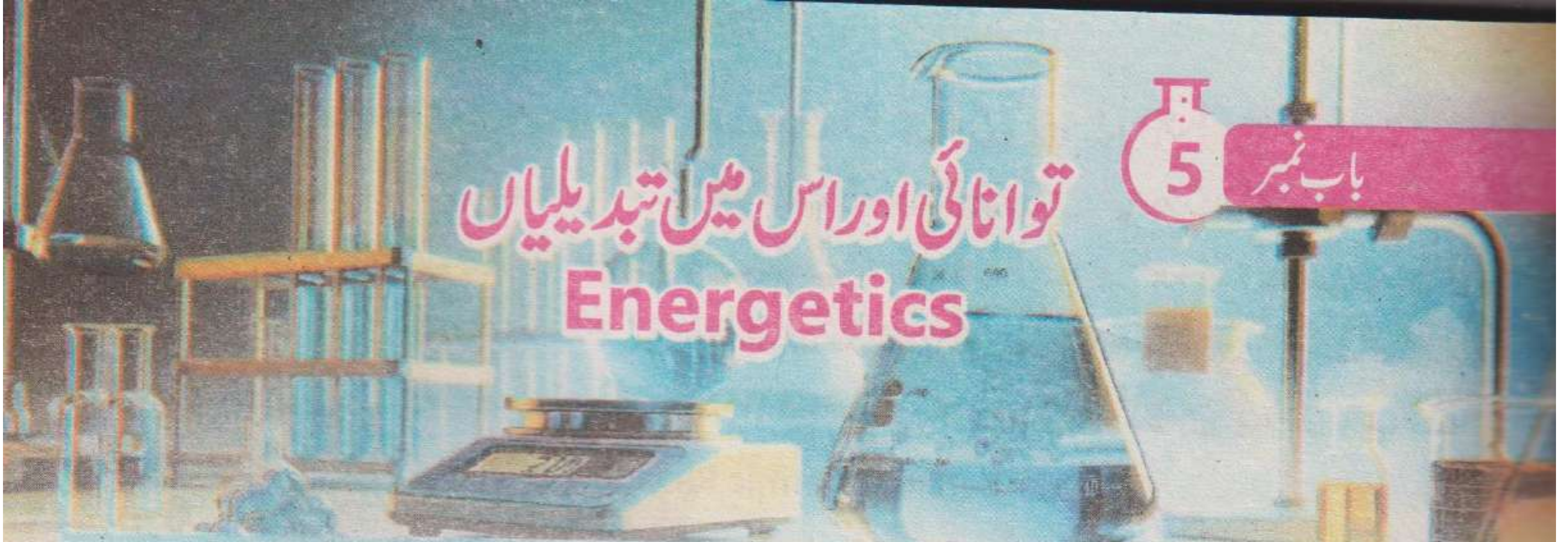


باب نمبر 5

توانائی اور اس میں تبدیلیاں
Energetics

حاصلاتِ تعلم:

اس باب میں آپ سیکھیں گے:

- کیمیائی سسٹم اور سرآونڈنگ کے تعلق کی وضاحت کریں۔ نیز کیمیائی ری ایکشن کے دوران توانائی کی منتقلی کی بھی وضاحت کریں۔
- مثالیں دے کر اینڈوتھرمک اور ایکسوتھرمک ری ایکشنز کے درمیان فرق واضح کریں۔
- واضح کیجیے کہ ری ایکشن میں سے خارج یا جذب ہونے والی انرجی کو اینتھالپی چینج بھی کہتے ہیں۔
- ایکسوتھرمک ری ایکشنز کے لیے یہ اینتھالپی چینج منفی ہوتی ہے جبکہ اینڈوتھرمک ری ایکشن کے لیے مثبت ہوتی ہے۔
- ایکٹیویشن انرجی کو کم سے کم توانائی کے طور پر بیان کریں۔ جو کہ متصادم ذرات کے کامیاب تصادم کے لیے درکار ہوتی ہے۔
- اینڈوتھرمک اور ایکسوتھرمک ری ایکشنز کے لیے ری ایکشن پروفائل ڈایاگرام بنائیں۔
- واضح کریں کہ کسی ری ایکشن کی ایکٹیویشن انرجی کا انحصار ری ایکشن کے اختیار کردہ راستے پر ہوتا ہے۔ یہ راستہ کیٹالسٹ یا ایزائم کی موجودگی میں تبدیل ہوجاتا ہے۔ جس میں اینتھالپی چینج ایکٹیویشن انرجی (کیٹالسٹ کی موجودگی یا اس کے بغیر) ری ایکٹنز اور پراڈکٹس کی نشاندہی کریں۔
- اس بات کی وضاحت کریں کہ بانڈ توڑنا اینڈوتھرمک جبکہ بانڈ بنانا ایکسوتھرمک عمل ہے۔
- واضح کریں کہ کسی ری ایکشن کی اینتھالپی چینج بانڈ بنانے اور توڑنے کے دوران انرجی میں تبدیلیوں کا حاصل جمع ہے۔
- کسی ری ایکشن کے لیے بانڈ انرجی کی ویلیوز استعمال کرتے ہوئے ری ایکشن کی اینتھالپی چینج نکالیں۔
- وضاحت کریں کہ کس طرح ریسپریشن (ایروبک اور ان ایروبک) ایک ایکسوتھرمک عمل ہے جو حیاتیاتی نظام کے لیے توانائی فراہم کرتا ہے۔ اور چربی جو کہ توانائی کا ایک بہت بڑا ذخیرہ ہے۔

تعارف

اس کائنات میں انرجی اپنی بہت سی شکلوں کے ساتھ موجود ہے جن کو اکثر ایک دوسرے میں تبدیل کیا جاتا جاسکتا ہے۔ کیمسٹری میں ہمارا واسطہ زیادہ تر انرجی کی دو شکلوں سے پڑتا ہے۔

i کیمیائی انرجی

وہ محفوظ انرجی جو کسی مالیکیول کے اندر آپس میں جڑے ہوئے ایٹمز میں موجود ہوتی ہے۔

ii ہیٹ انرجی (Heat energy)

یہ انرجی کی وہ شکل ہے جو بانڈ کے بننے کے دوران خارج ہوتی ہے اور بانڈ کے ٹوٹنے کے دوران جذب ہوتی ہے۔

انرجیٹکس (Energetics) میں ہم کیمیائی ری ایکشنز کے دوران انرجی میں وقوع پذیر ہونے والی تبدیلیوں کا مطالعہ کرتے ہیں۔ انرجی میں یہ تبدیلیاں کیمیائی ری ایکشن کے دوران بانڈز کے بننے اور ٹوٹنے کی وجہ سے ظاہر ہوتی ہیں۔ زیادہ تر ری ایکشنز کے دوران کمزور بانڈز ٹوٹتے ہیں جبکہ مضبوط بانڈز بنتے ہیں۔ چونکہ کمزور بانڈز ٹوٹنے کے لیے کم انرجی درکار ہوتی ہے جبکہ مضبوط بانڈز بننے سے زیادہ انرجی خارج ہوتی ہے اس لیے اس قسم کے ری ایکشنز کے وقوع پذیر ہونے سے انرجی خارج ہوتی ہے۔ اگر کسی کیمیائی ری ایکشن کے وقوع پذیر ہونے کے نتیجہ میں انرجی خارج ہو تو اسے ایکسوتھرمک ری ایکشن (Exothermic Reaction) کہتے ہیں جبکہ انرجی جذب کرنے والے کیمیائی ری ایکشن کو اینڈوتھرمک ری ایکشن (Endothermic Reaction) کہتے ہیں۔

انرجیٹکس کے مطالعہ کے دوران ہمارا واسطہ ہیٹ انرجی کے علاوہ ایک اور طبعی مقدار (physical quantity) سے پڑتا ہے جس کو اینتھالپی (Enthalpy) کہتے ہیں۔ اینتھالپی کو ہیٹ کنٹینٹ (Heat content) بھی کہتے ہیں اور اس کو H سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ کسی کمپاؤنڈ کی اینتھالپی وہ ٹوٹل ہیٹ انرجی ہے جو اس کمپاؤنڈ میں محفوظ ہوتی ہے اس طبعی مقدار کو $kJmol^{-1}$ میں ناپا جاتا ہے

