-1}

3.11 1×85 ´ 10^{-5}

PSEB

3.12 3F, 2F, 5F
3.13 1F, 4×44F
3.14 2F, 1F
3.15 18258g
3.16 14×40 min, ਕੱਪਰ 0×427*g*, ਜਿੰਕ 0×437*g*

ਯੁਨਿਟ-4

[illegible]

ਗੁਣਾਂ

[illegible]

rate = K[A] [B] (ii) 9 ਗੁਣਾਂ

4.10 A ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕੋਈ ਦੀ ਦਰ 15 ਅਤੇ B ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕੋਈ ਦੀ ਦਰ ਜ਼ੀਰੋ
4.11 rate = k[A] $[B]^2$ ਦਰ ਸਥਿਰ ਅੰਕ = 6×0 M^{-2} min^{-1}
4.13 (i) 3×4 ´ 10^{-3} ਸੈਕੰਡ (ii) 0×35 ਮਿੰਟ (iii) 0×173 ਸਾਲ
4.14 1845 ਸਾਲ

[illegible]

, 7×8 ´ 10^{-4} atm S^{-1}

[illegible]

24°C

10–2 S^{-1}

[illegible]

ਯੁਨਿਟ-6

6.1 ਜ਼ਿੰਕ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਧਾਤ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ $ZnSO_4$ ਘੋਲ ਵਿੱਚੋਂ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ।
6.2 ਇਹ ਇਸ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਘਟਕ ਦੇ ਨਾਲ ਕੰਪਲੈਕਸ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਝੱਗ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਤੋਂ ਰੋਕਦਾ ਹੈ।
6.3 ਵਧੇਰੇ ਸਲਫਾਈਡਾਂ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੀ ਗਿਬਜ਼ ਊਰਜਾ CS_2 ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਨਾਲੋਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ CS_2 ਇੱਕ ਤਾਪ ਸੋਖੀ ਯੋਗਿਕ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਲਗੂਕਰਣ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸਲਫਾਈਡ ਕੱਚੀਆਂ ਧਾਤਾਂ ਦੇ ਸੰਗਤ ਆੱਕਸਾਈਡਾਂ ਵਿੱਚ ਭੁੰਨਣਾਂ ਇੱਕ ਆਮ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ।
6.5 CO
6.6 ਸੈਨੇਨੀਅਮ, ਟੈਲੂਰੀਅਮ, ਚਾਂਦੀ, ਸੋਨਾ ਆਦਿ ਧਾਤਾਂ ਐਨੋਡ ਚਿੱਕੜ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹਨ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਕੱਪਰ ਨਾਲੋਂ ਘੱਟ ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।
6.9 ਸਿੱਲੀਕਾ, ਮੈੱਟੇ (matte) ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ Fe_2O_3 ਦੇ ਨਾਲ ਸਿੱਲੀਕੇਟ $FeSiO_3$ ਨਿਰਮਿਤ ਕਰਕੇ ਇਸ ਨੂੰ ਨਿਸਕਾਸਿਕ ਕਰਦੀ ਹੈ।
6.15 ਕੱਚੇ ਲੋਹੇ ਦੇ ਨਾਲ ਰੱਦੀ ਲੋਹੇ ਅਤੇ ਕੋਕ ਨੂੰ ਪਿਘਲਾਕੇ ਲੋਹਾ ਬਣਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਕੱਚੇ ਲੋਹੇ ਨਾਲੋਂ ਘੱਟ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਕਾਰਬਨ (3%) ਹੁੰਦੀ ਹੈ।
6.17 Fe_2O_3 ਵਰਗੀਆਂ ਖਾਰੀ ਅਸ਼ੁਧੀਆਂ ਦੇ ਨਿਸਕਾਸਨ ਦੇ ਲਈ।
6.18 ਮਿਸਰਣ ਦੇ ਪਿਘਲਣ ਅੰਕ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ
6.20 ਜਿਸ ਇਸ ਵਿੱਚ CO ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਲਘੂਕਾਰਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਲਘੂਕਰਣ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਆਦਾ ਉੱਚੇ ਤਾਪਮਾਨ ਦੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਪਵੇਗੀ।

6.21 ਹਾਂ, $2Cr + \frac{3}{2}O_2$ ® Cr_2O_3, rG° = –540 KJ mol^{-1}

$2Al + \frac{3}{2}O_2$ ® Al_2O_3, rG° = –827 KJ mol^{-1}

ਇਸ ਲਈ $Cr_2O_3 + 2Al$ ® $Al_2O_3 + 2Cr$, G°, D = –827 – (–540)
= –287 KJ mol^{-1}

6.22 ਕਾਰਬਨ ਵਧੇਰੇ ਚੰਗਾ ਲਘੂਕਾਰਕ ਹੈ।
6.25 ਗਰੇਫਾਈਟ ਦੀ ਛੜ ਐਨੋਡ ਵਾਂਗ ਵਰਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਦੌਰਾਨ CO ਅਤੇ CO_2 ਬਣਨ ਦੇ ਕਾਰਣ ਸਮਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ।
6.28. 1600K ਤੋਂ ਉੱਤੇ Al, M*g*O ਨੂੰ ਲਘੂਕ੍ਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

PSEB

ਯੂਨਿਟ-7

7.10 ਕਿਉਂਕਿ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਸਹਿਸੰਯੋਜਕਤਾ ਦਾ ਵਿਸਥਾਰ 4 ਤੋਂ ਵੱਧ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦੀ।

