ਯੂਨਿਟ

4

ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲਗਤਿਕੀ

(Chemical Kinetics)

"ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲਗਤਿਕੀ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਸਮਝਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤੀ ਕਰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਕਿਵੇਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।"

ਉਦੇਸ਼—

ਇਸ ਯੂਨਿਟ ਦੇ ਅਧਿਐਨ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਤੁਸੀਂ—

- ਔਸਤ ਅਤੇ ਤਤਕਾਲੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕੋਗੇ;
- ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਜਾਂ ਉਪਜਾਂਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਟਰਮ ਵਿੱਚ ਲਿਖ ਸਕੋਗੇ;
- ਆਰੰਭਿਕ ਅਤੇ ਜਟਿਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਕਰ ਸਕੋਗੇ;
- ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਅਣਵਿਕਤਾ ਅਤੇ ਕੋਟੀ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਕਰ ਸਕੋਗੇ;
- ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਕਰ ਸਕੋਗੇ;
- ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਉੱਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ, ਤਾਪਮਾਨ ਅਤੇ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰ ਸਕੋਗੇ;
- ਜ਼ੀਰੋ ਅਤੇ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਮਾਕਲਿਤ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਦੀ ਵਿਉਤਪੱਤੀ ਕਰ ਸਕੋਗੇ;
- ਜ਼ੀਰੋ ਅਤੇ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਣ ਕਰ ਸਕੋਗੇ;
- ਟੱਕਰ ਸਿਧਾਂਤ (Collision Theory) ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰ ਸਕੋਗੇ।

ਰਸਾਇਣਿ ਵਿਗਿਆਨ ਸੁਭਾਵਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਾਲ ਸਬੰਧਿਤ ਵਿਗਿਆਨ ਹੈ। ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਗੁਣਾਂ ਵਾਲੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਹੋਰ ਗੁਣਾਂ ਵਾਲੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨੀ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਤੱਥਾਂ ਨੂੰ ਜਾਣਨ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰਦੇ ਹਨ—

(ੳ) ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੋਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਨੂੰ, ਜੋ ਕਿ ਤਾਪਗਤਿਕੀ ਤੋਂ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ (ਤੁਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਕਿ ਸਥਿਰ ਤਾਪਮਾਨ ਅਤੇ ਦਾਬ ਉੱਤੇ ਜਿਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ $\Delta G < O$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਉਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਸੁਤੇ ਸਿੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ);

(ਅ) ਕਿਸ ਸੀਮਾਂ ਤੱਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੋਵੇਗੀ, ਇਸਨੂੰ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸੰਤੁਲਨ ਤੋਂ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ;

(ੲ) ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵੇਗ (speed) ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਸੰਤੁਲਿਤ ਅਵਸਥਾ ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਣ ਲਈ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਸਮਾਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਪੂਰਣ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਸੁਤੇ ਸਿੱਧਤਾ ਅਤੇ ਸੀਮਾ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਇਸ ਦੇ ਵੇਗ ਅਤੇ ਉਸ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਾਰਕਾਂ ਨੂੰ ਜਾਣਨਾ ਵੀ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮਹੱਵਪੂਰਣ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ-ਕਿਹੜੇ ਪੈਰਾਮੀਟਰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਭੋਜਨ ਕਿੰਨੀ ਜਲਦੀ ਖਰਾਬ (Spoil) ਹੋਵੇਗਾ। ਦੰਦ ਭਰਨ ਦੇ ਲਈ ਤੁਰੰਤ ਜੰਮਣ ਵਾਲੇ ਪਦਾਰਥ ਕਿਵੇਂ ਵਿਉਂਤ ਕੀਤੇ ਜਾਣ? ਅਤੇ ਆਟੋ ਮੋਬਾਈਲ ਇੰਜਨ ਵਿੱਚ ਬਾਲਣ ਦੇ ਜਲਨ ਦੀ ਦਰ ਕਿਵੇਂ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ? ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦਾ ਉੱਤਰ ਰਸਾਇਣਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਦੀ ਉਸ ਸ਼ਾਖਾ ਦੁਆਰਾ ਮਿਲਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ **ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲਗਤਿਕੀ (Chemical Kinetics) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ**। ('Kinetics' ((ਬਲਗਤਿਕੀ), ਸ਼ਬਦ ਦੀ ਵਿਉਤਪਤੀ ਗਰੀਕ ਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਸ਼ਬਦ ('Kinesis') ਤੋਂ ਹੋਈ ਹੈ ਜਿਸ ਦਾ ਅਰਥ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਗਤੀ। ਤਾਪਗਤਿਕੀ ਸਿਰਫ਼ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਸੁਤੇ ਸਿੱਧਤਾ ਦੱਸਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ

ਕਿ ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲਗਤਿਕੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਗਤੀ ਦੱਸਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ ਤਾਪਗਤਿਕੀ ਅੰਕੜੇ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਹੀਰੇ ਨੂੰ ਗਰੇਫਾਈਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਸ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਗਤੀ ਐਨੀਂ ਮੱਠੀ (slow) ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਪਰਿਵਰਤਨ ਬਿਲਕੁਲ ਵੀ ਅਨੁਭਵ ਯੋਗ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਜ਼ਿਆਦਾ ਲੋਕ ਸਮਝਦੇ ਹਨ ਕਿ "ਹੀਰਾ ਹਮੇਸ਼ਾ ਹੀ ਹੀਰਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।" ਬਲਗਤਿਕੀ ਅਧਿਐਨ ਨਾ ਸਿਰਫ਼ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੇਗ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਮਦਦ ਕਰਦੇ ਹਨ ਬਲਕਿ ਉਨ੍ਹਾਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਾ ਵੀ ਵਰਣਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਲਿਆਂਦਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕੁੱਝ ਕਾਰਕ ਜਿਵੇਂ ਸੰਘਣਤਾ ਤਾਪਮਾਨ, ਦਾਬ ਅਤੇ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੇਗ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਥੂਲ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸਾਡੀ ਰੁਚੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਕਿੰਨੀ ਮਾਤਰਾ ਵਰਤੀ ਜਾਂ ਪੈਦਾ ਹੋਈ ਹੈ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਰਤੇ ਜਾਣ ਜਾਂ ਬਣਨ ਦੀ ਦਰ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਣਵੀਂ ਪੱਧਰ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ (Mechanism) ਵਿੱਚ ਟਕਰਾਉਣ ਵਾਲੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਅਨੁਸਥਿਤੀ ਅਤੇ ਊਰਜਾ ਨੂੰ ਸ਼ਾਮਲ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਯੂਨਿਟ ਵਿੱਚ, ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਔਸਤ ਅਤੇ ਤਤਕਾਲੀ ਵੇਗ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਾਰਕਾਂ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕਰਾਂਗੇ। ਟਕਰਾਉਣ ਨਿਯਮ (Collision Theory) ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਆਰੰਭਿਕ ਜਾਣਕਾਰੀ ਵੀ ਇਸ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਫਿਰ ਵੀ ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਾਰਿਆਂ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੇ ਲਈ, ਆਓ, ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੇ ਬਾਰੇ ਸਮਝੀਏ।

4.1 ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ

ਕੁਝ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ, ਜਿਵੇਂ ਆਇਨਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਬੜੀ ਤੇਜਗਤੀ ਨਾਲ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, ਸਿਲਵਰ ਨਾਈਟ੍ਰੇਟ ਦੇ ਜਲੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਸੋਡੀਅਮ ਕਲੋਰਾਈਡ ਦਾ ਜਲੀ ਘੋਲ ਮਿਲਾਉਣ ਨਾਲ ਸਿਲਵਰ ਕਲੋਰਾਈਡ ਦਾ ਵਿਖੇਪਣ ਬਹੁਤ ਜੱਲਦੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਕੁਝ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਬਹੁਤ ਮੱਠੀਆਂ (slow) ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ—ਹਵਾ ਅਤੇ ਸਿਲ੍ਹ ਦੀ ਮੌਜੂਦਗੀ ਵਿੱਚ ਲੋਹੇ ਨੂੰ ਜੰਗ ਲਗਨਾਂ। ਕੁੱਝ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਅਜਿਹੀਆਂ ਵੀ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜੋ ਮੀਡੀਅਮ ਵੇਗ ਨਾਲ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ; ਜਿਵੇਂ ਖੰਡ ਦਾ ਉਲਟ ਕ੍ਰਮਣ (Inversion) ਅਤੇ ਸਟਾਰਚ ਦਾ ਜਲ ਅਪਘਟਨ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਹਰ ਇੱਕ ਵਰਗ ਦੀਆਂ ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹੋ?

ਤੁਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹੀ ਹੋਵੋਗੇ ਕਿ ਆੱਟੋ ਮੋਬਾਈਲ ਵਾਹਨ ਦੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਉਸਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਜਾਂ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਤੈਅ ਕੀਤੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸਬੰਧ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਗਤੀ ਜਾਂ ਵੇਗ ਨੂੰ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਜਾਂ ਉਪਜਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜ਼ਿਆਦਾ ਸਪਸ਼ਟਤਾ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ—

(i)ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਕਮੀਂ ਦੀ ਦਰ ਜਾਂ

(ii)ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਉਪਜ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੀ ਦਰ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਇੱਕ ਕਾਲਪਨਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਉੱਤੇ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਕਿ ਆਇਤਨ ਸਥਿਰ ਹੈ, ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ R ਦਾ ਇੱਕ ਮੋਲ ਉਪਜ P ਦਾ ਇੱਕ ਮੋਲ ਨਿਰਮਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

$$R \rightarrow P$$

ਉਸ ਸਮੇਂ ਜੇ K_1 ਅਤੇ K_2 ਉੱਤੇ R ਅਤੇ P ਦੀਆਂ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਕ੍ਰਮਵਾਰ $[R]_1$ ਅਤੇ $[P]_1$ ਅਤੇ $[R]_2$ ਅਤੇ $[P]_2$ ਹੋਣ ਤਾਂ

[illegible]

[illegible]

[illegible]

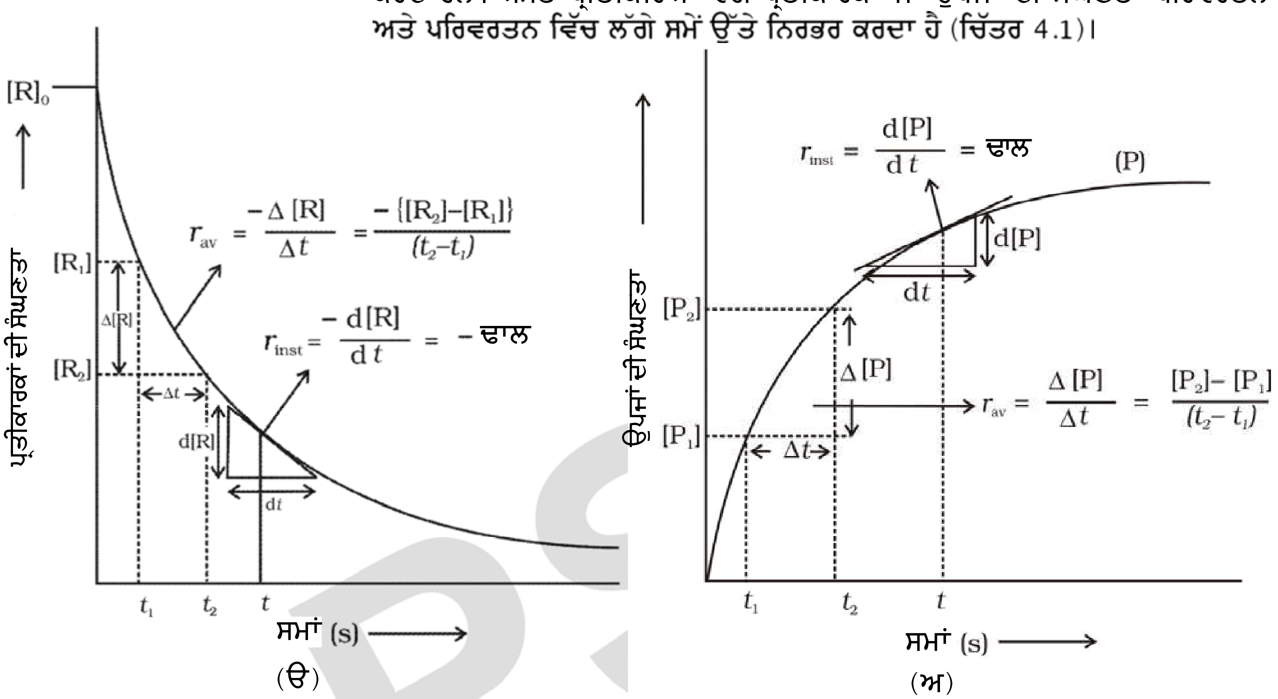
PSEB

ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਅੰਜਕਾਂ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀ ਬਰੈਕਟ ਮੋਲਰ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਵਰਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

$$\text{R ਵਿੱਚ ਕਮੀਂ ਹੋਣ ਦੀ ਦਰ} = \frac{\text{R ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਕਮੀਂ}}{\text{ਸਮਾਂ}} = -\frac{\Delta[R]}{\Delta t} \quad (4.1)$$

$$\text{P ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੀ ਦਰ} = \frac{\text{P ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ}}{\text{ਸਮਾਂ}} = +\frac{\Delta[P]}{\Delta t} \quad (4.2)$$

ਕਿਉਂਕਿ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਘੱਟਦੀ ਹੈ ਇਸ ਲਈ [R] ਇੱਕ ਰਿਣਾਤਮਕ ਮਾਤਰਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ −1 ਨਾਲ ਗੁਣਾਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਣ (4.1) ਅਤੇ (4.2) ਔਸਤ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ, r_{av} ਨਾਲ ਨਿਰੁਪਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਔਸਤ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਜਾਂ ਉਪਜਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਅਤੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਸਮੇਂ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 4.1)।



ਚਿੱਤਰ 4.1—ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਤਤਕਾਲੀ ਅਤੇ ਔਸਤ ਵੇਗ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਵੇਗ (Rate of Reaction) ਦੀਆਂ ਇਕਾਈਆਂ

