مفت تقسیم کے لیے

باب
1

# کیمیائی توازن

**وقت کی تقسیم**

تدریسی پیریڈز = 12
تشخیصی پیریڈز = 02
سلیبس میں حصہ = 12%

## بنیادی تصورات:

1.1 رجعی (دوطرفہ) تعامل اور متحرک توازن
1.2 قانون عمل کمیت اور توازن کے مستقل کی مساوات
1.3 توازن کا مستقل اور اکائیاں
1.4 توازن کے مستقل کی اہمیت

## حاصلاتِ تعلم:

**طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہو جائیں گے کہ:**

- کیمیائی توازن کو رجعی (دوطرفہ) تعامل کے تناظر میں بیان کر سکیں گے۔ (مطلب سمجھنا)
- آگے (Forward) اور پیچھے (Reverse) کے سمتوں میں تعاملات لکھیں اور ان کی اہم (Macro) خصوصیات کی وضاحت کر سکیں گے۔ (اطلاق کرنا)
- قانون عمل کمیت (Law of mass action) کی وضاحت کر سکیں گے۔ (مطلب سمجھنا)
- توازن کے مستقل کی مساوات اور اکائیاں اخذ کر سکیں گے۔ (اطلاق کرنا)
- توازن کی لازمی شرائط بیان کر سکیں گے اور وہ طریقے جن سے توازن کی پہچان ہو سکے بیان کر سکیں گے۔ (مطلب سمجھنا)
- کسی بھی تعامل کے لیے توازن کے مستقل کی مساوات بیان کر سکیں گے۔ (یاد رکھنا)

Sindh Textbook Board Jamshoro

## تعارف

آپ جانتے ہیں کہ ہمارے ارد گرد بہت سی کیمیائی اور طبعی تبدیلیاں ہورہی ہوتی ہیں جو کیمیائی تعاملات کی وجہ سے ہوسکتی ہیں۔ ان تعاملات میں متعاملات ایک یا ایک سے زیادہ حاصلات میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ تعاملات دو طرفہ (Reversible) ہوتے ہیں۔ مثلاً عملِ تکثیف (Condensation)، عملِ تبخیر (Evaporation)، عملِ جماؤ (Freezing) اور عملِ پگھلاؤ (Melting) جب کہ کچھ تعاملات غیر رجعی (ایک طرفہ) بھی ہوتے ہیں مثلاً عملِ احتراق (Combustion) اور زنگ لگنا (Rusting) وغیرہ۔ دو طرفہ کیمیائی تعاملات کبھی بھی مکمل نہیں ہوتے ہیں کیونکہ متعاملات تعامل کرکے حاصلات بناتے ہیں اور پھر یہی حاصلات دوبارہ تعامل کرکے متعاملات بنالیتے ہیں اس طرح یہ تعاملات آگے اور پیچھے کی سمتوں میں عمل کرتے رہتے ہیں۔ اس طرح کی مستقل تعاملات میں ایک ایسا مقام آتا ہے جہاں فاورڈ تعاملات کی شرح ریورس تعاملات کی شرح کے برابر ہو جاتی ہے اور یہ مقام کیمیائی توازن کہلاتا ہے۔ اس باب میں ہم کیمیائی توازن کے بارے میں تفصیل سے پڑھیں گے۔

شکل 1.1 رجعی اور غیر رجعی تبدیلیاں

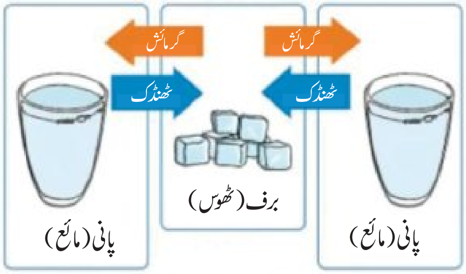
### کیا آپ جانتے ہیں؟

**ہمارے جسم میں توازن**

ہماری روزمرہ زندگی میں ہمارے جسم میں بھی توازن کا عمل ہورہا ہوتا ہے۔ ہمارے جسم میں ہیموگلوبن میکرو مالیکیول کے طور پر آکسیجن کی فراہمی کا ذمہ دار ہوتا ہے اور ہیموگلوبن کے بغیر زندگی کا تصور ناممکن ہے۔ ہیموگلوبن کا کام نہ صرف آکسیجن جذب کرنا ہے بلکہ خارج کرنا بھی ہے اور یہ تبدیلیاں بغیر کیمیائی توازن کے ناممکن ہیں۔

## 1.1 رجعی تعامل اور متحرک توازن (Reversible Reaction and Dynamic Equilibrium)

جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ تعاملات جو کبھی مکمل نہیں ہوتے اور آگے (Forward) اور پیچھے (Reverse) سمتوں میں تعامل کرتے ہیں، جیسا کہ برف کا پگھل کر پانی بننا اور اُسی پانی کا جم کر برف بن جانا رجعی تعامل کی ایک مثال ہے۔




شکل 1.2 رجعی تعامل

Sindh Textbook Board Jamshoro

کیمیائی تعامل وہ کیمیائی تبدیلی ہے جس میں متعاملات اور حاصلات کارفرما ہوتے ہیں مثلاً ہائیڈروجن اور آکسیجن گیس کے ملنے سے پانی کا بننا یا سوڈیم بائی کاربونیٹ سے سوڈیم کاربونیٹ، پانی اور کاربن ڈائی آکسائیڈ میں تحلیل ہونا وغیرہ۔ کیمیائی تعامل بنیادی طور پر تعاملات اور حاصلات پر مبنی ہوتا ہے جسے تیر کے نشان سے الگ دکھایا جاتا ہے۔

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

متعاملات ↓ (2NaHCO₃) — حاصلات ↓ ($Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$)

کسی بھی تعامل کی سمت تیر کے نشان سے ظاہر کی جا سکتی ہے جیسا کہ ایک تیر کا نشان (→) ایک طرف تعامل کی نشاندہی کرتا ہے جب کہ دو تیر کے نشان (⇌) دوطرفہ تعامل کی نشاندہی کرتے ہیں اور یہ تعامل کبھی مکمل نہیں ہوتا ہے۔ دوطرفہ تعامل میں فارورڈ (Forward) اور ریورس (Reverse) عمل ہوتے ہیں یہ الگ بات ہے کہ تعامل کس سمت میں عمل کرے گا اس کا انحصار تعامل کی شرائط پر ہے۔

