एकक 7

साम्यावस्था

I. बहुविकल्प प्रश्न (प्ररूप-I)

1. हमें ज्ञात है कि K_c और K_p के मध्य निम्नलिखित संबंध होता है–

   $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$

   अभिक्रिया, $NH_4Cl(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HCl(g)$ में Δn का मान क्या होगा?

   (i) 1

   (ii) 0.5

   (iii) 1.5

   (iv) 2

2. अभिक्रिया, $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ में मानक मुक्त ऊर्जा $\Delta G^\ominus > 0$ है। साम्य स्थिरांक (K) का मान क्या होगा?

   (i) $K = 0$

   (ii) $K > 1$

   (iii) $K = 1$

   (iv) $K < 1$

3. भौतिक प्रक्रमों में प्रयुक्त साम्य का निम्नलिखित में से कौन-सा सामान्य अभिलक्षण **नहीं** है?

   (i) दिए गए ताप पर साम्य केवल बंद निकाय में ही संभव होता है।

   (ii) निकाय के सभी (मापे जा सकने वाले) गुणधर्म अपरिवर्तित रहते हैं।

   (iii) साम्य पर सभी भौतिक प्रक्रम रुक जाते हैं।

   (iv) विरोधी प्रक्रम एक ही दर पर सम्पन्न होते हैं और गतिक परन्तु स्थायी स्थिति होती है।

© NCERT not to be republished

4. PCl_5, PCl_3 और Cl_2 किसी बंद पात्र में 500K पर साम्य में हैं और उनकी सांद्रताएँ क्रमशः 0.8 10^{-3} mol L^{-1}, 1.2 10^{-3} mol L^{-1} तथा 1.2 10^{-3} mol L^{-1} हैं। अभिक्रिया $PCl_5\,(g) \rightleftharpoons PCl_3\,(g) + Cl_2\,(g)$ में K_c का मान क्या होगा?

(i) 1.8 10^3 mol L^{-1}

(ii) 1.8 10^{-3}

(iii) 1.8 10^{-3} L mol^{-1}

(iv) 0.55 10^4

5. निम्नलिखित में से कौन-सा कथन असत्य है?

(i) पूर्णतः ऊष्मारोधित फ्लास्क में साम्यावस्था में उपस्थित जल और बर्फ के मिश्रण में जल और बर्फ का द्रव्यमान समय के साथ परिवर्तित नहीं होता।

(ii) साम्यावस्था पर जब आयरन (III) नाइट्रेट और पोटैशियम थायोसायनेट युक्त विलयन में ऑक्सैलिक अम्ल मिलाया जाता है तो लाल रंग की तीव्रता में वृद्धि हो जाती है।

(iii) उत्प्रेरक मिलाने पर साम्य स्थिरांक का मान प्रभावित नहीं होता।

(iv) ΔH के ऋणात्मक मान वाली अभिक्रिया का साम्य स्थिरांक, ताप में वृद्धि होने पर कम हो जाता है।

6. जब कक्ष ताप पर कोबाल्ट नाइट्रेट विलयन में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाया जाता है तो निम्नलिखित अभिक्रिया घटित होती है और अभिक्रिया-मिश्रण नीला हो जाता है। ठंडा करने पर यह मिश्रण गुलाबी हो जाता है। इस जानकारी के आधार पर सही उत्तर पर निशान लगाइए–

$$[Co\,(H_2O)_6]^{3+}\,(aq) + 4Cl^-\,(aq) \rightleftharpoons [CoCl_4]^{2-}\,(aq) + 6H_2O\,(l)$$

(गुलाबी)   (नीला)

(i) अभिक्रिया के लिए $\Delta H > 0$ है

(ii) अभिक्रिया के लिए $\Delta H < 0$ है

(iii) अभिक्रिया के लिए $\Delta H = 0$ है

(iv) प्रस्तुत जानकारी के आधार पर ΔH के चिह्न के बारे में अनुमान नहीं लगाया जा सकता।

7. 25 C पर उदासीन जल के pH का मान 7.0 है। ताप में वृद्धि होने पर जल के आयनन में वृद्धि हो जाती है, तथापि H^+ आयनों और OH^- आयनों की सांद्रता बराबर रहती है। 60 C पर शुद्ध जल की pH क्या होगी?

(i) 7.0 के बराबर

(ii) 7.0 से अधिक

(iii) 7.0 से कम

(iv) शून्य के बराबर

8. अम्ल का आयनन स्थिरांक, K_a, अम्ल की प्रबलता का माप है। ऐसीटिक अम्ल, हाइपोक्लोरस अम्ल और फार्मिक अम्ल के K_a मान क्रमशः 1.74 10^{-5}, 3.0 10^{-8} तथा 1.8 10^{-4} हैं। इन अम्लों के 0.1 mol dm^{-3} विलयनों के pH का सही क्रम निम्नलिखित में से कौन-सा होगा?

© NCERT not to be republished

(i) ऐसीटिक अम्ल > हाइपोक्लोरस अम्ल > फार्मिक अम्ल

(ii) हाइपोक्लोरस अम्ल > ऐसीटिक अम्ल > फार्मिक अम्ल

(iii) फार्मिक अम्ल > हाइपोक्लोरस अम्ल > ऐसीटिक अम्ल

(iv) फार्मिक अम्ल > ऐसीटिक अम्ल > हाइपोक्लोरस अम्ल

9. K_{a_1}, K_{a_2} तथा K_{a_3} निम्नलिखित अभिक्रियाओं के क्रमशः आयनन स्थिरांक हैं–

$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$

$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$

$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$

K_{a_1}, K_{a_2} तथा K_{a_3} के मध्य सही संबंध कौन-सा होगा?