جب کسی ری ایکشن کے دوران ہیٹ انرجی جذب ہو تو اس ری ایکشن میں حصہ لینے والی اشیا کی ٹوٹل اینتھالپی بھی بڑھ جاتی ہے اسی طرح جب کسی ری ایکشن کے نتیجہ میں ہیٹ انرجی خارج ہوگی تو اس میں موجود اشیا کی ٹوٹل اینتھالپی کم ہو جائے گی۔

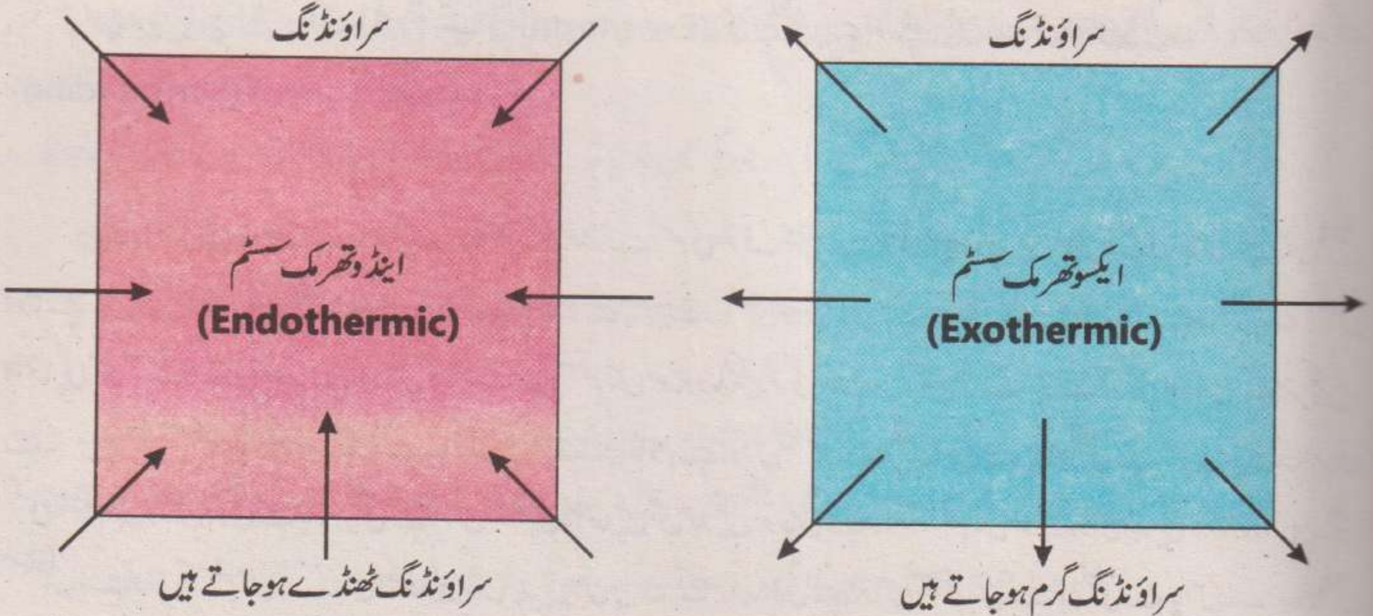
کیمیائی انرجیٹکس دراصل تھرموڈائنمکس (Thermodynamics) جیسے وسیع موضوع کا ایک چھوٹا سا حصہ ہے۔ انرجیٹکس میں ہم کیمیائی تبدیلی کے دوران انرجی میں ہونے والی تبدیلیوں کا مطالعہ کرتے ہیں جبکہ تھرموڈائنمکس میں ہم کیمیائی ری ایکشن کے دوران انرجی میں ہونے والی تبدیلیوں کی وجہ سے کیمیکل سسٹم کے خواص پر پڑنے والے اثرات کا جائزہ لیتے ہیں۔

5.1 سسٹم اور سراؤنڈنگ (System and Suronding)

کیمسٹری میں سسٹم سے مراد ہر وہ شے کا مطالعہ ہے جس میں کوئی فزیکل یا کیمیکل تبدیلی وقوع پذیر ہو رہی ہو۔ کیمیائی ری ایکشن کے مطالعہ کے دوران اس میں ری ایکٹنٹس، پراڈکٹس، سالوینٹ، کیٹالسٹ وغیرہ موجود ہوتے ہیں یہ سب اشیا سسٹم کا حصہ تصور ہوں گی۔ ہر وہ شے جو زیر غور کیمیائی ری ایکشن کا حصہ نہیں ہے اسے سراؤنڈنگ (Surrounding) کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر اگر آپ ایک بیکر میں پانی لے کر اسے اُبال رہے ہیں تو ابلنے والا پانی سسٹم ہے باقی ہر چیز یعنی بیکر، برنر وغیرہ سرآؤنڈنگ کا حصہ ہوں گے۔ جب کسی سسٹم میں موجود انرجی کا تبادلہ سرآؤنڈنگ کی طرف ہو تو اس کو ایکسوتھرمک چینج (Exothermic Change) کہیں گے اور اسکو منفی سائن سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اسی طرح جب انرجی کا تبادلہ سرآؤنڈنگ سے سسٹم کی طرف ہو تو اسے اینڈوتھرمک چینج (Endothermic Change) کہتے ہیں اور اس کو مثبت سائن سے ظاہر کیا جاتا ہے شکل (5.1)۔

دلچسپ معلومات

کیمیائی ری ایکشن کے دوران نکلنے والی انرجی کو بہت سے مفید کاموں کے لیے استعمال کیا جاتا ہے جن میں کھانا پکانا، گرم کرنا، روشنی پیدا کرنا، گاڑیاں چلانا اور دوسرے بہت سے کام لیے جاتے ہیں۔



شکل (5.1) سسٹم اور سراؤنڈنگ کے درمیان انرجی کا تبادلہ

مشق

بیکر میں پانی کا اُبالنا ایکسوتھرمک تبدیلی ہے یا اینڈوتھرمک؟ نیز اس تبدیلی کے دوران انرجی کی کونسی فارم حصہ لیتی ہے۔

دلچسپ معلومات

اینتھالپی اس لیے اہم ہے کہ اس کے ذریعے کسی سسٹم میں موجود ٹوٹل ہیٹ انرجی کا پتہ چلایا جا سکتا ہے جبکہ ہیٹ انرجی اس لیے اہم ہے کہ ہم اس سے مفید کام لے سکتے ہیں۔

5.2 اینتھالپی (Enthalpy)

معیاری درجہ حرارت (0°C) اور معیاری پریشر (760 mm) پر ایک مالیکیول میں جتنی ٹوٹل ہیٹ انرجی موجود ہوتی ہے اس کو مالیکیول کا ہیٹ کنٹنٹ (Heat Content) کہتے ہیں۔ اینتھالپی ایک تھرموڈائنک سسٹم میں موجود انرجی کی پیمائش کرتی ہے اور یہ اس سسٹم کے ٹوٹل ہیٹ کنٹنٹ کے برابر ہوتی ہے۔ کسی سسٹم کی اینتھالپی کو H سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ جب کسی سسٹم میں کوئی تبدیلی لائی جاتی ہے تو اس کی اینتھالپی بھی تبدیل ہوجاتی ہے۔ اینتھالپی میں اس تبدیلی کو (ΔH) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ کسی سسٹم کی ٹوٹل اینتھالپی معلوم کرنا ممکن نہیں ہے لیکن کسی سسٹم میں لائی جانے والی اینتھالپی میں تبدیلی آسانی سے معلوم کی جاسکتی ہے۔

کیمسٹری میں ایک ری ایکشن کی معیاری (Standard) اینتھالپی تبدیلی ($\Delta H°$) اس ری ایکشن میں آنے والی اینتھالپی میں تبدیلی ہے جب ری ایکٹنٹس ری ایکٹ کر کے پراڈکٹس میں تبدیل ہوتے ہیں یاد رہے کہ ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس دونوں معیاری حالتوں میں ہونے چاہیے۔ اینتھالپی میں اس تبدیلی کو سٹینڈرڈ اینتھالپی چینج (Standard Enthalpy Change) یا ہیٹ آف ری ایکشن (مستقل پریشر) کہتے ہیں۔

$$2\,CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2\,CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H°. = -566.0\ kJ$$