شکل 1.3 امونیا کو بنانے کے لیے F. Haber اور R.L.Rossignol کی طرف سے استعمال کئے گئے آلات (1908) میں لیبارٹری اپریٹس ڈزائن کیا تھا۔

مثال کے طور پر امونیا کی تیاری میں نائٹروجن گیس کا ایک مول ہائیڈروجن گیس کے تین مول کے ساتھ تعامل کرتے ہیں اور امونیا گیس کے دو مول بناتے ہیں۔ امونیا گیس کے اس تعامل کو Forward تعامل کہتے ہیں۔

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$$

جب کہ اس کے برعکس امونیا گیس کے دو مول نائٹروجن کے ایک مول اور ہائیڈروجن کے تین مول بناتا ہے اس تعامل کو Reverse تعامل کہتے ہیں۔

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longleftarrow 2NH_{3(g)}$$

جب یہ دونوں تعاملات دوطرفہ تعامل کی صورت میں عمل پذیر ہوتے ہیں تو انہیں مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاتا ہے۔

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$$

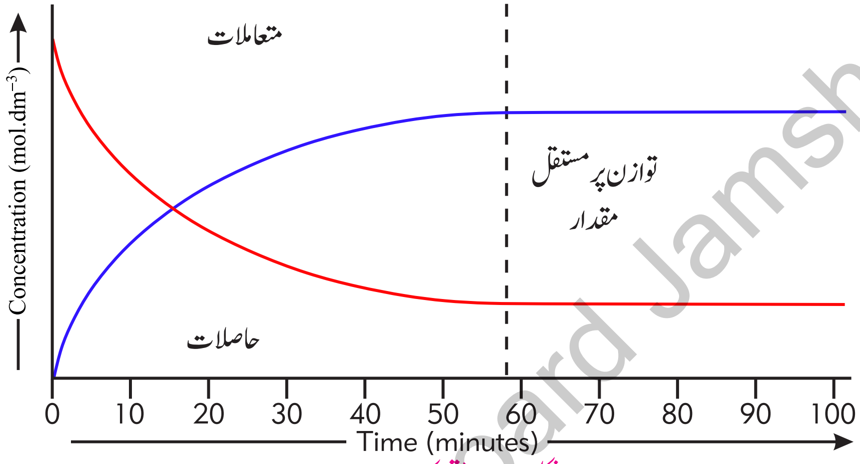
آپ جانتے ہیں کہ Equilibrium کے معنی توازن کے ہیں۔ توازن کا عمل ہمارے اردگرد ہو رہا ہوتا ہے۔ تعامل کی شرح متعاملات کے ارتکاز پر منحصر ہوتی ہے۔ تعامل کے ابتدا میں متعاملات کی مقدار زیادہ ہوتی ہے اس لیے حاصلات کے حصول کی شرح بھی زیادہ ہوتی ہے۔ جیسے جیسے متعاملات کی مقدار کم ہوتی ہے اسی طرح حاصلات کی شرح بھی کم ہو جاتی ہے جب کہ مجموعی حاصلات کے بننے کی شرح بڑھ جاتی ہے، کچھ وقت گزرنے کے بعد تعاملات اور حاصلات کے ارتکاز کی شرح مستقل ہو جاتی ہے اور یہ مقام متحرک توازن (Dynamic equilibrium) کہلاتا ہے یہاں

**Forward تعامل کی شرح = Reverse تعامل کی شرح**



Sindh Textbook Board Jamshoro

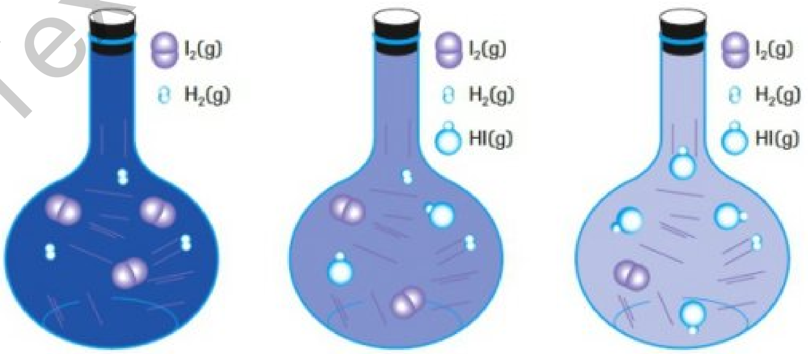
رجعی (دو طرفہ) تعاملات میں متحرک توازن (Dynamic equilibrium) تعامل کے مکمل ہونے سے پہلے قائم ہو جاتا ہے۔ کیوں کہ Forward اور Reverse تعاملات کی شرح توازن کے نقطے پر پہنچنے پر برابر ہو جاتے ہیں۔ مندرجہ ذیل گراف وقت اور ارتکاز (Concentration) کے درمیان ہے جہاں متعاملات اور حاصلات کی ارتکاز، توازن پر مستقل ہو جاتا ہے۔




شکل 1.4 متحرک توازن

ہائیڈروجن اور آئیوڈین کا بند نظام میں تعامل کر کے ہائیڈروجن آئیوڈائڈ بننے کی مثال میں توازن پر آنے سے پہلے ابتدائی طور اسی تعامل میں ہائیڈروجن اور آئیوڈین کا ارتکاز زیادہ ہوتا ہے اور جیسے جیسے ہائیڈروجن آئیوڈائڈ بنتا جاتا ہے ان کی ارتکاز کم ہوتی جاتی ہے۔ ہائیڈروجن آئیوڈائڈ بننے کا ارتکاز آگے (→) کے تعاملات میں بڑھتا ہے اور اسی وجہ سے تعامل دوبارہ (←) ہونے کی صلاحیت رکھتا ہے۔

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




شکل 1.5 ہائیڈروجن آئیوڈین کا توازن سسٹم

یہی وجہ ہے کہ جب دو طرفہ تعاملات عمل پذیر ہوتے ہیں تو اس میں قابل مشاہدہ تبدیلی دیکھنے میں نہیں آتی ہے لیکن تعامل مکمل نہیں ہوتا اور متحرک توازن (Dynamic equilibrium) قائم ہو جاتا ہے۔