(i) $K_{a_3} = K_{a_1} \quad K_{a_2}$

(ii) $K_{a_3} = K_{a_1} + K_{a_2}$

(iii) $K_{a_3} = K_{a_1} - K_{a_2}$

(iv) $K_{a_3} = K_{a_1} / K_{a_2}$

10. BF_3 की अम्लता की व्याख्या निम्नलिखित में से किस संकल्पना के आधार पर की जा सकती है?

(i) आर्रेनिअस संकल्पना

(ii) ब्रंसटेद-लोरी संकल्पना

(iii) लूइस संकल्पना

(iv) ब्रंसटेद-लोरी तथा लूइस संकल्पना दोनों

11. निम्नलिखित में से किन्हें समान आयतन में मिलाए जाने पर बफ़र विलयन प्राप्त होगा?

(i) 0.1 mol dm^{-3} NH_4OH तथा 0.1 mol dm^{-3} HCl

(ii) 0.05 mol dm^{-3} NH_4OH तथा 0.1 mol dm^{-3} HCl

(iii) 0.1 mol dm^{-3} NH_4OH तथा 0.05 mol dm^{-3} HCl

(iv) 0.1 mol dm^{-3} CH_4COONa तथा 0.1 mol dm^{-3} NaOH

12. निम्नलिखित में से सिल्वर क्लोराइड किस विलायक में सर्वाधिक विलेय है?

(i) 0.1 mol dm^{-3} $AgNO_3$ विलयन

(ii) 0.1 mol dm^{-3} HCl विलयन

(iii) H_2O

(iv) जलीय अमोनिया

© NCERT not to be republished

13. 0.01 mol dm^{-3} CH_3COOH का pH मान क्या होगा (जबकि $K_a = 1.74 \quad 10^{-5}$)?

(i) 3.4

(ii) 3.6

(iii) 3.9

(iv) 3.0

14. ऐसीटिक अम्ल का K_a मान $1.8 \quad 10^{-5}$ और NH_4OH का K_b मान $1.8 \quad 10^{-5}$ है। अमोनियम ऐसीटेट का pH कितना होगा?

(i) 7.005

(ii) 4.75

(iii) 7.0

(iv) 6 और 7 के मध्य

15. अभिक्रिया, A $\rightleftharpoons$ B, के लिए अर्द्धपूर्ण अवस्था पर कौन-सा विकल्प सही है?

(i) $\Delta G^{\ominus} = 0$

(ii) $\Delta G^{\ominus} > 0$

(iii) $\Delta G^{\ominus} < 0$

(iv) $\Delta G^{\ominus} = -RT \ln 2$

16. दाब में वृद्धि करने पर गैस प्रावस्था अभिक्रिया का साम्य जिस दिशा में पुनः स्थापित होता है उसका पूर्वानुमान ले शातैलिए नियम के अनुप्रयोग द्वारा लगाया जा सकता है। निम्नलिखित अभिक्रिया में,

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

साम्य प्राप्त होने पर यदि ताप में परिवर्तन किए बिना कुल दाब में वृद्धि कर दी जाती है तो निम्नलिखित में से कौन-सा विकल्प सही होगा?

(i) K का मान उतना ही रहेगा।

(ii) K का मान कम हो जाएगा।

(iii) K का मान बढ़ जाएगा।

(iv) प्रारंभ में K के मान में वृद्धि और दाब अत्यधिक होने पर K के मान में कमी हो जाएगी।

17. यदि जल का क्वथनांक सबसे अधिक और ईथर का क्वथनांक सबसे कम है तो 30 C पर जल, ऐसीटोन और ईथर के वाष्पदाब का सही क्रम क्या होगा?

(i) जल < ईथर < ऐसीटोन

(ii) जल < ऐसीटोन < ईथर

(iii) ईथर < ऐसीटोन < जल

(iv) ऐसीटोन < ईथर < जल

© NCERT not to be republished

18. यदि 500 K पर निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए स्थिरांक K_c का मान 5 है–

$$\frac{1}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}I_2(g) \rightleftharpoons HI(g),$$

तो अभिक्रिया, $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ के साम्य स्थिरांक K_c का मान क्या होगा?

(i) 0.04

(ii) 0.4

(iii) 25

(iv) 2.5

19. निम्नलिखित कौन-सी अभिक्रिया में, स्थिर आयतन पर आर्गन की अल्प मात्रा मिलाने पर साम्य अप्रभावित रहेगा?

(i) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

(ii) $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

(iii) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

(iv) उपर्युक्त तीनों उदाहरणों में साम्य अप्रभावित रहेगा

II. बहुविकल्प प्रश्न (प्ररूप-II)

निम्नलिखित प्रश्नों में दो या इससे अधिक विकल्प सही हो सकते हैं।

20. अभिक्रिया, $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ के लिए 400 K तथा 500 K पर K का मान क्रमशः 50 तथा 1700 है। निम्नलिखित में से सही विकल्प कौन-सा है?