ਸਮੀਕਰਣ 4.1 ਅਤੇ 4.2 ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੀ ਇਕਾਈ, ਸੰਘਣਤਾ ਸਮਾਂ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ ਸੰਘਣਤਾ ਦੀ ਇਕਾਈ mol L^{-1} ਹੈ ਅਤੇ ਸਮੇਂ ਦੀ ਇਕਾਈ second ਵਿੱਚ ਲਈ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੀ ਇਕਾਈ mol $L^{-1}s^{-1}$ ਹੋਵੇਗੀ। ਪਰ, ਗੈਸੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਜਦੋਂ ਗੈਸਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਅੰਸ਼ਕ ਦਾਬ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਵੇਗ ਦੀ ਇਕਾਈ atm s^{-1} ਹੋਵੇਗੀ। ਸਾਰਣੀ 4.1 ਵਿੱਚ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਔਸਤ ਵੇਗ ਦਾ ਮਾਨ 1.90×10^{-4} mol L^{-1} s^{-1} ਤੋਂ 0.40×10^{-4} mol $L^{-1}s^{-1}$ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਮੇਂ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਵਰਤਿਆ ਨਹੀਂ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲ ਦੇ ਲਈ ਇਸਦੀ ਗਣਨਾ ਵੇਗ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਤਤਕਾਲ ਵੇਗ (Instantaneous Rate) ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 4.1 C_4H_9Cl (ਬਿਊਟਾਈਲ ਕਲੋਰਾਈਡ) ਦੀ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸਮੇਂ ਉੱਤੇ ਦਿੱਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ $C_4H_9Cl + H_2O \rightarrow C_4H_9OH + HCl$ ਦੇ ਲਈ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸਮਾਂ-ਅੰਤਰਾਲਾਂ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਵੇਗ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

t/s	0	50	100	150	200	300	400	700	800
$[C_4H_9Cl]$/mol L^{-1}	0.100	0.0905	0.0820	0.0741	0.0671	0.0549	0.0439	0.0210	0.017

ਹੱਲ ਅਸੀਂ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸਮਾਂ-ਅੰਤਰਾਲ ਉੱਤੇ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਔਸਤ ਵੇਗ, $\Delta[R]$ ਨੂੰ Δt ਨੂੰ ਭਾਗ ਦੇ ਕੇ ਗਿਆਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ (ਸਾਰਣੀ 4.1)।

ਸਾਰਣੀ 4.1 — ਬਿਊਟਾਈਲ ਕਲੋਰਾਈਡ ਦੇ ਜਲ ਅਪਘਟਨ ਦਾ ਔਸਤ ਵੇਗ

$[C_4H_9Cl]_{t_1}$ / mol L^{-1}	$[C_4H_9Cl]_{t_2}$ / mol L^{-1}	t_1/s	t_2/s	$r_{av} \times 10^4$/mol $L^{-1}s^{-1}$ $= -\{[C_4H_9Cl]_{t_2} - [C_4H_9Cl]_{t_1} / (t_2 - t_1)\} \times 10^4$
0.100	0.0905	0	50	1.90
0.0905	0.0820	50	100	1.70
0.0820	0.0741	100	150	1.58
0.0741	0.0671	150	200	1.40
0.0671	0.0549	200	300	1.22
0.0549	0.0439	300	400	1.10
0.0439	0.0335	400	500	1.04
0.0210	0.017	700	800	0.4

ਇਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਬਹੁਤ ਹੀ ਛੋਟੇ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲ dt (ਜਦੋਂ Δt ਜ਼ੀਰੋ ਦੇ ਵਲ ਵਧਦਾ ਹੋਵੇ) ਦੇ ਲਈ ਔਸਤ ਵੇਗ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਦੀ ਗਣਿਤੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅੰਨਤ ਸੂਖਮ ਸਮਾ dt ਦੇ ਲਈ ਤਤਕਾਲੀ ਵੇਗ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

$$r_{av} = \frac{-\Delta[R]}{\Delta t} = \frac{\Delta[P]}{\Delta t} \qquad (4.3)$$

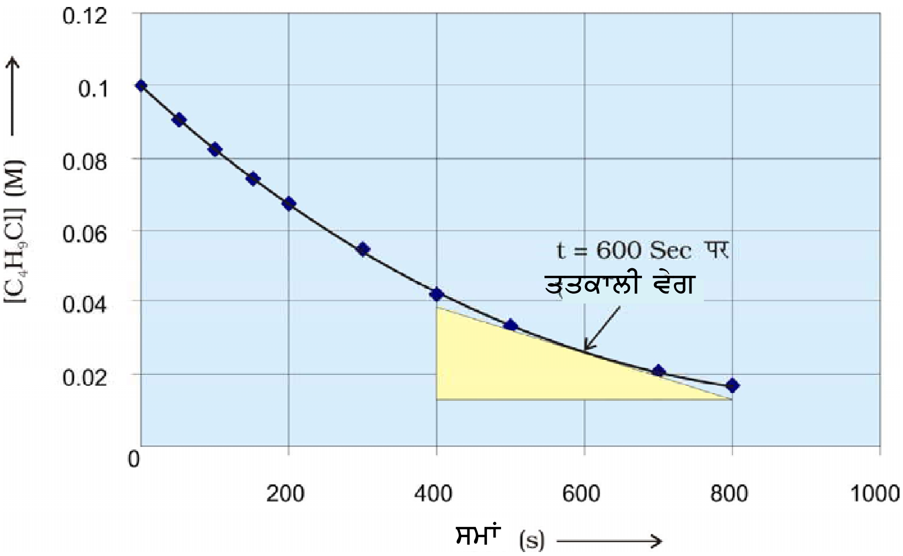
ਜਦੋਂ $\Delta t \rightarrow 0$

$$r_{inst} = \frac{-d[R]}{dt} = \frac{d[P]}{dt}$$

ਇਸ ਨੂੰ ਗਰਾਫ ਦੁਆਰਾ, R ਦਾਂ P ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਦੀ ਵੀ ਸੰਘਣਤਾ-ਸਮਾਂ ਵਕ੍ਰ ਉੱਤੇ ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖਾ (tangent) ਖਿੱਚ ਕੇ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਢਾਲ (slope) ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਕੇ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 4.2)। ਉਦਾਹਰਣ 4.1 600 ਸੈਕੰਡ ਉੱਤੇ r_{inst} ਦਾ ਮਾਨ ਬਿਊਟਾਈਲ ਕਲੋਰਾਈਡ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਅਤੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵਕ੍ਰ ਖਿੱਚ ਕੇ ਗਿਆਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਮਾਂ $t = 600$ s ਉੱਤੇ ਵਕ੍ਰ ਉੱਤੇ ਇੱਕ ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖਾ ਖਿੱਚਦੇ ਹਨ (ਚਿੱਤਰ 4.2)।

ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖਾ ਦੀ ਢਾਲ ਤਤਕਾਲੀ ਵੇਗ ਦਾ ਮਾਨ ਦਿੰਦੀ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ 600 s ਉੱਤੇ—



ਚਿੱਤਰ 4.2 ਬਿਊਟਾਈਲ ਕਲੋਰਾਈਡ *(C_4H_9Cl)* ਦੇ ਜਲ ਅਪਘਟਨ ਦਾ ਤਤਕਾਲੀ ਵੇਗ

$$r_{inst} = -\frac{(0.0165 - 0.037)\,mol\,L^{-1}}{(800 - 400)s}$$

$$= 5.12 \times 10^{-5}\,mol\,L^{-1}s^{-1}$$

$t = 250$ s ਉੱਤੇ $r_{inst} = 1.22 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1}s^{-1}$

$t = 350$ s ਉੱਤੇ $r_{inst} = 1.0 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1}s^{-1}$

$t = 450$ s ਉੱਤੇ $r_{inst} = 6.4 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1}s^{-1}$

ਹੁਣ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ $Hg(l) + Cl_2(g) \rightarrow HgCl_2(s)$ ਉੱਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਅਤੇ ਉਪਜਾਂ ਦੇ ਸਟੋਕਿਓਮੀਟਰੀ ਗੁਣਾਂਕ ਸਮਾਨ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਅਜਿਹੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ—

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ $= \frac{-\Delta[Hg]}{\Delta t} = \frac{-\Delta[Cl_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[HgCl_2]}{\Delta t}$

ਅਰਥਾਤ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਕਮੀਂ ਦੀ ਦਰ ਉਪਜ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੀ ਵਾਧੇ ਦੀ ਦਰ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ HI ਦੇ ਦੋ ਮੋਲ ਅਪਘਟਿਤ ਹੋ ਕੇ H_2 ਅਤੇ I_2 ਵਿੱਚੋਂ ਹਰ ਇੱਕ ਦਾ ਇੱਕ ਮੋਲ ਦਿੰਦੇ ਹਨ—

$$2HI(g) \rightarrow H_2(g) + I_2(g)$$

ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਜਾਂ ਉਪਜਾਂ ਦੇ ਸਟੋਕਿਓਮੀਟਰ ਗੁਣਾਂਕ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵੇਗ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਕਮੀਂ ਦੀ ਦਰ ਜਾਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਉਪਜ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੀ ਦਰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਟੋਕਿਓਮੀਟਰੀ ਗੁਣਾਂਕ ਨਾਲ ਭਾਗ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਉਪਰੋਕਤ ਉਦਾਹਰਣ ਵਿੱਚ HI ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਕਮੀਂ ਦੀ ਦਰ, H_2 ਜਾਂ I_2 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੀ ਦਰ ਤੋਂ ਦੋਗੁਣੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਸਮਾਨ ਬਨਾਉਣ ਦੇ ਲਈ $\Delta[HI]$ ਨੂੰ 2 ਨਾਲ ਭਾਗ ਦਿੰਦੇ ਹਨ।

PSEB

ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵੇਗ $= -\frac{1}{2}\frac{\Delta[HI]}{\Delta t} = \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[I_2]}{\Delta t}$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ—

$5Br^-(aq) + BrO_3^-(aq) + 6H^+(aq) \rightarrow 3Br_2(aq) + 3H_2O(l)$ ਦੇ ਲਈ

$$\text{ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ} = -\frac{1}{5}\frac{\Delta[Br^-]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[BrO_3^-]}{\Delta t} = -\frac{1}{6}\frac{\Delta[H^+]}{\Delta t} = \frac{1}{3}\frac{\Delta[Br_2]}{\Delta t} = \frac{1}{3}\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$$

ਕਿਸੇ ਗੈਸੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਸੰਘਣਤਾ ਅੰਸ਼ਕ ਦਾਬ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਜਾਂ ਉਪਜ ਦੇ ਅੰਸ਼ਕਦਾਬ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਦਰ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 4.2

318 K ਉੱਤੇ N_2O_5 ਦੇ ਮਾਪਘਟਨ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਅਧਿਐਨ, CCl_4 ਘੋਲ ਵਿੱਚ N_2O_5 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਮਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ N_2O_5 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ 2.33 mol L^{-1} ਸੀ। ਜੋ 184 ਮਿੰਟ ਬਾਅਦ ਘੱਟ ਕੇ 2.08 mol L^{-1} ਰਹਿ ਗਈ। ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ—

$$2N_2O_5(g) \rightarrow 4\ NO_2(g) + O_2(g)$$

ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਔਸਤ ਵੇਗ ਦੀ ਗਣਨਾਂ ਘੰਟਿਆਂ, ਮਿੰਟਾਂ ਅਤ ਸੈਕੰਡਾਂ ਦੀ ਟਰਮ ਵਿੱਚ ਕਰੋ। ਇਸ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ NO_2 ਦੀ ਉਤਪਾਦਨ ਦੀ ਦਰ ਕੀ ਹੈ ?

ਹੱਲ

$$\text{ਔਸਤ ਵੇਗ} = \frac{1}{2}\left\{-\frac{\Delta[N_2O_5]}{\Delta t}\right\}$$

$$= -\frac{1}{2}\left[\frac{(2.08 - 2.33)\,\text{mol}\,L^{-1}}{184\,\text{min}}\right]$$

$= 6.79 \times 10^{-4}$ mol L^{-1}/min

$= (6.79 \times 10^{-4}$ mol L^{-1} $min^{-1}) \times (60$ min/1h)

$= 4.07 \times 10^{-2}$ mol L^{-1}/h

$= (6.)9 \times 10^{-4}$ mol $L^{-1} \times$ 1min/60s

$= 1.13 \times 10^{-5}$ mol $L^{-1}s^{-1}$

ਇੱਥੇ ਧਿਆਨ ਰੱਖੋ ਕਿ

$$\text{ਵੇਗ} = \frac{1}{4}\left\{\frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t}\right\}$$

$$\frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t} = 6.79 \times 10^{-4} \times 4\ \text{mol}\ L^{-1}\text{min}^{-1} = 2.72 \times 10^{-3}\ \text{mol}\ L^{-1}\text{min}^{-1}$$

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

4.1 $R \rightarrow P$, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ 0.035M ਤੋਂ 25 ਮਿੰਟ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਕੇ 0.02M ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਔਸਤ ਵੇਗ ਦੀ ਗਣਨਾ ਸੈਕੰਡ ਅਤੇ ਮਿੰਟ ਦੋਵਾਂ ਇਕਾਈਆਂ ਵਿੱਚ ਕਰੋ।

4.2 $2A \rightarrow B$, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ A ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ 10 ਮਿੰਟ ਵਿੱਚ 0.5 mol L^{-1} ਤੋਂ ਘੱਟ ਕੇ 0.4 mol L^{-1} ਰਹਿ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

4.2 ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਾਰਕ

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ, ਜਿਵੇਂ-ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ (ਗੈਸਾਂ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਦਾਬ), ਤਾਪਮਾਨ ਅਤੇ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੀਆਂ ਟਰਮਾਂ ਵਿੱਚ ਨਿਰੂਪਣ ਵੇਗ ਨਿਯਮ (Rate Law) ਅਖਵਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਜਾਂ ਵੇਗ ਵਿਅੰਜਕ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

4.2.2 ਵੇਗ ਵਿਅੰਜਕ ਅਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ

ਸਾਰਣੀ 4.2 ਦੇ ਪਰਿਣਾਮ ਸਪਸ਼ਟ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਜਿਵੇਂ-ਜਿਵੇਂ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਘਟਦੀ ਹੈ, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਘਟਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੇ ਉਲਟ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋਣ ਦੇ ਨਾਲ ਵੱਧਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵੇਗ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਇੱਕ ਸਧਾਰਣ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ

$$a\,A + b\,B \rightarrow c\,C + d\,D$$

ਉੱਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ ਜਿਸ ਵਿੱਚ a, b, c ਅਤੇ d ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਅਤੇ ਉਪਜਾਂ ਦੇ ਸਟੋਕਿਓਮੀਟਰੀ ਗੁਣਾਂਕ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ ਵਿਅੰਜਕ ਹੋਵੇਗਾ।

$$\text{ਵੇਗ} \propto [A]^x [B]^y \qquad (4.4)$$

ਇੱਥੇ ਘਾਤ ਅੰਕ x ਅਤੇ y ਸਟੋਕਿਓਮੀਟਰੀ ਗੁਣਾਂਕ (a ਅਤੇ b) ਦੇ ਸਮਾਨ ਜਾਂ ਭਿੰਨ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਉਪਰਲੀ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਹੇਠ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

$$\text{ਵੇਗ} = k\,[A]^x [B]^y \qquad (4.4\ ੳ)$$

$$-\frac{d(r)}{dt} = k[A]^x[B]^y \qquad (4.4\ ਅ)$$

ਸਮੀਕਰਣ 4.4 (ਅ) ਨੂੰ ਅਵਕਲ (differential) ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇੱਥੇ 'K' ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ **ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ (rate constant) ਕਹਿੰਦੇ** ਹਨ। 4.4 ਵਰਗੀ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਜੋ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀਆਂ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਸਬੰਧ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ, **ਵੇਗ ਨਿਯਮ ਜਾਂ ਵੇਗ ਵਿਅੰਜਕ ਕਹਿੰਦੇ** ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਵੇਗ ਨਿਯਮ ਉਹ ਵਿਅੰਜਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੇਗ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਮੋਲਰ ਸੰਘਣਤਾ ਦੀ ਟਰਮ ਉੱਤੇ ਕੋਈ ਘਾਤ ਅੰਕ ਲਾ ਕੇ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਦਾਂ ਹੈ। ਉਹ ਕਿਸੇ ਸੰਤੁਲਿਤ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੇ ਸਟੋਕਿਓਮੀਟਰੀ ਗੁਣਾਂਕ ਦੇ ਸਮਾਨ ਜਾਂ ਭਿੰਨ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ—

$$2\ NO\ (g) + O_2\ (g) \rightarrow 2NO_2\ (g)$$

PSEB

ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੇਗ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਣ ਜਾਂ ਤਾਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ ਦੂਜੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕਰਕੇ, ਜਾਂ ਦੋਵਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਕੇ, ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਦੇ ਫੰਕਸ਼ਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪਰਿਣਾਮ ਸਾਰਣੀ 4.2 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ।