Sindh Textbook Board Jamshoro

### رجعی (دوطرفہ) تعاملات کی اہم خصوصیات
### (Macroscopic Characteristics of Forward & Reverse Reaction)

#### پیش تعامل (Forward Reaction)

1. یہ تعاملات بائیں سے دائیں جانب عمل پذیر ہوتے ہیں۔
2. متعاملات ہی حاصلات بناتے ہیں (Reactants → Products)۔
3. تعاملات کے ابتدائی مرحلے میں متعاملات کی شرح زیادہ ہوتی ہے اور بتدریج کم ہوتی جاتی ہے۔

#### رجعت پذیر تعامل (Reverse Reaction)

1. یہ تعاملات دائیں سے بائیں جانب عمل پذیر ہوتے ہیں۔
2. ان تعاملات میں حاصلات سے متعاملات بنائے جاتے ہیں (Reactants ← Products)۔
3. تعاملات کے ابتدائی مرحلے میں تعاملات کی شرح کم ہوتی ہے اور بتدریج بڑھتی جاتی ہے۔

### متحرک توازن کی اہم (میکرواسکوپک) خصوصیات

1. متحرک توازن کو صرف بند سسٹم (جس میں متعاملات یا حاصلات داخل یا خارج نہ ہوسکے) میں ہی حاصل کیا جاسکتا ہے۔
2. متحرک توازن میں متعاملات اور حاصلات کے ارتکاز کی شرح مستقل رہتی ہے۔
3. متحرک توازن میں دوطرفہ تعاملات کے عمل کی شرح برابر اور مخالف سمتوں میں واقع ہوتی ہے۔
4. متحرک توازن دوطرفہ تعاملات میں تعامل کی مساوات کے کسی بھی طرف کے جانب قائم ہوسکتا ہے۔
5. متحرک توازن کی حالت میں خلل ڈالا جاسکتا ہے اور دوبارہ (ارتکاز، دباؤ اور درجہ حرارت) کے تحت حاصل بھی کیا جاسکتا ہے۔

#### اپنا جائزہ لیں

مندرجہ ذیل دوطرفہ تعاملات کے لیے فارورڈ اور ریورس تعاملات لکھیں:

$$N_2 (g) + O_2 (g) \rightleftharpoons 2NO (g)$$

$$2SO_2 (g) + O_2 (g) \rightleftharpoons 2SO_3 (g)$$

$$COCl_2 (g) \rightleftharpoons CO (g) + Cl_2 (g)$$

## 1.2 قانون برائے کمیتی عمل (Law of Mass Action)

قانون برائے ماس ایکشن کے مطابق "کسی تعامل میں عمل کرنے کے شرح اس کے عامل کمیت کے براہ راست متناسب ہوتی ہے۔"

قانون برائے ماس ایکشن کے مطابق کیمیائی توازن کی حالت میں متعاملات اور حاصلات کے ارتکاز کی شرح مستقل رہتی ہے۔

اسی قانون کو ایک مفروضاتی دوطرفہ تعامل کے ذریعے واضح کیا جاسکتا ہے۔

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$



Sindh Textbook Board Jamshoro

قانون برائے ماس ایکشن کے مطابق کسی بھی کیمیائی تعامل کی شرح متعاملات اور حاصلات کے براہ راست متناسب ہوتی ہے۔
سب سے پہلے ہم فارورڈ ریئکشن میں دیکھتے ہیں کہ A اور B متعاملات ہیں اور "a" اور "b" مولز کی تعداد ہیں۔ لٰہذا قانون کے مطابق متعامل کی شرح مندرجہ ذیل ہوگی۔

$$R_f \ \alpha \ [A]^a [B]^b$$

$$R_f = k_f [A]^a [B]^b$$

یہاں "$k_f$" فارورڈ ریئکشن کا مستقل ہے۔
اسی طرح ریورس ریئکشن C اور D حاصلات کے مولر ارتکاز کے براہ راست متناسب ہے اور "c" اور "d" مولز کی وہ تعداد ہے جو کیمیائی تعامل کو متوازن کرنے کے لیے ضروری ہے۔

$$R_r \ \alpha \ [C]^c [D]^d$$

$$R_r = k_r [C]^c [D]^d$$

یہاں kr ریورس ریئکشن کا مستقل ہے۔ آپ جانتے ہیں کہ کسی کیمیائی تعامل میں کیمیائی توازن کے لیے فارورڈ اور ریورس ریئکشن کی شرح کا برابر ہونا ضروری ہے۔ لٰہذا

$$R_f = R_r$$

Rf اور Rr کی قیمتیں رکھنے پر،

$$k_f [A]^a [B]^b = k_r [C]^c [D]^d$$

دائیں اور بائیں دونوں اطراف سے مستقل الگ کرنے پر مساوات درج ذیل ہوگی۔

$$\frac{kf}{kr} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

جب کہ

$$Kc = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

جیسا کہ پہلے بتایا گیا ہے کہ

$$Kc = \frac{kf}{kr}$$

**کیا آپ جانتے ہیں؟**

**ایکٹوماس کیا ہے؟**
کسی تعاملاتی مرکب میں مولز کافی یونٹ حجم کے لحاظ سے ارتکاز ایکٹوماس ہے۔ ایکٹوماس کی اکائی $mol\ dm^{-3}$ اور اس کی قیمت کو [ ] اسکوئر بریکٹ میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

اس لیے،

$$Kc = \frac{[\text{حاصلات}]}{[\text{متعاملات}]}$$

یہاں Kc توازن کا مستقل کہلاتا ہے۔
اس لیے ثابت ہوا کہ قانون برائے ماس ایکشن متعاملات اور حاصلات کے ایکٹوماس کی شرح کی وضاحت کرتا ہے۔ تمام دوطرفہ تعاملات اسی طریقے سے واضح کئے جا سکتے ہیں۔



Sindh Textbook Board Jamshoro

مثال نمبر 1:

سلفر ڈائی آکسائیڈ اور آکسیجن مل کر سلفر ٹرائی آکسائیڈ بناتے ہیں اس دو طرفہ تعامل کی مساوات مندرجہ ذیل ہے:

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$$

قانون برائے ماس ایکشن کے مطابق:

فارورڈ ریکشن کی شرح $= R_f = k_f [SO_2]^2 [O_2]$

ریورس ریکشن کی شرح $= R_r = k_r [SO_3]^2$

لہٰذا Kc توازن کے مستقل کے لیے مساوات ہو گی

$$Kc = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$$

اپنا جائزہ لیں:

- ایکٹوماس کی تعریف بیان کریں؟
- مندرجہ ذیل مفروضاتی تعامل کے لیے کوفیشنٹس کی پہچان کریں: $9X_{(g)} + Y_{3(g)} \rightleftharpoons 3X_3Y_{(g)}$
- مندرجہ ذیل تعاملات کی Kc معلوم کریں
  - $S_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)}$
  - $SO_{2(g)} + NO_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)} + SO_{3(g)}$
  - $NH_4Cl_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + HCl_{(l)}$

## 1.3 توازن کا مستقل اور اکائیاں (Equilibrium Constant & its Units)

توازن کا مستقل ہر تعامل کے ارتکاز کے ذریعے معلوم کیا جاسکتا ہے۔ کسی بھی تعامل میں جب تک وہ توازن تک نہ پہنچ جائے مستقل معلوم کیا جاتا ہے اور پھر اسے عددی قیمت میں رکھا جاتا ہے۔

ہم توازن کا مستقل حاصلات سے متعاملات تک کے ارتکاز کی شرح سے معلوم کر سکتے ہیں۔ کسی بھی تعامل میں متعاملات اور حاصلات کی توازن کے ارتکاز کے ذریعے Kc معلوم کیا جاسکتا ہے، Kc کی قیمت کا انحصار درجہ حرارت پر ہے لیکن متعاملات اور حاصلات کے ابتدائی ارتکاز پر اس کا اطلاق نہیں ہوتا ہے۔ توازن کے مستقل Kc کی اہم خصوصیات مندرجہ ذیل ہیں:

1. Kc کا صرف حالت توازن پر اطلاق ہوتا ہے۔
2. Kc متعاملات اور حاصلات کے ارتکاز کو $mol\text{-}dm^{-3}$ میں ظاہر کرتا ہے۔
3. Kc متعاملات اور حاصلات کے ارتکاز پر انحصار نہیں کرتا ہے۔
4. Kc درجہ حرارت کے ساتھ تبدیل ہو سکتا ہے۔
5. Kc متوازن کیمیائی مساوات کا کوفیشنٹ ہے جس کے مطابق ایک متوازن کیمیائی مساوات میں متعاملات و حاصلات کا ارتکاز Kc کے برابر ہوتی ہے۔
6. Kc توازن کا مقام ظاہر کرتا ہے یعنی اگر Kc کی قیمت ایک سے زیادہ ہو تو تعامل فارورڈ ہوگا اور اگر Kc کی قیمت ایک سے کم ہو تو یہ تعامل ریورس ہوگا۔
7. یاد رہے کہ Kc متعاملات سے حاصلات تک کی شرح ہے جو کیمیائی عمل کو ظاہر کرتی ہے۔

Sindh Textbook Board Jamshoro

توازن کی حالت میں:

**فارورڈ تعامل کی شرح = ریورس تعامل کی شرح**

اگر مساوات کے دونوں اطراف میں مولز کی تعداد برابر ہو تو Kc کی کوئی اکائی نہیں ہوگی کیونکہ Kc کی مساوات میں ارتکاز کی اکائیاں ایک دوسرے کو رد (Cancel) کردیں گی۔

مثلاً: مندرجہ ذیل تعامل میں

$$CO_{2(g)} + H_{2(g)} \leftrightharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(l)}$$

$$Kc = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]}$$

$$Kc = \frac{[mol.dm^{-3}][mol.dm^{-3}]}{[mol.dm^{-3}][mol.dm^{-3}]}$$ = کوئی اکائی نہیں.

اگر کسی تعامل میں مساوات کے دونوں اطراف مولز کی تعداد برابر نہ ہو تو Kc کی اکائی ہوگی مثلاً مندرجہ ذیل تعامل کی مساوات میں

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightharpoons 2NH_{3(g)}$$

$$Kc = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

$$Kc = \frac{[mol.dm^{-3}]^2}{[mol.dm^{-3}][mol.dm^{-3}]^3} = \frac{1}{[mol.dm^{-3}]^2} = mol^{-2}.dm^6$$

**حسابی مثال نمبر 1:**

جب نائٹروجن مونوآکسائیڈ گیس 230°C پر آکسیجن گیس کے ساتھ تعامل کرتے ہوئے نائٹروجن ڈائی آکسائیڈ گیس بناتی ہے تو مندرجہ ذیل دوطرفہ تعامل میں

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

توازن کی حالت میں حاصلات اور متعاملات کے ارتکاز بالترتیب

$[NO] = 0.0542\ mol.dm^{-3}$, $[O_2] = 0.127\ mol.dm^{-3}$, $[NO_2] = 15.5 mol.dm^{-3}$

ہے اسی درجہ حرارت پر توازن کا مستقل Kc معلوم کریں؟

**حل:**

حاصلات و متعاملات کے دیئے گئے ارتکاز

$$[NO] = 0.0542\ mol.dm^{-3}$$
$$[O_2] = 0.127\ mol.dm^{-3}$$
$$[NO_2] = 15.5\ mol.dm^{-3}$$



Sindh Textbook Board Jamshoro

توازن کی مساوات کے مطابق

$$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]}$$

دی گئی مساوات میں ارتکاز کی قیمتیں رکھیں

$$Kc = \frac{[15.5\ mol.dm^{-3}]^2}{[0.0542\ mol.dm^{-3}]^2[0.127\ mol.dm^{-3}]}$$

$$Kc = 6.44\times10^5\ mol^{-1}.dm^3$$

### حسابی مثال نمبر 2:

آئرن آئن اور کلورائیڈ آئن کے درمیان ہونے والے تعامل

$$Fe^{+3}{}_{(aq)} + 4Cl^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons FeCl_4^-{}_{(aq)}$$

متعاملات اور حاصلات کے ارتکاز کی قیمتیں بالترتیب $[Fe^{+3}] = 0.2\ mol.dm^{-3}$، $[Cl^-] = 0.28\ mol.dm^{-3}$ اور $[FeCl_4^-] = 0.95\times10^{-4} mol.dm^{-3}$ ہے۔ دی گئی تعامل کی Kc معلوم کریں؟