7.20 ਫਰੀਓਨ

7.22 ਇਹ ਮੀਂਹ ਦੇ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਘੁਲਕੇ ਤੇਜ਼ਾਬ-ਵਰਖਾ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।

7.23 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨੂੰ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਬਲ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੈ ਲੋਜਨਾਂ ਪ੍ਰਬਲ ਆੱਕਸੀਕਾਰਕ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

7.24 ਛੋਟੇ ਅਕਾਰ ਅਤੇ ਉੱਚੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਨੇਗੇਟਿਵਤਾ ਦੇ ਕਾਰਣ ਇਹ ਉੱਚੇ ਆੱਕਸੋ ਤੇਜ਼ਾਬਾਂ ਵਿੱਚ ਕੇਂਦਰੀ ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ।

7.25 ਆੱਕਸੀਜਨ ਦਾ ਅਕਾਰ ਕਲੋਰੀਨ ਤੋਂ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਛੋਟੇ ਅਕਾਰ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਬੰਧਨ ਬਨਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

7.30 O_2PtF_6 ਦੇ ਸੰਸਲੇਸ਼ਣ ਨੇ ਬਾਰਟਲੈੱਟ ਨੂੰ $XePtF_6$ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕੀਤਾ ਕਿਉਂਕਿ ਅਤੇ ਦੀ ਆਇਨਨ ਐਨਥੈਲਪੀ ਲਗਪਗ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। Xe O_2

7.31 (i) +3 (ii) +3 (iii) –3 (iv) +5 (v) +5 7.34 ClF, ਹਾਂ

7.36 (i) I_2 $F_2 < Br_2 < Cl_2$

(ii) HF < HCl < HBr < HI

(iii) BiH_3 SbH_3 $ASH_3 < PH_3 < NH_3$

7.38 (i) XeF_4 (ii) XeF_2 (iii) XeO_3

ਯੂਨਿਟ-8

8.2 Mn^{2+} ਦੀ $3d^5$ ਤਰਤੀਬ ਦੇ ਕਾਰਣ ਵਧੇਰੇ ਸਥਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

8.5 ਸਥਾਈ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾਵਾਂ

$3d^3$ (ਵੈਨੇਡੀਅਮ) (+2), +3, +4, +5

$3d^5$ (ਕ੍ਰੋਮੀਅਮ) +3, +4, +6

$3d^5$ (ਮੈਂਗਨੀਜ਼) +2, +4, +6, +7

$3d^8$ (ਕੋਬਾਲਟ) +2, +3 ਕੰਪਲੈਕਸਾਂ ਵਿੱਚ)

$3d^4$ ਮੂਲਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਕੋਈ d^4 ਤਰਤੀਬ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ।

8.6 ਵੈਨੇਡੇਟ VO^-_3, ਕ੍ਰੋਮੇਟ CrO^{2-}_4, ਪਰਮੈਂਗਨੇਟ MnO^-_4

8.10 +3 ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ ਲੈਂਥੇਨੋਇਡਾਂ ਦੀ ਸਧਾਰਣ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ ਹੈ। +3 ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਇਲਾਵਾ ਕੁਝ ਲੈਂਥੇਨੋਇਡ +2 ਅਤੇ +4 ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

8.13 ਅੰਤਰਕਾਲੀ ਤੱਤਾਂ ਵਿੱਚ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ +1 ਤੋਂ ਉੱਚੀਆਂ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਦੇ ਅੰਤਰ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ- ਮੈਂਗਨੀਜ਼ ਵਿੱਚ +2, +3, +4, +5, +6, +7 ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਦਕਿ ਨਾਨ-ਅੰਤਰਕਾਲੀ ਤੱਤਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਪਰਿਵਰਤਨ ਚੋਣਵਾ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਹਮੇਸ਼ਾ ਦੋ ਦਾ ਅੰਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ +2, +4 ਜਾਂ +3, +5; +4, +6 ਆਦਿ

8.18 Sc^{3+} ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ, ਅ-ਭਰਿਤ d-ਆੱਰਬਿਟਲਾਂ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੋਰ ਸਾਰੇ ਜਲੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਰੰਗੀਨ ਹੋਣਗੇ ਅਤੇ ਇਹ d-d ਟ੍ਰਾਂਜੀਸ਼ਨ ਦੇਵੇਗਾ।

8.21 (i) Cr^{2+} ਇੱਕ ਲਘੂਕਾਰਕ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ d^4 ਤੋਂ d^3 ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। d^3 ਦੀ ਤਰਤੀਬ ($t_{2g}{}^3$) ਜ਼ਿਆਦਾ ਸਥਾਈ ਹੈ। Mn(III) ਤੋਂ Mn(II) ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ $3d^4$ ਤੋਂ $3d^5$ ਹੈ; $3d^5$ ਇੱਕ ਸਥਾਈ ਤਰਤੀਬ ਹੈ।

(ii) CFSE ਦੇ ਕਾਰਣ ਜੋ ਤੀਜੀ ਆਇਨੀਕਰਣ ਊਰਜਾ ਦੀ ਪੂਰਤੀ ਕਰਦੀ ਹੈ।

(iii) ਜਲਯੋਜਨ ਜਾਂ ਲੈਟਿਸ ਊਰਜਾ d ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਨੂੰ ਕੱਢਣ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੀ ਆਇਨਨ ਐਨਥੈਲਪੀ ਦੀ ਕਮੀਂ ਪੂਰੀ ਕਰਦੀ ਹੈ।

