DAILY ASSAM

অধ্যায় 7

সাম্য
EQUILIBRIUM

উদ্দেশ্য (Objective)

এই অধ্যায়টো অধ্যয়ন কৰি তলত দিয়া বিষয়সমূহ সম্বন্ধে সবিশেষ জানিব পাৰিবা—

- ৰাসায়নিক আৰু ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়াসমূহৰ লগত জড়িত সাম্যৰ গতিশীল প্ৰকৃতি
- সাম্য সম্পৰ্কে সূত্ৰসমূহ
- ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক প্ৰক্ৰিয়াসমূহৰ লগত জড়িত সাম্যৰ বৈশিষ্টসমূহ
- সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশি
- K_p আৰু K_c ৰ মাজৰ সম্পৰ্ক
- বিক্ৰিয়া এটাৰ সাম্যাৱস্থাৰ ওপৰত প্ৰভাৱ পেলোৱা কাৰকসমূহ
- আৰ্হেনিয়াছ, ব্ৰনষ্টেড-লৱৰি আৰু লিৱিছৰ ধাৰণাৰ ভিত্তিত পদাৰ্থক এছিড বা ক্ষাৰক হিচাপে শ্ৰেণীবিভাজন
- এছিড বা ক্ষাৰকৰ আয়নীয় ধ্ৰুৱকৰ সহায়ত সিহঁতক মৃদু আৰু তীব্ৰ হিচাপে শ্ৰেণীবিভাজন
- বিদ্যুৎবিশ্লেষ্যৰ আৰু সাধাৰণ গাঢ়তাৰ ওপৰত আয়নীকৰণ মাত্ৰাৰ নিৰ্ভৰশীলতা
- হাইড্ৰ'জেন আয়ন গাঢ়তা বুজাবলৈ pH স্কেল
- পানীৰ আয়নীকৰণ আৰু ইয়াৰ এছিডীয় আৰু ক্ষাৰকীয় ধৰ্ম
- পানীৰ আয়নীয় গুণফল $[K_w]$ আৰু pK_w
- বাফাৰ দ্ৰৱ আৰু ইয়াৰ ব্যৱহাৰিক প্ৰয়োগ
- দ্ৰাব্যতা গুণফল ধ্ৰুৱকৰ গণনা

বিভিন্ন জৈৱিক আৰু পৰিৱেশ সংক্ৰান্তীয় প্ৰক্ৰিয়াৰ ক্ষেত্ৰত ৰাসায়নিক সাম্যৰ ধাৰণা অতীৱ প্ৰয়োজন। উদাহৰণ হিচাপে, অক্সিজেন অণু আৰু হিম'গ্ল'বিনৰ মাজত থকা সাম্যই আমাৰ দেহৰ হাওঁফাওঁৰ পৰা মাংসপেশীলৈ অক্সিজেনৰ সঞ্চালনত এক বিশেষ ভূমিকা পালন কৰে। আকৌ CO আৰু হিম'গ্ল'বিনৰ মাজত সৃষ্টি হোৱা সাম্যৰ বাবেই আমাৰ দেহত CO ৰ বিষক্ৰিয়া হয়।

আবদ্ধ তন্ত্ৰ এটাত জুলীয়া পদাৰ্থ এটা বাষ্পীভূত হ'লে ইয়াৰ পৃষ্ঠৰপৰা তুলনামূলকভাৱে বেছি গতিশক্তিবিশিষ্ট অণুবোৰ বাষ্পীয় অৱস্থালৈ ৰূপান্তৰিত হ'ব। আকৌ বাষ্পীয় অৱস্থাত থকা পদাৰ্থটোৰ বহুতো অণুৱে পৃষ্ঠৰ ওপৰতো খুন্দিয়ায়। এনেদৰে বাষ্পীয় অৱস্থাত থকা বহুতো অণুৱে জুলীয়া অৱস্থালৈ পুনৰ গতি কৰে। এটা সময়ত বাষ্পীয় অৱস্থালৈ গতি কৰি থকা অণুৰ সংখ্যা আৰু জুলীয়া অৱস্থালৈ পৰিৱৰ্তিত হৈ থকা অণুৰ সংখ্যা সমান হয়। তেতিয়া বাষ্পীয় অৱস্থাত থকা অণু আৰু জুলীয়া অৱস্থাত থকা অণুৰ মাজত **সাম্য** প্ৰতিষ্ঠিত হোৱা বুলি কোৱা হয়। ফলত জুলীয়া পদাৰ্থটোৰ ওপৰত ইয়াৰ বাষ্পৰ চাপ (বাষ্পীয় চাপ) স্থিৰ হয়। সাম্য অৱস্থা কিন্তু স্থবিৰ নহয়; অৰ্থাৎ এই অৱস্থাত বাষ্পীভৱন আৰু ঘনীভৱন চলিয়েই থাকে— সিহঁতৰ গতিবেগহে সমান হয়। এই সাম্যটোক এনেদৰে প্ৰকাশ কৰা হয়।

$$H_2O\,(l) \rightleftharpoons H_2O\,(vap)$$

অৰ্ধকাঁড় দুটাই প্ৰক্ৰিয়াটো দুয়োটা দিশত একে সময়তে চলি থকা বুজাইছে। সাম্য অৱস্থাত থকা বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থটোৰ মিশ্ৰকে **সাম্য মিশ্ৰ** (equilibrium mixture) বোলা হয়। ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়া আৰু ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়া দুয়োটা ক্ষেত্ৰতে সাম্য প্ৰতিষ্ঠিত হ'ব পাৰে। পৰীক্ষাত্মক অৱস্থা আৰু বিক্ৰিয়কৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ

কৰি বিক্ৰিয়া এটা মন্থৰ বা দ্ৰুত গতিত হ'ব পাৰে। আবদ্ধ পাত্ৰ এটাৰ ভিতৰত চলি থকা বিক্ৰিয়া এটাত ভাগ লোৱা বিক্ৰিয়াকৰ গাঢ়তা লাহে লাহে কমি যায়। আনহাতে বিক্ৰিয়াত উৎপন্ন হোৱা পদাৰ্থৰ পৰিমাণ বাঢ়ি যায়। এই কাৰ্য্য কিছুসময়লৈ চলে। কিন্তু তাৰ পাছত বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ পৰিমাণ সলনি নহয়। তন্ত্ৰটোৰ এই অৱস্থাক **গতিশীল সাম্য** (dynamic equlibrium) বোলে। এই অৱস্থাত সম্মুখী আৰু বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়া দুয়োটাই সমান বেগত চলি থাকে। এই গতিশীল সাম্যাৱস্থাৰ বাবেই বিক্ৰিয়া মিশ্ৰনত থকা বিভিন্ন পদাৰ্থসমূহৰ গাঢ়তাৰ (পৰিমাণ) কোনো পৰিৱৰ্তন নহয়। এটা বিক্ৰিয়া কিমান দূৰ সংঘটিত হ'ব তাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি ৰাসায়নিক সাম্যক তিনিটা ভাগত ভগাব পাৰি—

(i) প্ৰায় সম্পূৰ্ণকৈ সংঘটিত হোৱা বিক্ৰিয়া। এনে বিক্ৰিয়াৰ শেষত অতি কম পৰিমাণৰ বিক্ৰিয়ক বাকী ৰয়। ইয়াক পৰীক্ষাৰদ্বাৰা নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি।

(ii) অতি কম পৰিমাণৰ বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ উৎপন্ন হোৱা বিক্ৰিয়া। এনে ধৰণৰ বিক্ৰিয়াৰ সাম্যাৱস্থাত বেছিভাগ বিক্ৰিয়ক বিক্ৰিয়াত ভাগ নোলোৱাকৈ থাকি যায়।

(iii) সাম্যাৱস্থাত বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তাৰ মাজত তুলনামূলকভাৱে কিছু পৰিমাণৰ তাৰতম্য থকা বিক্ৰিয়া।

বিক্ৰিয়া এটা কিমান পৰ্য্যন্ত সম্পূৰ্ণ হ'ব সেইটো বিক্ৰিয়কৰ গাঢ়তা, উষ্ণতা আদি পৰীক্ষাত্মক অৱস্থাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। পৰীক্ষাগাৰ আৰু ৰাসায়নিক উদ্যোগত কিছুমান নিৰ্দিষ্ট ৰাসায়নিক পদাৰ্থ প্ৰস্তুতিৰ লক্ষ্য স্থিৰ কৰা হয়। ইয়াৰ বাবে যি বিক্ৰিয়াৰদ্বাৰা পদাৰ্থটো প্ৰস্তুত কৰা হয় সেই বিক্ৰিয়াটো কিছুমান অনুকূলতম অৱস্থাত সংঘটিত কৰা হয়। তেতিয়াহে বিক্ৰিয়াটোত অধিক পৰিমাণে লক্ষ্য পদাৰ্থ (বিক্ৰিয়াজাত) উৎপন্ন হ'ব পাৰে। বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ অধিক পৰিমাণে প্ৰস্তুত হ'লে সাম্য বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ দিশত অনুকূল হোৱা বুলি কোৱা হয়। ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক প্ৰক্ৰিয়াৰ লগত জড়িত সাম্যৰ কিছুমান লাগতিয়াল দিশ এই অধ্যায়ত আমি আলোচনা কৰিম। জলীয় দ্ৰৱত থকা আয়নৰ ক্ষেত্ৰত উদ্ভৱ হোৱা সাম্যৰ অৰ্থাৎ আয়নীয় সাম্যৰ বিষয়েও আলোচনা কৰা হ'ব।

7.1 ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়াত সাম্য (EQULIBRIUM IN PHYSICAL PROCESSES)

ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়া কিছুমানৰ সহায়ত সাম্যৰ ধাৰণাটো ভালদৰে বুজিব পাৰি। এনে ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়াৰ উদাহৰণ হ'ল প্ৰাৱস্থাৰ পৰিৱৰ্তন (phase transformation); যেনে—

(i) কঠিন অৱস্থাৰপৰা জুলীয়া অৱস্থালৈ বা জুলীয়া অৱস্থাৰপৰা কঠিন অৱস্থালৈ

(ii) জুলীয়া অৱস্থাৰ পৰা গেছীয় অৱস্থালৈ বা গেছৰ পৰা জুলীয়া অৱস্থালৈ

(iii) কঠিন অৱস্থাৰপৰা গেছীয় অৱস্থালৈ বা গেছৰপৰা জুলীয়া অৱস্থালৈ

7.1.1 কঠিন আৰু জুলীয়া অৱস্থাৰ মাজত সাম্য (Solid-Liquid Equilibrium)

সম্পূৰ্ণভাৱে অন্তৰিত থাৰ্মক্লাস্কত (য'ত তন্ত্ৰ আৰু পাৰিপাৰ্শ্বিকৰ মাজত শক্তিৰ আদান-প্ৰদান নহয়) 273K উষ্ণতাত আৰু এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপত বৰফ আৰু পানী ৰাখিলে সাম্যাৱস্থাৰ সৃষ্টি হয়। এনেকুৱা অৱস্থাত তন্ত্ৰটোৰ কিছুমান বিশেষ ধৰ্ম পৰিলক্ষিত হয়। তন্ত্ৰটোত থকা বৰফ আৰু পানীৰ পৰিমাণ (ভৰ) সলনি নহয়; উষ্ণতাৰো কোনো পৰিৱৰ্তন নহয়। এই সাম্যাৱস্থা কিন্তু স্থবিৰ নহয়। সাম্যাৱস্থা চলি থকা সময়ত বৰফৰ পৃষ্ঠৰপৰা পানীৰ অণু জুলীয়া অৱস্থালৈ গৈ থাকে। লগে লগে জুলীয়া অৱস্থাত থকা পানীৰ অণু বৰফৰ পৃষ্ঠত খুন্দা খাই তাত ৰৈ যায়। বায়ুমণ্ডলীয় চাপত আৰু 273K উষ্ণতাত সমান হাৰত এই দুটা প্ৰক্ৰিয়া চলি থাকে কাৰণে বৰফৰ আৰু পানীৰ ভৰৰ কোনো তাৰতম্য নঘটে।

DAILY ASSAM

এক নিৰ্দিষ্ট চাপ আৰু উষ্ণতাতহে বৰফ আৰু পানীৰ মাজত সাম্য প্ৰতিষ্ঠিত হয়। *বায়ুমণ্ডলীয় চাপত যি উষ্ণতাত বিশুদ্ধ পদাৰ্থ এটাৰ কঠিন আৰু জুলীয়া* অৱস্থাৰ মাজত সাম্যৱস্থাৰ সৃষ্টি হয় সেই উষ্ণতাক পদাৰ্থটোৰ **সাধাৰণ হিমাংক বা গলনাংক** (normal freezing or melting point) বুলি কোৱা হয়। সাম্যাৱস্থাত তন্ত্ৰটো গতিশীল অৱস্থাত থাকে। এই ক্ষেত্ৰত আমি তলৰ সিদ্ধান্তসমূহত উপনীত হ'ব পাৰোঁ—

(1) দুয়োটা পৰস্পৰ বিপৰীতমুখী প্ৰক্ৰিয়া একে সময়তে চলি থাকে

(2) দুয়োটা প্ৰক্ৰিয়া সমান হাৰত চলি থাকে বাবে বৰফ আৰু পানীৰ ভৰ স্থিৰ থাকে।

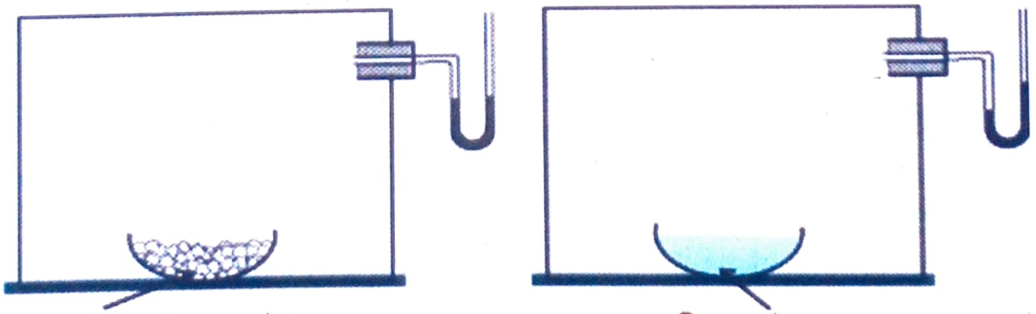
7.1.2 জুলীয়া অৱস্থা আৰু বাষ্পীয় অৱস্থাৰ মাজত সাম্য (Liquid-Vapour Equilibrium)

এটা পৰীক্ষাৰ সহায়ত এনে ধৰণৰ সাম্য সহজে বুজিব পাৰি। পৰীক্ষাটোত এটা স্বচ্ছ বাকচ লোৱা হয়। বাকচটোৰ এফালে চিত্ৰ 7.1ত দেখুওৱাৰ দৰে এটা U-সদৃশ নলী সংযুক্ত কৰি তাত মাৰ্কাৰি (মেন'মিটাৰ) ৰখা হয়। বাকচটোৰ ভিতৰত শুষ্কক (যেনে, কেলছিয়াম ক্ল'ৰাইড, বা ফছফৰাছ পেণ্টক্সাইড) কেবা ঘণ্টাৰ বাবে ৰখা হ'ল। পাছত শুষ্ককখিনি আঁতৰাই পানীপূৰ্ণ ৱাট্‌চ গ্লাছ এখন বাকচটোৰ ভিতৰত মুহূৰ্ততে ভৰাই দিয়া হ'ল। এনেদৰে ৰখাৰ কিছুসময় পাছত মেন'মিটাৰৰ সোঁপিনৰ নলীটোত মাৰ্কাৰিৰ স্তৰ লাহে লাহে ওপৰলৈ উঠা পৰিলক্ষিত হ'ব আৰু এটা সময়ত এক নিৰ্দিষ্ট স্থানত স্থিৰ হৈ ৰ'ব। অৰ্থাৎ বাকচটোৰ ভিতৰৰ চাপ লাহে লাহে বঢ়া বাবে মেন'মিটাৰৰ সোঁফালৰ নলীত মাৰ্কাৰি ওপৰলৈ উঠে। তেনেদৰে কিছু সময় পাছত বাকচটোৰ ভিতৰত চাপ এক স্থিৰ মানপ্ৰাপ্ত হয় বাবে মাৰ্কাৰিও এটা নিৰ্দিষ্ট স্থানত ৰৈ যায়। একে সময়তে ৱাটচ্ গ্লাছত থকা পানীৰ পৰিমাণো কমে। আৰম্ভণিতে অৰ্থাৎ ৱাটচ্ গ্লাছত পানী লৈ বাকচৰ ভিতৰত ভৰাই দিয়াৰ সময়ত বাকচটোৰ ভিতৰত জলীয় বাষ্প নাছিল বা একেবাৰে কম আছিল। পানী বাষ্পীভূত হোৱাৰ লগে লগে বাকচটোৰ ভিতৰত বাষ্পীভূত হোৱা পানীৰ অণুৰ সংখ্যা বাঢ়ি গৈ থাকে। ফলস্বৰূপে বাকচটোৰ ভিতৰত চাপ বাঢ়িবলৈ ধৰে। বাষ্পীভৱনৰ বিপৰীতে তাত জলীয় বাষ্পৰ ঘনীভৱনো (বাষ্পৰপৰা পানী) হ'ব ধৰে। বাষ্পীভৱনৰ হাৰ ধ্ৰুৱক। কিন্তু বাকচটোৰ ভিতৰত চাপ বৃদ্ধিৰ হাৰ ঘনীভৱনৰ বাবে কমি যাব। ঘনীভৱনৰ হাৰ প্ৰথম অৱস্থাৰপৰা লাহে লাহে বাঢ়ি যায়। এক নিদিষ্ট সময়ৰ পাছত (নিদিষ্ট উষ্ণতাত) ঘনীভৱনৰ হাৰ বাষ্পীভৱনৰ হাৰৰ সমান হয়; অৰ্থাৎ সাম্য প্ৰতিষ্ঠিত হয়।

বাষ্পীভৱনৰ হাৰ = ঘনীভৱনৰ হাৰ

$$H_2O\,(l) \rightleftharpoons H_2O\,(vap)$$

সাম্যাৱস্থাত নিদিষ্ট উষ্ণতাত পানীৰ বাষ্পই প্ৰদান কৰা চাপ ধ্ৰুৱক হয়। এই চাপক পানীৰ **সাম্য বাষ্পীয় চাপ** (equilibrium vapour pressure) বা **বাষ্পীয় চাপ** (vapour pressure) বোলে। উষ্ণতা বাঢ়িলে বাষ্পীয়



চিত্ৰ 7.1 স্থিৰ উষ্ণতাত পানীৰ সাম্য বাষ্পীয় চাপ নিৰ্ণয়

চাপৰ মান বাঢ়ে। ওপৰৰ পৰীক্ষাটোত পানীৰ সলনি আন জুলীয়া পদাৰ্থ (যেনে, মিথাইল এলকহল, এচিট'ন বা ইথাৰ) লৈ বাষ্পীয় চাপ নিৰ্ণয় কৰিলে একে উষ্ণতাত সিহঁতৰ বাষ্পীয় চাপ বেলেগ বেলেগ হ'ব। যিটো জুলীয়া পদাৰ্থৰ বাষ্পীয় চাপ বেছি সেইটো বেছি উদ্বায়ী আৰু তাৰ উতলাংক কম হ'ব।

তিনিটা জুলীয়া পদাৰ্থ, যেনে ইথাইল এলকহল, পানী আৰু এচিট'নৰ কথা বিবেচনা কৰাচোন। প্ৰত্যেকৰে যেনিবা 1mL কৈ বেলেগে বেলেগে তিনিখন ৱাট্‌চ গ্লাছত লৈ বায়ুত মুক্তভাৱে ৰখা হৈছে। অন্য এটা পৰীক্ষাত এই জুলীয়া পদাৰ্থ কেইটাৰ বেলেগ বেলেগ আয়তন তিনিখন ৱাটচ গ্লাছত লৈ উষ্ণ কোঠালী এটাত মুক্তভাৱে ৰখা হ'ল। প্ৰত্যেকটো ক্ষেত্ৰতে জুলীয়া পদাৰ্থ কেইটা এটা সময়ত সম্পূৰ্ণৰূপে বাষ্পীভূত হৈ যাব। সম্পূৰ্ণ বাষ্পীভৱন হোৱাৰ বাবে প্ৰয়োজনীয় সময় তলত উল্লেখ কৰা কাৰক কেইটাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে—

1. জুলীয়া পদাৰ্থৰ প্ৰকৃতি,
2. জুলীয়া পদাৰ্থৰ পৰিমাণ, আৰু
3. উষ্ণতা

জুলীয়া পদাৰ্থৰ সৈতে ৱাট্‌চ গ্লাছসমূহ মুক্তভাৱে (মুক্ত তন্ত্ৰ) বায়ুত ৰাখিলে বাষ্পীভৱনৰ হাৰ ধ্ৰুৱক হয়; কিন্তু বাষ্পীয় অণুবোৰ বহিৰৰ বৃহৎ আয়তনত বিস্তাৰিত হয়। ফলত বাষ্পৰপৰা জুলীয়া অৱস্থালৈ ঘনীভৱনৰ হাৰ বাষ্পীভৱনৰ হাৰতকৈ যথেষ্ট কম হয়। এনে ক্ষেত্ৰত সাম্যৱস্থা পোৱা নাযায়। এই উদাহৰণ কেইটাৰ প্ৰতিটোৱেই হ'ল একোটা মুক্ত তন্ত্ৰ। গতিকে আমি ক'ব পাৰোঁ যে মুক্ত তন্ত্ৰৰ ক্ষেত্ৰত সাম্য পোৱা নাযায়।

এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপ (1.013 bar) আৰু 100°C উষ্ণতাত আবদ্ধ পাত্ৰ এটাত পানী আৰু পানীৰ বাষ্প সাম্যাৱস্থাত থাকে। 1.013 bar চাপত পানীৰ উতলাংক 100°C। এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপত (1.013 bar) যিকোনো বিশুদ্ধ জুলীয়া পদাৰ্থৰ বাবে যি উষ্ণতাত জুলীয়া আৰু বাষ্পীয় অৱস্থাৰ মাজত সাম্য প্ৰতিষ্ঠিত হয় সেই উষ্ণতাক জুলীয়া পদাৰ্থটোৰ **সাধাৰণ উতলাংক** (normal boiling point) বোলে। জুলীয়া পদাৰ্থৰ উতলাংক বায়ুমণ্ডলীয় চাপৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। আকৌ ঠাই এডোখৰৰ উচ্চতাৰ ওপৰত চাপ নিৰ্ভৰ কৰে। উচ্চতা বাঢ়িলে বায়ুৰ চাপ কমে। গতিকে উচ্চ উচ্চতাত জুলীয়া পদাৰ্থৰ উতলাংক কম হয়।

7.1.3 কঠিন আৰু বাষ্পৰ মাজত সাম্য (Solid-Vapour Equilibrium)

সাধাৰণতে কঠিন পদাৰ্থ তপতালে ই জুলীয়া অৱস্থা পায়। কিছুমান কঠিন পদাৰ্থ কিন্তু তাপ পালে পোনে পোনে বাষ্পীয় অৱস্থাপ্ৰাপ্ত হয়। তেনেকুৱা কঠিন পদাৰ্থ বাষ্পীয় অৱস্থালৈ উৎক্ষেপিত হোৱা তন্ত্ৰ এটা লোৱা হ'ল। আবদ্ধ পাত্ৰ এটাত গোটা আয়'ডিন এডোখৰ ৰাখিলে কিছু সময় পিছত গোটেই পাত্ৰটো আয়'ডিনৰ বেগুনীয়া বাষ্পৰে পৰিপূৰ্ণ হ'ব। সময় যোৱাৰ লগে লগে এই বাষ্পৰে ৰঙৰ তীব্ৰতাও বাঢ়ি যাব। কিছু সময় পিছত এই ৰঙৰ তীব্ৰতা স্থিৰ হৈ থাকিব। এই সময়তে কঠিন আয়'ডিন আৰু বাষ্পীয় আয়'ডিনৰ মাজত সাম্য প্ৰতিষ্ঠিত হ'ব; আৰ্থাৎ সমান হাৰত কঠিন আয়'ডিন বাষ্পলৈ আৰু বাষ্পীভূত আয়'ডিন কঠিন অৱস্থালৈ পৰিৱৰ্তিত হ'ব। এই সাম্যটো তলত দিয়া ধৰণে দেখুওৱা হয়—

$$I_2\text{ (solid)} \rightleftharpoons I_2\text{ (vapour)}$$

এনেকুৱা সাম্যযুক্ত আন কিছুমান উদাহৰণ তলত দিয়া হ'ল—

কৰ্পূৰ (কঠিন) $\rightleftharpoons$ কৰ্পূৰ (বাষ্প)

$$NH_4Cl\text{ (solid)} \rightleftharpoons NH_4Cl\text{ (vapour)}$$

7.1.4 জুলীয়া পদাৰ্থত কঠিন বা গেছীয় পদাৰ্থ দ্ৰৱীভূত হৈ থকা তন্ত্ৰৰ সাম্য (Equilibrium Involving Dissolution of Solid or Gases in Liquids)

জুলীয়া পদাৰ্থত কঠিন পদাৰ্থৰ দ্ৰৱ (Solids in liquids)

আমাৰ অভিজ্ঞতাৰ পৰা আমি জানোঁ যে সাধাৰণ উষ্ণতাত নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ পানীত নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ লৱন

বা চেনিহে দ্ৰবীভূত হয়। উচ্চ উষ্ণতাত যদি এটা অতি গাঢ় চেনীৰ দ্ৰব্য প্ৰস্তুত কৰা হয়, তেনেহ'লে সাধাৰণ উষ্ণতালৈ চেচাঁ কৰিলে এই দ্ৰৱৰপৰা চেনিৰ দানা (ক্ৰিষ্টেল) পৃথক হৈ পৰে। এটা নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত যদি দ্ৰৱ এটাত আৰু অধিক দ্ৰব্য দ্ৰৱীভূত কৰিব নোৱাৰি তেনেহ'লে সেই দ্ৰব্যটোক **সংপৃক্ত দ্ৰৱ** (saturated solution) বোলে। সংপৃক্ত দ্ৰৱৰ গাঢ়তা উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। সংপৃক্ত দ্ৰৱ এটাত কঠিন অৱস্থাত থকা দ্ৰব্য পদাৰ্থ আৰু দ্ৰৱীভূত হৈ থকা দ্ৰব্য পদাৰ্থৰ মাজত এটা সাম্যৰ সৃষ্টি হয়।

চেনি (দ্ৰৱ) $\rightleftharpoons$ চেনি (কঠিন), আৰু

চেনি দ্ৰবীভূত হোৱা হাৰ = চেনিৰ ক্ৰিষ্টেলিভৱনৰ হাৰ

তেজষ্ক্ৰিয় চেনিৰ সহায়ত এই দুটা প্ৰক্ৰিয়াৰ হাৰৰ সমানতা আৰু গতিশীলতা নিশ্চিত কৰা হৈছে। অতেজষ্ক্ৰিয় চেনিৰ সংপৃক্ত দ্ৰৱত যদি কিছু পৰিমাণৰ তেজষ্ক্ৰিয় চেনি যোগ কৰা হয়, তেনেহ'লে কিছু সময়ৰ পিছত চেনিৰ দ্ৰৱত আৰু তলিত জমা হৈ থকা কঠিন চেনিত উভয়তে তেজষ্ক্ৰিয় চেনিৰ উপস্থিতি পোৱা যায়। প্ৰথমতে দ্ৰৱত তেজষ্ক্ৰিয় চেনি নাথাকে, কিন্তু সাম্যৰ গতিশীল প্ৰকৃতিৰ বাবে দ্ৰৱ আৰ দ্ৰাব্য দুয়োটা প্ৰাৱস্থাৰ মাজত তেজষ্ক্ৰিয় আৰু অতেজষ্ক্ৰিয় দুয়োবিধ চেনিৰ অণুৰ আদান-প্ৰদান ঘটিব। এটা স্থিৰ মান প্ৰাপ্ত নোহোৱালৈকে দ্ৰৱত অতেজষ্ক্ৰিয় আৰু তেজষ্ক্ৰিয় অণুৰ অনুপাত বাঢ়ি থাকে।

জুলীয়া পদাৰ্থত গেছীয় পদাৰ্থ (Gases in liquids)

চ'ডা পানীৰ বটল এটা খুলিলে ইয়াত দ্ৰবীভূত হৈ থকা কাৰ্বন ডাইঅক্সাইডৰ কিছু পৰিমাণ তৎক্ষনাত ফেন উঠি ওলাই আহে। বিভিন্ন চাপত কাৰ্বন ডাইঅক্সাইডৰ দ্ৰৱনীয়তা বিভিন্ন ; এই কাৰণে এই পৰিঘটনা দেখিবলৈ পোৱা যায়। উচ্চ চাপত থকা বটলৰ ভিতৰত গেছীয় অৱস্থাত থকা কাৰ্বন ডাইঅক্সাইডৰ অণু আৰু দ্ৰবীভূত হৈ থকা কাৰ্বন ডাইঅক্সাইডৰ অণুৰ মাজত এক সাম্য প্ৰতিষ্ঠিত হয়, অৰ্থাৎ

$$CO_2\text{(গেছ)} \rightleftharpoons CO_2\text{ (দ্ৰৱ)}$$

এনেকুৱা সাম্য **হেনৰিৰ সূত্ৰৰ** (Henry's law) সহায়ত ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। হেনৰিৰ সূত্ৰটো হ'ল—'**যি কোনো উষ্ণতাত কোনো নিৰ্দিষ্ট ভৰৰ দ্ৰাৱকত দ্ৰবীভূত হোৱা গেছৰ ভৰ দ্ৰাৱকৰ ওপৰত থকা গেছৰ চাপৰ সমানুপাতিক**।' উষ্ণতা বঢ়ালে দ্ৰবীভূত হোৱা গেছৰ পৰিমাণ কমে। চ'ডা পানীৰ বটলত উচ্চ চাপত কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড দ্ৰবীভূত কৰি ৰখা হয়; কিয়নো উচ্চ চাপত পানীত কাৰ্বন-ডাইঅক্সাইডৰ দ্ৰৱনীয়তা বেছি। বটলটো খুলি দিয়াৰ লগে লগে চ'ডা পানীৰ ওপৰত চাপ হ্ৰাস হয় আৰু দ্ৰবীভূত হৈ থকা কাৰ্বন ডাইঅক্সাইডৰপৰা কিছু কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড ওলাই আহে। চ'ডা পানীৰ ওপৰত চাপ হ্ৰাস হোৱাৰ লগে লগে এটা নতুন সাম্য পাবলৈ এনেকুৱাকৈ দ্ৰবীভূত কাৰ্বন ডাইঅক্সাইড কিছু ওলাই আহে। বটলটো তেনেকুৱাকৈ কিছু সময় খোলা অৱস্থাত থৈ দিলে কাৰ্বন-ডাই-অক্সাইড ফেন হিচাপে ওলাই বন্ধ হয়। এই পৰিঘটনাটো আমি তলত দিয়া ধৰণে ব্যাখ্যা কৰিব পাৰোঁ—

(i) কঠিন আৰু জুলীয়া অৱস্থাৰ মাজৰ সাম্যৰ বাবে এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপত দুয়োটা প্ৰাৱস্থাৰ অৱস্থিতি মাত্ৰ এটা উষ্ণতাতে সম্ভৱ। সেইটো হ'ল পদাৰ্থটোৰ গলনাংক। পাৰিপাৰ্শ্বিকৰ লগত শক্তিৰ আদান-প্ৰদান নহ'লে প্ৰতিটো প্ৰাৱস্থাৰ ভৰ ধ্ৰুৱক হয়।

(ii) জুলীয়া আৰু বাষ্পীয় অৱস্থাৰ মাজৰ সাম্যৰ বাবে নিদিষ্ট উষ্ণতাত বাষ্পীয় চাপ ধ্ৰুৱক হয়।

(iii) কঠিন পদাৰ্থৰ জুলীয়া পদাৰ্থত দ্ৰৱনীয়তা নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত ধ্ৰুৱক।

(iv) জুলীয়া পদাৰ্থত গেছৰ দ্ৰৱনীয়তাৰ ক্ষেত্ৰত দ্ৰৱত গেছৰ গাঢ়তা দ্ৰৱটোৰ ওপৰত থকা গেছৰ চাপৰ (গাঢ়তাৰ) সমানুপাতিক হয়। তালিকা 7.1 ত এই কথাখিনি চমুকৈ প্ৰকাশ কৰা হৈছে।

তালিকা 7.1 ভৌতিক সাম্যৰ কিছুমান বৈশিষ্ট্য

প্ৰক্ৰিয়া	মন্তব্য
জুলীয়া পদাৰ্থ $\rightleftharpoons$ বাষ্প $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$	নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত P_{H_2O} ধ্ৰুৱক
কঠিন পদাৰ্থ $\rightleftharpoons$ জুলীয়া পদাৰ্থ $H_2O(s) \rightleftharpoons H_2O(l)$	নিৰ্দিষ্ট চাপত গলনাংক স্থিৰ
দ্ৰাব্য (s) $\rightleftharpoons$ দ্ৰাব্য (দ্ৰৱ) চেনী (s) $\rightleftharpoons$ চেনী (দ্ৰৱ)	নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত দ্ৰৱত দ্ৰাব্যৰ গাঢ়তা ধ্ৰুৱক
গেছ (g) $\rightleftharpoons$ গেছ (aq) $CO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(aq)$	নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত $\frac{[\text{গেছ (aq)}]}{[\text{গেছ (g)}]}$ অনুপাতটো ধ্ৰুৱক নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত $\frac{[CO_2(aq)]}{[CO_2(g)]}$ অনুপাতটো ধ্ৰুৱক

7.1.5 ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়া জড়িত সাম্যৰ সাধাৰণ বৈশিষ্ট্য (General Characteristics of Equilibria Involving Physical Processes)

ওপৰত বৰ্ণনা কৰা ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়াসমূহৰ ক্ষেত্ৰত সাম্যাৱস্থাত তলত উল্লেখ কৰা বৈশিষ্টসমূহ পৰিলক্ষিত হয় —

(i) নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত আবদ্ধ তন্ত্ৰতহে সাম্য সম্ভৱ।

(ii) দুয়োটা পৰস্পৰ বিপৰীতমুখী প্ৰক্ৰিয়া সমান গতিত সংঘটিত হয় আৰু তন্ত্ৰটো এটা গতিশীল কিন্তু সুস্থিৰ অৱস্থাপ্ৰাপ্ত হয়।

(iii) তন্ত্ৰটোৰ সকলো জুখিব পৰা ধৰ্ম স্থিৰ হৈ থাকে।

(iv) ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়া এটা সাম্যাৱস্থা প্ৰাপ্ত হ'লে স্থিৰ উষ্ণতাত তন্ত্ৰটোৰ ভৌতিক ৰাশিসমূহৰ ভিতৰত এটা ৰাশিৰ মান ধ্ৰুৱক হ'ব। তালিকা 7.1ত এনে কিছুমান ৰাশি উল্লেখ কৰা হৈছে।

(v) এই ৰাশিসমূহৰ মানৰপৰা ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়া এটা সাম্যাৱস্থাৰ কিমান ওচৰ চাপিছে সেইটো নিৰ্ধাৰণ কৰিব পাৰি।

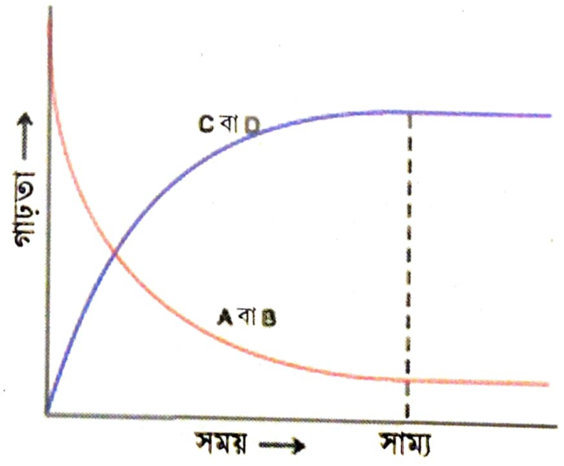
7.2 ৰাসায়নিক প্ৰক্ৰিয়াত সাম্যগতিশীল সাম্য (EQUILIBRIUM IN CHEMICAL PROCESSES DYNAMIC EQUILIBRIUM)

ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়াৰ দৰে ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াও সাম্যাৱস্থা প্ৰাপ্ত হয়। সন্মুখী আৰু বিপৰীতমুখী দুয়োটা দিশত এই বিক্ৰিয়া সংঘটিত হয়। সন্মুখী আৰু বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়াৰ হাৰ একে হ'লে বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তা স্থিৰ হৈ থাকে। এই অৱস্থাকে **ৰাসায়নিক সাম্য** (chemical equilibrium) বোলে। এই সাম্য গতিশীল কিয়নো এই অৱস্থাত দুটা বিক্ৰিয়া চলি থাকে। ইয়াৰে এটা হ'ল **সন্মুখী বিক্ৰিয়া** (forward reaction) আৰু আনটো হ'ল **বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়া** (backward reaction)। সন্মুখী বিক্ৰিয়াত বিক্ৰিয়কৰপৰা বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ উৎপন্ন হয় আৰু বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়াত বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰপৰা বিক্ৰিয়ক উৎপন্ন হয়।

তলত উল্লেখ কৰা ধৰণে এটা উভমুখী বিক্ৰিয়া (reversible reaction) বিবেচনা কৰা হ'ল—

$$A+B \rightleftharpoons C+D$$

বিক্ৰিয়াটো আৰম্ভ হোৱাৰ পাছত সময় যোৱাৰ লগে লগে বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ C আৰু D ৰ পৰিমাণ বাঢ়ি থাকিব। লগে লগে বিক্ৰিয়ক A আৰু B ৰ পৰিমাণ লাহে লাহে হ্ৰাস হ'ব (চিত্ৰ 7.2)। ইয়াৰ ফলত সন্মুখী



চিত্ৰ 7.2 ৰাসায়নিক সাম্য প্ৰাপ্তি

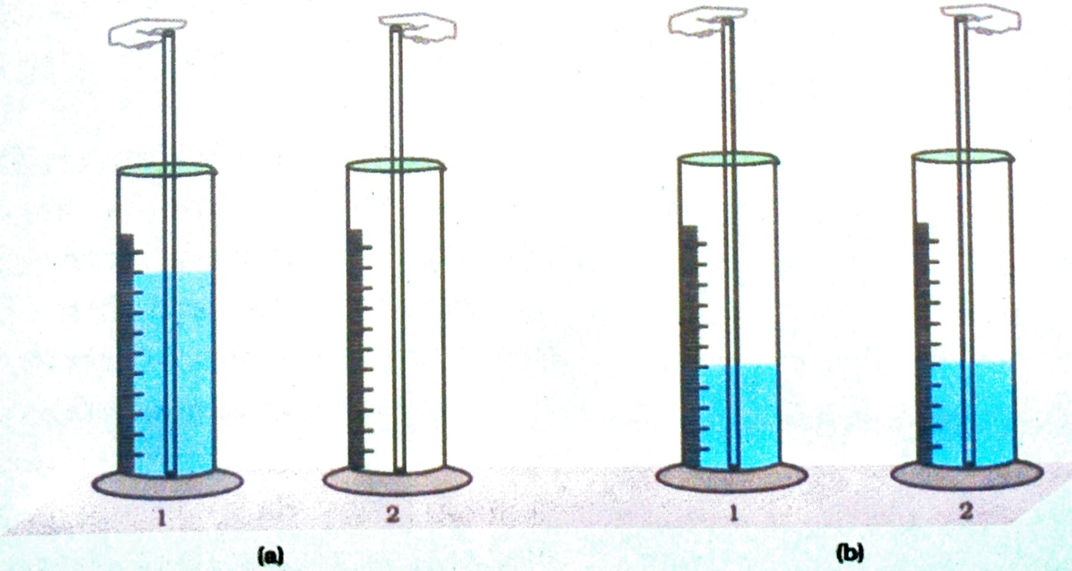
গতিশীল সাম্য— ছাত্ৰ-ছাত্ৰীৰ বাবে এটা পৰীক্ষা