ਸਾਰਣੀ 4.2—NO_2 ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦਾ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਵੇਗ

ਪ੍ਰਯੋਗ	ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ [NO]/mol L^{-1}	ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ $[O_2]$/mol L^{-1}	NO_2 ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦਾ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਵੇਗmol L^{-1} s^{-1}
1.	0.30	0.30	0.096
2.	0.60	0.30	0.384
3.	0.30	0.60	0.192
4.	0.60	0.60	0.768

ਪਰਿਣਾਮਾਂ ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ O_2 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਸਥਿਰ ਰੱਖ ਕੇ NO ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੋ ਗੁਣੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਵੇਗ ਵਿੱਚ ਚਾਰ ਦੇ ਗੁਣਾਂਕ (0.096 mol $L^{-1}s^{-1}$ ਤੋਂ 0.384 mol $L^{-1}s^{-1}$) ਨਾਲ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵੇਗ NO ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਵਰਗ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ NO_2 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਸਥਿਰ ਰੱਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ O_2 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੋਗੁਣੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦਾ ਦੋਗੁਣਾ ਹੋਣਾ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦਾ O_2 ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੀ ਇੱਕ ਘਾਤ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਹੋਵੇਗਾ—

ਵੇਗ = $k\,[NO]^2[O_2]$

ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ ਦਾ ਅਵਕਲ ਰੂਪ ਸਮੀਕਰਣ $-\frac{d(r)}{dt} = k[NO]^2[O_2]$ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਅੰਕੜਿਆਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਦੀਆਂ ਘਾਤਾਂ ਦਾ ਮਾਨ, ਸੰਤੁਲਿਤ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਸਟੋਕਿਉਮੈਟਰੀ ਗੁਣਾਂਕ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹਨ। ਕੁਝ ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਹੇਠ ਲਿਖੀਆ ਹਨ—

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ	**ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ**
1. $CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow CCl_4 + HCl$	ਵੇਗ= $k\,[CHCl_3]\,[Cl_2]^{1/2}$
2. $CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + C_2H_5OH$	ਵੇਗ= $k\,[CH_3\,COOC_2H_5]\,[H_2O]^0$

ਇਨ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਸੰਘਣਤਾ ਟਰਮਾਂ ਦੇ ਘਾਤ ਅੰਕ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਸਟੋਕਿਓਮੀਟਰੀ ਗੁਣਾਕਾਂ ਤੋਂ ਭਿੰਨ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

ਵੇਗ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਸੰਤੁਲਿਤ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਵੇਖ ਕੇ ਅਨੁਮਾਨ ਨਹੀਂ ਲਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ, ਭਾਵ ਇਸ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਣ ਸਿਧਾਂਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ; ਬਲਕਿ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਰੂਪ ਤੋਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

4.2.3 ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ

ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ 4.4 (ੳ) ਵਿੱਚ

ਵੇਗ = $k\,[A]^x\,[B]^y$

x ਅਤੇ y ਦੱਸਦੇ ਹਨ ਕਿ, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵੇਗ, A ਅਤੇ B ਦੀਆਂ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਾਲ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ 4.4 (ੳ) ਵਿੱਚ ਇਨ੍ਹਾਂ ਘਾਤਕਾਂ ਦਾ

PSEB

ਜੋੜ (x + y) ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੁੱਲ ਕੋਟੀ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ x ਅਤੇ y ਕ੍ਰਮਵਾਰ A ਅਤੇ B ਪ੍ਰਤੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੇਗ ਨਿਯਮ ਵਿਅੰਜਕ ਵਿੱਚ ਵਰਤੀਆਂ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਦੇ ਘਾਤਕਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਉਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ **ਕੋਟੀ (order) ਅਖਵਾਉਂਦੀ** ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ 0, 1, 2, 3 ਜਾਂ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ ਜ਼ੀਰੋ ਹੋਣ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

ਉਦਾਹਰਣ 4.3

ਉਨ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਕੁੱਲ ਕੋਟੀ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਵੇਗ ਵਿਅੰਜਕ ਹੈ—

(ੳ) ਵੇਗ $= k\ [A]^{1/2}\ [B]^{3/2}$

(ਅ) ਵੇਗ $= k\ [A]^{3/2}\ [B]^{-1}$

ਹੱਲ

(ੳ) ਵੇਗ $= k\ [A]^x\ [B]^y$; ਕੁੱਲ ਕੋਟੀ= $x + y$

ਇਸ ਲਈ ਕੁੱਲ ਕੋਟੀ= ; $\frac{1}{2}+\frac{3}{2}=2$ = ਅਰਥਾਤ ਦੋ ਕੋਟੀ

(ਅ) ਕੁੱਲ ਕੋਟੀ $=\frac{3}{2}+(-1)=\frac{1}{2}$ ਅਰਥਾਤ ਅਰਧ ਕੋਟੀ

ਸੰਤੁਲਿਤ ਰਸਾਇਣਿਕ ਸਮੀਕਰਣ, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਿਵੇਂ ਹੋ ਰਹੀ ਹੈ; ਇਸਦਾ ਸਹੀ ਚਿਤਰਣ ਕਦੇ ਵੀ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ; ਕਿਉਂਕਿ ਵਿਰਲੀ ਹੀ ਕੋਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਇੱਕ ਸਟੈੱਪ ਵਿੱਚ ਪੂਰਣ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਸਟੈੱਪ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ (Elementary Reactions) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਇੱਕ ਸਟੈੱਪ ਵਿੱਚ ਨਾ ਹੋਣ, ਬਲਕਿ ਕਈ ਸਟੈੱਪਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋ ਕੇ ਉਪਜਾ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹੋਣ, ਤਾਂ ਅਜਿਹੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਜਟਿਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ (Complex Reactions) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਸਿਲਸਿਲੇਵਾਰ (ਜਿਵੇਂ-ਈਥੇਨ ਦਾ CO_2 ਅਤੇ H_2O ਵਿੱਚ ਆੱਕਸੀਕਰਣ ਕਈ ਮੱਧਵਰਤੀ ਸਟੈੱਪਾਂ ਦੁਆਰਾ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਐਲਕੋਹਲ, ਐਲਡੀਹਾਈਡ ਅਤੇ ਐਸਿਡ ਬਣਦੇ ਹਨ), ਉਲਟਕ੍ਰਮਣੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿੱਾਵਾਂ ਅਤੇ ਸਾਈਡ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ (ਜਿਵੇਂ ਫੀਨੋਲ ਦੇ ਨਾਈਟ੍ਰੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਔਰਥੋਨਾਈਟ੍ਰੋਫੀਨੋਲ ਅਤੇ ਪੈਰਾ ਨਾਈਟ੍ਰੋਫੀਨੋਲ ਦਾ ਬਣਨਾ) ਹੋ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ।

ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀਆਂ ਇਕਾਈਆਂ

ਇਕ ਸਧਾਰਣ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ

$aA + bB \rightarrow cC + dD$ ਦੇ ਲਈ

ਵੇਗ $= k\,(A)^x\,(B)^y$

ਜਿੱਥੇ $x + y = n$ = ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ (Order of reaction)

$k = \frac{\text{ਵੇਗ}}{[A]^x\,[B]^y} = \frac{\text{ਸੰਘਣਤਾ}}{\text{ਸਮਾਂ}} \times \frac{1}{(\text{ਸੰਘਣਤਾ})^n}$

ਸੰਘਣਤਾ ਅਤੇ ਸਮੇਂ ਦੀ [illegible] ਇਕਾਈ [illegible] ਅਤੇ ਸੈਕੰਡ ਲੈਣ ਤੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ K ਦੀਆਂ ਇਕਾਈਆਂ ਸਾਰਣੀ 4.3 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ।

PSEB

ਸਾਰਣੀ 4.3 -ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀਆਂ ਇਕਾਈਆਂ

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ	ਕੋਟੀ	ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਇਕਾਈ
ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ	0	$\frac{\text{mol L}^{-1}}{\text{s}} \times \frac{1}{(\text{mol L}^{-1})^0} = \text{mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$
ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ	1	$\frac{\text{mol L}^{-1}}{\text{s}} \times \frac{1}{(\text{mol L}^{-1})^1} = \text{s}^{-1}$
ਦੋ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ	2	$\frac{\text{mol L}^{-1}}{\text{s}} \times \frac{1}{(\text{mol L}^{-1})^2} = \text{mol}^{-1}\text{L s}^{-1}$

ਉਦਾਹਰਣ 4.4 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾਂ ਤੋ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪਛਾਣ ਕਰੋ—

(i) $k = 2.3\times10^{-5}$ L mol^{-1} s^{-1}

(ii) $k = 3\times10^{-4}$ s^{-1}

ਹੱਲ

(i) ਦੋ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਇਕਾਈ L mol^{-1} s^{-1} ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ $k = 2.3\times10^{-5}$ L $\text{mol}^{-1}\text{s}^{-1}$ ਦੋ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(ii) ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਇਕਾਈ S^{-1} ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ $k = 3\times10^{-4}$ s^{-1} ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਨਿਰੂਪਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

4.2.4 ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਅਣਵਿਕਤਾ

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਇੱਕ ਹੋਰ ਗੁਣ, ਜਿਸ ਨੂੰ **ਅਣਵਿਕਤਾ (Molecularity)** ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕਿਰਿਆਵਿਧੀ ਸਮਝਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਹਿੱਸਾ ਲੈਣ ਵਾਲੇ ਸਪੀਸੀਜ਼ (ਪਰਮਾਣੂ, ਅਣੂ ਜਾਂ ਆਇਨ) ਜੋਕਿ ਇੱਕਠੇ ਟਕਰਾਉਣ ਦੇ ਫਲਸਰੂਪ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਅਣਵਿਕਤਾ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਹੀ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਇੱਕ ਅਣਵਿਕ ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ, ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ— ਅਮੋਨੀਅਮ ਨਾਈਟ੍ਰਾਈਟ ਦਾ ਅਪਘਟਨ

$$NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$$

ਦੋ-ਅਣਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਇਕੱਠੇ (ਇੱਕ ਸਮੇਂ) ਦੋ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਵਿੱਚ ਟੱਕਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ-ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਆਇਡਾਈਡ ਦਾ ਵਿਯੋਜਨ

$$2HI \rightarrow H_2 + I_2$$

ਤ੍ਰੈ-ਅਣਵਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਇਕੋ ਸਮੇਂ ਤਿੰਨ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਵਿੱਚ ਟੱਕਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ—

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

ਤਿੰਨ ਤੋਂ ਵੱਧ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਇੱਕੋ ਸਮੇਂ ਟਕਰਾਉਣ ਉਪਰੰਤ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਰਨ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਤ੍ਰੈ ਅਣਵਿਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਅਣਵਿਕਤਾ ਘੱਟ ਵੇਖੀ ਗਈ ਹੈ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਜਟਿਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਟੋਕਿਓਮੀਟਰੀ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਤੋ ਵੱਧ ਅਣੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਉਹ ਇੱਕ ਤੋਂ ਵੱਧ ਸਟੈੱਪਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣੀਆਂ ਚਾਹੀਦੀਆਂ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ—

$$KClO_3 + 6FeSO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow KCl + 3Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਜੋ ਵੇਖਣ ਵਿੱਚ ਦਸ ਕੋਟੀ ਲੱਗਦੀ ਹੈ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਦੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਈ ਸਟੈੱਪਾਂ ਵਿੱਚ ਪੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

PSEB

ਕਿਹੜਾ ਸੈੱਟਪ ਕੁੱਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਨੂੰ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦਾ ਉੱਤਰ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ ਨੂੰ ਗਿਆਤ ਕਰਕੇ ਦੇ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਉਦਾਹਰਣ ਦੇ ਲਈ ਰਿਲੇ ਦੌੜ ਪ੍ਰਤੀਯੋਗਤਾ ਵਿੱਚ ਜਿੱਤਣ ਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਸਮੂਹ ਦੇ ਸਭ ਤੋਂ ਮੱਠੇ ਧਾਵਕ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਠੀਕ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਕੁੱਲ ਵੇਗ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਸਭ ਤੋਂ ਮੱਠੇ (Slow) ਸਟੈੱਪ ਦੁਆਰਾ ਨਿਯੰਤਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ **ਵੇਗ ਨਿਰਧਾਰਕ ਸਟੈਪ ਆਖਦੇ** ਹਨ। ਖਾਰੀ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਆਇਓਡਾਈਡ ਆਇਨ ਨਾਲ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਆੱਕਸਾਈਡ ਦੇ ਅਪਘਟਨ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਉੱਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ।

$$2H_2O_2 \xrightarrow[\text{ਖਾਰੀ ਮਾਧਿਅਮ}]{I^-} 2H_2O + O_2$$

ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ—

$$\text{ਵੇਗ} = \frac{-d[H_2O_2]}{dt} = k[H_2O_2][I^-]$$

ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ H_2O_2 ਅਤੇ I^-, ਹਰ ਇੱਕ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਹੈ। ਪਰਿਮਾਣ, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਦੋ ਸਟੈੱਪਾਂ ਵਿੱਚ ਪੂਰਾ ਹੋਣ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਦਿੰਦੇ ਹਨ।

(i) $H_2O_2 + I^- \rightarrow H_2O + IO^-$ (ਮੰਦ ਪਦ)

(ii) $H_2O_2 + IO^- \rightarrow H_2O + I^- + O_2$

ਦੋਵਾਂ ਸਟੈੱਪਾਂ ਵਿੱਚ ਦੋ-ਅਣਵਿਕ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹਨ। IO^- ਸਪੀਸੀਜ਼ ਨੂੰ ਮੱਧਵਰਤੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਨਿਰਮਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਸਮੁੱਚੇ ਸੰਤੁਲਿਤ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦਾ। ਪ੍ਰਥਮ ਸਟੈੱਪ ਮੱਠਾ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਵੇਗ ਨਿਰਧਾਰਿਕ ਸਟੈੱਪ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਮੱਧਵਰਤੀ ਬਣਨ ਦੀ ਦਰ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰੇਗੀ।

ਇਸ ਲਈ ਹੁਣ ਤੱਕ ਦੇ ਵਰਣਨ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਨਿਸ਼ਕਰਸ਼ ਕੱਢ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

(i) ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ ਇੱਕ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਮਾਤਰਾ ਹੈ। ਇਹ ਜ਼ੀਰੋ ਅਤੇ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਅਣਵਿਕਤਾ ਜ਼ੀਰੋ ਅਤੇ ਅਪੂਰਣ ਅੰਕ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ।

(ii) ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਅਤੇ ਜਟਿਲ ਦੋਵਾਂ ਕਿਸਮਾਂ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਉੱਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਅਣਵਿਕਤਾ (Molecularity) ਸਿਰਫ਼ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਹੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਟਿਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਅਣਵਿਕਤਾ ਦਾ ਕੋਈ ਅਰਥ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

(iii) ਜਟਿਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਕੋਟੀ ਸਭ ਤੋਂ ਮੱਠੇ ਸਟੈੱਪ ਦੀ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਸਭ ਤੋਂ ਮੱਠੇ ਸਟੈੱਪ ਦੀ ਅਣਵਿਕਤਾ ਅਤੇ ਕੋਟੀ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

PSEB

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

4.3 ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ $A + B \rightarrow$ ਉਪਜਾਂ, ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ ਨਿਯਮ $r = k[A]^{1/2}[B]^2$ ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ ਕੀ ਹੈ ?

