ମୁଖବନ୍ଧ

ଓଡ଼ିଆ ମାଧ୍ୟମ ସ୍କୁଲ୍‌ରୁ ମାଟ୍ରିକ୍ ପାସ୍ କରୁଥିବା ପିଲାମାନେ ଉଚ୍ଚ ମାଧ୍ୟମିକ(ପ୍ଲସ ୨) ସ୍ତରରେ ବିଜ୍ଞାନରେ ବିଶେଷ ସଫଳତା ହାସଲ କରିବା ପାଇଁ ଏବଂ ଜାତୀୟ ସ୍ତରର ପ୍ରତିଯୋଗିତାରେ ଇଂରେଜୀ ମାଧ୍ୟମରୁ ଆସୁଥିବା ପିଲାଙ୍କ ସହିତ ସମକକ୍ଷ ହେବା ପାଇଁ *ଓଡ଼ିଆରେ ରେଫରେନ୍ସ ବହି* ***ଦି ୟୁରାନିୟମ*** ସଂଘ ତରଫରୁ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଉଛି ।

ଏହି ଭାଗରେ ଥିବା ବିଷୟ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରୁ କେବଳ ଗୋଟିଏ(ଅମ୍ଳ, କ୍ଷାର ଓ ଲବଣ) ଏବେ ଦଶମ ଶ୍ରେଣୀର ପାଠ୍ୟକ୍ରମରେ ଅଛି । ଅନ୍ୟ ଦୁଇଟି ଯଥା ତାପରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନ (Thermochemistry) ଓ ରାସାୟନିକ ବଳଗତି ବିଜ୍ଞାନ (Chemical Kinetics) କିଛି ବର୍ଷ ହେଲା ପାଠ୍ୟକ୍ରମରୁ ଉଠି ଯାଇଛି । ମୁଁ ଏହାକୁ ସ୍ୱାଗତ କରୁଛି କାରଣ ମୋ ମତରେ ଏହା ମାଧ୍ୟମିକ ସ୍ତରରେ ପଢାଯିବା କଥା ନୁହେଁ । ଯେହେତୁ ଏହି ବିଷୟ ଦୁଇଟି ଯୁକ୍ତ ଦୁଇ ବିଜ୍ଞାନ ପାଠ୍ୟକ୍ରମରେ ଅଛି. ତେଣୁ ଏହାକୁ ପିଲା ଦଶମ ଶ୍ରେଣୀରେ ଯଦି ନପଢନ୍ତି ତେବେ ଯୁକ୍ତ ଦୁଇ ସ୍ତରରେ ପଢି ବିଷୟ ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶେଷ ଧାରଣା ପାଇପାରିବେ ।

ଏହି ବହିକୁ ଆମୁଳଚୁଳ ପାଠ କରି ପାଣ୍ଡୁଲିପିଟିକୁ ସମ୍ପାଦନା କରିଛନ୍ତି ମୋର ସହଯୋଗୀ ଏବଂ ଷ୍ଟୁଆର୍ଟ କଲେଜର ପ୍ରାଧ୍ୟାପକ **ଡକ୍ଟର ଅପର୍ଣ୍ଣା ଦତ୍ତ** । ସେଥିପାଇଁ ମୁଁ ତାଙ୍କ ନିକଟରେ କୃତଜ୍ଞ ।

ଆମର ସମସ୍ତ ନିଷ୍ଠା ସତ୍ତ୍ୱେ ବହିରେ କିଛି ତୃଟି ରହିଥାଇପାରେ । ପାଠକ ପାଠିକା ମାନେ ଦୟାକରି ତାହା ଦର୍ଶାଇଲେ ଆମେ କୃତଜ୍ଞ ରହବୁ ।

ଲେଖକ

Contents

1.. ତାପରାସାୟନିକ ବିଜ୍ଞାନ:(Thermochemistry)

ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (endothermic reaction) 2

ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (exothermic reaction)

ସକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତି (activation energy)

କେତେକ ଏନ୍ଥାଲପି ପରିପର୍ତ୍ତନ(some enthalpy changes)

ହେସଙ୍କ ନିୟମ (Hess' Law)

2. ରାସାୟନିକ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା (Chemical Equilibrium) 17

ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (irreversible reactions)

ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (reversible reactions)

ରାସାୟନିକ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା (chemical equilbrium)

ଦ୍ରବ୍ୟ ଅନୁପାତି କ୍ରିୟା ସୂତ୍ର (law of mass action))

ସାମ୍ୟ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ (equlibrium constant)

ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କ ନିୟମ (Le Chatelier principle)

3.. ଅମ୍ଳ, କ୍ଷାର ଏବଂ ଲବଣ 35

ବ୍ରନ୍ଷ୍ଟେଡ୍- ଲୋରିଙ୍କ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ତତ୍ତ୍ୱ

(Bronsted-Lowry theory of acids and bases)

ଆରହେନିୟସଙ୍କ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ତତ୍ତ୍ୱ

(Arrhenius theory of acids and bases)

ଏସିଡ୍-ବେସ ବିଯେଜନାଙ୍କ(acid/base dissociation constant)

ଜଳର ଆୟନୀୟ ଗୁଣଫଳ(ionic product of water)

ପି.ଏଚ୍ ଅନୁମାପ(pH scale)

ଲବଣ ଏବଂ ତାର ଜଳ ଅପଘଟନ

(salt and its hydrolysis)

ଲୁଇସ୍ଙ୍କ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ତତ୍ତ୍ୱ

(Lewis theory of acids and bases)

4. ରାସାୟନିକ ବଳଗତି ବିଜ୍ଞାନ 61

ହାରାହାରି ବେଗ ଏବଂ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ

(average and instantaneous speed)

ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ ନିରୂପଣ(rate of reaction)

ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର କ୍ରମ(order of reaction)

ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନ କାଳ(half life period)

CHAPTER - 1

ତାପରାସାୟନିକ ବିଜ୍ଞାନ
(THERMOCHEMISTRY)

ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ନିହିତ ଥିବା ଶକ୍ତି ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶେଷ ଜ୍ଞାନକୁ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି-ବିଜ୍ଞାନ କୁହାଯାଏ(Chemical Energetics) । ଏହା ଦୁଇ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ ।

(a) ତାପଗତିକ ବିଜ୍ଞାନ (thermodynamics)

(b) ତାପରାସାୟନିକ ବିଜ୍ଞାନ (thermochemistry)

ଗୋଟିଏ ଭୌତିକ କିମ୍ବା ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତର ଏବଂ ତାର ସଂରକ୍ଷଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଜ୍ଞାନ, ଏଥିରେ କେତେ ଶକ୍ତି ରୂପାନ୍ତରିତ ହେଲା ତାହାର ମାତ୍ରା ନିରୂପଣ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ପ୍ରକ୍ରିୟାଟି ସ୍ୱତଃପ୍ରବୃତ୍ତ ଭାବରେ(spontaneously) ଘଟିବ କି ନାହିଁ ତାହାର ପୂର୍ବ ସୂଚନା ଦେବା(prediction) ସମ୍ପର୍କରେ ସମସ୍ତ ଜ୍ଞାନ ହେଲା ତାପଗତିକ ବିଜ୍ଞାନ(thermodynamics) ପରିସର ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ । ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଫଳରେ କେତେ ତାପ ଶକ୍ତିର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଲା ସେ ସମ୍ପର୍କରେ ଜ୍ଞାନକୁ ତାପରାସାୟନିକ ବିଜ୍ଞାନ(thermochemistry) କୁହାଯାଏ । ପ୍ରକୃତରେ ତାପରାସାୟନିକ ବିଜ୍ଞାନ ହେଲା ତାପଗତିକ ବିଜ୍ଞାନର ଏକ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ବିଭାଗ । ଆମେ ପ୍ରଥମେ ଏହି ତାପରାସାୟନିକ ବିଜ୍ଞାନ ସମ୍ପର୍କରେ ଅଲୋଚନା କରିବା ।

ତାପରାସାୟନିକ ବିଜ୍ଞାନ (Thermochemistry)

ତାପ ରାସାୟନିକ ବିଜ୍ଞାନ ଅନୁଯାୟୀ ସମସ୍ତ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଦୁଇ ଶ୍ରେଣୀରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇଛି ।

(a) ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (endothermic reaction)