اوپر دیا گیا ری ایکشن ایک ایکسوتھرمک (Exothermic) ری ایکشن ہے اور اس میں سے 566 kJ ہیٹ نکل کر سراؤنڈنگ (Surrounding) میں جذب ہو جاتی ہے۔

اینتھالپی اور ہیٹ میں کیا فرق ہے؟

ہیٹ، انرجی کی وہ مقدار ہے جو ایک گرم جسم سے ٹھنڈے جسم کی طرف بہتی ہے کیونکہ ان دونوں جسموں کے درجہ حرارت میں فرق ہوتا ہے۔ ہیٹ کی مقدار کو جاؤلز (joules) میں ناپا جاتا ہے۔ ہیٹ دراصل دو جسموں کے درمیان حرارت کا تبادلہ ہے۔ اس کے برعکس اینتھالپی کسی سسٹم کا لازمی حصہ ہے اور اس کا انحصار اس سسٹم میں موجود مالیکیولز کی تعداد، مالیکیولز کے اجزئے ترکیبی اور ان کے سٹرکچر پر ہے۔ ہیٹ کسی سسٹم کا لازمی حصہ نہیں ہے یہ انرجی کی ایک ایسی فارم ہے جو اس سسٹم میں داخل ہوتی ہے یا باہر نکلتی ہے۔ جب یہ ہیٹ انرجی کسی سسٹم میں داخل ہوتی ہے یا باہر نکلتی ہے تو اس سسٹم کی اینتھالپی بھی تبدیل ہو جاتی ہے۔ اگر سسٹم میں ہونے والی تبدیلی کے دوران پریشر مستقل رہے تو اس سسٹم میں آنے والی اینتھالپی میں تبدیلی اس ہیٹ کے برابر ہوتی ہے جو اس سسٹم میں سے باہر نکلتی ہے یا اس کے اندر داخل ہوتی ہے۔

مشق

1۔ ری ایکشن کے دوران انرجی میں تبدیلی صرف ہیٹ کی شکل میں ہوتی ہے یا کسی اور شکل میں بھی ہو سکتی ہے؟
2۔ کسی سسٹم کی اینتھالپی معلوم کرنا کیوں ممکن نہیں ہے؟

5.3 ایکسوتھرمک اور اینڈوتھرمک ری ایکشنز (Exothermic and Endothermic Reactions)

ایک طبعی یا کیمیائی تبدیلی کے وقوع پذیر ہونے کے ساتھ یہ لازمی ہے کہ ہیٹ یا حرارت خارج ہو یا جذب ہو۔ اس خارج یا جذب ہونے والی حرارت کو ہیٹ آف ری ایکشن کہتے ہیں۔

اگر کسی ری ایکشن کے وقوع پذیر ہونے کے ساتھ حرارت خارج ہو تو اسے ایکسوتھرمک ری ایکشن (Exothermic Reaction) کہتے ہیں اور اگر حرارت جذب ہو تو اینڈوتھرمک ری ایکشن (Endothermic Reaction) کہتے ہیں۔ کسی ری ایکشن کے دوران خارج ہونے والی حرارت سراؤنڈنگ میں جذب ہو جاتی ہے اس طرح جس برتن میں ری ایکشن ہو رہا ہوتا ہے وہ گرم ہو جاتا ہے۔ اگر کسی ری ایکشن کے دوران حرارت جذب ہو تو یہ حرارت سراؤنڈنگ سے حاصل کی جاتی ہے اور اس طرح ری ایکشن والا برتن ٹھنڈا ہو جاتا ہے۔

مثال: ہائیڈروجن گیس اور آکسیجن گیس آپس میں ایکسوتھرمک ری ایکشن کر کے پانی بناتی ہیں۔

$$\underset{\text{ہائیڈروجن}}{2H_{2(g)}} + \underset{\text{آکسیجن}}{O_{2(g)}} \longrightarrow \underset{\text{پانی}}{2H_2O_{(l)}} + 571.6\ kJ$$

اس ری ایکشن کے دوران 571.6 کلو جاؤلز حرارت خارج ہوتی ہے۔ اگر خارج ہونے والی حرارت کو ری ایکشن سے علیحدہ کر کے دکھایا جائے تو اسے درج ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -571.6\ kJ$$

اگر یہ ری ایکشن مخالف سمت میں چلے یعنی پانی ٹوٹ کر ہائڈروجن گیس اور آکسیجن گیس بنائے تو حرارت کی اتنی ہی مقدار سسٹم کے اندر داخل ہوگی۔

مثال: جب کاربن کو ٹھوس حالت میں آکسیجن کی موجودگی میں جلایا جائے تو کاربن ڈائی آکسائڈ گیس بنتی ہے اس ایکسوتھرمک ری ایکشن میں 393.5 کلو جاؤلز انرجی خارج ہوتی ہے۔

$$C_{(s)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} + 393.5\ kJ$$

کاربن   آکسیجن   کاربن ڈائی آکسائیڈ

جب یہ ری ایکشن مخالف سمت میں وقوع پذیر ہوتا ہے تو اتنی ہی حرارت جذب ہوتی ہے۔ اس ری ایکشن کی اینتھالپی چینج -393.5 kj ہے۔ اوپر دیئے گئے دونوں ری ایکشنز ایکسوتھرمک ری ایکشنز ہیں۔ ذیل میں درج ری ایکشنز اینڈوتھرمک ری ایکشنز کی مثالیں ہیں۔

$$H_{2\,(g)} + I_{2\,(s)} \longrightarrow 2HI_{(g)} - 53.08\ kJ$$

ہائیڈروجن   آئیوڈین   ہائیڈروجن آئیوڈائڈ

اس ری ایکشن کی اینتھالپی چینج $\Delta H = 53.08\ kJ$ ہے۔ ہائیڈروجن گیس ٹھوس آئیوڈین سے صرف بلند درجہ حرارت پر ری ایکشن کرتی ہے اور اس اینڈوتھرمک ری ایکشن میں 53.08 kJ حرارت جذب ہوتی ہے۔

بادلوں میں بجلی چمکنے کی وجہ سے نائٹرک آکسائڈ (NO) گیس بنتی ہے۔

$$N_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} - 180.6\ kJ$$

نائٹروجن   آکسیجن   نائٹرک آکسائیڈ

اس ری ایکشن کی اینتھالپی چینج $\Delta H = +180.6\ kJ$ ہے۔

دلچسپ معلومات

ایکسوتھرمک اور اینڈوتھرمک ری ایکشنز کی مدد سے گرم اور ٹھنڈے پیکٹ (Hot and Cold Packs) تیار کیے جاتے ہیں۔ ان پیکٹس میں ایسے ری ایکشنز ہوتے ہیں جو ایکسوتھرمک یا اینڈوتھرمک ری ایکشنز کے ذریعے گرمی یا ٹھنڈک پیدا کرتے ہیں۔

ہمارے موجودہ رہن سہن کے لیے بہت ضروری ہے کہ ہمارے پاس توانائی اپنی مختلف شکلوں میں موجود ہو۔ ایکسوتھرمک ری ایکشنز ان ضروریات کو پورا کرنے کے لیے بہت زیادہ استعمال کیے جاتے ہیں۔ اس قسم کے ری ایکشنز میں کیمیائی توانائی حرارتی توانائی میں تبدیل ہوتی ہے۔ ہم گھروں اور صنعتوں میں کھانا پکانے اور دوسری ضروریات کے لیے کوئلہ، گیس اور آئل استعمال کرتے ہیں۔ جلنے کے عمل کو کمبسچن (combustion) کہا جاتا ہے اور اس عمل کے دوران ایندھن میں پائے جانے والے کیمیکل کمپاؤنڈز ہوا میں موجود آکسیجن سے ری ایکشن کر کے بہت زیادہ حرارت خارج کرتے ہیں۔

چربی دار اشیا اور نشاستہ دار اشیا زندگی کو رواں دواں رکھنے کے لیے بطور ایندھن استعمال ہوتی ہیں۔ ہضم کرنے کے دوران ان اشیا میں موجود کیمیائی توانائی حرارت میں تبدیل ہو کر ہمارے جسم کو گرم رکھتی ہے۔