4.4 ਅਣੂ X ਦਾ Y ਵਿੱਚ ਰੂਪਾਂਤਰਣ ਦੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਬਲਗਤਿਕੀ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ X ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਤਿੰਨ ਗੁਣੀ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾਂ Y ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਹੋਣ ਤੇ ਵੇਗ ਉੱਤੇ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਵੇਗਾ ?

4.3 ਸਮਾਕਲਿਤ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ

ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਜਾਣ ਚੁੱਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸੰਘਣਤਾ ਉੱਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਅਵਕਲ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਤਤਕਾਲੀ ਵੇਗ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਣ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸੌਖਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਸੰਘਣਤਾ ਅਤੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਖਿੱਚੇ ਵਕ੍ਰ ਦੇ 't' ਬਿੰਦੂ ਉੱਤੇ ਖਿੱਚੀ ਗਈ ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖਾ ਦੀ ਢਾਲ ਮਾਪ ਕੇ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 4.1)। ਇਸ ਤੋਂ ਵੇਗ ਨਿਯਮ ਗਿਆਤ ਕਰਨਾ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ ਵੀ ਗਿਆਤ ਕਰਨੀ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਨੂੰ ਹੱਲ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਸਮਾਕਲਿਤ ਕਰਕੇ ਸਮਾਕਲਿਤ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ (Integrated Rate Equation) ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ; ਜਿਸ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਆਪੇ ਹੋਏ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਅੰਕੜਿਆਂ, ਅਰਥਾਤ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸਮੇਂ ਉੱਤੇ ਸੰਘਣਤਾ ਅਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਵਿੱਚ ਸਬੰਧ ਗਿਆਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਮਕਾਲਿਤ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਜ਼ੀਰੋ ਅਤੇ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹੀ ਸਮਾਕਲਿਤ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣਾਂ ਦੀ ਵਿਉਤਪਤੀ ਕਰਾਂਗੇ।

4.3.1 ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ

ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਅਰਥ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਜਿਹੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਜਿਸ ਦਾ ਵੇਗ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਤੇ ਜ਼ੀਰੋ ਘਾਤ ਅੰਕ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੋਵੇ।

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ $R \rightarrow P$ ਉੱਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ—

ਵੇਗ $= -\frac{d[R]}{dt} = k[R]^0$

ਕਿਸੇ ਮਾਤਰਾ ਉੱਤੇ ਜ਼ੀਰੋ ਘਾਤ ਅੰਕ ਦਾ ਮਾਨ ਇਕਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

ਵੇਗ $= -\frac{d[R]}{dt} = k \times 1$

ਜਾਂ $d[R] = -k\,dt$

ਦੋਵਾਂ ਪਾਸੇ ਸਮਾਕਲਨ ਕਰਨ ਤੇ—

$$[R] = -kt + I \qquad (4.5)$$

ਇੱਥੇ I ਸਮਾਕਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ।

$t = 0$ ਉੱਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ R ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ $= [R]_0$ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ $[R]_0$ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸੰਘਣਤਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ 4.5 ਵਿੱਚ $[R]_0$ ਦਾ ਮਾਨ ਭਰਨ ਤੇ

$[R]_0 = -k \times 0 + I$

$[R]_0 = I$

I ਦਾ ਮਾਨ ਸਮੀਕਰਣ 4.5 ਵਿੱਚ ਰੱਖਣ ਤੇ-

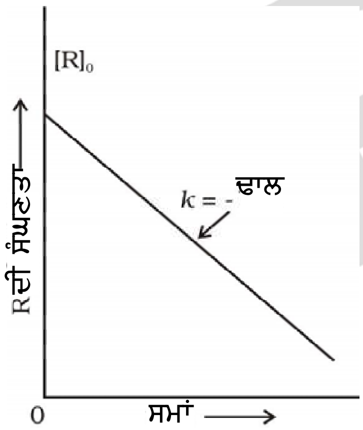
$$[R] = -kt + [R]_0 \qquad (4.6)$$

ਸਮੀਕਰਣ 4.6 ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਦੇ ਸਮੀਕਰਣ $y = mx + c$ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ (R) ਅਤੇ t ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿੱਚੀਏ ਤਾਂ ਇੱਕ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 4.3)। ਇਸ ਰੇਖਾ ਦੀ ਢਾਲ $-k$ ਅਤੇ ਅੰਤਹ ਖੰਡ $[R]_0$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ 4.6 ਨੂੰ ਮੁੜ ਸਰਲ ਕਰਨ ਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$k = \frac{[R]_0 - [R]}{t} \qquad (4.7)$$

ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਂ ਘੱਟ ਹਨ, ਪਰੰਤੂ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇਹ



ਚਿੱਤਰ 4.3 ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਸੰਘਣਤਾ ਦਾ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਨ ਆਲੇਖ।

ਘਟਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੁਝ ਐਨਜ਼ਾਈਮ ਉਤਪ੍ਰੇਰਤ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਅਤੇ ਧਾਤ ਸਤ੍ਹਾਂ ਉੱਤੇ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਕੁਝ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਹਨ। ਉੱਚੇ ਦਾਬ ਉੱਤੇ, ਗੈਸੀ ਅਮੋਨੀਅਮ ਦਾ ਗਰਮ ਪਲੈਟੀਨਮ ਸਤ੍ਹਾ ਉੱਤੇ ਵਿਯੋਜਨ ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੈ।

$$2NH_3(g) \xrightarrow[\text{Pt ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ}]{1130K} N_2(g) + 3H_2(g)$$

ਵੇਗ $= k\,[NH_3]^0 = k$

ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ, ਪਲੈਟੀਨਮ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਦਾ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਉੱਚੇ ਦਾਬ ਉੱਤੇ, ਧਾਤ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਗੈਸ ਅਣੂਆਂ ਨਾਲ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀਆਂ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਵਧੇਰੇ ਪਰਿਵਰਤਨ, ਧਾਤ ਸਤ੍ਹਾ ਉੱਤੇ ਮੌਜੂਦ ਅਮੋਨੀਅਮ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸੋਨੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਉੱਤੇ HI- ਦਾ ਤਾਪ ਵਿਯੋਜਨ ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਇੱਕ ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਣ ਹੈ।

4.3.2 ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ

ਇਸ ਵਰਗ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ, ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ R ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਪ੍ਰਥਮ ਘਾਤ ਅੰਕ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ—

$$R \rightarrow P$$

$$\text{ਵੇਗ} = -\frac{d[R]}{dt} = kR$$

$$\text{ਜਾਂ} \quad \frac{d[R]}{[R]} = -k\,dt$$

ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ ਦਾ ਸਮਾਕਲਨ (Integration) ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ—

$$\ln[R] = -kt + I \qquad (4.8)$$

ਇੱਕ ਵਾਰ ਫਿਰ I ਸਮਾਕਲਨ ਦਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਜਦੋਂ $t = 0$, $R = [R]_0$, ਇੱਥੇ $[R]_0$ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਆਰੰਭਿਕ ਸੰਘਣਤਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ 4.8 ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

$$\ln[R]_0 = -k \times 0 + I$$

$$\ln[R]_0 = I$$

I ਦਾ ਮਾਨ 4.8 ਵਿੱਚ ਭਰਨ ਤੇ

$$\ln[R] = -kt + \ln[R]_0 \qquad (4.9)$$

ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਮੁੜ ਵਿਵਸਥਿਤ ਕਰਨ ਤੇ—

$$\ln\frac{[R]}{[R]_0} = -kt$$

$$\text{ਜਾਂ} \quad k = \frac{1}{t}\ln\frac{[R]_0}{[R]} \qquad (4.10)$$

ਸਮੇਂ t_1 ਉੱਤੇ ਸਮੀਕਰਣ 4.8 ਤੋਂ

$$ln \qquad \ln[R]_1 = -kt_1 + \ln[R]_0 \qquad (4.11)$$

ਸਮੇਂ t_2 ਉੱਤੇ

$$\ln[R]_2 = -kt_2 + \ln[R]_0 \qquad (4.12)$$

ਇੱਥੇ $[R]_1$ ਅਤੇ $[R]_2$ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਸਮੇਂ t_1 ਅਤੇ t_2 ਉੱਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀਆਂ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਹਨ।

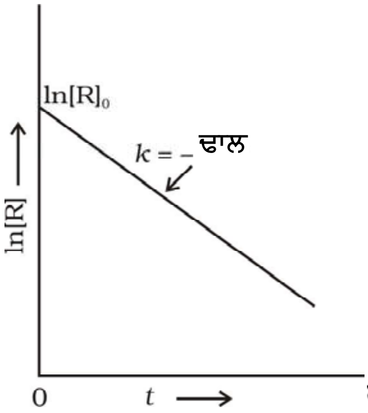
PSEB

ਸਮੀਕਰਣ 4.12 ਨੂੰ 4.11 ਵਿੱਚੋਂ ਘਟਾਉਣ ਤੇ—

$$\ln[R]_1 - \ln[R]_2 = -kt_1 - (-kt_2)$$

$$\ln \frac{[R]_1}{[R]_2} = k(t_2 - t_1)$$

$$k = \frac{1}{(t_2 - t_1)} \ln \frac{[R]_1}{[R]_2} \qquad (4.13)$$



ਚਿੱਤਰ 4.4 ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ln [R] ਅਤੇ t ਦੇ ਵਿੱਚ ਅਲੇਖ।

ਸਮੀਕਰਣ 4.9 ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਵੀ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

$$\ln \frac{[R]}{[R]_0} = -kt$$

ਸਮੀਕਰਣ ਦੇ ਦੋਵੇ ਪਾਸੇ ਐਂਟੀ ਲੌਗੇਰਿਥਮ ਲੈਣ ਤੇ—

$$[R] = [R]_0 e^{-kt} \qquad (4.14)$$

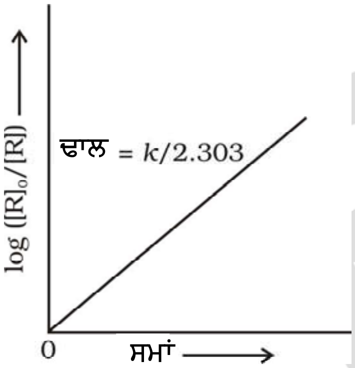
ਸਮੀਕਰਣ 4.9 ਸਮੀਕਰਣ $y = mx + c$ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ, ਜੇ ਅਸੀਂ ln [R] ਅਤੇ t ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿੱਚੀਏ (ਚਿੱਤਰ 4.4) ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਢਾਲ $-k$ ਵਾਲੀ ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਤਹ ਖੰਡ ਦਾ ਮਾਨ ln $[R]_0$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੇ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ 4.10 ਨੂੰ ਹੇਠ ਅਨੁਸਾਰ ਵੀ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{[R]_0}{[R]} \qquad (4.15)$$

ਜਾਂ $\log \frac{[R]_0}{[R]} = \frac{kt}{2.303}$

ਜੇ ਅਸੀਂ $\log \frac{[R]_0}{[R]}$ ਅਤੇ t ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿੱਚੀਏ (ਚਿੱਤਰ 4.5) ਤਾਂ ਢਾਲ = $k/2.303$ ਹੋਵੇਗੀ।



ਚਿੱਤਰ 4.5-ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ $\log \frac{[R]_0}{[R]}$ ਅਤੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਅਲੇਖ

ਈਥੇਨ ਦੀ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜੀਨੇਸ਼ਨ (Hydrogenation) ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਉਦਾਹਰਣ ਹੈ।

$$C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$$

ਇਸ ਲਈ ਵੇਗ = $k\,[C_2H_4]$

ਅਸਥਾਈ ਨਿਊਕਲੀਅਸਾਂ ਦੇ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਾਕਿਰਤਕ ਅਤੇ ਬਣਾਉਟੀ ਨਿਊਕਲੀ (ਰੇਡੀਓ ਐਕਟਿਵ) ਖੈ (decay) ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਬਲ ਗਤਿਕੀ ਦੇ ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

$${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{222}_{86}Rn$$

ਵੇਗ = k [Ra]

N_2O_5 ਅਤੇ N_2O ਦਾ ਅਪਘਟਨ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀਆਂ ਕੁਝ ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਣਾਂ ਹਨ। ਆਓ, ਅਸੀਂ ਗੈਸੀ ਅਵਸਥਾ ਦੀ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਨਿਧਿਕ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਉੱਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ।

$$A(g) \rightarrow B(g) + C(g)$$

PSEB

ਉਦਾਹਰਣ 4.5 ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ $N_2O_5\,(g) \rightarrow 2NO_2(g) + \frac{1}{2}\,O_2(g)$ ਵਿੱਚ 318 K ਉੱਤੇ N_2O_5 ਦੀ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸੰਘਣਤਾ 1.24×10^{-2} mol L^{-1} ਸੀ, ਜੋ 60 ਮਿੰਟ ਦੇ ਬਾਅਦ 0.20×10^{-2} mol L^{-1} ਰਹਿ ਗਈ। 318 K ਉੱਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ

$$\log\frac{[R]_1}{[R]_2} = \frac{k(t_2 - t_1)}{2.303}$$

ਜਾਂ $$k = \frac{2.303}{t_2 - t_1}\log\frac{[R]_1}{[R]_2}$$

ਜਾਂ $$k = \frac{2.303}{(60\ \text{min} - 0\ \text{min})}\ \log\frac{1.24 \times 10^{-2}\,\text{mol L}^{-1}}{0.20 \times 10^{-2}\,\text{mol L}^{-1}}$$

$$k = \frac{2.303}{60}\log 6.2\ \text{min}^{-1}$$

$$k = \frac{2.303}{60} \times 0.7924\ \text{min}^{-1}$$

$$k = 0.0304\ \text{min}^{-1}$$

ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ A ਦਾ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਦਾਬ p_i ਹੈ ਅਤੇ 't' ਸਮੇਂ ਤੇ ਕੁੱਲ ਦਾਬ p_t ਹੈ। ਅਜਿਹੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਸਮਾਕਲਿਤ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਦੀ ਵਿਓਤਪਤੀ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