(b) ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (exothermic reaction)

(a) ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (Endothermic Reaction)

ଯେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ କିଛି ପରିମାଣରେ ତାପଶକ୍ତି ବାହ୍ୟ ପରିବେଶରୁ ଶୋଷିତ ହୋଇଥାଏ (heat is absorbed from the surrounding) ତାହାକୁ ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ ।

ପରୀକ୍ଷା 1 : ଗୋଟିଏ ବିକରରେ କିଛି ଭିନେଗାର (ଏସିଟିକ୍ ଏସିଡ) ଦ୍ରବଣ ନିଅ । ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ଏହି ଦ୍ରବଣରେ ବୁଡାଇ ରଖ । ଦ୍ରବଣର ତାପମାତ୍ରା ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ଲେଖି ରଖ । ଏହି ଦ୍ରବଣରେ କିଛି କଠିନ ସୋଡିୟମ କାର୍ବୋନେଟ୍ ପକାଇ ଦିଅ । ତତ୍କ୍ଷଣାତ୍ ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ଦ୍ରବଣରୁ ବୁଦ୍‌ବୁଦନ ସହିତ ଗ୍ୟାସ ବାହାରୁଛି ଏବଂ ଥର୍ମୋମିଟରରରେ ତାପମାତ୍ରା ଯଥେଷ୍ଟ କମିଯାଇଛି । ତୁମ ହାତ ପାପୁଲିରେ ବିକରର ନିମ୍ନାଂଶକୁ ଧରିରଖ । ଦେଖିବ ହାତକୁ ଏହା ଥଣ୍ଡା ଲାଗୁଛି, କାରଣ ଭିନେଗାର ଓ ସୋଡିୟମ୍ କାର୍ବୋନେଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେବା ପାଇଁ ପ୍ରତିକାରକ ଅଣୁମାନେ ପରିବେଶରୁ କିଛି ତାପଶକ୍ତି ଶୋଷଣ କରିଛନ୍ତି, ତେଣୁ ପରିବେଶର ତାପମାତ୍ରା କମିଯାଇଛି । ବିକରରେ ଥିବା ଦ୍ରବଣର ଜଳଅଣୁମାନେ ହେଲେ ଏହାର ପରିବେଶ ଯେଉଁଥିରୁ ଏହି ତାପ ଶୋଷିତ ହୋଇଛି ତେଣୁ ଦ୍ରବଣର ତାପମାତ୍ରା କମିଯାଇଛି ଏବଂ ଏହା ହାତକୁ ଥଣ୍ଡା ଲାଗୁଛି । ଏହା ହେଲା ଏକ ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ।

$$2\,CH_3COOH(aq.) + Na_2CO_3(aq.) + heat \longrightarrow 2\,CH_3COONa(aq.) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

ଏହାକୁ ତାପରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ (thermochemical equation) କୁହାଯାଏ । ଏହି ସମୀକରଣ ଲେଖିଲାବେଳେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଣୁର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ତାହାର ଭୌତିକ ଅବସ୍ଥା ଯଥା ତରଳ(l- liquid), କଠିନ(s-solid), ଗ୍ୟାସୀୟ(g- gas) ଏବଂ ଜଳୀୟ(aq.- aqueous) ଲେଖିବାକୁ ହୋଇଥାଏ । ଜଳୀୟ(aq.) ର ଅର୍ଥ ହେଲା କଠିନ ଦ୍ରବଟି ଜଳରେ ଦ୍ରବଣିୟ (soluble) ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଛି । ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମୀକରଣର ବାମପାର୍ଶ୍ୱରେ ଶୋଷିତ ହୋଇଥିବା ତାପର ମୂଲ୍ୟ ଲେଖାଯାଇଥାଏ । ସେତିକି ପରିମାଣରେ ତାପଶକ୍ତି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାବେଳେ ଶୋଷିତ ହୋଇଥାଏ ।

ତାପଶୋଷୀ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର କେତେକ ଉଦାହରଣ:

(1) $Ba(OH)_2 . 8H_2O(s) + 2\,NH_4NO_3(aq.) + heat \longrightarrow Ba(NO_3)_2(aq) + 2\,NH_3(g) + 10\,H_2O(l)$

(2) $CaCO_3(s) + heat \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

(3) $PCl_5(g) + heat \longrightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$

(4) $6\,CO_2(g) + 6\,H_2O(l) + heat \xrightarrow[light]{chlorophyll} C_6H_{12}O_6(aq.) + 6\,O_2(g)$

(5) $N_2(g) + O_2(g) + heat \longrightarrow 2\,NO(g)$

(6) $C(s) + 2\,S(s) + heat \longrightarrow CS_2(l)$

ତାପଶୋଷୀ ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାର କେତେକ ଉଦାହରଣ :

(1) $\underset{solid}{NH_4Cl(s)} + \underset{water}{aq.} + heat \longrightarrow \underset{solution}{NH_4Cl(aq.)}\quad [NH_4^+(aq.) + Cl^-(aq.)]$

(2) $NaNO_3(s) + aq. + heat \longrightarrow NaNO_3(aq.)\quad [Na^+(aq.) + NO_3^-(aq.)]$

ଅଧିକାଂଶ ଲବଣର ଜଳରେ ଦ୍ରବିଭବନ(dissolution) ହେଲା ତାପଶୋଷୀ ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

(3) $\underset{ice}{H_2O(s)} + heat \longrightarrow \underset{water}{H_2O(l)}$

(4) $Na(s) + heat \longrightarrow Na(l)$

ସମସ୍ତ କଠିନ ପଦାର୍ଥ ମାନଙ୍କର ଗଳନ (fusion/melting) ହେଲା ତାପଶୋଷୀ ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

(5) $\underset{water}{H_2O(l)} + heat \longrightarrow \underset{water\ vapour}{H_2O(g)}$

(6) $Na(l) + heat \longrightarrow Na(g)$

ସମସ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ମାନଙ୍କର ସ୍ଫୁଟନ (boiling) ବା ବାଷ୍ପିକରଣ (vaporisation)) ହେଲା ତାପଶୋଷୀ ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ତାପ ବା ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପି (Heat content or enthalpy)

ପ୍ରତ୍ୟେକ ପଦାର୍ଥ ବା ରାସାୟନିକ ଦ୍ରବ୍ୟ (ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ)ର ଏକ ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ତାପ ବା ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପି (H) ଥାଏ । ଭୌତିକ କିମ୍ବା ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଫଳରେ ଏହି ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପିର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଥାଏ । ଏହାକୁ ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପିର ପରିବର୍ତ୍ତନ (enthalpy change = ΔH) କୁହାଯାଏ । ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରତିକାରକମାନେ ତାପ ଶୋଷଣ କରୁଥିବାରୁ ଉତ୍ପାଦମାନଙ୍କର ମୋଟ ତାପଶକ୍ତି ପ୍ରତିକାରକମାନଙ୍କର ମୋଟ ତାପଶକ୍ତିଠାରୁ ଅଧିକ ଥାଏ ।

H_R = ପ୍ରତିକାରକର ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ତାପ ବା ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପି, H_P = ଉତ୍ପାଦର ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ତାପ ବା ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପି

$$H_P > H_R$$

$$R + 5 \text{ Joule} \longrightarrow P$$

H_R = 20 Joule $\qquad\qquad$ H_P = 25 Joule

ମନେକର ପ୍ରତିକାରକର ମୋଟ ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ତାପ ଥିଲା 20 ଜୁଲ ଏବଂ ତାହା ପରିବେଶରୁ 5 ଜୁଲ ତାପ ଶୋଷଣ କରି ଉତ୍ପାଦରେ ପରିଣତ ହେଲା । ତେଣୁ ଉତ୍ପାଦର ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ତାପ ହେଲା 25 ଜୁଲ ।

ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପିର ପରିବର୍ତ୍ତନ = ΔH = Enthalpy change = $H_P - H_R$

= 25 - 20 = +5 ଜୁଲ

ତେଣୁ ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପିର ପରିବର୍ତ୍ତନ (ΔH) ହେଲା ଯୁକ୍ତ (+ve) । ତାପରାସାୟନିକ ସମୀକରଣରେ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ବାମ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଲେଖାଯାଇଥାଏ ।

SAQ 1: $A \longrightarrow B$

A ର ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପି ହେଲା 500 କ୍ୟାଲୋରି ଏବଂ B ର ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପି 650 କ୍ୟାଲୋରି, ତେବେ ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ତାପଶୋଷୀ ନା ତାପୋତ୍ପାଦୀ ? ଏହାର ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପିର ପରିବର୍ତ୍ତନ(ΔH) କେତେ ? ଏହାର ତାପ ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ ଲେଖ ।

ଉତ୍ତର : ତାପଶୋଷୀ , $\Delta H = H_B - H_A$ = 650 - 500 = 150 କ୍ୟାଲୋରି ; A + 150 cals $\rightarrow$ B

SAQ 2: $R \longrightarrow P$; ΔH = 15 କି: ଜୁଲ୍

R ର ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପି 100 କି: ଜୁଲ ହେଲେ P ର ଏନ୍ଥାଲ୍‌ପି କେତେ ? ଏହା ତାପଶୋଷୀ ନା ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ? ତାପରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ ଲେଖ ।

ଉତ୍ତର : $\Delta H = H_P - H_R$ = 15 KJ; $\Rightarrow H_P$ - 100 KJ = 15 KJ $\Rightarrow H_P$ = 115 KJ

R + 15 KJ $\rightarrow$ P

(b) ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (Exothermic Reaction)

ଯେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ କିଛି ପରିମାଣରେ ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ତାହା ବାହ୍ୟ ପରିବେଶକୁ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ ତାହାକୁ ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ ।

ପରୀକ୍ଷା 2: ଗୋଟିଏ ବିକରରେ କିଛି ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲୋରିକ ଏସିଡ (HCl) ଦ୍ରବଣ ନିଅ । ସେଥିରେ ଏକ ଥର୍ମୋମିଟର ବୁଡାଇ ରଖ ଏବଂ ତାହାର ତାପମାତ୍ରା ଲେଖିରଖ । ଆଉ ଏକ ବିକରରେ କିଛି ସୋଡିୟମ ହାଇଡ୍ରକ୍ସାଇଡ୍ ଦ୍ରବଣ(NaOH) ନିଅ । ବର୍ତ୍ତମାନ NaOH ଦ୍ରବଣକୁ HCl ଦ୍ରବଣରେ ଢ଼ାଳ ଏବଂ ଥର୍ମୋମିଟରର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ଦେଖିବ ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଯାଇଛି । ହାତରେ ସେହି ବିକରଟିକୁ ଧର - ଦେଖିବ ହାତକୁ ଗରମ ଲାଗୁଛି । ଏହାର କାରଣ ହେଲା ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ କିଛି ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହୋଇ ପରିବେଶ(ଜଳ)ରେ ମିଶିଗଲା । ଫଳରେ ପରିବେଶର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଗଲା । ଏହାକୁ ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ ।

$$HCl(aq.) + NaOH(aq.) \longrightarrow NaCl(aq.) + H_2O(l) + heat$$

ଏହି ତାପରାସାୟନିକ ସମୀକରଣର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ 'ତାପ' (heat) ଲେଖାଯାଇଥାଏ । ସେତିକି ପରିମାଣର ତାପ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଫଳରେ ଉତ୍ପାଦିତ ହୋଇଥାଏ ।

ତାପୋତ୍ପାଦୀ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର କେତେକ ଉଦାହରଣ:

(1) ସମସ୍ତ ପ୍ରଶମନିକରଣ(neutralisation reactions) ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

କ୍ଷାରକ + ଅମ୍ଳ → ଲବଣ + ଜଳ + ତାପ

$$Ca(OH)_2(aq.) + H_2SO_4(aq.) \longrightarrow CaSO_4(aq.) + 2\,H_2O(l) + heat$$

$$KOH(aq.) + HNO_3(aq.) \longrightarrow KNO_3(aq.) + H_2O(l) + heat$$

(2) ସମସ୍ତ ଦହନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

$$CH_4(g) + 2\,O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2\,H_2O(l) + heat$$

$$C_2H_6(g) + 7/2\,O_2(g) \longrightarrow 2\,CO_2(g) + 3\,H_2O(l) + heat$$

(3) ଧାତବ ଅକ୍ସାଇଡ଼ର ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

$$CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq.) + heat$$

$$Na_2O(s) + H_2O(l) \longrightarrow 2\,NaOH(aq.) + heat$$

(3) ନିର୍ଜଳୀୟ(anhydrous) $CuSO_4$ ର ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

$$CuSO_4(anhydrous) + 5\,H_2O \longrightarrow CuSO_4.\,5H_2O + heat$$

ବି: ଦ୍ର : ଅଧିକାଂଶ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାପୋତ୍ପାଦୀ ଶ୍ରେଣୀର । କମ୍ ସଂଖ୍ୟକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାପଶୋଷୀ ଶ୍ରେଣୀର ହୋଇଥାଏ ।

ତାପୋତ୍ପାଦୀ ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାର କେତେକ ଉଦାହରଣ:

(1) ଅଳ୍ପ କେତେକ ରାସାୟନିକ ଦ୍ରବ୍ୟର ଜଳରେ ଦ୍ରବିଭବନ(dissolution) ହେଲା ତାପୋତ୍ପାଦୀ ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

$$H_2SO_4(l) + aq. \longrightarrow H_2SO_4(aq.) + heat \quad [\,2H^+(aq.) + SO_4^{2-}(aq.) + heat\,]$$

$$NaOH(s) + aq. \longrightarrow NaOH(aq.) + heat \quad [\,Na^+(aq.) + OH^-(aq.) + heat]$$

(2) ସମସ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ମାନଙ୍କର କଠିନୀକରଣ (solidification/freezing) ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେଲା ତାପୋତ୍ପାଦୀ ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

$$\underset{\text{water}}{H_2O(l)} \longrightarrow \underset{\text{ice}}{H_2O(s)} + heat$$

(3) ବାଷ୍ପୀୟ ପଦାର୍ଥ ମାନଙ୍କର ଘନୀଭବନ (condensation) ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେଲା ତାପୋତ୍ପାଦୀ ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

$$\underset{\text{water vapour}}{H_2O(g)} \longrightarrow \underset{\text{water}}{H_2O(l)} + heat$$

ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପିର ପରିବର୍ତ୍ତନ (ΔH)

$$H_R \rightarrow H_P + heat$$

ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରତିକାରକ ନିଜର ତାପଶକ୍ତି ହରାଇ ଉତ୍ପାଦରେ ପରିଣତ ହେଉଥିବାରୁ ଉତ୍ପାଦର ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ତାପ (H_P) ପ୍ରତିକାରକର ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ତାପ(H_R)ଠାରୁ କମ୍ ।

$$H_P < H_R$$

R → P + 5 ଜୁଲ

(H_R = 25 ଜୁଲ) (H_P = 20 ଜୁଲ)

ମନେକର ପ୍ରତିକାରକର ମୋଟ୍ ଏନ୍ଥାଲ୍ପି 25 ଜୁଲ ଏବଂ ଏହା 5 ଜୁଲ ତାପ ହରାଇ ଉତ୍ପାଦ ଦେଲା । ତେଣୁ ଉତ୍ପାଦର ମୋଟ୍ ଏନ୍ଥାଲ୍ପି ହେବ 20 ଜୁଲ । ତେବେ

ଏନ୍ଥାଲ୍ପି ର ପରିବର୍ତ୍ତନ = ΔH = Enthalpy change = $H_P - H_R$

= 20 - 25 = - 5 ଜୁଲ

ତେଣୁ ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଏନ୍ଥାଲ୍ପିର ପରିବର୍ତ୍ତନ (ΔH) ହେଲା ବିଯୁକ୍ତ (-ve) । ତାପରାସାୟନିକ ସମୀକରଣରେ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ଡ଼ାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଲେଖାଯାଇଥାଏ ।

SAQ 3: X → Y

ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ X ଏବଂ Y ର ଏନ୍ଥାଲ୍ପି ଯଥାକ୍ରମେ ହେଲା 20 ଏବଂ 10 କି. ଜୁଲ । ତେବେ ଏହା ତାପଶୋଷୀ ନା ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ? ଏହାର ΔH କେତେ ? ତାପରସାୟନିକ ସମୀକରଣ ଲେଖ ।