بجلی بنانے والے کارخانوں میں قدرتی گیس اور کوئلہ بطور ایندھن استعمال کیے جاتے ہیں۔ ان اشیا کے جلنے سے جو حرارت خارج ہوتی ہے اس سے سٹیم بنائی جاتی ہے جس سے ٹربائن چلتی ہیں اور بجلی پیدا ہوتی ہے۔

کار چلانے کے دوران پٹرول یا ڈیزل ہوا کی مدد سے جلتے ہیں اور ان سے ملنے والی توانائی کار چلانے کا موجب بنتی ہے۔ ایکسو تھرمک ری ایکشنز کی ایک مثال جو لوگوں کے لیے تفریح مہیا کرتی ہے وہ آتش بازی کا استعمال ہے۔ آتش بازی کے دوران ایسی اشیا جلائی جاتی ہیں جن سے حرارت، روشنی اور آواز پیدا ہوتی ہیں۔ مختلف دھاتوں کے سالٹس جب آکساڈائزنگ ایجنٹس (Oxidising Agents) کی موجودگی میں جلتے ہیں تو مختلف قسم کی رنگین روشنیاں نکلتی ہیں شکل (5.2)۔

شکل (5.2) آتش بازی

مشق

1- سوڈیم میٹل اور پانی کے درمیان ری ایکشن اتنا تیز اور تُند کیوں ہوتا ہے؟

2- برف کا پگھلنا ایکسوتھرمک یا اینڈوتھرمک تبدیلی ہے؟

3- کیا ایکسوتھرمک ری ایکشن کو معکوس (Reverse) کیا جا سکتا ہے؟

آیئے اب اس بات کا جائزہ لیں کہ کیمیائی ری ایکشن ایکسوتھرمک یا اینڈوتھرمک کیوں ہوتے ہیں؟

ایک کیمیائی ری ایکشن کے دوراں بانڈز کے ٹوٹنے اور بانڈز کے بننے والے دونوں اعمال ہو سکتے ہیں۔ ذیل میں درج ری ایکشن میں ہائڈروجن (H_2) اور آکسیجن (O_2) مالیکیولز کے بانڈز ٹوٹ کر یہ اپنے ایٹمز میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔

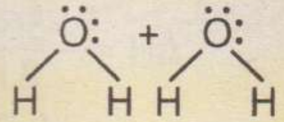
$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$$

$$2H_{2(g)} \longrightarrow 4H_{(g)} \qquad O_{2(g)} \longrightarrow 2O_{(g)}$$

مالیکیولز — ایٹمز — مالیکیول — ایٹمز

پھر یہ ہائیڈروجن کے ایٹمز آکسیجن کے ایٹمز مل کر دو پانی کے مالیکیولز گیسی حالت میں بناتے ہیں۔

$$4H_{(g)} + 2O_{(g)} \longrightarrow$$



ہائڈروجن اور آکسیجن مالیکیولز کے بانڈز ٹوٹنا اینڈوتھرمک عمل ہیں اور آکسیجن اور ہائڈروجن کے بانڈز بننا ایکسوتھرمک عمل ہیں۔
اس ری ایکشن کے دوران ہائڈروجن اور آکسیجن مالیکیولز کے جو بانڈز ٹوٹتے ہیں وہ مقابلتاً کمزور ہیں اس لیے کم انرجی جذب ہوتی ہے۔ جبکہ پانی میں آکسیجن اور ہائڈروجن ایٹمز کے درمیان بننے والے بانڈز مضبوط ہیں اس لیے زیادہ انرجی خارج ہوتی ہے۔ جذب اور خارج ہونے والی انرجیز کے درمیان فرق کی وجہ سے یہ ری ایکشن ایک ایکسوتھرمک ری ایکشن ہے۔
ہائڈروجن مالیکیول اور آکسیجن مالیکیول کے بانڈز ٹوٹنے سے جو انرجی جذب ہوتی ہے وہ ذیل میں درج ایکویشن میں ظاہر کی گئی ہے۔

$H_{2(g)} \longrightarrow 2H_{(g)} + 435\ kJ/mol$	اینڈوتھرمک
$O_{2(g)} \longrightarrow 2O_{(g)} + 498\ kJ/mol$	اینڈوتھرمک
$O + H \longrightarrow O - H - 484\ kJ/mol$	ایکسوتھرمک

چونکہ ہائڈروجن کے دو مولز اور آکسیجن کا ایک مول ری ایکشن میں حصہ لیتے ہیں اس لیے ٹوٹل انرجی جو جذب ہوگی وہ درج ذیل ہے۔

$$2H_{2(g)} \longrightarrow 4H_{(g)} + 870\ kJ/mol$$
$$O_{2(g)} \longrightarrow 2O_{(g)} + 498\ kJ/mol$$
$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 4H_{(g)} + 2O_{(g)} + 1368\ kJ$$

اس کا مطلب ہے کہ دو مولز ہائڈروجن اور ایک مول آکسیجن مالیکیولز کے بانڈز ٹوٹنے سے کل 1368 kJ انرجی جذب ہوگی۔

دلچسپ معلومات

ہوا میں موجود نائٹروجن گیس، آکسیجن گیس سے ری ایکشن کر کے نائٹرک آکسائڈ (NO) بناتی ہے ری ایکشن چونکہ بہت زیادہ حرارت جذب کرتا ہے اس لیے صرف آسمانی بجلی کی موجودگی میں وقوع پذیر ہوتا ہے۔

آکسیجن ایٹم اور ہائڈروجن ایٹم کے درمیان جب بانڈ بنتا ہے تو انرجی خارج ہوتی ہے۔

$$O + H \longrightarrow O - H - 484\ kJ/mol$$

4O-H بانڈز بنانے کے لیے جو انرجی خارج ہوتی ہے

$$2O_{(g)} + 4H_{(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)} - 1936\ kJ$$

اس طرح ری ایکشن مکمل ہونے کے بعد جو انرجی خارج ہوگی وہ اس طرح ہے۔

انرجی جو خارج ہوگی = $-1936 + 1368 = -568kJ$

یاد رہے یہ انرجی گیسی حالت میں دو مولز پانی بننے سے خارج ہوگی۔

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)} + 568\ kJ \text{ or } \Delta H = -568\ kJ$$

اس ری ایکشن کی ٹوٹل اینتھالپی چینج $\Delta H = -568\ kJ$ ہے۔ ایک مول گیسی حالت میں پانی بنے تو اینتھالپی چینج یہ ہوگی

$$\Delta H = -\frac{568\ kJ}{2\ mol} = -284\ kJ\ mol^{-1}$$

گیسی پانی کے ایک مول بننے کے لیے جو انرجی خارج ہوتی ہے اس کی تجرباتی ویلیو $-284.3\ kJ$ ہے۔ یہ ہماری حسابی ویلیو سے کافی قریب ہے۔

سیمپل پرابلم

ذیل میں درج ری ایکشن کی اینتھالپی چینج نکالیں

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \longrightarrow 2\,HI_{(g)}$$

ہائڈروجن، آئیوڈین اور ہائڈروجن آئیوڈائڈ کی بانڈ انرجی کی ویلیوز بالترتیب 151,435 اور 299- کلوجاؤلز پر مول ہیں۔

مشق

i ایک مول گیسی پانی سے مائع پانی بنانے کے لیے اینتھالپی چینج کیا ہوگی؟

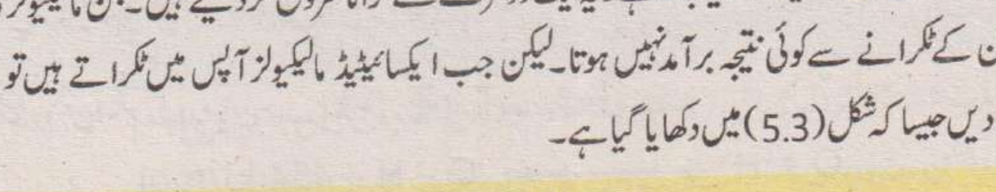
5.4 ری ایکشن کس طرح وقوع پذیر ہوتا ہے؟ (How does a Reaction take place?)