ভৌতিকেই হওঁক বা ৰাসায়নিকেই হওঁক সাম্য সদায় গতিশীল। তেজষ্ক্ৰিয় সমস্থানিকৰ সহায়ত ইয়াক দেখুৱাব পাৰি। কিন্তু বিদ্যালয় বা মহাবিদ্যালয়ৰ পৰীক্ষাগাৰত তেজষ্ক্ৰিয় সমস্থানিকৰ সহায়ত এনেকুৱা পৰীক্ষা কৰা সম্ভৱ নহয়। তলত দিয়া পৰীক্ষাটো ছাত্ৰ-ছাত্ৰীসকলে 5 বা 6 জনীয়া দল হিচাপে নিজৰ শিক্ষানুষ্ঠানতে কৰি চাব পাৰিব।

1 আৰু 2 হিচাপে চিহ্নিত দুটা 100mL ৰ মাপক চুঙা (measuring cylinder) আৰু 30 cm দীঘল দুডাল গ্লাছটিউব লোৱা। এই টিউব দুডালৰ ব্যাস একে হোৱাটো বাঞ্চনীয়। বেলেগ হ'লেও এই ব্যাস 2 ৰ পৰা 5mm ৰ ভিতৰত হ'ব লাগিব। এক নম্বৰ মাপক চুঙাটো বৰণযুক্ত পানীৰে প্ৰায় অৰ্ধপূৰ্ণ কৰা (বৰণযুক্ত কৰিবলৈ পানীত এটা পটাছিয়াম পাৰমেংগেনটৰ ক্ৰিষ্টেল যোগ কৰা)। দুই নম্বৰ মাপক চুঙাটো খালী ৰাখা।

এডাল গ্লাছটিউব এক নম্বৰ মাপক চুঙাত আৰু আনডাল গ্লাছটিউব দুই নম্বৰ চুঙাত ভৰোৱা। এক নম্বৰত ভৰোৱা টিউবডালৰ ওপৰৰ মূৰটো আঙুলিৰে বন্ধ কৰি তাৰ পৰা টিউবডালৰ নিম্ন অংশত লাগি থকা বৰণযুক্ত পানীখিনি দুই নম্বৰ চিলিণ্ডাৰত ভৰোৱা। দুই নম্বৰ চিলিণ্ডাৰত থকা গ্লাছটিউবডালেৰে দুই নম্বৰ চিলিণ্ডাৰৰ পৰা বৰণযুক্ত পানী একে ধৰণে এক নম্বৰ চিলিণ্ডাৰলৈ নিয়া। এনেদৰে দুয়োডাল টিউবৰদ্বাৰা এক নম্বৰৰপৰা দুই নম্বৰ আৰু দুই নম্বৰৰ পৰা একনম্বৰ চিলিণ্ডাৰলৈ বৰণযুক্ত পানী বাৰে বাৰে নি থাকা। দুয়োটা চুঙাৰ পানীৰ পৃষ্ঠতল স্থিৰ নোহোৱালৈ এই কাৰ্য্য কৰি থাকা।

দুয়োটা চিলিণ্ডাৰত বৰণযুক্ত পানীৰ পৃষ্ঠতল স্থিৰ হোৱাৰ পিছত টিউব দুডালেৰে পানী আদান-প্ৰদান কাৰ্য্য চলাই থাকিলেও চিলিণ্ডাৰ দুটাত বৰণযুক্ত পানীৰ পৃষ্ঠতলৰ কোনো পৰিৱৰ্তন নহ'ব। চিলিণ্ডাৰ দুটাত থকা পানীৰ পৃষ্ঠতলক যদি আমি বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তাৰ সৈতে ৰিজাও তেনেহ'লে পৃষ্ঠতল দুটা স্থিৰ হোৱাৰ পিচতো টিউব দুটাৰে কৰা আদান-প্ৰদানক প্ৰক্ৰিয়াটোৰ গতিশীল প্ৰকৃতিকে সূচায় বুলি কব পাৰি। টিউব দুটাৰ ব্যাস বেলেগ বেলেগ হ'লে সাম্যৱস্থাত চিলিণ্ডাৰ দুটাত বৰণযুক্ত পানীৰ পৃষ্ঠতল বেলেগ বেলেগ হ'ব কিন্তু একে অৱস্থাতে স্থিৰ থাকিব। পৃষ্ঠতলৰ এই অসমনতা টিউবৰ ব্যাসৰ ওপৰত কেনেদৰে নিৰ্ভৰ কৰিব? তোমালোকে এই পৰীক্ষাটোও কৰি চাব পাৰা। দ্বিতীয় চিলিণ্ডাৰত প্ৰাৰম্ভিক অৱস্থাত খালী ৰখাটোৱে বিক্ৰিয়াৰ প্ৰাৰম্ভণিতে বিক্ৰিয়াজাত

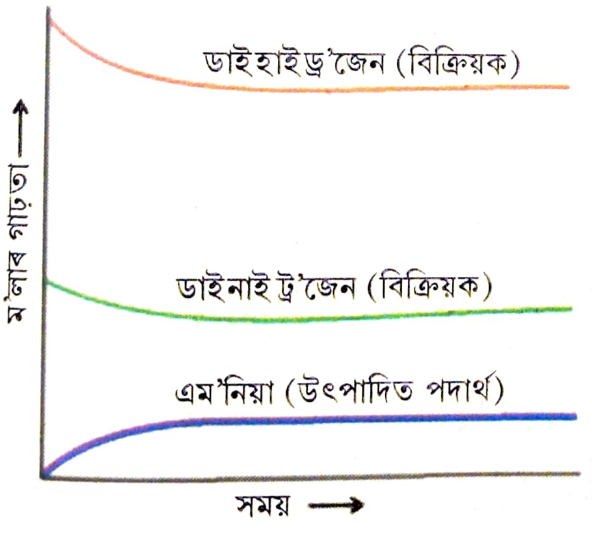


চিত্ৰ 7.3 *সাম্যৰ গতিশীল প্ৰকৃতিৰ প্ৰদৰ্শন (a) প্ৰাৰম্ভিক অৱস্থা আৰু (b) সাম্যাৱস্থা প্ৰাপ্তিৰ পিছত অন্তিম অৱস্থা সাম্যাৱস্থাত উপনীত হোৱা পিছত দুয়োটা মিশ্ৰণ।*

বিক্ৰিয়াৰ বেগ কমি যাব আৰু বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়াৰ বেগ বাঢ়ি যাব। শেষত এই দুটা বিক্ৰিয়াৰ বেগৰ মান সমান হ'ব আৰু তন্ত্ৰটোৰে সাম্যাৱস্থা লাভ কৰিব।

একেদৰে ওপৰৰ বিক্ৰিয়াটোৰ বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ C আৰু D ৰ মাজত বিক্ৰিয়া ঘটিলেও (অৰ্থাৎ প্ৰাৰম্ভণিতে অলপো A আৰু B নাথাকিলে) সাম্যাৱস্থা পোৱা যায়। গতিকে সাম্যৱস্থা দুয়োপিনৰ পৰা পাব পাৰি।

হেবাৰৰ প্ৰক্ৰিয়াৰে এম'নিয়া সংশ্লেষণত ঘটা বিক্ৰিয়াৰ সহায়ত ৰাসায়নিক সাম্যৰ গতিশীল প্ৰকৃতি দেখুৱাব পাৰি। হেবাৰে এম'নিয়া সংশ্লেষণৰ বাবে এলানি পৰীক্ষা কৰিছিল। এই সংশ্লেষণত ডাইনাইট্ৰ'জেন আৰু ডাইহাইড্ৰ'জেনৰ জ্ঞাত পৰিমাণ লৈ উচ্চ উষ্ণতা আৰু চাপত বিক্ৰিয়া হ'বলৈ দিয়া হৈছিল। লগে লগে নিৰ্দিষ্ট সময়ৰ মূৰে মূৰে উৎপন্ন হোৱা এম'নিয়াৰ পৰিমাণ নিৰ্ধাৰণ কৰা হৈছল। হেবাৰে বিক্ৰিয়াত ভাগ নোলোৱা ডাইনাইট্ৰ'জেন আৰু ডাইহাইড্ৰ'জেনৰ পৰিমাণো নিৰ্ধাৰণ কৰিছিল। দেখা যায় যে বিক্ৰিয়াটো আৰম্ভ হোৱাৰ কিছু পিছৰপৰা বিক্ৰিয়া মিশ্ৰটোৰ সংযুক্তি স্থিৰে থাকে (চিত্ৰ 7.4)। কিছু পৰিমাণৰ বিক্ৰিয়ক বাকী থাকিলেও এনে হয়। সংযুক্তি স্থিৰ হৈ থকাৰ অৰ্থ হ'ল



চিত্ৰ 7.4 $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ বিক্ৰিয়াৰ বাবে সাম্যাৱস্থা প্ৰাপ্তিৰ লেখ

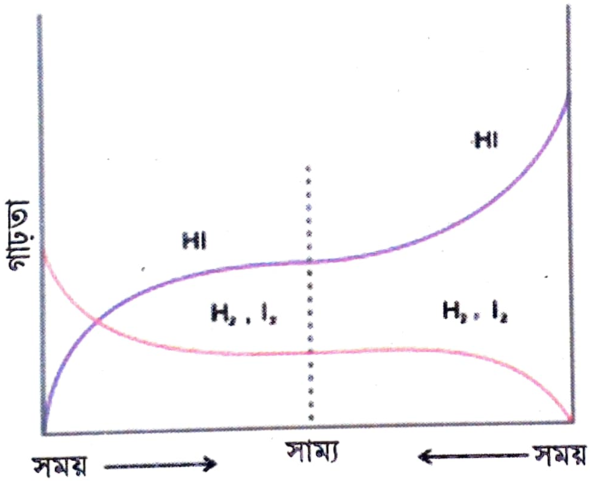
বিক্ৰিয়াটোৱে সাম্যাৱস্থা লাভ কৰিছে। বিক্ৰিয়াটোৰ গতিশীল প্ৰকৃতি বুজিবলৈ একে ধৰণৰ প্ৰাৰম্ভিক অৱস্থাত (উষ্ণতা আৰু বিক্ৰিয়কৰ আংশিক চাপ একে ৰাখি) H_2ৰ ঠাইত D_2 লৈ এম'নিয়া সংশ্লেষণ কৰা হ'ল। সাম্যাৱস্থাত বিক্ৰিয়া মিশ্ৰটোৰ সংযুক্তি D_2 বা H_2 যিকোনো এটা ল'লেও একে হ'ব। H_2ৰ ঠাইত D_2 বিক্ৰিয়ক হিচাপে ল'লে বিক্ৰিয়া-মিশ্ৰটোত H_2 আৰু NH_3ৰ পৰিৱৰ্তে ক্ৰমে D_2 আৰু ND_3 থাকিব। সাম্যাৱস্থা প্ৰাপ্তিৰ পিছত এই মিশ্ৰদুটা (H_2, N_2, NH_3 আৰু D_2, N_2, ND_3) মিহলাই তেনেদৰে কিছু সময় ৰাখিলে এম'নিয়াৰ গাঢ়তা আগৰ দৰে একে পোৱা যাব। কিন্তু ভৰ বৰ্ণালীমেতাৰে (mass spectrometer) মিশ্ৰটো বিশ্লেষণ কৰিলে এম'নিয়া আৰু ডয়টেৰিয়ামযুক্ত এম'নিয়া (NH_3 আৰু NH_2D, NHD_2, ND_3) আৰু ডাইহাইড্ৰ'জেন আৰু ডয়টেৰীয় হাইড্ৰ'জেন পোৱা যায়। অৰ্থাৎ মিশ্ৰটোত সন্মুখী আৰু বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়া নিৰৱচ্ছিন্নভাৱে চলি থকাৰ ফলত H আৰু D দুয়োটাই অণুবোৰত উপস্থিত থকাৰ বাবে সমানে চেষ্টা কৰে। সাম্যাৱস্থা প্ৰাপ্তিৰ লগে লগে যদি বিক্ৰিয়াটো বন্ধ হৈ গ'লহেঁতেন তেনেহ'লে আইছ'ট'পৰ এনেকুৱা মিশ্ৰণ নহ'লহেঁতেন।

এম'নিয়া প্ৰস্তুতিত আইছ'ট'পৰ (ডয়টেৰিয়াম) ব্যৱহাৰে স্পষ্টকৈ নিৰ্দেশ কৰে যে— **ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াসমূহ এনেকুৱা এটা গতিশীল সাম্যাৱস্থা প্ৰাপ্ত হয় য'ত সন্মুখী বিক্ৰিয়া আৰু বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগ সমান হয় আৰু সংযুক্তিৰ কোনো পৰিৱৰ্তন নহয়।**

দুয়োপিনৰ পৰা সাম্যাৱস্থা পাব পাৰি। $NH_3(g)$ পাবলৈ $H_2(g)$ আৰু $N_2(g)$ লৈ বিক্ৰিয়াটো আৰম্ভ কৰিলে বা $NH_3(g)$ বিযোজন কৰি $N_2(g)$ আৰু $H_2(g)$ উৎপন্ন কৰিবলৈ $NH_3(g)$ ৰে বিক্ৰিয়াটো আৰম্ভ কৰিলে সাম্যাৱস্থা পোৱা যায়।

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

একেদৰে $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ বিক্ৰিয়াটো বিবেচনা কৰা হ'ল। H_2 আৰু I_2 ৰ সম ম'ল লৈ বিক্ৰিয়াটো আৰম্ভ কৰিলে সাম্যাৱস্থাত আটাইবোৰ পদাৰ্থৰ গাঢ়তা স্থিৰ নোহোৱালৈকে মুঠ বিক্ৰিয়াটো সন্মুখী দিশত চলি থাকিব; অৰ্থাৎ H_2 আৰু I_2 ৰ গাঢ়তা কমি থাকিব, আনহাতে HI ৰ গাঢ়তা বাঢ়ি থাকিব (চিত্ৰ 7.5)। বিক্ৰিয়াটো বিপৰীত দিশত সংঘটিত কৰিবলৈ আমি HI ৰে অকল আৰম্ভ কৰিব পাৰোঁ। এই ক্ষেত্ৰত সাম্যাৱস্থা নোপোৱালৈকে বা গাঢ়তা স্থিৰ নোহোৱালৈকে HI ৰ গাঢ়তা কমি থাকিব; লগে লগে H_2 আৰু I_2 ৰ গাঢ়তা বাঢ়ি থাকিব (চিত্ৰ 7.5)। এক নিৰ্দিষ্ট আয়তনত H আৰু I পৰমাণুৰ মুঠ সংখ্যা একে ৰাখি আমি বিশুদ্ধ বিক্ৰিয়ক বা বিশুদ্ধ বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ যিকোনো এটাৰে বিক্ৰিয়াটো আৰম্ভ কৰিলেও একে সাম্য মিশ্ৰ পাম।



চিত্ৰ 7.5 $H_2(g) + I_2 \rightleftharpoons 2HI(g)$ বিক্ৰিয়াটোত দুয়োপিনৰ পৰা সাম্যাৱস্থা পাব পৰাটো দেখুওৱা হৈছে।

7.3 ৰাসায়নিক সাম্যৰ সূত্ৰ আৰু সাম্য ধ্ৰুৱক (LAW OF CHEMICAL EQUILIBRIUM AND EQUILIBRIUM CONSTANT)

সাম্যাৱস্থাত বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থবোৰৰ মিশ্ৰ এটাক সাম্য মিশ্ৰ (equilibrium mixture) বোলে। এই খণ্ডত আমি সাম্য মিশ্ৰবোৰৰ সংযুক্তিৰ বিষয়ে কিছুমান গুৰুত্বপূৰ্ণ প্ৰশ্নৰ উত্তৰ আলোচনা কৰিম। প্ৰশ্নসমূহ হ'ল— সাম্য মিশ্ৰ এটাত বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থবোৰৰ গাঢ়তাৰ মাজত সম্বন্ধ কি? বিক্ৰিয়কৰ প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তাৰপৰা আমি সাম্যাৱস্থাৰ গাঢ়তা কিদৰে নিৰ্ণয় কৰিব পাৰোঁ? কি কি কাৰকৰদ্বাৰা সাম্য মিশ্ৰ এটাৰ সংযুক্তিৰ পৰিৱৰ্তন কৰিব পাৰি? ইয়াৰে শেষৰ প্ৰশ্নটো H_2, NH_3, CaO আদিৰ ঔদ্যোগিক উৎপাদনৰ বাবে অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ। এনেকুৱা পদাৰ্থবোৰৰ উৎপাদনৰ বাবে অনুকূল চৰ্তসমূহ নিৰ্বাচন কৰাটো অতি প্ৰয়োজনীয়। উপৰিউক্ত প্ৰশ্ন তিনিটাৰ উত্তৰ পাবলৈ আমি উভমুখী বিক্ৰিয়া এটা বিবেচনা কৰিব পাৰোঁ—

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

এই ৰাসায়নিক সমতুল সমীকৰণটোত A আৰু B হ'ল বিক্ৰিয়ক; C আৰু D হ'ল বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ। নৰৱেৰ ৰাসায়নবিদ কাট' মেক্সিমিলিয়ান গুলড্ বাৰ্গ (Cato Maximillian Guld-berg) আৰু পিটাৰ ৱাগে (Peter Wage) বহুতো উভমুখী বিক্ৰিয়া সম্বন্ধে বিভিন্ন পৰীক্ষা-নিৰীক্ষা চলাইছিল। এনে পৰীক্ষালানিৰ অন্তত 1864 চনত তেওঁলোকে প্ৰস্তাৱ আগবঢ়ায় যে সাম্য মিশ্ৰ এটাৰ গাঢ়তা তলত দিয়া **সাম্য সমীকৰণৰ** দ্বাৰা প্ৰকাশ কৰিব পাৰি—

$$K_c = \frac{[C]\,[D]}{[A]\,[B]} \qquad (7.1)$$

ইয়াত K_c হ'ল সাম্য ধ্ৰুৱক (equilibrium constant) সমীকৰণ 7.1 ৰ সোঁহাতৰ প্ৰকাশ ৰাশিটোক সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশি বোলে।

সাম্য সমীকৰণটোক **ভৰ ক্ৰিয়াৰ সূত্ৰ** (law of mass action) বুলিও জনা যায়। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল ৰসায়ন চৰ্চাৰ প্ৰাৰম্ভিক কালত গাঢ়তাক সক্ৰিয় ভৰ (active mass) বুলি কোৱা হৈছিল। উপৰিউক্ত কথাখিনি ব্যাখ্যা কৰিবলৈ বন্ধ (sealed) পাত্ৰ এটাত 731K উষ্ণতাত গেছীয় H_2 আৰু I_2 ৰ মাজত হোৱা বিক্ৰিয়াটো বিবেচনা কৰা হ'ল—

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$
$$1\text{ mol} \qquad 1\text{ mol} \qquad 2\text{ mol}$$

তালিকা 7.2 H_2, I_2 আৰু HI ৰ প্ৰাৰম্ভিক আৰু সাম্য গাঢ়তাসমূহ।

পৰীক্ষা নং	প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা /mol L^{-1}			সাম্য গাঢ়তা /mol L^{-1}		
	$[H_2(g)]$	$[I_2(g)]$	$[HI(g)]$	$[H_2(g)]$	$[I_2(g)]$	$[HI(g)]$
1	2.4×10^{-2}	1.38×10^{-2}	0	1.14×10^{-2}	0.12×10^{-2}	2.52×10^{-2}
2	2.4×10^{-2}	1.68×10^{-2}	0	0.92×10^{-2}	0.20×10^{-2}	2.96×10^{-2}
3	2.44×10^{-2}	1.98×10^{-2}	0	0.77×10^{-2}	0.31×10^{-2}	3.34×10^{-2}
4	2.46×10^{-2}	1.76×10^{-2}	0	0.92×10^{-2}	0.22×10^{-2}	3.08×10^{-2}
5	0	0	3.04×10^{-2}	0.345×10^{-2}	0.345×10^{-2}	2.35×10^{-2}
6	0	0	7.58×10^{-2}	0.86×10^{-2}	0.86×10^{-2}	5.86×10^{-2}

প্ৰাৰম্ভিক অৱস্থাসমূহ সলনি কৰি ছয়টা বেলেগে বেলেগে পৰীক্ষা কৰা হয়। প্ৰথম চাৰিটা পৰীক্ষাত (পৰীক্ষা নং 1, 2, 3 আৰু 4) আবদ্ধ পাত্ৰত গেছীয় H_2 আৰু I_2 লোৱা হয় আৰু বাকী থকা পৰীক্ষা দুটাত (পৰীক্ষা নং 5 আৰু 6) HI লোৱা হয়। পৰীক্ষা 1, 2, 3 আৰু 4 ত H_2 আৰু/বা I_2 ৰ বিভিন্ন গাঢ়তা লৈ কৰা হয়। আটাইকেইটা পৰীক্ষাতে কিছুসময় সময়ৰ পিছত আয়'ডিনৰ বেঙুনীয়া ৰঙৰ তীব্ৰতা একে থকা পৰিলক্ষিত হয়। ইয়াৰ অৰ্থ হ'ল বিক্ৰিয়াসমূহ সাম্যাৱস্থাত উপনীত হৈছে। একেদৰে পৰীক্ষা 5 আৰু 6ত বিক্ৰিয়াসমূহ বিপৰীত দিশৰ পৰা সাম্যাৱস্থাত উপনীত হয়।

এই পৰীক্ষাসমূহৰ পৰা পোৱা মানবোৰ 7.2 তালিকাত দিয়া হৈছে।

পৰীক্ষা 1, 2, 3 আৰু 4 ৰ পৰা এইটো স্পষ্ট যে

বিক্ৰিয়া কৰা ডাইহাইড্ৰজেনৰ ম'ল

= বিক্ৰিয়া কৰা আয়'ডিনৰ ম'ল

$= \frac{1}{2}$ (গঠন হোৱা HI ৰ ম'ল)।

তেনেদৰে পৰীক্ষা 5 আৰু 6 ৰ পৰা আমি পাওঁ,

$$[H_2(g)]_{eq} = [I_2(g)]_{eq}$$

ওপৰৰ তথ্যসমূহৰ পৰা বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থসমূহৰ গাঢ়তাৰ মাজত সম্বন্ধ স্থাপন কৰিবলৈ বিভিন্ন ধৰণে চেষ্টা কৰিব পাৰি। প্ৰথমে তলত দিয়া প্ৰকাশ ৰাশিটো বিবেচনা কৰা হ'ল—

$$[HI(g)]_{eq} \,/\, [H_2(g)]_{eq}[I_2(g)]_{eq}$$

তালিকা 7.2 ৰ পৰা বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ সাম্য গাঢ়তাৰ মান ওপৰৰ প্ৰকাশ ৰাশিটোত বহুৱালে প্ৰকাশ ৰাশিটো ধ্ৰুৱক নহয় (তালিকা 7.3)।

তালিকা 7.3 $H_2(g)+I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ বিক্ৰিয়াৰ বাবে বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ সাম্য গাঢ়তাযুক্ত প্ৰকাশ ৰাশি।

পৰীক্ষা নং	$\frac{[HI(g)]_{eq}}{[H_2(g)]_{eq}[I_2(g)]_{eq}}$	$\frac{[HI(g)]^2_{eq}}{[H_2(g)]_{eq}[I_2(g)]_{eq}}$
1	1840	46.4
2	1610	47.6
3	1400	46.7
4	1520	46.9
5	1970	46.4
6	790	46.4

আমি তলত দিয়া প্ৰকাশ ৰাশিটো বিবেচনা কৰিব পাৰো—

$$[HI(g)]^2_{eq} \Big/ [H_2(g)]_{eq}[I_2(g)]_{eq}$$

তেতিয়া দেখা যাব যে ছয়োটা ক্ষেত্ৰতে এই প্ৰকাশ ৰাশিটোৰ মান স্থিৰে থাকে (তালিকা 7.3)। মনকৰিবলগীয়া কথা এই যে প্ৰকাশ ৰাশিটোত ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াৰ সমীকৰণটোৰ ষ্টয়কিঅ'মিতীয় সহগবোৰেই হ'ল বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তাৰ ঘাতচিহ্ন। গতিকে সমীকৰণ 7.1 ব্যৱহাৰ কৰি $H_2(g)+I_2(g) \rightleftharpoons 2HI\ (g)$ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱক, K_C ৰ মান তলত দিয়া ধৰণে লিখিব পাৰি—

$$K_C = [HI(g)]^2_{eq} \Big/ [H_2(g)]_{eq}[I_2(g)]_{eq} \quad (7.2)$$

গাঢ়তাৰ প্ৰকাশ ৰাশিবোৰৰ সৈতে লিখা 'eq' (সাম্যাৱস্থাৰ বাবে ব্যৱহৃত) চিহ্নটো সাধাৰণতে লিখা নহয়। K_C ৰ প্ৰকাশ ৰাশিটোত থকা গাঢ়তাসমূহক সাম্যাৱস্থাৰ মান বুলি ধৰা হয়। সেইবাবে সাধাৰণতে তলত দিয়া ধৰণে লিখা হয়—

$$K_C = [HI(g)]^2 \Big/ [H_2(g)][I_2(g)] \quad (7.3)$$

K ৰ সৈতে লিখা পদাংক (subscript) 'C' এ K_C ক গাঢ়তাৰ একক mol L^{-1} হিচাপে প্ৰকাশ কৰা বুজাইছে।

এক নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থবোৰৰ ম'লাৰ গাঢ়তাক সমতুল ৰাসায়নিক সমীকৰণটোত থকা সিহঁতৰ ষ্টয়কীয়মিতীয় সহগৰ ঘাতলৈ নিয়াৰ পিছত গাঢ়তাবোৰৰ গুণফল ৰাশি লিখা হয়। বিক্ৰিয়কবোৰৰো ম'লাৰ গাঢ়তাক সমীকৰণটোত থকা সিহঁতৰ ষ্টয়কীয়মিতীয় সহগৰ ঘাতলৈ নিয়াৰ পিছত গাঢ়তাবোৰৰ গুণফল ৰাশি লিখা হয়। এই দুটা গুণফল ৰাশিৰ অনুপাত ধ্ৰুৱক হয়। ইয়াক সাম্যাৱস্থাৰ সূত্ৰ বা ৰাসায়নিক সাম্যাৱস্থাৰ সূত্ৰ বোলে।

এটা সাধাৰণ বিক্ৰিয়া বিবেচনা কৰা হ'ল—

$$a\,A + bB \rightleftharpoons c\,C + d\,D$$

বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱক তলত দিয়া ধৰণে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি—

$$K_C = [C]^c[D]^d / [A]^a[B]^b \quad (7.4)$$

ইয়াত [A], [B], [C] আৰু [D] বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থবোৰৰ সাম্য গাঢ়তা। একেদৰে

$$4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 4NO(g) + 6H_2O(g)$$

বিক্ৰিয়াটোৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান হ'ব

$$K_C = [NO]^4[H_2O]^6 / [NH_3]^4[O_2]^5$$

বিভিন্ন পদাৰ্থসমূহৰ ম'লাৰ গাঢ়তাক বৰ্গ বন্ধনীৰ মাজত ৰাখি প্ৰকাশ কৰা হয়। ওপৰত উল্লেখ কৰা ধৰণে এই গাঢ়তাবোৰে সাম্য গাঢ়তাক সূচায়। সাম্য ধ্ৰুৱকৰ বাবে প্ৰকাশ ৰাশি লিখোতে বিভিন্ন প্ৰাৱস্থাৰ চিহ্নবোৰ (s, l, g) সাধাৰণতে ব্যৱহাৰ কৰা নহয়।

এতিয়া $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ (7.5)

বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান তলত দিয়া ধৰণে লিখিব পাৰো—

$$K_C = [HI]^2 / [H_2]\ [I_2] = x \quad (7.6)$$

একেদৰে একে উষ্ণতাত বিপৰীত মুখী বিক্ৰিয়া $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ ৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ (K'_C) মান হ'ব—

$$K'_C = [H_2]\ [I_2] / [HI]^2 \quad (7.7)$$

$$= \frac{1}{x} = \frac{1}{K_C}$$

গতিকে $K'_C = \dfrac{1}{K_C}$ (7.8)

অৰ্থাৎ বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়াৰ সাম্য ধ্ৰুৱক সম্মুখী বিক্ৰিয়াৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰতিক্ৰম (inverse)। ৰাসায়নিক সমীকৰণ এটাক কোনো এটা উৎপাদকেৰে পূৰণ কৰি ষ্টয়কীয়মিতীয় সহগবোৰ পৰিৱৰ্তন কৰিলে সাম্যধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশিটোৰো পৰিৱৰ্তন ঘটে। উদাহৰণ স্বৰূপে যদি (7.5) বিক্ৰিয়াটো তলত দিয়া ধৰণে লিখা হয়,

$$\frac{1}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}I_2(g) \rightleftharpoons HI(g) \quad (7.9)$$

তেন্তে এই বিক্ৰিয়াটোৰ সাম্য ধ্ৰুৱক হ'ব—

$$K_c'' = [HI] / [H_2]^{\frac{1}{2}} [I_2]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left\{[HI]^2 / [H_2][I_2]\right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$= x^{1/2} = K_c^{1/2} \quad (7.10)$$

(7.5) সমীকৰণক n ৰে পূৰণ কৰিলে আমি পাওঁ,

$$nH_2(g) + nI_2(g) \rightleftharpoons 2nHI(g) \quad (7.11)$$

গতিকে বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান হ'ল K_c^n। এই ৰাশিসমূহ তালিকা 7.4 ত তালিকাভুক্ত কৰা হ'ল। সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান উল্লেখ কৰোতে সমতুল ৰাসায়নিক সমীকৰণটো কেনেকৈ লিখা হয় সেইটো গুৰুত্বপূৰ্ণ হয়। গতিকে সমীকৰণটো নিৰ্দিষ্টকৈ উল্লেখ কৰা অতি আৱশ্যকীয়, যিহেতু সাম্য ধ্ৰুৱক K_c আৰু K_c' ৰ সংখ্যাসুচক মানবোৰ বেলেগ হয়।

তালিকা 7.4 বিভিন্ন প্ৰকাৰে লিখা সাধাৰণ বিক্ৰিয়া এটাৰ সাম্য ধ্ৰুৱকসমূহৰ মাজৰ সম্বন্ধ

ৰাসায়নিক সমীকৰণ	সাম্য ধ্ৰুৱক
$a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$	K
$c C + d D \rightleftharpoons a A + b B$	$K_c' = (1/K_c)$
$na A + nb B \rightleftharpoons ncC + ndD$	$K_c'' = (K_c^n)$

উদাহৰণ 7.1

500K উষ্ণতাত N_2 আৰু H_2 ৰ পৰা NH_3 গঠন হওঁতে সাম্যাৱস্থাত পোৱা গাঢ়তাসমূহ হ'ল $[N_2] = 1.5 \times 10^{-2}$ M, $[H_2] = 3.0 \times 10^{-2}$ M আৰু $[NH_3] = 1.2 \times 10^{-2}$ M। সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান

বিক্ৰিয়াটো হ'ল

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

গতিকে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান হ'ব—

$$K_c = \frac{[NH_3(g)]^2}{[N_2(g)][H_2(g)]^3}$$

$$= \frac{(1.2 \times 10^{-2})^2}{(1.5 \times 10^{-2})(3.0 \times 10^{-2})^3}$$

$$= 0.106 \times 10^4 = 1.06 \times 10^3$$

উদাহৰণ 7.2

800 K উষ্ণতাত বন্ধ পাত্ৰ এটাত N_2, O_2 আৰু NO ৰ গাঢ়তা যথাক্ৰমে 3.0×10^{-3}M, 4.2×10^{-3}M আৰু 2.8×10^{-3}M। তলত দিয়া বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে K_c ৰ মান কিমান হব?

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

সমাধান

বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱক K_c তলত দিয়া ধৰণে লিখিব পাৰি

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

$$= \frac{(2.8 \times 10^{-3})^2}{(3.0 \times 10^{-3})(4.2 \times 10^{-3})}$$

$$= 0.622$$

7.4 সমসত্ব সাম্য (HOMOGENEOUS EQUILIBRIUM)

সমসত্ব তন্ত্ৰ এটাত সকলোবোৰ বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ একেটা প্ৰাৱস্থাতে থাকে। উদাহৰণ স্বৰূপে, গেছীয় বিক্ৰিয়া

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ত বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থবোৰ একেটা প্ৰাৱস্থাতে আছে। একেদৰে

$$CH_3COOC_2H_5(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + C_2H_5OH(aq)$$

আৰু

$Fe^{3+}(aq) + SCN^{-}(aq) \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}(aq)$ বিক্ৰিয়াত সকলোবোৰ বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ একেটা (জুলীয়া) প্ৰাৱস্থাত আছে। এতিয়া আমি কিছুমান সমসত্ব বিক্ৰিয়াৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ কথা বিবেচনা কৰিম।

7.4.1 গেছীয় তন্ত্ৰবোৰত সাম্য ধ্ৰুৱক (Equilibrium Constant in Gaseous System)

এতিয়ালৈকে আমি বিক্ৰিয়াবোৰৰ সাম্য ধ্ৰুৱক বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থসমূহৰ ম'লাৰ গাঢ়তাৰ ৰূপত প্ৰকাশ কৰিছোঁ। এই সাম্য ধ্ৰুৱকক K_c চিহ্নৰে বুজোৱা হৈছে। কিন্তু গেছীয় বিক্ৰিয়াবোৰৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱক সাধাৰণতে আংশিক চাপৰ ৰূপত প্ৰকাশ কৰাটো বেছি সুবিধাজনক হয়।

আদৰ্শ গেছ সমীকৰণ তলত দিয়া ধৰণে লিখিব পাৰি,

$$pV = nRT$$

$$\Rightarrow p = \frac{n}{V}RT$$

ইয়াত p হ'ল পাস্কেল (Pa) এককত গেছৰ চাপ, n হ'ল গেছৰ পৰিমাণ (ম'ল), V হ'ল m^3 এককত আয়তন আৰু T হ'ল কেলভিন (K) এককত উষ্ণতা।

গতিকে $\frac{n}{V}$ হ'ল mol / m^3 এককত গাঢ়তা।

যদি গাঢ়তা (c) mol/L বা mol / dm^3 এককত আৰু চাপ p ক bar এককত প্ৰকাশ কৰা হয়, তেন্তে,

$$p = cRT$$

এই প্ৰকাৰ ৰাশিক আমি নিম্নোক্ত ধৰণে লিখিব পাৰোঁ,

$$p = [gas]\ RT$$

ইয়াত, [gas] হ'ল গেছৰ গাঢ়তা আৰু

$$R = 0.0831 \text{ bar litre/mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

গতিকে স্থিৰ উষ্ণতাত গেছটোৰ চাপ ইয়াৰ গাঢ়তাৰ সমানুপাতিক; অৰ্থাৎ

$$p \propto [gas]$$

সেইবাবে

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

বিক্ৰিয়াটোৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ (K_c) মান হ'ব

$$K = \frac{[HI(g)]^2}{[H_2(g)][I_2(g)]}$$

$$= \frac{p_{HI}^2}{p_{H_2} p_{I_2}} \qquad (7.12)$$

ইয়াৰোপৰি, যিহেতু $p_{HI} = [HI(g)]RT$

$$p_{I_2} = [I_2(g)]RT$$

$$p_{H_2} = [H_2(g)]RT$$

গতিকে,

$$K_p = \frac{(p_{HI})^2}{(p_{H_2})(p_{I_2})}$$

$$= \frac{[HI(g)]^2[RT]^2}{[H_2(g)]RT[I_2(g)]RT} \qquad (7.13)$$

$$= \frac{[HI(g)]^2}{[H_2(g)][I_2(g)]} = K_c$$

এই উদাহৰণটোত $K_p = K_c$; অৰ্থাৎ দুয়োটা সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান সমান। কিন্তু সকলো ক্ষেত্ৰতে এইটো নহয়। উদাহৰণ স্বৰূপে,

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

বিক্ৰিয়াটোৰ ক্ষেত্ৰত

$$K_p = \frac{(p_{NH_3})^2}{(p_{N_2})(p_{H_2})^3}$$

$$= \frac{[NH_3(g)]^2[RT]^2}{[N_2(g)]RT.[H_2(g)]^3\ RT^3}$$

$$= \frac{[NH_3(g)]^2[RT]^{-2}}{[N_2(g)][H_2(g)]^3} = K_c(RT)^{-2}$$

বা $\quad K_p = K_c(RT)^{-2}$ (7.14)

একেদৰে, সাধাৰণ বিক্ৰিয়া এটাৰ বাবে

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

$$K_p = \frac{(p_C^c)(p_D^d)}{(p_A^a)(p_B^b)} = \frac{[C]^c[D]^d (RT)^{(c+d)}}{[A]^a[B]^b (RT)^{(a+b)}}$$

$$= \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}(RT)^{(c+d)-(a+b)}$$

$$= \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}(RT)^{\Delta n} = K_c\,(RT)^{\Delta n} \quad (7.15)$$

ইয়াত Δn হ'ল সমতুল ৰাসায়নিক সমীকৰণটোত থকা বিক্ৰিয়াজাত গেছীয় পদাৰ্থবোৰৰ মুঠ ম'ল আৰু গেছীয় বিক্ৰিয়কবোৰৰ মুঠ ম'লৰ পাৰ্থক্য। K_p ৰ মান গণনা কৰোতে চাপক bar একককত প্ৰকাশ কৰিব লাগে; কাৰণ 1 bar ক প্ৰমাণ চাপ হিচাপে লোৱা হয়। আকৌ অধ্যায় 1-ত আমি ইতিমধ্যে পাইছোঁ যে

$1\,Pa = 1\,Nm^{-2}$ আৰু $1\,bar = 10^5\,Pa$ (Pa = Pascal)

কিছুমান বিক্ৰিয়াৰ বাবে বিভিন্ন উষ্ণতাত K_p ৰ মান তালিকা 7.5 ত দিয়া হ'ল।

তালিকা 7.5 কিছুমান বিক্ৰিয়াৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱক K_p ৰ মান

বিক্ৰিয়া	উষ্ণতা /K	K_p
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3$	298	6.8×10^5
	400	41
	500	3.6×10^{-2}
$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$	298	4.0×10^{24}
	500	2.5×10^{10}
	700	3.0×10^4
$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$	298	0.98
	400	47.9
	500	1700

উদাহৰণ 7.3

দিয়া আছে, 500 K উষ্ণতাত সাম্যাৱস্থাত PCl_3, Cl_2 আৰু PCl_5 ৰ গাঢ়তা ক্ৰমে 1.59 M, 1.59 M আৰু 1.41 M। তলত দিয়া বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে K_C ৰ মান গণনা কৰা—

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$$

সমাধান

ওপৰৰ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱক K_c ৰ মান তলত দিয়া ধৰণে লিখিব পাৰি—

$$K_c = \frac{[PCl_3]\,[Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{(1.59)^2}{1.41} = 1.79$$

উদাহৰণ 7.4

800 K উষ্ণতাত তলত দিয়া বিক্ৰিয়াটো বিবেচনা কৰা-

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$$

বিক্ৰিয়াটোৰ K_c ৰ মান হ'ল 4.24; যদি প্ৰাৰম্ভিক অৱস্থাত অকল CO আৰু H_2O থাকে আৰু প্ৰত্যেকৰে গাঢ়তা 0.10M হয়, তেন্তে 800K উষ্ণতাত CO_2, H_2, CO আৰু H_2O ৰ সাম্য গাঢ়তাৰ মান গণনা কৰা।

সমাধান

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$$

প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা

0.1M 0.1M 0 0

ধৰা হ'ল, সাম্যাৱস্থাত প্ৰতিটো বিক্ৰিয়জাত পদাৰ্থৰে x ম'ল উৎপন্ন হৈছে। গতিকে সাম্যত CO আৰু H_2O প্ৰত্যেকৰে গাঢ়তা $(0.1 - x)$M হ'ব।