8.23 Cu(+1) ਸਥਾਈ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸਥਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਸਦੇ ਫਲਸਰੂਪ $3d^{10}$ ਤਰਤੀਬ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

8.24 ਅ-ਯੁਗਮਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ Mn^{3+} = 4; V^{3+} = 2; Ti^{3+} = 1; ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸਥਾਈ Cr^{3+}।

8.28 ਦੂਜਾ ਭਾਗ 59, 95, 102।

8.30 ਲਾਰੈਂਸ਼ਿਆ 103, +3

8.36 Ti^{2+} = 2, V^{2+} = 3, Cr^{3+} = 3, Mn^{2+} = 5, Fe^{2+} = 6, Fe^{3+} = 5, Co^{2+}, Ni^{2+} = 8, Cu^{2+} = 9

8.38 M $\sqrt{n(n+2)}$ = 2×2, n 1, d^2sp^3, C ਪ੍ਰਬਲ ਲੀਗੈਂਡ

= 5×3, n 4, sp^3d^2, H_2O ਦੁਰਬਰ ਲੀਗੈਂਡ

= 5×9, n 5, sp^3 Cl^- ਦੁਰਬਲ ਲੀਗੈਂਡ

ਯੂਨਿਟ-9

(i) +3 (ii) +3 (iii) +2 (iv) +3 (v) +3

(i) $[Zn(OH)_4]^{2-}$

(ii) $K_2[PdCl_4]$

[Pt (NH

PSEB

9.9 (i) $[Cr(C_2O_4)_3]^{3-}$; Nil

(ii) $[Co(NH_3)_3Cl_3]$; (fac- ਅਤੇ meq-)

9.12 ਤਿੰਨ (ਦੋ ਸਮਪੱਖੀ ਅਤੇ ਇੱਕ ਵਿਪੱਖੀ)

9.13 ਜਲੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ $CuSO_4$ ਦੀ ਹੋਂਦ $[Cu(H_2O)_4]$ SO_4 ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਨੀਲਾ ਰੰਗ $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ ਆਇਨਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(i) KF ਮਿਲਾਉਣ ਤੇ, ਦੁਰਬਲ H_2O ਲੀਗੈਂਡ F^- ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ $[CuF4]^{2+}$ ਆਇਨ ਬਣਦੇ ਹਨ ਜੋ ਹਰਾ ਅਵਖੇਪ ਦਿੰਦੇ ਹਨ।

$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ + 4 $[Cu\ F_4]^{2-}$ + $4H_2O$

(ii) ਜਦੋਂ KCl ਮਿਲਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, Cl^- ਲੀਗੈਂਡ ਦੁਰਬਲ H_2O ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਿਤ ਕਰਕੇ $[CuCl_4]^{2-}$ ਆਇਨ ਬਣਉਂਦੇ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਰੰਗ ਚਮਕੀਲਾ ਹਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$^{2-}$ + $4Cl^-$ [CuCl

+ $4CN^-$ [Cu(CN)

ਕਿਉਂਕਿ ਇੱਕ ਪ੍ਰਬਲ ਲੀਗੈਂਡ ਹੈ, ਇਹ Cu ਆਇਨ ਦੇ ਨਾਲ ਬੜਾ ਸਥਾਈ ਕੰਪਲੈਕਸ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। H_2S ਗੈਸ ਲੰਘਾਉਣ ਤੇ, CuS ਦਾ ਅਣਖੇਪ ਬਣਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਮੁਕਤ Cu^{2+} ਆਇਨ ਉਪਲਬਧ ਨਹੀਂ ਰਹਿੰਦੇ।

9.23 *d*–ਔਰਬਿਟਲ ਦਾ ਮਲਣਾ

(i) OS = +3, CN = 6, d-ਔਰਬਿਟਲਾਂ ਦਾ ਮਲਣਾ $(t_2g^6\ eg)^\circ$,

(ii) OS = +3, CN = 6, d^3 $(t_{2g})^3$,

(iii) OS = +2, CN = 4, d^7 $(t_{2g}{}^5$ $(e_g{}^2)$,

(iv) OS = +2, CN = 6, d^5 $(t_2g^3$, $e_g{}^2)$.

9.28 (iii) 9.29 (i) 9.30 (iii) 9.31 (iii)

9.32 ਸਪੈਕਟ੍ਰਮੀ–ਰਸਾਇਣਿਕ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਵਿੱਚ ਲੀਗੈਂਡਾਂ ਦਾ ਕ੍ਰਮ

$H_2O < NH_3 < NO_2^-$

ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਦੀ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇਗੀ–

$[Ni(H_2O)_6]^{2+} < [Ni(NH_3)_6]^{2+} < [Ni(NO_2)_6]^{4-}$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸੋਖਿਤ ਤਰੰਗ ਲੰਬਾਈ $\left(E = {hc}/{\lambda}\right)$ ਦਾ ਕ੍ਰਮ ਇਸ ਤੋਂ ਉਲਟ ਹੋਵੇਗਾ।