ایک ری ایکشن اس وقت وقوع پذیر ہوتا ہے جبکہ اس میں حصہ لینے والے ری ایکٹنز کے مالیکیولز آپس سے ٹکرا کر ٹرانزیشن سٹیٹ (Transition State) بناتے ہیں۔ آیئے اس سوال کا جواب حاصل کرنے کے لیے درج ذیل فرضی ری ایکشن کے وقوع پذیر ہونے پر غور کریں۔

$$A_2 + B_2 \longrightarrow 2AB$$

ری ایکٹنٹس A اور B ملانے سے پہلے ان کے مالیکیولز انفرادی طور پر حرکت کر رہے تھے یہ نہ صرف آپس میں ٹکراتے تھے بلکہ جس برتن میں موجود تھے اس کی دیواروں سے بھی ٹکراتے تھے۔ ان مالیکیولز کی انرجیز ایک جیسی نہیں تھیں۔ زیادہ تر مالیکیولز کی انرجیز اوسط تھیں جبکہ کچھ مالیکیولز کی انرجیز اوسط سے کم اور کچھ کی انرجیز اوسط سے زیادہ تھیں۔ جن مالیکیولز کی انرجیز اوسط سے زیادہ تھیں ان کو ایکسائیٹڈ (Excited) مالیکیولز کہتے ہیں۔

جب ان ری ایکٹنٹس کے مالیکیولز کو ملایا جاتا ہے تو یہ ایک دوسرے سے ٹکرانا شروع کر دیتے ہیں۔ جن مالیکیولز کی انرجیز اوسط یا اوسط سے کم ہوتی ہے ان کے ٹکرانے سے کوئی نتیجہ برآمد نہیں ہوتا۔ لیکن جب ایکسائیٹڈ مالیکیولز آپس میں ٹکراتے ہیں تو یہ عین ممکن ہے کہ وہ ٹرانزیشن سٹیٹ بنا دیں جیسا کہ شکل (5.3) میں دکھایا گیا ہے۔

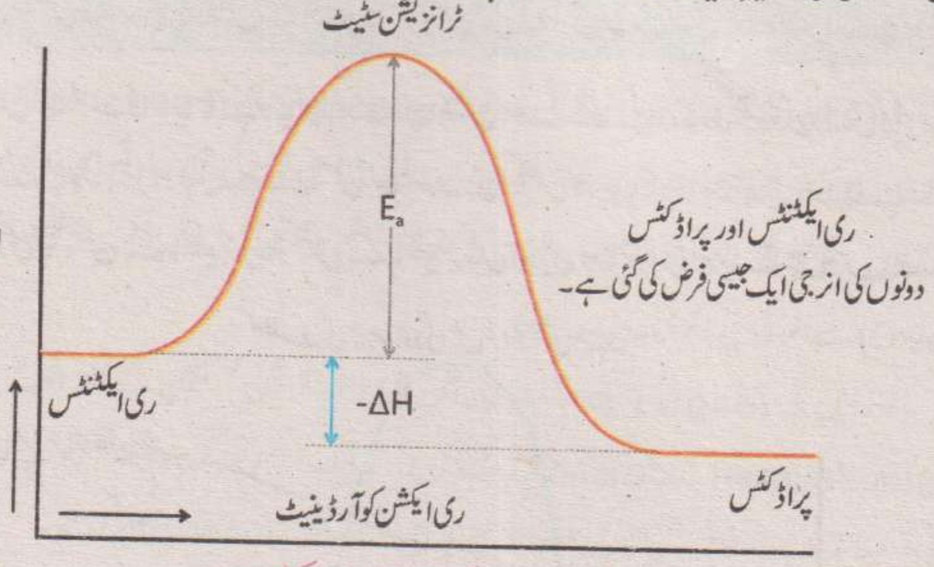


شکل (5.3) ری ایکٹنٹس سے ٹرانزیشن سٹیٹ کا بننا

بہت ہی مختصر وقفہ میں یہ ٹرانزیشن سٹیٹ یا تو ری ایکٹنٹس میں تبدیل ہو جاتی ہے یا پھر پراڈکٹس بنا دیتی ہے۔ شکل (5.3) میں دیئے گئے فرضی ری ایکشن کو ایک گراف کی شکل میں بھی دکھایا جا سکتا ہے۔ اس گراف کو انرجی پروفائل ڈایا گرام (Energy profile

(Diagram بھی کہا جاتا ہے اور یہ ری ایکشن کے دوران اپنائے گئے راستے اور انرجی کے درمیان بنایا جاتا ہے۔

دونوں ری ایکٹنٹس کی انرجیز کو ایک جیسا تصور کیا گیا ہے۔

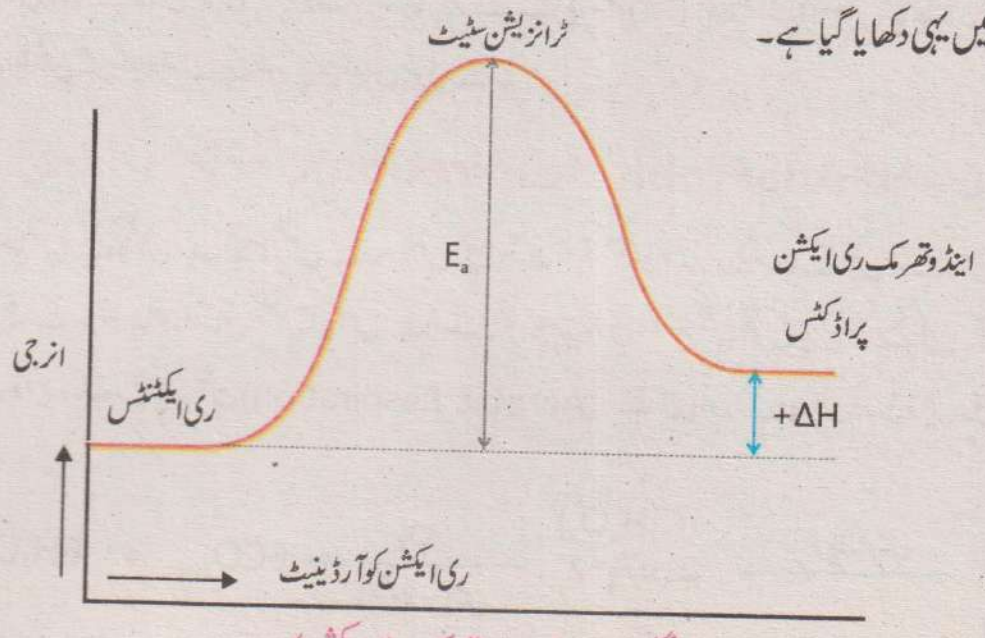


شکل (5.4) ایکسوتھرمک ری ایکشن کا راستہ

دلچسپ معلومات

اگر آپ کپڑے 30 ڈگری سینٹی گریڈ کی بجائے 60 ڈگری سینٹی گریڈ درجہ حرارت پر دھوئیں گے تو دگنی توانائی استعمال کریں گے۔ اسی طرح پرانے طرز کے روایتی بجلی کا بلب جلانے سے 90% فیصد توانائی حرارت کی شکل میں ضائع ہوجاتی ہے۔

ٹرانزیشن سٹیٹ کی انرجی ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس دونوں سے زیادہ ہوتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ اس حالت میں ری ایکٹنٹس کے مالیکیولز کے بانڈ زبتدریج ٹوٹ رہے ہوتے ہیں۔ ری ایکٹنٹس کے مالیکیولز ٹرانزیشن سٹیٹ بنانے کے لیے جتنی انرجی جذب کرتے ہیں اس کو ایکٹیویشن انرجی (Activation Energy) کہتے ہیں اور اسے E_a سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس میں جو انرجی کا فرق شکل (5.4) میں دکھایا گیا ہے وہ حرارت کی شکل میں باہر آجاتا ہے اور اس کو اینتھالپی آف ری ایکشن (ΔH) کہتے ہیں۔ شکل (5.4) میں ایک ایکسوتھرمک ری ایکشن کے راستے کو دکھایا گیا ہے۔ اسی طرح کا ایک گراف اینڈوتھرمک ری ایکشن کے لیے بھی بنایا جاسکتا ہے۔ شکل (5.5) میں یہی دکھایا گیا ہے۔