গতিকে সাম্য ধ্ৰুৱক, $K_c = \dfrac{x^2}{(0.1-x)^2}$

বা, $4.24 = x^2/(0.1-x)^2$

বা $x^2 = 4.24(0.01 + x^2 - 0.2x)$

বা $x^2 = 0.0424 + 4.24x^2 - 0.828x$

$3.24x^2 - 0.848x + 0.0424 = 0$

{$ax^2 + bx + c = 0$ দ্বিঘাত সমীকৰণটোৰ বাবে

$$x = \frac{\left(-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}\right)}{2a}$$ }

ইয়াত a = 3.24, b = – 0.84 আৰু c = 0.0424}

গতিকে

$$x = 0.848 \pm \sqrt{(0.848)^2 - 4(3.24)(0.0424)}/(3.24 \times 2)$$

$$x = (0.848 \pm 0.4118)/6.84$$

$$x_1 = (0.848 - 0.418)/6.48 = 0.067$$

$$x_2 = (0.848 + 0.4118)/6.48 = 0.194$$

দুয়োটা মানৰ (x_1, x_2) ভিতৰত 0.194 মানটো অৰ্থহীন কাৰণ ই বিক্ৰিয়কবোৰৰ গাঢ়তা প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তাতকৈ বেছি।

গতিকে, সাম্য গাঢ়তাসমূহ হ'ল,

$$[CO_2] = [H_2] = x = 0.067M$$

$$[CO] = [H_2O] = 0.1 - 0.067 = 0.033M$$

উদাহৰণ 7.5

$2NOCl\,(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$

এই সাম্যটোৰ বাবে 1069 K উষ্ণতাত সাম্য ধ্ৰুৱক K_c ৰ মান 3.75×10^{-6} হ'লে এই উষ্ণতাত বিক্ৰিয়াটোৰ K_p ৰ মান গণনা কৰা।

সমাধান

আমি জানো যে,

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

প্ৰদত্ত বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে

$$\Delta n = (2+1) - 2 = 1$$

$$K_p = 3.75\times10^{-6}(0.0831\times1069)$$

$$K_p = 0.033$$

7.5 অসমসত্ব সাম্য (HETEROGENEOUS EQUILIBRIA)

এটাতকৈ বেছি প্ৰাৱস্থা থকা তন্ত্ৰৰ সাম্যাৱস্থাক অসমসত্ব সাম্য বোলে। বন্ধ পাত্ৰ এটাত জলীয় বাষ্প আৰু পানীৰ মাজৰ সাম্য হ'ল অসমসত্ব সাম্যৰ এটা উদাহৰণ—

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O\,(g)$$

এই উদাহৰণত এটা গেছ প্ৰাৱস্থা আৰু এটা জুলীয়া প্ৰাৱস্থা আছে। একেদৰে এটা কঠিন পদাৰ্থ আৰু ইয়াৰ সংপৃক্ত দ্ৰৱৰ মাজতো সাম্য প্ৰতিষ্ঠিত হয়—

$$Ca(OH)_2(s) + (aq) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + OH^{-}(aq)$$

এইটোও এটা অসমসত্ব সাম্য।

অসমসত্ব সাম্যত প্ৰায়ে বিশুদ্ধ কঠিন বা জুলীয়া পদাৰ্থ থাকে। বিশুদ্ধ কঠিন বা জুলীয়া পদাৰ্থৰ ম'লাৰ গাঢ়তা ধ্ৰুৱক হয় (অৰ্থাৎ পদাৰ্থৰ পৰিমাণৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল নহয়)। সেয়ে বিশুদ্ধ কঠিন বা জুলীয়া পদাৰ্থ থকা অসমসত্ব সাম্যৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশিটো সৰল হয়; অৰ্থাৎ বিক্ৰিয়াটোত থকা এটা পদাৰ্থ যদি X হয়, তেন্তে "X" ৰ পৰিমাণ যিমান নহ'লেও [X(s)] আৰু [X(l)] ৰ মান ধ্ৰুৱক হয়। ইয়াৰ বিপৰীতে, এক নিৰ্দিষ্ট আয়তনত 'X' ৰ পৰিমাণ সলনি কৰিলে, [X(g)] আৰু [X(aq)] ৰ মান সলনি হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে আমি কেলচিয়াম কাৰ্বনেটৰ তাপীয় বিয়োজনৰ কথা বিবেচনা কৰিব পাৰোঁ। এইটো অসমসত্ব ৰাসায়নিক সাম্যৰ এটা গুৰুত্বপূৰ্ণ উদাহৰণ—

$$CaCO_3(s) \xrightarrow[\Delta]{} CaO(s) + CO_2(g) \qquad (7.16)$$

ষ্টয়কীয়মিতীয় সমীকৰণৰ আধাৰত আমি লিখিব পাৰোঁ

$$K_c = \frac{[CaO(s)][CO_2(g)]}{[CaCO_3(s)]}$$

যিহেতু $[CaCO_3(s)]$ আৰু $[CaO(s)]$ দুয়োটাই ধ্ৰুৱক সেয়ে কেলচিয়াম কাৰ্বনেটৰ তাপীয় বিয়োজনৰ সংশোধিত (modified) সাম্য ধ্ৰুৱক হ'ব—

$$K_c = [CO_2\,(g)] \qquad (7.17)$$

আৰু $K_p = p_{co_2}$ (7.18)

সাম্য ধ্ৰুৱকৰ একক

(Units of Equilibrium Constants)

গাঢ়তাৰ মান mol/L এককত প্ৰকাশ কৰি সাম্য ধ্ৰুৱক K_c ৰ মান গণনা কৰিব পাৰি। তেনেদৰে আংশিক চাপৰ মানবোৰ Pa, kPa, bar বা atm এককত লিখি K_p ৰ

মান উলিয়াব পাৰি। যদি লব আৰু হৰৰ (numerator & denominator) ঘাত একে নহয়, তেন্তে ম'লাৰিটি বা চাপৰ আধাৰত সাম্য ধ্ৰুৱকৰ একক পাব পাৰি।

$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$, বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে K_p আৰু K_c ৰ কোনো একক নাই।

$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ বিক্ৰিয়াৰ বাবে K_c ৰ একক হ'ল mol/L আৰু K_p ৰ একক হ'ল bar।

যদি বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থবোৰৰ প্ৰমাণ অৱস্থা নিৰ্দিষ্ট কৰা (specified) যায় তেন্তে সাম্য ধ্ৰুৱকবোৰক মাত্ৰাহীন (dimensionless) ৰাশি হিচাপেও প্ৰকাশ কৰিব পাৰি। বিশুদ্ধ গেছ এটাৰ বাবে, প্ৰমাণ অৱস্থা হ'ল 1 bar। গতিকে, প্ৰমাণ অৱস্থাত 4 bar ৰ চাপক 4 bar/1 bar = 4 হিচাপে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি। ইয়াত 4 হ'ল এটা মাত্ৰাহীন সংখ্যা। দ্ৰাব্য এটাৰ প্ৰমাণ অৱস্থা (C_o) হ'ল এক ম'লাৰ (1M) দ্ৰৱ আৰু সকলোবোৰ গাঢ়তা ইয়াৰ সাপেক্ষে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি। সাম্য ধ্ৰুৱকৰ আংকিক মান বাছি লোৱা প্ৰমাণ অৱস্থাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। গতিকে এই তন্ত্ৰত K_p আৰু K_c দুয়োটাই মাত্ৰাহীন ৰাশি কিন্তু প্ৰমাণ অৱস্থা বেলেগ হোৱা বাবে সিহঁতৰ আংকিক মান বেলেগ হয়।

অৰ্থাৎ এক নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত, CaO(s) আৰু $CaCO_3$ (s) ৰ লগত সাম্যাৱস্থাত থকা CO_2ৰ গাঢ়তা বা চাপ ধ্ৰুৱক হয়। পৰীক্ষা কৰি দেখা গৈছে যে 1100K উষ্ণতাত, $CaCO_3$(s) আৰু CaO(s) ৰ লগত সাম্যাৱস্থাত থকা CO_2 ৰ চাপ 2.0×10^5 Pa । গতিকে ওপৰৰ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে 1100K উষ্ণতাত সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান হ'ল

$$K_p = p_{CO_2} = 2 \times 10^5 \text{ Pa}/10^5 \text{ Pa} = 2.00$$

একেদৰে, নিকেল, কাৰ্বনমনঅক্সাইড আৰু নিকেল কাৰ্বনিলৰ মাজৰ বিক্ৰিয়াৰ (নিকেলৰ বিশুদ্ধিকৰণৰ বাবে ব্যৱহৃত) সাম্য নিৰ্দেশ কৰা ৰাসায়নিক সমীকৰণটো হ'ল—

$$Ni(s) + 4CO(g) \rightleftharpoons Ni(CO)_4(g),$$

এই বিক্ৰিয়াৰ সাম্য ধ্ৰুৱক হ'ল—

$$K_c = \frac{[Ni(CO)_4]}{[CO]^4}$$

অসমসত্ব সাম্যত মন কৰিবলগীয়া কথাটো হ'ল, সাম্যাৱস্থা বৰ্তি থাকিবলৈ বিশুদ্ধ কঠিন বা জুলীয়া পদাৰ্থ থকাটো অত্যন্ত প্ৰয়োজনীয় (ইয়াৰ মান যিমানেই কম নহওক); কিন্তু সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশিত সিহঁতৰ গাঢ়তা বা আংশিক চাপ প্ৰতিফলিত নহয়।

একেদৰে,

$$Ag_2O(s) + 2HNO_3(aq) \rightleftharpoons 2AgNO_3(aq) + H_2O(l)$$

বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্যধ্ৰুৱক (K_c) হ'ল—

$$K_c = \frac{[AgNO_3]^2}{[HNO_3]^2}$$

উদাহৰণ 7.6

$CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g)$ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে 1000K উষ্ণতাত K_p ৰ মান হ'ল 3.0। যদি প্ৰাৰম্ভিক অৱস্থাত $p_{CO_2} = 0.48$ bar, $p_{CO} = 0$ bar আৰু বিশুদ্ধ গ্ৰেফাইট থাকে, তেন্তে CO আৰু CO_2ৰ সাম্য আংশিক চাপৰ মান গণনা কৰা।

সমাধান

বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে

ধৰা হ'ল, বিক্ৰিয়া কৰা CO_2 ৰ পৰিমান x; তেন্তে

$$CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g)$$

প্ৰাৰম্ভিক চাপ : 0.48 bar   0

সাম্যাৱস্থাত : (0.48 – x)*bar*   2x *bar*

$$K_p = \frac{p_{CO}^2}{p_{CO_2}}$$

$$K_p = (2x)^2 / (0.48 - x) = 3$$

$$4x^2 = 3(0.48 - x)$$

$4x^2 = 1.44 - 3x$

$4x^2 + 3x - 1.44 = 0$

$a = 4, b = 3, c = 1.44$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 = 4ac}}{2a}$$

$$= \left[-3 \pm \sqrt{3^{\,2} - 4\ 4\ \ -1.44}\right] / 2 \times 4$$

$= (-3 \pm 5.66)/8$

$= (-3 + 5.66)/8$

$x = \frac{2.66}{8} = 0.33$

x ৰ ঋণাত্মক মান সম্ভৱ নহয় বাবে +5.66 মানটোহে লোৱা হৈছে।

সাম্য আংশিক চাপসমূহ হ'ল

$p_{co} = 2x = 2 \times 0.33 = 0.66\,\text{bar}$

$p_{co_2} = 0.48 - x = 0.48 - 0.33 = 0.15\,\text{bar}$

7.6 সাম্য ধ্ৰুৱকৰ ব্যৱহাৰ (APPLICATIONS OF EQUILIBRIUM CONSTANT)

সাম্য ধ্ৰুৱকৰ গুৰুত্বপূৰ্ণ বৈশিষ্ট্যসমূহ হ'ল—

1. সাম্যাৱস্থাতহে সাম্য ধ্ৰুৱক প্ৰযোজ্য হয়। তেতিয়া বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তাও ধ্ৰুৱক হয়।
2. সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে।
3. সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল। নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত এটা সমতুল সমীকৰণেৰে প্ৰকাশ কৰা এক নিৰ্দিষ্ট বিক্ৰিয়াৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ নিৰ্দিষ্ট মান থাকে।
4. এটা বিক্ৰিয়াৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান বিপৰীত বিক্ৰিয়াটোৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মানৰ প্ৰতিক্ৰম হয়।
5. বিক্ৰিয়া এটাৰ সাম্য ধ্ৰুৱক, K বেলেগ এটা অনুৰূপ বিক্ৰিয়াত সাম্য ধ্ৰুৱকৰ লগত সম্বন্ধিত হয় যদিহে এই বিক্ৰিয়াৰ সমীকৰণটো আচল বিক্ৰিয়াটোৰ সমীকৰণটোক এটা সৰু অখণ্ড সংখ্যাৰে পূৰণ বা ভাগ কৰি পাব পাৰি।

সাম্য ধ্ৰুৱকৰ কিছুমান ব্যৱহাৰ তলত উল্লেখ কৰা হ'ল—

- সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মানৰ সহায়ত বিক্ৰিয়া এটাৰ বিস্তৃতি (extent) পূৰ্বানুমান কৰিব পাৰি।
- বিক্ৰিয়া এটাৰ দিশ পূৰ্বানুমান কৰিব পাৰি, আৰু
- সাম্য গাঢ়তাৰ মান নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি।

7.6.1 বিক্ৰিয়া এটাৰ বিস্তৃতিৰ পূৰ্বানুমান (Predicting the Extent of a Reaction)

কোনো এটা বিক্ৰিয়াৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ আংকিক মানে বিক্ৰিয়াটোৰ বিস্তৃতি নিৰ্দেশ কৰে। কিন্তু মন কৰিব লাগিব যে বিক্ৰয়াটো আৰম্ভ হোৱাৰ কিমান সময় পাছত সাম্য প্ৰতিষ্ঠিত হৈছে সেই সম্বন্ধে কোনো আভাস সাম্য ধ্ৰুৱকৰপৰা পোৱা নাযায়। সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশিৰ পৰা আমি পাওঁ যে K_c ৰ (বা K_p) মান বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তাৰ সমানুপাতিক। [যিহেতু এই গাঢ়তাবোৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশিৰ লৱ (numerator) হিচাপে থাকে] আৰু বিক্ৰিয়কবোৰৰ গাঢ়তাৰ ব্যস্তানুপাতিক [বিক্ৰিয়কৰ গাঢ়তাবোৰ হৰ (denominator) হিচাপে থাকে]। গতিকে K ৰ উচ্চ মানে বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ উচ্চ গাঢ়তাক সুচায় আৰু নিম্ন মানে ইয়াৰ নিম্ন গাঢ়তাক সূচায়।

সাম্য মিশ্ৰৰ সংযুতি সম্পৰ্কে আমি সাধাৰণভাৱে তলত দিয়া ধৰণে সিদ্ধান্ত কৰিব পাৰোঁ—

- $K_c > 10^3$ হ'লে বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ পৰিমাণ বিক্ৰিয়কতকৈ বহুত বেছি হয়; অৰ্থাৎ যদি K_c ৰ মান বৰ বেছি হয় তেন্তে বিক্ৰিয়াটো প্ৰায় সম্পূৰ্ণ হোৱা বুজায়। উদাহৰণ স্বৰূপে নিম্নোক্ত বিক্ৰিয়াকেইটা লোৱা হ'ল—

(a) 500 K উষ্ণতাত H_2 আৰু O_2 ৰ মাজত হোৱা বিক্ৰিয়াৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান বৰ বেছি ($K_c = 2.4 \times 10^{47}$)

(b) 300 K উষ্ণতাত $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে $K_c = 4.0 \times 10^{31}$।

(c) 300 K উষ্ণতাত $H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g$ বিক্ৰিয়াটোৰ $K_c = 5.4 \times 10^{18}$।

এই বিক্ৰিয়াকেইটাৰ প্ৰতিটোতে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান অতি বেছি বাবে প্ৰতিটো বিক্ৰিয়া প্ৰায় সম্পূৰ্ণ হয়।

- যদি K_c<10^{-3} হয়, তেন্তে বিক্ৰিয়কৰ পৰিমাণ বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থতকৈ বেছি হয়; অৰ্থাৎ K_cৰ মান বৰ কম হ'লে বিক্ৰিয়াটো প্ৰায় সংঘটিত নোহোৱা বুজায়। তলত দিয়া উদাহৰণসমূহ বিবেচনা কৰা হ'ল—

(a) 500 K ত H_2 আৰু O_2 লৈ H_2O বিয়োজিত হোৱা বিক্ৰিয়াৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান বৰ কম; $K_c = 4.1 \times 10^{-48}$।

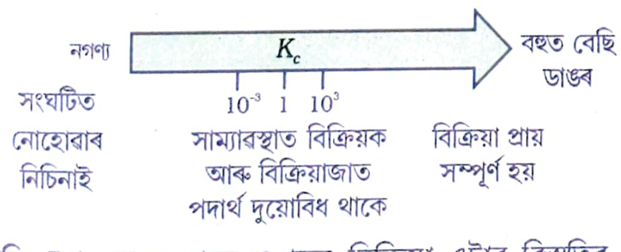
(b) 298 K ত $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে $K_c = 4.8 \times 10^{-31}$ ।

- যদি K_c ৰ মান 10^{-3} ৰ পৰা 10^3 ৰ ভিতৰত হ'লে বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ দুয়োটাৰে এক মধ্যৱৰ্তী গাঢ়তা থাকে। তলত দিয়া উদাহৰণসমূহ বিবেচনা কৰা হ'ল—

(a) 700 K ত H_2 আৰু I_2 ৰ মাজত বিক্ৰিয়া ঘটি HI উৎপন্ন হোৱা বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে K_c= 57.0

(b) আকৌ, 25°C ত N_2O_4 গেছীয় প্ৰাৱস্থাত বিয়োজিত হৈ NO_2 উৎপন্ন কৰা বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে $K_c = 4.64 \times 10^{-3}$; এই মান বৰ বেছিও নহয় বৰ কমো নহয়। গতিকে, সাম্য মিশ্ৰবোৰত N_2O_4আৰু NO_2 দুয়োটাৰে এক মধ্যৱৰ্তী গাঢ়তা থাকে।

এই সিদ্ধান্তসমূহ চিত্ৰ 7.6 ত দেখুওৱা হৈছে।



চিত্ৰ 7.6 K_c ৰ মানৰ ওপৰত বিক্ৰিয়া এটাৰ বিস্তৃতিৰ নিৰ্ভৰশীলতা

7.6.2 বিক্ৰিয়াৰ দিশৰ পূৰ্বানুমান (Prediction of Direction of a Reaction)

যি কোনো অৱস্থাতে এটা বিক্ৰিয়া কোনটো দিশত অগ্ৰসৰ হ'ব সেয়া সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মানৰ সহায়ত পূৰ্বানুমান কৰিব পাৰি। ইয়াৰ বাবে বিক্ৰিয়া ভাগফলৰ (reaction quotient, Q_c) মান গণনা কৰিব লাগে। বিক্ৰিয়া ভাগফলৰ (ম'লাৰ গাঢ়তাৰ ক্ষেত্ৰত Q_c আৰু আংশিক চাপৰ ক্ষেত্ৰত Q_p) সংজ্ঞা সাম্য ধ্ৰুৱকৰ দৰেই; মাথোন Q_c ৰ ক্ষেত্ৰত গাঢ়তাবোৰৰ সাম্য মান নহ'লেও হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে তলত দিয়া সাধাৰণ বিক্ৰিয়াটো বিবেচনা কৰা হ'ল—

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

বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে

$$Q_c = [C]^c[D]^d/[A]^a[B]^b \qquad (7.20)$$

এতিয়া যদি $Q_c > K_c$ হয়, তেন্তে বিক্ৰিয়াটো বিক্ৰিয়কৰ দিশত অগ্ৰসৰ হ'ব (বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়া)। যদি $Q_c < K_c$ হয় তেন্তে বিক্ৰিয়াটো বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ দিশত অগ্ৰসৰ হ'ব (সন্মুখী বিক্ৰিয়া)। আনহাতে $Q_c = K_c$ হ'লে, বিক্ৰিয়া মিশ্ৰটো সাম্য অৱস্থাত থকা বুজায়।

উদাহৰণ স্বৰূপে, H_2 ৰ লগত I_2 ৰ গেছীয় বিক্ৰিয়াটোৰ কথা বিবেচনা কৰিব পাৰি—

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g);\ 700K\text{ত } K_c = 57.0$$

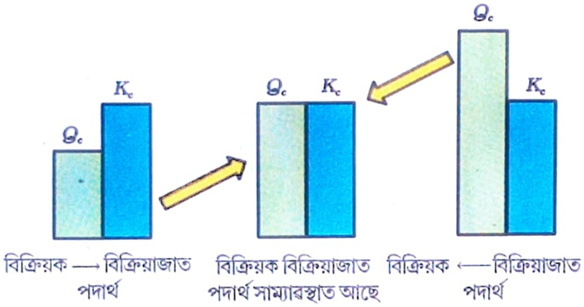
ধৰা হ'ল, বিক্ৰিয়াটো আৰম্ভ হোৱাৰ পাছত t সময়ত H_2 ৰ গাঢ়তা, $[H_2]_t = 0.10M$; তেনেদৰে একে সময়ত I_2 আৰু HI ৰ গাঢ়তা ক্ৰমে $[I_2]_t = 0.20$ M আৰু $[HI]_t = 0.40$ M। [এই গাঢ়তাসমূহ বিক্ৰিয়াটো আৰম্ভ হোৱাৰ পাছত সাম্যাৱস্থা বা আন যি কোনো সময়ৰ হ'ব পাৰে]। গতিকে t সময়ত বিক্ৰিয়াটোৰ বিক্ৰিয়া ভাগফলৰ (Q_c) মান তলত দিয়া ধৰণে উলিয়াব পাৰি—

$$Q_c = [HI]_t^2/[H_2]_t[I_2]_t$$

$$= (0.40)^2/(0.10) \times (0.20) = 8.0$$

গতিকে t সময়ত বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে Q_c ৰ এই মান (8.0) K_c ৰ মানৰ (57.0) সমান নহয়। গতিকে $H_2(g)$, $I_2(g)$ আৰু HI(g) ৰ মিশ্ৰটো সাম্যাৱস্থাত নাই। যিহেতু Q_c ৰ মান K_c তকৈ কম সেইবাবে অধিক পৰিমাণৰ $H_2(g)$ আৰু $I_2(g)$ এ বিক্ৰিয়া কৰি HI(g) উৎপন্ন কৰিব। যেতিয়ালৈকে Q_c ৰ মান K_c ৰ সমান ($Q_c=K_c$) নহয় তেতিয়ালৈকে $H_2(g)$ আৰু $I_2(g)$ ৰ গাঢ়তা কমি থাকিব। এনেদৰে K_c ৰ সৈতে Q_c ৰ মান তুলনা কৰি বিক্ৰিয়াৰ দিশ সম্বন্ধে পূৰ্বানুমান কৰিব পাৰি।

গতিকে, বিক্ৰিয়াৰ দিশ সম্পৰ্কে আমি তলত দিয়া ধৰণে সিদ্ধান্ত কৰিব পাৰো (চিত্ৰ 7.7)।



চিত্ৰ 7.7 বিক্ৰিয়াৰ দিশৰ পূৰ্বানুমান

- যদি $Q_c < K_c$ হয়, তেন্তে মুঠ বিক্ৰিয়াটো বাওঁফালৰ পৰা সোঁফালে যায়।
- যদি $Q_c > K_c$ হয়, তেন্তে মুঠ বিক্ৰিয়াটো সোঁফালৰ পৰা বাওঁফালে যায়।
- যদি $Q_c = K_c$ হয়, সামগ্ৰিকভাৱে বিক্ৰিয়া নহয়। (সাম্যাৱস্থা প্ৰাপ্ত হৈছে)

উদাহৰণ 7.7

তলত দিয়া বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে K_c ৰ মান 2×10^{-3}। এক নিৰ্দেষ্ট সময়ত বিক্ৰিয়া মিশ্ৰটোৰ সংযুক্তি $[A]=[B]=[C]=3\times10^{-4}$M হ'লে কোনটো দিশত বিক্ৰিয়াটো অগ্ৰসৰ হ'ব?

$$2A \rightleftharpoons B+C$$

সমাধান

প্ৰদত্ত বিক্ৰিয়টোৰ বাবে বিক্ৰিয়া ভাগফল,

$$Q_c = [B]\,[C]/[A]^2$$

যিহেতু $[A]=[B]=[C]=3\times10^{-4}$ M,

গতিকে

$$Q_c = (3\times10^{-4})(3\times10^{-4})/(3\times10^{-4})^2 = 1$$

যিহেতু $Q_c>K_c$, গতিকে বিক্ৰিয়াটো বিপৰীত দিশত অগ্ৰসৰ হ'ব।

7.6.3 সাম্য গাঢ়তাৰ গণনা (Calculating Equilibrium Concentrations)

ধৰা, ৰাসায়নিক সাম্য সম্বন্ধীয় গাণিতিক সমস্যা এটাত প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তাসমূহৰ মান দিয়া আছে; কিন্তু সাম্য গাঢ়তাৰ মান দিয়া নাই। তেন্তে তলত দিয়া খাপ পাঁচটা অনুসৰণ কৰিব লাগিব—

খাপ 1 ঃ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সমতুল সমীকৰণটো লিখা।

খাপ 2 ঃ সমতুল সমীকৰণটোৰ ভিত্তিত বিক্ৰিয়াটোত থকা প্ৰতিটো পদাৰ্থৰে তলত দিয়া ৰাশিবোৰৰ এখন তালিকা এখন বনোৱা—

(a) প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা

(b) সাম্যাৱস্থাত উপনীত হওঁতে গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তন আৰু

(c) সাম্য গাঢ়তা

তালিকাখন প্ৰস্তুত কৰোতে, সাম্যাৱস্থা প্ৰাপ্ত হোৱালৈ বিক্ৰিয়া কৰা বিক্ৰিয়ক এটাৰ গাঢ়তা *x* mol/L হিচাপে লোৱা হয়। তাৰ পিছত বিক্ৰিয়াটোৰ ষ্টয়কিয়মেট্ৰী ব্যৱহাৰ কৰি বেলেগ পদাৰ্থবোৰৰ গাঢ়তা x ৰ সমন্ধত নিৰ্ণয় কৰা হয়।

খাপ 3 ঃ বিক্ৰিয়াটোৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশিত সাম্য গাঢ়তাৰ মানবোৰ বহুৱাই x ৰ মান নিৰ্ণয় কৰা। দ্বিঘাত সমীকৰণ সমাধান কৰোতে ৰাসায়নিক অৰ্থ প্ৰকাশ কৰা সমাধানটো বাছি লোৱা।

খাপ 4 ঃ x ৰ নিৰ্ণিত মানৰপৰা সাম্য গাঢ়তাৰ মানবোৰ নিৰ্ণয় কৰা।

খাপ 5 ঃ তোমাৰ ফলাফলসমূহ সাম্য সমীকৰণত বহুৱাই পৰীক্ষা কৰা।

উদাহৰণ 7.8

400 K উষ্ণতাত 1L আয়তনৰ বিক্ৰিয়া পাত্ৰ এটাত 13.8 g N_2O_4 লৈ ইয়াক সাম্যাৱস্থাত উপনীত হবলৈ দিয়া হ'ল। ৰাসায়নিক সমীকৰণটো হ'ল

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

সাম্যাৱস্থাত মুঠ চাপ হ'ল 9.15 bar। K_c, K_p আৰু সাম্যাৱস্থাত আংশিক চাপৰ মান গণনা কৰা।

সমাধান

আমি জানো, $pV = nRT$

মুঠ আয়তন $(V) = 1L$

N_2O_4 ৰ ম'লাৰ ভৰ $= 92\ mol^{-1}g$

গেছটোৰ পৰিমাণ $(n) = \frac{13.8\,g}{92\,mol^{-1}} = 0.15\,mol$

গেছ ধ্ৰুৱক $(R) = 0.083$ bar L mol^{-1} K^{-1}

উষ্ণতা $(T) = 400$ K

$pV = nRT \Rightarrow p = \frac{nRT}{V}$

বা, $p = \frac{0.15 mol \times 0.083\, bar\, L\, mol^{-1} K^{-1} \times 400K}{1L}$

$K = 4.98$ bar

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

প্ৰাৰম্ভিক চাপ ঃ 4.98 bar 0

সাম্যাৱস্থাত ঃ (4.98 – x) bar 2x bar

গতিকে,

সাম্যাৱস্থাত মুঠ চাপ $= p_{N_2O_4} + p_{NO_2}$

$9.15 = (4.98 - x)\,bar + 2x$

$9.15 = 4.98 + x$

$x = 9.15 - 4.98 = 4.17\,bar$

সাম্যাৱস্থাত আংশিক চাপসমূহ হ'ল,

$p_{N_2O_4} = (4.98 - 4.17)\ bar = 0.81\ bar$

$p_{NO_2} = 2x = 2 \times 4.17\ bar = 8.34\ bar$

$K_p = \left(P_{NO_2}\right)^2 / P_{N_2O_4}$

$= (8.34)^2 / 0.81 = 85.87$

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

$85.87 = K_c\,(0.083 \times 2.0)^1$

বা, $K_c = 2.586 = 2.6$

উদাহৰণ 7.9

380 K ত 1L বন্ধ পাত্ৰ এটাত ৰখা 3.00 mol PCl_5 ক সাম্যাৱস্থাত উপনীত হ'বলৈ দিয়া হ'ল। সাম্যাৱস্থাত মিশ্ৰটোৰ সংযুক্তি নিৰ্ণয় কৰা (K_c=1.80)।

সমাধান

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$$

প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা ঃ 3.0 0 0

ধৰা হ'ল x mol PCl_5 বিয়োজিত হৈছে

সাম্যাৱস্থাত (3–x) x x

$K_c = [PCl_3]\,[Cl_2]/[PCl_5]$

$1.8 = x^2/3 - x$

$x^2 + 1.8x - 5.4 = 0$

$x = \left[-1.8 \pm \sqrt{(1.8)^2 - 4(-5.4)}\right]/2$

$x = \left[-1.8 \pm \sqrt{3.24 + 21.6}\right]/2$

$x = [-1.8 \pm 4.98]/2$

$x = [-1.8 + 4.98]/2 = 1.59$

$[PCl_5] = 3.0 - x = 3 - 1.59 = 1.41M$

$[PCl_3] = [Cl_2] = x = 1.59M$

7.7 সাম্য ধ্ৰুৱক (*K*), বিক্ৰিয়া ভাগফল (*Q*) আৰু গিৱছৰ শক্তিৰ (*G*) মাজত সম্বন্ধ (RELATION BETWEEN EQUILIBRIUM CONSTANT *K*, REACTION QUOTIENT *Q* AND GIBB'S ENERGYG)

বিক্ৰিয়া এটাৰ K_c ৰ মান বিক্ৰিয়াটোৰ গতিবেগৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। ই বিক্ৰিয়াটোত হোৱা গিৱছৰ শক্তিৰ পৰিৱৰ্তনৰ (ΔG) লগত পোনপটীয়াকৈ জড়িত। এই সম্বন্ধে তোমালোকে ইতিমধ্যে অধ্যায় 6 ত অধ্যয়ন কৰিছা। তোমালোকে পাইছা যে,

- বিক্ৰিয়া এটাৰ ক্ষেত্ৰত ΔG ঋণাত্মক হ'লে বিক্ৰিয়াটো স্বতঃস্ফূৰ্ত হয় আৰু সন্মুখৰ দিশত অগ্ৰসৰ হয়।

- আনহাতে ΔG ধনাত্মক হ'লে বিক্ৰিয়াটো অস্বতঃস্ফূৰ্ত (non-spontaneous) হয়। এনে বিক্ৰিয়াৰ বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে ΔG ঋণাত্মক হয়। সেয়ে সন্মুখী বিক্ৰিয়াৰ বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থবোৰ বিক্ৰিয়কলৈ ৰূপান্তৰিত হয়।
- আকৌ ΔG ৰ মান শূন্য হ'লে বিক্ৰিয়াটো সাম্যাৱস্থাত উপনীত হয়। এই বিন্দুত বিক্ৰিয়াটো চলাই নিবলৈ কোনো মুক্ত শক্তি বাকী নাথাকে।

সাম্যাৱস্থাৰ বাবে এই তাপগতি বিজ্ঞানৰ ধাৰণাৰ গাণিতিক প্ৰকাশ ৰাশি হ'ল—

$$\Delta G^{\ominus} = \Delta G^{\ominus} + RT \ln Q \quad (7.21)$$

ইয়াত $G^{\ominus}$ হ'ল প্ৰমাণ গিবছৰ শক্তি। আমি জানোঁ যে সাম্যাৱস্থাত $\Delta G = 0$ আৰু $Q = K_c$; ফলস্বৰূপে সমীকৰণ 7.21 ৰ পৰা আমি পাওঁ,

$$\Delta G^{\ominus} + RT \ln K = 0$$

$$\Delta G^{\ominus} = -RT \ln K \quad (7.22)$$

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

গতিকে $K = e^{-\Delta G^{\ominus}/RT}$ (7.23)

সমীকৰণ 7.23 ব্যৱহাৰ কৰি, $\Delta G^{\ominus}$ ৰ মানৰ আধাৰত, বিক্ৰিয়াৰ স্বতঃস্ফূৰ্ততা ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। যদি $\Delta G^{\ominus} < 0$ হয়, তেন্তে $-\Delta G^{\ominus}/RT$ ধনাত্মক আৰু $e^{-\Delta G^{\ominus}/RT} > 1$ হয়। ফলত $K > 1$ হয়; এই ক্ষেত্ৰত বিক্ৰিয়াটো স্বতঃস্ফূৰ্ত হয়।

- অৰ্থাৎ বিক্ৰিয়াটো, সন্মুখৰ দিশত এনেকুৱাভাৱে সংঘটিত হয় যে প্ৰধানকৈ বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থসমূহ থাকে।
- যদি $\Delta G^{\ominus} > 0$ হয়, তেন্তে $\Delta G^{\ominus}/RT$ ঋণাত্মক হয় আৰু $e^{-\Delta G^{\ominus}/RT} < 1$, অৰ্থাৎ $K < 1$ নিৰ্দেশ কৰে; ইয়ে অস্বতঃস্ফূৰ্ত বিক্ৰিয়া। অৰ্থাৎ বিক্ৰিয়াটো সন্মুখৰ দিশত এনেকুৱা মাত্ৰাত অগ্ৰসৰ হোৱাটো বুজায় যে খুব সামান্য পৰিমাণে বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ উৎপন্ন হয়।

উদাহৰণ 7.10

গ্লাইক'লাইছিছ প্ৰক্ৰিয়াত গ্লুক'জৰ ফছফ'ৰিলেছনৰ বাবে $\Delta G^{\ominus}$ ৰ মান হ'ল 13 kJ / mol ; 298 ত K_c ৰ মান নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান

$$\Delta G^{\ominus} = 13.8 \text{ kJ/mol} = 13.8 \times 10^3 \text{ J/mol}$$

আকৌ $\Delta G^{\ominus} = -RT \ln K_c$

গতিকে, $\ln K_c = \dfrac{-13.8 \times 10^3 \text{ J mol}}{(8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 298 \text{ K})}$

$$\ln K_c = -5.569$$

$$K_c = e^{-5.569}$$

$$K_c = 3.81 \times 10^{-3}$$

উদাহৰণ 7.11

ছুক্ৰ'জৰ জলবিশ্লেষণ ঘটাই পোৱা বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থসমূহ হ'ল গ্লুক'জ আৰু ফ্ৰুক্ট'জ।

ছুক্ৰ'জ + $H_2O \rightleftharpoons$ গ্লুক'জ + ফ্ৰুক্ট'জ

300 Kত বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱক K_c ৰ মান হ'ল 2×10^{13} । 300 K ত $\Delta G^{\ominus}$ ৰ মান নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান

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

$$= -8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 300\text{K} \times \ln(2 \times 10^{13})$$

$$= -7.64 \times 10^4 \text{ J mol}^{-1}$$

7.8 ৰাসায়নিক সাম্যক প্ৰভাৱান্বিত কৰা কাৰকসমূহ (FACTORS AFFECTING EQUILIBRIA)

ৰাসায়নিক সংশ্লেষণৰ প্ৰধান লক্ষ্যবোৰৰ ভিতৰত এটা হ'ল শক্তিৰ খৰচ কমাই বেছি পৰিমাণে বিক্ৰিয়কবোৰক বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থলৈ পৰিৱৰ্তিত কৰা; অৰ্থাৎ কম উষ্ণতা আৰু চাপত অধিক পৰিমাণে বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ

উৎপন্ন কৰা। যদি এই লক্ষ্যত উপনীত হ'ব পৰা নাযায়, তেন্তে পৰীক্ষাৰ চৰ্তসমূহ সাল-সলনি কৰা প্ৰয়োজন হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, হেবাৰৰ পদ্ধতিৰে N_2 আৰু H_2 ৰ পৰা NH_3 ৰ প্ৰস্তুতিত পৰীক্ষাৰ চৰ্তসমূহ বাছি লোৱাৰ প্ৰকৃততে অৰ্থনৈতিক গুৰুত্ব আছে। প্ৰধানকৈ সাৰ হিচাপে ব্যৱহাৰৰ বাবে সমগ্ৰ পৃথিৱীৰ বাৰ্ষিক NH_3 উৎপাদন প্ৰায় এশ মিলিয়ন টন।

সাম্য ধ্ৰুৱকৰ (K_c) মান বিক্ৰিয়কৰ প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। কিন্তু সাম্যাৱস্থাত থকা তন্ত্ৰ এটাত যদি এটা বা বেছি বিক্ৰিয়কৰ গাঢ়তাৰ মান পৰিৱৰ্তন কৰা হয়, তেন্তে তন্ত্ৰটো আৰু সাম্যাৱস্থাত নাথাকে। এই অৱস্থাত কোনো এটা দিশত বিক্ৰিয়াটো সংঘটিত হয়, যেতিয়ালৈকে তন্ত্ৰটো আকৌ সাম্যাৱস্থালৈ ঘূৰি নাহে। একেদৰে, তন্ত্ৰটোৰ উষ্ণতা বা চাপৰ পৰিৱৰ্তন হলেও সাম্যাৱস্থাৰ পৰিৱৰ্তন হ'ব পাৰে। বিক্ৰিয়াটোৱে কি পথ অৱলম্বন কৰে তাক নিৰ্ধাৰণ কৰিবলৈ আৰু চৰ্তসমূহৰ পৰিৱৰ্তনত সাম্যাৱস্থাত হোৱা প্ৰভাৱৰ (effect) বিষয়ে পূৰ্বানুমান কৰিবলৈ আমি লা চেটেলিয়াৰৰ (Le Chatelier) নীতি ব্যৱহাৰ কৰোঁ। এই নীতি অনুসৰি, **"তন্ত্ৰ এটাত সাম্যাৱস্থাটোক নিয়ন্ত্ৰণ কৰি থকা কাৰকবোৰৰ কোনো এটাত কিবা পৰিৱৰ্তন ঘটালে তন্ত্ৰটোৱে নতুন সাম্যাৱস্থা এটালৈ গৈ তেনে পৰিৱৰ্তনৰ প্ৰভাৱ নোহোৱা কৰিব বিচাৰে।"** এই নীতিটো সকলো ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক সাম্যাৱস্থাৰ বাবে প্ৰযোজ্য হয়।

এতিয়া আমি সাম্যাৱস্থাক প্ৰভাৱিত কৰা কাৰকসমূহৰ বিষয়ে আলোচনা কৰিম।

7.8.1 গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তনৰ প্ৰভাৱ (Effect of Concentration Change)

যেতিয়া কোনো এটা বিক্ৰিয়ক/বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ যোগ কৰি বা আতঁৰাই সাম্যাৱস্থাটো বিঘ্নিত কৰা হয়, তেতিয়া লা-চেটেলিয়াৰৰ নীতি অনুসৰি পূৰ্বানুমান কৰিব পাৰি যে—