ଉତ୍ତର: ତାପୋତ୍ପାଦୀ; $\Delta H = H_Y - H_X$ = 10 - 20 = -10 KJ; X → Y + 10 KJ

SAQ 4: R → P

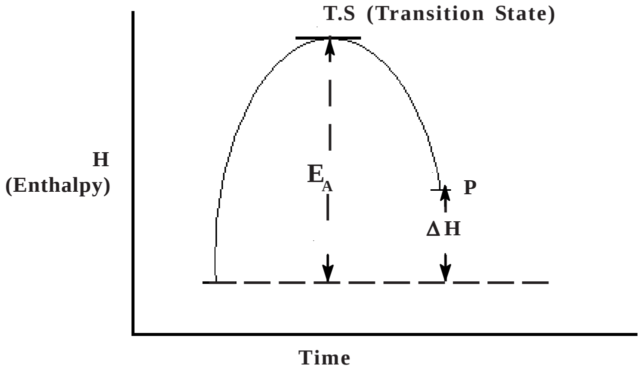
ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ΔH= -25 କି.କାଲୋରି, ତେବେ ଏହା ତାପଶୋଷୀ ନା ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ? P ର ଏନ୍ଥାଲ୍ପି 150 କି. କାଲୋରି ହେଲେ R ର ଏନ୍ଥାଲ୍ପି କେତେ ହେବ ? ତାପରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ ଲେଖ ?

ଉତ୍ତର: ତାପୋତ୍ପାଦୀ; $\Delta H = H_P - H_R$ = -25 KCal; ⇒ 150 - H_R = -25 ⇒ H_R = 150 + 25 = 175 KCal

ସକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତି (Activation Energy)

ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଉ କି ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଉ ପ୍ରତିକାରକ ସିଧାସଳଖ ଉତ୍ପାଦରେ ପରିଣତ ହୋଇନଥାଏ । ପ୍ରତିକାରକ ପ୍ରଥମେ କିଛି ପରିମାଣର ତାପ ପରିବେଶରୁ ଶୋଷଣ କରି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକ୍ଷମ ହୋଇଥାଏ । ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପୂର୍ବରୁ ପ୍ରତିକାରକର ନିଜର ଏନଥାଲ୍ପି ଥାଏ । ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେବା ପାଇଁ ପୂର୍ବ ଏନଥାଲ୍ପି ଉପରେ ଯେତିକି ଅଧିକ ଶକ୍ତି ଏଥିପାଇଁ ତାହାକୁ ଗ୍ରହଣ କରିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ ତାହାକୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତି (activation energy = E_A) କୁହାଯାଏ । ଏତିକି ଅଧିକ ତାପ ଗ୍ରହଣ କରି ପ୍ରତିକାରକ ଅଣୁ ଗୁଡିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିବା ପାଇଁ ସକ୍ରିୟ ହୋଇ ଯାଆନ୍ତି । ଏହି ଅବସ୍ଥାକୁ **ସକ୍ରିୟିତ ସଂକୁଳନ**(activated complex = AC) ବା **ସଂକ୍ରମଣ ଅବସ୍ଥା**(transition state = TS)କୁହାଯାଏ । ମନେକର ପ୍ରତିକାରକର (R) ଏନ୍ଥାଲ୍ପି ଥିଲା 50 ଜୁଲ । ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକ୍ଷମ ହେବା ପାଇଁ ପରିବେଶରୁ 150 ଜୁଲ ସକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତି ଶୋଷଣ କଲା । ତେଣୁ ସକ୍ରିୟିତ ସଂକୁଳରେ ତାହାର ଏନଥାଲ୍ପି ହେଲା 200 ଜୁଲ । ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଶେଷ ହେବା ପରେ ଯଦି ଉତ୍ପାଦର ଏନ୍ଥାଲ୍ପି 50 ଜୁଲରୁ ଅଧିକ ହେଲା ତେବେ ତାହା ହେବ ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଏବଂ ଯଦି ଉତ୍ପାଦର ଏନ୍ଥାଲ୍ପି 50 ଜୁଲରୁ କମ୍ ହେବ ତାହା ହେବ ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା । ଯଦି ଉତ୍ପାଦର ଏନ୍ଥାଲ୍ପି 60 ଜୁଲ ହୁଏ ତେବେ 200 - 60 = 140 ଜୁଲ ପରିବେଶକୁ ଫେରାଇ ଦେବ ଏବଂ ମୋଟ 10 ଜୁଲ ତାପ ଶୋଷଣ କରିବ (ΔH= +10 ଜୁଲ୍) । ଯଦି ଉତ୍ପାଦର ଏନ୍ଥାଲ୍ପି 40 ଜୁଲ ହୁଏ ତେବେ 200 - 40 = 160 ଜୁଲ ପରିବେଶକୁ ଫେରାଇଦେବ ତେଣୁ ମୋଟ 10 ଜୁଲ୍ ନିଜର ତାପ ହରାଇବ ବା 10 ଜୁଲ୍ ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହେବ (ΔH= -10 ଜୁଲ୍) ।

ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଏନଥାଲ୍‌ପି (H)–ସମୟ(t) ଲେଖଚିତ୍ର :



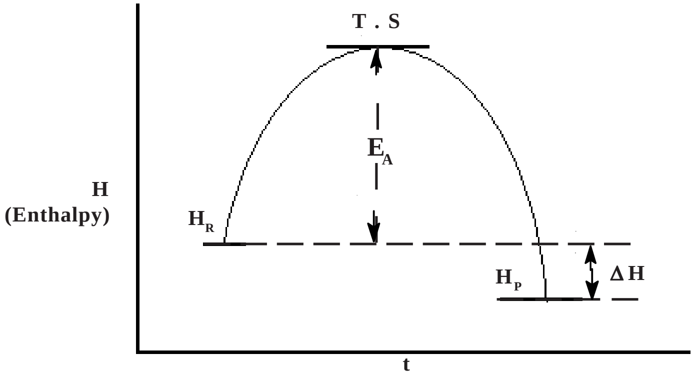
ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ପ୍ରତିକାରକ (R) ର ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପି ଥିଲା H_R । କିନ୍ତୁ ପ୍ରଥମେ ତାହା ସକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତି ଶୋଷଣ କରି ଶକ୍ତି ପାହାଡ (energy hill) ର ଶୀର୍ଷରେ ପହଞ୍ଚିବାକୁ ପଡ଼ିବ । ଏହାହିଁ ହେଲା ସଂକ୍ରମଣ ଅବସ୍ଥା। ଏହି ଅବସ୍ଥାରେ ତାହାର ସମୁଦାୟ ତାପକୁ **ପ୍ରଭାବସୀମା ଶକ୍ତି** (threshold energy = H_T) କୁହାଯାଏ । ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣରେ ଏହି ଶକ୍ତି ହେଲା 200 ଜୁଲ ।

$$H_T = H_R + E_A$$

ଏହାପରେ ଉତ୍ପାଦର (P) ର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ତାହାର ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପି (H_P) ପ୍ରତିକାରକ (R) ର ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପି (H_R)ଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ (ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣରେ 60 ଜୁଲ) । ତେଣୁ ΔH ପରିମାଣର ମୋଟ ତାପ ପରିବେଶରୁ ଶୋଷିତ ହୋଇଥାଏ ।

$$\Delta H = H_P - H_R = 60 - 50 = + 10$$

ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପି (H) ସମୟ (t) ଲେଖଚିତ୍ର :



ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରତିକାରକର ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପି ଥାଏ H_R । ପୂର୍ବ ଭଳି ପ୍ରତିକାରକ ପ୍ରଥମେ ସକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତି(E_A) ଗ୍ରହଣ କରି ଶକ୍ତି -ପାହାଡର ଶୀର୍ଷକୁ ଯାଇଥାଏ । ତାପରେ ଉତ୍ପାଦରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ତାପ (H_P) ପ୍ରତିକାରକ ତାପ (H_R) ଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଥାଏ (ଉପରୋକ୍ତ ଉାହରଣରେ 40 ଜୁଲ) । ତେଣୁ ΔH ପରିମାଣର ମୋଟ ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହୋଇ ପରିବେଶକୁ ବିକିରଣ ହୋଇଥାଏ ।

$$\Delta H = H_P - H_R = 40 - 50 = - 10 \text{ J}$$

SAQ 5: (i) A $\rightarrow$ B + heat (ii) P + heat $\rightarrow$ Q

କେଉଁ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ସକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତି (E_A) ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ ?

