LESSON - 6	EQUILIBRIUM साम्यावस्था

KEY POINTS-

Equilibrium - An equilibrium represents a state in a process when the observable properties such as colour, temperature, pressure, concentration do not show any change.

Equilibrium in physical processes:

solid ⇌ liquid ⇌ gas

$H_2O_{(s)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(vap)}$

Law of chemical equilibrium: At a given temperature, the product of concentrations of the reaction products raised to their respective stoichiometric coefficient in the balanced chemical equation divided by the product of concentrations of the reactants raised to their individual stoichiometric coefficients has a constant value. This is known as the Equilibrium Law or Law of Chemical Equilibrium.

E.g.- For a general reversible reaction

$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

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

Concentrations or partial pressure of pure solids or liquids do not appear in the expression of the equilibrium constant.

REACTION QUOTIENT (Q_c):-The ratio of product of initial concentrations of products to the product of initial concentrations of the reactants at any stage of the reaction.

If Qc >Kc, the reaction will proceed in the direction of reactants (reverse reaction).

If Qc <Kc, the reaction will proceed in the direction of the products (forward reaction)

If Qc = Kc, the reaction mixture is at equilibrium

Kp is equilibrium constant used when equilibrium concentrations are expressed in atmospheric pressure.

Kc is equilibrium constant used when equilibrium concentrations are expressed in molarity.

Relation between K_p and K_c

$Kp = Kc\ (RT)^{\Delta n}$

here R is gas constant, T is temperature at which the process is carried out & Δn is number. of moles of gaseous product minus number. of moles of gaseous reactants.

If $Kc > 10^3$; Kc is very high i.e. the reaction proceeds nearly to completion.

If $Kc < 10^{-3}$; Kc is very small i.e. the reaction proceeds rarely.

If Kc is ranging in the range of 10^3 to 10^{-3};

i.e. reactants and products are just in equilibrium.

Factors affecting equilibrium constant:- temperature, pressure, catalyst and molar concentration of reactants and products.

Le Chatelier's principle:- It states that a change in any of the factors that determine the equilibrium conditions of a system will cause the system to change in such a manner so as to reduce or to counteract the effect of the change.

Arrhenius acids are the substances that ionize in water to form H^+.

Arrhenius bases are the substances that ionize in water to form OH^-.

Lewis acids are lone pair accepters while Lewis bases are lone pair donors.

Bronsted-Lowry concept:-Proton donor are acids while proton accepters are bases.

Conjugate acid-base pair- The acid-base pair that differs only by one proton is called a conjugate acid- base pair. If Brönsted acid is a strong acid then its conjugate base is a weak base and vice versa.

Ionic product of water, $K_w = [H^+][OH^-]$

$pH = -\log [H^+]$; here $[H^+]$ is molar concentration of hydrogen ion.

$p^{OH} = -\log[OH^-]$; here $[OH^-]$ Is molar concentration of hydroxyl ion.

pH + pOH = 14

$pK_a + pk_b = 14$, here $pk_a = -\log k_a$, $pk_b = -\log k_b$

k_a= Acid dissociation constant,

k_b=base dissociation constant

$K_a \times K_b = K_w$ = ionic product of water

$= 1 \times 10^{-14}$

Buffer solution: The solutions which resist change in pH on dilution or with the addition of small amounts of acid or alkali are called Buffer Solutions.

common ion effect: It can be defined as a shift in equilibrium on adding a substance that provides more of an ionic species already present in the dissociation equilibrium.

Hydrolysis of Salts: The process in which water reacts with salt to form nan acid and a base.

Solubility product- Product of the molar concentrations of the ions in a saturated solution, each concentration term raised to the power equal to the number of ions produced.

प्रमुख बिंदु-

साम्यावस्था - साम्यावस्था एक प्रक्रिया कि स्थिति को निरुपित करता है, जब देखने योग्य गुण जैसे ताप, रंग, दाब या सांद्रता में कोई परिवर्तन दिखाई नहीं देता है।

भौतिक प्रक्रियाओं में संतुलन:-

ठोस ⇌ तरल ⇌ गैस

$H_2O_{(s)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O(vap)$

रासायनिक साम्यावस्था का नियम: किसी दिए गए तापमान पर, संतुलित रासायनिक समीकरण में उनके संबंधित रससमीकरणमितीय गुणांक तक बढ़ाए गए प्रतिक्रिया उत्पादों की सांद्रता के उत्पाद को उनके व्यक्तिगत रससमीकरणमितीय गुणांक तक बढ़ाए गए अभिकारकों की सांद्रता के उत्पाद से विभाजित करने पर एक स्थिर मूल्य होता है। इसे साम्यावस्था नियम या रासायनिक साम्यावस्था नियम के रूप में जाना जाता है।

उदाहरण के लिए - एक सामान्य उत्क्रमणीय अभिक्रिया के लिए aA +bB ⇌ cC + dD

साम्यावस्था स्थिरांक की अभिव्यक्ति.