ਤਕਨੀਕੀ ਸ਼ਬਦਾਵਲੀ

ਟਰਮ	(ੳ)	ਪੰਨਾ
ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਉਤਪ੍ਰੇਰਣ	Catalyst/Catalysis	116,129
ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਗਨ ਯੋਗਿਕ	Coordination Compounds	246
ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ	Coordination Theory	247
ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੰਖਿਆ	Coordination number 12	247,250
ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸੱਤਾ	Coordination entity	248,251
ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਸਮਅੰਗਕਤਾ	Coordination isomerism	256
ਓਜ਼ੋਨ	Ozone	190
ਓਸਟਵਾਲਡ ਪ੍ਰਕਰਮ	Ostwald process	131
ਉਲਟ ਕ੍ਰਮ ਪਰਾਸਰਣ	Reverse Osmosis	53
ਉਤੇਜਨ ਊਰਜਾ	Activation energy	113
ਉਪਸਹਿਸੰਯੋਜਨ ਬਹੁਫਲਕ	Coordination polyhedron	250
	(ਅ)	
ਅੰਤਰ ਅਣਵੀਂਬਲ	Intermolecular forces	2
ਅੰਤਰ ਵਿੱਥੀ ਦੋਸ਼	Interstitual defect	22
ਅੰਤਰ ਵਿੱਥੀ ਯੋਗਿਕ	Interstitial Compounds	23
ਅੰਤਰ ਕੇਂਦਰਿਤ	Body centred	
ਯੂਨਿਟ ਸੈੱਲ	Unit Cell	7,11
ਅਕ੍ਰਿਸਟਲੀ ਠੋਸ	Amorphous solids	2
ਅਤਿਸ਼ੀਤਿਤ ਦ੍ਰਵ	Super Cooled liquids	3
ਅਤਿਸੂਖਮ ਫਿਲਰੀਕਰਣ	Ultrafiltration	141

PSEB

ਅਧਰੁਵੀ ਅਣਵੀਂ ਠੋਸ	Non polar molecular solids	4
ਅਨ-ਆਦਰਸ਼ ਘੋਲ	Non-ideal solutions	44
ਅਨੁਚੁੰਬਕਤਾ	Paramagnetism	27,229
ਅਰਧਚਾਲਕ	Semiconductors	24
ਅਰਧ ਪਾਰਗਮਨ ਝਿੱਲੀ	Semipermeable membrane	51
ਅਰਧ ਅਯੂ	Half life	109
ਅਵਨਮਕ	Depressants	151
ਅੱਠਫਲਕੀ ਵਿੱਥਾਂ	Octahedralvoids	14,17
ਅਸ਼ੁੱਧਤਾ ਦੋਸ਼	Impurity defect	22
ਅਸਥਿਰਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ	Instability Constant	267
ਅੰਦਰੂਨੀ ਅੰਤਰਕਾਲੀ ਤੱਤ	Inner transition elements	217,236
ਅਕਾਰਚੋਣਾਤਮਕ ਉਤਪ੍ਰੇਰਣ	Shape Selective Catalysis	132
ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਅਵਸੱਥਾ	Oxidation state	200
ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਸੰਖਿਆ	Oxidation number	250
ਆੱਕਸੀਜਨ ਦਾ ਅਸਾਧਾਰਣ ਵਿਹਾਰ	Abnormal behaviour of oxygen	187
ਅਣਵੀਂ ਆੱਰਬਿਟਲ ਸਿਧਾਂਤ	Molecular orbital theory	257
ਆਦਰਸ਼ਘੋਲ	Ideal solutions	44
ਆਭਾਸੀ ਠੋਸ	Pseudo solids	2
ਆਇਨਨ ਐਨਥੈਲਪੀ	Ionisation enthalpy	169,186,198,210,222
ਆਇਨਨ ਸਮਅੰਗਕਤਾ	Ionic isomerism	256
ਆਇਨਨ ਚਾਲਕਤਾ	Ionic conductance	75
ਆਇਨਿਕ ਠੋਸ	Ionic solids	4
ਆਇਨਿਕ ਅਰਧ ਵਿਆਸ	Ionic radius	169,185,198
ਅਰਹੀ ਨਿਆਸ ਸਮੀਕਰਣ	Arrhenius equation	113,114
ਆਵਰਤੀ ਗੁਣਕ	Frequency factor	113
ਐਵੋਗੈਡਰੋ ਸਥਿਰ ਅੰਕ	Avogadro Constant	19
ਐਂਬੀਡੈਂਟ ਲੀਗੈਂਡ	Ambident ligand	250
ਐਕੂਆਰੀਜੀਆ	Aqua Regia	206
ਐਨਜ਼ਾਈਮਉਤਪ੍ਰੇਰਣ	Enzyme Catalysis	206
ਐਨਥੈਲਪੀ	Enthalpy	126
ਐਲਿੰਘਮ ਆਰੇਖ	Ellingham diagram	156
ਐਕਟੀ ਨਾੱਇਡ	Actirroids	217,229
ਐਕਟੀ ਨਾੱਇਡ ਸੁੰਗੜਨ	Actinoid Contraction	240
ਔਸਤ ਵੇਗ	Average rate	97
ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਥਮਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਰਿਆ	Pseudo first order reaction	111
ਅੰਤਰੀਵ ਅਰਧ ਚਾਲਕ (-ਕਿਸਮ)	Intrinsic semiconductors	25
ਅੰਤਰਕਾਲੀ ਧਾਤਾਂ	Transition metals	217,221
	(ੲ)	
ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਛੇਕ	Electron hole	25
ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨ ਖਾਲੀ ਥਾਂ	Electron vacancy	25
ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨਿਕ ਤਰਤੀਬ	Electronic configuration	218
ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਨੀ ਦੋਸ਼	Electronic defect	25
ਇਲੈਕਟ੍ਰਾੱਡ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ	Electrode potential	65,225,226
ਇੱਕ ਕੇਂਦਰੀ ਸਹਿਸੋਯਜਨ ਯੋਗਿਕ	Mononuclear Coordination Compounds	251,253
ਇੱਕ ਦੰਦੇਦਾਰ	Unidentate	249
ਇਲੂਐਂਟ	Eluent	164
ਇਮਲਸ਼ਨ	Emulsions	137,145
ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਨੋਗੇਟਿਵਤਾ	Electron egativity	3
ਇਨਹਿਬਿਟਰ	Inhibitor	134
	(ਸ)	
ਸਿਰਾ ਕੇਂਦਰਿਤ ਯੁਨਿਟ ਸੈੱਲ	End Centred Unit Cell	7
ਸਤ੍ਹਾ ਸੋਖਣ	Adsorption	121,122