(i) यह अभिक्रिया ऊष्माशोषी है।

(ii) यह अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी है।

(iii) यदि $NO_2(g)$ तथा $N_2O_4(g)$ को 400 K पर क्रमशः आंशिक दाबों 20 bar और 2 bar पर मिश्रित किया जाता है तो अधिक $N_2O_4(g)$ बनेगी।

(iv) निकाय की एन्ट्रॉपी में वृद्धि होगी।

21. एक विशेष ताप और वायुमण्डलीय दाब पर शुद्ध पदार्थ की ठोस तथा द्रव प्रावस्थाएँ साम्य में हो सकती हैं। इस ताप को क्या कहते हैं?

(i) सामान्य गलनांक

(ii) साम्य ताप

(iii) क्वथनांक

(iv) हिमांक

© NCERT not to be republished

III. लघु उत्तर प्रश्न

22. जल में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का आयनन नीचे दिया गया है–

$HCl(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$

इस आयनन में दो संयुग्मी अम्ल-क्षारक युगलों को लिखिए।

23. शर्करा के जलीय विलयन में विद्युत का चालन नहीं होता तथापि, जब जल में सोडियम क्लोराइड मिला दिया जाता है तो विद्युत का चालन होने लगता है। आयनन के आधार पर आप इस कथन की व्याख्या किस प्रकार करेंगे? सोडियम क्लोराइड की सांद्रता से विद्युत्-चालन किस प्रकार प्रभावित होता है?

24. BF_3 में कोई प्रोटॉन नहीं होता फिर भी यह अम्ल के रूप में व्यवहार करता है और NH_3 के साथ अभिक्रिया करता है। ऐसा क्यों है? इन दोनों के मध्य किस प्रकार का आबंध बनता है?

25. दुर्बल क्षारक MOH का आयनन स्थिरांक निम्नलिखित व्यंजक के द्वारा व्यक्त किया जाता है–

$$K_b = \frac{[M^+][OH^-]}{[MOH]}$$

किसी नियत ताप पर कुछ दुर्बल क्षारकों के आयनन स्थिरांक के मान इस प्रकार हैं–

क्षारक	डाइमेथिलऐमीन	यूरिया	पिरिडीन	अमोनिया
K_b	$5.4 \quad 10^{-4}$	$1.3 \quad 10^{-14}$	$1.77 \quad 10^{-9}$	$1.77 \quad 10^{-5}$

साम्यावस्था पर, इन क्षारकों को उनकी आयनन मात्रा के अनुसार घटते क्रम में व्यवस्थित कीजिए।

उपर्युक्त क्षारकों में से सबसे प्रबल क्षारक कौन-सा है?

26. दुर्बल क्षारक का संयुग्मी अम्ल सदैव प्रबल होता है। निम्नलिखित संयुग्मी क्षारकों की क्षारक सामर्थ्य का घटता क्रम क्या होगा?

$OH^-, RO^-, CH_3COO^-, Cl^-$

27. निम्नलिखित को pH के बढ़ते हुए क्रम में व्यवस्थित कीजिए–

$KNO_3\,(aq)$, $CH_3COONa\,(aq)$, $NH_4Cl\,(aq)$, $C_6H_5COONH_4\,(aq)$

28. अभिक्रिया $2HI\,(g) \rightleftharpoons H_2\,(g) + I_2\,(g)$ के लिए K_c का मान $1 \quad 10^{-4}$ है।

किसी नियत समय पर अभिक्रिया मिश्रण का संघटन इस प्रकार है–

$[HI] = 2 \quad 10^{-5}$ mol; $[H_2] = 1 \quad 10^{-5}$ mol और $[I_2] = 1 \quad 10^{-5}$ mol

यह अभिक्रिया किस दिशा में अग्रसर होगी?

29. समीकरण $pH = -\log [H^+]$, के अनुसार, HCl के 10^{-8} mol dm^{-3} विलयन का pH मान 8 होना चाहिए, परन्तु यह मान 7.0 से कम पाया गया है। कारण बताइए।

30. प्रबल अम्ल के विलयन के pH का मान 5.0 है। यदि इसका 100 गुना तनुकरण कर दिया जाए तो प्राप्त विलयन का pH क्या होगा?

© NCERT not to be republished

31. अत्यल्प विलेय लवण तब अवक्षेपित होता है जब विलयन में उसके आयनों की सांद्रता का गुणनफल (Q_{sp}) उसके विलेयता गुणनफल से अधिक होता है। यदि $BaSO_4$ की जल में विलेयता 8 10^{-4} mol dm^{-3} हो, तो 0.01 mol dm^{-3} H_2SO_4 में इसकी विलेयता क्या होगी?