ਕੁੱਲ ਦਾਬ $p_t = p_A + p_B + p_C$ (ਦਾਬ ਇਕਾਈਆਂ)

p_A, p_B ਅਤੇ p_C ਕ੍ਰਮਵਾਰ A, B ,ਅਤੇ C ਦੇ ਅੰਸ਼ਕ ਦਾਬ ਹਨ।

ਜੇ t ਸਮੇਂ ਉੱਤੇ A ਦਾ ਦਾਬ ਵਿੱਚ x atm ਦੀ ਕਮੀਂ ਆਉਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ B ਅਤੇ C ਹਰ ਇੱਕ ਦੇ ਇੱਕ ਮੋਲ ਬਣਨ ਤੇ B ਅਤੇ C ਹਰ ਇੱਕ ਦੇ ਦਾਬ ਵਿੱਚ x atm ਦਾ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ।

	A(g)	→	B(g)	+	C(g)
$t = 0$ ਸਮੇਂ ਤੇ	p_i atm		0 atm		0 atm
t ਸਮੇਂ ਤੇ	$(p_i - x)$ atm		x atm		x atm

ਇੱਥੇ $t = 0$ ਸਮੇਂ ਤੇ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਦਾਬ p_i ਹੈ।

$p_t = (p_i - x) + x + x = p_i + x$

$x = p_t - p_i$

ਇੱਥੇ, [illegible]

$$k = \left(\frac{2.303}{t}\right)\left(\log\frac{p_i}{p_A}\right) = \frac{2.303}{t}\log\frac{p_i}{(2p_i - p_t)} \qquad (4.16)$$

PSEB

ਉਦਾਹਰਣ 4.6 ਸਥਿਰ ਆਇਤਨ ਤੇ $N_2O_5(g)$ ਦੇ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੇ ਤਾਪੀ ਵਿਯੋਜਨ ਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅੰਕੜੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਏ—

$$2N_2O_5\,(g) \rightarrow 2N_2O_4(g) + O_2(g)$$

ਕ੍ਰ.ਸੰ.	ਸਮਾਂ/s	ਕੁੱਲ ਦਾਬatm
1	0	0.5
2	100	0.512

ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ $N_2O_5(g)$ ਦੇ ਦਾਬ ਵਿੱਚ $2x$ atm ਦੀ ਕਮੀ ਆਉਂਦੀ ਹੈ। $N_2O_5(g)$ ਕਿਉਂਕਿ $N_2O_4(g)$ ਦੇ ਦੋ ਮੋਲ ਵਿਯੋਜਿਤ ਹੋ ਕੇ $N_2O_4(g)$ ਦੇ ਮੋਲ ਅਤੇ $O_2(g)$ ਦਾ ਇੱਕ ਮੋਲ ਦਿੰਦੇ ਹਨ, $N_2O_4(g)$ ਦੇ ਦਾਬ ਵਿੱਚ $2x$ atm ਦਾ ਵਾਧਾ ਅਤੇ $O_2(g)$ ਦੇ ਦਾਬ ਵਿੱਚ x atm ਦਾ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ।

	$2\,N_2O_5(g)$ →	$2N_2O_4(g)$ +	$O_2(g)$
ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ $t = 0$	0.5 atm	0 atm	0 atm
t ਸਮੇਂ ਉੱਤੇ	$(0.5 - 2x)$ atm	$2x$ atm	x atm

$$p_t = p_{N_2O_5} + p_{N_2O_4} + p_{O_2} = (0.5 - 2x) + 2x + x = 0.5 + x$$

$$x = p_t - 0.5$$

$$p_{N_2O_5} = 0.5 - 2x = 0.5 - 2\,(p_t - 0.5) = 1.5 - 2\,p_t$$

$t = 100$ s; $p_t = 0.512$ atm ਉੱਤੇ

$$p_{N_2O_5} = 1.5 - 2 \times 0.512 = 0.476 \text{ atm}$$

ਸਮੀਕਰਣ (4.16) ਦੇ ਵਰਤੋਂ ਕਰਨ ਤੇ

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{p_i}{p_A} = \frac{2.303}{100\,s}\log\frac{0.5 \text{ atm}}{0.476 \text{ atm}}$$

$$= \frac{2.303}{100\,s}\times 0.0216 = 4.98\times10^{-4}\ s^{-1}$$

4.3.3 ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਅਰਧ ਆਯੂ

ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਅੱਧੀ ਹੋਣ ਵਿੱਚ ਜਿੰਨਾ ਸਮਾਂ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਉਸ ਨੂੰ **ਅਰਧ ਆਯੂ (half life) ਕਹਿੰਦੇ** ਹਨ। ਇਸ ਨੂੰ $t_{1/2}$ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਸਮੀਕਰਣ 4.7 ਨਾਲ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

$$k = \frac{[R]_0 - [R]}{t} \qquad (4.7)$$

ਸਮਾਂ $t = t_{1/2}$ ਉੱਤੇ $[R] = \frac{1}{2}[R]_0$

$t_{1/2}$ ਉੱਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੋਵੇਗਾ।

$$k = \frac{[R]_0 - \frac{1}{2}[R]_0}{t_{1/2}} \qquad \text{ਜਾਂ } t_{1/2} = \frac{[R]_0}{2k}$$

ਇਸ ਲਈ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ $t_{1/2}$ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਸਮਾਨ-ਅਨੁਪਾਤੀ ਅਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ—

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{[R]_0}{[R]} \qquad (4.15)$$

$$t_{1/2} \text{ ਉੱਤੇ } [R] = \frac{[R]_0}{2} \qquad (4.16)$$

ਇਸ ਲਈ ਉਪਰੋਕਤ ਸਮੀਕਰਣ ਹੇਠ ਅਨੁਸਾਰ ਹੋਵੇਗਾ—

$$k = \frac{2.303}{t_{1/2}}\log\frac{[R]_0}{[R]_0/2} \text{ ਜਾਂ } t_{1/2} = \frac{2.303}{k} \times \log 2$$

$$= \frac{2.303}{k} \times 0.3010 \text{ ਜਾਂ } t_{1/2} = \frac{0.693}{k} \qquad (4.17)$$

ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਅਰਧ ਆਯੂ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਰਥਾਤ ਇਕ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸੰਘਣਤਾਵਾਂ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਅਰਧ ਆਯੂ ਦੀ ਗਣਨਾ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਨਾਲ ਅਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਗਣਨਾ ਅਰਧ ਆਯੂ ਤੋਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ $t_{1/2} \propto [R]_0$ ਅਤੇ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ $t_{1/2}$ ਦਾ ਮਾਨ $[R]_0$ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

ਉਦਾਹਰਣ 4.7 ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ k ਦਾ ਮਾਨ = $5.5 \times\times 10^{-14}\ s^{-1}$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਇਆ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਅਰਧ ਆਯੂ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਅਰਧ ਆਯੂ;; $t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{5.5 \times 10^{-14}\,s^{-1}} = 1.26 \times 10^{14}\,s$$

ਉਦਾਹਰਣ 4.8 ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ 99.9% ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਪੂਰਣ ਹੋਣ ਵਿੱਚ ਲੱਗਿਆ ਸਮਾਂ ਅਰਧ ਆਯੂ ($t_{1/2}$) ਦਾ 10 ਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਹੱਲ 99.9% ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਪੂਰਣ ਹੋਣ ਤੇ $[R] = [R]_0 - 0.999[R]_0$

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{[R]_0}{[R]} = \frac{2.303}{t}\log\frac{[R]_0}{[R]_0 - 0.999[R]_0}$$

$$= \frac{2.303}{t}\log 10^3 = \frac{2.303 \times 3}{t}\log 10$$

$$\text{ਜਾਂ} \quad t = \frac{6.909}{k}$$

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਅਰਧ ਆਯੂ; $t_{1/2} = \frac{0.693}{k}$;

$$\frac{t}{t_{1/2}} = \frac{6.909}{k} \times \frac{k}{0.693} = 10$$

ਜ਼ੀਰੋ ਅਤੇ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀਆਂ ਗਣਿਤੀ ਵਿਸਿਸਟਤਾਂਵਾਂ ਦਾ ਸਾਰਾਂਸ਼ ਸਾਰਣੀ 4.4 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।

ਸਾਰਣੀ 4.4 —ਜ਼ੀਰੋ ਅਤੇ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸਮਕਾਲਿਤ ਵੇਗ ਨਿਯਮ

ਕੋਟੀ		ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਿਸਮ	ਸਮਾਕਲਨ ਵੇਗ ਨਿਯਮ	ਸਰਲ ਰੇਖਾ ਆਲੇਖ	ਅਰਧ ਆਯੂ	***k*** ਦੀ ਇਕਾਈ
0	R→P	$d[R]/dt = -k$	$kt = [R]_0 - [R]$	[R] ਅਤੇ t ਦੇ ਵਿੱਚ	$[R]_0/2k$	ਸੰਘਣਤਾ ਸਮਾਂ$^{-1}$ ਜਾਂ [illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] ਜਾਂ $kt = \ln \{[R]_0/[R]\}$	[illegible] ਦੇ ਵਿੱਚ	[illegible] $= \frac{0.693}{k}$	ਸਮਾਂ$^{-1}$ ਜਾਂ s^{-1}

4.4 ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ

ਕਦੇ-ਕਦੇ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, ਦੋ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇਕ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹੋਵੇ, ਉੱਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। 0.01 mol ਈਥਾਈਲ ਐਸੀਟੇਟ ਦੇ 10 ਮੋਲ ਪਾਣੀ ਦੇ ਨਾਲ ਜਲ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ (t = 0) ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਪੂਰਣਤਾ (t) ਉੱਤੇ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਘਟਕਾਂ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਹੈ—

$$\begin{array}{llllll} & CH_3COOC_2H_5 & + \; H_2O & \xrightarrow{H^+} & CH_3COOH & + \; C_2H_5OH \\ t = 0 & 0.01 \text{ mol} & 10 \text{ mol} & & 0 \text{ mol} & 0 \text{ mol} \\ t = t & 0 \text{ mol} & 9.9 \text{ mol} & & 0.01 \text{ mol} & 0.01 \text{ mol} \end{array}$$

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਬਾਅਦ ਪਾਣੀ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਇਸ ਲਈ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ—

ਵੇਗ = k' $[CH_3COOC_2H_5]$ $[H_2O]$

$[H_2O]$ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਮੰਨ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲਈ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

ਵੇਗ = k $[CH_3COOC_2H_5]$

ਇੱਥੇ $k = k'[H_2O]$

ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਵਾਂਗ ਵਿਹਾਰ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਅਜਿਹੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸੁਕਰੋਜ਼ ਦਾ ਉਲਟਕ੍ਰਮਣ (Inversion) ਅਭਾਸੀ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਇਹ ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਣ ਹੈ।

$$\underset{\text{ਸੁਕਰੋਜ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{H^+} \underset{\text{ਗਲੂਕੋਜ਼}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ਫਰਕਟੋਜ਼}}{C_6H_{12}O_6}$$

ਵੇਗ = k $[C_{12}H_{22}O_{11}]$

PSEB

ਉਦਾਹਰਣ 4.9

ਮੀਥਾਈਲ ਐਸੀਟੇਟ ਦੇ ਜਲੀ ਘੋਲ ਵਿੱਚ ਜਲ ਅਪਘਟਨ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਸੋਡੀਅਮ ਹਾਈਡ੍ਰੋਕਸਾਈਡ ਦੁਆਰਾ ਮੁਕਤ ਐਸੀਟਿਕ ਐਸਿਡ ਦੇ ਅਨੁਮਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਸਮਾਂ ਅੰਤਰਾਲਾਂ ਉੱਤੇ ਐਸਟਰ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਹੈ—

t/min	0	30	60	90
C/mol L^{-1}	0.8500	0.8004	0.7538	0.7096

ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਅਭਾਸੀ (Pseudo) ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੁੰਦੇ ਸਮੇਂ ਪਾਣੀ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ (55 mol L^{-1}) ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਸਮੀਕਰਣ ਵਿੱਚ K ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੈ?