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

शुद्ध ठोस या तरल पदार्थ की सांद्रता या आंशिक दबाव साम्यावस्था स्थिरांक में दिखाई नहीं देता है।

अभिक्रिया भागफल (Q_c):- गैर-संतुलन स्थितियों के तहत उत्पादों की प्रारंभिक सांद्रता के उत्पाद का अभिकारकों की प्रारंभिक सांद्रता के उत्पाद से अनुपात।

यदि Qc > Kc है , तो अभिक्रिया अभिकारकों की ओर अग्रसरित होगी (विपरीत अभिक्रिया)।

यदि Qc < Kc है, तो अभिक्रिया उत्पादों की ओर अग्रसरित होगी (आगे की अभिक्रिया)।

यदि Qc < Kc हो, तो अभिक्रिया मिश्रण साम्यावस्था में है।

k_p साम्यावस्था स्थिरांक है जिसका उपयोग तब किया जाता है जब साम्यावस्था सांद्रता वायुमंडलीय दबाव में व्यक्त की जाती है।

Kc साम्यावस्था स्थिरांक है जिसका उपयोग तब किया जाता है जब साम्यावस्था सांद्रता को मोलरिटी में व्यक्त किया जाता है।

k_p और Kcके बीच संबंध:-

$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$यहां R गैस स्थिरांक है, T वह तापमान है जिस पर अभिक्रिया की जाती है

Δn =[(गैसीय उत्पादों के मोलों की संख्या)-(गैसीय अभिकारकों के मोलों की संख्या)]

यदि $k_c > 10^3$; Kc बहुत अधिक है यानी अभिक्रिया लगभग पूरी होने की ओर बढ़ती है।

यदि $Kc < 10^3$; Kc बहुत छोटा है यानी अभिक्रिया शायद ही आगे बढ़ी हो।

यदि Kc 10^3 से 10^{-3} की सीमा में है; यानी अभिकारक और उत्पाद बिल्कुल साम्यावस्था में हैं।

साम्यावस्था स्थिरांक को प्रभावित करने वाले कारक:- तापमान , दबाव, उत्प्रेरक और अभिकारकों और उत्पादों की मोलर सांद्रता।

ला शातलिए सिधांत :- किसी निकाय को साम्यावस्था परिस्थितियों को निर्धारित करने वालें कारकों (सांद्रण, दाब एवं ताप) में से किसी में भी परिवर्तन होने पर साम्यावस्था उस दिशा में अग्रसर होती है जिससे निकाय पर लगाया हुआ प्रभाव कम अथवा समाप्त हो जाए।

आरेनियस अम्ल वे पदार्थ हैं जो पानी में आयनित होकर

H^+ बनाते हैं।

अरहेनियस क्षार वे पदार्थ हैं जो पानी में आयनित होकर OH- बनाते हैं।

लुईस अम्ल एकाकी युग्म स्वीकर्ता हैं जबकि लुईस क्षार एकाकी युग्म दाता हैं।

ब्रन्स्टेड-लोरी अवधारणा:- प्रोटॉन दाता अम्ल हैं जबकि प्रोटॉन ग्राही क्षार हैं।

संयुग्म अम्ल-क्षार युग्म- अम्ल-क्षार युग्म जिसमें केवल एक प्रोटॉन का अंतर होता है, संयुग्म अम्ल-क्षार युग्म कहलाता है। यदि ब्रोंस्टेड अम्ल एक प्रबल अम्ल है तो इसका संयुग्मी आधार एक दुर्बल क्षार है और इसके विपरीत ।

जल का आयनिक उत्पाद:- $K_w = [H^+][OH^-]$

pH = -log $[H^+]$ यहाँ$[H^+]$ हाइड्रोजन आयन की मोलर सांद्रता है।

p^{OH}=-log$[OH^-]$; यहाँ $[OH^-]$ हाइड्रॉक्सिल आयन कीमोलर सांद्रता है।

$pH + pOH = 14\ pK_a + pk_b = 14$,

यहाँ $pk_a = -\log k_a$, $pk_b = -\log kb$

k_a = अम्ल पृथक्करण स्थिरांक, k_b = आधार पृथक्करण स्थिरांक

$Ka \times Kb = Kw$ = पानी का आयनिक उत्पाद =1×10^{-14}

बफर विलियन: वे विलियन जो तनुकरण करने पर या थोड़ी मात्रा में अम्ल या क्षार मिलाने पर pH में परिवर्तन का विरोध करते हैं, बफर विलियन कहलाते हैं।

सामान्य आयन प्रभाव: इसे किसी पदार्थ को जोड़ने पर संतुलन में बदलाव के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो पृथक्करण साम्यावस्था में पहले से मौजूद आयनिक प्रजातियों को अधिक प्रदान करता है।