PSEB

ਸਤ੍ਹਾ ਸੋਖਣ ਸਮਤਾਪੀ ਰੇਖਾ	Adsorption isotherm	127
ਸੋਖਣ	Absorption	124
ਸੈਕੰਡਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ	Secondary Valence	246.247
ਸਤ੍ਹਾ ਰਸਾਇਣ	Surface Chemistry	122
ਸ਼ਾਟਕੀ ਦੋਸ਼	Schottky defect	22,23
ਸਫੇਦ ਫ਼ਾੱਸਫੋਰਸ	White phosphorus	179
ਸਸੰਕਰਣ	Hybridisation	257
ਸੈਕੰਡਰੀ ਬੈਟਰੀ	Secondary Battery	88
ਸੰਯੋਜਕਤਾ ਬੰਧਨ ਸਿਧਾਂਤ	Valence bond theory	257,260
ਸਕਿਰਿਆਕ੍ਰਿਤ ਕੰਪਲੈਕਸ	Activated Complex	113
ਸਮਪੱਖੀ ਸਮਅੰਗਕ	Cis isomer	254,255
ਸਮਪਰਾਸਰੀ ਘੋਲ	Istotonic solution	52
ਸਮਅੰਗੀ ਉਤਪਰੇਰਣ	Homogeneous Catalysis	130
ਸਮ ਅੰਗਕਤਾ	Isomerism	254,255
ਸਲਫਰ ਦੇ ਔਕਸੋ ਐਸਿਡ	Oxoacids of sulphur	194
ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ	Equilibrium Constant	71
ਸਾੱਲ	Sols	137
ਸੈੱਲ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ	Cell potential	65
ਸਕੰਦਨ	Coagulation	144,145
ਸਟੋਕਿਓਮੀਟਰੀਦੋਸ਼	Stoichiometric defects	22
ਸਥਿਰ ਉਬਾਲ ਦਰਜਾ ਮਿਸ਼ਰਣ	Azeotropes	45,46
	(ਹ)	
ਹਾਈਡ੍ਰੇਟ ਸਮਅੰਗਕਤਾ	Hydrate isomerism	257
ਹਾਈਡ੍ਰੋਤਾਪਕਰਮਕੀ/ਕਰਮ	Hydrometallurgy	161
ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਬੰਧਨ ਯੁਕਤ	Hydrogen boded	
ਅਣਵੀਂ ਠੋਸ	Moelcular solids	4
ਹੈਬਰ ਪ੍ਰਕ੍ਰਮ	Haber's process	130
ਹਾੱਲ-ਹੈਰਾੱਲਟ ਪ੍ਰਕ੍ਰਮ	Hall Heroult process	160
ਹੈਟ੍ਰੋਲੈਪਟਿਕ ਕੰਪਲੈਕਸ	Hetroleptic complex	251,254
ਹੋਮੋਲੈਪਟਿਕ ਕੰਪਲੈਕਸ	Homoleptic Complex	251,265
ਹੈਨਰੀ ਨਿਯਮ	Henry's law	38,40,43
ਹੈਲੋਜਨ	halogens	197
ਹੈਲੋਜਨਾਂ ਦੇ ਔਕਸੋ ਤੇ ਜਾਬ	Oxoacids of halogens	206
ਹੋਮਜ਼ ਸਿਗਨਲ	Holme's signals	180
(ਕ)		
ਕਣਸੰਖਿਅਕ ਗੁਣ	Colligative properties	46,55
ਕੱਚੀ ਧਾਤ ਦੀਆਂ ਅਸ਼ੁੱਧੀਆਂ	Gangue	151
ਕੱਚੀ ਧਾਤ	Ores	150
ਕੱਚੀ ਧਾਤ ਦਾ ਸੰਘਣਨ	Concentration of ores	150,151
ਕਸ਼ੀਦਣ	Distillation	162
ਕਾਇਰਲ	Chiral	255
ਕਾੱਪਰਮੈਟੇ	Coppermatte	153,159
ਕੀਲੇਟ	Chelate	249
ਕੋਹਲਰਾੱਸ਼ ਨਿਯਮ	Kohlrasch law	80,81,82
ਕੋਲਾਇਡਾਂ ਦਾ ਵਰਗੀਕਰਣ	Classification of Colloids	136
ਕ੍ਰਾਫਟ ਤਾਪਮਾਨ	Kraft temperature	138
ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਵਿਘਟਨ	Crystal field splitting	261
ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ	Crystal field theory	257,260
ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਕੈਟਿਸ	Crystal lattice	7
ਕ੍ਰਿਸਟਲ ਦੋਸ਼	Crystal defects	22
ਕ੍ਰਿਸਟਲੀ ਠੋਸ	Crystalline solids	2,3,4
ਕਾਲੀਫ਼ਾੱਸਫੋਰਸ	Black phosphorus	179