ଉତ୍ତର: ଉଭୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା

SAQ 6: X $\rightarrow$ Y, ଏହାର H_X = 500 କି. ଜୁଲ୍, H_Y = 300 କି. ଜୁଲ୍, E_A = 500 କି. ଜୁଲ, ତେବେ ΔH ଏବଂ ପ୍ରଭାବସୀମା ଶକ୍ତି (H_T) କେତେ ? ଏହା ତାପଶୋଷୀ ନା ତାପୋତ୍ପାଦୀ ?

ଉତ୍ତର: $H_T = H_X + E_A = 500 + 500 = 1000$ kJ; $\Delta H = H_Y - H_X = 300 - 500 = -200$ kJ; ତାପୋତ୍ପାଦୀ

SAQ 7: P $\rightarrow$ Q

ଏହାର H_T = 100 କି କାଲୋରି, H_P = 40 କି କାଲୋରି ; H_Q = 50 କି କାଲୋରି, ତେବେ ΔH ଏବଂ E_A କେତେ ? ଏହା ତାପଶୋଷୀ ନା ତାପୋତ୍ପାଦୀ ?

ଉତ୍ତର: $H_T = H_P + E_A \Rightarrow 100 = 40 + E_A \Rightarrow E_A = 100 - 40 = 60$ kcals;

$\Delta H = H_Q - H_P = 50 - 40 = 10$ kcals; ତାପଶୋଷୀ

ବି:ଦ୍ର : କୌଣସି ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା କିମ୍ବା ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ନିହିତ ଥିବା ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପିର ପରିବର୍ତ୍ତନ (ΔH) ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ଵାରା ନିରୂପଣ କରାଯାଇଥାଏ । ଯେକୌଣସି ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରତିକାରକ କିମ୍ବା ଉତ୍ପାଦର ଚରମ ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପି (absolute enthalpy) ଯଥା H_P କିମ୍ବା H_R ପରୀକ୍ଷା ସାହାଯ୍ୟରେ ନିରୂପଣ କରାଯାଇ ପାରେ ନାହିଁ ।

କେତେକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପି ପରିବର୍ତ୍ତନ
(ΔH for some specific reactions)

ତାପ-ରାସାୟନିକ ବିଜ୍ଞାନରେ କେତୋଟି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଏନ୍‌ଥାଲପି ପରିବର୍ତ୍ତନ (ΔH) ନିମ୍ନରେ ଆଲୋଚନା କରାଗଲା ।

(1) ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାପ (Heat of Reaction/Enthalpy of Reaction = ΔH^0_R)

(2) ସଂଭବନ ତାପ (Heat of Formation/Enthalpy of Formation = ΔH^0_F)

(3) ଦହନ ତାପ (Heat of Combustion/Enthalpy of Combustion= ΔH^0_C)

(4) ପ୍ରଶମନିକରଣ ତାପ (Heat of Neutralisation/Enthlapy of Neutralisation= ΔH^0_N)

(5) ଗଳନ ତାପ (Heat of Fusion/Enthalpy of Fusion = $\Delta H^0_{Fus.}$)

(6) ବାଷ୍ପନ ତାପ (Heat of Vapourisation/Enthalpy of Vapourisation = ΔH^0_V)

(7) ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ ତାପ (Heat of Sublimation/Enthalpy of Sublimation= $\Delta H^0_{Sub.}$)

(8) ହାଇଡ୍ରୋଜେନୀକରଣ ତାପ (Heat/Enthalpy of Hydrogenation = $\Delta H^0_{H.}$)

(9) ଦ୍ରବଣ ତାପ (Heat/Enthalpy of Solution = $\Delta H^0_{S.}$)

ଯଦିଓ ଏମାନଙ୍କୁ ପରମ୍ପରାଗତ ଭାବେ ତାପ ବା ଏନ୍‌ଥାଲପି ର ଆଖ୍ୟା ଦିଆଯାଇଛି, ପ୍ରକୃତରେ ଏମାନେ ପରମ ତାପ ବା ଏନ୍‌ଥାଲପି ନୁହଁନ୍ତି । ଏମାନେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ରେ ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ତାପ କିମ୍ବା **ଏନ୍‌ଥାଲପିର ପରିବର୍ତ୍ତନ** (ΔH)। ତେଣୁ ପାଠକମାନେ ଏହାକୁ H ଭାବରେ ଗ୍ରହଣ ନକରି ΔH ଭାବରେ ଗ୍ରହଣ କରିବେ । ଏହିସବୁ ΔH ର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥା(standard state) ରେ ନିରୂପଣ କରାଯାଇଥାଏ ।

ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥା (Standard State) : ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାରେ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ହେଲା-

ତାପମାତ୍ରା = 25^0C = 273+25 = 298K(ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ତାପମାତ୍ରା/ room temperature

ଚାପ = 1 ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପ (1 atmospheric pressure) = 760 mm of Hg

(ବି.ଦ୍ର. : ମାନକ ତାପମାତ୍ରା = 0^0C = 273K କିନ୍ତୁ ପ୍ରମାଣ ତାପମାତ୍ରା = 25^0C = 298K)

ପ୍ରତି ΔH ଉପରେ ଦିଆଯାଇଥିବା 0 ଚିହ୍ନ ଏହି ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାକୁ ସୁଚାଇଥାଏ । ପ୍ରତି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାରେ ଏହି ତାପ ସବୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଏବଂ ଏହା ରାସାୟନିକ ଦତ୍ତ ପୁସ୍ତିକାରେ (chemical data literature) ମିଳିଥାଏ ।

(1) ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାପ (Heat of Reaction = ΔH^0_R)

ଯେକୌଣସି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ନିହିତ ଥିବା ଏନ୍‌ଥାଲପିର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାପ କୁହାଯାଏ । ଅଥବା ଯେକୌଣସି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଯେତେ ତାପ ଶୋଷିତ ହୁଏ (heat absorbed) କିମ୍ବା ଉତ୍ପାଦିତ ହୁଏ (heat evolved) ତାହାକୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାପ କୁହାଯାଏ । ΔH ର ଚିହ୍ନ ଯୁକ୍ତ (+ve) କିମ୍ବା ବିଯୁକ୍ତ (-ve) ହୋଇପାରେ ।

ଉଦାହରଣ

(1) $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3 + 22.4$ K Cals.

ΔH^0_R = - 22.4 K. Cals (ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା)

(2) $N_2 + O_2 + 44$ K. Cals $\longrightarrow 2NO$

ΔH^0_R = + 44 K. Cals (ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା)

ତେଣୁ ΔH +ve କିମ୍ବା -ve ହୋଇପାରେ । ଯେକୌଣସି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାପ (ΔH^0_R) ବ୍ୟବହାର ହୋଇପାରିବ ।

(2) ସଂଭବନ ତାପ (Heat of Formation = ΔH^0_F)

ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାରେ ମୌଳିକମାନଙ୍କର ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରୁ ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାରେ ଏକ ମୋଲ ଯୌଗିକ ସୃଷ୍ଟି ହେବା ଫଳରେ ଯେତେ ତାପ ଶୋଷିତ କିମ୍ବା ଉତ୍ପାଦିତ ହୁଏ ତାହାକୁ ସଂଭବନ ତାପ (Heat of Formation) କୁହାଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାରେ ଏକ ମୋଲ ଯୌଗିକ ତାର ମୌଳିକମାନଙ୍କରୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହେବା ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ଏନ୍‌ଥାଲପି ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ (ΔH) ସଂଭବନ ତାପ କୁହାଯାଏ ।

(1) (i) $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g) + 22.4$ K Cals.

ΔH^0_R = - 22.4 K. Cals

(ii) $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \longrightarrow NH_3(g) + 11.2$ K Cals.