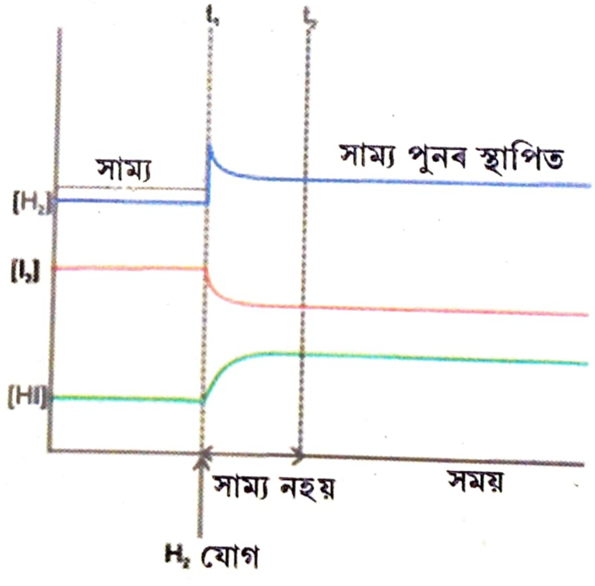
- মুঠ বিক্ৰিয়াটো যিটো দিশত গ'লে যোগ কৰা পদাৰ্থবোৰ বিক্ৰিয়াত ভাগ লয় সেইটো দিশত বিক্ৰিয়াটো অগ্ৰসৰ হয় আৰু যোগ কৰা বিক্ৰিয়ক/বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তাৰ প্ৰভাৱ নোহোৱা কৰে।
- মুঠ বিক্ৰিয়াটো যিটো দিশত গ'লে আঁতৰোৱা পদাৰ্থবোৰ উৎপন্ন হয়, সেইটো দিশত বিক্ৰিয়াটো অগ্ৰসৰ হৈ আঁতৰোৱা বিক্ৰিয়ক/বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তনৰ প্ৰভাৱ নোহোৱা কৰে।

বা, আন অৰ্থত, **"সাম্যাৱস্থাত থকা বিক্ৰিয়া এটাৰ বিক্ৰিয়ক বা বিক্ৰিয়জাত পদাৰ্থৰ কোনো এটাৰ গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তন কৰিলে, সাম্য মিশ্ৰটোৰ সংযুক্তি এনেদৰে পৰিৱৰ্তিত হয় যাতে গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তনৰ প্ৰভাৱ কম হয়।"**

নিম্নোক্ত বিক্ৰিয়াটো উদাহৰণ স্বৰূপে বিবেচনা কৰা হ'ল-

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

বিক্ৰিয়া মিশ্ৰটোত H_2 যোগ কৰিলে বিক্ৰিয়াৰ সাম্যাৱস্থাটো বিঘ্নিত হয়। সাম্যাৱস্থাটো বজাই ৰাখিবলৈ বিক্ৰিয়টো সেইটো দিশত অগ্ৰসৰ হয় যিটো দিশত অগ্ৰসৰ হ'লে H_2 বিক্ৰিয়াত ভাগ লয়, অৰ্থাৎ বেছিকৈ H_2 আৰু I_2 -এ বিক্ৰিয়া কৰি HI উৎপন্ন কৰে এয়ে হ'ল সাম্যাৱস্থা সোঁ (সন্মুখ) দিশত স্থানান্তৰিত হোৱা (চিত্ৰ 7.8)। এইটো লা-চেটেলিয়াৰৰ (Le-Chatelier's) নীতি অনুসৰি হয়। এই নীতি অনুসৰি বিক্ৰিয়ক/বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ যোগ কৰাৰ ক্ষেত্ৰত এটা নতুন সাম্যাৱস্থা প্ৰতিষ্ঠিত হয়। এই সাম্যাৱস্থাত বিক্ৰিয়ক/বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তা পদাৰ্থবোৰ যোগ কৰাৰ ঠিক পিছত পোৱা গাঢ়তাৰ মানতকৈ কম কিন্তু প্ৰাৰম্ভিক মিশ্ৰৰ গাঢ়তাতকৈ বেছি হয়।



চিত্ৰ 7.8 $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ বিক্ৰিয়াত H_2 যোগৰ বাবে বিক্ৰিয়ক বা বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তনৰ প্ৰভাৱ

চিত্ৰ 7.8ত $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ বিক্ৰিয়াটোৰ বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তনৰ ওপৰত H_2 যোজনৰ প্ৰভাৱ দিয়া হৈছে।

একেটা কথাকে বিক্ৰিয়া ভাগফল, Q_cৰ আধাৰত বাখ্যা কৰিব পাৰি,

$$Q_c = [HI]^2 / [H_2]\,[I_2]$$

সাম্যাৱস্থাত হাইড্ৰ'জেন যোগ কৰিলে Q_c ৰ মান K_cতকৈ কম হয়। ইয়াৰ ফলত পুনৰ সাম্যাৱস্থাত উপনীত হ'বলৈ বিক্ৰিয়াটো সম্মুখী দিশত আগবাঢ়ে। একেদৰে উৎপাদিত পদাৰ্থ আঁতৰালেও সম্মুখী বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগ বাঢ়ে আৰু বিক্ৰিয়াত উৎপাদিত পদাৰ্থৰ গাঢ়তা বৃদ্ধি হয়। উৎপাদিত পদাৰ্থ গেছীয় বা উদ্বায়ী হোৱা বিক্ৰিয়াৰ ক্ষেত্ৰত এই ধাৰণাৰ বহুল বাণিজ্যিক প্ৰয়োগ আছে। এম'নিয়া উৎপাদনৰ ক্ষেত্ৰত, উৎপাদিত এম'নিয়াক জুলীয়াকৃত কৰা হয় আৰু বিক্ৰিয়া মিশ্ৰৰ পৰা আঁতৰোৱা হয় যাতে বিক্ৰিয়াটো সম্মুখী দিশত গতি কৰি থাকে। একেদৰে CaO ৰ(CaO দৰকাৰী ঘৰ সজা সামগ্ৰী হিচাপে ব্যৱহৃত হয়) পণ্য উৎপাদনৰ ক্ষেত্ৰত ভাটিৰপৰা নিৰবিচ্ছিন্নভাৱে CO_2 আঁতৰাই থকা বাবে বিক্ৰিয়াটো সম্পূৰ্ণ হয়। বিক্ৰিয়া মিশ্ৰৰ পৰা নিৰবিচ্ছিন্নভাৱে উৎপাদিত পদাৰ্থ আঁতৰোৱাৰ ফলত Q_cৰ মান K_cৰ মানতকৈ সদায় কম হয় আৰু ফলস্বৰূপে বিক্ৰিয়াটো সম্মুখী দিশত গতি কৰি থাকে।

গাঢ়তাৰ প্ৰভাৱ - এটা পৰীক্ষা

(Effect of Concentration - An Experiment)

গাঢ়তাৰ প্ৰভাৱ তলত দিয়া বিক্ৰিয়াটোৰ দ্বাৰা দেখুৱাব পাৰি —

$$Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+}(aq) \qquad (7.24)$$

হালধীয়া　　বৰণহীন　　গাঢ় ৰঙা

$$K_c = \frac{\left[Fe(SCN)^{2+}(aq)\right]}{\left[Fe^{3+}(aq)\right]\left[SCN^-(aq)\right]} \qquad (7.25)$$

0.2 M গঢ়তাৰ আইৰন (III) নাইট্ৰেট দ্ৰৱ এটাৰ 1mL ত 0.002 M গঢ়তাৰ পটাছিয়াম থায়'ছায়েনেটৰ দুই টোপাল যোগ কৰিলে $[Fe(SCN)]^{2+}$ উৎপন্ন হয়। ফলত দ্ৰৱটোৰ বৰণ ৰঙচুৱা হয়। এই বিক্ৰিয়াত সাম্যাৱস্থা প্ৰাপ্তিৰ পিছত ৰঙা ৰঙৰ তীব্ৰতাৰ পৰিৱৰ্তন নহয়। বিক্ৰিয়ক বা বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ যোগ কৰি সাম্যাৱস্থাক সম্মুখী দিশত বা বিপৰীত দিশত স্থানান্তৰ কৰিব পৰা যায়। Fe^{3+} বা SCN^- আয়ন আঁতৰাব পৰা বিকাৰক যোগ কৰি বিক্ৰিয়াটোৰ সাম্য বিপৰীত দিশত স্থানান্তৰ কৰিব পাৰি। উদাহৰণ হিচাপে, অক্সেলিক এছিডে Fe^{3+} ৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰি সুস্থিৰ জটিল আয়ন $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ প্ৰস্তুত কৰে আৰু ইয়াৰ ফলত মুক্ত Fe^{3+} আয়নৰ গাঢ়তা কমে।

লা চেটেলিয়াৰৰ নীতি মতে Fe^{3+} আয়ন আঁতৰোৱাৰ বাবে ইয়াৰ গাঢ়তা যিমান হ্ৰাস হ'ল সেয়া পূৰাবলৈ কিছু $[Fe(SCN)]^{2-}$ ৰ বিয়োজন ঘটিব। ফলস্বৰূপে $[Fe(SCN)]^{2-}$ ৰ গাঢ়তা কমিব আৰু ৰঙা বৰণৰ তীব্ৰতাও কমিব।

বিক্ৰিয়াটোত $HgCl_2$ যোগ কৰিলেও ৰঙা বৰণৰ তীব্ৰতা কমে। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল, Hg^{2+} আয়নে SCN^- আয়নৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰি সুস্থিৰ জটিল আয়ন $[Hg(SCN)_4]^{2-}$ প্ৰস্তুত কৰে। এনেদৰে বিক্ৰিয়া মিশ্ৰৰপৰা SCN^- আয়ন আঁতৰাৰ ফলত সমীকৰণ 7.24 ৰ সাম্য সোঁফালৰ পৰা বাওঁফাললৈ স্থানান্তৰিত হয় যাতে কমি যোৱা SCN^- ৰ গাঢ়তা পূৰাব পাৰে। আনহাতে পটাছিয়াম থায়'ছায়েনেট যোগ কৰিলে দ্ৰৱটোৰ ৰঙা ৰঙৰ তীব্ৰতা বাঢ়ে, কিয়নো পটাছিয়াম থায়'ছায়েনেট যোগ কৰাৰ ফলত বিক্ৰিয়াটোৰ সাম্য সম্মুখী দিশত গতি কৰে।

7.8.2 চাপ পৰিৱৰ্তনৰ প্ৰভাৱ (Effect of Change of Pressure)

যিবোৰ গেছীয় বিক্ৰিয়াত বিক্ৰিয়কসমূহৰ মুঠ ম'ল আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থসমূহৰ মুঠ ম'ল এক নহয় তেনে বিক্ৰিয়া চাপৰ পৰিৱৰ্তনৰদ্বাৰা প্ৰভাবান্বিত হয়। তেনে গেছীয় বিক্ৰিয়া চাপৰ পৰিৱৰ্তন কৰিলে বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ উৎপাদনত প্ৰভাৱ পৰে। অসমসত্ব সাম্যত (লা চেটেলিয়াৰৰ নীতি প্ৰয়োগৰ ক্ষেত্ৰত) গোটা বা জুলীয়া পদাৰ্থৰ ওপৰত চাপৰ পৰিৱৰ্তনৰ প্ৰভাৱ নগণ্য বুলি ধৰা হয়; কিয়নো গোটা বা জুলীয়া পদাৰ্থৰ আয়তন (আৰু গাঢ়তা) চাপৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে।

চাপৰ পৰিৱৰ্তনৰ প্ৰভাৱ আলোচনাৰ বাবে নিম্নোক্ত বিক্ৰিয়াটো লোৱা হ'ল—

$$CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$$

ইয়াত গেছীয় বিক্ৰিয়কৰ (CO আৰু $3H_2$) 4 mol গেছীয় বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ (CH_4 আৰু H_2O) 2 mol লৈ পৰিৱৰ্তিত হৈছে। ধৰা, নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত এই বিক্ৰিয়াৰ সাম্য মিশ্ৰটো পিষ্টনযুক্ত চিলিণ্ডাৰ এটাত ভৰাই মিশ্ৰটোৰ আয়তন প্ৰাৰম্ভিক আয়তনৰ আধা কৰা হৈছে। তেতিয়া মুঠ চাপ প্ৰাৰম্ভিক চাপৰ দুগুণ হ'ব সমীকৰণ(pV= ধ্ৰুৱক অনুসৰি। লগে লগে আংশিক চাপৰ লগতে বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তন হ'ব। সেয়েহে বিক্ৰিয়াটো সাম্যাৱস্থাৰ পৰা স্থানান্তৰিত হ'ব। লা চেটেলিয়াৰ নীতি প্ৰয়োগ কৰি বিক্ৰিয়াটো কোন দিশত গতি কৰি সাম্যাৱস্থা পুনৰ প্ৰতিস্থিত কৰিব সেইটো পূৰ্বানুমান কৰিব পাৰি। যিহেতু চাপ দুগুণ হলে সাম্যটো সন্মুখী দিশত স্থানান্তৰিত হ'ব। কিয়নো সন্মুখী দিশত গতি কৰিলে গেছীয় পদাৰ্থৰ ম'ল বা চাপ হ্ৰাস হ'ব (আমি জানো যে চাপ গেছীয় পদাৰ্থৰ ম'লৰ সমানুপাতিক)। এই কথাখিনি বিক্ৰিয়া ভাগফল (Quotient), Q_cৰ ধাৰণাৰ পৰাও বুজিব পাৰি। ধৰা হ'ল, ওপৰত উল্লেখ কৰা মিথেনেছন (methanation) বিক্ৰিয়াৰ সাম্যাৱস্থাত থকা গেছীয় পদাৰ্থকেইটাৰ (CO, H_2, CH_4আৰু H_2O) গাঢ়তা ক্ৰমে $[CO]$, $[H_2]$, $[CH_4]$ আৰু $[H_2O]$। যেতিয়া চাপ বৃদ্ধি কৰি বিক্ৰিয়া মিশ্ৰটোৰ আয়তন আধা কৰা হয় তেতিয়া আংশিক চাপ আৰু গাঢ়তা দুগুণ হয়। এই ক্ষেত্ৰত প্ৰতিটো সাম্য গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তে তাৰ দুগুণ মান বহুৱাই বিক্ৰিয়া ভাগফল প্ৰকাশ কৰা হয়—

$$Q_c = \frac{1}{4} \times \frac{[CH_4(g)]\,[H_2O(g)]}{[CO(g)]\,[H_2(g)]^3}$$

যিহেতু $Q_c < K_c$ বিক্ৰিয়াটো সন্মুখ দিশত গতি কৰিব।

আনহাতে $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$ বিক্ৰিয়াৰ ক্ষেত্ৰত চাপ বৃদ্ধি কৰিলে বিক্ৰিয়াটো বিপৰীত দিশত গতি কৰে। কিয়নো এই বিক্ৰিয়াটোত গেছীয় বিক্ৰিয়কৰ মুঠ ম'লতকৈ গেছীয় বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ মুঠ ম'ল বেছি।

7.8.3 নিষ্ক্ৰিয় গেছ যোগ কৰাৰ প্ৰভাৱ (Effect of Inert Gas Addition)

আয়তন স্থিৰে ৰাখি কোনো বিক্ৰিয়া তন্ত্ৰত বিক্ৰিয়াত ভাগ নোলোৱা নিষ্ক্ৰিয় গেছ (যেনে, আৰ্গন) যোগ কৰিলে সাম্যাৱস্থাৰ ওপৰত কোনো প্ৰভাৱ নপৰে। কিয়নো নিৰ্দিষ্ট আয়তনত নিষ্ক্ৰিয় গেছ যোগ কৰিলে বিক্ৰিয়াত ভাগ লোৱা পদাৰ্থবোৰৰ আংশিক চাপ বা ম'লাৰ গাঢ়তাৰ কোনো পৰিৱৰ্তন নহয়। বিক্ৰিয়া ভাগফলৰ মান তেতিয়াহে পৰিৱৰ্তিত হ'ব যেতিয়া যোগ কৰা গেছটো বিক্ৰিয়ক বা বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ কোনোবা এটা হ'ব।

7.8.4 উষ্ণতা পৰিৱৰ্তনৰ প্ৰভাৱ (Effect of Temperature Change)

গাঢ়তা, চাপ বা আয়তনৰ পৰিৱৰ্তনৰ দ্বাৰা সাম্যাৱস্থা প্ৰভাৱান্বিত হ'লে সাম্য মিশ্ৰৰ সংযুক্তিৰ পৰিৱৰ্তন হয়;

কিয়নো এই ক্ষেত্ৰত বিক্ৰিয়া ভাগফল (Q_c) সাম্য ধ্ৰুৱকৰ (K_c) সমান নহয়। কিন্তু উষ্ণতাৰ পৰিৱৰ্তন হ'লে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মানৰ পৰিৱৰ্তন হয়।

উষ্ণতাৰ পৰিৱৰ্তনৰ ফলত সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান কেনেকৈ সলনি হয় সেয়া বিক্ৰিয়াটো তাপগ্ৰাহী নে তাপবৰ্জী তাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে।

- তাপবৰ্জী বিক্ৰিয়াৰ বাবে (ΔH ঋণাত্মক) উষ্ণতা বৃদ্ধি কৰিলে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান কমে।
- তাপগ্ৰাহী বিক্ৰিয়াৰ বাবে (ΔH ধনাত্মক) উষ্ণতা বৃদ্ধিৰ ফলত সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান বাঢ়ে।

উষ্ণতাৰ পৰিৱৰ্তনে সাম্য ধ্ৰুৱক আৰু বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগৰ ওপৰত প্ৰভাৱ পেলায়।

তলত দিয়া বিক্ৰিয়া অনুসৰি এম'নিয়া প্ৰস্তুত কৰিব পাৰি। এই বিক্ৰিয়াটো তাপবৰ্জী।

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

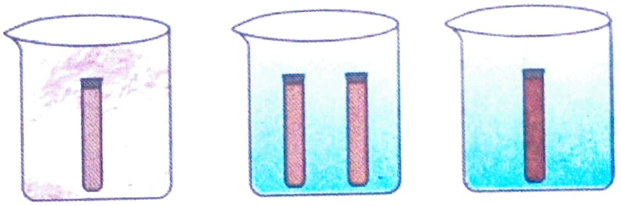
লা চেটেলিয়াৰৰ নীতি অনুসৰি উষ্ণতা বৃদ্ধি কৰিলে ওপৰৰ সাম্যটো বাওঁপিনে স্থানান্তৰিত হয় আৰু এম'নিয়াৰ সাম্য গাঢ়তাৰ মান কমে। আন কথাত, এম'নিয়াৰ অধিক উৎপাদনৰ বাবে নিম্ন উষ্ণতা অনুকূল হয়। কিন্তু উষ্ণতা অতি কম হ'লে প্ৰকৃততে বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগো অতি মন্থৰ হয়। এই ক্ষেত্ৰত অনুঘটক ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

উষ্ণতাৰ প্ৰভাৱ- এটা পৰীক্ষা
(Effect of Temperature - An Experiment)

NO_2 গেছৰ (মুগা বৰণৰ) N_2O_4 গেছলৈ (বৰণহীন) দ্বিযোগীকৰণ বিক্ৰিয়াৰ সহায়ত সাম্যৰ ওপৰত উষ্ণতাৰ প্ৰভাৱ দেখুৱাব পাৰি—

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g); \Delta H = -57.2 kJ\ mol^{-1}$$

গাঢ় HNO3ত কপাৰ যোগ কৰি উৎপন্ন কৰা NO2 গেছ দুটা টেষ্ট টিউবত (5 mL জোখৰ সংগ্ৰহ কৰা হ'ল (প্ৰতিটো টেষ্ট টিউবৰ বৰণৰ তীব্ৰতা একে হোৱাকৈ গেছ সংগ্ৰহ কৰা হ'ল)। লগে লগে টেষ্ট টিউব দুটাৰ মুখ সম্পূৰ্ণকৈ বন্ধ কৰা হ'ল। এতিয়া 250 mL ৰ তিনিটা বিকাৰত ক্ৰমে হিম মিশ্ৰ (freezing mixtutre), সাধাৰণ উষ্ণতাৰ পানী আৰু গৰম পানী (363K) লৈ বিকাৰকেইটা 1, 2, 3 কৈ নম্বৰ দিয়া হ'ল (চিত্ৰ 7.9)। দুয়োটা টেষ্ট টিউব ২ নং বিকাৰত 8 ৰ পৰা 10 মিনিট সময়ৰ বাবে ৰখা হ'ল। ইয়াৰ পিছত এটা টেষ্ট টিউব 1নং বিকাৰত আৰু আনটো টেষ্ট টিউব 3নং বিকাৰত ৰখা হ'ল।



হিম মিশ্ৰ থকা বিকাৰ উষ্ণতা 270 K | সাধাৰণ উষ্ণতাত (298 K) পানী থকা বিকাৰ | 363 K উষ্ণতাত পানী থকা বিকাৰ

চিত্ৰ 7.9 $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ বিক্ৰিয়াৰ বাবে সাম্যৰ ওপৰত উষ্ণতাৰ প্ৰভাৱ

এই পৰীক্ষাৰ দ্বাৰা বিক্ৰিয়াৰ গতিৰ দিশৰ ওপৰত উষ্ণতাৰ প্ৰভাৱ সুন্দৰকৈ বুজাব পাৰি। এক নম্বৰ বিকাৰত নিম্ন উষ্ণতাত N_2O_4 প্ৰস্তুতিৰ বাবে হোৱা সম্মুখী বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগ বেছি হয় কিয়নো বিক্ৰিয়াটো তাপবৰ্জী। ইয়াৰ ফলত মুগা বৰণৰ তীব্ৰতা কমে, কাৰণ NO_2 ৰ গাঢ়তা কমে। আনহাতে তিনি নম্বৰ বিকাৰত উচ্চ উষ্ণতাই বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়াক সহায় কৰে আৰু বিক্ৰিয়াত NO_2 বেছিকৈ উৎপন্ন হয়; ফলত মুগা বৰণৰ তীব্ৰতা বাঢ়ে।

তলত উল্লেখ কৰা তাপগ্ৰাহী বিক্ৰিয়াৰ ক্ষেত্ৰতো উষ্ণতাৰ প্ৰভাৱ নিৰীক্ষণ কৰিব পাৰি—

$[Co(H_2O)_6]^{3+}(aq) + 4Cl-(aq) \rightleftharpoons [CoCl4]2-(aq) + 6H_2O(l)$

গুলপীয়া   বৰণহীন   নীলা

সাধাৰণ উষ্ণতাত $[CoCl_4]^{2-}$ আয়নৰ বাবে সাম্য মিশ্ৰটো নীলা হয়। মিশ্ৰটো চেঁচা কৰিলে সাম্য মিশ্ৰটো গুলপীয়া হয় যিহেতু এই ক্ষেত্ৰত বেছিকৈ $[Co(H_2O)_6]^{3+}$ উৎপন্ন হয়।

7.8.5 অনুঘটকৰ প্ৰভাৱ (Effect of a Catalyst)

অনুঘটকৰ উপস্থিতিত এটা বিক্ৰিয়া বেলেগ নিম্ন শক্তিযুক্ত পথেৰে সংঘটিত হয়। ফলত বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগ বাঢ়ে। অনুঘটকে সম্মুখী আৰু বিপৰীতমুখী দুয়োটা বিক্ৰিয়াৰ সক্ৰিয়ন শক্তি সপৰিমাণে হ্ৰাস কৰে। ফলত সম্মুখী আৰু বিপৰীতমুখী দুটোয়া বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগ সমানে বাঢ়ে আৰু সেই কণে সাম্যৰ ওপৰত কোনো প্ৰভাৱ নপৰে। বিক্ৰিয়া মিশ্ৰ এটাৰ সাম্য সংযুতি অনুঘটকে পৰিৱৰ্তন নকৰে। সমতুলিত ৰাসায়নিক সমীকৰণত বা সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশিত অনুঘটকৰ গাঢ়তা লিখা নহয়।

ডাইনাইট্ৰ'জেন আৰু ডাইহাইড্ৰ'জেনৰপৰা এম'নিয়া প্ৰস্তুতিৰ বিক্ৰিয়াটো এটা উচ্চ তাপবৰ্জী বিক্ৰিয়া। বিক্ৰিয়াটোত বিক্ৰিয়কৰ তুলনাত বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ মুঠ ম'ল কম হয়। উষ্ণতা বৃদ্ধিৰ লগে লগে বিক্ৰিয়াটোৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান কমে। নিম্ন উষ্ণতাত বিক্ৰিয়াটোৰ গতিবেগ মন্থৰ হোৱা বাবে সাম্যাৱস্থা পাবলৈ অধিক সময়ৰ প্ৰয়োজন হয়। আনহাতে, উচ্চ উষ্ণতাত গতিবেগ বাঢ়ে যদিও এম'নিয়াৰ উৎপাদন যথেষ্ট কম হয়।

যি উষ্ণতাত এম'নিয়াৰ সাম্য গাঢ়তা পাব পাৰি সেই উষ্ণতাত বিক্ৰিয়াৰ সন্তোষজনক গতিবেগ পাবলৈ আয়ৰনৰ অনুঘটক পোনপ্ৰথমবাৰৰ বাবে জাৰ্মান ৰসায়নবিদ ফ্ৰিট্‌জ হেবাৰে ব্যৱহাৰ কৰিছিল। এই বিক্ৰিয়াত বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ মুঠ ম'ল বিক্ৰিয়কৰ মুঠ ম'লতকৈ কম হোৱা বাবে চাপ প্ৰয়োগ কৰি এম'নিয়াৰ উৎপাদন বৃদ্ধি কৰিব পাৰি।

এম'নিয়া সংশ্লেষণৰ বাবে অনুকূলতম উষ্ণতা আৰু চাপ যথাক্ৰমে 500°C আৰু 200 atm।

তলত উল্লেখ কৰা বিক্ৰিয়াৰ সহায়ত সংস্পৰ্শ পদ্ধতিৰে ছালফিউৰিক এছিড প্ৰস্তুতিৰ ক্ষেত্ৰতো উপৰিউক্ত ধাৰণা প্ৰয়োগ কৰিব পাৰি।

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)\ ;\ K_c = 1.7\times10^{26}$$

এই বিক্ৰিয়াটোৰ ক্ষেত্ৰত K_cৰ মান যথেষ্ট বেছি। K_cৰ উচ্চ মানে বিক্ৰিয়াটো প্ৰায় সম্পূৰ্ণ হোৱা নিৰ্দেশ কৰিলেও ব্যৱহাৰিক ক্ষেত্ৰত SO_2ৰ জাৰণ ঘটি SO_3 উৎপন্ন হোৱা প্ৰক্ৰিয়াটো অতি মন্থৰ। এই ক্ষেত্ৰত প্লেটিনাম বা ডাইভেনাডিয়াম পেন্ট'অক্সাইড অনুঘটক হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰি বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগ বঢ়োৱা হয়।

টোকা ঃ বিক্ৰিয়া এটাৰ K-ৰ মান অতিকৈ কম হ'লে অনুঘটক ব্যৱহাৰ কৰিও বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগ বঢ়াব নোৱাৰি।

7.9 দ্ৰৱত আয়নীয় সাম্য (IONIC EQUILIBRIUM IN SOLUTION)

সাম্যৰ দিশৰ ওপৰত গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তনৰ প্ৰভাৱ আলোচনা কৰোতে তোমালোকে তলত উল্লেখ কৰা আয়নীয় বিক্ৰিয়াটো পাই আহিছা—

$$Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+}(aq)$$

অকল আয়ন জড়িত থকা এনেকুৱা সাম্য বহুতো আছে। ইয়াৰ পিছৰ অনুচ্ছেদসমূহত এনে সাম্যৰ বিষয়ে আলোচনা কৰা হ'ব। আমি জানোঁ যে চেনিৰ জলীয় দ্ৰৱ এটাই বিদ্যুৎ পৰিবহন নকৰে; কিন্তু সাধাৰণ লৱণৰ (ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড) জলীয় দ্ৰৱ এটাৰ মাজেৰে বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত হয়। দ্ৰৱত ছ'ডিয়াম ক্লৰাইডৰ পৰিমাণ বৃদ্ধি কৰিলে দ্ৰৱটোৰ বিদ্যুৎ পৰিবাহিতা বাঢ়ে। বিদ্যুৎ পৰিবহন কৰিব পৰা সামৰ্থতাৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি মাইকেল ফেৰাডে (Michael Faraday) নামৰ বিজ্ঞানীজনে পদাৰ্থসমূহক দুটা ভাগত ভগাইছিল। এক শ্ৰেণীৰ পদাৰ্থৰ জলীয় দ্ৰৱৰ মাজেৰে বিদ্যুৎ পৰিবাহিত হয়। এইবোৰ পদাৰ্থক **বিদ্যুৎবিশ্লেষ্য** (electrolytes) বোলা হয়। আন প্ৰকাৰৰ পদাৰ্থই জলীয় দ্ৰৱত বিদ্যুৎ পৰিবহন কৰিব নোৱাৰে— এইবোৰক **বিদ্যুৎ অবিশ্লেষ্য** (non-electrolytes) বোলে। বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্যবোৰক পুনৰ দুভাগত ভগোৱা হৈছে — তীব্ৰ বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্য (strong electrolytes) আৰু মৃদু বিদ্যুৎবিশ্লেষ্য (weak

electrolytes) । পানীত দ্ৰৱীভূত কৰিলে তীব্ৰ বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্য প্ৰায় সম্পূৰ্ণকৈ আয়নিত হয়। আনহাতে মৃদু বিদ্যুৎবিশ্লেষ্যসমূহ পানীত আংশিক পৰিমাণে আয়নিত হয়। উদাহৰণ হিচাপে, ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ জলীয় দ্ৰৱ এটাত ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড সম্পূৰ্ণকৈ ছ'ডিয়াম আয়ন (Na^+) আৰু ক্ল'ৰাইড আয়নলৈ (Cl^-) বিযোজিত হয়। কিন্তু এছেটিক এছিডৰ জলীয় দ্ৰৱ এটাত প্ৰধানকৈ আয়নিত নোহোৱা এছেটিক এছিড অণু থাকে; লগতে কিছু পৰিমাণে এছিটেট আৰু হাইড্ৰ'নিয়াম আয়ন থাকে। ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ ক্ষেত্ৰত 100% আয়নীভৱন ঘটে কিন্তু এছেটিক এছিডৰ ক্ষেত্ৰত 5% তকৈও কম আয়নীভৱন ঘটে। মৃদু বিদ্যুৎবিশ্লেষ্যৰ ক্ষেত্ৰত আয়ন আৰু আয়নিত নোহোৱা অণুৰ মাজত সাম্যাৱস্থাৰ সৃষ্টি হয়। এনেদৰে জলীয় দ্ৰৱত আয়ন জড়িত থকা সাম্যকে **আয়নীয় সাম্য** বোলে। এছিড, ক্ষাৰক আৰু লৱণবোৰ হ'ল বিদ্যুৎবিশ্লেষ্য। এইবোৰ তীব্ৰ বা মৃদু হ'ব পাৰে।

7.10 এছিড, ক্ষাৰক আৰু লৱণ (ACIDS, BASES AND SALTS)

প্ৰকৃতিত প্ৰচুৰ পৰিমাণে এছিড, ক্ষাৰক আৰু লৱণ পোৱা যায়। মানুহৰ পাচক ৰসত হাইড্ৰ'ক্ল'ৰিক এছিড থাকে। এই ৰস প্ৰতিদিনে গড় হিচাপত 1.2 ৰপৰা 1.5 লিটাৰকৈ পাকস্থলীৰ আৱৰণৰপৰা নিঃসৰিত হয়। হাইড্ৰ'ক্ল'ৰিক এছিড খাদ্যবস্তু হজমৰ বাবে অতি দৰকাৰী। ভিনেগাৰৰ মূল উপাদান হ'ল এছেটিক এছিড। নেমু টেঙা আৰু কমলা টেঙাত ছাইট্ৰিক এছিড আৰু এছকৰবিক এছিড থাকে; আনহাতে তেতেলি টেঙাত টাৰটাৰিক এছিড থাকে। বেছিভাগ এছিড টেঙা কাৰণে লেটিন শব্দ acidusৰ পৰা (অৰ্থ টেঙা) ইংৰাজী acid শব্দটো আহিছে বুলি ভাবিব পাৰি। এছিডে নীলা লিটমাছ কাগজ ৰঙা কৰে আৰু কিছুমান ধাতুৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰি ডাইহাইড্ৰ'জেন গেছ নিৰ্গত কৰে। ক্ষাৰক সোৱাদত তিতা, হাতেৰে চুলে পিছল অনুভৱ হয় আৰু ই ৰঙা লিটমাছ কাগজ নীলা কৰে। কাপোৰ ধোৱা চ'ডা ক্ষাৰকৰ এটি সাধাৰণ উদাহৰণ। এছিড আৰু ক্ষাৰক মিহলালে লৱণ উৎপন্ন হয়। সাধাৰণতে জনা কিছুমান লৱণৰ উদাহৰণ হ'ল— ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড, বেৰিয়াম ছালফেট, ছ'ডিয়াম নাইট্ৰেট। ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড আমাৰ খাদ্যৰ এবিধ অতি লাগতিয়াল উপাদান। হাইড্ৰ'ক্ল'ৰিক এছিড আৰু ছ'ডিয়াম হাইড্ৰক্সাইডৰ মাজত বিক্ৰিয়া ঘটি ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড উৎপন্ন হয়। ধনাত্মকভাৱে আহিত ছ'ডিয়াম আয়ন আৰু ঋণাত্মকভাৱে আহিত ক্ল'ৰাইড আয়নৰ মাজত থকা স্থিতি বৈদ্যুতিক আকৰ্ষণৰ ফলত এই দুই বিপৰীতধৰ্মী আয়নসমূহ একগোট হৈ গোটা বা কঠিন ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ ক্ৰিষ্টেল গঠিত হয় (চিত্ৰ 7.10)। দুই বিপৰীতধৰ্মী আয়নৰ মাজত থকা এই আকৰ্ষণ বল দ্ৰৱীভূত কৰা মাধ্যমৰ পৰাবৈদ্যুতিক ধ্ৰুৱকৰ (dielectric constant) ব্যস্তানুপাতিক। পানী হ'ল সাৰ্বজনীন দ্ৰাৱক (universal solvent) আৰু ইয়াৰ পৰাবৈদ্যুতিক ধ্ৰুৱক অতি বেছি (80)। গতিকে ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইড পানীত দ্ৰৱীভূত কৰিলে ধনাত্মক আৰু ঋণাত্মক আয়নৰ মাজত থকা স্থিতিবৈদ্যুতিক আকৰ্ষণ প্ৰায় 80 গুণ কমি যায়। ফলত আয়নসমূহ মুক্ত হৈ দ্ৰৱত ঘূৰি ফুৰিব পাৰে। আয়নবোৰ জলযুক্ত হোৱাৰ ফলত ইটোৰে সিটোৰপৰা সম্পূৰ্ণকৈ পৃথক হৈ থাকে।

চিত্ৰ 7.10 পানীত ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ দ্ৰৱ। ধ্ৰুৱীয় পানীৰ অণুৰ দ্বাৰা জলযুক্ত হৈ Na^+ আৰু Cl^- আয়নসমূহ সুস্থিৰ হয়।

হাইড্ৰ'ক্ল'ৰিক এছিড আৰু এছেটিক এছিড উভয়ে ধ্ৰুৱীয় সহযোজী যৌগ। কিন্তু দ্ৰবত হাইড্ৰ'ক্ল'ৰিক এছিড সম্পূৰ্ণকৈ আয়নিত হয় যদিও এছেটিক এছিড আংশিকভাবেহে (< 5%) আয়নিত হয়। এটা পদাৰ্থ কিমান আয়নিত হ'ব সেয়া দুটা কাৰকৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে - (1) পদাৰ্থটোৰ বান্ধনি শক্তি আৰু (2) উৎপন্ন হোৱা আয়নসমূহ দ্ৰাৱক অণুৰ দ্বাৰা কিমান পৰিমাণে যুক্ত হয়। বিয়োজন (dissociation) আৰু আয়নীকৰণ (ionisation) ৰাশি দুটা আগৰে পৰা বেলেগ বেলেগ অৰ্থত ব্যৱহৃত হৈ আহিছে।

বিয়োজন মানে হ'ল কঠিন পদাৰ্থ এটাত থকা আয়নৰ পানীত পৃথকীকৰণ। যেনে, গোটা ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডত Na^+ আৰু Cl^- আয়ন আছে; কিন্তু পানীত দিলে সিহঁত পৃথক হৈ পৰে। ইয়াক পানীত ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ বিয়োজন বুলি কোৱা হয়। আনহাতে দ্ৰৱত এটা প্ৰশম অণু দুটা আহিত কণালৈ ৰূপান্তৰিত হোৱা পৰিঘটনাক আয়নীকৰণ (ionisation) বোলা হয়। এই পুথিত বিয়োজন আৰু আয়নীকৰণ ৰাশি দুটাৰ মাজত কোনো পাৰ্থক্য ৰখা হোৱা নাই; দুয়োটা ৰাশিক একে অৰ্থতে ব্যৱহাৰ কৰা হৈছে।

7.10.1 এছিড আৰু ক্ষাৰক সম্বন্ধীয় আৰ্হেনিয়াছৰ ধাৰণা (Arrhenius Concept of Acids and Bases)

আৰ্হেনিয়াছৰ তত্ত্ব মতে পানীত বিয়োজিত হৈ হাইড্ৰ'জেন আয়ন ($H^+(aq)$) প্ৰস্তুত কৰা পদাৰ্থক এছিড আৰু হাইড্ৰক্সিল আয়ন, $H^-(aq)$ প্ৰস্তুত কৰা পদাৰ্থক ক্ষাৰক বা বেছ বোলে। এটা এছিড ($HX(aq)$)ৰ আয়নীকৰণ প্ৰক্ৰিয়া তলত দিয়া ধৰণে লিখিব পাৰি—

$$HX(aq) \rightarrow H^+(aq) + X^-(aq)$$

বা, $HX(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + X^-(aq)$

জলীয় দ্ৰবত H^+ আয়ন অকলে থাকিব নোৱাৰে; কিয়নো ই বৰ সক্ৰিয়। গতিকে ই পানীৰ অণুৰ অক্সিজেন পৰমাণুৰ লগত বান্ধনি সৃষ্টি কৰি ত্ৰিকোণীয় পিৰামিডীয় (trigonal pyramidal) হাইড্ৰ'নিয়াম আয়ন, $\{H_3O^+, [H(H_2O)]^+\}$সৃষ্টি কৰে। এই অধ্যায়ত উল্লেখ কৰা $H^+(aq)$ আৰু H_3O^+এ একে অৰ্থ, অৰ্থাৎ, জলযুক্ত প্ৰ'টন (hydrated proton) বুজাব।

Michael Faraday (1791–1867)