PSEB

ਕਿਰਿਆਸ਼ੀਲਕ	Activators	134
ਕਾੱਲਮਵਰਣ ਕੇਖੀ	Column Chromatography	165
	(ਖ)	
ਖਣਿਜ	Minerals	149
ਖੋਰਣ ਵਿਧੀ	Leaching	152
ਖਾਲੀ ਥਾਂ ਦੋਸ਼	Vacancy defect	22
ਖੋਰ	Corrosion	90
(ਗ)		
ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ	Kinetic energy	113
ਗਿੱਬਜ ਊਰਜਾ	Gibbs energy	64,71,116
ਗੈਲਵੈਨੀ ਸੈੱਲ	Galvanic Cell	64,65,89
	(ਘ)	
ਘੱਟ ਰੇਂਜ ਸਿਲਸਿਲਾ	Short range order	2
ਘੋਲਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ	Concentration of solutions	33
ਘੋਲਕ ਯੋਜਨ ਸਮਅੰਗਕਤਾ	Solvate isomerism	254,257
ਘੁਲਣਸ਼ੀਲਤਾ	Solubility	37
ਵਿਸ਼ਾਲਅਣੂ	Giantmolecules	5
(ਚ)		
ਚੌਫਲਕੀ ਪਰਮੈਂਗਨੇਟ	Tetrahedral permanganate	234
ਚੌਫਲਕੀ ਵਿੱਥਾਂ	Tetrahedral voids	14,15
ਚਾਲਕ	Conductors	24
ਚਾਲਕਤਾ	Conductance	73,78
ਚੁੰਬਕੀ ਵਿਭੇਦਨ	Magnetic separation	151
	(ਛ)	
ਛਾਲੇਦਾਰ ਕਾੱਪਰ	Blister Copper	159
	(ਜ)	
ਜਲਯੋਜਨ ਐਨਥੈਲਪੀ	Hydration enthalpy	225
ਜ਼ੀਓਲਾਈਟ	Zeolites	132,133
ਜ਼ੀਟਾ ਪੋਟੈਂਸ਼ਲ	Zetapotential	144
ਜੈੱਲ	Gels	137
ਜੈਵਰਸਾਇਣਿਕ ਉਤਪ੍ਰੇਰਣ	Biochemical Catalysis	113
ਜੁਮੈਟਰੱਈ ਸਮਅੰਗਕਤਾ	Geometric isomerism	254
ਜ਼ੀਰੋਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ	Zero order reaction	110
ਜਮਾਊਦਰਜਾ ਮਾਪਣ ਸਥਿਰ ਅੰਕ	Cryoscopic constant	49
	(ਝ)	
ਝਿੱਲੀਨਿਖੇੜਕ	Dialyser	140
ਝਿਲੀ ਨਿਖੇੜਨ	Dialysis	140
ਝੱਗ ਤਰਨ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ	Froth floatation process	129,152
	(ਟ)	
ਟਿੰਡਲ ਪ੍ਰਭਾਵ	Tyndall effect	141
ਟਿੰਡਲ ਕੋਨ	Tyndall Cone	141
	(ਠ)	
ਠੋਸ ਅਵਸਥਾ	Solid state	2
	(ਡ)	
ਡਾਇਓਡ	Diode	26
ਡਾਲਟਨ ਦਾ ਨਿਯਮ	Dalton's law	41
ਡੇਨੀਅਲ ਸੈੱਲ	Damell Cell	63
	(ਢ)	
ਢਲਵਾਂ ਲੋਹਾ	Cast iron	158,165
	(ਤ)	
ਤਾਪ-ਧਾਤਕਰਮ	Pyrometallurgy	154,160