ਵੇਗ = $k'[CH_3COOCH_3][H_2O]$

ਹੱਲ

ਜੇ $[H_2O]$ ਸਥਿਰ ਹੋਣ ਤੇ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ, ਐਸਟਰ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਅਭਾਸੀ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ—

$$k = \frac{2.303}{t}\log\frac{C_0}{C} \quad \text{ਕਿਉਂਕਿ} \quad \frac{[R_0]}{[R]} = \frac{C_0}{C}\text{ ; ਇਥੇ } k = k'[H_2O]$$

ਉਪਰੋਕਤ ਅੰਕੜਿਆਂ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ—

t/min	C/ mol L^{-1}	k/ min^{-1}
0	0.8500	–
30	0.8004	2.004×10^{-3}
60	0.7538	2.002×10^{-3}
90	0.7096	2.005×10^{-3}

ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $k = k'[H_2O]$ ਸਥਿਰ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ 2.004×10^{-3} min^{-1} ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਅਭਾਸੀ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ K ਦਾ ਮਾਨ ਗਿਆਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

$$k = k'[H_2O] = 2.004 \times 10^{-3}\ min^{-1}$$

$$k'[55\ mol\ L^{-1}] = 2.004 \times 10^{-3}\ min^{-1}$$

$$k' = 3.64 \times 10^{-5}\ mol^{-1}\ L\ min^{-1}$$

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

4.5 ਇੱਕ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ $1.15 \times 10^{-3}\ s^{-1}$ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ 5g ਮਾਤਰਾ ਨੂੰ ਘਟਾ ਕੇ 3g ਹੋਣ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ਸਮਾਂ ਲੱਗੇਗਾ।

4.6 SO_2Cl_2 ਨੂੰ ਆਪਣੀ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਮਾਤਰਾ ਤੋਂ ਅੱਧੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਵਿਯੋਜਿਤ ਹੋਣ ਵਿੱਚ 60 ਮਿੰਟ ਦਾ ਸਮਾਂ ਲੱਗਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

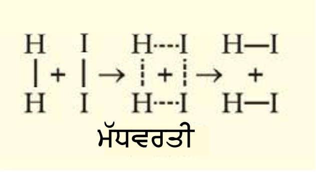
4.5 ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ

ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਵਾਧੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, (N_2O_5) ਦੇ ਵਿਯੋਜਨ ਵਿੱਚ, ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਮਾਤਰਾ ਤੋਂ ਅੱਧੀ ਮਾਤਰਾ ਵਿੱਚ ਵਿਯੋਜਨ, 0°C ਉੱਤੇ 10 ਦਿਨਾਂ ਵਿੱਚ, 25°C ਉੱਤੇ 5 ਘੰਟੇ ਅਤੇ 50°C ਉੱਤੇ 12 ਮਿੰਟ ਵਿੱਚ, ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਕਿ ਪੋਟਾਸ਼ਿਅਮ ਪਰਮੈਂਗਨੇਟ $(KMnO_4)$ ਅਤੇ

ਔਗਜ਼ੈਲਿਕ ਐਸਿਡ ($H_2C_2O_4$) ਦੇ ਮਿਸ਼ਰਣ ਵਿੱਚ ਪੋਟਾਸ਼ਿਅਮ ਪਰਮੈਂਗਨੇਟ ਦਾ ਬੇਰੰਗ ਹੋਣਾ ਨੀਵੇਂ ਤਾਪਮਾਨ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਉੱਚੇ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਬਹੁਤ ਜ਼ਲਦੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਹ ਵੀ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ 10° ਤਾਪਮਾਨ ਵਾਧੇ ਨਾਲ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਵਿੱਚ ਲਗਪਗ ਦੋਗੁਣਾ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਸਮੀਕਰਣ 4.18 ਨਾਲ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨੀ ਜੇ.ਐਚ.ਵਾਂਟ ਹਾੱਫ ਨੇ ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ ਸੀ ਪਰੰਤੂ ਸਵੀਡਨ ਦੇ ਰਸਾਇਣ ਵਿਗਿਆਨੀ ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਨੇ ਇਸ ਦੀ ਭੌਤਿਕ ਉਚਿਤਤਾ ਅਤੇ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ।



ਚਿੱਤਰ 4.6-ਮੱਧਵਰਤੀ ਦੇ ਦੁਆਰਾ HI ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ

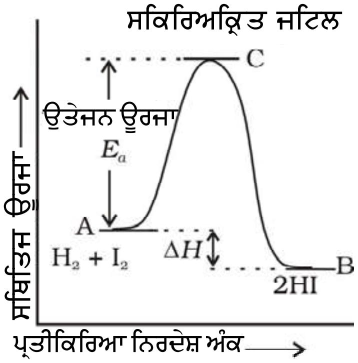
$$k = A\,e^{-E_a/RT} \qquad (4.18)$$

ਇੱਥੇ A ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਗੁਣਕ ਜਾਂ ਅਵਰਤੀ ਗੁਣਕ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਪੂਰਵ-ਚਰਘਾਤ-ਅੰਕੀ ਗੁਣਕ ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ਿਸ਼ਟ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। R ਗੈਸ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ ਅਤੇ Ea ਉਤੇਜਨ ਊਰਜਾ (Activation Energy) ਜਿਸ ਨੂੰ joules/mol, (J mol^{-1}) ਵਿੱਚ ਮਾਪਦੇ ਹਨ।

ਇਸ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਸਰਲ ਪ੍ਰਤੀ ਕਿਰਿਆ ਤੋਂ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

$$H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$$

ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਤਾਂ ਹੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਦਾ ਇੱਕ ਅਣੂ ਆਇਓਡੀਨ ਦੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਨਾਲ ਟਕਰਾ ਕੇ ਇੱਕ ਅਸਥਾਈ ਮੱਧਵਰਤੀ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰੇ (ਚਿੱਤਰ 4.6)। ਇਹ ਮੱਧਵਰਤੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਟੁੱਟ ਕੇ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਆਇਓਡਾਈਡ ਦੇ ਦੋ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦਾ ਹੈ।

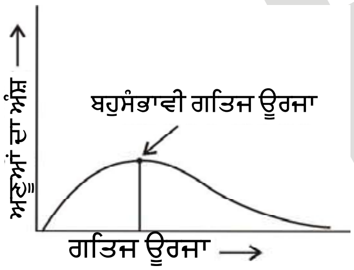


ਚਿੱਤਰ 4.7-ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਅੰਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਆਲੇਖ

ਮੱਧਵਰਤੀ ਜਿਸ ਨੂੰ ਸਕਿਰਿਆਕ੍ਰਿਤ ਜਟਿਲ (C) ਵੀ (ਸਾਰਣੀ 4.6 ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦੇ ਲਈ ਲੋੜੀਂਦੀ ਊਰਜਾ, ਉਤੇਜਨ ਊਰਜਾ (E_a) ਅਖਵਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਅੰਕ ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿੱਚਣ ਤੇ ਚਿੱਤਰ (4.7) ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਅੰਕ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੇ ਉਪਜਾਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਪਰਿਵਰਤਨ ਦੀ ਰੂਪ ਰੇਖਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਜਦੋਂ ਸਕਿਰਿਆਕ੍ਰਿਤ ਜਟਿਲ (Activated complex) ਅਪਘਟਿਤ ਹੋ ਕੇ ਉਪਜ ਨਿਰਮਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੁਝ ਊਰਜਾ ਮੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਅੰਤਿਮ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਤਾਪ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਅਤੇ ਉਪਜਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

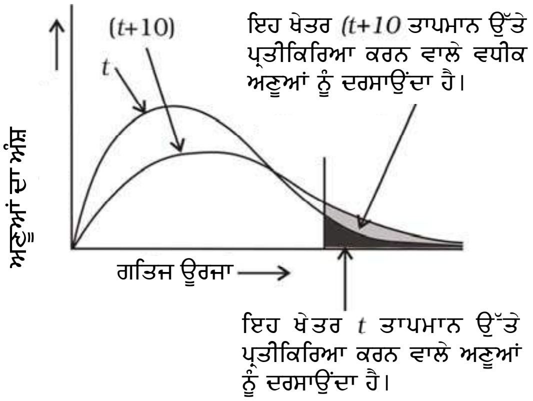
ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਦੇ ਸਾਰੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਅਣੂ ਦੇ ਵਿਹਾਰ ਦੀ ਯਥਾਰਥਕਤਾ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਪੂਰਵ ਅਨੁਮਾਨ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਲਡਵਿਗ ਬੋਲਟਜ਼ਮੈਨ ਅਤੇ ਜੇਮਸ ਕਲਾਰਕ ਮੈਕਸਵੈੱਲ ਨੇ ਵਧੇਰੇ ਸੰਖਿਆ ਵਿੱਚ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਵਿਹਾਰ ਨੂੰ ਦੱਸਣ ਦੇ ਲਈ ਅੰਕੜਾ ਵਿਗਿਆਨ (Statistics) ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ। ਇਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਵਿਤਰਣ, (E) ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ (N_E/N_T) ਅਤੇ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵਕ੍ਰ ਖਿੱਚ ਕੇ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 4.8)। ਇੱਥੇ N_E, ਊਰਜਾ E ਵਾਲੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹੈ ਅਤੇ N_T ਕੁੱਲ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 4.8-ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਗੈਸੀ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਵਿਤਰਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਵਕ੍ਰ

ਵਕ੍ਰ ਦਾ ਸਿਖਰ ਬਹੁਸੰਭਾਵੀ (Most probable) ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਅਰਥਾਤ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਅੰਸ਼ ਦੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਤੋਂ ਘੱਟ ਜਾਂ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

ਜਦੋਂ ਤਾਪਮਾਨ ਵਧਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਆਲੇਖ ਦਾ ਸਿਖਰ ਵਧੇਰੇ ਊਰਜਾ ਮਾਨ ਦੇ ਵੱਲ ਵਿਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 4.9) ਅਤੇ ਵਕ੍ਰ ਦਾ ਫੈਲਾਅ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਵਧੇਰੇ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਵਕ੍ਰ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਖੇਤਰਫਲ ਸਮਾਨ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਕੁੱਲ ਸੰਭਾਵਨਾ ਦਾ ਮਾਨ ਹਰ ਸਮੇਂ ਇੱਕ ਰਹਿਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ E_a ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਮੈਕਸਵੈਲ-ਬੋਲਟਜ਼ਮੈਨ ਵਕ੍ਰ ਉੱਤੇ ਅੰਕਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ (ਚਿੱਤਰ 4.9)।



ਚਿੱਤਰ 4.9–ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੋਇਆ ਵਿਤਰਣਵਕ੍ਰ

ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਤਾਪਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵਾਧੇ ਦੁਆਰਾ Ea ਤੋਂ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਟਕਰਾਉਣ ਵਾਲੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ ਤੋਂ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਵਕ੍ਰ ਵਿੱਚ (t+10) ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਖੇਤਰਫਲ ਲਗਪਗ ਦੋ ਗੁਣਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੋਗੁਣਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਸਮੀਕਰਣ 4.18 ਵਿੱਚ ਕਾਰਕ $e^{-E_a/RT}$, E_a ਤੋਂ ਵੱਧ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਭਿੰਨ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ 4.18 ਦੇ ਦੋਵਾਂ ਪਾਸਿਆਂ ਦਾ ਪ੍ਰਾਕਿਰਤਕ ਲੌਗੇਰਿਥਮ ਲੈਣ ਤੇ—

$$\ln k = -\frac{E_a}{RT} + \ln A \qquad (4.19)$$

$\ln k$,ਅਤੇ $1/T$ ਦੇ ਵਿੱਚ ਵਕ੍ਰ ਸਮੀਕਰਣ 4.19 ਦੇ ਅਨੁਰੂਪ ਸਿੱਧੀ ਰੇਖਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 4.10 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ।

ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਸਮੀਕਰਣ 4.18 ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਤਾਪਮਾਨ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਜਾਂ ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ ਵਿੱਚ ਕਮੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਵਿੱਚ ਚਰਘਾਤ ਅੰਕੀ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਚਿੱਤਰ 4.10 ਵਿੱਚ ਢਾਲ $= -\frac{E_a}{R}$ ਅਤੇ ਅੰਤਰ ਖੰਡ (Intercept) = ln A ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਮਾਨਾਂ ਤੋਂ E_a ਅਤੇ A ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਤਾਪਮਾਨ T_1 ਉੱਤੇ ਸਮੀਕਰਣ 4.19 ਰੂਪ ਹੇਠ ਲਿਖਿਆ ਹੋਵੇਗਾ—

$$\ln k_1 = -\frac{E_a}{RT_1} + \ln A \qquad (4.20)$$

ਅਤੇ ਤਾਪਮਾਨ T_2 ਉੱਤੇ

$$\ln k_2 = -\frac{E_a}{RT_2} + \ln A \qquad (4.21)$$

(A ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੀ ਗਈ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ)

k_1 ਅਤੇ k_2 ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਤਾਪਮਾਨ T_1 ਅਤੇ T_2 ਉੱਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹਨ।

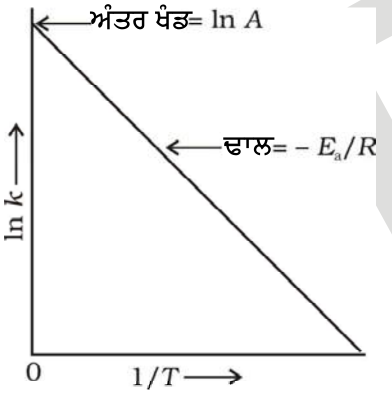
ਸਮੀਕਰਣ 4.21 ਵਿਚੋਂ 4.20 ਘਟਾਉਣ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ—

$$\ln k_2 - \ln k_1 = \frac{E_a}{RT_1} - \frac{E_a}{RT_2}$$

$$\ln\frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R}\left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right]$$

$$\log\frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.303R}\left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right]$$

$$\log\frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.303R}\left[\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}\right]$$



ਚਿੱਤਰ 4.10 lnk ਅਤੇ 1/T ਦੇ ਵਿੱਚ ਆਲੇਖ

ਉਦਾਹਰਣ 4.10 ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ 500 K ਅਤੇ 700 K ਉੱਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਕ੍ਰਮਵਾਰ 0.02 s^{-1} ਅਤੇ 0.07 s^{-1} ਹੈ। E_a ਅਤੇ A ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ

$$\log\frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.303R}\left[\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}\right]$$

$$\log\frac{0.07}{0.02} = \left(\frac{E_a}{2.303\times 8.314\,JK^{-1}mol^{-1}}\right)\left[\frac{700-500}{700\times 500}\right]$$

$$0.544 = \frac{E_a \times 5.714\times 10^{-4}}{19.15}$$

$$E_a = 0.544 \times \frac{19.15}{5.714\times 10^{-4}} = 18230.8\ J$$

ਕਿਉਂਕਿ $k = Ae^{-Ea/RT}$

$$0.02 = Ae^{\frac{-18230.8}{8.314\times 500}}$$

$$A = \frac{0.02}{0.012} = 1.61$$

ਉਦਾਹਰਣ 4.11 600 K ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਈਥਾਈਲ ਆਇਓਡਾਈਡ ਦੀ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਅਪਘਟਨ ਵਿੱਚ, ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ $1.60\times 10^{-5}s^{-1}$ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਦੀ ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ 209 kJ/mol ਹੈ। 700 K ਉੱਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

$$C_2H_5I(g) \rightarrow C_2H_4(g) + HI(g)$$

ਹੱਲ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ

$$\log k_2 - \log k_1 = \frac{E_a}{2.303R}\left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right]$$

$$\log k_2 = \log k_1 + \frac{E_a}{2.303R}\left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right]$$

$$= \log(1.60\times 10^{-5}) + \frac{209000\ J\ mol^{-1}}{2.303\times 8.314\ J\ mol^{-1}K^{-1}}\left[\frac{1}{600\,K} - \frac{1}{700\,K}\right]$$

$$\log k_2 = -4.796 + 2.599$$

$$= -2.197$$

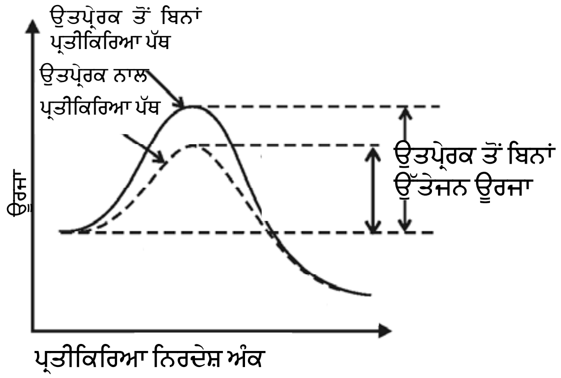
$$k_2 = 6.36\times 10^{-3}\ s^{-1}$$

4.5.1 ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ

ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਉਹ ਪਦਾਰਥ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਖੁਦ ਸਥਾਈ ਪਰਿਵਰਤਨ ਹੋਏ ਬਿਨਾਂ ਉਹ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੇਗ ਨੂੰ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ MnO_2 ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਕੇ ਵੇਗ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਵਾਧਾ ਕਰਦਾ ਹੈ—

$$2KClO_3 \xrightarrow{MnO_2} 2\ KCl + 3O_2$$

ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਮੱਧਵਰਤੀ ਕੰਪਲੈਕਸ ਸਿਧਾਂਤ ਨਾਲ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਭਾਗ ਲੈਕੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਅਸਥਾਈ ਬੰਧਨ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਮੱਧਵਰਤੀ ਕੰਪਲੈਕਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਗਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਦੀ ਹੋਂਦ ਛਿਣ ਮਾਤਰ ਸਮੇਂ ਲਈ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਤੇ ਇਹ ਵਿਯੋਜਿਤ ਹੋ ਕੇ ਉਪਜ ਅਤੇ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਸਵਾਸ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਇੱਕ ਵਿਕਲਪਿਤ ਪਥ ਜਾਂ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਅਤੇ ਉਪਜਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਉਤੇਜਨ ਊਰਜਾ ਘੱਟ ਕਰ ਕੇ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਊਰਜਾ ਬੈਰੀਅਰ (barrier) ਵਿੱਚ ਕਮੀਂ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਪੂਰੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 4.11 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਸਮੀਕਰਣ 4.18 ਤੋਂ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ ਜਿੰਨਾਂ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵੇਗ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ।