32. 0.08 mol dm^{-3} HOCl विलयन का pH 2.85 है। इसका आयनन स्थिरांक परिकलित कीजिए।

33. दो प्रबल अम्लों A और B के विलयनों, की pH क्रमशः 6 तथा 4 है, इनको समआयतन में मिश्रित करने पर प्राप्त विलयन का pH परिकलित कीजिए।

34. $Al(OH)_3$ का विलेयता गुणनफल 2.7 10^{-11} है। इसकी विलेयता g L^{-1} में परिकलित कीजिए और इस विलयन का pH भी ज्ञात कीजिए। (Al का परमाणु द्रव्यमान 27 u है।)

35. 0.1 g. लेड (II) क्लोराइड को घोल कर संतृप्त विलयन प्राप्त करने के लिए जल की अपेक्षित मात्रा परिकलित कीजिए। ($PbCl_2$ का K_{sp} = 3.2 10^{-8}, लेड का परमाणु द्रव्यमान = 207 u है।)

36. अमोनिया और बोरॉन ट्राइफ्लुओराइड के मध्य अभिक्रिया निम्नलिखित है। इस अभिक्रिया में अम्ल और क्षार की पहचान करिए। यह किस सिद्धांत द्वारा स्पष्ट होता है। अभिक्रियकों में B और N की संकरण अवस्था क्या है?

$$:NH_3 \quad + \quad BF_3 \quad \longrightarrow \quad H_3N:BF_3$$

37. अभिक्रिया, $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$ के लिए निम्नलिखित आँकड़े दिए गए हैं:

$$\Delta_f H^{\ominus}[CaO(s)] = -635.1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^{\ominus}[CO_2(g)] = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H^{\ominus}[CaCO_3(s)] = -1206.9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

उपर्युक्त अभिक्रिया के साम्य स्थिरांक पर ताप का प्रभाव बताइए।

IV. सुमेलन प्ररूप प्रश्न

38. निम्नलिखित साम्यों को संगत अवस्था के साथ सुमेलित कीजिए।

(i) द्रव $\rightleftharpoons$ वाष्प	(a) संतृप्त विलयन
(ii) ठोस $\rightleftharpoons$ द्रव	(b) क्वथनांक
(iii) ठोस $\rightleftharpoons$ वाष्प	(c) ऊर्ध्वपातन बिंदु
(iv) विलेय(ठोस) $\rightleftharpoons$ विलेय(विलयन)	(d) गलनांक
	(e) असंतृप्त विलयन

© NCERT not to be republished

39. अभिक्रिया $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ का साम्य स्थिरांक $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$ है।

कॉलम-I में कुछ अभिक्रियाएँ दी गई हैं और अभिक्रियाओं के संगत साम्य स्थिरांकों का K_c के साथ संबंध कॉलम-II में दिया है। अभिक्रियाओं को संगत साम्य स्थिरांक से सुमेलित कीजिए।

कॉलम-I (अभिक्रिया)	कॉलम-II (साम्य स्थिरांक)
(i) $2N_2(g) + 6H_2(g) \rightleftharpoons 4NH_3(g)$	(a) $2K_c$
(ii) $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$	(b) $K_c^{\frac{1}{2}}$
(iii) $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightleftharpoons NH_3(g)$	(c) $\frac{1}{K_c}$
	(d) K_c^2

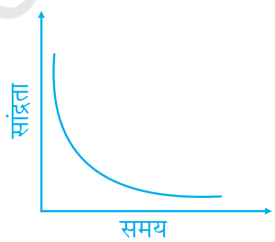
40. अभिक्रिया की मानक मुक्त ऊर्जा को तदनुरूपी साम्य स्थिरांक के साथ सुमेलित कीजिए।

(i) $\Delta G^\ominus > 0$	(a) $K > 1$
(ii) $\Delta G^\ominus < 0$	(b) $K = 1$
(iii) $\Delta G^\ominus = 0$	(c) $K = 0$
	(d) $K < 1$

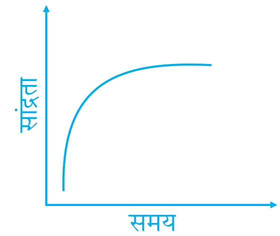
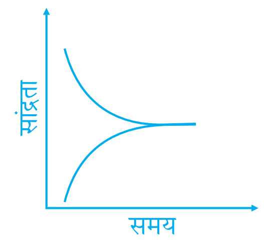
41. निम्नलिखित स्पीशीज़ को संगत अम्ल के साथ सुमेलित कीजिए।

स्पीशीज़	संयुग्मी अम्ल
(i) NH_3	(a) CO_3^{2-}
(ii) HCO_3^-	(b) NH_4^+
(iii) H_2O	(c) H_3O^+
(iv) HSO_4^-	(d) H_2SO_4
	(e) H_2CO_3

42. निम्नलिखित ग्राफीय विचरण को उसके विवरण के साथ सुमेलित कीजिए।

(क)	(ख)
(i) 	(a) समय के साथ उत्पाद सांद्रता में परिवर्तन

© NCERT not to be republished

(ii) 	(b) साम्य पर अभिक्रिया
(iii) 	(c) समय के साथ अभिक्रियक की सांद्रता में परिवर्तन

43. कॉलम-I को कॉलम-II से सुमेलित कीजिए।

कॉलम-I	**कॉलम-II**
(i) साम्य	(a) $\Delta G > 0, K < 1$
(ii) स्वतः प्रवर्तित अभिक्रिया	(b) $\Delta G = 0$
(iii) स्वतः प्रवर्तित न होने वाली अभिक्रिया	(c) $\Delta G^{\ominus} = 0$
	(d) $\Delta G < 0, K > 1$