লণ্ডনৰ ওচৰত এটি দুখীয়া পৰিয়ালত ফেৰাডেৰ জন্ম হৈছিল। 14 বছৰ বয়সতে তেওঁ বুক বাইণ্ডিং দোকান এখনত কাম কৰিবলগীয়া হৈছিল। দোকানৰ মালিকজন বৰ দয়ালু ব্যক্তি আছিল। ফেৰাডেৰ অনুসন্ধিৎসু মনৰ উমান পাই তেওঁ ফেৰাডেক বাইণ্ডিং কৰিব দিয়া কিতাপবোৰ পঢ়িবলৈ অনুমতি দিছিল। ভাগ্যক্ৰমে ফেৰাডে বিখ্যাত বিজ্ঞানী ডেভিৰ সংস্পৰ্শলৈ আহিছিল আৰু তেওঁৰ পৰীক্ষাগাৰৰ সহায়ক হবলৈ সুবিধা পাইছিল। 1813–1814 খ্ৰীষ্টাব্দত ডেভিৰ লগত ভ্ৰমণ কৰোঁতে ফেৰাডেএ সেই সময়ৰ বহুতো বিজ্ঞানীৰ সান্নিধ্য লভিছিল। এই সান্নিধ্যই তেওঁক বিজ্ঞানৰ বহুতো তথ্য সম্পৰ্কে জ্ঞাত কৰিছিল। এনেদৰে ডেভিৰ পিছত 1825 চনত ফেৰাডে ৰ'য়েল ইনষ্টিটিউটৰ পৰীক্ষাগাৰৰ সঞ্চালক পদত অধিষ্ঠিত হৈছিল আৰু 1833 চনত ৰসায়নৰ প্ৰথম ফুলেৰিয়ান অধ্যাপকৰ বাবে নিযুক্তি লাভ কৰিছিল। ফেৰাডেৰ প্ৰথম বৈশিষ্ট্যপূৰ্ণ গৱেষণাৰ কাম বিশ্লেষণাত্মক ৰসায়ন সম্পৰ্কে আছিল। 1821 চনৰ পিছত তেওঁ বেছিভাগ গৱেষণাৰ কাম বিদ্যুৎ, চুম্বক আৰু বিভিন্ন বিদ্যুৎ চুম্বকীয় পৰিঘটনাৰ ওপৰত কৰিছিল। তেওঁৰ তত্ত্ব আৰু ধাৰণাৰ ওপৰত ভিত্তি কৰিয়েই আধুনিক ক্ষেত্ৰ তত্ত্ব প্ৰতিস্থিত। 1834 চনত তেওঁ বিখ্যাত বিদ্যুৎবিশ্লেষণ সূত্ৰ দুটা আৱিষ্কাৰ কৰিছিল। ফেৰাডে এজন অতি সৰল-নিৰ্জু প্ৰকৃতিৰ লোক আছিল। তেওঁ বৈজ্ঞানিক বিতৰ্ক এৰাই চলিছিল আৰু সকলো ধৰণৰ পুৰস্কাৰ আৰু সন্মান প্ৰত্যাখান কৰিছিল। সকলো সময়তে অকলে অকলে কাম কৰি ভাল পাইছিল আৰু কেতিয়াও লগত সহকাৰী নাৰাখিছিল। ৰ'য়েল ইনষ্টিটিউটত তেওঁ নিজে প্ৰতিষ্ঠা কৰা ফেৰাডে সন্ধিয়া বক্তৃতামালাত ভাষণ দি বিজ্ঞান জনপ্ৰিয়কৰণত আগভাগ লৈছিল। 'মমবাতিৰ ৰাসায়নিক বুৰঞ্জী'ৰ ওপৰত প্ৰদান কৰা তেওঁৰ খ্ৰীষ্টমাছ বক্তৃতাৰ বাবে ফেৰাডে বিখ্যাত হৈ পৰিছিল। তেওঁ প্ৰায় 450 খন গৱেষণা-পত্ৰ প্ৰকাশ কৰিছিল।

একেদৰে জলীয় দ্ৰৱত এটা ক্ষাৰকৰ (যেনে MOH) তলত দিয়া ধৰণে আয়নীকৰণ হ'ব—

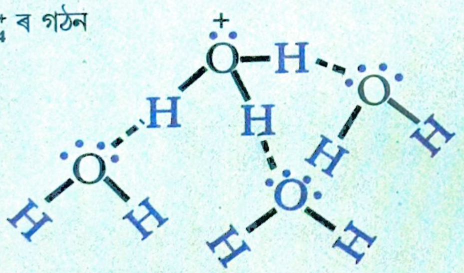
$$MOH(aq) \rightarrow M^+(aq) + OH^-(aq)$$

জলীয় দ্ৰৱত OH^- আয়নো জলযুক্ত হয়। আৰ্হেনিয়াছৰ এছিড-ক্ষাৰক তত্ত্ব অকল জলীয় দ্ৰৱৰ ক্ষেত্ৰতে প্ৰয়োগ কৰিব পাৰি। আকৌ, কিছুমান পদাৰ্থৰ ক্ষাৰকতা এই তত্ত্বই ব্যাখ্যা কৰিব নোৱাৰে। যেনে, NH_3 এবিধ ক্ষাৰকীয় পদাৰ্থ; কিন্তু ইয়াত OH^- মূলক নাই।

হাইড্ৰ'নিয়াম আৰু হাইড্ৰক্সিল আয়ন

হাইড্ৰ'জেন আয়ন বা প্ৰ'টনৰ আকাৰ অতি কম ($\sim 10^{-15}$m)। গতিকে তুলনামূলকভাৱে ই প্ৰবল বৈদ্যুতিক ক্ষেত্ৰৰ সৃষ্টি কৰে আৰু পানীৰ অণুত থকা মুক্ত ইলেকট্ৰন যোৰৰ সৈতে বান্ধনিত সংযুক্ত হয়। ফলত H_3O^+ ৰ সৃষ্টি হয়। গোটা অৱস্থাত কেবাটাও পদাৰ্থত এই H_3O^+ ৰ উপস্থিতি প্ৰমাণিত হৈছে। তেনেকুৱা এটা পদাৰ্থ হ'ল $H_3O^+Cl^-$। জলীয় দ্ৰৱত হাইড্ৰ'নিয়াম আয়ন পুনঃ জলযুক্ত হৈ $H_5O_2^+$, $H_7O_3^+$ আৰু $H_9O_4^+$ আয়নসমূহৰ সৃষ্টি কৰে। ঠিক তেনেদৰে হাইড্ৰ'ক্সিল আয়নেও জলযুক্ত হৈ $H_7O_2^-$, $H_5O_3^-$ আৰু $H_7O_4^-$ আদি আয়নসমূহ উৎপন্ন কৰে।

$H_9O_4^+$ ৰ গঠন



7.10.2 ব্ৰনষ্টেড-লৰৰি এছিড আৰু ক্ষাৰক (The Bronsted-Lowry Acids and Bases)

ডেনমাৰ্কৰ ৰসায়নবিদ ডেহানছ ব্ৰনষ্টেড আৰু ইংলেণ্ডৰ ৰসায়নবিদ থমাছ এম, লৰৰিয়ে এছিড আৰু ক্ষাৰকৰ সাধাৰণ সংজ্ঞা আগবঢ়াইছিল। ব্ৰনষ্টেড-লৰৰিৰ তত্ত্ব মতে **H^+ প্ৰদান কৰিব পৰা পদাৰ্থই হ'ল এছিড আৰু H^+ গ্ৰহণ কৰিব পৰা পদাৰ্থই হ'ল ক্ষাৰক**। সংক্ষেপে, এছিড হ'ল প্ৰ'টন প্ৰদাতা আৰু ক্ষাৰক হ'ল প্ৰ'টন গ্ৰহীতা।

পানীত NH_3 দ্ৰৱীভূত কৰিলে নিম্নোক্ত বিক্ৰিয়াটো সংঘটিত হয়—

প্ৰ'টন গ্ৰহণ কৰিছে

$$\underset{\text{ক্ষাৰক}}{NH_3(aq)} + \underset{\text{এছিড}}{H_2O(l)} \rightleftharpoons \underset{\text{সংযুগ্ম এছিড}}{NH_4^+(aq)} + \underset{\text{সংযুগ্ম ক্ষাৰক}}{OH^-(aq)}$$

প্ৰ'টন ত্যাগ কৰিছে

ক্ষাৰকীয় দ্ৰৱটো OH^-ৰ উপস্থিতিৰ বাবে সৃষ্টি হয়। ওপৰৰ বিক্ৰিয়াত পানীৰ অণু প্ৰ'টন প্ৰদাতা আৰু এম'নিয়া অণুৱে প্ৰ'টন গ্ৰহীতা হিচাপে কাম কৰিছে। সেয়েহে সিহঁতক ক্ৰমে ব্ৰনষ্টেড-লৰৰি এছিড আৰু ক্ষাৰক বোলে। বিপৰীত বিক্ৰিয়াত NH_4^+ আয়নৰ পৰা H^+ আয়ন OH^-আয়নলৈ যায়। গতিকে এই ক্ষেত্ৰত NH_4^+ হ'ল ব্ৰনষ্টেড এছিড আৰু OH^- হ'ল ব্ৰনষ্টেড ক্ষাৰক। এটা প্ৰ'টনৰ পাৰ্থক্য থকা এছিড ক্ষাৰক যোৰক **সংযুগ্ম এছিড-ক্ষাৰক যোৰ** (conjugate acid base pair) বোলে। OH^- হ'ল এছিড H_2O ৰ সংযুগ্ম ক্ষাৰক (conjugate base) আৰু NH_4^+ হ'ল ক্ষাৰক NH_3ৰ সংযুগ্ম এছিড (conjugate acid)। যদি এটা ব্ৰনষ্টেড এছিড তীব্ৰ হয় তেন্তে তাৰ সংযুগ্ম ক্ষাৰকটো মৃদু হ'ব। তেনেদৰে যদি এটা ব্ৰনষ্টেড ক্ষাৰক তীব্ৰ হয় তেন্তে তাৰ সংযুগ্ম এছিডটো মৃদু হ'ব। সংযুগ্ম এছিডত এটা প্ৰ'টন বেছি থাকে আৰু সংযুগ্ম ক্ষাৰকত এটা প্ৰ'টন কম থাকে।

এতিয়া পানীত হাইড্ৰ'ক্ল'ৰিক এছিডৰ আয়নীকৰণ প্ৰক্ৰিয়াটো বিবেচনা কৰোঁ আহা। HCl(aq) এ এটা প্ৰ'টন H_2O ক দান কৰে। সেয়েহে HCl(aq) হ'ল এছিড।

প্ৰ'টন যোগ

$$\underset{\text{এছিড}}{HCl(aq)} + \underset{\text{ক্ষাৰক}}{H_2O(l)} \rightleftharpoons \underset{\text{সংযুগ্ম এছিড}}{H_3O^+(aq)} + \underset{\text{সংযুগ্ম ক্ষাৰক}}{Cl^-(aq)}$$

প্ৰ'টন ত্যাগ

এই বিক্ৰিয়াত পানীয়ে ক্ষাৰক হিচাপে কাম কৰিছে, কিয়নো ই প্ৰ'টন গ্ৰহণ কৰিছে। HClৰ পৰা প্ৰ'টন গ্ৰহণ কৰি পানী H_3O^+ লৈ ৰূপান্তৰিত হৈছে। গতিকে Cl^- হ'ল HCl ৰ সংযুগ্ম ক্ষাৰক আৰু HCl হ'ল ক্ষাৰকCl^-ৰ সংযুগ্ম এছিড। একেদৰে H_2O হ'ল এছিড H_3O^+ ৰ সংযুগ্ম ক্ষাৰক আৰু H_3O^+ হ'ল ক্ষাৰক H_2O ৰ সংযুগ্ম এছিড।

এছিড আৰু ক্ষাৰক হিচাপে পানীৰ দ্বৈত ভূমিকা মনকৰিবলগীয়া। পানীয়ে HCl ৰ লগত বিক্ৰিয়াত ক্ষাৰক হিচাপে আৰু NH_3 ৰ লগত বিক্ৰিয়াত এছিড হিচাপে ক্ৰিয়া কৰে।

উদাহৰণ 7.12

HF, H_2SO_4 আৰু HCO_3^- হ'ল ব্ৰনষ্টেড এছিড। ইহঁতৰ সংযুগ্ম ক্ষাৰক কেইটা লিখা

সমাধান

সযুগ্ম ক্ষাৰক হ'ব লাগিলে এটাকৈ প্ৰ'টন (প্ৰতিক্ষেত্ৰতে কম হ'ব লাগিব। গতিকে সংযুগ্ম ক্ষাৰকসমূহ হ'ব F^-, HSO_4^- আৰু CO_3^{2-}

উদাহৰণ 7.13

তলত উল্লেখ কৰা ব্ৰনষ্টেড ক্ষাৰকসমূহৰ বাবে সংযুগ্ম এছিডসমূহ লিখা NH_2^-, NH_3 আৰু $HCOO^-$

সমাধান

সংযুগ্ম এছিডসমূহৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰতিটোতে একোটাকৈ অতিৰিক্ত প্ৰ'টন থাকিব। গতিকে সংযুগ্ম এছিডসমূহ হ'ব ক্ৰমে NH_3, NH_4^+ আৰু HCOOH।

উদাহৰণ 7.14

H_2O, HCO_3^-, HSO_4^- আৰু NH_3 আদিয়ে ব্ৰনষ্টেড এছিড আৰু ক্ষাৰক দুয়োটা হিচাপে ক্ৰিয়া কৰে। প্ৰতিটোৰ ক্ষেত্ৰতে অনুৰূপ সংযুগ্ম এছিড আৰু সংযুগ্ম ক্ষাৰকসমূহ লিখা

সমাধান

তলত দিয়া তালিকাত উত্তৰ দিয়া হ'ল—

পদাৰ্থ	সংযুগ্ম এছিড	সংযুগ্ম ক্ষাৰক
H_2O	H_3O^+	OH^-
HCO_3^-	H_2CO_3	CO_3^{2-}
HSO_4^-	H_2SO_4	SO_4^{2-}
NH_3	NH_4^+	NH_2^-

Svante Arrhenius
(1859–1929)

ছুইডেনৰ উপসালাৰ ওচৰত আৰহেনিয়াছৰ জন্ম হৈছিল। 1884 খ্ৰীষ্টাব্দত তেওঁ বিদ্যুৎবিশ্লেষ্যৰ দ্ৰৱৰ পৰিবাহিতাৰ ওপৰত লিখা গৱেষণা-গ্ৰন্থ (thesis) উপশালা বিশ্ববিদ্যালয়ত ডক্টৰেট ডিগ্ৰীৰ বাবে জমা দিছিল। তাৰ পিছৰ পাঁচ বছৰ তেওঁ ইউৰোপৰ বিভিন্ন গৱেষণা কেন্দ্ৰ ভ্ৰমণ কৰিছিল। 1895 চনত তেওঁ সেই সময়ত নতুনকৈ প্ৰতিষ্ঠিত ষ্টকহলম বিশ্ববিদ্যালয়ৰ পদাৰ্থ বিজ্ঞান বিভাগৰ অধ্যাপক হিচাপে নিযুক্তি পায়। সেই বিশ্ববিদ্যালয়তে তেওঁ 1897 চনৰ পৰা 1902 চনলৈ ৰেক্টৰ হিচাপে কাৰ্য্য নিৰ্বাহ কৰে। 1905 চনৰ পৰা মৃত্যুৰ সময়লৈ তেওঁ 'নৱেল ইনষ্টিটিউট অৰ ষ্টকহলম'ৰ ভৌতিক ৰসায়নৰ সঞ্চালক হিচাপে দায়িত্ব পালন কৰিছিল। বিদ্যুৎ বিশ্লেষীয় দ্ৰৱৰ ওপৰত তেওঁ কেবাবছৰো কাম কৰিছিল। বৰ্তমান 'আৰ্হেনিয়াছৰ সমীকৰণ' বুলি খ্যাত সমীকৰণেৰে তেওঁ বিক্ৰিয়াৰ হাৰ উষ্ণতাৰ ওপৰত কেনেদৰে নিৰ্ভৰ কৰে সেইটো 1899 চনতে পোনপ্ৰথমবাৰৰ বাবে দেখুৱাইছিল।

তেওঁ বিজ্ঞানৰ বিভিন্ন ক্ষেত্ৰত গৱেষণা কৰিছিল আৰু গুৰুত্বপূৰ্ণ অৱদান আগবঢ়াইছিল। এইবোৰ হ'ল— প্ৰতিৰক্ষী ৰসায়ন, ব্ৰহ্মাণ্ড বিজ্ঞান, জীৱৰ সৃষ্টিৰ মূল আৰু বৰফ যুগৰ কাৰণ সম্পৰ্কীয়। তেওঁৱেঁই পোনপ্ৰথম বিজ্ঞানী যি 'সেউজ গৃহ প্ৰভাৱ' সম্পৰ্কে অধ্যয়ন কৰিছিল আৰু এই নামটোও পোনপ্ৰথমে ব্যৱহাৰ কৰিছিল। বিদ্যুৎ বিশ্লেষীয় বিয়োজনৰ তত্ত্ব আৰু ৰসায়নত ইয়াৰ ব্যৱহাৰৰ বাবে 1903 চনত তেওঁ ৰসায়নত নবেল পুৰস্কাৰ লাভ কৰিছিল।

7.10.3 লিৱিছ এছিড আৰু ক্ষাৰক (Lewis Acids and Bases)

1923 চনত জি, এন, লিৱিছে এছিড আৰু ক্ষাৰকৰ সংজ্ঞা তলত দিয়া ধৰণে আগবঢ়াইছিল— যিটো পদাৰ্থই ইলেকট্ৰন-যুগ্ম গ্ৰহণ কৰে তাক এছিড আৰু যি পদাৰ্থই ইলেকট্ৰন-যুগ্ম প্ৰদান কৰে তাক ক্ষাৰক বোলে। ক্ষাৰকৰ ক্ষেত্ৰত ব্ৰনষ্টেড-লৱৰি আৰু লিৱিছৰ তত্ত্বৰ মাজত পাৰ্থক্য বেছি নাই, কিয়নো দুয়োটা ক্ষেত্ৰতে ক্ষাৰকে একাকী ইলেকট্ৰন যুগ্ম যোগান ধৰে। কিন্তু লিৱিছৰ ধাৰণা অনুসৰি প্ৰ'টন নথকা বহুতো পদাৰ্থই এছিড হিচাপে ক্ৰিয়া কৰিব পাৰে। উদাহৰণ হিচাপে NH_3ৰ সৈতে ইলেকট্ৰনঘাটী যৌগ (electron deficient compound) BF_3ৰ বিক্ৰিয়াটোকে ল'ব পাৰি—

BF_3 ত প্ৰ'টন নাই যদিও ই NH_3ৰপৰা একাকী ইলেকট্ৰন যুগ্ম গ্ৰহণ কৰি এছিডৰ ধৰ্ম প্ৰদৰ্শন কৰে। বিক্ৰিয়াটো হ'ল—

$$BF_3 + :NH_3 \rightarrow BF_3:NH_3$$

BF_3 ৰ দৰে ইলেকট্ৰন-ঘাটী পদাৰ্থসমূহ (যেনে— $AlCl_3$, Co^{3+}, Mg^{2+} আদি) লিৱিছ এছিড। আনহাতে H_2O, NH_3, OH^- আদিয়ে একাকী ইলেকট্ৰন যুগ্ম প্ৰদান কৰিব পাৰে। গতিকে এইবোৰ হ'ব লিৱিছৰ ক্ষাৰক।

উদাহৰণ 7.15

তলত দিয়াবোৰ লিৱিছ এছিড আৰু লিৱিছ ক্ষাৰক হিচাপত ভাগ কৰা। এইবোৰে কেনেদৰে ক্ৰিয়া কৰে লিখা—

(a) HO^- (b) F^- (c) H^+ (d) BCl_3

সমাধান

(a) হাইড্ৰ'ক্সিল আয়ন লিৱিছ ক্ষাৰক, কিয়নো ই একাকী ইলেকট্ৰন যুগ্ম প্ৰদান কৰিব পাৰে ($:OH^-$)

(b) ফ্ল'ৰাইড আয়ন লিৱিছ ক্ষাৰক হিচাপে ক্ৰিয়া কৰে, ই ইয়াৰ চাৰিযোৰ একাকী ইলেকট্ৰন যুগ্মৰ যিকোনো এযোৰ প্ৰদান কৰিব পাৰে।

(c) প্ৰ'টন (H^+) হ'ল লিৱিছ এছিড। ই OH^- বা F^- ৰ দৰে ক্ষাৰকৰপৰা একাকী ইলেকট্ৰন যুগ্ম গ্ৰহণ কৰিব পাৰে।

(d) BCl_3 লিৱিছ এছিড। ই এম'নিয়া বা এমাইন যৌগৰ অণুৰপৰা একাকী ইলেকট্ৰন যুগ্ম গ্ৰহণ কৰিব পাৰে।

7.11 এছিড আৰু ক্ষাৰকৰ আয়নীকৰণ (IONISATION OF ACIDS AND BASES)

বেছিভাগ ৰাসায়নিক আৰু জৈৱিক আয়নীকৰণ প্ৰক্ৰিয়া পানীৰ মাধ্যমত সংঘটিত হয়। সেয়ে আৰ্হেনিয়াছৰ এছিড-ক্ষাৰক ধাৰণা এই ক্ষেত্ৰত অতি উপযোগী হয়। পাৰক্ল'ৰিক এছিড ($HClO_4$), হাইড্ৰ'ক্ল'ৰিক এছিড (HCl), হাইড্ৰ'ব্ৰ'মিক এছিড (HBr), হাইড্ৰ'আয়'ডিক এছিড (HI), নাইট্ৰিক এছিড (HNO_3) আৰু ছালফিউৰিক এছিড (H_2SO_4) আদিক তীব্ৰ এছিড (strong acid) বুলি কোৱা হয়; কিয়নো জলীয় মাধ্যমত ইহঁত সম্পূৰ্ণৰূপে বিয়োজিত হৈ আয়ন উৎপন্ন কৰে। অৰ্থাৎ পানীত ইহঁত প্ৰ'টন (H^+) প্ৰদাতা হিচাপে কাম কৰে। ঠিক তেনেদৰে লিথিয়াম হাইড্ৰ'ক্সাইড ($LiOH$), ছ'ডিয়াম হাইড্ৰ'ক্সাইড ($NaOH$), পটাছিয়াম হাইড্ৰ'ক্সাইড (KOH), চিজিয়াম হাইড্ৰ'ক্সাইড ($CsOH$), বেৰিয়াম হাইড্ৰ'ক্সাইডৰ [$Ba(OH)_2$] দৰে তীব্ৰ ক্ষাৰকসমূহে জলীয় দ্ৰৱত সম্পূৰ্ণৰূপে বিয়োজিত হৈ OH^- আয়ন উৎপন্ন কৰে। আৰ্হেনিয়াছৰ তত্ত্বমতে ওপৰত উল্লেখিত এছিডবোৰ তীব্ৰ এছিড আৰু ক্ষাৰকসমূহ তীব্ৰ ক্ষাৰক; কিয়নো পানীত সম্পূৰ্ণৰূপে বিয়োজিত হৈ এই এছিডবোৰে H_3O^+ আয়ন আৰু ক্ষাৰকবোৰে OH^- উৎপন্ন কৰে। ব্ৰনষ্টেড-লৱৰিৰ এছিড-ক্ষাৰকৰ ধাৰণাৰ সহায়তো ইহঁতৰ তীব্ৰতা অনুমান কৰিব পাৰি। এই ধাৰণামতে তীব্ৰ এছিড হ'ল উত্তম প্ৰ'টন প্ৰদাতা আৰু তীব্ৰ ক্ষাৰক হ'ল উত্তম প্ৰ'টন গ্ৰহীতা।

মৃদু এছিড HAৰ এছিড-ক্ষাৰক বিয়োজন সাম্য তলত দিয়া ধৰণে বিবেচনা কৰিব পাৰি—

$$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$$

এছিড ক্ষাৰক সংযুগ্ম এছিড সংযুগ্ম ক্ষাৰক

অনুচ্ছেদ 7.10.2ত আমি পাই আহিছো যে এছিড (বা ক্ষাৰক) বিয়োজন-সাম্য গতিশীল। এই সাম্যত সম্মুখী আৰু বিপৰীতমুখী বিক্রিয়াৰ মাজত প্ৰ'টনৰ আদানৰ-প্ৰদান নিৰবিচ্ছিন্নভাৱে চলি থাকে। এতিয়া প্ৰশ্ন হ'ল সাম্যটো যদি গতিশীলেই হয় তেন্তে সময় অগ্ৰসৰ হোৱাৰ লগে লগে কোনপিনে (সম্মুখী নে বিপৰীতমুখী) বিক্রিয়াটো ধাৱমান হ'ব? এই ক্ষেত্ৰত চালিকা শক্তি কি? এই প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ পাবলৈ বিয়োজন সাম্যত জড়িত এছিড দুটাৰ (বা ক্ষাৰক দুটাৰ) তীব্ৰতাৰ তুলনা কৰিব লাগিব। ওপৰৰ এছিড বিয়োজন বিক্রিয়াত জড়িত এছিড দুটা HA আৰু H_3O^+ বিবেচনা কৰা হ'ল। এই দুটাৰ কোনটো উত্তম প্ৰ'টন প্ৰদাতা আমি সেইটো চাব লাগিব। ইহঁত দুয়োটাৰ ভিতৰত যিটোৰ প্ৰ'টন এৰি দিব পৰা ক্ষমতা বেছি সেইটোক তীব্ৰতৰ বুলি বিবেচনা কৰা হ'ব আৰু সাম্যৰ দিশ তুলনামূলকভাৱে মৃদু এছিডৰ পিনে গতি কৰিব। যদি H_3O^+ তকৈ HA তীব্ৰ হয় তেন্তে HA এছিডটোৱে প্ৰ'টন প্ৰদান কৰিব। তেনেক্ষেত্ৰত H_3O^+ য়ে প্ৰ'টন প্ৰদান নকৰিব আৰু দ্ৰৱটোত প্ৰধানকৈ A^- আৰু H_3O^+ আয়ন থাকিব। মৃদু এছিদ আৰু ক্ষাৰকৰ দিশত সাম্যটো গতি কৰিব, কিয়নো **তীব্ৰ এছিডে তীব্ৰ ক্ষাৰককহে প্ৰ'টন প্ৰদান কৰে।**

ওপৰৰ কথাখিনিৰ পৰা এইটো স্পষ্ট যে তীব্ৰ এছিড এটা পানীত সম্পূৰ্ণকৈ বিয়োজিত হ'লে উৎপন্ন হোৱা ক্ষাৰকটো অতি মৃদু হ'ব। অৰ্থাৎ **তীব্ৰ এছিডৰ সংযুগ্ম ক্ষাৰক অতি মৃদু।** পাৰক্ল'ৰিক এছিড ($HClO_4$), হাইড্ৰ'ক্ল'ৰিক এছিড (HCl), হাইড্ৰ'ব্ৰ'মিক এছিড (HBr), হাইড্ৰ'আয়'ডিক এছিড (HI), নাইট্ৰিক এছিড (HNO_3) আৰু ছালফিউৰিক এছিড (H_2SO_4) ৰ দৰে তীব্ৰ এছিডসমূহে সংযুগ্ম ক্ষাৰক আয়ন ক্ৰমে ClO_4^-, Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^- আৰু HSO_4^- উৎপন্ন কৰে; এইবোৰ ক্ষাৰক হিচাপে H_2O তকৈও মৃদু। একেদৰে এটা অতি তীব্ৰ ক্ষাৰকে অতি মৃদু সংযুগ্ম এছিড উৎপন্ন কৰে। আনহাতে, এটা মৃদু এছিড, HA-এ জলীয় মাধ্যমত আংশিক বিয়োজিত হয়, গতিকে দ্ৰবটোত প্ৰধানকৈ অবিয়োজিত HA অণু থাকে। মৃদু এছিডৰ উদাহৰণ হ'ল,— নাইট্ৰাছ এছিড (HNO_2), হাইড্ৰ'ফ্লু'ৰিক এছিড (HF) আৰু এছেটিক এছিড (CH_3COOH)। এইটো মনকৰিবলগীয়া কথা যে— মৃদু এছিডৰ সংযুগ্ম ক্ষাৰক অতি তীব্ৰ। উদাহৰণ হিচাপে NH_2^-, O^{2-}, H^- আদি অতি উত্তম প্ৰ'টন গ্ৰাহক। গতিকে এইবোৰ H_2O তকৈ তীব্ৰতৰ ক্ষাৰক।

ফেনলফথেলিন (phenolphthalein) আৰু ব্ৰ'ম'থাইমল ব্লু (bromothymol blue)আদিৰ দৰে কিছুমান পানীত দ্ৰবীভূত হোৱা জৈৱ যৌগসমূহে মৃদু এছিডৰ ধৰ্ম দেখুৱায়; সিহঁতৰ প্ৰত্যেকৰে এছিডীয় ৰূপ (HIn) আৰু সংযুগ্ম ক্ষাৰকীয় ৰূপ (In^-) থাকে। এই দুই ৰূপত একেটা যৌগৰে বৰণ বেলেগ বেলেগ হয়।

$$HIn(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + In^-(aq)$$

এছিড সূচক সংযুগ্ম এছিড সংযুগ্ম ক্ষাৰক

বৰণ A বৰণ B

এছিড-ক্ষাৰক টাইট্ৰেচনত এই যৌগবোৰ সূচক হিচাপে আৰু H^+ আয়নৰ গাঢ়তা নিৰ্ণয়ৰ বাবে ব্যৱহৃত হয়।

7.11.1 পানীৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক আৰু ইয়াৰ আয়নীয় গুণফল (The Ionization Constant of Water and its Ionic Product)

পানীৰ দৰে কিছুমান পদাৰ্থই এছিড আৰু ক্ষাৰক দুয়োটাৰে গুণ দেখুৱাব পাৰে। 7.10.2 অনুচ্ছেদত আমি এই সম্পৰ্কে ইতিমধ্যে উল্লেখ কৰিছো। এটা এছিড, HA ৰ উপস্থিতিত পানীয়ে ক্ষাৰকৰ আচৰণ দেখুৱায় আৰু

এটা প্ৰ'টন গ্ৰহণ কৰে। আনহাতে ক্ষাৰক B-ৰ উপস্থিতিত ই এছিডৰ আচৰণ দেখুৱায় আৰু এটা প্ৰ'টন এৰি দিয়ে। বিশুদ্ধ পানীত কিছুমান অণুৱে প্ৰ'টন দান কৰে আৰু আন কিছুমান অণুৱে প্ৰ'টন গ্ৰহণ কৰে। এটা পানীৰ অণুৱে এটা প্ৰ'টন প্ৰদান কৰি এছিডৰ ধৰ্ম প্ৰদৰ্শন কৰে। একেসময়তে আন এটা পানীৰ অণুৱে সেই প্ৰ'টনটো গ্ৰহন কৰে আৰু ক্ষাৰকৰ ধৰ্ম দেখুৱায়। এই ক্ষেত্ৰত তলত দিয়া সাম্যটো প্ৰযোজ্য হ'ব—

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

এছিড ক্ষাৰক সংযুগ্ম এছিড সংযুগ্ম ক্ষাৰক

পানীৰ বিয়োজন ধ্ৰুৱকটো এনেদৰে লিখিব পাৰি—

$$K = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]} \qquad (7.26)$$

পানীৰ গাঢ়তাৰ ৰাশি, $[H_2O]$ হৰৰ পৰা আঁতৰাব পাৰি কিয়নো বিশুদ্ধ পানীৰ গাঢ়তা সদায় ধ্ৰুৱক। $[H_2O]$ ক সাম্য ধ্ৰুৱকেৰে (K) পূৰণ কৰিলে আন এটা ধ্ৰুৱক(K_w) পোৱা যায়। K_w ক **পানীৰ আয়নীয় গুণফল বোলে।**

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = [H^+][OH^-] \qquad (7.27)$$

298K উষ্ণতাত H^+ ৰ গাঢ়তা পৰীক্ষাৰ দ্বাৰা 1.0×10^{-7} M পোৱা গৈছে। পানীৰ বিয়োজনৰ পৰা যিহেতু সমান সংখ্যক H^+ আৰু OH^- উৎপন্ন হয় সেয়ে

OH^- আয়নৰ গাঢ়তা $= [OH^-] = [H^+] = 1.0\times10^{-7}$M

গতিকে 298K উষ্ণতাত K_w ৰ মান হ'ব

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = (1\times10^{-7})^2 = 1\times10^{-14} \qquad (7.28)$$

K_w ৰ মান উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে।

বিশুদ্ধ পানীৰ ঘনত্ব 1000 g/L আৰু ম'লাৰ ভৰ 18.0 g/mol। ইয়াৰ পৰা বিশুদ্ধ পানীৰ ম'লাৰ গাঢ়তা এনেদৰে নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি—

$$[H_2O] = (1000g/L)\ (1\ mol/18.0g) = 55.85M$$

গতিকে বিয়োজিত পানী আৰু অবিয়োজিত পানীৰ অনুপাত হ'ব—

$$\frac{10^{-7}}{55.85} = 1.8\times10^{-9} \quad (\text{অৰ্থাৎ } 10^9 \text{ ত প্ৰায় 2টা})$$

(গতিকে সাম্য প্ৰধানকৈ অবিয়োজিত পানীৰ দিশত থাকিব)।

H_3O^+ আৰু OH^- আয়নৰ গাঢ়তাৰ তুলনামূলক মানৰ পৰা এছিডীয়, প্ৰশম আৰু ক্ষাৰকীয় জলীয় দ্ৰৱৰ চিনাক্ত কৰণ কৰিব পাৰি কিয়নো—

এছিডীয় হ'লে $[H_3O^+] > [OH^-]$

প্ৰশম হ'লে $[H_3O^+] = [OH^-]$

ক্ষাৰকীয় হ'লে $[H_3O^+] < [OH^-]$

7.11.2 pH মাপ (The pH Scale)

হাইড্ৰ'নিয়াম আয়নৰ ম'লাৰ গাঢ়তা লগাৰিথিম স্কেলত সুবিধাজনকভাবে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি। ইয়াক **pH মাপ বা জোখ** বুলি কোৱা হয়। pH ৰ সংজ্ঞা এনেধৰণে দিব পাৰি—

10 ক আধাৰ হিচাপে লৈ হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ সক্ৰিয়তাৰ (activity, a_{H+}) ঋণাত্মক লগাৰিথিম উলিয়ালে তাক দ্ৰৱটোৰ pH বোলে। লঘু দ্ৰৱত (<0.01M) হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ (H^+) সক্ৰিয়তা মান হিচাপে H^+ আয়নৰ ম'লাৰিটিৰ (অৰ্থাৎ $[H^+]$) সৈতে একে। মন কৰিবা, সক্ৰিয়তাৰ কোনো একক নাই।

pH ৰ সংজ্ঞাৰ পৰা আমি লিখিব পাৰোঁ

$$pH = -\log a_{H+} = -\log\{[H^+]/mol\,L^{-1}\}$$

এনেদৰে, 10^{-2} M গাঢ়তাৰ HClৰ এছিডীয় দ্ৰৱ এটাৰ pH 2 হ'ব। একেদৰে 10^{-4} M গাঢ়তাৰ NaOH ৰ ক্ষাৰকীয় দ্ৰৱ এটাৰ $[OH^-] = 10^{-4}$ M আৰু

$[H_3O^+] = 10^{-10}$ M আৰু pH= 10 হ'ব। 25°C উষ্ণতাত বিশুদ্ধ পানীৰ হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা, $[H^+] = 10^{-7}$ M; গতিকে বিশুদ্ধ পানীৰ pH হ'ব

$$pH = -\log(10^{-7}) = 7$$

এছিডীয় দ্ৰৱত হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা, $[H^+] > 10^{-7}$M; আনহাতে ক্ষাৰকীয় দ্ৰৱত হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা, $[H^+] > 10^{-7}$M; গতিকে আমি ক'ব পাৰোঁ,

এছিডীয় দ্ৰৱত $pH < 7$
ক্ষাৰকীয় দ্ৰৱত $pH > 7$
আৰু প্ৰশম দ্ৰৱত $pH = 7$

আকৌ সমীকৰণৰ 7.28 ৰপৰা 298 K উষ্ণতাত

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

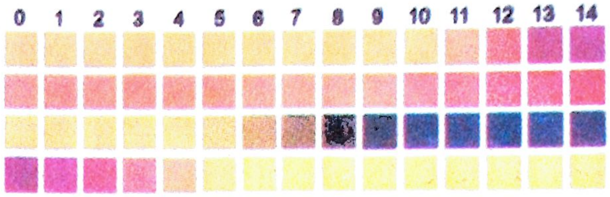
দুয়োপিনে ঋণাত্মক লগাৰিথিম ল'লে

$$-\log K_w = -\log\{[H_3O^+][OH^-]\}$$
$$= -\log[H_3O^+] - \log[OH^-]$$
$$= -\log 10^{-14}$$

বা, $pK_w = pH + pOH = 14$ (7.29)

উষ্ণতাৰ পৰিৱৰ্তনৰ সৈতে K_wৰ মান পৰিৱৰ্তন হয়। কিন্তু সাধাৰণ অৱস্থাত উষ্ণতাৰ পৰিৱৰ্তনৰ সৈতে pHৰ পৰিৱৰ্তন কম বাবে এই পৰিৱৰ্তন উপেক্ষা কৰা হয়।

জলীয় দ্ৰৱৰ বাবে pK_w এটি অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ ৰাশি। যিহেতু হাইড্ৰ'জেন আয়ন আৰু হাইড্ৰক্সিল আয়নৰ গাঢ়তাৰ গুণফল ধ্ৰুৱক সেয়ে pK_wএ গাঢ়তা দুটাৰ আপেক্ষিক মান নিয়ন্ত্ৰণ কৰে। মন কৰিব লগীয়া যে pH মাপ যিহেতু লগাৰিথিম হিচাপত প্ৰকাশ কৰা হয়, pHৰ মান এক একক পৰিৱৰ্তন হ'লে হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তাৰ, মান 10 গুণ পৰিৱতিত হয়। আন কথাত ক'বলৈ গ'লে হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তাৰ মান 100 গুণ পৰিৱৰ্তন হ'লে pH ৰ মানৰ 2 একক পৰিবৰ্তন হয়। গতিকে pH ৰ ওপৰত উষ্ণতাৰ প্ৰভাৱ কিয় উপেক্ষা কৰা হয় তোমালোকে বোধহয় এতিয়া বুজি পাইছা। জৈৱবিজ্ঞানত বা প্ৰসাধন সামগ্ৰী প্ৰয়োগৰ ক্ষেত্ৰ দ্ৰৱৰ pH জোখাটো অতীৱ প্ৰয়োজন। দ্ৰৱৰ pH থুলমূলকৈ জানিবলৈ pH কাগজ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এই কাগজসমূহে দ্ৰৱৰ বেলেগ বেলেগ pH ত বেলেগ বেলেগ বৰণ দেখুৱায়। আজি কালি চাৰিটা ভাগ (strips) যুক্ত pH কাগজ পোৱা যায়। প্ৰতিটো ভাগত একে pH তে বেলেগ বেলেগ বৰণ থাকে (চিত্ৰ 7.11)। এই pH কাগজেৰে 1 ৰ পৰা 14 লৈ 0.5 পৰিসৰৰ শুদ্ধতাৰে pH নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি।



চিত্ৰ 7.11 একে pH ত চাৰিটা ভাগ যুক্ত pH কাগজৰ বেলেগ বেলেগ বৰণ থাকিব পাৰে

বেছি শুদ্ধকৈ pH নিৰ্ণয় কৰিবলৈ pH মিটাৰ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এনে সঁজুলিৰ সহায়ত 0.001 পৰ্য্যন্ত সঠিককৈ pH নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। ইয়াত প্ৰকৃততে বৈদ্যুতিক বিভৱ জুখি pH নিৰ্ণয় কৰা হয়, কিয়নো বৈদ্যুতিক বিভৱ pHৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। আজিকালি কলমৰ সমান pH মিটাৰ বজাৰত পোৱা যায়। তালিকা 7.5 ত কিছুমান সাধাৰণ পদাৰ্থৰ pH উল্লেখ কৰা হ'ল।

উদাহৰণ 7.16

কোমল পানীয়ৰ নমুনা এটাত হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা 3.8×10^{-3}M হ'লে ইয়াৰ pH কিমান হ'ব?