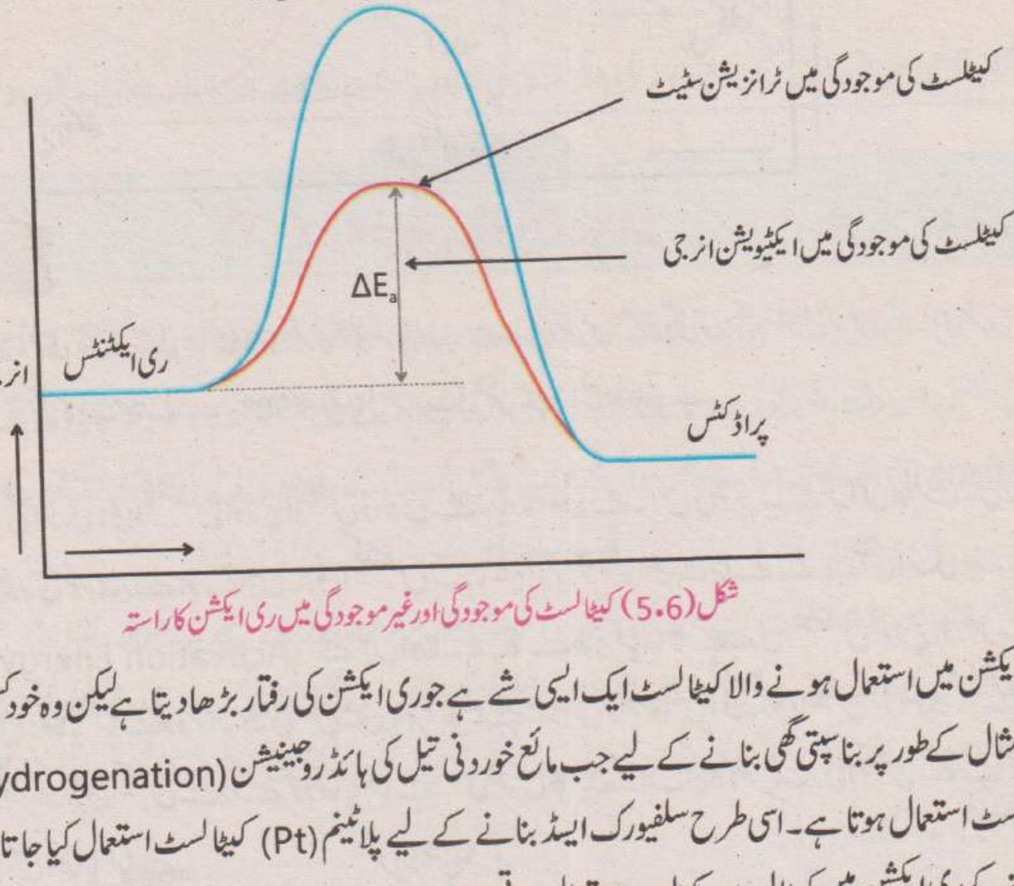
شکل (5.5) اینڈوتھرمک ری ایکشن کا راستہ

مشق

1۔ کیا انرجی پروفائل ڈایا گرامز مفید ہیں؟

2۔ ایک ایسی فرضی ری ایکشن کی انرجی پروفائل ڈایا گرام بنائیں جس میں نہ انرجی جذب ہوتی ہو اور نہ ہی خارج ہوتی ہو؟

جب کسی ری ایکشن میں کیٹالسٹ ڈالا جاتا ہے تو یہ کیٹالسٹ ری ایکشن ہونے کے لیے درکار ایکٹیویشن انرجی کو کم کر دیتا ہے جس سے ری ایکشن کے وقوع پذیر ہونے کی رفتار تیز ہو جاتی ہے۔ دراصل کیٹالسٹ ری ایکشن کا اپنایا گیا راستہ تبدیل کر دیتا ہے۔ ایکٹیویشن انرجی کم ہونے سے زیادہ سے زیادہ ری ایکٹنٹس کے مالیکیولز پراڈکٹس کے مالیکیولز میں تبدیل ہونا شروع ہو جاتے ہیں جس سے ری ایکشن کی رفتار بڑھ جاتی ہے شکل (5.6)۔



شکل (5.6) کیٹالسٹ کی موجودگی اور غیر موجودگی میں ری ایکشن کا راستہ

ری ایکشن میں استعمال ہونے والا کیٹالسٹ ایک ایسی شے ہے جو ری ایکشن کی رفتار بڑھا دیتا ہے لیکن وہ خود کسی کیمیائی تبدیلی کا شکار نہیں ہوتا۔ مثال کے طور پر بناسپتی گھی بنانے کے لیے جب مائع خوردنی تیل کی ہائڈروجینیشن (Hydrogenation) کی جاتی ہے تو نکل (Ni) کیٹالسٹ استعمال ہوتا ہے۔ اسی طرح سلفیورک ایسڈ بنانے کے لیے پلاٹینم (Pt) کیٹالسٹ استعمال کیا جاتا ہے۔ جبکہ کلورین گیس اوزون ٹوٹنے کے ری ایکشن میں کیٹالسٹ کے طور پر استعمال ہوتی ہے۔

5.5 ایروبک اور این ایروبک ریسپائریشن (Aerobic and Anaerobic Respiration)

جانداروں میں سانس لینے کا عمل ایک لگاتار عمل ہے۔ سانس لیتے وقت ہم آکسیجن اندر لے کر جاتے ہیں جبکہ کاربن ڈائی آکسائڈ باہر نکالتے ہیں۔ سانس لینے کے ساتھ ساتھ انسانی جسم میں اس سے منسلک کئی پیچیدہ ری ایکشنز بھی وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ آکسیجن کی موجودگی میں سانس لینے کے عمل کو ایروبک ریسپائریشن (Aerobic Respiration) کہتے ہیں اور اس دوران درج ذیل ری ایکشنز وقوع پذیر ہوتے ہیں۔

گلوکوز $(C_6H_{12}O_6)$ $\xrightarrow{\text{سائٹوپلازم میں}}$ 2-پائروویٹ $(C_3H_4O_3)$ + انرجی $\xrightarrow[\text{مائٹوکونڈریا میں}]{O_2}$ $6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$ + انرجی

گلائی کولیسز (Glycolysis)

گلائی کولیسز کے دوران گلوکوز کا ایک مالیکیول پائی رووِیٹ (Pyruvate) کے دو مالیکیولز میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ اس عمل کے دوران کئی ری ایکشنز وقوع پذیر ہوتے ہیں جن میں این زائم (Enzymes) کیٹالسٹ کے طور پر استعمال ہوتے ہیں۔ ان ری ایکشنز کے نتیجے میں دو اے ٹی پی (2ATP) یعنی ایڈاینوسائن ٹرائی فاسفیٹ (Adenosine Triphosphate) مالیکیولز بنتے ہیں۔

جب ہمارے جسم کے سیلز (cells) کو غذا جزو بدن بنانے کے لیے توانائی درکار ہوتی ہے وہ ان اے ٹی پی کو استعمال کر کے توانائی حاصل کرتے ہیں۔ جو خوراک ہم کھاتے ہیں وہ ہمارے جسم میں ہضم ہو کر جذب ہو جاتی ہے۔ یہ خوراک پھر سیلز میں پہنچ کر آکسی ڈیشن (Oxidation) سے انرجی پیدا کرتی ہے۔

بیکٹیریا اور ایل جی (algae) ایسے جاندار ہیں جن میں ریسپائریشن آکسیجن کے بغیر وقوع پذیر ہوتا ہے اور اس کو این روبک ریسپائریشن (Anaerobic Respiration) کہتے ہیں۔ یہ ایک ایکسوتھرمک ری ایکشن ہے اور اس ری ایکشن کے دوران گلوکوز کاربن ڈائی آکسائڈ اور ایتھانول میں تبدیل ہو جاتا ہے اور اس کے ساتھ حرارت خارج ہوتی ہے۔

گلوکوز$_{(s)}$ —(سائٹوپلازم میں)→ پائی رووِیٹ + انرجی —(آکسیجن کے بغیر / ییسٹ)→ $C_2H_5OH_{(l)} + CO_{2(g)}$ + انرجی