V. अभिकथन एवं तर्क प्ररूप प्रश्न

निम्नलिखित प्रश्नों में अभिकथन (A) और तर्क (R) के कथन दिए हैं। प्रत्येक प्रश्न के नीचे लिखे विकल्पों में से सही विकल्प का चयन कीजिए।

44. ***अभिकथन (A)*** – हाइड्रोजन हैलाइडों की अम्लता का वृद्धि क्रम इस प्रकार है–

$HF < HCl < HBr < HI$

तर्क (R) – आवर्त सारणी के एक ही वर्ग के तत्वों द्वारा बनने वाले अम्लों की अम्लता की तुलना हेतु अम्ल की ध्रुवीय प्रकृति की तुलना में H–A आबंध सामर्थ्य अधिक महत्वपूर्ण होती है।

(i) A और R दोनों सही हैं और R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत करता है

(ii) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत नहीं करता

(iii) A सही है परन्तु R गलत है

(iv) A और R दोनों गलत हैं

© NCERT not to be republished

45. ***अभिकथन (A)*** – ऐसीटिक अम्ल और सोडियम ऐसीटेट के मिश्रण के विलयन में क्षार अथवा अम्ल की अल्पमात्रा मिलाने पर उसका pH मान अपरिवर्तित रहता है।

तर्क (R) – ऐसीटिक अम्ल और सोडियम ऐसीटेट के मिश्रण का विलयन 4.75 pH के आसपास बफ़र विलयन का कार्य करता है।

(i) A और R दोनों सही हैं और R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत करता है।

(ii) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत नहीं करता।

(iii) A सही है परन्तु R गलत है।

(iv) A और R दोनों गलत हैं।

46. ***अभिकथन (A)*** – हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की उपस्थिति में हाइड्रोजन सल्फाइड का जल में अल्प आयनन होता है।

तर्क (R) – हाइड्रोजन सल्फाइड एक दुर्बल अम्ल है।

(i) A और R दोनों सही हैं और R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत करता है।

(ii) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत नहीं करता।

(iii) A सही है परन्तु R गलत है।

(iv) A और R दोनों गलत हैं।

47. ***अभिकथन (A)*** – नियत ताप पर किसी रासायनिक अभिक्रिया के सम्पन्न होने के लिए साम्य स्थिरांक नियत होता है और यह उसका अभिलक्षणिक गुणधर्म है।

तर्क (R) – साम्य स्थिरांक ताप पर निर्भर नहीं करता।

(i) A और R दोनों सही हैं और R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत करता है।

(ii) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत नहीं करता।

(iii) A सही है परन्तु R गलत है।

(iv) A और R दोनों गलत हैं।

48. ***अभिकथन (A)*** – अमोनियम कार्बोनेट का जलीय विलयन क्षारकीय होता है।

तर्क (R) – दुर्बल अम्ल और दुर्बल क्षारक के लवण के विलयन की अम्लता/क्षारकीयता इसे बनाने वाले अम्ल और क्षारक के क्रमशः K_a और K_b के मान पर निर्भर करती है।

(i) A और R दोनों सही हैं और R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत करता है।

(ii) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत नहीं करता।

(iii) A सही है परन्तु R गलत है।

(iv) A और R दोनों गलत हैं।

49. ***अभिकथन (A)*** – अमोनियम ऐसीटेट का जलीय विलयन बफ़र के रूप में कार्य कर सकता है।

तर्क (R) – ऐसीटिक अम्ल एक दुर्बल अम्ल और NH_4OH एक दुर्बल क्षारक है।

© NCERT not to be republished

(i) A और R दोनों सही हैं और R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत करता है।

(ii) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत नहीं करता।

(iii) A सही है परन्तु R गलत है।

(iv) A और R दोनों गलत हैं।

50. ***अभिकथन (A)*** – स्थिर दाब और स्थिर ताप पर PCl_5 के वियोजन में साम्य पर हीलियम मिलाने से PCl_5 के वियोजन में वृद्धि हो जाती है।

तर्क (R) – हीलियम क्रिया-क्षेत्र से क्लोरीन को हटा देता है।

(i) A और R दोनों सही हैं और R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत करता है।

(ii) A और R दोनों सही हैं परन्तु R, A की सही व्याख्या प्रस्तुत नहीं करता।

(iii) A सही है परन्तु R गलत है।

(iv) A और R दोनों गलत हैं।

VI. दीर्घ उत्तर प्रश्न

51. K_c और Q_C के मान की तुलना करके आप अभिक्रिया की निम्नलिखित स्थितियों की प्रागुक्ति किस प्रकार कर सकते हैं?

(i) नेट अभिक्रिया अग्रसारित हो रही है।

(ii) नेट अभिक्रिया पश्चगामी है।

(iii) कोई नेट अभिक्रिया नहीं होती।

52. ले-शातैलिए नियम के आधार पर व्याख्या कीजिए कि निम्नलिखित अभिक्रिया में अमोनिया की लब्धि में वृद्धि करने के लिए ताप और दाब किस प्रकार समंजित किए जा सकते हैं।

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \qquad \Delta H = -92.38 \text{ kJ mol}^{-1}$$

स्थिर आयतन पर उपर्युक्त अभिक्रिया-मिश्रण में आर्गान मिलाने का क्या प्रभाव पड़ेगा?