ਚਿੱਤਰ 4.11

ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਥੋੜੀ ਜਿਹੀ ਮਾਤਰਾ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਵੱਡੀ ਮਾਤਰਾ ਉੱਤੇ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਗਿੱਬਜ਼ ਊਰਜਾ, ΔG, ਵਿੱਚ ਬਦਲਾਅ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਇਹ ਸੁੱਤੇ ਸਿੱਧ (Spontaineous) ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਸੁਤੇ ਸਿੱਧ ਅਪਰਵਰਤਿਤ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਇਹ ਵੀ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਨੂੰ ਪਰਿਵਰਤਨ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਸੰਤੁਲਨ ਨੂੰ ਜ਼ਲਦੀ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਅਗ੍ਰਗਾਮੀ ਅਤੇ ਉਲਟਕ੍ਰਮਣੀ ਦੋਵਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਤਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਸੰਤੁਲਿਤ ਅਵਸਥਾ ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਜਲਦੀ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

4.6 ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਟੱਕਰ ਸਿਧਾਂਤ

ਹਾਲਾਂਕਿ ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਸਮੀਕਰਣ ਕਾਫੀ ਵਿਸਤਰਿਤ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਪ੍ਰੰਤੂ ਟੱਕਰ ਸਿਧਾਂਤ ਜਿਸ ਨੂੰ ਮੈਕਸ ਟ੍ਰਾਓਟਜ ਅਤੇ ਵਿਲੀਅਮ ਲੁਈਸ ਨੇ ਜਾਂ ਦੇ 1916–18 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕੀਤਾ ਸੀ, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਊਰਜਾ ਸਬੰਧੀ ਅਤੇ ਕਿਰਿਆ ਵਿਧੀ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਆਦਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਗੈਸ ਦੀ ਗਤਿਕ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਉੱਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਕਠੋਰ ਗੋਲੇ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਅਤੇ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਟੱਕਰ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਮਿਸ਼ਰਣ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਟੱਕਰ ਨੂੰ ਟੱਕਰ ਅਵਰਤੀ (Z) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

ਰਸਾਇਣਿਕ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਹੋਰ ਕਾਰਕ ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਅਧਿਐਨ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹਾਂ। ਦੋ ਅਣਵੀਂ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ $A + B \rightarrow$ ਉਪਜ ਦੇ ਲਈ, ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਨੂੰ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

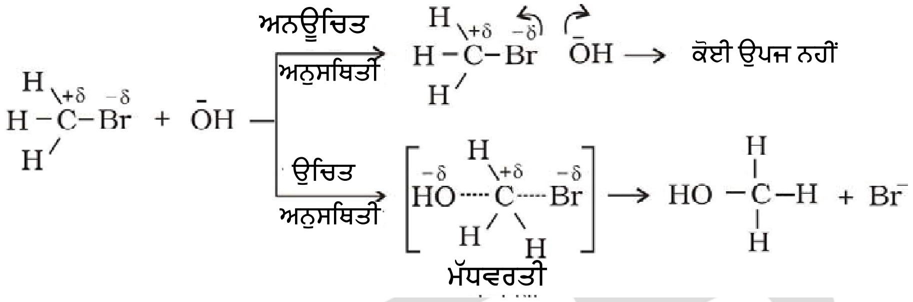
$$\text{ਵੇਗ} = Z_{AB} e^{-E_a/RT} \qquad (4.23)$$

ਜਿੱਥੇ Z_{AB} ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ A ਅਤੇ B ਵਿੱਚ ਟਕਰਾਂ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਅਤੇ $e^{-E_a/RT}$ E_a ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਊਰਜਾ ਵਾਲੇ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਅੰਸ਼ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਣ 4.23 ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਸਮੀਕਰਣ ਨਾਲ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ A ਟੱਕਰ ਅਵਰਤੀ ਨਾਲ ਸਬੰਧਿਤ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਣ 4.23 ਉਨ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੇ ਮਾਨ ਦਾ ਸਹੀ ਪੂਰਣ ਅਨੁਮਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਸਧਾਰਣ ਅਣੂ ਜਾਂ ਪਰਮਾਣੂ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਪਰੰਤੂ ਜਟਿਲ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਵਿਚਲਨ ਪ੍ਰੇਖਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਦਾ ਕਾਰਣ ਸਾਰੀਆਂ ਟੱਕਰਾਂ ਦੀਆਂ ਉਪਜਾ ਵਿੱਚ ਨਿਰਮਾਣ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ। ਉਹ ਟੱਕਰਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਕਾਫੀ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ (ਦਹਿਲੀਜ ਊਰਜਾ) ਅਤੇ ਸਹੀ ਅਨੁਸਥਿਤੀ (orientation) ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਸਪੀਸੀਜ਼ ਦੇ ਬੰਧਨਾਂ ਨੂੰ ਟੁੱਟਣ ਅਤੇ ਉਪਜਾਂ ਵਿੱਚ ਨਵੇਂ ਬੰਧਨ ਨਿਰਮਾਣ ਨਾਲ ਉਪਜਾਂ ਦਾ ਬਣਨਾ ਸੁਖਾਲਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਟੱਕਰਾਂ ਅਖਵਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਣ ਵਜੋਂ, ਮੀਥੇਨੋਲ ਦਾ ਬ੍ਰੋਮੋਈਥੇਨ ਵਿੱਚ ਨਿਰਮਾਣ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਅਨੁਸਥਿਤੀ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 4.12 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਸਹੀ ਅਨੁਸਥਿਤੀ ਬੰਧਨ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਕੇ ਉਪਜ ਨਿਰਮਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਨਉਚਿਤ ਅਨੁਸਥਿਤੀ ਹੈ ਤੇ ਉਹ ਸਿਰਫ਼ ਦੋਬਾਰਾ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਉਪਜ ਨਹੀਂ ਬਣਦੀ।

$$CH_3Br + \bar{O}H \longrightarrow CH_3OH + Br^-$$



ਚਿੱਤਰ 4.12 ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਉਚਿਤ ਅਤੇ ਅਨਉਚਿਤ ਅਨੁਸਥਿਤੀ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਆਰੇਖ

ਸੰਭਾਵੀ ਟੱਕਰਾਂ ਦੇ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ ਦੇ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਹੋਰ ਕਾਰਕ P ਜਿਸ ਨੂੰ ਸੰਭਾਵਨਾ (Probability) ਜਾਂ ਤਿੰਨ ਵਿਅਈ ਕਾਰਕ (Steric) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਇਸ ਗੱਲ ਨੂੰ ਲੈਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਟੱਕਰ ਵੇਲੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਸਹੀ ਅਨੁਸਥਿਤੀ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ, ਭਾਵ-

$$\text{ਵੇਗ} = P\, Z_{AB} e^{-E_a/RT}$$

ਇਸ ਲਈ ਟੱਕਰ ਸਿਧਾਂਤ ਵਿੱਚ ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ ਅਤੇ ਸਹੀ ਅਨੁਸਥਿਤੀ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਟੱਕਰਾਂ ਦਾ ਮਾਨਕ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਰਥਾਤ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਟੱਕਰ ਸਿਧਾਂਤ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਕਮੀਆਂ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਸ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ/ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਸਖ਼ਤ ਗੋਲਾ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦੇ ਰਚਨਾ ਪੱਖ ਨੂੰ ਨਕਾਰਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਸਿਧਾਂਤ ਅਤੇ ਹੋਰ ਸਿਧਾਂਤਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਹੋਰ ਜ਼ਿਆਦਾ ਵਿਸਥਾਰ ਨਾਲ ਆਪਣੀਆਂ ਉੱਚੀਆਂ ਜਮਾਤਾਂ ਵਿੱਚ ਕਰੋਗੇ।

ਪਾਠ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ

4.7 ਤਾਪਮਾਨ ਦਾ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਉੱਤੇ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਵੇਗਾ ?

4.8 ਪਰਮਤਾਪ, 298K ਵਿੱਚ 10K ਦੇ ਵਾਧੇ ਨਾਲ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵੇਗ ਦੋ ਗੁਣਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਲਈ E_a ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

4.9 581K ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ $2\ HI(g) \rightarrow H_2(g) + I_2\ (g)$ ਦੇ ਲਈ ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ ਦਾ ਮਾਨ $209.5\ kJ\ mol^{-1}$ ਹੈ। ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਉਸ ਅੰਸ਼ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ ਜਿਸ ਦੀ ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ ਇਸਦੇ ਬਰਾਬਰ ਜਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ।

ਸਾਰਾਂਸ਼

ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲਗਤਿਕੀ ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ, ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਕਾਰਕਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ, ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਮੁੜ ਵਿਵਸਥਾ ਅਤੇ ਮੱਧਵਰਤੀ ਦੇ ਬਣਨ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ, ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਘਟਨ ਜਾਂ ਉਪਜਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਵਧਣ ਨਾਲ ਸਬੰਧਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਛਿਣ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਉੱਤੇ ਤਤਕਾਲੀ ਵੇਗ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਵੇਗ ਨਾਲ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਉੱਤੇ ਕਈ ਕਾਰਕ, ਜਿਵੇਂ-ਤਾਪਮਾਨ, ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਉਤੇ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੇ ਗਣਿਤੀ ਨਿਰੂਪਣ ਨੂੰ **ਵੇਗ ਨਿਯਮ** ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪੂਰਵ ਅਨੁਮਾਨ ਨਹੀਂ ਲਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ, ਵੇਗ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਉਸ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਘਾਤ ਅੰਕ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੁੱਲ ਕੋਟੀ ਵੇਗ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਸਾਰੀਆਂ ਸੰਘਣਤਵਾਂ ਦੇ ਘਾਤ ਅੰਕਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਵੇਗ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਅਨੁਪਾਤਨ ਗੁਣਾਂਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਣ ਵੇਗ ਨਿਯਮ ਜਾਂ ਸਮਾਂ ਕਲਿਤ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਅਣਵਿਕਤਾ ਸਿਰਫ਼ ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਣਵਿਕਤਾ ਦਾ ਮਾਨ ਨੂੰ। ਤੋਂ 3 ਤੱਕ ਸੀਮਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ 0, 1, 2, 3 ਅਤੇ ਭਿੰਨਾਤਮਕ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਾਥਮਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਅਣਵਿਕਤਾ ਅਤੇ ਕੋਟੀ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਸਮੀਕਰਣ ($k = Ae^{-Ea/RT}$) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। E_a ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਉੱਤੇਜਿਤ ਕੰਪਲੈਕਸ ਅਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਅਣੂਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਊਰਜਾ ਅੰਤਰ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ A (ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਜਾਂ ਪੂਰਵਘਾਤ ਅੰਕੀ ਗੁਣਕ) ਟੱਕਰਾਂ ਦੀ ਆਵਰਤੀ ਦੇ ਸੰਗਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਸਮੀਕਰਣ ਸਪਸ਼ਟ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਵਾਧੇ ਜਾਂ E_a ਵਿੱਚ ਕਮੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਵਿੱਚ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਤਪ੍ਰੇਰਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਬਦਲਵਾਂ ਪਥ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਕੇ E_a ਵਿੱਚ ਕਮੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਟੱਕਰ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਹੋਰ ਤਿਨਵਿਮੀ ਕਾਰਕ P ਜੋ ਕਿ ਟੱਕਰ ਮਾਰਨ ਵਾਲੇ ਅਣੂਆਂ ਦੀ ਅਨੁਸਥਿਤੀ ਉੱਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਮਹੱਤਵਪੂਰਣ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਟੱਕਰਾਂ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਨੂੰ ਮਿਲਾ ਕੇ ਅਰਹੀਨਿਅਸ ਸਮੀਕਰਣ ਦਾ ਰੁਪਾਂਤਰਣ $k = PZ_{AB}e^{-E_a/RT}$ ਵਿੱਚ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਅਭਿਆਸ

4.1 ਹੇਠ ਲਿਖੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਵੇਗ ਵਿਅੰਜ਼ਕਾਂ ਤੋਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ ਅਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾਂ ਦੀਆਂ ਇਕਾਈਆਂ ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

(i) $3NO(g) \rightarrow N_2O\ (g)$; ਵੇਗ $= k\,[NO]^2$

(ii) [illegible]

(iii) $CH_3CHO\ (g) \rightarrow CH_4\ (g) + CO(g)$; ਵੇਗ $= k\,[CH_3CHO]^{3/2}$

(iv) $C_2H_5Cl\ (g) \rightarrow C_2H_4\ (g) + HCl\ (g)$; ਵੇਗ $= k\,[C_2H_5Cl]$

4.2 ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ $2A + B \rightarrow A_2B$ ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ $= k[A][B]^2$, ਇੱਥੇ k ਦਾ ਮਾਨ $2.0 \times 10^{-6}\ mol^{-2}\ L^2\ s^{-1}$ ਹੈ। ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਵੇਗ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ; ਜਦੋਂ $[A] = 0.1\ mol\ L^{-1}$ ਅਤੇ $[B] = 0.2\ mol\ L^{-1}$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ; ਜਦ [A] ਘੱਟ ਕੇ $0.06\ mol\ L^{-1}$ ਰਹਿ ਜਾਏ।

4.3 ਪਲੈਟੀਨਮ ਸਤ੍ਹਾ ਉੱਤੇ NH_3 ਦਾ ਅਪਘਟਨ ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਹੈ। N_2 ਅਤੇ H_2 ਦੇ ਉਪਜਨ ਦੀ ਦਰ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ ਜਦੋਂ K ਦਾ ਮਾਨ $2.5 \times 10^{-4}\ mol\ L^{-1}\ s^{-1}$ ਹੋਵੇ ?