### حل:

دی گئی ارتکازی قیمتیں

$$[Fe^{+3}] = 0.2\ mol.dm^{-3}$$
$$[Cl^-] = 0.28\ mol.dm^{-3}$$
$$[FeCl_4^-] = 0.95\times10^{-4}\ mol.dm^{-3}$$

توازن کی مساوات ہوگی

$$Kc = \frac{[FeCl_4^-]}{[Fe^{+3}][Cl^-]^4}$$

مساوات میں دی گئی قیمتیں رکھنے سے

$$Kc = \frac{[0.95\times10^{-4} mol.dm^{-3}]}{[0.2\ mol.dm^{-3}][0.28\ mol.dm^{-3}]^4}$$

$$Kc = 7.72\times10^{-2}\ mol^{-4}.dm^{12}$$



Sindh Textbook Board Jamshoro

حسابی مثال نمبر 3:

نائٹروجن آکسائیڈ ہوائی آلودگان ہے جو نائٹروجن اور آکسیجن کی تعامل سے 2000°C درجہ حرارت پر بنتے ہیں اس تعامل کے لیے توازن کا مستقل $4.1 \times 10^{-4}$ ہے۔

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

نائٹرک آکسائیڈ (NO) کی ارتکازی قیمت معلوم کریں جب کہ دباؤ 1 atm ہے اسی درجہ حرارت پر $[N_2] = 0.036$ mol/L اور $[O_2] = 0.0089$ mol/L ہے۔

حل:

دیئے گئے سوال میں نائٹرک آکسائیڈ (NO) کے علاوہ تمام متعاملات کی ارتکازی قیمت دی گئی ہے لیکن یہ قیمت بھی مندرجہ ذیل مساوات کے ذریعے معلوم کی جاسکتی ہے

$$Kc = \frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]}$$

$$[NO]^2 = Kc[N_2][O_2]$$

دونوں اطراف اسکوائر روٹ نکالنے سے

$$\sqrt{[NO]^2} = \sqrt{(4.1 \times 10^{-4}\ mol/L)\ (0.036\ mol/L)\ (0.0089\ mol/L)}$$

$$[NO] = 3.6 \times 10^{-4}\ mol/L$$

## 1.4 توازن کے مستقل کی اہمیت (Importance of Equilibrium Constant)

Kc کی قیمت ایک مستقل قیمت ہے اور یہ تعامل کے عمل پذیر ہونے اور تعامل کی سمت پر اثر انداز ہوتی ہے۔

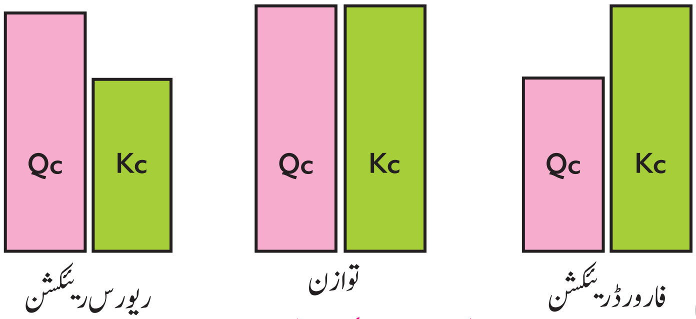
### 1. کیمیائی تعامل کی سمت:

دو طرفہ تعامل میں تعامل کی سمت کا محدود وقت میں تعین کرنا مشکل ہوتا ہے مثلاً نائٹروجن اور ہائیڈروجن کی مدد سے امونیا بنانے کے تعامل کو بہتر بناتے ہوئے بھی کیمیائی تعامل کی سمت بتانا مشکل ہوتا ہے۔ لیکن Qc کے ذریعے یہ پیش گوئیاں کی جاسکتی ہیں اور یہ بھی Kc کی ہی طرح عمل درآمد کرتا ہے۔ لیکن Qc دیئے گئے وقت کے لیے حقیقی ارتکاز کی شرح ہے (یہ ارتکازی توازن کی شرح نہیں ہے) اگر Kc اور Qc کا موازنہ کیا جائے تو ہم باآسانی کیمیائی تعامل کی سمت کا تعین کر سکتے ہیں۔ اس سلسلے میں ہمارے پاس مندرجہ ذیل تین گروہ ہیں۔

1. اگر $Kc = Qc$ تو متعاملات اور حاصلات کا ارتکاز (Concentration) کیمیائی تعامل کے توازن کے ارتکاز کے برابر ہوگا اور یہ سسٹم مستحکم ہوگا۔
2. اگر $Kc < Qc$ تو حاصلات کا ارتکاز بڑھانا ضروری ہوتا ہے تاکہ توازن قائم ہو سکے لہٰذا تعامل بائیں سے دائیں آگے کی سمت میں ہوگا جب اضافی حاصلات بنائے جائیں گے۔
3. اگر $Kc > Qc$ تو تعامل دائیں سے بائیں پیچھے کی سمت میں واقع ہوگا۔



Sindh Textbook Board Jamshoro




شکل 1.6 کیمیائی تعامل کی سمتیں

## 2. کیمیائی تعامل کی حدود (Extent of Chemical Reaction)

ایک خاص درجہ حرارت پر کیمیائی تعامل کی حدود کا تعین کیا جاسکتا ہے۔ Kc کی قیمت کسی کیمیائی تعامل کی مکمل معلومات فراہم کرتی ہے۔ Kc کی یہ قیمتیں بہت زیادہ، بہت کم یا معتدل بھی ہوسکتی ہیں۔ لہٰذا کیمیائی تعاملات کی حدود کی پیش گوئی کی تین ممکنات مندرجہ ذیل ہیں۔

(i) Kc کی کم عددی قیمت:

اگر Kc کی قیمت کم ہو تو وہ تعامل کبھی ختم نہیں ہوگا۔ Kc کی کم عددی قیمت یہ نشاندہی کرتی ہے کہ متعاملات کا ارتکاز زیادہ اور حاصلات کا ارتکاز کم ہے اور اسی وجہ سے یہ ریورس تعامل ہے۔

$F_{2(g)} \rightleftharpoons 2F_{(g)}$ $Kc = 7.4 \times 10^{-13}$ درجہ حرارت 227°C پر

(ii) Kc کی زیادہ عددی قیمت:

Kc کی زیادہ عددی قیمت کا مطلب ہے کہ یہ کیمیائی تعامل مکمل ہوگا۔ یہاں حاصلات کا ارتکاز زیادہ اور متعاملات کا ارتکاز کم ہوگا۔ یہی وجہ ہے کہ اس طرح کے کیمیائی تعاملات کو فارورڈ ریئکشن کہتے ہیں۔

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(g)}$ $Kc = 2.4 \times 10^{47}$ درجہ حرارت 227°C پر

(iii) Kc کی عددی قیمت نہ زیادہ ہو اور نہ ہی کم:

Kc کی معتدل عددی قیمت ہی توازن کی موجودگی کو ظاہر کرتی ہے۔ اس مقام پر حاصلات اور متعاملات کا ارتکاز برابر ہوتا ہے۔ مثلاً

$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ $Kc = 0.36$ درجہ حرارت 25°C پر

**کیا آپ جانتے ہیں؟**

توازن کے مستقل (Constant) کا توازنی کچھ گروپ پر اطلاق ہوتا ہے جیسے کہ کمزور تیزاب، کمزور اساس، پانی کی برق پاشیدگی اور نمکیاتی محلولات وغیرہ۔



Sindh Textbook Board Jamshoro

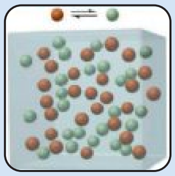
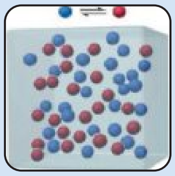
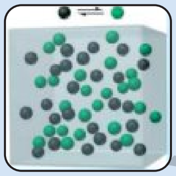
## اپنا جائزہ لیں

- مندرجہ ذیل تعامل کے لیے Kc کی قیمت 48 ہے جب کہ درجہ حرارت 717K ہے

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

$H_2$، $I_2$ اور HI کے ارتکاز بالترتیب 0.2 mol/L، 0.2 mol/L اور 0.6 mol/L ہے۔ کیمیائی تعامل کے لیے Qc معلوم کریں نیز تعامل کی سمت بھی بتائیں۔

- مندرجہ ذیل بیانات کو درست تصاویر سے ملائیں۔

| | | | |
|---|---|---|---|
| الف | کم Kc ظاہر کرتی ہے کہ آمیزے میں زیادہ تر متعاملات ہیں۔ | (i) |  |
| ب | معتدل Kc ظاہر کرتی ہے کہ آمیزے میں متعاملات اور حاصلات برابر ہیں۔ | (ii) |  |
| ج | زیادہ Kc ظاہر کرتی ہے کہ آمیزے میں زیادہ تر حاصلات ہیں۔ | (iii) |  |

## معاشرہ، ٹیکنالوجی اور سائنس

ہوائی کرۂ نائٹروجن، آکسیجن، کاربن ڈائی آکسائیڈ، میتھین، نائٹرس آکسائیڈ اور اُوزون سے بنی ہوئی ہے لیکن نائٹروجن اور آکسیجن گیسیں ہوائی کرۂ کا سب سے اہم حصہ ہیں۔ یہ گیسیں ہوائی کرۂ کا 99 فیصد حصہ ہیں اور کیمیکلز بنانے کے لیے استعمال ہو رہی ہیں جیسا کہ نائٹروجن امونیا کی تیاری میں استعمال ہوتی ہے اور امونیا سے نائٹروجینس کھاد (فرٹیلائزر) بنائے جاتے ہیں۔ آکسیجن سلفر ڈائی آکسائیڈ کی تیاری میں استعمال ہوتی ہے اور پھر اسی سلفر ڈائی آکسائیڈ سے گندک کا تیزاب (سلفیورک ایسڈ) تیار کیا جاتا ہے۔

Sindh Textbook Board Jamshoro

# اہم نکات

- ہم اپنی روزمرہ زندگی میں بہت سی طبعی اور کیمیائی تبدیلیوں کا مشاہدہ کرتے ہیں۔ دوطرفہ کیمیائی تعاملات میں فارورڈ اور ریورس تعاملات کی شرح برابر ہوتی ہے اور یہ ہی توازن کو ظاہر کرتی ہیں۔
- کیمیائی توازن میں دوطرفہ تعاملات ہوتے ہیں اور اس عمل میں متعاملات اور حاصلات ایک دوسرے میں تبدیل ہوتے رہتے ہیں۔ ایسے تعاملات کبھی بھی مکمل نہیں ہوتے ہیں۔ دوطرفہ تعاملات آگے اور پیچھے دونوں سمتوں میں عمل پذیر ہوتے ہیں۔
- متحرک توازن کے شروعات میں آگے کی طرف ہونے والا تعامل تیز اور پیچھے کی طرف ہونے والا تعامل سست ہوتا ہے۔ جیسے ہی توازن حاصل ہوتا ہے تو دونوں کے شرح برابر ہوجاتی ہے۔
- متحرک توازن ایک بند سسٹم میں مخصوص درجہ حرارت پر عمل پذیر ہوتا ہے۔
- قانون برائے ماس ایکشن ی مطابق کسی کیمیائی تعامل میں دیئے گئے درجہ حرارت پر تعامل کی شرح عمل ایکٹوماس کے براہ راست متناسب ہے۔

$$aA + bB \leftrightharpoons cC + dD$$

اور توازن کے مستقل کی مساوات سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