53. सामान्य सूत्र $A_x^{p+} B_y^{q-}$ और ग्राम अणुक विलेयता S का कोई अत्यल्प विलेय लवण, अपने संतृप्त विलयन के साथ साम्य में है। ऐसे लवण की विलेयता और विलेयता गुणनफल के मध्य संबंध व्युत्पन्न कीजिए।

54. ΔG और Q के मध्य संबंध लिखिए और प्रत्येक पद के अर्थ की व्याख्या कीजिए और निम्नलिखित के उत्तर दीजिए।

(क) जब $Q < K$ होता है तो अभिक्रिया अग्रसारित क्यों होती है और जब $Q = K$ होता है तो कोई नेट अभिक्रिया क्यों नहीं होती।

(ख) अभिक्रिया $CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$ के लिए अभिक्रिया लब्धि Q के पदों में दाब में वृद्धि के प्रभाव की व्याख्या कीजिए।

© NCERT not to be republished

उत्तर

I. बहुविकल्प प्रश्न (प्रारूप-I)

1. (iv) 2. (iv) 3. (iii) 4. (ii) 5. (ii) 6. (i)

7. (iii) 8. (iv) 9. (i) 10. (iii) 11. (iii) 12. (iv)

13. (i) 14. (iii)

15. (i) $\Delta G^{\ominus} = 0$

औचित्य $-\Delta G^{\ominus} = -RT\ln K$

अभिक्रिया के अर्द्धपूर्ण होने पर, [A] = [B] इसलिए $K = 1$, अतः $\Delta G^{\ominus} = 0$

16. (i), **औचित्य**– ले शातैलिए नियम के अनुसार, स्थिर ताप पर साम्य संघटन बदल जाएगा परन्तु K उतना ही रहेगा।

17. (ii) 18. (i) 19. (iv)

II. बहुविकल्प प्रश्न (प्रारूप-II)

20. (i), (iii), (iv)

औचित्य–

(i) ताप में वृद्धि के साथ K में वृद्धि होती है।

(iii) $Q > K$, अतः, अभिक्रिया पश्चगामी होती है।

(iv) $\Delta n > 0$, इसलिए, $\Delta S > 0$।

21. (i), (iv)

III. लघु उत्तर प्रश्न

22.

HCl	Cl^-
अम्ल	संयुग्मी क्षारक
H_2O	H_3O^+
क्षारक	संयुग्मी अम्ल

23. • शर्करा (चीनी) जल में आयनित नहीं होती परन्तु NaCl जल में पूर्णतः आयनित होकर Na^+ तथा Cl^- आयन देता है।

• लवण की सांद्रता में वृद्धि होने पर अधिक आयनों के प्राप्त होने के कारण चालकत्व में वृद्धि होती है।

24. BF_3 लूइस अम्ल की भाँति क्रिया करता है क्योंकि यह इलेक्ट्रॉन न्यून यौगिक है और उपसहसंयोजी आबंध बनता है जैसा नीचे दिया गया है।

$H_3N: \rightarrow BF_3$

© NCERT not to be republished

25. • साम्य पर आयनन की मात्रा का क्रम है–
डाइमेथिल ऐमीन > अमोनिया > पिरिडीन > यूरिया
• चूंकि डाइमेथिलऐमीन का आयनन अधिकतम होगा अत: इन चारों क्षारकों में यह प्रबलतम क्षारक है।

26. $RO^- > OH^- > CH_3COO^- > Cl^-$

27. $NH_4Cl < C_6H_5COONH_4 < KNO_3 < CH_3COONa$

28. किसी नियत समय पर अभिक्रिया का अभिक्रिया–भागफल निम्नलिखित व्यंजक के द्वारा व्यक्त किया जाता है।

$$Q = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}$$

$$= \frac{1 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-5}}{(2 \times 10^{-5})^2} = \frac{1}{4} = 0.25 = 2.5 \quad 10^{-1}$$

चूंकि अभिक्रिया–भागफल का मान K_c के मान अर्थात् $1 \quad 10^{-4}$ से अधिक है अत: अभिक्रिया विपरीत दिशा में अग्रसर होगी।

29. 10^{-8} mol dm^{-3} की सांद्रता दर्शाती है कि विलयन अत्यन्त तनु है। अत: जल से प्राप्त H_3O^+ आयनों की सांद्रता का योगदान भी महत्वपूर्ण है और इसे pH के परिकलन में शामिल किया जाना चाहिए।

30. (i) pH = 5

$[H^+] = 10^{-5}$ mol L^{-1}

100 गुना तनुकरण करने पर,

$[H^+] = 10^{-7}$ mol L^{-1}

समीकरण $pH = -\log[H^+]$ के अनुसार pH का मान 7 प्राप्त होता है। यह संभव नहीं है। यह दर्शाता है कि विलयन अत्यन्त तनु है: अत:

हाइड्रोजन आयन की कुल सांद्रता = $[H^+]$

= [अम्ल से प्राप्त H_3O^+ की आयन सांद्रता का योगदान] + [जल से प्राप्त H_3O^+ की आयन सांद्रता का योगदान]

= $10^{-7} + 10^{-7}$

$pH = 2 \quad 10^{-7} = 7 - \log 2 = 7 - 0.3010 = 6.6990$

31.