সমাধান

$$pH = -\log(3.8\times10^{-3})$$
$$= -\{\log(3.8) + \log(10^{-3})\}$$
$$= -\{(0.58) + (-3.0)\} = -(-2.42) = 2.42$$

পানীয়ৰ নমুনাটোৰ pH = 2.42; গতিকে আমি বুজিম ই এছিডীয়।

উদাহৰণ 7.17

1.0×10^{-8}M HCl দ্ৰৱৰ pH নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান

$$2H_2O(l) \rightleftharpoons H^3O+(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_w = [OH^-][H_3O^+]$$

$$= 10^{-14}$$

ধৰা হ'ল, $x = [OH^-] = [H_3O^+]$ (পানীৰ পৰা)

H_3O^+ দুটা উৎসৰ পৰা উৎপন্ন হয়—

(i) দ্ৰৱীভূত HCl ৰ আয়নীকৰণৰ পৰা

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

আৰু (ii) H_2O ৰ আয়নীকৰণৰ পৰা

এনেকুৱা লঘু দ্ৰৱৰ বাবে H_3O^+ ৰ দুয়োটা উৎস বিবেচনা কৰিব লাগিব। সেইবাবে দ্ৰৱটোত H_3O^+ৰ গাঢ়তা,

$$[H_3O^+] = 10^{-8} + x$$

$$K_w = (10^{-8} + x)(x) = 10^{-14}$$

$$\text{বা, } x^2 + 10^{-8}x - 10^{-14} = 0,$$

$$[OH^-] = x = 9.5\times10^{-8}$$

গতিকে pOH = 7.02 আৰু pH = 6.98

7.11.3 মৃদু এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক (Ionization Constant of Weak Acids)

জলীয় দ্ৰৱত আংশিকভাৱে আয়নিত হোৱা এটা মৃদু এছিড, HX বিবেচনা কৰা হ'ল। পানীত এই এছিডৰ বিয়োজন সাম্যটো তলত দিয়া ধৰণে লিখিব পাৰি—

$$HX(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + X^-(aq)$$

প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা (M)	c	0	0
যদি α আয়নীকৰণ মাত্ৰা হয় তেন্তে ম'লাৰিটিৰ পৰিৱৰ্তন	−cα	+cα	+cα
সাম্য গাঢ়তা (M)	c−cα	cα	cα

ইয়াত c = অবিয়োজিত এছিড HX ৰ t= 0 সময়ত (প্ৰাৰম্ভিক) গাঢ়তা, α=HX এছিড আয়নলৈ ৰূপান্তৰিত হোৱা মাত্ৰা। গতিকে ওপৰৰ এছিড বিয়োজন বিক্ৰিয়াৰ বিয়োজন ধ্ৰুৱক হ'ব—

$$K_a = \frac{[H_3O^+][X^-]}{[HX]} = \frac{[H^+][X^-]}{[HX]} \qquad (7.30)$$

$$K_a = c^2\alpha^2/c(1-\alpha) = c\alpha^2/1-\alpha$$

K_a হ'ল এছিড HXৰ বিয়োজন বা আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক।

তালিকা 7.5 কিছুমান সাধাৰণ পদাৰ্থৰ pH

তৰলৰ নাম	pH	তৰলৰ নাম	pH
NaOH ৰ সংপৃক্ত দ্ৰৱ	~15	কফি (ক'লা)	5.0
O.1M NaOH দ্ৰৱ	13	বিলাহীৰ ৰস	~4.2
চূণপানী	10.5	কোমল পানী আৰু ভিনেগাৰ	~3.0
মিল্ক অৱ মেগনেছিয়া	10	নেমু পানী	~2.2
কণীৰ বগা অংশ, সাগৰৰ পানী	7.8	পিত্ত ৰস	~1.2
মানুহৰ তেজ	7.4	IMHCl দ্ৰৱ	~0
গাখীৰ	6.8	গাঢ় HCl দ্ৰৱ	~ −1.0
মানুহৰ লেলাউটি	6.4		

এটা নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতা, T ত K_a হ'ল এছিডৰ তীব্ৰতাৰ জোখ; অৰ্থাৎ K_a ৰ মান যিমানে বেছি এছিডটোও সিমানে বেছি তীব্ৰ হ'ব। K_a এটা মাত্ৰাহীন ৰাশি; কিয়নো সকলো পদাৰ্থৰ প্ৰমাণ অৱস্থাৰ গাঢ়তা 1 M হয়।

তালিকা 7.6 ত কিছুমান মৃদু এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান দিয়া হৈছে।

তালিকা 7.6 কিছুমান মৃদু এছিডৰ 298K উষ্ণতাত আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক

এছিড	আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক
হাইড্ৰ'ফ্লুৰিক এছিড (HF)	3.5×10^{-4}
নাইট্ৰাছ এছিড(HNO_2)	4.5×10^{-4}
ফৰ্মিক এছিড (HCOOH)	1.8×10^{-5}
নিয়াচিন (C_5H_4NCOOH)	1.5×10^{-5}
এছেটিক এছিড (CH_3COOH)	1.74×10^{-5}
বেনজয়িক এছিড (C_6H_5COOH)	6.5×10^{-5}
হাইপ'ক্লৰাছ এছিড (HClO)	3.0×10^{-8}
হাইড্ৰ'চায়েনিক এছিড (HCN)	4.9×10^{-10}
ফেনল (C_6H_5OH)	1.3×10^{-10}

হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তাৰ pH মাপ ইমানেই উপযোগী যে পানীৰ ক্ষেত্ৰত ব্যৱহাৰ কৰা pK_wৰ উপৰি আন পদাৰ্থ বা ৰাশিৰ ক্ষেত্ৰতো এই ধাৰণা ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এনেদৰে আমি লিখিব পাৰোঁ—

$$pK_a = -\log(K_a) \qquad (7.31)$$

এটা এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক, K_a আৰু এছিডটোৰ প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা, C জানিব পাৰিলে দ্ৰৱত থকা সকলোবোৰ পদাৰ্থৰ সাম্য গাঢ়তা, এছিডৰ আয়নীকৰণ মাত্ৰা আৰু দ্ৰৱটোৰ pH জানিব পাৰি।

মৃদু বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্যৰ pH নিৰ্ণয় কৰিবলৈ তলত দিয়া স্তৰসমূহ অনুধাৱন কৰিব পাৰি—

স্তৰ-1. বিয়োজনৰ আগতে দ্ৰৱত থকা পদাৰ্থসমূহ ব্ৰনষ্টেড লৱৰি এছিড বা ক্ষাৰক হিচাপে চিনাক্ত কৰা।

স্তৰ-2. সকলো সম্ভাব্য বিক্ৰিয়াৰ বাবে সমতুলিত সমীকৰণ লিখা।

স্তৰ-3. K_a ৰ মান যি বিক্ৰিয়াৰ ক্ষেত্ৰত বেছি হয় সেইটো প্ৰধান বিক্ৰিয়া হিচাপে ধৰা আৰু বাকী বিক্ৰিয়াসমূহ গৌণ বিক্ৰিয়াহিচাপে গণ্য কৰা।

স্তৰ-4. প্ৰধান বিক্ৰিয়াটোৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰত্যেকটো পদাৰ্থৰ বাবে তলত দিয়া ৰাশিসমূহৰ মান তালিকাভুক্ত কৰা।

(a) প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা, C

(b) সাম্য অৱস্থালৈ গতি কৰোতে আয়নীকৰণ মাত্ৰা (α ৰাশি) হিচাপত গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তন

(c) সাম্য গাঢ়তা

স্তৰ-5. প্ৰধান বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱক সমীকৰণ লিখি তাত সাম্য গাঢ়তাসমূহ বহুওৱা আৰু α ৰ মান নিৰ্ণয় কৰা।

স্তৰ-6. প্ৰধান বিক্ৰিয়াত প্ৰকাশ পোৱা পদাৰ্থবোৰৰ গাঢ়তা গণনা কৰা।

স্তৰ-7. $pH = -\log[H_3O^+]$ সমীকৰণ ব্যৱহাৰ কৰি pH নিৰ্ণয় কৰা।

ওপৰত বৰ্ণনা কৰা স্তৰসমূহ প্ৰয়োগ কৰি তলৰ সমস্যাটো সমাধান কৰা হৈছে —

উদাহৰণ 7.18

HF এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক হ'ল 3.2×10^{-4}, 0.02M দ্ৰৱত এছিডটোৰ বিয়োজন মাত্ৰা নিৰ্ণয় কৰা। দ্ৰৱটোত সকলোবোৰ পদাৰ্থৰ (H_3O^+, F, HF) ৰ গাঢ়তা আৰু দ্ৰৱটোৰ pH নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান

তলত দিয়া প্ৰ'টন স্থানান্তৰ বিক্ৰিয়াসমূহ সম্ভৱ—

1) $HF + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + F^- \quad K_a = 3.2\times10^{-4}$

2) $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^- \quad K_w = 1.0\times10^{-14}$

যিহেতু $K_a >> K_w$ সমীকৰণ (1) প্ৰধান বিক্ৰিয়া হ'ব

$$HF + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-$$

প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা (M)	0.02	0	0
পৰিৱৰ্তন (M)	-0.02α	$+0.02\alpha$	$+0.02\alpha$
সাম্য গাঢ়তা (M)	$0.02-0.02\alpha$	0.02α	0.02α

সাম্য গাঢ়তাসমূহ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশিত বহুৱালে

$$K_a = (0.02\alpha)^2/(0.02-0.02\alpha)$$
$$= 0.02\alpha^2/(1-\alpha) = 3.2\times10^{-10}$$

ইয়াৰ পৰা আমি তলৰ দ্বিঘাত সমীকৰণটো পাওঁ

$$\alpha^2 + 1.6\times10^{-2}\alpha - 1.6\times10^{-2} = 0$$

এই সমীকৰণটো সমাধান কৰিলে আমি α ৰ দুটা মান পাওঁ

$\alpha = +0.12$ আৰু -0.12

ঋণাত্মক মূল গ্ৰহণযোগ্য নহয়

সেয়ে $\alpha = 0.12$

অৰ্থাৎ আয়নীকৰণ মাত্ৰা $\alpha = 0.12$, গতিকে পদাৰ্থবোৰৰ সাম্য গাঢ়তা হ'ব—

$$\left[H_3O^+\right] = (F^-) = c\alpha = 0.02\times0.12$$
$$= 2.4\times10^{-3}\,M$$

$$[HF] = c(1-\alpha) = 0.02(1-0.12)$$
$$= 17.6\times10^{-3}\,M$$

$$pH = -\log\left[H^+\right] = -\log(2.4\times10^{-3})$$
$$= 2.62$$

উদাহৰণ 7.19

0.1M একক্ষাৰকীয় এছিড এটাৰ pH হ'ল 4.50। H^+,A^- আৰু HA ৰ সাম্য গাঢ়তা নিৰ্ণয় কৰা। একক্ষাৰকীয় এছিডটোৰ K_a আৰু pH নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান

$$pH = -\log\left[H^+\right]$$

গতিকে, $\left[H^+\right] = 10^{-pH} = 10^{-4.5}$

$$= 3.16\times10^{-5}$$

$$\left[H^+\right] = \left[A^-\right] = 3.16\times10^{-5}$$

আকৌ $K_a = \dfrac{\left[H^+\right]\left[A^-\right]}{[HA]}$

গতিকে $[HA]_{eqlbm} = 0.1 - (3.16\times10^{-5}) = 0.1$

$$\therefore K_a = \frac{(3.16\times10^{-5})^2}{0.1} = 1.0\times10^{-8}$$

$$pK_a = -\log(10^{-8}) = 8$$

টোকা মৃদু এছিডৰ তীব্ৰতা জুখিবলৈ "শতকৰা বিয়োজন" (percentage dissociation) ৰাশিটোও ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি। তলত দিয়া ধৰণে এই ৰাশিটোৰ সংজ্ঞা দিয়া হয়

শতকৰা বিয়োজন $= \dfrac{[HA]_{\text{বিয়োজিত}}}{[HA]_{\text{প্ৰাৰম্ভিক}}} \times 100\%$ (7.32)

উদাহৰণ 7.20

0.08M হাইপ'ক্লৰাছ এছিড দ্ৰৱৰ pH নিৰ্ণয় কৰা। এছিডটোৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক হ'ল 2.5×10^{-5}। HOCl ৰ শতকৰা বিয়োজন নিৰ্ণয় কৰা।

$$HOCl(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + ClO^-(aq)$$

প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা (M)

0.08 0 0

সাম্য গাঢ়তা পাবলৈ হোৱা পৰিবৰ্তন(M)

$-x$ $+x$ $+x$

সাম্য গাঢ়তা(M)

$0.08-x$ x x

$$K_a = \frac{\left[H_3O^+\right]\left[ClO^-\right]}{[HOCl]}$$

$$= \frac{x^2}{0.08 - x}$$

যিহেতু x << 0.08, গতিকে

$$0.08 - x \simeq 0.08$$

গতিকে $\frac{x^2}{0.08} \simeq K_a = 2.5 \times 10^{-5}$

বা $x^2 = 2.0 \times 10^{-6}$

বা $x = 1.41 \times 10^{-3}$

$[H^+] = 1.41 \times 10^{-3}\,M$

গতিকে শতকৰা বিয়োজন = $\frac{[HOCl]_{\text{বিয়োজিত}}}{[HOCl]_{\text{প্ৰাৰম্ভিক}}} \times 100\%$

$= 1.41 \times 10^{-3}/0.08 = 1.76\%$

আৰু $pH = -\log[1.41 \times 10^{-3}]$

$= 2.85$

7.11.4 মৃদু ক্ষাৰকৰ আয়নীকৰণ (Ionization of Weak Bases)

মৃদু এছিড MOHৰ বিয়োজন তলত দিয়া ধৰণে দেখুৱাব পাৰি—

$$MOH(aq) \rightleftharpoons M^+(aq) + OH^-(aq)$$

এছিডৰ বিয়োজন সাম্যৰ নিচিনাকৈ মৃদু ক্ষাৰকো M^+ আৰু OH^- আয়নলৈ আংশিক আয়নিত হয়। ক্ষাৰকৰ আয়নীকৰণৰ বাবে লিখা সাম্য ধ্ৰুৱকেই হ'ল **ক্ষাৰক আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক** (base dissociation constant, K_b)। ইয়াক আয়নীকৰণ সাম্যত থকা বিভিন্ন পদাৰ্থৰ ম'লাৰিটিত প্ৰকাশ কৰা গাঢ়তাৰে তলত দিয়া ধৰণে লিখা হয়—

$$K_b = [M^+][OH^-]/[MOH] \qquad (7.33)$$

নাইবা, ক্ষাৰকৰ প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা 'c' আৰু ইয়াৰ আয়নীকৰণ মাত্ৰা (অৰ্থাৎ কিমান পৰ্য্যায়লৈ ক্ষাৰকটো বিয়োজিত হ'ব) 'α' হ'লে আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ (K_b) প্ৰকাশ ৰাশিটো হ'ল—

$$K_b = \frac{(c\alpha)^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)}$$

তালিকা 7.7 ত কিছুমান মৃদু ক্ষাৰকৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ (K_b) মান দিয়া হৈছে—

তালিকা 7.7 298K উষ্ণতাত কিছুমান মৃদু ক্ষাৰকৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান

ক্ষাৰক	K_b
ডাইমিথাইলএমিন $(CH_3)_2NH$	5.4×10^{-4}
ট্ৰাইইথাইলএমিন $(C_2H_5)_3N$	6.45×10^{-5}
এম'নিয়া NH_3 বা NH_4OH	1.77×10^{-5}
কুইনাইন (উদ্ভিদজাত পদাৰ্থ)	1.10×10^{-6}
পিৰিডিন C_5H_5N	1.77×10^{-9}
এনিলিন $C_6H_5NH_2$	4.27×10^{-10}
ইউৰিয়া $CO(NH_2)_2$	1.3×10^{-14}

এমাইনৰ (amines) দৰে বহুতো জৈৱ যৌগ হ'ল মৃদু ক্ষাৰক। এম'নিয়াৰ এটা বা ততোধিক হাইড্ৰ'জেন আন মূলকৰদ্বাৰা প্ৰতিস্থাপিত হোৱাৰ ফলত এমাইন যৌগৰ সৃষ্টি হয়। মিথাইল এমাইন, ক'ডেইন (codeine), কুইনাইন (quinine) আৰু নিক'টিন (nicotine) আদি পদাৰ্থই মৃদু ক্ষাৰক হিচাপে আচৰণ দেখুৱায়। সিহঁতৰ K_b মানো অতি কম। জলীয় দ্ৰৱত এম'নিয়াই OH^- উৎপন্ন কৰে—

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

এছিডৰ বিয়োজন ধ্ৰুৱকৰ ক্ষেত্ৰত লিখা ধৰণে আমি লিখিব পাৰোঁ—

$$pK_b = -\log(K_b) \qquad (7.34)$$

উদাহৰণ 7.21

0.04M হাইড্ৰাজিন দ্ৰৱৰ pH 9.7 হ'লে আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক K_b আৰু pK_b ৰ মান গণনা কৰা।

সমাধান

$$NH_2NH_2 + H_2O \rightleftharpoons NH_2NH_3^+ + OH^-$$

pH ৰ পৰা আমি হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা নিৰ্ণয় কৰিব পাৰোঁ। হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা আৰু পানীৰ আয়নীয় গুণফলৰ মানৰ পৰা হাইড্ৰ'ক্সিল আয়নৰ গাঢ়তা গণনা কৰিব পাৰি। এনেদৰে আমি পাওঁ—

$$\left[H^+\right] = \text{antilog}(-pH)$$

$$= \text{antilog}(-9.7) = 1.67 \times 10^{-10}$$

$$\left[OH^-\right] = K_w / \left[H^+\right] = 1 \times 10^{-14} / 1.67 \times 10^{-10}$$

$$= 5.98 \times 10^{-5}$$

হাইড্ৰাজিনিয়াম আয়নৰ গাঢ়তা হাইড্ৰক্সিল আয়নৰ গাঢ়তাৰ সমান। এই দুয়োবিধ আয়নৰ গাঢ়তা অতি কম কাৰণে আবিয়োজিত ক্ষাৰকৰ গাঢ়তা 0.004M বুলিয়েই ধৰিব পাৰি।

গতিকে,

$$K_b = \left[NH_2NH_3^+\right]\left[OH^-\right] / \left[NH_2NH_2\right]$$

$$= \left(5.98 \times 10^{-8}\right)^2 / .004 = 8.96 \times 10^{-7}$$

$$pK_b = -\log K_b = -\log\left(8.96 \times 10^{-7}\right) = 6.04$$

উদাহৰণ 7.22

0.2M NH_4Cl আৰু 0.1M NH_3 ৰ মিশ্ৰ এটাৰ pH গণনা কৰা। এম'নিয়া দ্ৰৱৰ pK_b হ'ল 4.75।

সমাধান

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

NH_3 আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক হ'ল

K_b = antilog ($-pK_b$)

অৰ্থাৎ $K_b = 10^{-4.75} = 1.77 \times 10^{-5}$

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

	NH_3	NH_4^+	OH^-
প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা (M)	0.10	0.2	0
সাম্যাৱস্থা পাবলৈ হোৱা গাঢ়তাৰ পৰিবৰ্তন (M)	$-x$	$+x$	$+x$
সাম্যাৱস্থাত গাঢ়তা (M)	$0.10 - x$	$0.2 + x$	x

$$K_b = \left[NH_4^+\right]\left[OH^-\right] / \left[NH_3\right]$$

$$= (0.2 + x)(x) / (0.1 - x)$$

$$= 1.77 \times 10^{-5}$$

যিহেতু K_b ৰ মান সৰু, 0.1M আৰু 0.2M ৰ তুলনাত x ৰ মান উপেক্ষা কৰিব পাৰি।

$[OH^-] = x = 0.88 \times 10^{-5}$

গতিকে, $[H^+] = 1.12 \times 10^{-9}$

$pH = -\log[H^+] = 8.95$

7.11.5 K_a আৰু K_b ৰ মাজৰ সম্পৰ্ক (Relation between K_a and K_b)

আমি ইতিমধ্যে আলোচনা কৰি আহিছোঁ যে K_a আৰু K_b এ ক্ৰমে এছিড আৰু ক্ষাৰকৰ তীব্ৰতা প্ৰকাশ কৰে। সংযুগ্ম এছিড-ক্ষাৰকৰ ক্ষেত্ৰত এই দুটা ৰাশিৰ মাজত এটা সৰল সম্পৰ্ক স্থাপন কৰিব পাৰি। ইয়াৰপৰা এটাৰ মান জানিলে আনটোৰ মান জানিব পাৰি। NH_4^+ আৰু NH_3 উদাহৰণ হিচাপে ল'লে আমি পাওঁ

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + NH_3(aq)$$

$$K_a = \left[H_3O^+\right]\left[NH_3\right] / \left[NH_4^+\right] = 5.6 \times 10^{-10}$$

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_b = \left[NH_4^+\right]\left[OH^-\right] / \left[NH_3\right] = 1.8 \times 10^{-5}$$

এই সমীকৰণ দুটা যোগ কৰি আমি পাওঁ

$$2H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}\ M$$

ইয়াত K_aএ এছিড হিচাপে NH_4^+ৰ তীব্ৰতা আৰু K_bএ ক্ষাৰক হিচাপে NH_3ৰ তীব্ৰতা নিৰ্দেশ কৰিছে।

এই উদাহৰণৰপৰা আমি পাওঁ যে মুঠ বিক্ৰিয়াটোৰ সাম্য ধ্ৰুৱক বিক্ৰিয়া দুটাৰ সাম্য ধ্ৰুৱক K_a আৰু K_bৰ পূৰণফলৰ সমান। অৰ্থাৎ

$$K_a \times K_b = \{[H_3O^+][NH_3]/[NH_4^+]\}$$
$$\times \{[NH_4^+][OH^-]/[NH_3]\}$$
$$= [H_3O^+][OH^-] = K_w$$
$$= (5.6\times10^{-10}) \times (1.8\times10^{-5})$$
$$= 1.0\times10^{-14}$$

এতিয়া আমি সাধাৰণভাৱে লিখিব পাৰোঁ যে **"দুটা বা ততোধিক বিক্ৰিয়া যোগ কৰি পোৱা মুঠ বিক্ৰিয়াটোৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান যোগ কৰা প্ৰতিটো বিক্ৰিয়াৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ পূৰণফলৰ সমান।"**

$$K_{NET} = K_1 \times K_2 \times \ldots\ldots\ldots \quad (7.35)$$

একেদৰে, সংযুগ্ম এছিড ক্ষাৰক যুগ্মৰ বাবে

$$K_a \times K_b = K_w \quad (7.36)$$

গতিকে এটাৰ মান (K_a বা K_b) জনা থাকিলে আনটোৰ মান সমীকৰণ 7.36ৰ পৰা পাব পাৰি। ইয়াৰ পৰা আমি পাওঁ যে তীব্ৰ এছিডৰ সংযুগ্ম ক্ষাৰক সদায় মৃদু হয়; বা তীব্ৰ ক্ষাৰকৰ সংযুগ্ম এছিড সদায় মৃদু হয়।

ক্ষাৰকৰ বিয়োজন সাম্য বিক্ৰিয়াৰ পৰাও ওপৰৰ $K_w = K_a \times K_b$ (সম্বন্ধ 7.36) সম্পৰ্কটো প্ৰতিষ্ঠা কৰিব পাৰি—

$$B(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons BH^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_b = [BH^+][OH^-]/[B]$$

পানীৰ গাঢ়তা ধ্ৰুৱক বাবে এই ৰাশিটো $\{[H_2O]\}$ হৰৰ পৰা আঁতৰাই বিয়োজন ধ্ৰুৱকৰ সৈতে সন্নিবিষ্ট কৰা হৈছে। ওপৰৰ সম্পৰ্কটোক $[H^+]$ৰে হৰণ আৰু পূৰণ কৰিলে আমি পাওঁ

$$K_b = [BH^+][OH^-][H^+]/[B][H^+]$$
$$= \{[OH^-][H^+]\}[BH^+]/[B][H^+]$$
$$= K_w/K_a$$

বা $K_a \times K_b = K_w$

ওপৰৰ সমীকৰণটোৰ দুয়ো পিনে ঋণাত্মক লগাৰিথিম ল'লে সংযুগ্ম এছিড ক্ষাৰকৰ pK মানৰ সম্পৰ্কটো হ'ব—

$pK_a + pK_b = pK_w = 14$ (298 উষ্ণতা)

উদাহৰণ 7.23

0.05M এম'নিয়া দ্ৰৱৰ আয়নীকৰণ মাত্ৰা আৰু p^H নিৰ্ণয় কৰা। তালিকা 7.7ৰপৰা এম'নিয়াৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান পাব পাৰিবা। এম'নিয়াৰ সংযুগ্ম এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মানো নিৰ্ণয় কৰা।

সমাধান

তলৰ সমীকৰণটোৰে NH_3ৰ আয়নীকৰণ প্ৰকাশ কৰিব পাৰি—

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

7.33 সমীকৰণটো ব্যৱহাৰ কৰি আমি OH^- আয়নৰ গাঢ়তা নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি

$$[OH^-] = c\alpha = 0.05\alpha$$

$$K_b = 0.05\alpha^2/(1-\alpha)$$

α ৰ মান সৰু। গতিকে ওপৰৰ দ্বিঘাত সমীকৰণটো সমাধান কৰোঁতে সোঁপিনে হৰত 1 ৰ তুলনাত α ৰ মান উপেক্ষা কৰা হয়।

অৰ্থাৎ,

$$K_b = c\alpha^2 \text{ বা, } \alpha = \sqrt{1.77\times10^{-5}/0.05}$$
$$= 0.018$$

$$\left[OH^-\right] = c\alpha = 0.05 \times 0.018 = 9.4 \times 10^{-4}\ M$$

$$\left[H^+\right] = K_w / \left[OH^-\right] = 10^{-14} / (9.4 \times 10^{-4})$$

$$= 1.06 \times 10^{-11}$$

$$pH = -\log(1.06 \times 10^{-11}) = 10.97$$

এতিয়া সংযুগ্ম এছিড-ক্ষাৰকৰ বাবে সম্পৰ্কটো ব্যৱহাৰ কৰি

$$K_a \times K_b = K_w$$

তালিকা 7.7 ৰ পৰা NH_3ৰ K_b মান ব্যৱহাৰ কৰি আমি সংযুগ্ম এছিড NH_4^+ ৰ গাঢ়তা নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি—

$$K_a = K_w / K_b = 10^{-14} / 1.77 \times 10^{-5}$$

$$= 5.64 \times 10^{-10}$$

7.11.6 দ্বি-আৰু বহুক্ষাৰকীয় এছিডসমূহ আৰু দ্বি আৰু বহু এছিডীয় ক্ষাৰকসমূহ (Di and Polybasic Acids and Di and Polyacidic Bases)

কিছুমান এছিডৰ (যেনে— অকজেলিক এছিড, ছালফিউৰিক এছিড আৰু ফছফৰিক এছিড) প্ৰতিটো অণুত এটাতকৈ বেছি আয়নিত হ'ব পৰা প্ৰ'টন থাকে। এই এছিডবোৰক বহুক্ষাৰকীয় বা বহু প্ৰ'টিক (polyprotic) এছিড বোলে। এনেকুৱা এছিডৰ আয়নীভৱন একাধিক সমীকৰণৰ সহায়ত লিখিব পাৰি।

উদাহৰণ স্বৰূপে দ্বিক্ষাৰীয় অম্ল, H_2Xৰ আয়নীভৱন তলত দিয়া সমীকৰণ দুটাৰ সহায়ত প্ৰকাশ কৰিব পাৰি—

$$H_2X(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HX^-(aq)$$

$$HX^-(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + X^{2-}(aq)$$

ইয়াৰ অনুৰূপ সাম্যধ্ৰুৱকসমূহ তলত দিয়া হ'লঃ

$$K_{a_1} = \left\{\left[H^+\right]\left[HX^-\right]\right\} / \left[H_2X\right]$$

আৰু

$$K_{a_2} = \left\{\left[H^+\right]\left[X^{2-}\right]\right\} / \left[HX^-\right]$$

ইয়াত K_{a_1} আৰু K_{a_2} ক এছিড H_2X ৰ যথাক্ৰমে প্ৰথম আৰু দ্বিতীয় আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক বোলে। একেদৰে, ত্ৰি-ক্ষাৰীয় এছিড যেনে— H_3PO_4 ৰ বাবে আমি তিনিটা আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক পাম। কিছুমান বহুপ্ৰ'টিক এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান তালিকা 7.8ত দিয়া হ'ল।

তালিকা 7.8 কিছুমান সাধাৰণ বহুপ্ৰ'টিক অম্লৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক (298 K)

এছিড	K_{a_1}	K_{a_2}	K_{a_3}
অকজেলিক এছিড	5.9×10^{-2}	6.4×10^{-5}	
এছকৰবিক এছিড	7.4×10^{-4}	$1.6 \times ^{-12}$	
ছালফিউৰাছ এছিড	1.7×10^{-2}	64×10^{-8}	
ছালফিউৰিক এছিড	বহুত বেছি	1.2×10^{-2}	
কাৰ্বনিক এছিড	4.3×10^{-7}	5.6×10^{-11}	
ছাইট্ৰিক এছিড	7.4×10^{-4}	1.7×10^{-5}	4.0×10^{-1}
ফছফৰিক	7.5×10^{-3}	6.2×10^{-8}	4.2×10^{-13}

তালিকা 7.8 ৰ পৰা আমি পাওঁ যে বহুপ্ৰ'টিক এছিড এটাৰ বাবে উচ্চ ক্ৰমৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকসমূহৰ (K_{a_2}, K_{a_3}) মান নিম্নক্ৰমৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ (K_{a_1}) মানতকৈ কম। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল, স্থিতিবৈদ্যুতিক (electrostatic) বলৰ বাবে ঋণাত্মক আয়ন এটাৰ পৰা ধনাত্মক আধান যুক্ত প্ৰ'টন এটা আঁতৰোৱা অতি কঠিন হয়। ঋণাত্মক আধানযুক্ত HCO_3^- ৰপৰা প্ৰ'টন এটা আতঁৰোৱাৰ তুলনাত আধানহীন H_2CO_3 ৰ পৰা প্ৰ'টন এটা আঁতৰোৱা সহজ হয়। একেদৰে, $H_2PO_4^-$ৰ তুলনাত দ্বিআধানযুক্ত HPO_4^{2-} আয়নৰ পৰা এটা প্ৰ'টন আঁতৰোৱা বেছি কঠিন হয়। বহুপ্ৰ'টিক এছিডৰ দ্ৰৱত কেইটামান পদাৰ্থৰ এটা মিশ্ৰ থাকে। উদাহৰণ স্বৰূপে দ্বিপ্ৰ'টিক এছিডৰ দ্ৰৱত H_2A, HA^- আৰু A^{2-} থাকে। যিহেতু H_2A

এটা তীব্ৰ এছিড সেয়ে H_2A ৰ বিয়োজন বিক্ৰিয়াটো প্ৰধান বিক্ৰিয়া হয় আৰু দ্ৰৱটোত H_3O^+ প্ৰধানকৈ প্ৰথম বিয়োজন খাপৰ পৰাই আহে।

7.11.7 এছিড তীব্ৰতাক প্ৰভাবান্বিত কৰা কাৰকসমূহ (Factors affecting Strength of Acids)

এতিয়ালৈকে আমি এছিড আৰু ক্ষাৰকৰ তীব্ৰতা মাত্ৰাত্মকভাবে (quantitatively) আলোচনা কৰিলোঁ। ইয়াৰ সহায়ত আমি দ্ৰৱৰ pH ৰ মান গণনা কৰিব পাৰোঁ। কিন্তু প্ৰশ্ন হয়, কিছুমান এছিড আন কিছুমান এছিডতকৈ কিয় বেছি তীব্ৰ। এইবোৰ অধিক তীব্ৰ হোৱাৰ কাৰণ কি? এনেকুৱা প্ৰশ্নৰ সাধাৰণ উত্তৰ হিচাপে আমি কব পাৰো যে এটা এছিডৰ H–A বান্ধনিৰ তীব্ৰতা আৰু ধ্ৰুৱীয়তাৰ ওপৰত এছিডটোৰ বিয়োজনৰ মাত্ৰা নিৰ্ভৰ কৰে। সাধাৰণতে, H–A বান্ধনি শক্তি কমিলে (অৰ্থাৎ বান্ধনিডাল ভাঙিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা শক্তিৰ পৰিমাণ কমিলে) HA এছিডটোৰ তীব্ৰতাও বাঢ়ে। ইয়াৰোপৰি, H–A বান্ধনিৰ ধ্ৰুৱীয়তা বাঢ়িলে অৰ্থাৎ H আৰু A পৰমাণুৰ মাজত বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ পাৰ্থক্য বাঢ়ে (আৰু ফলস্বৰূপে আধান যথেষ্ট পৰিমাণে বিভক্ত হ'লে) বান্ধনিৰ বিভংগন সহজ হৈ পৰে; ফলত এছিডিটি বৃদ্ধি পায়।

কিন্তু পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ একে বৰ্গৰ মৌলবোৰক তুলনা কৰিলে লক্ষ্য কৰা যায় যে এছিডিটি নিৰ্ণয়ৰ ক্ষেত্ৰত H–A বান্ধনিৰ ধ্ৰুৱীয়তাতকৈ ইয়াৰ বান্ধনি শক্তিহে বেছি গুৰুত্বপূৰ্ণ। বৰ্গ এটাত ওপৰৰ পৰা তললৈ পৰমাণুৰ আকাৰ বাঢ়ি যায়। ফলত বান্ধনি শক্তি কমি যায় আৰু সেয়ে এছিডিটি বাঢ়ে। উদাহৰণ স্বৰূপে,

আকাৰ বাঢ়িছে →

HF << HCl << HBr << HI

আম্লিকতা বাঢ়িছে →

একেদৰে, H_2Oতকৈ H_2S তীব্ৰ এছিড। কিন্তু আমি পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ একেটা পৰ্য্যায়ত থকা মৌলবোৰৰ ক্ষেত্ৰত এছিডীয় তীব্ৰতা নিৰ্ণয় কৰোঁতে H–A বান্ধনিৰ ধ্ৰুৱীয়তাই নিৰ্ণায়ক কাৰক হয়। A ৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ মান বাঢ়িলে, এছিডৰ তীব্ৰতাও বাঢ়ে। উদাহৰণ স্বৰূপে,

A ৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা বাঢ়িছে →

$CH_4 < NH_3 < H_2O < HF$

আম্লিকতা বাঢ়িছে →

7.11.8 এছিড আৰু ক্ষাৰকৰ আয়নীকৰণত সম আয়ন প্ৰভাৱ (Effect of Common Ion on Ionisation of Acids and Bases)

জলীয় দ্ৰৱত এছেটিক এছিডৰ বিয়োজনৰ বিষয়ে ভাবাচোন। ইয়াৰ বিয়োজনৰ সাম্যৱস্থা তলত দিয়া ৰাসায়নিক সমীকৰণেৰে বুজাব পাৰোঁ—

$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

বা, $$HAC(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + AC^-(aq)$$

$$K_a = [H^+][AC^-]/[HAC]$$

এছেটিক এছিডৰ দ্ৰৱ এটাত এছিটেট আয়ন যোগ কৰিলে হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা [H⁺] কমি যায়। আকৌ কোনো এটা বাহ্যিক উৎসৰ পৰা যদি H^+ আয়ন যোগ কৰা হয়, তেনেহলে সাম্যাৱস্থাটো অবিয়োজিত এছেটিক এছিডৰ দিশত গতি কৰে; অৰ্থাৎ হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা [H⁺] কমোৱাৰ দিশত গতি কৰে। এই পৰিঘটনাটো সম আয়ন প্ৰভাৱৰ এটা উদাহৰণ। ইয়াৰ সংজ্ঞা এনেদৰে দিব পাৰি— বিয়োজন সাম্যাৱস্থাত থকা আয়ন এটা উৎপন্ন কৰিব পৰা আন এটা পদাৰ্থ যোগ কৰাৰ ফলত যোৱা সাম্যাৱস্থাৰ বিচ্যুতিয়েই হ'ল সম আয়ন প্ৰভাৱ। গতিকে, আমি কব পাৰোঁ যে সম আয়ন প্ৰভাৱ হ'ল অনুচ্ছেদ 7.8 ত বৰ্ণনা কৰা লা-চেটেলিয়াৰৰ নীতিৰ আধাৰত ঘটা এটা পৰিঘটনা।

0.05M এছেটিক এছিডৰ দ্ৰৱ এটাত 0.05M এছিটেট আয়ন যোগ কৰি পোৱা দ্ৰৱটোৰ pH ৰ মান গণনা কৰিবলৈ আমি এবাৰ আকৌ এছেটিক এছিডৰ

বিয়োজন সাম্যাৱস্থাটো ল'ব লাগিব,

$$HAc(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + AC^-(aq)$$

প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা(M) 0.05 0 0.05

ধৰা হ'ল এই দ্ৰৱত এছেটিক এছিডৰ x (M) আয়নিত হৈছে। গতিকে এছেটিক এছিড, $H^+(aq)$ আৰু $Ac^-(aq)$ আয়নৰ গাঢ়তাৰ পৰিৱৰ্তন ক্ৰমে $-x$, $+x$ আৰু $+x$(M) হ'ব। গতিকে সাম্যাৱস্থাত এছেটিক এছিড, $H^+(aq)$ আৰু Ac^- আয়নৰ গাঢ়তা ক্ৰমে(0.5–x), x আৰু (0.05+x)M হ'ব।

$$\therefore Ka = [H^+]\ [Ac]/[HAc]$$

$$= \{x \times (0.05 + x)\}/(0.05 - x)$$

এছেটিক এছিড মৃদু অম্লৰ বাবে K_a ৰ মান নিচেই কম; সেয়েহে x<<0.05 হ'ব।

গতিকে $(0.05 + x) \approx (0.05 - x) \approx 0.05$

সেয়ে, $1.8 \times 10^{-5} = x\ (0.05 + x)/(0.05 - x)$

$$= x(0.05)/(0.05) = x = [H^+]$$

$$= 1.8 \times 10^{-5} M$$

$$pH = -[10g(1.8 \times 10^{-5})] = 4.7$$

উদাহৰণ 7.24

0.10M এমʼনিয়া দ্ৰৱ এটাৰ pH ৰ মান গণনা কৰা। এই দ্ৰৱটোৰ 50.0 mL ৰ লগত 25 mL, 0.10M HC। যোগ কৰি পোৱা দ্ৰৱটোৰ pH ৰ মান গণনা কৰা। এমʼনিয়াৰ বিয়োজন ধ্ৰুৱক, $K_b = 1.77 \times 10^{-5}$।

সমাধান

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$$

$$K_b = [NH_4^+]\ [OH^-]/[NH_3] = 1.77 \times 10^{-5}$$

প্ৰশমনৰ আগত,

$$[NH_4^+] = [OH^-] = x$$

$$[NH_3] = 0.10 - x \approx 0.10$$

$$x^2 / 010 = 1.77 \times 10^{-5}$$

গতিকে, $x = 1.33 \times 10^{-3} = [OH^-]$

সেয়ে, $[H^+] = K/[OH^-] = 10^{-14}/1.33 \times 10^{-3}$

$$= 7.51 \times 10^{-12}$$

$$pH = -\log(7.5 \times 10^{-12}) = 11.12$$

50 mL, 0.10M এমʼনিয়া (অৰ্থাৎ 5 m moL NH_3) দ্ৰৱৰ লগত 25 mL, 0.1M HCl (অৰ্থাৎ 2.5 m moL) দ্ৰৱ যোগ কৰিলে, 2.5 m moL এমʼনিয়াৰ অণুবোৰ প্ৰশমিত। এইদৰে উৎপন্ন হোৱা 75mL দ্ৰৱত 2.5 mmol অপ্ৰশমিত NH_3 ৰ অণু আৰু 2.5 m mol NH_4^+ থাকে।

NH_3	+	HCl	→	NH_4^+	+	Cl^-
2.5		2.5		0		0
সাম্যাৱস্থাত						
0		0		2.5		2.5

এইদৰে পোৱা 75 mL দ্ৰৱত 2.5 m mol NH_4^+ আয়ন (অৰ্থাৎ 0.033M) আৰু 2.5 m mol (অৰ্থাৎ 0.033M) অপ্ৰশমিত NH_3 অণু থাকে। এই NH_3 তলত দিয়া ধৰণে সাম্যাৱস্থাত থাকে