PSEB

ਤਾਪ-ਗਤਿਕੀ	Thermodynamics	154
ਤੱਤ	Elements	149,150
ਤ੍ਰਿਵਿਮ ਸਮਅੰਗਕਤਾ	Stereo isomerism	254
	(ਦ)	
ਦੁਰਬਲ ਖੇਤਰੀ ਲੀਗੈਂਡ	Weak field ligands	262
ਦ੍ਰਵੀ ਧੁਲਾਈ	Hydraulic Washing	151
ਦ੍ਰਵਸਨੇਹੀ ਕੋਲਾੱਇਡ	Hydrophillic Colloids	137
ਦ੍ਰਵ ਵਿਰੋਧੀ ਕੋਲਾੱਇਡ	Hydrophobic Colloids	137
ਦ੍ਰਵ ਗਲਨ	Liquation	162
ਦੋ-ਅੰਗੀ ਘੋਲ	Binary solutions	32,40,43
ਦੰਦੇਦਾਰ	Denticity	249
ਦੋ ਦੰਦੇਦਾਰ	Bidentate	249,255
	(ਧ)	
ਧਾਤਅਧਿਕਤਾ ਦੋਸ਼	Metal excess defect	23
ਧਾਤਕਰਮਕੀ	Metallurgy	149,152,154
ਧਾਤਕਾਰਬੋਨਿਲ	Metal Carbonyls	265
ਧਾਤਕਾਰਬੋਨਿਲ ਵਿੱਚ ਬੰਧਨ	Bondingin metal carbonyls	265
ਧਾਤਾਂ ਦੀ ਸੁਧਾਈ	Refining of metals	149
ਧਾਤਵੀ ਠੋਸ	Metallic solids	4
ਧੂੰ ਸਕਰੀਨ	Smoke screens	180
ਧਰੁਵੀ ਅਣਵੀਂ ਠੋਸ	Polar molecular solids	4
	(ਨ)	
ਨੋਬਲ ਗੈਸ	Noble gases	209
ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਦੇ ਆੱਕਸਾਈਡ	Oxides of nitrogen	176
ਨੇੜੇ ਪੈਕਡਰਚਅ	Close packed structures	12
ਨਰਕਸਟ ਸਮੀਕਰਣ	Nernst equation	70
	(ਪ)	
ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਤਤਕਾਲੀ ਵੇਗ	Instantaneous	96,97
ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਅਣਵਿਕਤਾ	Molecularity of reaction	103
ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ	Order of reaction	101
ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੀਆਂ ਇਕਾਈਆਂ	Units of rate of reaction	96
ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗਾ ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ	Temperature dependence of rate	112
ਪਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ	Reaction rate constant	99
ਪ੍ਰਕਾਸੀ ਸਮਅੰਗਕਤਾ	Optical isomerism	255,256
ਪਰਮਾਣੂ ਅਰਧ ਵਿਆਸ	Atomic radii	169,185,198,210
ਪਰਾਸਰਣ ਦਾਬ	Osmotic pressure	53
ਪਰਾਵਰਤਤੀ ਭੱਠੀ	Reverberatory furnace	153,158
ਪਰਿਖਿਤ ਫੇਜ਼	Dispersed phase	136,137
ਪਰਿਖੇਪਣ ਮਾਧਿਅਮ	Dispersion medium	137
ਪਿੱਗ ਲੋਹਾ, ਕੱਚਾ ਲੋਹਾ	Pig iron	158
ਪਿਟਵਾਂ ਲੋਹਾ	Wrought iron	158,165
ਪੇਪਰ ਵਰਣ ਲੇਖੀ	Paper Chromatography	164
ਪੈਪਟੀਕਰਣ	Peptisation	140
ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕਤਾ	Diamagnetism	28,229
ਪ੍ਰਤੀਬਿੰਬ ਰੂਪ	Enantiomers	255
ਪ੍ਰਤੀ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕਤਾ	Antiferromagnetism	28
ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ	First order reaction	106,110,11
ਪ੍ਰਬਲਖੇਤਰੀ ਲੀਗੈਂਡ	Strong field ligands	262
ਪ੍ਰਭਾਜੀ ਕਸ਼ੀਦਣ	Fractional distillation	172
ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਬੈਟਰੀ	Primary battery	87
ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਸੰਯੋਜਕਤਾ	Primary valence	246
p-ਬਲਾੱਕ ਦੇ ਤੱਤ	p-block elements	168
ਪੈਕਿੰਗ ਸੁਯੋਗਤਾ	Packing efficiency	16