	$BaSO_4$ (s) $\rightleftharpoons$	Ba^{2+} (*aq*) +	SO_4^{2-} (*aq*)
t = 0 पर	1	0	0
जल में साम्य पर	1–S	S	S
सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में साम्य पर	1–S	S	(S + 0.01)

not to be republished © NCERT

जल में $BaSO_4$ का $K_{sp} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = (S)(S) = S^2$

परन्तु $S = 8 \quad 10^{-4}$ mol dm^{-3}

$\therefore \; K_{sp} = (8 \; 10^{-4})^2 = 64 \quad 10^{-8}$ ...(1)

सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में K_{sp} का व्यंजक निम्नलिखित होगा–

$K_{sp} = (S)(S + 0.01)$ ...(2)

चूंकि सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में K_{sp} के मान में कोई परिवर्तन नहीं होगा। अत: समीकरण (1) और (2) से हम पाते हैं–

$(S)(S + 0.01) = 64 \quad 10^{-8}$

$\Rightarrow \quad S^2 + 0.01\,S = 64 \quad 10^{-8}$

$\Rightarrow \quad S^2 + 0.01\,S - 64 \quad 10^{-8} = 0$

$$\Rightarrow \qquad S = \frac{-0.01 \pm \sqrt{(0.01)^2 + (4 \times 64 \times 10^{-8})}}{2}$$

$$= \frac{-0.01 \pm \sqrt{10^{-4} + (256 \times 10^{-8})}}{2}$$

$$= \frac{-0.01 \pm \sqrt{10^{-4}(1 + 256 \times 10^{-2})}}{2}$$

$$= \frac{-0.01 \pm 10^{-2}\sqrt{1 + 0.256}}{2}$$

$$= \frac{-0.01 \pm 10^{-2}\sqrt{1.256}}{2}$$

$$= \frac{-10^{-2} + (1.12 \times 10^{-2})}{2}$$

$$= \frac{(-1 + 1.12) \times 10^{-2}}{2} = \frac{0.12}{2} \times 10^{-2}$$

$= 6 \quad 10^{-4}$ mol dm^{-3}

32. HOCl का pH = 2.85

परन्तु, $-pH = \log [H^+]$

$\therefore \; -2.85 = \log [H^+]$

$\Rightarrow \; \bar{3}.15 = \log [H^+]$

$\Rightarrow \; [H^+] = 1.413 \quad 10^{-3}$

© NCERT not to be republished

दुर्बल एकक्षारकीय अम्ल के लिए, $[H^+] = \sqrt{K_a \times C}$

$$\Rightarrow \quad K_a = \frac{[H^+]^2}{C} = \frac{(1.413 \times 10^{-3})^2}{0.08} = 24.957 \quad 10^{-6}$$

$$= 2.4957 \quad 10^{-5}$$

33. विलयन A का pH = 6

इसलिए विलयन A में $[H^+]$ आयन की सांद्रता = 10^{-6} mol L^{-1}

विलयन B का pH = 4

इसलिए विलयन B में $[H^+]$ आयन की सांद्रता = 10^{-4} mol L^{-1}

प्रत्येक विलयन के एक लिटर को मिश्रित करने पर कुल आयतन = 1L + 1L = 2L हो जाता है।

विलयन A के 1L में H^+ आयनों की मात्रा = सांद्रता आयतन $V = 10^{-6}$ mol 1L

विलयन B के 1L में H^+ आयनों की मात्रा = 10^{-4} mol 1 L

∴ विलयन A और विलयन B को मिश्रित करने से प्राप्त विलयन में H^+ आयनों की कुल मात्रा (10^{-6} mol + 10^{-4} mol) है।

यह मात्रा 2L विलयन में उपस्थित है।

$$\therefore \text{ कुल } [H^+] = \frac{10^{-4}(1 + 0.01)}{2} = \frac{1.01 \times 10^{-4}}{2} \text{mol L}^{-1} = \frac{1.01 \times 10^{-4}}{2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$= 0.5 \quad 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

$$= 5 \quad 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

$$pH = -\log [H^+] = -\log (5 \quad 10^{-5}) = -[\log 5 + (-5 \log 10)]$$

$$= -\log 5 + 5 = 5 - \log 5$$

$$= 5 - 0.6990$$

$$= 4.3010 = 4.3$$

34. मान लीजिए $Al(OH)_3$ की विलेयता S है।

	$Al(OH)_3$ $\rightleftharpoons$	**Al^{3+} (aq)**	**+ $3OH^-$ (aq)**
t = 0 पर स्पीशीज़ की सांद्रता	1	0	0
साम्य पर विभिन्न स्पीशीज़ की सांद्रता	1–S	S	3S

$K_{sp} = [Al^{3+}] [OH^-]^3 = (S) (3S)^3 = 27 S^4$

$$S^4 = \frac{K_{sp}}{27} = \frac{27 \times 10^{-11}}{27 \times 10} = 1 \quad 10^{-12}$$

$S = 1 \quad 10^{-3}$ mol L^{-1}

© NCERT not to be republished

(i) $Al(OH)_3$ की विलेयता

$Al\ (OH)_3$ का मोलर द्रव्यमान $78\ g\ mol^{-1}$ है अतः

$Al\ (OH)_3$ की $g\ L^{-1}$ में विलेयता $= 1 \quad 10^{-3} \quad 78\ g\ L^{-1} = 78 \quad 10^{-3}\ g\ L^{-1}$