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

0.033 M–y y y

য'ত, $y = [OH^-] = [NH_4^+]$

প্ৰশমনৰ পিছত, অন্তিম 75ml দ্ৰৱত আগৰেপৰা 2.5mmol NH_4^+ আয়ন (অৰ্থাৎ 0.033M) থাকে, গতিকে NH_4^+ আয়নৰ মুঠ গাঢ়তা তলত দিয়া ধৰণে দিব পাৰি

$$[NH_4^+] = 0.033 + y$$

যিহেতু y ৰ মান কম, $[NH_4OH]$

$\approx 0.033M$ আৰু $[NH_4^+] \approx 0.033M$

আমি জানো,

$$K_b = [NH_4^+][OH^-]/[NH_4OH]$$

$$= y(0.033)/(0.033)$$

$$= 1.77 \times 10^{-5}\,M$$

গতিকে,

$$y = 1.77 \times 10^{-5} = [OH^-]$$

$$[H^+] = 10^{-14}/1.77 \times 10^{-5} = 0.56 \times 10^{-9}$$

সেয়ে, pH= 9.24

7.11.9 লৱণৰ জলবিশ্লেষণ আৰু সিহঁতৰ দ্ৰৱৰ pH (Hydrolysis of Salts and pH of their Solutions)

নিৰ্দিষ্ট অনুপাতত এছিড আৰু ক্ষাৰকৰ মাজত বিক্ৰিয়া ঘটি উৎপন্ন হোৱা লৱণবোৰ পানীত আয়নিত হয়। লৱণৰ আয়নীভৱনৰ ফলত উৎপন্ন হোৱা কেটায়ন/ এনায়নবোৰ জলীয় দ্ৰৱত জলযুক্ত আয়ন হিচাপে থাকে; বা, লৱণৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি এই আয়নবোৰে পানীৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰে আৰু অনুৰূপ এছিড/ক্ষাৰক পুনৰ উৎপন্ন কৰে। পানীৰ সৈতে কেটায়ন/এনায়ন বা লৱণটোৱে উৎপন্ন কৰা দুয়োবিধ আয়নৰ বিক্ৰিয়াকে জলবিশ্লেষণ (hydrolysis) বোলে। এই জলবিশ্লেষণৰ ফলত দ্ৰৱটোৰ pH মান প্ৰভাবান্বিত হয়। তীব্ৰ ক্ষাৰকৰ কেটায়ন (যেনে— Na^+, K^+, Ca^{2+}, Ba^{2+} ইত্যাদি) আৰু তীব্ৰ এছিডৰ এনায়নে (যেনে— Cl^-, Br^-, NO_3^-, ClO_4^- ইত্যাদি) কেৱল জলযুক্ত হয়; কিন্তু জলবিশ্লেষিত নহয়। সেয়েহে তীব্ৰ এছিড আৰু তীব্ৰ ক্ষাৰকৰপৰা উৎপন্ন হোৱা লৱণৰ দ্ৰৱবোৰ প্ৰশমণ হয়; অৰ্থাৎ এনে দ্ৰৱৰ pH মান 7 হয়। আন শ্ৰেণীৰ লৱণবোৰৰ কিন্তু জলবিশ্লেষণ ঘটে।

এতিয়া আমি তলত দিয়া প্ৰতিবিধ লৱণৰ জলবিশ্লেষণ সম্বন্ধে আলোচনা কৰিম—

(i) মৃদু এছিড আৰু তীব্ৰ ক্ষাৰকৰ লৱণ; যেনে— CH_3COONa

(ii) তীব্ৰ এছিড আৰু মৃদু ক্ষাৰকৰ লৱণ, যেনে— NH_4Cl, আৰু

(iii) মৃদু এছিড আৰু মৃদু ক্ষাৰকৰ লৱণ, যেনে— CH_3COONH_4

প্ৰথমবিধ (উদাহৰণ CH_3COONa) হ'ল মৃদু এছিড (CH_3COOH) আৰু তীব্ৰ ক্ষাৰকৰ (NaOH) লৱণ। জলীয় দ্ৰৱত এই লৱণ সম্পূৰ্ণৰূপে আয়নিত হয়—

$$CH_3COO(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$$

এইদৰে উৎপন্ন হোৱা এছিটেট আয়নে (CH_3COO^-) পানীত জলবিশ্লেষিত হৈ এছেটিক এছিড আৰু OH^- আয়ন উৎপন্ন কৰে।

$$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$$

এছেটিক এছিড এবিধ মৃদু এছিড ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$) বাবে দ্ৰৱত প্ৰধানকৈ অবিয়োজিত (unionised) অৱস্থাত থাকে। ইয়াৰ ফলত দ্ৰৱত OH^- আয়নৰ গাঢ়তা বাঢ়ি যায় আৰু দ্ৰৱটো ক্ষাৰকীয় হয়। এনেকুৱা দ্ৰৱৰ pH মান 7 তকৈ বেছি হয়।

একেদৰে NH_4Cl হ'ল মৃদু ক্ষাৰক (NH_4OH) আৰু তীব্ৰ এছিডৰ (HCl) পৰা উৎপন্ন হোৱা লৱণ। পানীত ই সম্পূৰ্ণৰূপে বিয়োজিত হয়—

$$NH_4Cl(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$

এম'নিয়াম আয়নৰ জলবিশ্লেষণ ঘটি NH_4OH আৰু H^+ আয়ন উৎপন্ন হয়—

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4OH(aq) + H^+(aq)$$

এম'নিয়াম হাইড্ৰক্সাইড এটা মৃদু ক্ষাৰক ($K_b = 1.77 \times 10^{-5}$) আৰু সেয়ে দ্ৰৱত ই প্ৰায় অবিয়োজিত অৱস্থাত থাকে। ফলত দ্ৰৱত H^+ আয়নৰ গাঢ়তা বাঢ়ি যায়। আৰু দ্ৰৱটো এছিডীয় হয়। সেয়ে পানীত NH_4Cl দ্ৰৱৰ pH মান 7 তকৈ কম হয়।

মৃদু এছিড আৰু মৃদু ক্ষাৰকৰ পৰা উৎপন্ন হোৱা লৱণো (CH_3COONH_4) পানীত আয়নলৈ বিয়োজিত হয়। উৎপন্ন হোৱা আয়নবোৰ তলত দিয়া ধৰণে জলবিশ্লেষিত হয়।

$$CH_3COO^- + NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NH_4OH$$

CH_3COOH আৰু NH_4OH দুয়োটাই আংশিকভাৱে বিয়োজিত অৱস্থাতো থাকে।

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

বিস্তৃত গণনালৈ নোযোৱাকৈয়ে এইটো ক'ব পাৰি যে জলবিশ্লেষণৰ মাত্ৰা (degree of hydrolysis) দ্ৰৱৰ গাঢ়তাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে। এনেকুৱা দ্ৰৱবোৰৰ pH মান, সিহঁতৰ pK মানৰ সহায়ত নিৰ্ণয় কৰা হয়।

$$pH = 7 + \frac{1}{2}\left(pK_a - pK_b\right) \qquad (7.38)$$

pK_a আৰু pK_b ৰ মানৰ পাৰ্থক্য ধনাত্মক হ'ল দ্ৰৱটোৰ pH মান 7তকৈ বেছি হয়। আনহাতে এই পাৰ্থক্য ঋণাত্মক হ'লে দ্ৰৱৰ pH মান 7তকৈ কম হয়।

উদাহৰণ 7.25

এছেটিক এছিডৰ pK_a আৰু এম'নিয়াম হাইড্ৰক্সাইডৰ pK_b ৰ মান যথাক্ৰমে 4.76 আৰু 4.75। এম'নিয়াম এছিটেট pH ৰ মান গণনা কৰা।

সমাধান ঃ

$$pH = 7 + \frac{1}{2}\left(pK_a - pK_b\right)$$

$$= 7 + \frac{1}{2}\left(4.76 - 4.75\right)$$

$$= 7 + \frac{1}{2}\left(0.01\right) = 7 + 0.005 = 7.005$$

7.12 বাফাৰ দ্ৰৱ (BUFFER SOLUTION)

শৰীৰত থকা বহুতো জুলীয়া পদাৰ্থৰ (যেনে— তেজ বা প্ৰসাৰ) এক নিৰ্দিষ্ট pH মান থাকে। ইহঁতৰ pH মানৰ পৰিৱৰ্তনে শৰীৰত বিসংগতি নিৰ্দেশ কৰে। বহুতো ৰাসায়নিক আৰু জৈৱ-ৰাসায়নিক প্ৰক্ৰিয়াত pH মান নিয়ন্ত্ৰিত কৰি ৰখাটো অত্যন্ত গুৰুত্ব পূৰ্ণ। বহুতো চিকিৎসা সম্বন্ধীয় আৰু সৌন্দৰ্য্য বৰ্দ্ধক সামগ্ৰী প্ৰস্তুতকৰণত আৰু সংৰক্ষণত এক নিৰ্দিষ্ট pH প্ৰয়োগ কৰিব লাগে। **লঘু কৰিলে বা সামান্য পৰিমাণে এছিড বা ক্ষাৰক যোগ কৰিলে যি দ্ৰৱই তাৰ pH মানৰ পৰিৱৰ্তনত বাধা দিয়ে সেইদ্ৰৱক বাফাৰ দ্ৰৱ বোলে।** অম্লৰ pK_a বা ক্ষাৰকৰ pK_b ৰ মান জানিলে লৱন আৰু এছিড বা লৱণ আৰু ক্ষাৰকৰ অনুপাত নিয়ন্ত্ৰিত কৰি এক নিৰ্দিষ্ট pH মানযুক্ত বাফাৰ দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰিব পাৰি। এছেটিক এছিড আৰু ছ'ডিয়াম এছিটেটৰ মিশ্ৰ এটাই pH মান 4.75 ৰ ওচৰে-পাজৰে বাফাৰ দ্ৰৱ হিচাপে ক্ৰিয়া কৰে। তেনেদৰে এম'নিয়াম ক্ল'ৰাইড আৰু এম'নিয়াম হাইড্ৰ'ক্সাইডৰ মিশ্ৰ এটাই pH 9.25 ৰ ওচৰত বাফাৰ দ্ৰৱ হিচাপে ক্ৰিয়া কৰে। বাফাৰ দ্ৰৱৰ বিষয়ে পিচত তোমালোকে ভালদৰে শিকিব পাৰিবা।

7.13 ইষৎ দ্ৰৱণীয় লৱণবোৰৰ দ্ৰাব্যতা সাম্য (SOLUBILITY EQUILIBRIA OF SPARINGLY SOLUBLE SALTS)

আমি ইতিমধ্যে জানিব পাৰিছোঁ যে পানীত বিভিন্ন কঠিন পদাৰ্থৰ দ্ৰাব্যতা বিভিন্ন হয়। কিছুমান কঠিন পদাৰ্থ (যেনে— কেলছিয়াম ক্লৰাইড) ইমানেই দ্ৰৱণীয় যে ইহঁত জলাকৰ্ষী (hygroscopic) প্ৰকৃতিৰ হয়। কঠিন অৱস্থাতে এইবোৰে বায়ুমণ্ডলৰ পৰা জলীয় বাষ্প শোষণ কৰে। আন কিছুমান লৱণৰ (যেনে- লিথিয়াম ফ্লুৰাইড) দ্ৰৱণীয়তা ইমান কম যে ইহঁতক সাধাৰণতে অদ্ৰৱণীয় বুলি কোৱা হয়। দ্ৰৱণীয়তা বহুতো কাৰকৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ

কৰে। তাৰে ভিতৰত গুৰুত্বপূৰ্ণ হ'ল লৱণৰ লেটিছ এনথালপি (lattice enthalph) আৰু দ্ৰৱত আয়নবোৰৰ দ্ৰাৱক যোজন এনথালপি (solvation enthalpy)। এটা লৱণ এটা দ্ৰাৱকত দ্ৰৱীভূত হ'বলৈ হ'লে লৱনটোৰ আয়নবোৰৰ মাজত থকা আকৰ্ষণী বলতকৈ আয়ন-দ্ৰাৱক পাৰষ্পৰিক আকৰ্ষণ বল বেছি হ'ব লাগে। আয়নবোৰৰ দ্ৰাৱক যোজন এনথালপিক সাধাৰণতে দ্ৰাৱক যোজন হিচাপে প্ৰকাশ কৰা হয় ইয়াৰ মান সদায় ঋণাত্মক হয়; অৰ্থাৎ দ্ৰাৱক যোজন প্ৰক্ৰিয়াত শক্তি নিৰ্গত হয়। দ্ৰাৱক যোজন এনথালপিৰ পৰিমাণ দ্ৰাৱকৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। অধ্ৰুৱীয় সহযোজী দ্ৰৱকবোৰৰ ক্ষেত্ৰত দ্ৰাৱক যোজন এনথেলপিৰ মান কম হয় আৰু সেয়ে লৱণৰ লেটিছ এনথালপিৰ মানক অতিক্ৰম কৰিবলৈ যথেষ্ট নহয়। ফলস্বৰূপে লৱণটো অধ্ৰুৱীয় দ্ৰাৱকত দ্ৰৱীভূত নহয়। সাধাৰণ নিয়ম হিচাপে লৱন এটা নিৰ্দিষ্ট দ্ৰাৱক এটাত দ্ৰৱীভূত হবলৈ ইয়াৰ দ্ৰাৱক যোজন এনথেলপি, লেটিছ এনথেলপিতকৈ বেছি হ'ব লাগে। প্ৰতিটো লৱণৰ একোটা বৈশিষ্ট্যপূৰ্ণ দ্ৰাব্যতা থাকে। দ্ৰাব্যতা উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল। লৱণবোৰক সিহঁতৰ দ্ৰাব্যতাৰ আধাৰত আমি তলত দিয়া ধৰণে শ্ৰেণীভূক্ত কৰিব পাৰোঁ—

শ্ৰেণী-I	দ্ৰৱণীয় (Soluble)	দ্ৰাব্যতা >0.1M
শ্ৰেণী- II	সামান্যভাবে দ্ৰৱণীয় (slightly soluble)	0.01M< দ্ৰাব্যতা < 0.1M
শ্ৰেণী-III	অতি সাম্যন্যভাবে দ্ৰৱণীয় (sparingly soluble)	দ্ৰাব্যতা <0.01M

এতিয়া আমি অতি সামান্যভাবে দ্ৰব্যনীয় আয়নীয় লৱণ আৰু ইহঁতৰ সংপৃক্ত জলীয় দ্ৰৱৰ মাজৰ সাম্যাৱস্থাৰ কথা আলোচনা কৰিম।

7.13.1 দ্ৰাব্যতা গুণফল ধ্ৰুৱক (Solubility Product Constant)

ধৰাহ'ল, বেৰিয়াম ছালফেটৰ নিচিনা কঠিন পদাৰ্থ এটা ইয়াৰ জলীয় সংপৃক্ত দ্ৰৱৰ সংস্পৰ্শত আছে। অবিয়োজিত কঠিন পদাৰ্থ আৰু সংপৃক্ত দ্ৰৱ এটাত থকা আয়নবোৰৰ মাজৰ সাম্যাৱস্থা তলত দিয়া সমীকৰণটোৰ সহায়ত প্ৰকাশ কৰিব পাৰি—

$$BaSO_4 \underset{\text{সসংপৃক্ত দ্ৰৱ}}{\overset{\text{পানীত}}{\rightleftharpoons}} Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান ৰ বাবে প্ৰকাশৰাশিটো হ'ল—

$$K = \frac{[Ba^{2+}][SO_4^{2-}]}{[BaSO_4]}$$

বিশুদ্ধ কঠিন পদাৰ্থ এটাৰ ক্ষেত্ৰত ইয়াৰ গাঢ়তা স্থিৰ থাকে আৰু সেয়ে আমি লিখিব পাৰো যে,

$$K_{sp} = K[BaSO_4] = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] \quad (7.39)$$

K_{sp} ক আমি দ্ৰাব্যতা গুণফল ধ্ৰুৱক বা সৰলভাবে **দ্ৰাব্যতা গুণফল** (solubility product) বুলি কওঁ । ওপৰত উল্লেখ কৰা $BaSO_4$ৰ K_{sp}ৰ পৰীক্ষালব্ধ মান হ'ল 1.1×10^{-10} (298K উষ্ণতাত)। অৰ্থাৎ নিজৰ সংপৃক্ত দ্ৰৱৰ লগত সাম্যাৱস্থাত থকা কঠিন বেৰিয়াম ছালফেটৰ সংস্পৰ্শত থকা বেৰিয়াম আৰু ছালফেট আয়নৰ গাঢ়তাৰ পূৰণফল ইয়াৰ দ্ৰাব্যতা গুণফল ধ্ৰুৱকৰ সমান। আয়ন দুটাৰ প্ৰতিটোৰে গাঢ়তা বেৰিয়াম ছালফেটৰ ম'লাৰ দ্ৰাব্যতাৰ সমান হ'ব। লৱণটোৰ ম'লাৰ দ্ৰাব্যতা S হ'লে

$$1.1\times10^{-10} = (S)\,(S) = S^2$$

বা, $$S = 1.05\times10^{-5}$$

গতিকে বেৰিয়াম ছালফেটৰ ম'লাৰ দ্ৰাব্যতা 1.05×10^{-5} mol L^{-1} হ'ব।

লৱণ এটা বিয়োজিত হলে বিভিন্ন আধান সম্পন্ন দুটা বা তাতকৈ বেছি এনায়ন আৰু কেটায়ন উৎপন্ন কৰিব পাৰে। উদাহৰণ স্বৰূপে জিৰক'নিয়াম ফছফেট লৱণটো

লোৱা হ'ল। এই লৱনটোৰ আনৱিক সংকেত হ'ল $\left(Zr^{4+}\right)_3\left(PO_4^{3-}\right)_4$। জলীয় দ্ৰৱত লৱনটো +4 আধানযুক্ত 3টা জিৰক'নিয়াম কেটায়ন আৰু –3 আধানযুক্ত 4টা ফছফেট এনায়নলৈ বিয়োজিত হয়। জিৰক'নিয়াম ফছফেটৰ ম'লাৰ দ্ৰাব্যতা S হ'লে যৌগটোৰ ষ্টয়কিঅ'মিতিৰপৰা আমি পাম,

$[Zr^{4+}] = 3S$ আৰু $[PO_4^{3-}] = 4S$

আৰু $K_{sp} = (2S)^3(4S)^4 = 6912(S)^7$

বা $S = \left(K_{sp}/3^2 \times 4^4\right)^{1/7} = \left(K_{sp}/6912\right)^{1/7}$

একেদৰে $M_x^{p+}X_y^{v-}$ সাধাৰণ সংকেত বিশিষ্ট লৱনটোৰ সংপৃক্ত দ্ৰৱত থকা সাম্যাৱস্থা তলত দিয়া সমীকৰণটোৰ সহায়ত প্ৰকাশ কৰিব পাৰি—

$$M_xX_y(s) \rightleftharpoons xM^{p+}(aq) + yX^{q-}(aq)$$

M_xX_y লৱনটোৰ দ্ৰাব্যতা S হ'লে ইয়াৰ দ্ৰব্যতা গুণফল ধ্ৰুৱক হ'ব

$$K_{sp} = \left[M^{p+}\right]^x\left[X^{q-}\right]^y$$
$$= (xS)^x(yS)^y$$
$$= x^x y^y S^{(x+y)} \qquad (7.40)$$

$$S^{(x+y)} = K_{sp}/x^x.y^y$$
$$S = \left(K_{sp}/x^x.y^y\right)^{1/x+y} \qquad (7.41)$$

যদি এটা বা তাতকৈ বেছি পদাৰ্থৰ গাঢ়তা সাম্যাৱস্থাৰ গাঢ়তা নহয় তেন্তে সমীকৰণত K_{sp} ক Q_{sp} ৰ দ্বাৰা (অনুচ্ছেদ 7.6.2) প্ৰকাশ কৰা হয়। স্বাভাৱিকতে সাম্যাৱস্থাত $K_{sp} = Q_{sp}$; কিন্তু আন অৱস্থাত ই অধঃক্ষেপন বা দ্ৰৱন প্ৰক্ৰিয়া নিৰ্দেশ কৰে। 298K উষ্ণতাত যথেষ্ট সংখ্যক সাধাৰণ লৱনৰ দ্ৰাব্যতা গুণফল ধ্ৰুৱকৰ মান তালিকা 7.9 ত দিয়া হ'ল।

উদাহৰণ 7.26

কোনো ধৰণৰ আয়নে পানীৰ লগত বিক্ৰিয়া নকৰে বুলি ধৰি, বিশুদ্ধ পানীত A_2X_3 ৰ দ্ৰাব্যতা গণনা কৰা। A_2X_3 ৰ দ্ৰাব্যতা গুণফল, $K_{sp}=1.1\times10^{-23}$

সমাধান

$$A_2X_3 \rightarrow 2A^{3+} + 3X^{2-}$$

$$K_{sp} = \left[A^{3+}\right]^2\left[X^{2-}\right]^3 = 1.1\times10^{-23}$$

যদি A_2X_3 ৰ দ্ৰাব্যতা S হয় তেন্তে

$$\left[A^{3+}\right] = 2S; \quad \left[X^{2-}\right] = 3S$$

$$\therefore K_{sp} = (2S)^2(3S)^3 = 108S^5 = 1.1\times10^{-23}$$

গতিকে, $S^5 = 1\times10^{-25}$

$$\therefore S = 1.0\times10^{-5}\ mol/L$$

উদাহৰণ 7.27

দুটা অতি সামান্যভাবে (sparingly) দ্ৰৱণীয় লৱন, $Ni(OH)_2$ আৰু AgCN ৰ K_{sp} ৰ মান যথাক্ৰমে 2.0×10^{-15} আৰু 6.0×10^{-17}। কোনটো লৱন বেছি দ্ৰৱনীয় হব? বাখ্যা কৰা।

সমাধান

$$AgCN \rightleftharpoons Ag^+ + CN^-$$

$$K_{sp} = \left[Ag^+\right]\left[CN^-\right] = 6\times10^{-17}$$

$$Ni(OH)_2 \rightleftharpoons Ni^{2+} + 2OH^-$$

$$K_{sp} = \left[Ni^{2+}\right]\left[OH^-\right]^2 = 2\times10^{-15}$$

ধৰাহ'ল, $[Ag^+] = S_1$ তেন্তে $[CN] = S_1$

ধৰাহ'ল, $[Ni^{2+}] = S_2$ তেন্তে $[OH^-] = 2S_2$

$$S_1^2 = 6.0\times10^{-17},\ S_1 = 7.8\times10^{-9}$$

$$(S_2)(2S_2) = 2\times10^{-15}, S_2 = 0.58\times10^{-4}$$

AgCN তকৈ $Ni(OH)_2$ বেছি দ্ৰৱনীয়।

DAILY ASSAM

তালিকা 7.9 298K উষ্ণতাত কিছুমান সাধাৰণ আয়নীয় লৱণৰ দ্ৰাব্যতা গুণফল ধ্ৰুৱক K_{sp} ৰ মান

লৱনৰ নাম	সংকেত	K_{sp}
ছিলভাৰ ব্ৰ'মাইড	$AgBr$	5.0×10^{-13}
ছিলভাৰ কাৰ্বনেট	Ag_2CO_3	8.1×10^{-12}
ছিলভাৰ ক্ৰ'মেট	Ag_2CrO_4	1.1×10^{-12}
ছিলভাৰ ক্ল'ৰাইড	$AgCl$	1.8×10^{-10}
ছিলভাৰ আয়'ডাইড	AgI	8.3×10^{-17}
ছিলভাৰ ছালফেট	Ag_2SO_4	1.4×10^{-5}
এলুমিনিয়াম হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Al(OH)_3$	1.3×10^{-33}
বেৰিয়াম ক্ৰ'মেট	$BaCrO_4$	1.2×10^{-10}
বেৰিয়াম ফ্লুৰাইড	BaF_2	1.0×10^{-6}
বেৰিয়াম ছালফেট	$BaSO_4$	1.1×10^{-10}
কেলছিয়াম কাৰ্বনেট	$CaCO_3$	2.8×10^{-9}
কেলছিয়াম ফ্লুৰাইড	CaF_2	5.3×10^{-9}
কেলছিয়াম হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Ca(OH)_2$	5.5×10^{-6}
কেলছিয়াম অক্সালেট	CaC_2O_4	4.0×10^{-9}
কেলছিয়াম ছালফেট	$CaSO_4$	9.1×10^{-6}
কেডমিয়াম হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Cd(OH)_2$	2.5×10^{-14}
কেডমিয়াম ছালফাইড	CdS	8.0×10^{-27}
ক্ৰ'মিক হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Cr(OH)_3$	6.3×10^{-31}
কিউপ্ৰাছ ব্ৰ'মাইড	$CuBr$	5.3×10^{-9}
কিউপ্ৰিক কাৰ্বনেট	$CuCO_3$	1.4×10^{-10}
কিউপ্ৰাছ ক্ল'ৰাইড	$CuCl$	1.7×10^{-6}
কিউপ্ৰিক হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Cu(OH)_2$	2.8×10^{-20}
কিউপ্ৰাছ আয়'ডাইড	CuI	1.1×10^{-12}
কিউপ্ৰিক ছালফাইড	CuS	6.3×10^{-36}
ফেৰাছ কাৰ্বনেট	$FeCO_3$	3.2×10^{-11}
ফেৰাছ হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Fe(OH)_2$	8.0×10^{-16}
ফেৰিক হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Fe(OH)_3$	1.0×10^{-38}
ফেৰাছ ছালফাইড	FeS	6.3×10^{-18}
মাৰকিউৰাছ ব্ৰ'মাইড	Hg_2Cl_2	5.6×10^{-23}
মাৰকিউৰাছ ক্ল'ৰাইড	Hg_2Cl_2	1.3×10^{-18}
মাৰকিউৰাছ আয়'ডাইড	Hg_2I_2	4.5×10^{-29}
মাৰকিউৰাছ ছালফেট	Hg_2SO_4	7.4×10^{-7}
মাৰকিউৰিক ছালফাইড	Hg_2S	4.0×10^{-53}
মেগনেছিয়াম কাৰ্বনেট	$MgCO_3$	3.5×10^{-8}
মেগনেছিয়াম ফ্লুৰাইড	MgF_2	6.5×10^{-9}
মেগনেছিয়াম হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Mg(OH)_2$	1.8×10^{-11}
মেগনেছিয়াম অক্সালেট	MgC_2O_4	7.0×10^{-7}
মেংগানিজ কাৰ্বনেট	$MnCO_3$	1.8×10^{-11}
মেংগানিজ ছালফাইড	MnS	2.5×10^{-13}
নিকেল হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Ni(OH)_2$	2.0×10^{-15}
নিকেল ছালফাইড	NiS	4.7×10^{-5}
লেড ব্ৰ'মাইড	$PbBr_2$	4.0×10^{-5}
লেড কাৰ্বনেট	$PbCO_3$	7.4×10^{-13}
লেড ক্ল'ৰাইড	$PbCl_2$	1.6×10^{-5}
লেড ফ্লুৰাইড	PbF_2	7.7×10^{-8}
লেড হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Pb(OH)_2$	1.2×10^{-15}
লেড আয়'ডাইড	PbI_2	7.1×10^{-9}
লেড ছালফেট	$PbSO_4$	1.6×10^{-8}
লেড ছালফাইড	FeS	8.0×10^{-28}
ষ্টেনাছ হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Sn(OH)_2$	1.4×10^{-28}
ষ্টেনাছ ছালফাইড	SnS	1.0×10^{-25}
ষ্ট্ৰনছিয়াম কাৰ্বনেট	$SrCO_3$	1.1×10^{-10}
ষ্ট্ৰনছিয়াম ফ্লুৰাইড	SrF_2	2.5×10^{-9}
ষ্ট্ৰনছিম ছালফেট	$SrSO_4$	3.2×10^{-7}
থেলাছ ব্ৰ'মাইড	$TlBr$	3.4×10^{-6}
থেলাছ ক্ল'ৰাইড	$TlCl$	1.7×10^{-4}
থেলাছ আয়ডাইড	TlI	6.5×10^{-8}
জিংক কাৰ্বনেট	$ZnCO_3$	1.4×10^{-11}
জিংক হাইড্ৰ'ক্সাইড	$Zn(OH)_2$	1.0×10^{-15}
জিংক ছালফাইড	ZnS	1.6×10^{-24}

7.13.2 আয়নীয় লৱণবোৰৰ দ্ৰাব্যতাৰ ওপৰত সম আয়ন প্ৰভাব

(Common Ion Effects on Solubility of Ionic Salts)

লা চেটেলিয়াৰ নীতিৰ পৰা পাওঁ যে কোনো এবিধ আয়নৰ গাঢ়তা বঢ়ালে ই বিপৰীত আধানযুক্ত আয়নৰ লগত লগলাগি পুনৰ $K_{sp} = Q_{sp}$ নোহোৱালৈ লৱন অধঃক্ষিপ্ত কৰে। এনেদৰে, যদি এটা আয়নৰ গাঢ়তা কমোৱা হয় তেন্তে পুনৰ $K_{sp} = Q_{sp}$ নোহোৱালৈ দুয়োটা আয়নৰে গাঢ়তা বৃদ্ধি কৰিবলৈ বেছি পৰিমাণে লৱন দ্ৰবীভূত হয়।

আনকি ছ'ডিয়াম ক্লৰাইডৰ দৰে দ্ৰৱনীয় লৱনবোৰৰ ক্ষেত্ৰতো এইটো প্ৰযোজ্য হয়; কিন্তু আয়নবোৰৰ উচ্চ গাঢ়তাৰ বাবে আমি Q_{sp} ৰ প্ৰকাশ ৰাশিত সিহঁতৰ ম'লাৰিটিৰ পৰিৱৰ্তে সিহতৰ সক্ৰিয়তা ব্যৱহাৰ কৰোঁ।

DAILY ASSAM

ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ সংপৃক্ত দ্ৰৱ এটাৰ মাজেৰে HCl গেছ পঠিয়ালে HCl ৰ বিয়োজনৰ ফলত সৃষ্টি হোৱা ক্ল'ৰাইড আয়নৰ বাবে দ্ৰৱটোত ক্ল'ৰাইড আয়নৰ গাঢ়তা (সক্ৰিয়তা) বৃদ্ধি পায়। ফলস্বৰূপে ছ'ডিয়াম ক্লৰাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।

এইদৰে পোৱা ছ'ডিয়াম ক্ল'ৰাইডৰ বিশুদ্ধতা অতি বেছি। এই পদ্ধতিৰে ছ'ডিয়াম আৰু মেগনেছিয়াম ছালফেটৰ দৰে অশুদ্ধিবোৰৰ পৰা হাত সাৰিব পাৰোঁ। ভৰভিত্তিক গণনাৰ ক্ষেত্ৰত কোনো এটা নিৰ্দিষ্ট আয়নক ইয়াৰ অতি কম পৰিমাণে দ্ৰৱনীয় (বা কম দ্ৰাব্যতা গুণফল মান বিশিষ্ট) লৱন হিচাপে প্ৰায় সম্পূৰ্ণৰূপে অধঃক্ষেপনৰ বাবেও সম আয়ন প্ৰভাৱ ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

গতিকে মাত্ৰাত্মক গণনাত আমি ছিলভাৰ আয়নক ছিলভাৰ ক্লৰাইড হিচাপে, ফেৰিক আয়নক ইয়াৰ হাইড্ৰক্সাইড হিচাপে (বা জলযুক্ত ফেৰিক অক্সাইড হিচাপে) আৰু বেৰিয়াম আয়নক ইয়াৰ ছালফেট হিচাপে অধঃক্ষিপ্ত কৰিব পাৰোঁ।

উদাহৰণ 7.28

0.10M ছ'ডিয়াম হাইড্ৰক্সাইড (NaOH)ত $Ni(OH)_2$ ৰ মলাৰ দ্ৰব্যতাৰ মান গণনা কৰা। $Ni(OH)_2$ ৰ আয়নীয় গুণফলৰ মান 2.0×10^{-15}

সমাধান

ধৰাহ'ল, $NI(OH)_2$ ৰ দ্ৰাব্যতা S। S mol/L $Ni(OH)_2$ ৰ বিয়োজনে S mol/L Ni^{2+} আৰু 2S mol/L OH^- আয়ন উৎপন্ন কৰে, কিন্তু OH^-আয়নৰ মুঠ গাঢ়তা = (0.10 + 2S) mol/L, কাৰণ দ্ৰৱটোত NaOH ৰ পৰা উৎপন্ন হোৱা 0.10 mol/L আগৰে পৰাই আছে।

$$K_{sp} = 2.0\times10^{-15} = [Ni^{2+}][OH^-]^2$$
$$= \{S\}\ \{0.10+2S\}^2$$

যিহেতু K_{sp} ৰ মান কম, 2S << 0.10

গতিকে, $(0.10 + 2S) \simeq 0.10$

সেয়েহে, $2.0\times10^{-15} = S(0.10)^2$

$$\therefore S = 2.0\times10^{-13} M = [Ni^{2+}]$$

ফছফেটবোৰৰ দৰে মৃদু অম্লৰ লৱণবোৰৰ দ্ৰাব্যতা নিম্ন pH মানত বেছি হয়। কাৰণ নিম্ন pH মানত এনায়নবোৰৰ প্ৰটন যোজন (protonation) ৰ বাবে সিহঁতৰ গাঢ়তা কমে। আনহাতে ই লৱণটোৰ দ্ৰাব্যতা বৃদ্ধি কৰে যাতে $K_{sp} = Q_{sp}$ হয়। আমি দুটা সাম্য অৱস্থা একেলগে বিবেচনা কৰিব লাগিব অৰ্থাৎ

$$K_{sp} = [M^+][X^-]$$

$$HX(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + X^-(aq)$$

$$K_a = \frac{[H^+(aq)][X^-(aq)]}{[HX(aq)]}$$

$$[X^-]/[HX] = K_a/[H^+]$$

দুয়োফালক ওলোটাই লৈ আৰু 1(এক) যোগ কৰি আমি পাওঁ—

$$\frac{[HX]}{[X^-]} + 1 = \frac{[H^+]}{K_a} + 1$$

$$\frac{[HX]+[X^-]}{[X^-]} = \frac{[H^+]+K_a}{K_a}$$

এতিয়া আকৌ ওলোটাই লৈ আমি পাওঁ

$$[X]/\{[X^-]+[HX]\} = f = K_a/(K_a+[H^+])$$

অৰ্থাৎ pH ৰ মান কমিলে f ৰ মানো কমে। যদি এক নিৰ্দিষ্ট pH ত লৱণটোৰ দ্ৰাব্যতা S হয় তেন্তে,

$$K_{sp} = [S][fS] = S^2\{K_a/(K_a+[H^+])\}$$ আৰু

$$S = \{K_{sp}([H^+]+K_a)/K_a\}^{1/2}$$

গতিকে $[H^+]$ বাঢ়িলে বা pH ৰ মান কমিলে দ্ৰাব্যতা S বাঢ়ে।

DAILY ASSAM

সাৰাংশ

জুলীয়া অৱস্থাৰ পৰা বাষ্পীয় অৱস্থালৈ যোৱা অণুৰ সংখ্যা আৰু বাষ্পীয় অৱস্থাৰ পৰা জুলীয়ালৈ ঘূৰি অহা সংখ্যা সমান হ'লে সাম্যাৱস্থাত উপনীত হোৱা বুলি কোৱা হয় আৰু ই গতিশীল প্ৰকৃতিৰ হয়। ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক দুয়োটা প্ৰক্ৰিয়াতেই সাম্যাৱস্থা স্থাপিত কৰিব পাৰি আৰু এই অৱস্থাত সন্মুখী আৰু বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগ সমান হয়। প্ৰতিটো ৰাশিৰ ষ্টয়কীয়মিতীয় সহগবোৰক (stoichiometric coefficient) গাঢ়তা পদবোৰৰ ঘাত হিচাপে দি বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থবোৰৰ গাঢ়তাক বিক্ৰিয়কবোৰৰ গাঢ়তাৰে হৰণ কৰি **সাম্যধ্ৰুৱক** K_C প্ৰকাশ কৰা হয়।

$aA+bB \rightleftharpoons cC+dD$, বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে

$$K_C = [C]^c[D]^d/[A]^a[B]^b$$

এক নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত সাম্যধ্ৰুৱকৰ মান স্থিৰ হয় আৰু এই অৱস্থাত স্থূল (macroscopic) সকলোবোৰ ধৰ্ম যেনে- গাঢ়তা, চাপ ইত্যাদি স্থিৰ হয়। গেছীয় বিক্ৰিয়া এটাৰ বাবে সাম্যধ্ৰুৱকক K_p হিচাপে প্ৰকাশ কৰা হয় আৰু K_C ৰ প্ৰকাশ ৰাশিত গাঢ়তাৰ সলনি আংশিক চাপ বহুৱাই ইয়াক প্ৰকাশ কৰা হয়। বিক্ৰিয়া ভাগফল (reaction quotient) Q_cৰ মানৰ পৰা বিক্ৰিয়া এটাৰ দিশ পূৰ্বানুমান কৰিব পাৰি আৰু সাম্যাৱস্থাত Q_cৰ মান K_c ৰ সমান হয়। **লা চেটেলিয়াৰৰ নীতি** মতে, সাম্য অৱস্থা প্ৰভাৱিত কৰা যিকোনো কাৰক যেনে- উষ্ণতা, চাপ, গাঢ়তা ইত্যাদিৰ পৰিৱৰ্তন ঘটালে সাম্য অৱস্থাটো সেই দিশত পৰিৱৰ্তিত হয় যিটো দিশত এই পৰিৱৰ্তনৰ প্ৰভাৱ কম হয়। সাম্য অৱস্থাৰ দিশৰ ওপৰত বিভিন্ন কাৰকসমূহ যেনে- উষ্ণতা, গাঢ়তা, চাপ, অনুঘটক আৰু নিষ্ক্ৰিয় গেছবোৰৰ প্ৰভাৱ আৰু এই কাৰকবোৰক নিয়ন্ত্ৰিত কৰি বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ উৎপাদন নিয়ন্ত্ৰণ অধ্যয়ন কৰিবলৈ ইয়াক ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি। বিক্ৰিয়া মিশ্ৰ এটাৰ সাম্যাৱস্থাৰ সংযুক্তি **অনুঘটক** এটাই প্ৰভাৱিত নকৰে কিন্তু বিক্ৰিয়কবোৰক বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থলৈ আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থবোৰক বিক্ৰিয়কবোৰলৈ ৰূপান্তৰৰ বাবে নতুন নিম্ন শক্তি সম্পন্ন পথ এটা উলিয়াই ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াৰ হাৰ বৃদ্ধি কৰে।

যিবোৰ পদাৰ্থই জলীয় দ্ৰৱত বিদ্যুৎ শক্তি পৰিবাহিত কৰে সেইবোৰক **বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্য** বোলে। এছিড, ক্ষাৰক আৰু লৱণবোৰ বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্য হয় আৰু জলীয় দ্ৰৱত ইহঁতৰ বিয়োজন বা আয়নীভৱনৰ ফলত উৎপন্ন হোৱা এনায়ন আৰু কেটায়নবোৰৰ বাবে ইহঁতৰ জলীয় দ্ৰৱই বিদ্যুৎ কঢ়িয়াব পাৰে। তীব্ৰ বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্যবোৰ সম্পূৰ্ণৰূপে বিয়োজিত হয়। মৃদু বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্যত আয়ন আৰু আয়নীভৱন নোহোৱা বিদ্যুৎ বিশ্লেষ্য অণুবোৰৰ মাজত এটা সাম্য অৱস্থা থাকে। **আৰ্হেনিয়াছৰ মতে, এছিডবোৰে** সিহঁতৰ জলীয় দ্ৰৱত হাইড্ৰ'জেন আয়ন উৎপন্ন কৰে, আনহাতে ক্ষাৰকবোৰে হাইড্ৰক্সিল আয়ন উৎপন্ন কৰে। **ব্ৰনষ্টেড-লৰৰিয়ে** এছিড প্ৰ'টন ত্যাগী হিচাপে আৰু ক্ষাৰকক প্ৰ'টন গ্ৰাহী হিচাপে সংজ্ঞা দিছে।