ΔH^0_F = - 11.2 K. Cals/mole

ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର(1) ର ΔH କୁ କୁହାଯିବ ΔH^0_R (ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାପ) କିନ୍ତୁ (2) ର ΔH କୁ କୁହାଯିବା ΔH^0_F (ସଂଭବନ ତାପ) କାରଣ ଏକ ମୋଲ ଏମୋନିଆ ଗ୍ୟାସ ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାରେ ତାର ମୌଳିକମାନଙ୍କରୁ ତିଆରି ହେବା ଫଳରେ ଯେତେ ତାପ ବା ଏନ୍‌ଥାଲପିର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଥାଏ, ତାହାକୁ ସଂଭବନ ତାପ କୁହାଯାଏ ।

(2) $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 94$ K. Cals ; ΔH^0_F = - 94 K. Cals/mole

ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାରେ କାର୍ବନ ଏକ କଠିନ ବସ୍ତୁ ; O_2 ଏବଂ CO_2 ଦୁଇଟି ଗ୍ୟାସିୟ ବସ୍ତୁ ।

(3) (i) $N_2(g) + O_2(g) + 44$ K. Cals $\longrightarrow 2NO(g)$; ΔH^0_R = + 44 K. Cals

(ii) $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) + 22$ K. Cals $\longrightarrow NO(g)$; ΔH^0_F = + 22 K. Cals/mole

(4) (i) $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$ + 68 K. Cals ; ΔH^0_R = - 68 K. Cals

(ii) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l)$ + 34 K. Cals ; ΔH^0_F = - 34 K. Cals/mole

ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାରେ H_2O ଏକ ତରଳ ବସ୍ତୁ ।

ବି.ଦ୍ର. (i) ସଂଭବନ ତାପର ଏକକ ହେଲା କାଲୋରି / ମୋଲ କିମ୍ବା ଜୁଲ / ମୋଲ ।

(ii) ΔH^0_F ର ଚିହ୍ନ ଯୁକ୍ତ (+ve) କିମ୍ବା ବିଯୁକ୍ତ (-ve) ହୋଇପାରେ ।

SAQ 8: ନିମ୍ନଲିଖିତ ଯୌଗିକମାନଙ୍କର ସଂଭବନ ତାପର ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ ଲେଖ ।

(a) NaCl(s) [ΔH_F^0 = -98 Kcals/mole] (b) HBr(g) [ΔH_F^0 = -8.6 Kcals/mole]

(c) $CH_3OH(l)$ [ΔH_F^0 = - 47.9 Kcals/mole] (d) $C_2H_2(g)$ [ΔH_F^0 = + 54 Kcals/mole]

ଉତ୍ତର: (a) $Na(s) + 1/2\ Cl_2(g) \rightarrow NaCl(s)$ + 98 Kcals

(b) $1/2\ H_2(g) + 1/2\ Br_2(l) \rightarrow HBr(g)$ + 8.6Kcals

(c) $C(s) + 2H_2(g) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow CH_3OH(l)$ + 47.9 Kcals

(d) $2C(s) + H_2(g)$ + 54Kcals $\rightarrow C_2H_2(g)$

SAQ 9: କେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାପକୁ ସଂଭବନ ତାପ କହି ପାରିବା ?

(i) $NO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow NO_2(g)$; ΔH_R = - x Kcals/mole

(ii) $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow SO_3(g)$; ΔH_R = - y Kcals/mole

(iii) $S(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow SO_3(g)$; ΔH_R = - z Kcals/mole

(iv) $2S(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$; ΔH_R = - 2z Kcals

(v) $\frac{1}{2}P_4(s) + \frac{5}{2}O_2(g) \longrightarrow P_2O_5(s)$; ΔH_R = - p Kcals/mole

(vi) $\frac{1}{2}Br_2(l) + \frac{1}{2}H_2(g) \longrightarrow HBr(g)$; ΔH_R = - q Kcals/mole

ଉତ୍ତର: (iii), (v) ଏବଂ (vi) କୁ ସଂଭବନ ତାପ କହି ପାରିବା । (i) ଏବଂ (ii) ରେ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥ(ଯଥାକ୍ରମେ NO ଏବଂ SO_2) ପ୍ରତିକାରକ ଭାବେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଛି । (iv) ରେ 2 ମୋଲ SO_3 ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି ।

(3) ଦହନ ତାପ (Heat of Combustion = ΔH^0_C)

ଏକ ମୋଲ କୌଣସି ବସ୍ତୁ ବାୟୁ ବା ଅକ୍ସିଜେନରେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ରୂପେ ଜଳିଲେ ଯେତିକି ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହୋଇଥାଏ ତାହାକୁ ଦହନ ତାପ କୁହାଯାଏ । ସମସ୍ତ ଦହନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାପୋତ୍ପାଦୀ ହୋଇଥାଏ (ΔH = -ve) । ସମସ୍ତ ଜୈବ ପଦାର୍ଥର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଦହନରୁ CO_2 ଏବଂ H_2O ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ।

ବି.ଦ୍ର. : ଦହନ ତାପ ସର୍ବଦା **-ve** (ତାପୋତ୍ପାଦୀ) ଏବଂ ଏହାର ଏକକ ହେଲା କି.କାଲୋରି/ମୋଲ, କି ଜୁଲ/ମୋଲ

ଉଦାହରଣ :

(i) $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 94$ K. Cals ; $\Delta H^0_C[C(s)] = -94$ K Cals/mole

ବି.ଦ୍ର. : କାର୍ବନର ଦହନ ତାପକୁ ମଧ୍ୟ CO_2 ର ସଂଭବନ ତାପ କୁହାଯାଇପାରିବ ।

$\Delta H^0_C [C(s)] = \Delta H^0_F [CO_2(g)]$

(ii) $CH_4(g) + 2 O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(l) + 212$ K. Cals

$\Delta H^0_C [CH_4(g)] = -212$ K Cals/mole

(iii) $C_2H_6(g) + \frac{7}{2}O_2(g) \longrightarrow 2 CO_2(g) + 3 H_2O(l) + 368$ K. Cals

(iv) $\Delta H^0_C [C_2H_6(g)] = -368$ K Cals/mole]

(v) $C_6H_{12}O_6(s) + 6 O_2(g) \longrightarrow 6 CO_2(g) + 6 H_2O (l) + 673$ K. Cals

$\Delta H^0_C [C_6H_{12}O_6(s)] = -673$ K Cals/mole

SAQ 10: $2 C_2H_2(g) + 5 O_2(g) \longrightarrow 4 CO_2(g) + 2 H_2O(l)$ $\Delta H_R = -621$ Kcals

ତେବେ $\Delta H_C[C_2H_2(g)] = ?$

ଉତ୍ତର: $\Delta H_C[C_2H_2(g)] = -621/2 = 310.5$ Kcals/moe

SAQ 11: $\Delta H_F[H_2O(l)] = -34$ Kcals/mole, ତେବେ $\Delta H_C[H_2(g)] = ?$; H_2 ର ଦହନ ସମୀକରଣ ଲେଖ ।

ଉତ୍ତର: $\Delta H_C[H_2(g)] = -34$ kcals/mole; $H_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow H_2O(l) + 34$ Kcals

SAQ 12: ଯେକୌଣସି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଏନ୍‌ଥାଲପି ପରିବର୍ତ୍ତନ (ΔH) କିଭଳି ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ନିରୂପଣ କରିବ ?

ଉତ୍ତର: ଯେକୌଣସି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଏନ୍‌ଥାଲପି ପରିବର୍ତ୍ତନ (ΔH) କାଲୋରିମେଟ୍ରି (calorimetry) ପରୀକ୍ଷାରୁ ନିରୂପଣ କରାଯାଏ । ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ଏକ କାଲୋରିମିଟରରେ କରାଯାଏ । ତାପମାତ୍ରାର ପରିବର୍ତ୍ତନ(Δt) ମପା ଯାଏ । ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ତାପମାତ୍ରା କମିଥାଏ ଏବଂ ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଥାଏ । ନିମ୍ନଲିଖିତ ସୂତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରି ΔH ନିରୂପଣ କରାଯାଏ ।

$\Delta H = Q = m \times S \times \Delta t$

(m = mass of reaction mixture , S = specific heat of mixture(e.g-water); Δt = ତାପମାତ୍ରାର ପରିବର୍ତ୍ତନ)

SAQ 13: (a)ଏକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ 34 Kcals ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହେଲା, ତେବେ ଏହାର ΔH କେତେ ?

(b)ଏକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ 500 Kcals ତାପ ଶୋଷିତ ହେଲା ତେବେ ଏହାର ΔH କେତେ ?