$= 7.8 \quad 10^{-2}\ g\ L^{-1}$

(ii) विलयन का pH

$S = 1\ 10^{-3}\ mol\ L^{-1}$

$[OH^-] = 3S = 3\ 1\ 10^{-3} = 3 \quad 10^{-3}$

$pOH = 3 - \log 3$

$pH = 14 - pOH = 11 + \log 3 = 11.4771$

35. $PbCl_2$ का $K_{sp} = 3.2 \quad 10^{-8}$

मान लीजिए $PbCl_2$ की विलेयता S है।

	$PbCl_2\ (s)$ $\rightleftharpoons$	$Pb^{2+}\ (aq)$ +	$2Cl^-\ (aq)$
t = 0 पर स्पीशीज़ की सांद्रता	1	0	0
साम्य पर विभिन्न स्पीशीज़ की सांद्रता	1–S	S	2S

$K_{sp} = [Pb^{2+}]\ [Cl^-]^2 = (S)\ (2S)^2 = 4S^3$

$K_{sp} = 4S^3$

$$S^3 = \frac{K_{sp}}{4} = \frac{3.2 \times 10^{-8}}{4}\ mol\ L^{-1} = 8 \quad 10^{-9}\ mol\ L^{-1}$$

$S = \sqrt[3]{8 \times 10^{-9}} = 2 \times 10^{-3}\ mol\ L^{-1} \quad \therefore \quad S = 2 \quad 10^{-3}\ mol\ L^{-1}$

$PbCl_2$ का मोलर द्रव्यमान $= 278\ g\ mol^{-1}$

$\therefore$ $PbCl_2$ की $g\ L^{-1}$ में विलेयता $= 2 \quad 10^{-3} \quad 278\ g\ L^{-1}$

$= 556 \quad 10^{-3}\ g\ L^{-1}$

$= 0.556\ g\ L^{-1}$

जल में संतृप्त विलयन प्राप्त करने के लिए $0.556\ g\ PbCl_2$ को 1L में घोला जाना चाहिए।

$0.1\ g\ PbCl_2$ को $\frac{0.1}{0.556}$ L जल में घोला जाना चाहिए = 0.1798 L जल

संतृप्त विलयन बनाने के लिए $0.1\ g\ PbCl_2$ को घोलने के लिए $0.1798 \approx 0.2$ L जल की आवश्यकता होगी।

37. $\Delta_r H^{\ominus} = \Delta_f H^{\ominus}\ [CaO(s)] + \Delta_f H^{\ominus}\ [CO_2(g)] - \Delta_f H^{\ominus}\ [CaCO_3(s)]$

$\therefore \quad \Delta_r H^{\ominus} = 178.3\ kJ\ mol^{-1}$

यह अभिक्रिया ऊष्माशोषी है। अतः ले-शातैलिए नियम के अनुसार, ताप वृद्धि से अभिक्रिया अग्रगामी होगी।

© NCERT not to be republished

IV. सुमेलन प्ररूप प्रश्न

38. (i) → (b) (ii) → (d) (iii) → (c) (iv) → (a)
39. (i) → (d) (ii) → (c) (iii) → (b)
40. (i) → (d) (ii) → (a) (iii) → (b)
41. (i) → (b) (ii) → (e) (iii) → (c) (iv) → (d)
42. (i) → (c) (ii) → (a) (iii) → (b)
43. (i) → (b), (c) (ii) → (d) (iii) → (a)

V. अभिकथन एवं तर्क प्ररूप प्रश्न

44. (i) 45. (i) 46. (ii) 47.(iii) 48. (i) 49. (iii)
50. (iv)

VI. दीर्घ उत्तर प्रश्न

51. (i) $Q_c < K_c$ (ii) $Q_c > K_c$ (iii) $Q_c = K_c$

यहाँ, Q_c सांद्रता के पदों में अभिक्रिया भागफल है और K_c साम्य स्थिरांक है

53. [संकेत- $A_x^{p+}B_y^{q-} \rightleftharpoons xA^{p+}(aq) + yB^{q-}(aq)$]

A_xB_y के S मोल विलीन होकर A^{p+} आयन के xS मोल और B^{q-} आयन के yS मोल देते हैं।

54. $\Delta G = \Delta G^{\ominus} + RT\ln Q$

ΔG = अभिक्रिया की प्रगति के साथ मुक्त ऊर्जा में परिवर्तन

$\Delta G^{\ominus}$ = मानक मुक्त ऊर्जा परिवर्तन

Q = अभिक्रिया-भागफल

R = गैस स्थिरांक

T = परम ताप

चूंकि $\Delta G^{\ominus} = -RT\ln K$

$\therefore \quad \Delta G = -RT\ln K + RT\ln Q = RT\ln\frac{Q}{K}$

यदि $Q < K$ हो तो ΔG ऋणात्मक होगा। अभिक्रिया अग्रगामी होगी।

यदि $Q = K$, $\Delta G = 0$ हो तो नेट अभिक्रिया नहीं होगी।

[**संकेत** - अब समानीत आयतन के दृष्टिगत (बढ़े हुए दाब) को CO, H_2, CH_4 तथा H_2O की सांद्रता के साथ संबद्ध कीजिए। दर्शाइए कि $Q < K$ अत: अभिक्रिया अग्रगामी होगी।]

© NCERT not to be republished