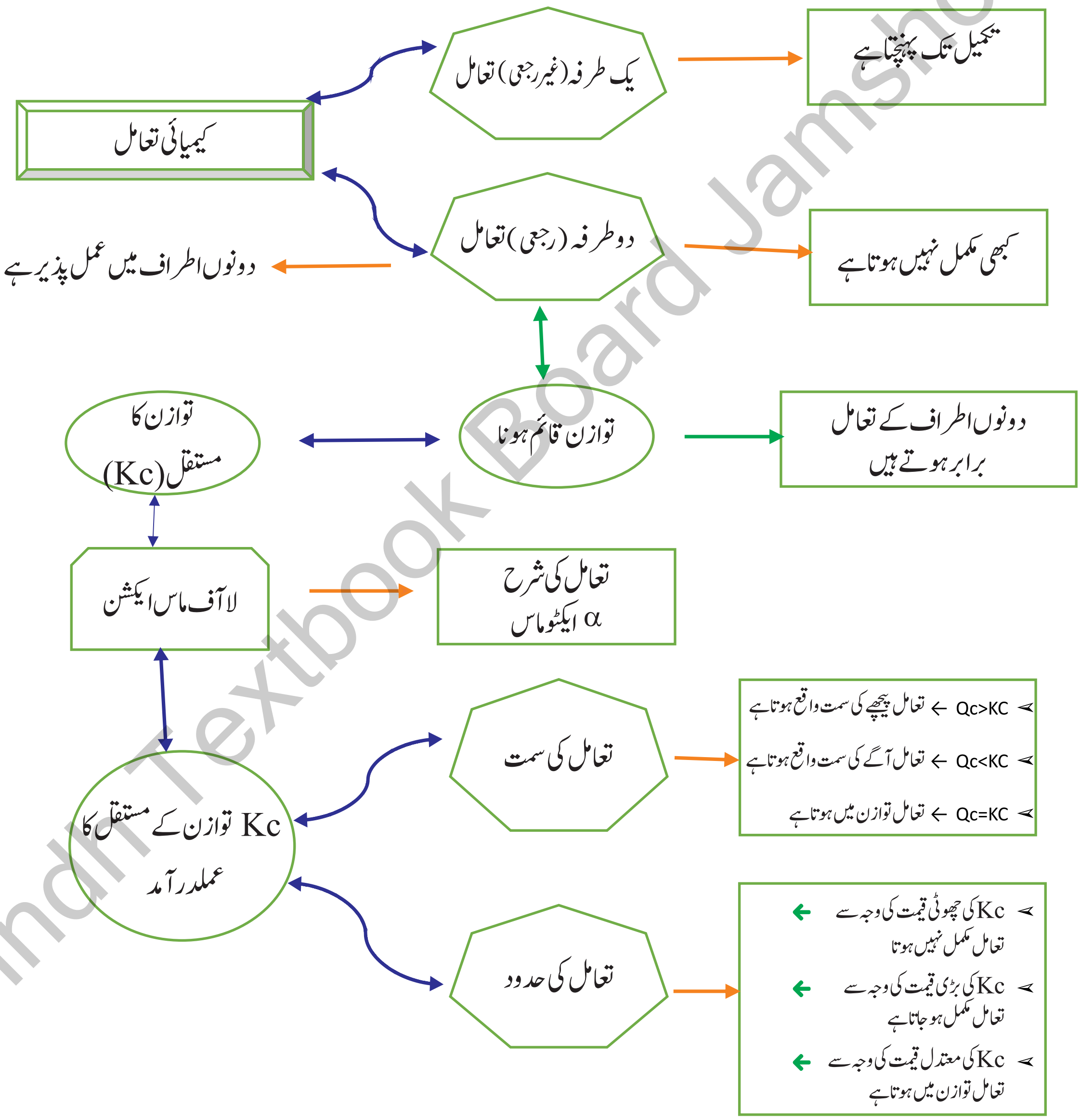
$$Kc = \frac{[C]^c\,[D]^d}{[A]^a\,[B]^b}$$

جہاں Kc توازن کا مستقل ہے۔

- توازن کا مستقل (Kc) حاصلات اور متعاملات کے مولرارتکاز کے تعلق کو ظاہر کرتا ہے۔ Kc ایک شرح ہے اور درجہ حرارت پر انحصار کرتی ہے۔ Kc حاصلات یا متعاملات کے ابتدائی ارتکاز پر منحصر نہیں ہے اور Kc درجہ حرارت پر منحصر ہے۔
- Kc کی قیمت کے لحاظ سے کیمیائی تعامل کی حدود اور سمت کا تعین کیا جاسکتا ہے۔ Kc کے ذریعے اندازہ لگایا جاسکتا ہے کہ تعامل کہاں تک عمل پذیر ہو سکتا ہے اور کس سمت میں عمل پذیر ہوگا۔
- غیر متوازن صورتحال میں کسی تعامل کا ”Qc“ ریکیشن کوشنٹ حاصلات و متعاملات کے ایکٹوماس کی شرح ہے متعلقہ ایک متوازن کیمیائی مساوات سے معلوم کیا جاتا ہے۔

Sindh Textbook Board Jamshoro

# تصوراتی خاکہ




Sindh Textbook Board Jamshoro

# مشق

## حصہ (الف): کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر نشان لگائیے۔

.1 مندرجہ ذیل میں کون سا بیانیہ متحرک توازن کے لیے غلط ہے؟

(الف) یہ بند برتن میں عمل پذیر ہوتا ہے۔

(ب) متعاملات اور حاصلات کا ارتکاز تبدیل نہیں ہوتا ہے۔

(ج) فارورڈ ریکشن کی شرح ریورس ریکشن کی شرح کے برابر ہے۔

(د) توازن کو کسی بھی بیرونی تناؤ سے متاثر نہیں کیا جاسکتا ہے۔

.2 مندرجہ ذیل تعاملات دیکھیں اور بتائیں کہ مندرجہ ذیل مساوات میں کون سی مساوات Kc کو بہتر ثابت کر رہی ہے۔

$$4NH_3 + 5O_2 \rightleftharpoons 4NO + 6H_20$$

(الف) $Kc = \frac{[NO]^4\,[H_2O]^6}{[NH_3]^4\,[O_2]^5}$ (ب) $Kc = \frac{[NH_3]^4\,[O_2]^5}{[NO]^4[H_2O]^6}$

(ج) $Kc = \frac{[NH_3][O_2]}{[H_2O][NO]}$ (د) $Kc = \frac{[4NO][6H_2O]}{[4NH_3][5O_2]}$

.3 ایسا کیمیائی تعامل جو کبھی مکمل نہیں ہوتا دو طرفہ تعامل کہلاتا ہے دو طرفہ تعامل کو ظاہر کیا جاتا ہے۔

(الف) نقطہ دار خط (ب) اکہرا تیر (ج) دوہرا تیر (د) دوہرے سیدھے خط

.4 اگر Kc کی قیمت کم ہو تو یہ ظاہر کرتی ہے کہ:

(الف) تعامل کے آمیزے میں زیادہ تر متعاملات ہیں

(ب) تعامل کے آمیزے میں زیادہ تر حاصلات ہیں

(ج) تعامل کے آمیزے میں متعاملات اور حاصلات برابر ہیں

(د) تعامل مکمل ہو رہا ہے

.5 مندرجہ ذیل میں سے کس کے توازن مستقل Kc کے ارتکاز کی اکائی ہے۔

(الف) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{3(g)}$ (ب) $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