لپڈز (Lipids) آرگینک کمپاؤنڈز کا ایک گروپ ہے جس میں چربی دار اشیا، موم اور سٹی رولز (Sterols) وغیرہ شامل ہیں۔ یہ ہمارے جسم میں توانائی حاصل کرنے کے ذخیرہ کے طور پر استعمال ہوتے ہیں۔ ہمارے جسم کو درکار آدھی توانائی کے حصول کے لیے لپڈز کو ایندھن کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ اگر آپ دن میں زیادہ خوراک لیتے ہیں تو یہ زائد خوراک ایڈی پوز (Adipose) عضلات میں لپڈز کے طور پر محفوظ ہو جاتی ہے۔ کھانا کھانے کے درمیانی وقفہ میں یا ورزش کے دوران ہمارے جسم کی توانائی کی ضروریات اسی ذخیرہ سے پوری ہوتی ہیں۔ گلوکوز گلائکوجن (Glycogen) کی صورت ہمارے جگر اور پٹھوں میں توانائی کے ذخیرہ کے طور پر محفوظ ہو جاتا ہے۔

اہم نکات

1. زیر مطالعہ آنے والی ہر طبعی اور کیمیائی تبدیلی سسٹم کہلاتی ہے اور ہر وہ شے جو اس سسٹم کا حصہ نہیں وہ سرآؤنڈنگ کہلاتی ہے۔
2. معیاری ٹمپریچر اور پریشر پر کسی سسٹم میں موجود ہیٹ کی ٹوٹل مقدار کو ہیٹ کانٹینٹ کہتے ہیں۔ کسی سسٹم کی اینتھالپی کی مقدار کو بھی ہیٹ کانٹنٹ کہتے ہیں۔
3. ری ایکشن کی سٹینڈرڈ اینتھالپی، اینتھالپی میں اُس تبدیلی کو کہتے ہیں جو ری ایکٹنٹس کے پراڈکٹس میں تبدیل ہونے سے وقوع پذیر ہوتی ہے۔ اس تبدیلی میں یہ ضروری ہے کہ ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس دونوں اپنی اپنی سٹینڈرڈ سٹیٹس میں ہوں۔
4. وہ ری ایکشنز جن کے وقوع پذیر ہونے سے حرارت خارج ہو ایکسوتھرمک ری ایکشنز کہلاتے ہیں اور جن ری ایکشنز کے وقوع پذیر ہونے سے حرارت جذب ہو اینڈوتھرمک ری ایکشنز کہلاتے ہیں۔
5. کیمیائی ری ایکشنز کے دوران بانڈز بنتے بھی ہیں اور ٹوٹتے بھی ہیں۔

6 جب کمزور بانڈز ٹوٹیں اور مضبوط بانڈز بنیں تو ری ایکشن مجموعی طور پر ایکسوتھرمک ہوتا ہے۔ اگر اس کے برعکس ہو تو ری ایکشن اینڈوتھرمک ہوگا۔

7 ایک کیمیائی ری ایکشن اس وقت وقوع پذیر ہوتا ہے جب ری ایکٹنٹس کے مالیکیولز یا ایٹمز آپس میں ٹکرا کر ٹرانزیشن سٹیٹ بنائیں جو بعد میں پراڈکٹس میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔

8 ری ایکٹنٹس کے ایٹمز یا مالیکیولز کو ٹرانزیشن سٹیٹ میں تبدیل ہونے کے لیے جو انرجی درکار ہوتی ہے اس کو ایکٹیویشن انرجی کہتے ہیں۔

9 کسی ری ایکشن میں حصہ لینے والے ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس کے درمیان جو انرجی کا فرق ہو اسے ری ایکشن کی اینتھالپی چینج کہتے ہیں۔

10 اگر ری ایکٹنٹس کی انرجی پراڈکٹس سے کم ہو تو ری ایکشن ایکسوتھرمک ہوتا ہے اور اگر اس کے برعکس ہو تو ری ایکشن اینڈوتھرمک ہوگا۔

11 کسی ری ایکشن میں حصہ لینے والا کیٹالسٹ اس ری ایکشن کے وقوع پذیر ہونے کی رفتار بڑھا دیتا ہے کیونکہ وہ اس ری ایکشن کی ایکٹیویشن انرجی کو کم کر دیتا ہے۔

12 انسانوں میں موجود ریسپائریشن آکسیجن کی موجودگی میں ہوتا ہے اور اسے ایروبک ریسپائریشن کہتے ہیں جبکہ بعض حیاتیات میں یہ عمل آکسیجن کی غیر موجودگی میں بھی ہوتا ہے۔ جسے اینا روبک ریسپائریشن کہتے ہیں۔

مشقی سوالات

1- صحیح جواب پر ٹک (✓) کریں۔

(i) ذیل میں درج ری ایکشن ایک ایکسوتھرمک ری ایکشن ہے۔ اس ری ایکشن میں حصہ لینے والے ہائڈروجن اور کلورین میں موجود بانڈز کو توڑنے کے لیے انرجی کہاں سے آتی ہے؟

$$H_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{سورج کی روشنی}} 2HCl$$

(الف) ری ایکٹنٹس کے مالیکیولز کے درمیان ٹکراؤ سے
(ب) سورج کی روشنی سے
(ج) سراؤنڈنگ سے
(د) ری ایکٹنٹس کے مالیکیولز اور برتن کی دیواروں کے ساتھ ٹکرانے سے

(ii) ذیل میں درج ری ایکشنز میں سے کس ری ایکشن کی ایکٹیویشن انرجی سب سے کم ہوگی؟

(الف) $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$

(ب) $C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$

(ج) $NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$

(د) $H_{2(g)} + I_{2(s)} \longrightarrow 2HI_{(g)}$

(iii) کون سا ہائڈروجن ہیلائڈ اینڈوتھرمک ری ایکشن کے نتیجہ میں بنتا ہے؟

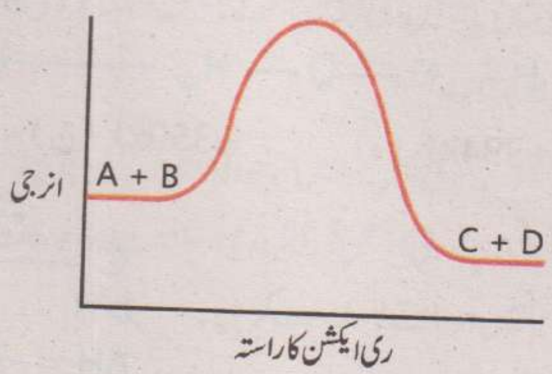
(الف) HCl
(ب) HF
(ج) HBr
(د) HI

(iv) اینا روبک ریسپائریشن کے پراڈکٹس کیا ہوتے ہیں؟

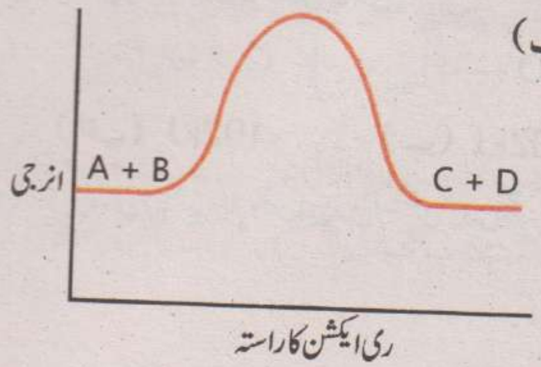
(الف) اے ٹی پی(ATP) + CO_2 + H_2O
(ب) CO_2 + H_2O
(ج) اے ٹی پی(ATP) + ایتھانول + H_2O
(د) ایتھانول + H_2O

(v) ذیل میں دی گئی ری ایکشن پروفائلز میں سے کون سی پروفائل ایک ریورسیبل ری ایکشن کی نمائندگی کرتی ہے؟

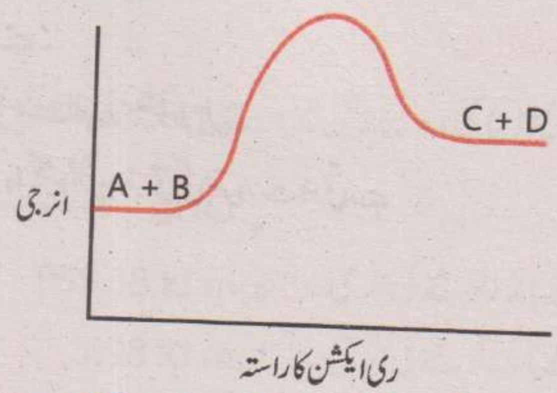
(الف)