ব্ৰনষ্টেড-লৰৰি এছিডে যিটো ক্ষাৰকৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰে সেই ক্ষাৰকটোৰ অনুৰূপ সংযুগ্ম এছিড আৰু এছিডটোৰ সংযুগ্ম ক্ষাৰক উৎপন্ন কৰে। তেনেদৰে বিক্ৰিয়া কৰা সংযুগ্ম এছিড-ক্ষাৰক যোৰৰ পাৰ্থক্য হ'ল এটা প্ৰ'টন। **লিৱিছ এছিডৰ** সংজ্ঞা মতে, এনে এছিডে ইলেকট্ৰন যুগ্ম গ্ৰহণ কৰে আৰু **লিৱিছ ক্ষাৰকে** ইলেকট্ৰন যুগ্ম প্ৰদান কৰে। আৰ্হেনিয়াছৰ সংজ্ঞাৰ পৰা মৃদু এছিডৰ আয়নীকৰণ (সাম্য) ধ্ৰুৱক (K_a) আৰু মৃদু ক্ষাৰকৰ আয়নীকৰণ (সাম্য) ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশৰাশি পোৱা যায়। আয়নীকৰণৰ মাত্ৰা, গাঢ়তাৰ ওপৰত আয়নীকৰণৰ নিৰ্ভৰশীলতা আৰু সমআয়ন প্ৰভাৱ ব্যাখ্যা কৰা হৈছে। হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তাৰ (p^H) মাপৰ ($P^H = -\log[H^+]$) সক্ৰিয়তাৰ ধাৰণা সন্নিবিষ্ট কৰা হৈছে আৰু তেনেদৰে আন ৰাশিসমূহো ($POH = -\log[OH^-]$; $pKa = -\log[K_a]$; $pK_b = -\log[K_b]$) আৰু $pKw = -\log Kw$ ইত্যাদি) সন্নিবিষ্ট কৰা হৈছে। পানীৰ আয়নীকৰণৰ মানৰ পৰা সমীকৰণ, $P^H + P^{OH} = P^{kw}$ প্ৰতিষ্ঠা কৰা হৈছে। তীব্ৰ এছিড আৰু মৃদু ক্ষাৰকৰ মাজত উৎপন্ন হোৱা লৱণ, মৃদু

DAILY ASSAM

এছিড আৰু মৃদু ক্ষাৰকৰ মাজৰ উৎপন্ন হোৱা লৱণ আৰু মৃদু এছিড আৰু মৃদু ক্ষাৰকৰ মাজৰ উৎপন্ন হোৱা লৱণৰ জলীয় দ্ৰৱৰ জল বিশ্লেষণ ব্যাখ্যা কৰা হৈছে। বাফাৰ দ্ৰৱৰ সংজ্ঞা আৰু এনে দ্ৰবৰ গুৰুত্ব চমুকৈ আলোচনা কৰা হৈছে। আংশিক দ্ৰৱণীয় লৱণৰ দ্ৰৱণীয়তা সাম্য আলোচনা কৰা হৈছে আৰু সাম্যধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশৰাশি দ্ৰৱণীয়তা গুণফল ধ্ৰুৱক (K_{sp}) হিচাপে উপস্থাপন কৰা হৈছে। লৱণৰ দ্ৰাব্যতাৰ লগত ইয়াৰ সম্বন্ধ স্থাপন কৰা হৈছে। দ্ৰৱত লৱণৰ অধঃক্ষেপণৰ চৰ্ত্ত আৰু এইবোৰৰ দ্ৰৱণ আদি আলোচনা কৰা হৈছে। আংশিক দ্ৰৱণীয় লৱণৰ ক্ষেত্ৰত সম আয়নৰ ভূমিকা আলোচনা কৰা হৈছে।

এই অধ্যায়ৰ ক্ষেত্ৰত ছাত্ৰ-ছাত্ৰীয়ে কৰিব পৰা কাৰ্য্যাৱলী

(a) সতেজ শাক-পাচলি আৰু ফলৰ ৰস, পানীয়, বিভিন্ন জুলীয়া প্ৰসাধন আৰু পানীৰ নমুনা আদিৰ pH ছাত্ৰ-ছাত্ৰীয়ে pH কাগজেৰে নিৰ্ণয় কৰিব পাৰে।

(b) বিভিন্ন লৱণৰ দ্ৰৱৰ pH ও pH কাগজেৰে নিৰ্ণয় কৰিব পাৰে আৰু এই মানৰ পৰা লৱণবোৰ তীব্ৰ/মৃদু এছিড আৰু ক্ষাৰকৰ পৰা উৎপন্ন হৈছেনে সেইটো ঠাৱৰ কৰিব পাৰিব।

(c) ছাত্ৰ-ছাত্ৰীয়ে ছ'ডিয়াম এছিটেট আৰু এছেটিক এছিডৰ দ্ৰৱ মিহলাই বাফাৰ দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰিব পাৰে আৰু pH কাগজ ব্যৱহাৰ কৰি এইবোৰৰ pH নিৰ্ণয় কৰিব পাৰে।

(d) ছাত্ৰ-ছাত্ৰীবোৰক বেলেগ বেলেগ সূচক যোগান ধৰিব লাগে যাতে বিভিন্ন pH যুক্ত দ্ৰৱত সেইবোৰৰ বৰণৰ পৰিবৰ্তন লক্ষ্য কৰিব পাৰে।

(e) সূচক ব্যৱহাৰ কৰি ছাত্ৰ-ছাত্ৰীয়ে কিছুমান এছিড ক্ষাৰক টাইট্ৰেচন কৰিব পাৰে।

(f) ইষৎ দ্ৰাব্য লৱনৰ দ্ৰৱনীয়তাৰ ওপৰত সাধাৰণ আয়নৰ প্ৰভাৱ পৰীক্ষাৰ দ্বাৰা লক্ষ্য কৰিব পাৰে।

(g) বিদ্যালয়ত যদি pH মিটাৰ আছে, তেন্তে ইয়াৰ সহায়ত ওপৰত দিয়া পৰীক্ষা সমূহৰ ক্ষেত্ৰত pH নিৰ্ণয় কৰি pH কাগজেৰে পোৱা মানৰ লগত তুলনা কৰি চাব পাৰে।

অনুশীলনী

7.1 নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত এটা বন্ধ পাত্ৰত জুলীয়া পদাৰ্থ এটা ইয়াৰ বাষ্পৰ সৈতে সাম্যাৱস্থাত আছে। পাত্ৰটোৰ আয়তন হঠাতে বৃদ্ধি কৰা হ'ল।

(a) বাষ্পীয় চাপৰ পৰিৱৰ্তনৰ ওপৰত প্ৰাৰম্ভিক প্ৰভাৱ কি হ'ব?

(b) প্ৰাৰম্ভনিতে বাষ্পীভৱন আৰু ঘনীভৱনৰ হাৰৰ পৰিৱৰ্তন কেনেকুৱা হ'ব?

(c) অৱশেষত সাম্য প্ৰতিস্থিত হ'লে কি হ'ব আৰু এই অৱস্থাত বাষ্পীয় চাপ কিমান হ'ব?

7.2 তলত দিয়া বিক্ৰিয়াসা ম্যটোৰ বাবে K_c ৰ মান কিমান হ'ব?

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

পদাৰ্থবোৰৰ সাম্য গাঢ়তা হ'ল $[SO_2] = 0.60M$, $[O_2] = 0.82M$ আৰু $[SO_3] = 1.90M$?

7.3 কোনো নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত আৰু 10^3 Pa চাপত আয়'ডিনৰ বাষ্পত আয়তন হিচাপ 40% পৰমাণু থাকে

$$I_2(g) \rightleftharpoons 2I(g)$$

সাম্যটোৰ বাবে K_p নিৰ্ণয় কৰা।

7.4 তলত দিয়া বিক্ৰিয়াসমূহৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱক K_c ৰ প্ৰকাশ ৰাশি লিখা—

(i) $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$

DAILY ASSAM

(iii) $CH_3COOC_2H_5(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH\ (aq) + C_2H_5OH\ (aq)$

(iv) $Fe^{3+}\ (aq) + 3OH^-\ (aq) \rightleftharpoons Fe(OH)_3\ (s)$

(v) $I_2\ (s) + 5F_2 \rightleftharpoons 2IF_5$

7.5 তলত দিয়া সাম্যসমূহৰ বাবে K_p ৰ মানৰ পৰা K_c ৰ মান নিৰ্ণয় কৰা—

(i) $2NOCl\ (g) \rightleftharpoons 2NO\ (g) + Cl_2\ (g);\ K_p = 1.8 \times 10^{-2}$ at 500 K

(ii) $CaCO_3\ (s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g);\ K_p = 167$ at 1073 K

7.6 তলৰ সাম্যটোৰ বাবে $K_c = 6.3 \times 10^{14}$ (1000 K উষ্ণতাত)

$NO\ (g) + O_3\ (g) \rightleftharpoons NO_2\ (g) + O_2\ (g)$

বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়াৰ বাবে K_c ৰ মান কিমান হ'ব?

7.7 সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশিত বিশুদ্ধ জুলীয়া পদাৰ্থ আৰু গোটা পদাৰ্থৰ গাঢ়তা কিয় উপেক্ষা কৰা হয়?

7.8 N_2 আৰু O_2 ৰ মাজত বিক্ৰিয়াটো আমি তলত দিয়া ধৰণে লিখিব পাৰো—

$$2N_2\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2N_2O\ (g)$$

কোনো এক নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত 10L বিক্ৰিয়া পাত্ৰ এটাত 0.482 ম'ল N_2 আৰু 0.933 ম'ল O_2 মিহলাই N_2O উৎপন্ন হ'বলৈ দিয়া হ'ল। এই ক্ষেত্ৰত K_c ৰ মান 2.0×10^{-37} হ'লে সাম্যাৱস্থাৰ মিশ্ৰটোৰ সংযুতি নিৰ্ণয় কৰা।

7.9 তলত দিয়া বিক্ৰিয়া অনুসৰি নাইট্ৰিক অক্সাইড আৰু Br_2 ৰ মাজত বিক্ৰিয়া হৈ নাইট্ৰ'ছিল ব্ৰ'মাইড উৎপন্ন হয়।

$$2NO\ (g) + Br_2\ (g) \rightleftharpoons 2NOBr\ (g)$$

কোনো নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত বন্ধ পাত্ৰ এটাত 0.087 ম'ল NO আৰু 0.0437 ম'ল Br_2 মিহলাই বিক্ৰিয়া হ'বলৈ দিলে সাম্যাৱস্থাত 0.0518 ম'ল NOBr পোৱা যায়। সাম্যাৱস্থাত NO আৰু Br_2 ৰ পৰিমাণ নিৰ্ণয় কৰা।

7.10 তলত দিয়া বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্যাৱস্থাত 450K উষ্ণতাত $K_p = 2.0\times10^{10}$/

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

এই উষ্ণতাত K_c ৰ মান কিমান হ'ব?

7.11 0.2 বায়ুমণ্ডলীয় চাপত এটা ফ্লাস্কৰ ভিতৰত HI (g) ৰখা হ'ল। সাম্যাৱস্থাত HI (g) ৰ আংশিক চাপ 0.04 বায়ুমণ্ডলীয় চাপ। তলৰ সাম্যটোৰ বাবে K_p ৰ মান কিমান?

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

7.12 500K উষ্ণতাত 20L বিক্ৰিয়া পাত্ৰ এটাত 1.57 ম'ল N_2, 1.92 ম'ল H_2 আৰু 8.13 ম'ল NH_3 ভৰোৱা হ'ল। $N_2\ (g) + 3H_2\ (g) \rightleftharpoons 2NH_3\ (g)$ বিক্ৰিয়াৰ বাবে এই উষ্ণতাত সাম্য ধ্ৰুৱক $K_c = 1.7\times10^2$ হ'লে বিক্ৰিয়া মিশ্ৰটো সাম্য অৱস্থাত আছেনে? যদি নাই মুঠ বিক্ৰিয়াটো কোন পিনে অগ্ৰসৰ হ'ল?

DAILY ASSAM

7.13 এটা গেছীয় বিক্ৰিয়াৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ প্ৰকাশ ৰাশি হ'ল—

$$K_c = \frac{[NH_3]^4 [O_2]^5}{[NO]^4 [H_2O]^6}$$

এই প্ৰকাশ ৰাশি অনুসৰি সমতুলিত ৰাসায়নিক সমীকৰণটো লিখা।

7.14 H_2O ৰ এক ম'ল আৰু CO ৰ এক ম'ল 10L পাত্ৰ এটাত লৈ 725K উষ্ণতাত গৰম কৰা হ'ল। সাম্যাৱস্থাত তলত দিয়া বিক্ৰিয়া অনুসৰি 40% পানীয়ে ভৰ হিচাপত CO ৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰে

$$H_2O\ (g) + CO\ (g) \rightleftharpoons H_2\ (g) + CO_2\ (g)$$

বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান নিৰ্ণয় কৰা।

7.15 700K উষ্ণতাত তলৰ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান হ'ল 54.8।

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

যদি 700K উষ্ণতাত সাম্যাৱস্থাত 0.5 ম'ল প্ৰতিলিটাৰ HI(g) থাকে তেনেহ'লে, H_2 (g) আৰু I_2 (g) ৰ গাঢ়তা কিমান হ'ব, যদিহে আমি HI (g)ৰে বিক্ৰিয়াটো আৰম্ভ কৰি 700K উষ্ণতাত সাম্যাৱস্থা প্ৰাপ্ত হয় বুলি ধৰোঁ।

7.16 প্ৰতিটো পদাৰ্থৰ সাম্য অৱস্থাত গাঢ়তা (equilibrium concentration) কিমান হ'ব, যদি ICl ৰ প্ৰাৰম্ভিক গাঢ়তা 0.78 M হয়?

$$2ICl\ (g) \rightleftharpoons I_2\ (g) + Cl_2\ (g);\quad K_c = 0.14$$

7.17 899 K উষ্ণতাত তলত দিয়া সাম্যটোৰ বাবে K_p ৰ মান হ'ল 0.04 atm। C_2H_6 ৰ সাম্য গাঢ়তা কি হব যেতিয়া ইয়াক এটা ফ্লাস্কত (Flask) 4.0 atm চাপত ৰখা হয় আৰু সাম্য অৱস্থা পাব দিয়া হয়।

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

7.18 ইথানল (C_2H_5OH) আৰু এছিটিক এছিডৰ (CH_3COOH) মাজত হোৱা বিক্ৰিয়াৰ ফলত ইথাইল এছিটেট উৎপন্ন হয় আৰু সিহতৰ মাজৰ সাম্য অৱস্থাটো তলত দিয়া ধৰণে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি—

$$CH_3COOH\ (l) + C_2H_5OH\ (l) \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5\ (l) + H_2O\ (l)$$

(i) এই বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে গাঢ়তাৰ অনুপাত (Q_c) লিখা (বি. দ্ৰ. অতিৰিক্ত পৰিমাণত পানী নাই আৰু ই দ্ৰাৱক নহয়।)

(ii) 293 K উষ্ণতাত 1 ম'ল এছিটিক এছিড আৰু 0.18 ম'ল ইথানলেৰে বিক্ৰিয়াটো আৰম্ভ কৰিলে অন্তিম সাম্য মিশ্ৰত 0.171 ম'ল ইথাইল এছিটেট থাকে। সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান গণনা কৰা।

DAILY ASSAM

(iii) 0.5 ম'ল ইথানল আৰু 1.0 ম'ল এছিটিক এছিডেৰে বিক্রিয়াটো আৰম্ভ কৰিলে কিছু সময় পিছত 0.214 ম'ল ইথাইল এছিটেট পোৱা যায়। বিক্রিয়াটো সাম্য অৱস্থা পাবনে? (এই ক্ষেত্ৰত উষ্ণতা 293K ত নিয়ন্ত্ৰণ কৰা হয়।)

7.19 খালী পাত্ৰ এটাৰ ভিতৰত বিশুদ্ধ PCl_5 ৰ নমুনা এটা 473 K উষ্ণতাত ৰখা হ'ল। সাম্য অৱস্থা পোৱাৰ পিছত PCl_5 ৰ গাঢ়তা 0.5×10^{-1} ম'ল/লিটাৰ পোৱা গ'ল। যগি সাম্য ধ্ৰুৱক K_c ৰ মান 8.3×10^{-3} হয়, তেন্তে সাম্য অৱস্থাত PCl_3 আৰু Cl_2 ৰ গাঢ়তা কিমান হ'ব?

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

7.20 আইৰন আকৰিকৰ পৰা তীখা প্ৰস্তুতিত ঘটা বিক্রিয়া এটাত কাৰ্বন মন'ক্সাইডৰ দ্বাৰা আইৰন (II) অক্সাইডৰ বিজাৰণ ঘটাই আইৰন ধাতু আৰু কাৰ্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন কৰা হয়।

$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(s) + CO_2(g)$; 1050 K উষ্ণতাত K_p=0.265 atm

যদি CO আৰু CO_2 ৰ প্ৰাৰম্ভিক আংশিক চাপ p_{CO}=1.4 atm আৰু p_{CO_2}= 0.80 atm হয় তেতিয়া 1050K উষ্ণতাত CO আৰু CO_2 ৰ সাম্য আংশিক চাপ কি হব?

7.21 500 K উষ্ণতাত তলৰ বিক্রিয়াটো

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ৰ সাম্য ধ্ৰুৱক K_c ৰ মান 0.061

এক নিৰ্দিষ্ট সময়ত বিক্রিয়া মিশ্ৰণটোৰ সংযুক্তি 3.0 mol L^{-1} N_2, 2.0 mol 1^{-1} H_2 আৰু 0.5 mol L^{-1} পোৱা যায়। বিক্রিয়াটো সাম্য অৱস্থাত আছেনে? যদি নাই সাম্য অৱস্থা পাবলৈ বিক্রিয়াটো কোন দিশত আগবাঢ়িব?

7.22 ব্ৰ'মিন ম'ন'ক্ল'ৰাইড, BrCl ব্ৰমিন আৰু ক্ল'ৰিনলৈ বিয়োজন ঘটি সাম্য অৱস্থাপ্ৰাপ্ত হয়।

$2BrCl(g) \rightleftharpoons Br_2(g) + Cl_2(g)$

500 K উষ্ণতাত K_c = 32। যদি আৰম্ভনিতে বিশুদ্ধ BrCl ৰ গাঢ়তা 3.3×10^{-3} হয় তেন্তে সাম্য অৱস্থাত মিশ্ৰটোত ইয়াৰ ম'লাৰ গাঢ়তা কি হব?

7.23. 1127 K উষ্ণতাত আৰু 1 atm চাপত CO আৰু CO_2 ৰ গেছীয় মিশ্ৰ এটা গোটা কাৰ্বনৰ সৈতে সাম্য অৱস্থাত থাকে। এই মিশ্ৰটোত ভৰ হিচাপে 90.55% CO আছে।

$$C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$$

ওপৰোক্ত উষ্ণতাৰ বাবে বিক্রিয়াটোৰ সাম্য ধ্ৰুৱক K_c ৰ মান গণনা কৰা।

7.24 NO আৰু O_2 ৰ পৰা 298 K উষ্ণতাত NO_2 সৃষ্টিৰ বাবে (a) ΔG^0 আৰু (b) সাম্য ধ্ৰুৱক গণনা কৰা।

$NO(g) + ½O_2(g) \rightleftharpoons NO_2(g)$

য'ত

$\Delta_f G^\ominus (NO_2) = 52.0$ kJ/mol

$\Delta_f G^\ominus (NO) = 87.0$ kJ/mol

$\Delta_f G^\ominus (O_2) = 0$ kJ/mol

DAILY ASSAM

7.25 তলৰ প্ৰতিটো সাম্যৰ বাবে চাপ কমাবলৈ আয়তন বৃদ্ধি কৰিলে বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ ম'ল সংখ্যা বাঢ়িব, কমিব বা নে একে থাকিব?

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

(b) $CaO (s) + CO_2 (g) \rightleftharpoons CaCO_3 (s)$

(c) $3Fe (s) + 4H_2O (g) \rightleftharpoons Fe_3O_4 (s) + 4H_2 (g)$

7.26 চাপ বৃদ্ধি কৰিলে তলৰ বিক্ৰিয়াসমূহৰ কোনকেইটাৰ ওপৰত প্ৰভাৱ পৰিব? আৰু এই পৰিৱৰ্তনে বিক্ৰিয়াটো সন্মুখী নে বিপৰীতমুখী কৰিব উল্লেখ কৰা।

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

(ii) $CH_4 (g) + 2S_2 (g) \rightleftharpoons CS_2 (g) + 2H_2S (g)$

(iii) $CO_2 (g) + C (s) \rightleftharpoons 2CO (g)$

(iv) $2H_2 (g) + CO (g) \rightleftharpoons CH_3OH (g)$

(v) $CaCO_3 (s) \rightleftharpoons CaO (s) + CO_2 (g)$

(vi) $4 NH_3 (g) + 5O_2 (g) \rightleftharpoons 4NO (g) + 6H_2O(g)$

7.27 1024 K উষ্ণতাত তলৰ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে সাম্য ধ্ৰুৱকৰ মান হ'ল 1.6×10^5

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

যদি 1024 K উষ্ণতাত আৰু 10.0 bar চাপত থকা HBr গেছ এটা ৰুদ্ধ পাত্ৰ এটাত ভৰোৱা হয়, তেন্তে 1024 K উষ্ণতাত সকলোবোৰ গেছৰ সাম্য চাপ নিৰ্ণয় কৰা।

7.28 তলত দিয়া তাপগ্ৰাহী (endothermic) বিক্ৰিয়াৰ দ্বাৰা প্ৰাকৃতিক গেছৰ জলীয় বাষ্পৰ সহায়ত হোৱা আংশিক জাৰণৰ পৰা ডাইহাইড্ৰ'জেন (H_2) গেছ পোৱা যায়।

$$CH_4 (g) + H_2O (g) \rightleftharpoons CO (g) + 3H_2 (g)$$

(a) ওপৰৰ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে K_p ৰ প্ৰকাশ ৰাশিটো লিখা।

(b) K_p ৰ মান আৰু সাম্য মিশ্ৰৰ সংযুক্তি তলত দিয়াবোৰে কেনেদৰে প্ৰভাৱিত হ'ব।

(i) চাপ বৃদ্ধি কৰি

(ii) উষ্ণতা বৃদ্ধি কৰি

(iii) এটা অনুঘটক ব্যৱহাৰ কৰি

7.29 $2H_2(g) + CO (g) \rightleftharpoons CH_3OH (g)$ ৰ ওপৰত নিম্ন লিখিত পৰিৱৰ্তনবোৰ সাধন কৰিলে কি প্ৰভাৱ পৰিব বাখ্যা কৰা। —

(a) H_2 সংযোজন

(b) CH_3OH ৰ সংযোজন

(c) CO আঁতৰালে

(d) CH_3OH আঁতৰালে

DAILY ASSAM

7.30 473K উষ্ণতাত ফছফৰাছ পেণ্টাক্ল'ৰাইডৰ (PCl_5) বিয়োজনৰ সাম্য ধ্ৰুৱক K_c মান 8.3×10^{-3} বিক্ৰিয়াটো হ'ল—

$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g) \qquad \Delta_r H^\ominus = 124.0 \text{ kJ mol}^{-1}$

(a) বিক্ৰিয়াটোৰ বাৰে K_c ৰ প্ৰকাশ ৰাশি লিখা।

(b) একে উষ্ণতাত বিপৰীতমুখী বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে K_c ৰ মান কি হ'ব?

(c) K_cৰ ওপৰত প্ৰভাৱ কি হ'ব যদি (i) অধিক ফছফৰাছ পেণ্টাক্ল'ৰাইড, PCl_5 যোগ কৰা হয় (ii) চাপ বৃদ্ধি কৰা হয়; (iii) উষ্ণতা বৃদ্ধি কৰা হয়।

7.31 প্ৰাকৃতিক গেছৰ পৰা পোৱা মিথেনৰ সৈতে উচ্চ উষ্ণতাত জলীয় বাষ্পৰ বিক্ৰিয়া ঘটাই হেবাৰৰ পদ্ধতিত ব্যৱহৃত ডাইহাইড্ৰ'জেন গেছ উৎপন্ন কৰা হয়। দুটা খাপত (stage) ঘটা বিক্ৰিয়াটোৰে প্ৰথম খাপত CO আৰু H_2 গেছৰ সৃষ্টি হয়। ২য় ঢাপত, ১ম খাপত সৃষ্টি হোৱা CO এ অধিক জলীয় বাষ্পৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰে।

$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$

যদি 400°C উষ্ণতাত থকা পাত্ৰ এটা সমম'লৰ CO আৰু জলীয় বাষ্পৰ মিশ্ৰৰে পূৰ্ণ কৰা হয় যাতে $p_{CO} = p_{H_2O} = 4.0$ bar, তেন্তে সাম্য অৱস্থাত H_2 ৰ আংশিক চাপ কিমান হ'ব? 400°C উষ্ণতাত K_p=10.1

7.32 তলৰ কোনটো বিক্ৰিয়াৰ বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ গাঢ়তা গ্ৰহণযোগ্য হব ঠাৰৰ কৰা

(a) $Cl_2(g) \rightleftharpoons 2Cl(g) \qquad K_c = 5\times10^{-39}$

b) $Cl_2(g) + 2NO(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g) \qquad K_c = 3.7\times10^{8}$

c) $Cl_2(g) + 2NO_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2Cl(g) \qquad K_c = 1.8$

7.33 25°C উষ্ণতাত $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে K_c ৰ মান হ'ল 2.0×10^{-50} যদি 25°C উষ্ণতাত বায়ুৰ O_2 ৰ সাম্য গাঢ়তা 1.6×10^{-2} হয়, তেন্তে O_3 ৰ গাঢ়তা কি হব?

7.34 1300 K উষ্ণতাত 1 L ফ্লাস্ক এটাত তলত দিয়া বিক্ৰিয়াটো সাম্য অৱস্থাত আছে।

$CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$

ফ্লাস্কটোত 0.30 mol CO, 0.10 mol H_2 আৰু 0.02 mol H_2O আৰু অজ্ঞাত পৰিমাণৰ CH_4 আছে। মিশ্ৰটোত CH_4 ৰ গাঢ়তা নিৰ্ণয় কৰা। 1300 K উষ্ণতাত বিক্ৰিয়াটোৰ সাম্য ধ্ৰুৱক, K_C ৰ মান হ'ল 3.90।

7.35 সংযুগ্ম অম্ল ক্ষাৰক বুলিলে কি বুজা? তলত দিয়াবোৰৰ বাবে সংযুগ্ম অম্ল/ক্ষাৰক উলিওৱা HNO_2, CN^-, $HClO_4$, F^-, OH^-, CO_3^{2-}, আৰু S^{2-}

7.36 তলৰ কোনবোৰ লিউছৰ এছিড?

H_2O, BF_3, H^+, আৰু NH_4^+

DAILY ASSAM

7.37 তলৰ দিয়া ব্ৰনষ্টেড এছিডবোৰৰ সংযুগ্ম ক্ষাৰক কি হ'ব?

HF, H_2SO_4 আৰু HCO_3^-

7.38 তলত দিয়া ব্ৰনষ্টেড ক্ষাৰকৰ সংযুগ্ম এছিডবোৰ লিখা।

NH_2^-, NH_3 আৰু $HCOO^-$.

7.39 তলত দিয়া অণু/আয়নবোৰে ব্ৰনষ্টেড এছিড আৰু ক্ষাৰক হিচাপে ক্ৰিয়া কৰে। প্ৰত্যেকটোৰ বাবে সংযুগ্ম এছিড আৰু ক্ষাৰক লিখা।

H_2O, HCO_3^-, HSO_4^- আৰু NH_3

7.40 তলত দিয়া আয়ন/অণুবোৰক লিৱিছ এছিড আৰু ক্ষাৰক হিচাপে শ্ৰেণীবিভাজন কৰা আৰু ইহঁতে কেনেকৈ লিৱিছ এছিড/ক্ষাৰক হিচাপে ক্ৰিয়া কৰে দেখুওৱা।

(a) OH^- (b) F^- (c) H^+ (d) BCl_3 .

7.41 কোমল পানীয়ৰ নমুনা এটাত থকা হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা হ'ল 3.8×10^{-3} M ইয়াৰ pH কি হ'ব?

7.42 ভিনেগাৰৰ নমুনা এটাৰ pH হ'ল 3.76 ইয়াত থকা হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা গণনা কৰা।

7.43 298 K উষ্ণতাত HF, HCOOH আৰু HCN ৰ আয়নীয় ধ্ৰুৱকৰ মান যথাক্ৰমে 6.8×10^{-4}, 1.8×10^{-4} আৰু 4.8×10^{-9}। ইহঁতৰ সংযুগ্ম ক্ষাৰকবোৰৰ আয়নীয় ধ্ৰুৱকৰ মান গণনা কৰা।

7.44 ফিনলৰ আয়নীয় ধ্ৰুৱকৰ মান হ'ল1.0×10^{-10}। 0.05M ফিনলৰ দ্ৰৱ এটাত থকা ফিন'লেট আয়নৰ গাঢ়তা কিমান হ'ব? যদি দ্ৰৱটো 0.01M ছডিয়াম ফিনলেট হয়, তেন্তে ইয়াৰ আয়নীকৰণৰ মাত্ৰা কি হ'ব?

7.45. H_2S ৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান 9.1×10^{-8}। ইয়াৰ 0.1 M দ্ৰৱত থকা HS^- আয়নৰ গাঢ়তা গণনা কৰা। যদি হাইড্ৰ'ক্লৰিক এছিড সাপেক্ষে দ্ৰৱটো 0.1M হয়, তেন্তে এই গাঢ়তা কেনেদৰে প্ৰভাৱিত হব? যদি H_2S ৰ দ্বিতীয় আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক 1.2×10^{-13} হয়, তেন্তে দুয়ো ক্ষেত্ৰতে S^{-2} ৰ গাঢ়তা গণনা কৰা।

7.46 এছেটিক এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক হ'ল 1.74×10^{-5}। ইয়াৰ 0.05M দ্ৰৱ এটাত এছেটিক এছিডৰ বিয়োজনৰ মাত্ৰা গণনা কৰা। দ্ৰৱত থকা এছিটেট আয়নৰ গাঢ়তা আৰু ইয়াৰ pH গণনা কৰা।

7.47 জৈৱ এছিড এটাৰ 0.01M দ্ৰৱৰ pH হ'ল 4.15। এনায়নটোৰ গাঢ়তা, এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক আৰু ইয়াৰ pK_a ৰ মান গণনা কৰা।

7.48 সম্পূৰ্ণ বিয়োজন হোৱা বুলি ধৰি, তলৰ দ্ৰৱ কেইটাৰ pH গণনা কৰা—

(a) 0.003 M HCl (b) 0.005 M NaOH (c) 0.002 M HBr (d) 0.002 M KOH

7.49 তলৰ দ্ৰৱকেইটাৰ pH গণনা কৰা—

(a) 2 g TlOH পানীত দ্ৰৱীভূত কৰি পোৱা 2 লিটাৰ দ্ৰৱ

DAILY ASSAM

(b) 0.3 g $Ca(OH)_2$ পানীত দ্ৰৱীভূত কৰি পোৱা 500 mL দ্ৰৱ।

(c) 0.3 g Na OH পানীত দ্ৰৱীভূত কৰি পোৱা 200 mL দ্ৰৱ।

(d) 13.6 M HCl ৰ 1mL পানীৰে লঘু কৰি পোৱা 1 লিটাৰ দ্ৰৱ।

7.50 0.1 M ব্ৰম'এছেটিক এছিড দ্ৰৱৰ আয়নীকৰণৰ মাত্ৰা হ'ল 0.132। দ্ৰৱটোৰ pH আৰু ব্ৰ'ম'এছেটিক এছিডৰ pK_a ৰ গণনা কৰা।

7.51 0.005M ক'ডেইন [Codeine ($C_{18}H_{21}NO_3$)] দ্ৰৱৰ pH 9.95। ইয়াৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক আৰু pK_b ৰ মান গণনা কৰা।

7.52 0.001 M এনিলিন দ্ৰৱৰ pH কি হ'ব? এনিলিনৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান তালিকা 7.7 ৰ পৰা লব পৰা যায়। দ্ৰৱটোত এনিলিনৰ আয়নীভৱনৰ মাত্ৰা গণনা কৰা। এনিলিনৰ সংযুগ্ম এছিডৰো আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান গণনা কৰা।

7.53 যদি এছেটিক এছিডৰ pK_a ৰ মান 4.74 হয়, তেন্তে 0.05M এছেটিক এছিডৰ আয়নীভৱনৰ মাত্ৰা গণনা কৰা।

যেতিয়া দ্ৰৱটোত (a) 0.01 M (b) 0.1 M HCl থাকে তেতিয়া ইয়াৰ আয়নীভৱনৰ মাত্ৰাৰ কেনেদৰে প্ৰভাৱিত হ'ব?

7.54 ডাইমিথাইল এমিনৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান 5.4×10^{-4}, 0.02 M দ্ৰৱ এটাত ইয়াৰ আয়নীকৰণৰ মাত্ৰা গণনা কৰা। যদি দ্ৰৱটো NaOH সাপেক্ষে 0.1M হয়, তেন্তে ডাইমিথাইল এমিনৰ আয়নীকৰণ মাত্ৰা কিমান হ'ব?

7.55 তলত দিয়া জৈৱিক ৰসবোৰৰ pH ৰ মান দিয়া আছে। সিহঁতৰ H^+ আয়নৰ গাঢ়তা গণনা কৰা—

(a) মানুহৰ পেশীৰস, 6.83

(b) মানুহৰ পাকস্থলী ৰস, 1.2

(c) মানুহৰ তেজ 7.38

(d) মানুহৰ লেলাউটি (human saliva) 6.4

7.56 গাখীৰ, ব্লেক কফি, বিলাহীৰ ৰস (tomato juice) নেমু টেঙাৰ ৰস (lemon juice) আৰু কণীৰ বগা অংশৰ pH যথাক্ৰমে 6.8, 5.0, 4.2, 2.2 আৰু 7.8। প্ৰতিটোৰে হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তা গণনা কৰা।

7.57 298 K উষ্ণতাত, 0.561g K OH পানীত দ্ৰৱীভূত কৰি পোৱা 200 mL দ্ৰৱত থকা পটাছিয়াম, হাইড্ৰ'জেন আৰু হাইড্ৰ'ক্সিল আয়নৰ গাঢ়তা গণনা কৰা। ইয়াৰ pH কি হ'ব?

7.58 298 K উষ্ণতাত, $Sr(OH)_2$ ৰ দ্ৰাব্যতা হ'ল 19.23 g/L ষ্ট্ৰনচিয়াম আৰু হাইড্ৰক্সিল আয়নৰ গাঢ়তা আৰু দ্ৰৱটোৰ pH গণনা কৰা।

7.59 প্ৰপানয়িক এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান হ'ল 1.32×10^{-5}। ইয়াৰ 0.05 M দ্ৰৱত এছিডটোৰ আয়নীয়কৰণৰ মাত্ৰা আৰু দ্ৰৱৰ pH গণনা কৰা। দ্ৰৱটো HCl সাপেক্ষে 0.01 M হ'লে ইয়াৰ আয়নীকৰণৰ মাত্ৰা কি হ'ব?

7.60 0.1M চায়েনিক এছিডৰ (HCNO) ৰ দ্ৰৱৰ pH 2.34। এছিডটোৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক আৰু দ্ৰৱত ইয়াত আয়নীকৰণৰ মাত্ৰা গণনা কৰা।

DAILY ASSAM

7.61 নাইট্ৰাছ এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান 45×10^{-4} হ'লে, 0.04 M ছডিয়াম নাইট্ৰাইট দ্ৰৱৰ pH আৰু জলবিশ্লেষণৰ মাত্ৰা গণনা কৰা।

7.62 পিৰিডিনিয়াম হাইড্ৰ'ক্লৰাইডৰ 0.02M দ্ৰৱৰ pH 3.44 হ'লে পিৰিডিনৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান গণনা কৰা।

7.63 তলত দিয়া লৱণবোৰৰ দ্ৰৱবোৰ আম্লিক, ক্ষাৰকীয়নে প্ৰশম ঠাৰৰ কৰা—

$NaCl$, KBr, $NaCN$, NH_4NO_3, $NaNO_2$ আৰু KF

7.64 ক্ল'ৰ'এছেটিক এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱকৰ মান 1.35×10^{-3} হ'লে 0.1M এছিড আৰু ইয়াৰ 0.1M ছ'ডিয়াম লৱণ দ্ৰৱৰ pH কি হ'ব?

7.65 310 K উষ্ণতাত পানীৰ আয়নীয় গুণফল হ'ল 2.7×10^{-14}। এই উষ্ণতাতে প্ৰশম পানীৰ pH কি হ'ব?

7.66 তলত দিয়া মিশ্ৰবোৰৰ pH গণনা কৰা—

a) 10 mL 0.2M $Ca(OH)_2$ + 25 mL 0.1M HCl

b) 10 mL 0.01M H_2SO_4 + 10 mL 0.01M $Ca(OH)_2$

c) 10 mL 0.1M H_2SO_4 + 10 mL 0.1M KOH

7.67 তালিকা 7.9 ত দিয়া দ্ৰব্যতা গুণফল ধ্ৰুৱকৰ পৰা 298 K উষ্ণতাত ছিলভাৰ ক্ৰ'মেট, বেৰিয়াম ক্ৰ'মেট, ফেৰিক হাইড্ৰ'ক্সাইড, লেড ক্ল'ৰাইড আৰু মাৰকিউৰাছ আয়'ডাইডৰ দ্ৰাব্যতা নিৰ্ণয় কৰা আৰু প্ৰতিটো আয়নৰ ম'লাৰিটি নিৰ্ণয় কৰা।

7.68 Ag_2CrO_4 আৰু $AgBr$ ৰ দ্ৰাব্যতা গুণফল ধ্ৰুৱকৰ মান যথাক্ৰমে 1.1×10^{-12} আৰু 5.0×10^{-13}। সিহঁতৰ সংপৃক্ত দ্ৰৱৰ ম'লাৰিটিৰ অনুপাত গণনা কৰা।

7.69 ছ'ডিয়াম আয়'ডেট আৰু কি'উপ্ৰিক ক্ল'ৰেটৰ 0.002 M দ্ৰৱৰ সম আয়তন একে লগে মিহলোৱা হ'ল। ই কপাৰ আয়'ডেট অধঃক্ষেপিত কৰিবনে? (কিউপ্ৰিক আয়'ডেটৰ বাবে $K_{SP}=7.0\times10^{-8}$)

7.70 বেনজয়িক এছিডৰ আয়নীকৰণ ধ্ৰুৱক হ'ল 6.46×10^{-5} আৰু ছিলভাৰ বেনজয়েটৰ K_{SP} ৰ মান হ'ল 2.5×10^{-13}। বিশুদ্ধ পানীত ইয়াৰ দ্ৰাব্যতাৰ তুলনাত pH 3.19 ৰ বাফাৰত ছিলভাৰ বেনজয়েট কিমানগুণে বেছি দ্ৰবীভূত হ'ব?

7.71 সম মলাৰ ফেৰাছ ছালফাইড আৰু ছ'ডিয়াম ছালফাইডৰ দ্ৰৱৰ সম আয়তন এনেকৈ মিহলোৱা হ'ল যাতে আইৰন ছালফাইড অধ:ক্ষেপিত নহয়, তেন্তে ইয়াৰ সৰ্বোচ্চ গাঢ়তা কি হ'ব? (আইৰন ছালফাইডৰ বাবে $K_{SP}= 6.3\times10^{-18}$)

7.72 298K উষ্ণতাত 1g কেলছিয়াম ছালফেট দ্ৰবীভূত কৰিবলৈ প্ৰয়োজনীয় সৰ্বনিম্ন পানীৰ আয়তন কি হ'ব? (কেলছিয়াম ছালফেটৰ $K_{SP}=9.1\times10^{-6}$)

7.73 হাইড্ৰ'জেন ছালফাইডৰ দ্বাৰা সংপৃক্ত 0.1M HCl দ্ৰৱত থকা ছালফাইড আয়নৰ গাঢ়তা হ'ল 1.0×10^{-19} M। যদি ইয়াৰ 10mL তলৰ লৱণবোৰৰ 0.04M দ্ৰৱৰ 5 mL ৰ লগত যোগ কৰা হয় কোনটো দ্ৰৱত অধঃক্ষেপন ঘটিব?

$FeSO_4$, $MnCl_2$, $ZnCl_2$ আৰু $CdCl_2$।