4.4 ਡਾਈ ਮੀਥਾਈਲ ਈਥਰ ਦੇ ਅਪਘਟਨ ਤੋਂ CH_4, H_2 ਅਤੇ CO ਬਣਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵੇਗ ਹੇਠ ਲਿਖੀ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ—

ਵੇਗ $= k\,[CH_3OCH_3]^{3/2}$

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੇਗ ਦਾ ਪਿੱਛਾ ਬੰਦ ਬਰਤਨ ਵਿੱਚ ਵਧਦੇ ਦਾਬ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਨੂੰ ਡਾਈਮੀਥਾਈਲ ਈਥਰ ਦੇ ਅੰਸ਼ਕ ਦਾਬ ਦੀ ਟਰਮ ਵਿੱਚ ਵੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$\text{ਵੇਗ} = k\left(p_{CH_3OCH_3}\right)^{3/2}$$

ਜੇ ਦਾਬ ਨੂੰ bar ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਸਮੇਂ ਨੂੰ ਮਿੰਟ ਵਿੱਚ ਮਾਪਿਆ ਜਾਏ ਤਾਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੇਗ ਅਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀਆਂ ਇਕਾਈਆਂ ਕੀ ਹੋਣਗੀਆਂ ?

4.5 ਰਸਾਇਣਿਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੇਗ ਉੱਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਾਉਣ ਵਾਲੇ ਕਾਰਕਾਂ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰੋ।

4.6 ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵੇਗ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੋਵੇਗਾ; ਜੇ ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ—

(i) ਦੋ ਗੁਣੀ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਜਾਏ (ii) ਅੱਧੀ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਜਾਏ

4.7 ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਉੱਤੇ ਤਾਪਮਾਨ ਦਾ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪੈਂਦਾ ਹੈ ? ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਇਸ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ?

4.8 ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਐਸਟਰ ਦੇ ਆਭਾਸੀ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੇ ਜਲ-ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅੰਕੜੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਏ—

t/s	0	30	60	90
ਐਸਟਰ/ $mol\ L^{-1}$	0.55	0.31	0.17	0.085

(i) 30 ਤੋਂ 60 ਸੈਕੰਡ ਸਮੇਂ ਅੰਤਰਾਲ ਵਿੱਚ ਔਸਤ ਵੇਗ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

(ii) ਐਸਟਰ ਦੇ ਜਲ-ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਲਈ ਅਭਾਸੀ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

4.9 ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ A ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਪ੍ਰਥਮ ਅਤੇ B ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਦੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਹੈ

(i) ਅਵਕਲ ਵੇਗ ਸਮੀਕਰਣ ਲਿਖੋ।

(ii) B ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਤਿੰਨ ਗੁਣਾਂ ਕਰਨ ਨਾਲ ਵੇਗ ਤੇ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਵੇਗਾ ?

(iii) A ਅਤੇ B ਦੋਵਾਂ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਦੋ ਗੁਣੀ ਕਰਨ ਨਾਲ ਵੇਗ ਤੇ ਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਪਵੇਗਾ ?

PSEB

4.10 A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ A ਅਤੇ B ਦੀਆਂ ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸੰਘਣਤਾ ਦੇ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਵੇਗ (r_0) ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ।

A ਅਤੇ B ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ ਕੀ ਹੈ ?

A/ mol L^{-1}	0.20	0.20	0.40
B/ mol L^{-1}	0.30	0.10	0.05
r_0/mol $L^{-1}s^{-1}$	$5.07 \times\times 10^{-5}$	$5.07 \times\times 10^{-5}$	$1.43 \times\times 10^{-4}$

4.11 $2A + B \rightarrow C + D$ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਬਲਗਿਤਕੀ ਅਧਿਐਨ ਕਰਨ ਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪਰਿਣਾਮ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਏ। ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

ਪ੍ਰਯੋਗ	[A]/ mol L^{-1}	[B]/ mol L^{-1}	D ਦੇ ਨਿਰਮਾਣ ਦਾ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਵੇਗ [illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	2.88×10^{-1}
[illegible]	[illegible]	[illegible]	2.40×10^{-2}

[illegible] ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ A ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਪ੍ਰਥਮ ਅਤੇ B ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਜ਼ੀਰੋ ਕੋਟੀ ਦੀ ਹੈ। ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਟੇਬਲ ਵਿੱਚ ਖ਼ਾਲੀ ਥਾਂ ਭਰੋ—

ਪ੍ਰਯੋਗ	[A]/mol L^{-1}	[B]/mol L^{-1}	ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਵੇਗ/mol L^{-1} min^{-1}
I	0.1	0.1	$2.0 \times\times 10^{-2}$
II	–	0.2	$4.0 \times\times 10^{-2}$
III	0.4	0.4	–
IV	–	0.2	$2.0 \times\times 10^{-2}$

4.13 ਹੇਠ ਦਿੱਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਤੋਂ ਅਰਧ ਆਯੂ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ—

(i) 200 s^{-1} (ii) 2 min^{-1} (iii) 4 $year^{-1}$

4.14 ^{14}C ਦੇ ਰੇਡੀਓਐਕਟਿਵ ਖੈ (decay) ਦੀ ਅਰਧ ਆਯੂ 5730 ਸਾਲ ਹੈ। ਇੱਕ ਪੁਰਾਤਤਵ ਕਲਾ-ਕ੍ਰਿਤੀ ਦੀ ਲੱਕੜੀ ਵਿੱਚ, ਜੀਵਤ ਰੁੱਖ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ 80 % ^{14}C ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਹੈ। ਨਮੂਨੇ ਦੀ ਉਮਰ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ।

4.15 ਗੈਸ ਫੇਜ਼ ਵਿੱਚ 318 K ਉੱਤੇ N_2O_5 ਦੇ ਅਪਘਟਨ ਦੀ [$2 N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$] ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਅੰਕੜੇ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ—

t/s	0	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200
$10^2 \times [N_2O_5]$/ mol L^{-1}	1.63	1.36	1.14	0.93	0.78	0.64	0.53	0.43	0.35

PSEB

(i) $[N_2O_5]$ ਅਤੇ t ਦੇ ਵਿੱਚ ਅਲੇਖ ਖਿੱਚੋ।

(ii) ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਅਰਧ-ਆਯੂ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

(iii) $\log[N_2O_5]$ ਅਤੇ t ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿੱਚੋ।

(iv) ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ ਨਿਯਮ ਕੀ ਹੈ ?

(v) ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

(vi) k ਦੀ ਸਹਾਇਤਾ ਨਾਲ ਅਰਧ ਆਯੂ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ ਅਤੇ ਇਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ (ii) ਨਾਲ ਕਰੋ।

4.16 ਪ੍ਰਥਮ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ 60 s^{-1} ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਕਾਰਕ ਨੂੰ ਆਪਣੀ ਪ੍ਰਾਰੰਭਿਕ ਸੰਘਣਤਾ ਦਾ $\frac{1}{16}$ ਵਾਂ ਭਾਗ ਰਹਿ ਜਾਣ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨਾ ਸਮਾਂ ਲੱਗੇਗਾ ?

4.17 ਨਿਊਕਲੀ ਵਿਸਫੋਟ ਦਾ 28.1 ਸਾਲ ਅਰਧ ਆਯੂ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਪਦਾਰਥ ^{90}Sr ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ Ca ਦੀ ਥਾਂ ਤੇ 1μg ^{90}Sr ਨਵਜਨਮੇਂ ਬੱਚੇ ਦੀਆਂ ਅਸਥੀਆਂ ਵਿੱਚ ਸੋਖਿਤ ਹੋ ਜਾਏ ਅਤੇ ਮੈਟਾ ਬੌਲਿਕਲੀ ਕਮੀਂ ਨਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਦੀ 10 ਸਾਲਾਂ ਅਤੇ 60 ਸਾਲਾਂ ਬਾਅਦ ਕਿੰਨੀ ਮਾਤਰਾ ਰਹਿ ਜਾਵੇਗੀ ?

4.18 ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ 99% ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਪੂਰੀ ਹੋਣ ਵਿੱਚ ਲੱਗਾ ਸਮਾਂ 90% **ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ** ਪੂਰੀ ਹੋਣ ਵਿੱਚ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਦੋਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

4.19 ਇੱਕ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ 30% ਵਿਯੋਜਨ ਹੋਣ ਵਿੱਚ 40 ਮਿੰਟ ਲੱਗਦੇ ਹਨ। $t_{\frac{1}{2}}$ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

4.20 543 K ਉੱਤੇ ਐਜ਼ੋਆਈਸੋਪਰੋਪੇਨ ਦੇ ਹੈਕਸੇਨ ਅਤੇ ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ ਵਿੱਚ ਵਿਘਟਨ ਦੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅੰਕੜੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਏ। ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

t (sec)	p (mm μg ਵਿੱਚ)
0	35.0
360	54.0
720	63.0

4.21 ਸਥਿਰ ਆਇਤਨ ਉੱਤੇ SO_2Cl_2 ਦੇ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੇ ਤਾਪ ਅਪਘਟਨ ਉੱਤੇ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਅੰਕੜੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਏ—

$$SO_2Cl_2\,(g) \rightarrow SO_2\,(g) + Cl_2\,(g)$$

ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਵੇਗ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ ਜਦੋਂ ਕੁੱਲ ਦਾਬ 0.65 atm ਹੋਵੇ।

ਪ੍ਰਯੋਗ	ਸਮਾਂ	ਕੁੱਲ ਦਾਬ/atm
1	0	0.5
2	100	0.6

4.22 ਭਿੰਨ-ਭਿੰਨ ਤਾਪਮਾਨਾਂ ਉੱਤੇ N_2O_5 ਦੇ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਲਈ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਹਨ—

T/°C	0	20	40	60	80
$10^5 \times k/s^{-1}$	0.787	1.70	25.7	178	2140

PSEB

ln k ਅਤੇ $1/T$ ਦੇ ਵਿੱਚ ਗ੍ਰਾਫ ਖਿੱਚੋ ਅਤੇ A ਅਤੇ E_a ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। 30°C ਅਤੇ 50° ਉੱਤੇ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦਾ ਅਨੁਮਾਨ ਲਾਓ।

4.23 546 K ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਹਾਈਡ੍ਰੋਕਾਰਬਨ ਦੇ ਅਪਘਟਨ ਵਿੱਚ ਵੇਗ ਸਥਿਰ ਅੰਕ 2.418×10^{-5} s^{-1} ਹੈ। ਜੇ ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ 179.9 kJ/mol ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਪੂਰਵ-ਘਾਤਅੰਕੀ ਗੁਣਨ ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ?

4.24 ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ A $\rightarrow$ ਉਪਜ ਦੇ ਲਈ $k = 2.0 \times 10^{-2} s^{-1}$ ਹੈ। ਜੇ A ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਸੰਘਣਤਾ 1.0 mol L^{-1} ਹੋਵੇ ਤਾਂ 100s ਦੇ ਬਾਅਦ ਇਸ ਦੀ ਸੰਘਣਤਾ ਕੀ ਰਹਿ ਜਾਵੇਗੀ ?

4.25 ਤੇਜਾਬੀ ਮਾਧਿਅਮ ਵਿੱਚ ਸੁਕਰੋਜ਼ ਦਾ ਗਲੂਕੋਜ਼ ਅਤੇ ਫਰਕਟੋਜ ਵਿੱਚ ਵਿਘਟਨ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤਿਕਿਰਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਅਰਧ ਆਯੂ 3.0 ਘੰਟੇ ਹੈ। 8 ਘੰਟੇ ਬਾਅਦ ਨਮੂਨੇ ਵਿੱਚ ਸੁਕਰੋਜ਼ ਦਾ ਕਿੰਨਾ ਅੰਸ਼ ਬੱਚੇਗਾ ?

4.26 ਹਾਈਡ੍ਰੋਕਾਰਬਨ ਦਾ ਵਿਘਟਨ ਹੇਠ ਦਿੱਤੇ ਸਮੀਕਰਣ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। E_a ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

$$k = (4.5 \times 10^{11} s^{-1})\, e^{-28000K/T}$$

4.27 H_2O_2 ਦੇ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੇ ਵਿਘਟਨ ਨੂੰ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਣ ਦੁਆਰਾ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

$$\log k = 14.34 - 1.25 \times\times 10^4 K/T$$

ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ E_a ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। ਕਿੰਨੇ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਅਰਧ ਆਯੂ 256 ਮਿੰਟ ਹੋਵੇਗੀ ?

4.28 10°C ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ A ਦੇ ਉਪਜ ਵਿੱਚ ਵਿਘਟਨ ਦੇ ਲਈ K ਦਾ ਮਾਨ 4.5×10^3 r^{-1} ਅਤੇ ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ 60 kJ mol^{-1} ਹੈ। ਕਿਸ ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ k ਦਾ ਮਾਨ $1.5 \times 10^4 s^{-1}$ ਹੋਵੇਗਾ ?

4.29 298 K ਉੱਤੇ ਪ੍ਰਥਮ ਕੋਟੀ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ 10% ਪੂਰੀ ਹੋਣ ਦਾ ਸਮਾਂ 308 K ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ 25% ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਪੂਰੀ ਹੋਣ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਸਮੇਂ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਜੇ A ਦਾ ਮਾਨ $4 \times 10^{10} s^{-1}$ ਹੋਵੇ ਤਾ ਤਾਂ 318 K ਤਾਪਮਾਨ ਉੱਤੇ k ਅਤੇ E_a ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

4.30 ਤਾਪਮਾਨ ਵਿੱਚ 293 K ਤੋਂ 313 K ਤੱਕ ਵਾਧਾ ਕਰਨ ਤੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵੇਗ ਚਾਰ ਗੁਣਾ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੇ ਲਈ ਉੱਤੇਜਨ ਊਰਜਾ ਦੀ ਗਣਨਾ ਇਹ ਮੰਨਦੇ ਹੋਏ ਕਰੋ ਕਿ ਇਸ ਦਾ ਮਾਨ ਤਾਪਮਾਨ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

ਪਾਠ ਵਿਚਲੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ

4.1 $r_{av} = 6.66 \times\times 10^{-6}$ mol L^{-1} s^{-1}

4.2 ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵੇਗ = A ਦੇ ਲੋਪ ਹੋਣ ਦੀ ਦਰ = 0.005 mol L^{-1} min^{-1}

4.3 ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਦੀ ਕੋਟੀ 2.5 ਹੈ।

4.4 X $\rightarrow$ Y*J*, ਵੇਗ = $k[X]^2$, ਵੇਗ 9 ਗੁਣਾਂ ਵਧੇਗਾ।

4.5 t = 444 s

4.6 $1.925 \times 10^{-4} s^{-1}$

4.8 $E_a = 26.43$ kJ mol^{-1}

4.9 1.462×10^{-19}

PSEB