लवणों का जल-अपघटन: वह प्रक्रिया जिसमें पानी लवण से अभिक्रिया करके अम्ल और क्षार बनता है।

MULTIPLE CHOICE QUESTIONS
बहु विकल्पीय प्रश्न:

1) **What does it indicate having a higher equilibrium constant?**
   a) reaction occurs faster
   b) rate of backward reaction is faster
   c) both the backward and forward reactions are equal
   d) reaction may be slower than usual

उच्चतर साम्यावस्था स्थिरांक क्या संकेत देता है?
   a) अभिक्रिया तेजी से होती है
   b) पश्चगामी अभिक्रिया की दर तेज़ होती है
   c) पश्चगामी और अग्रवर्ती दोनों अभिक्रियाएँ समान हैं
   d) अभिक्रिया सामान्य से धीमी हो सकती है!

2) **If the initial concentrations of reactants in a reaction increase then the equilibrium constant _____**
   a) also increases
   b) decreases
   c) remains constant
   d) may increase or decrease

यदि किसी अभिक्रिया में अभिकारकों की प्रारंभिक सांद्रता बढ़ती है तो साम्यावस्था स्थिरांक _____ होता है
   a) भी बढ़ता है b) घट जाती है
   c) स्थिर रहता है d) बढ़ या घट सकता है

3) **For the reaction $H_2(g) + Br_2(g) \leftrightarrow 2HBr(g)$ the equilibrium constant is given as 0.04 then what is the equilibrium constant for the reaction $2HBr(g) \leftrightarrow H_2(g) + Br_2(g)$?**
   a) 0.04 b) 4
   c) 25 d) 100

अभिक्रिया $H_2(g) + Br_2(g) \leftrightarrow 2HBr(g)$ के लिए संतुलन स्थिरांक 0.04 दिया गया है तो प्रतिक्रिया $2HBr(g) \leftrightarrow H_2(g) + Br_2$ के लिए संतुलन स्थिरांक क्या है (छ) ?
   a) 0.04 b) 4
   c) 25 d) 100

4) **If the chemical reaction is: $aA + bB \rightarrow cC + dD$ and K is the equilibrium constant. Then what is the equilibrium constant of the reaction $naA + nbB \rightarrow ncC + ndD$?**
   a) K b) nK
   c) K^n d) K/n

यदि रासायनिक प्रतिक्रिया है: $aA + bB \rightarrow cC + dD$ और K साम्यावस्था स्थिरांक है। तो फिर अभिक्रिया का साम्यावस्था स्थिरांक $naA + nbB \rightarrow ncC + ndD$ क्या है?
   a) K b) nK
   c) K^n d) K/n

5) **For the following equation,**

$2HBr(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Br_2(g)$; are both K_P and K_C are equal?
   a) yes
   b) cannot say
   c) no
   d) depends on the temperature

निम्नलिखित समीकरण के लिए,

$2HBr\ (g) \rightleftharpoons H_2(g) + Br_2(g)$; क्या K_P और K_C दोनों बराबर हैं?
   a) हाँ b) नहीं कह सकता
   c) नहीं
   d) तापमान पर निर्भर करता है

6) **$CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g)$ is an example of _____**
   a) homogeneous equilibrium
   b) heterogeneous equilibrium
   c) neither homogeneous nor heterogeneous
   d) both homogeneous and heterogeneous

$CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g) \rightleftharpoons 2CO\ (g)$ _____ का एक उदाहरण है
   a) समांग साम्यावस्था
   b) विषमांग संतुलन
   c) न तो सजातीय और न ही विषमांगी
   d) सजातीय और विषमांगी दोनों

7) **What is the expression of K_C of the chemical equation**

$Ag_2O_{(s)} + 2HNO_{3(aq)} \rightleftharpoons 2AgNO_{3(aq)} + H_2O(l)$?
   a) $[AgNO_{3(aq)}]^2/[HNO_{3(aq)}]^2$
   b) $[AgNO_{3(aq)}]/[HNO_{3(aq)}]^2$
   c) $[AgNO_{3(aq)}]^2/[HNO_{3(aq)}]$
   d) $[AgNO_{(aq)}]^2/[HNO_{3(aq)}]^2$

रासायनिक समीकरण

$Ag_2O_{(s)} + 2HNO_{3(aq)} \rightleftharpoons 2AgNO_{3(aq)} + H_2O(l)$? के लिए K_C की अभिव्यक्ति क्या है
   a) $[AgNO_{3(aq)}]^2/[HNO_{3(aq)}]^2$
   b) $[AgNO_{3(aq)}]/[HNO_{3(aq)}]^2$
   c) $[AgNO_{3(aq)}]^2/[HNO_{3(aq)}]$
   d) $[AgNO_{(aq)}]^2/[HNO_{3(aq)}]^2$

8) **What will happen if $K_C > 10^{-3}$ in a chemical reaction?**
   a) products are predominant