PSEB

	(ਫ)	
ਫਲਕ ਕੇਂਦਰਿਤ ਯੂਨਿਟ ਸੈੱਲ	Face Centred Unit Cell	7,11
ਫਲਕੀ ਸਮਅੰਗਕ	Facial isomer	254,255
ਫਾੱਸਫੋਰਸ ਦੇ ਔਕਸੋ ਤੇ ਜਾਬ	Oxo acids of phosphorus	182,183,206
ਫੈਰੀ ਚੁੰਬਕਤਾ	Ferrimagnetism	28
ਫੈਰਾਡੇ ਦਾ ਨਿਯਮ	Faraday's law	84
ਫ੍ਰਇੰਡਲਿਕ ਸਮਤਾਪ ਵਕ੍ਰ	Fruendlich isotherm	127
ਫਰੈਨਕਲ ਦੋਸ	Frenkel defect	22
f–ਬਲਾੱਕ ਤੱਤ	f-block elements	236
	(ਬ)	
ਬਿੰਦੂ ਦੋਸ਼	Point defects	22
ਬੋਹਰ ਮੈਗਨੇਟੋਨ	Bohr magneton	27,229
ਬਰਾਊਨ ਗਤੀ	Brownian movement	142
ਬਰੈਡਿਗ ਆਰਕ	Bredig's arc	140
ਬਰੇਵੇ ਲੈਟਿਸ	Bravais lattices	7
ਬੈਟਰੀਆਂ/ਬੈਟਰੀ	Batteries	87
ਬਿਜਲੀ/ਤਾਪ ਰੋਧੀ	Insulators	24
ਬਿਖਮ ਦਿਸ਼ਾਈ	Anisotropy	3
ਬਿਖਮ ਅੰਗੀ ਉਤਪ੍ਰੇਰਣ	Heterogeneon Catalysis	130,131
ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨੀ ਸੁਧਾਈ	Electrolytic refining	162
ਬਿਜਲਈ ਅਪਘਟਨੀ ਸੈੱਲ	Electrolytic cell	83
ਬਿਜਲਈ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੈੱਲ	Electrochemical cells	63
ਬਿਜਲੀ ਅਪਘਟਨ	Electrolysis	79
ਬਿਜਲੀ ਝਿੱਲੀ ਨਿਖੇੜਨ	Electrodialysis	140
ਬਿਜਲੀ ਪਰਾਸਰਣ	Electro osmosis	144
ਬਿਜਲੀ ਰਸਾਇਣ	Electrochemistry	62
ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਬਲ	Electromotive force	65
ਬਿਜਲੀ ਚਾਲਕਤਾ	Electrical conductance	74
ਬਾਲਣ ਸੈੱਲ	Fuel Cell	89
ਬੰਧਨੀ ਸਮਅੰਗਕਤਾ	Linkage isomerism	257
ਬਹੁਦੰਦੇਦਾਰ	Polydentate	249
ਬਲਾਸਟ ਭੱਠੀ	Blast furnace	157,158,159
	(ਭ)	
ਭੁੰਨਣਾ	Roasting	153,159
ਭੂਰਾ ਰਿੰਗ ਟੈਸਟ	Brown ring test	178
ਭੌਤਿਕ ਸੋਖਣ	Physiorption	125
ਭਿੰਨ ਰੂਪ	Alltropic forms	179,192
ਭਸਮੀਕਰਣ	Calcination	153,157
	(ਮ)	
ਮੋਨੋਕਲਿਨਿਕ ਸਲਫਰ	Monoclinic sulphur	192
ਮੰਡਲ ਸੁਧਾਈ	Zone refiing	162,163
ਮਾੱਡ ਪ੍ਰਕਰਮ	Mond's process	162
ਮਿਸ਼ਧਾਤ	Misch metal	239
ਮਿਸੈੱਲ	Micelles	138
ਮੂਲ ਅਨੁਪਾਤੀ ਸੂਤਰ	Empirical formula	247
ਮੋਲ ਅੰਸ਼	Mole fraction	34,47
ਮੋਲਰਤਾ	Molarity	35,52
ਮੋਲਰ ਚਾਲਕਤਾ	Molar Conductance	77,78
ਮੋਲਰ ਉਚਾਣਸਥਿਰ ਅੰਕ	Molal elevation constant	48
ਮੋਲਲ ਉਚਾਣਸਥਿਰ ਅੰਕ	Ebulliosocopic Contant	48
ਮੋਲਕਤਾ	Molality	367
	(ਯ)	

PSEB

ਯੂਨਿਟ ਸੈੱਲ	Unit Cell	6,10
	(ਰ)	
ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੜ੍ਹਾ ਸੋਖਣ	Chemisorption	125,126
ਰਾਊਲਟ ਨਿਯਮ	Raoult's law	41,43
ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦਾ ਟੱਕਰ ਸਿਧਾਂਤ	Collision theory of reaction rates	116
ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲਗਤਿਕ	Chemical Kinetics	94
ਰੇਖਾ ਅੰਸ਼ਿਕ ਸਮਅੰਗਕ	Meridional isomer	255
ਰੇਖੀ ਦੋਸ਼	Line defects	22
ਰੀਡਾੱਕਸ ਯੁਗਮ	Redox Couples	66
ਰ੍ਹਾਂਬਿਕ ਸਲਫਰ	Rhombic Sulphur	193
ਰਚਨਾਤਮਕ ਸਮਅੰਗਕਤਾ	Structural isomerism	254
	(ਲ)	
ਰੇਂਜਸਿਲਸਿਲਾ	Long range order	2
ਲਾਲਫਾੱਸਫੋਰਸ	Red phosphorus	179
ਲੀਗੈਂਡ	Ligands	230,249
ਲੀਗੈਂਡ ਖੇਤਰ ਸਿਧਾਂਤ	Ligand field theory	257
ਲੂਈਸ ਤੇਜਾਬ	Lewis acids	249
ਲੀਸ਼ੈਟੇਲੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ	Lechatelier's principle	37
ਲੈਂਥੇਨਾੱਇਡ	Lenthenoids	217,236
ਲੈਂਥੇਨਾੱਇਡਸੁੰਗੜਨ	Lathenoid Contraction	221,237
ਲੋਹਚੁੰਬਕਤਾ	Ferromagnetism	27,229
	(ਵ)	
ਵਿਖਮਦਿਸ਼ਾਈ	Anisotropy	3
ਵੀਟਸਟੋਨ ਬਰਿੱਜ	Wheatstone bridge	75,76
ਵਰਨਰ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ	Werner's theory	246,247
ਵਰਣਲੇਖੀ ਵਿਧੀਆਂ	Chromatographic methods	164
ਵਾਨ ਅਰਕੈਲ ਵਿਧੀ	arkel method	163
ਵਾਸ਼ਪਦਾਬ	Vapour pressure	40,43
ਵਾਸ਼ਪ ਫੇਜ਼ ਸੁਧਾਈ	Vapour phase refining	163
ਵਿਪੱਖੀ ਸਮਅੰਗਕ	Transisomer	254
ਵਿਯੋਜਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ	Dissociation Constant	267
ਵਿਸਥਾਪਨ ਦੋਸ਼	Dislocation defects	22
ਵੇਗ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ	Dependence of rate of reaction concentration	100
ਵੇਗਨਿਯਮ	Rate law	98,99
ਵੋਲਟਾ ਸੈੱਲ	Voltaic Cell	6

PSEB