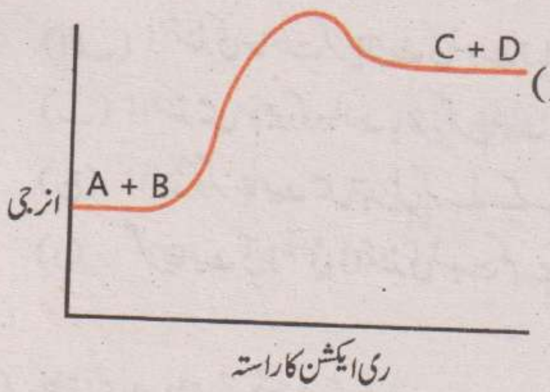
(ب)



(ج)



(د)



(vi) جب کوئی کیمیائی ری ایکشن ایکسوتھرمک ہو تو ری ایکشن کے بارے میں یہ ہمیں کیا بتاتا ہے؟

(الف) ری ایکشن کے دوران ٹوٹنے والے بانڈز بننے والے بانڈز سے کمزور ہیں۔

(ب) ری ایکشن کے دوران ٹوٹنے والے بانڈز بننے والے بانڈز سے مضبوط ہیں۔

(ج) ری ایکشن کا ایکسوتھرمک ہونا بانڈز بننے یا ٹوٹنے سے متعلق نہیں ہے۔

(د) یہ ہمیں بتاتا ہے کہ ری ایکٹنٹس، پراڈکٹس سے زیادہ سٹیبل ہیں۔

(vii) جب سوڈیم ہائڈرو آکسائڈ کو ہائڈروکلورک ایسڈ سے ملایا جاتا ہے تو سسٹم کا درجہ حرارت بڑھ جاتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ یہ ری ایکشن:

(الف) اینڈوتھرمک ہے اور اس کی اینتھالپی چینج مثبت ہے۔

(ب) اینڈوتھرمک ہے اور اس کی اینتھالپی چینج منفی ہے۔

(ج) ایکسوتھرمک ہے اور اس کی اینتھالپی چینج مثبت ہے۔

(د) ایکسوتھرمک ہے اور اس کی اینتھالپی چینج منفی ہے۔

(viii) C-H بانڈز کی اوسط بانڈ ٹوٹنے کی انرجی $412\ kJmol^{-1}$ ہے۔ ذیل میں درج کون سے ری ایکشن کی اینتھالپی چینج 412 $kJmol^{-1}$ کے قریب ہوگی؟

(الف) $CH_{4(g)} \longrightarrow C_{(s)} + 2H_{2(g)}$

(ب) $CH_{4(g)} \longrightarrow C_{(g)} + 2H_{2(g)}$

(ب) $CH_{4(g)} \longrightarrow CH_{3(g)} + H_{(g)}$

(د) $CH_{4(g)} \longrightarrow CH_{3(g)} + H_{(g)}$

(ix) O-O اور O=O بانڈز ٹوٹنے کی انرجیز بالترتیب $146\ kJmol^{-1}$ اور $496\ kJmol^{-1}$ ہیں۔ ذیل میں درج ری ایکشن کی اینتھالپی میں تبدیلی kJ میں نکالیں۔

$$H—O—O—H_{(g)} \longrightarrow H—O—H_{(g)} + \frac{1}{2}\ O{=}O_{(g)}$$

(الف) -102kJ (ب) +102kJ (ج) +350kJ (د) +394kJ

(x) ذیل میں دیا گیا اینڈوتھرمک ری ایکشن کیوں وقوع پذیر نہیں ہوتا۔

$$\underset{\text{ڈائمنڈ}}{C} \longrightarrow \underset{\text{گریفائٹ}}{C}$$

$\Delta H = -3\ kJ\ mol^{-1}$

(الف) ڈائمنڈ کی ساخت گریفائیٹ کی نسبت زیادہ سٹیبل ہے۔

(ب) ڈائمنڈ میں موجود کوویلنٹ بانڈز گریفائیٹ کے بانڈز کی نسبت بہت مضبوط ہیں

(ج) ڈائمنڈ کو گریفائیٹ میں تبدیل کرنے کے لیے بہت زیادہ ایکٹیویشن انرجی کی ضرورت ہوتی ہے

(د) گریفائیٹ کی ڈینسٹی ڈائمنڈ کی نسبت کم ہے

2۔ مختصر سوالات

(i) اینتھالپی اور اینتھالپی چینج میں کیا فرق ہے؟

(ii) بانڈ کا ٹوٹنا ایک اینڈوتھرمک عمل کیوں ہے؟

(iii) ذیل میں درج ری ایکشن کی ٹرانزیشن سٹیٹ کی ساخت لکھیں؟

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

(iv) دو ایسے ایکسوتھرمک ری ایکشنز کی انرجی پروفائلز بنائیں جن میں سے ایک ری ایکشن دوسرے سے زیادہ تیز وقوع پذیر ہوتا ہے؟

(v) ہمارے جسم میں گلائی کوجن (Glycogen) کیا کام کرتی ہے؟

3۔ تعمیری فکر پر مبنی سوالات (Constructed Response Questions)

(i) عام زندگی میں ہونے والی طبعی تبدیلیاں نیچے لکھی گئی ہیں۔ لکھیے کہ ان میں سے کون سی تبدیلیاں ایکسوتھرمک اور کون سی اینڈوتھرمک ہیں؟

فزیکل چینج	ایکسوتھرمک یا اینڈوتھرمک	فزیکل چینج	ایکسوتھرمک یا اینڈوتھرمک
میٹلز کا اپنے میں سے بجلی گذارنا		ہائڈریٹڈ سالٹ کا این ہائڈرس سالٹ میں تبدیل ہونا	
امونیم کلورائڈ کا پانی میں حل ہونا		کاغذ کا جلنا	
بادلوں سے بارش کا بننا		مائع نائٹروجن کا بخارات بننا	
سوڈیم کاربونیٹ کا پانی میں حل ہونا		ڈرائی آئس کا بخارات بننا	

(ii) اس بات کی وضاحت کریں کہ ہوا میں موجود نائٹروجن اور آکسیجن عام حالات میں کیوں ری ایکشن نہیں کرتیں؟ لیکن آسمانی بجلی کی موجودگی میں یہ گیسیں ری ایکشن کر کے نائٹرک آکسائڈ (NO) بناتی ہیں۔ لیکن جیسے ہی آسمانی بجلی چمکنا بند ہوتی ہے یہ ری ایکشن بھی ختم ہو جاتا ہے؟

(iii) قدرتی گیس یا سوئی گیس ہوا میں موجود آکسیجن سے کوئی ری ایکشن نہیں کرتی جب تک اسے دیا سلائی نہ دکھائی جائے۔ جب دیا سلائی دکھائی جاتی ہے تو ری ایکشن فوراً شروع ہو جاتا ہے اور اس وقت تک جاری رہتا ہے جب تک ری ایکٹنٹس میں سے ایک یا دونوں بالکل ختم نہیں ہو جاتے؟ وضاحت کریں۔

4۔ تفصیلی سوالات

(i) دیئے گئے ڈیٹا کی مدد سے ذیل میں درج ری ایکشن کی اینتھالپی چینج (ΔH) معلوم کریں؟

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)}$$

N_2 کے بانڈز ٹوٹنے کی انرجی = $958.38\ kJ\ mol^{-1}$

O_2 کے بانڈز ٹوٹنے کی انرجی = $498\ kJ\ mol^{-1}$

NO کے بانڈ بننے سے ملنے والی انرجی = $-626\ kJ\ mol^{-1}$

(ii) ہیٹ اور اینتھالپی میں فرق کی وضاحت کریں؟

(iii) بانڈ کا بننا ہمیشہ ایکسوتھرمک عمل کیوں ہوتا ہے؟

(iv) ہمارے جسم میں لپڈز کے رول کی وضاحت کریں؟

(v) ذیل میں درج ٹرمز (terms) کی وضاحت کریں؟

ایکٹیویشن انرجی، ٹرانزیشن سٹیٹ، اور ایروبک ریسپائریشن

5۔ تحقیقی سوالات (Investigative Questions)

(i) ہم کچھ غذائی اجناس پکا کر کھاتے ہیں جبکہ کچھ کچی ہی کھائی جاتی ہیں۔ ایسا کیوں ہے؟

(ii) آتش بازی اتنی خوبصورت کیوں نظر آتی ہے؟ اس عمل کے دوران کون سے کیمیائی ری ایکشنز وقوع پذیر ہوتے ہیں؟