(ج) $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ (د) $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(l)}$



Sindh Textbook Board Jamshoro

6. کیمیائی تعامل $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$ کے لیے Kc کی اکائی ہے۔

(الف) $mol\ dm^{-3}$ (ب) $mol^{-2}\ dm^{6}$

(ج) $mol^{-1}\ dm^{3}$ (د) کوئی اکائی نہیں ہے

7. کیمیائی تعامل حالتِ توازن میں ہوگا جب

(الف) $Kc = Qc$ (ب) $K < Qc$ (ج) $K > Qc$ (د) ان میں سے کوئی نہیں

8. Qc کی تعریف یہ ہے کہ:

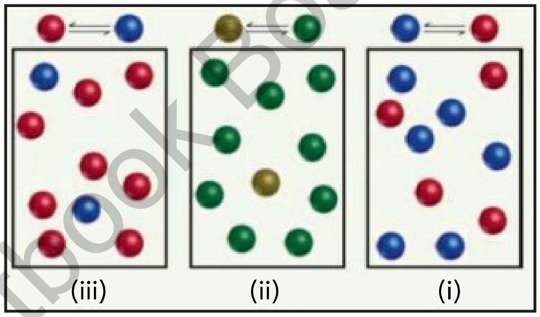
(الف) متعاملات اور حاصلات کا تناسب

(ب) خاص وقفہ میں حاصلات اور متعاملات کے مولرار تکاز کا تناسب

(ج) متعاملات کے مولرار تکاز اور مولر حجم کا تناسب

(د) حاصلات اور متعاملات کے مولرار تکاز کوایفیشنٹ کا تناسب

9. مندرجہ ذیل تصاویر میں سے کون سی تصویر میں بیک ورڈ تعامل ظاہر ہوتا ہے۔




(الف) (i) اور (ii) (ب) (ii) اور (iii) (ج) صرف (ii) (د) صرف (iii)

10. Kc کی قیمت بڑھ جاتی ہے جب:

(الف) [حاصلات] کم ہوں (ب) [حاصلات] زیادہ ہوں

(ج) [متعاملات] زیادہ ہوں (د) [متعاملات] کم ہوں

## حصہ (ب): مختصر سوالات

1. کیمیائی توازن کی تعریف مثال کے ذریعے بیان کریں۔
2. کیمیائی توازن متحرک کیوں ہوتا ہے؟
3. مساوات لکھتے ہوئے دوطرفہ تعامل (Reversible reaction) کو یک طرفہ تعامل سے مختلف کس طرح ظاہر کیا جاتا ہے؟

Sindh Textbook Board Jamshoro

4. اگر مونواٹامک کاربن اور آکسیجن مالیکیول متعاملات ہوں اور ان کی حاصلات کاربن مونوآکسائیڈ ہو تو متوازن مساوات لکھیں۔
5. دوطرفہ تعامل کی خصوصیات بیان کریں؟
6. دوطرفہ تعامل اور یک طرفہ تعامل کے درمیان فرق بیان کریں۔
7. قانون برائے ماس ایکشن بیان کریں؟ ایکٹوماس کو کس طرح ظاہر کیا جاتا ہے؟
8. اگر Kc کی قیمت معلوم ہو تو کس طرح تعامل کی سمت معلوم کی جاسکتی ہے؟
9. مندرجہ ذیل تعاملات کے لیے توازن کا مستقل Kc لکھیں:

(الف) $N_2 + 2O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$

(ب) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

(ج) $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$

## حصہ (ج): تفصیلی سوالات

1. متحرک توازن کسی بھی دو مثالوں سے واضح کریں؟
2. قانون برائے ماس ایکشن بیان کریں اور توازن کے مستقل Kc کی مساوات تحریر کریں؟
3. توازن کے مستقل (Constant Equilibrium) کی خصوصیات تفصیلاً بیان کریں؟
4. Qc اور Kc کی قیمتوں کا موازنہ کرتے ہوئے مندرجہ ذیل تعاملات کے مراحل کی پیش گوئی کس طرح کی جاسکتی ہے۔

(i) تعامل مکمل طور پر آگے کی سمت میں عمل پذیر ہو۔

(ii) تعامل مکمل طور پر پیچھے کی سمت میں عمل پذیر ہو۔

5. مندرجہ ذیل دیئے گئے تعاملات میں نشاندہی کریں کہ کس تعامل میں صرف حاصلات اور کس تعامل میں صرف متعاملات ضروری ہیں۔

(الف) $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$ $\quad Kc(927^\circ C) = 3.1 \times 10^{18}$

(ب) $2O_{3(g)} \rightleftharpoons 3O_{2(g)}$ $\quad Kc(298K) = 5.9 \times 10^{55}$

Sindh Textbook Board Jamshoro

## حصہ (د): حسابی سوالات

1. دوطرفہ تعامل میں ڈائی نائٹروجن ٹیٹرا آکسائیڈ ($N_2O_4$)، نائٹروجن ڈائی آکسائیڈ ($NO_2$) میں تحلیل ہو جاتا ہے۔ اس تحلیل کے تعامل کے لیے توازن کا مستقل Kc کی مساوات لکھیں اور متوازن دوطرفہ تعامل کی اکائی بھی لکھیں۔

2. ایک بند سسٹم میں $PCl_5$، $PCl_3$ اور $Cl_2$ حالت توازن میں ہیں اور ان کے ارتکاز باترتیب $0.8\times10^{-3}\ mol/dm^3$، $1.2\times10^{-3}\ mol/dm^3$ اور $1.2\times10^{-3}\ mol/dm^3$ ہیں، اکائی کے ساتھ Kc کی قیمت معلوم کریں؟

3. مندرجہ ذیل تعامل میں Kc کی قیمت $1\times10^{-4}$ ہے جب کہ مخصوص درجہ حرارت پر

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

تعاملاتی آمیزے کا مولرارتکاز $HI = 2\times10^{-5}\ mol.dm^{-3}$، $H_2=1\times10^{-5}\ mol.dm^{-3}$ اور $I_2=1\times10^{-5}\ mol.dm^{-3}$ ہے تعامل کی سمت کا تعین کریں؟

Sindh Textbook Board Jamshoro