ଉତ୍ତର: (a) $\Delta H = -34$ Kcals (b) + 500 Kcals

(4) ପ୍ରଶମନିକରଣ ତାପ (Heat of Neutralisation= ΔH^0_N)

ଏକ କ୍ଷାରକ ସହିତ ଏକ ଅମ୍ଳର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରୁ ଏକ ମୋଲ ଜଳ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହେଲେ ଯେତେ ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହୁଏ ତାହାକୁ ପ୍ରଶମନିକରଣ ତାପ କୁହାଯାଏ ।

ବି.ଦ୍ର : ଏହାର ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପି ପରିବର୍ତ୍ତନ (ΔH) ସର୍ବଦା -ve ।

ଉଦାହରଣ :

$HCl(aq.) + NaOH(aq.) \longrightarrow NaCl(aq.) + H_2O(l) + 13.6$ K. Cals

$\Delta H^0_N = -13.6$ K. Cals/mole

$$H_2SO_4(aq.) + 2\ NaOH(aq.) \longrightarrow Na_2SO_4(aq.) + 2\ H_2O(l) + 27.2\ K.\ Cals$$

ΔH^0_R = - 27.2 K. Cals, ତେଣୁ ΔH^0_N = - 13.6 K. Cals/mole

2 ମୋଲ ଜଳ ପ୍ରସ୍ତୁତିରେ 27.2 K.Cals ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହେଲା, ତେଣୁ 1 ମୋଲ ଜଳ ପ୍ରସ୍ତୁତିରେ 13.6 K. Cals ଉତ୍ପାଦିତ ହେବ ।

ଆୟନୀୟ ସମୀକରଣ: $H^+(aq.) + OH^-(aq.) \longrightarrow H_2O(l) + 13.6\ K.Cals$

ବି.ଦ୍ର. : ଯେକୌଣସି ତୀବ୍ର ଅମ୍ଳ (strong acid) ଯଥା H_2SO_4, HCl, HNO_3 ଇତ୍ୟାଦି ସହିତ ଯେକୌଣସି ତୀବ୍ର କ୍ଷାରକ (strong base) ଯଥା NaOH, KOH ଇତ୍ୟାଦି ର ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରଶମନିକରଣ ତାପ - 13.6 K. Cals/mole ହୋଇଥାଏ, କିନ୍ତୁ ଯଦି ଅମ୍ଳ ଏବଂ କ୍ଷାରକ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଦୁର୍ବଳ (weak) ଶ୍ରେଣୀର ହୋଇାଥାଏ, ତେବେ ସେଭଳି କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରଶମନିକରଣ ତାପର ସାଂଖ୍ୟିକ ମୂଲ୍ୟ 13.6 K. Cals/mole ରୁ କମ ହୋଇଥାଏ । ଏହାର କାରଣ ହେଲା କିଛି ତାପ ଦୁର୍ବଳ ଅମ୍ଳ ବା କ୍ଷାରକକୁ ଆୟନୀକରଣ ବା ବିଯୋଜନ(dissociation) କରିବାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ ।

$$CH_3COOH(aq.) \longrightarrow CH_3COO^-(aq.) + H^+(aq.)$$

ତୀବ୍ର ଅମ୍ଳ ବା କ୍ଷାରକରେ ସବୁ ଅଣୁ ମାନଙ୍କର ଆୟନୀକରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପୂର୍ବରୁ ଘଟିଥାଏ କିନ୍ତୁ ଦୁର୍ବଳ ଅମ୍ଳ ବା କ୍ଷାରକରେ ଆୟନୀକରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମୟରେ ଘଟିଥାଏ ଏବଂ ସେଥିପାଇଁ କିଛି ତାପ ବ୍ୟବହାର ହେବାକୁ ଆବଶ୍ୟକ ପଡ଼ିଥାଏ । ଫଳରେ ଉତ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା ତାପ (13.6 K. Cals/mole) ରୁ କିଛି ତାପ ଏଥିପାଇଁ ବ୍ୟବହାର ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରକୃତ ମୋଟ ଉତ୍ପାଦିତ ତାପ 13.6 K. Cals/mole ରୁ କିଛି କମିଯାଇଥାଏ ।

$$CH_3COOH(aq) + NaOH(aq.) \rightarrow CH_3COONa(aq.) + H_2O(l) + 12.6\ Kcals$$

[ΔH^0_N = - 12.6 K. Cals/mole]

(4) ଗଳନ ତାପ (Heat of Fusion = $\Delta H^0_{Fus.}$)

ଏକ ମୋଲ କଠିନ ବସ୍ତୁକୁ ତାର ଗଳନାଙ୍କ (melting point) ରେ ତରଳ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ଯେତେ ତାପ ଶୋଷିତ ହୁଏ, ତାହାକୁ ଗଳନ ତାପ କୁହାଯାଏ । ଏହି ଗଳନ ହେବା ଅବସ୍ଥାରେ ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହୁଥିବାରୁ ଏହାକୁ ଗୁପ୍ତ ଗଳନ ତାପ (latent heat of fusion) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

(ବି.ଦ୍ର. : ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ଏହା ସାଧାରଣତଃ 1 ମୋଲ୍ ପିଛା ନିରୂପଣ କରାନଯାଇ ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (1 ଗ୍ରାମ୍ କିମ୍ବା 1 କେ.ଜି) ପିଛା ନିରୂପଣ କରାଯାଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏହାକୁ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୁପ୍ତ ଗଳନ ତାପ (specific latent heat of fusion) କୁହାଯାଏ ।)

$H_2O(s)$ + 1.44 K.Cals $\rightarrow$ $H_2O(l)$; (at 0^0C) $\Delta H^0_{Fus.}$ [$H_2O(s)$] = + 1.44 K.Cals/mole

ଗଳନ ତାପ ସର୍ବଦା +ve ହୋଇଥାଏ ।

(5) ବାଷ୍ପନ ତାପ (Heat of Vapourisation= ΔH^0_V)

ଏକ ମୋଲ ତରଳ ବସ୍ତୁକୁ ତାର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ (boiling point) ରେ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ଯେତେ ତାପ ଶୋଷିତ ହୁଏ, ତାହାକୁ ବାଷ୍ପନ ତାପ କୁହାଯାଏ । ବାଷ୍ପୀକରଣ ହେବା ଅବସ୍ଥାରେ ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହୁଥିବାରୁ ଏହାକୁ ଗୁପ୍ତ ବାଷ୍ପନ ତାପ (latent heat of vapourisation) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

(ବି.ଦ୍ର. : ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନାରେ ଏହା ସାଧାରଣତଃ 1 ମୋଲ୍ ପିଛା ନିରୂପଣ କରାନଯାଇ ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (1 ଗ୍ରାମ୍ କିମ୍ବା 1 କେ.ଜି) ପିଛା ନିରୂପଣ କରାଯାଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏହାକୁ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୁପ୍ତ ବାଷ୍ପନ ତାପ (specific latent heat of vapourisation) କୁହାଯାଏ ।)

ବାଷ୍ପନ ତାପ ସର୍ବଦା +ve ।

$H_2O(l)$ + 9.7 K.Cals $\rightarrow$ $H_2O(g)$ (at 100^0C); ΔH^0_V [$H_2O(l)$] = + 9.7 K.Cals/mole

ବି.ଦ୍ର. : ବାଷ୍ପନ ତାପ >> ଗଳନ ତାପ

SAQ 14: (a)ବରଫର ଗୁପ୍ତ ବିଶିଷ୍ଟ ଗଳନ ତାପ(specific latent heat of fusion) କି.ଜୁଲ୍/ଗ୍ରାମ୍ ଏକକରେ କେତେ ? $\Delta H_{Fus}[H_2O(s)]$ = 1.44 Kcals/mole

(b) ଜଳର ଗୁପ୍ତ ବିଶିଷ୍ଟ ବାଷ୍ପନ ତାପ କି: କାଲୋରି / କେ.ଜି. ଏକକରେ ନିରୂପଣ କର ।

$\Delta H_V[H_2O(l)]$ = 9.7 Kcals/mole

ଉତ୍ତର: (a) 1 ମୋଲ ବରଫ ବା 18 ଗ୍ରାମ ବରଫ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ = 1.44 Kcals = 1.44 X 4.2 =6.048 KJ

ତେଣୁ 1 ଗ୍ରାମ ବରଫ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ =6.048/18 =0.336 KJ/g

(b) 1 ମୋଲ ଜଳ ବା 18 ଗ୍ରାମ ବା 0.018 କେ.ଜି ଜଳ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ = 9.7 Kcals

ତେଣୁ 1 କେ.ଜି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ = 9.7/0.018 =538.88 Kcals/kg

(6) ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ ତାପ (Heat of Sublimation = $\Delta H^0_{Sub.}$)

ଏକ ମୋଲ କଠିନ ବସ୍ତୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମତ୍ରା ଏବଂ ଚାପରେ ସିଧାସଳଖ ବାଷ୍ପ ବା ଗ୍ୟାସ ରେ ପରିଣତ ହେବା ପାଇଁ ଯେତେ ତାପ ଶୋଷଣ କରିଥାଏ, ତାହାକୁ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ ତାପ କୁହାଯାଏ ।

$H_2O(s)$ + 12.1 K.Cals $\rightarrow$ $H_2O(g)$ (0^0C ତାପମାତ୍ରା ଏବଂ 1 atm.ଚାପରେ)

$\Delta H^0_{Sub}[H_2O(s)]$ = + 12.1 K.Cals/mole

$CO_2(s)$ + 6 K.Cals $\rightarrow$ $CO_2(g)$; (-78^0C ତାପମାତ୍ରା ଏବଂ 1 atm.ଚାପରେ)

$\Delta H^0_{Sub}[CO_2(s)]$ = + 6 K.Cals/mole

ବି.ଦ୍ର. : (i) କଠିନ CO_2 କୁ କୁହାଯାଏ ଶୁଷ୍କ ବରଫ(dry ice) । ଶୁଷ୍କ ବରଫର ତାପମାତ୍ରା -78^0C ଏବଂ ଏହାକୁ ଅଧିକ ଚାପ ପ୍ରୟୋଗ କରି କଠିନ ଅବସ୍ଥାରେ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଏହାକୁ 1 ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପକୁ ଆଣିଲେ ଏହା ସିଧାସଳଖ ଗ୍ୟାସରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ । ତରଳାବସ୍ଥା ଦେଇ ଏହା ଅତିକ୍ରମ କରି ନ ଥାଏ ।

(ii) ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ ତାପ ସର୍ବଦା +ve ।

(iii) ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ ତାପ ≈ ଗଳନ ତାପ + ବାଷ୍ପନ ତାପ

(7) ଘନୀକରଣ ତାପ(Heat of Solidification): ଗଳନର ବିପରୀତ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେଲା ଘନୀକରଣ(solidification) । ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଗଳନ ତାପ +x ହେଲେ ତାହାର ତରଳ ବସ୍ତୁର ଘନୀକରଣ ତାପ ହେବ - x । ଏଥିରେ ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହେବ ।

$H_2O(l) \rightarrow H_2O(s)$ + 1. 44 K.Cals; $\Delta H^0_{Solidification}$ = - 1.44 K.Cals/mole

(8) ଘନୀଭବନ ତାପ (Heat of Condensation): ବାଷ୍ପନର ବିପରୀତ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେଲା ଘନୀଭବନ ବା ସଂଘନନ (condensation) । ଗୋଟିଏ ତରଳ ବସ୍ତୁର ବାଷ୍ପନ ତାପ +y ହେଲେ ତାହାର ବାଷ୍ପର ସଂଘନନ ତାପ ହେବ -y । ଏଥିରେ ମଧ୍ୟ ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହେବ ।

$H_2O(g) \rightarrow H_2O(l)$ + 9.7 K.Cals; $\Delta H^0_{Condensation}$ = - 9.7 K.Cals/mole

(9) ହାଇଡ୍ରୋଜେନିକରଣ ତାପ (Heat of Hydrogenation = $\Delta H^0_{H.}$)

ଏକ ମୋଲ ଅପୃକ୍ତ ହାଇଡ୍ରୋକାର୍ବନ (ଆଲ୍‌କିନ୍ କିମ୍ବା ଆଲ୍‌କାଇନ) ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଗ୍ୟାସ ସହ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ପୃକ୍ତ ହେବାଫଳରେ ଯେତେ ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହୋଇଥାଏ , ତାହାକୁ ହାଇଡ୍ରୋଜେନିକରଣ ତାପ କୁହାଯାଏ ।

$CH_2=CH_2(g) + H_2(g) \rightarrow CH_3\text{-}CH_3(g)$ + 32.5 K.Cals; ΔH^0_H = - 32.5 K.Cals/mole

ଇଥିଲିନ୍ ଇଥେନ୍

ବି.ଦ୍ର. : (i) ହାଇଡ୍ରୋଜେନିକରଣ ତାପ ସର୍ବଦା - ve ।

(10) ଦ୍ରବଣ ତାପ (Heat of solution = $\Delta H^0_{S.}$)

ଏକ ମୋଲ କଠିନ ଦ୍ରବ(solute) ଜଳରେ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଦ୍ରବିଭୂତ ହେଲେ ଯେତେ ତାପ ଶୋଷିତ ବା ଉତ୍ପାଦିତ ହୋଇଥାଏ, ତାହାକୁ ଦ୍ରବଣ ତାପ କୁହାଯାଏ ।

NaCl(s) + aq. + 0.9 K.Cals → Na^{+}(aq.) + Cl^{-} (aq) ; ΔH^0_S = + 0.9 K.Cals/mole

ଏହା ଏକ ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଏବଂ ଦ୍ରବୀଭବନରେ ତାପମାତ୍ରା କମିଯାଇଥାଏ ।

NaOH(s) + aq. → Na^{+}(aq.) + OH^{-} (aq) + 9.5 K. Cals ΔH^0_S = - 9.5 K.Cals/mole

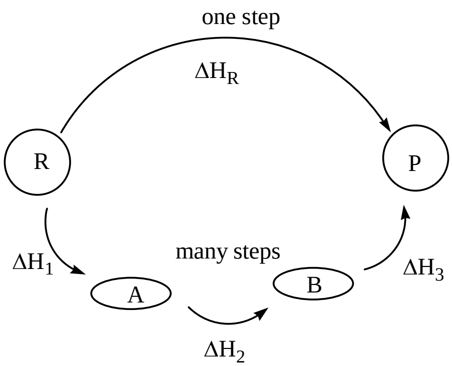
ଏହା ଏକ ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଏବଂ ଦ୍ରବୀଭବନରେ ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଥାଏ ।

ବି.ଦ୍ର. : (i) ΔH^0_S +ve କିମ୍ବା -ve ହୋଇପାରେ ।

(ii NH_4NO_3, NH_4Cl, NaCl, KCl, $NaNO_3$ ଇତ୍ୟାଦି ଅଧିକାଂଶ ଆୟନୀୟ ଲବଣ ଭଳି ଦ୍ରବର ଦ୍ରବୀଭବନ ତାପଶୋଷୀ ଏବଂ NaOH, KOH, H_2SO_4 ଭଳି କ୍ଷାର ଏବଂ ଅମ୍ଳର ଦ୍ରବୀଭବନ ତାପୋତ୍ପାଦୀ ।

ହେସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ (Hess' Law)

କୌଣସି ଏକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଏକ ସୋପାନ (one step) ରେ ହୋଇଥାଉ କିମ୍ବା ଏକାଧିକ ସୋପାନ (many steps) ରେ ହୋଇଥାଉ,ଏହାର ମୋଟ ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପି ପରିବର୍ତ୍ତନ (ΔH) ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିଥାଏ ।



$\Delta H_R = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$

ମନେକର ଏକ ସୋପାନରେ ପ୍ରତିକାରକ(R) ଉତ୍ପାଦ (P) ରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଲା ଏବଂ ତାହାର ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଲା ΔH_R । କିନ୍ତୁ ଯଦି R 3 ଟି ସୋପାନରେ P କୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ତେବେ ପ୍ରତି ସୋପାନରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଏନ୍‌ଥାଲପି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଥାଏ । ମନେକର ଏହି ତିନୋଟି ଏନ୍‌ଥାଲପି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯଥାକ୍ରମେ :ΔH_1, ΔH_2 ଏବଂ ΔH_3 । ହେସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଗୋଟିଏ ସୋପାନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (one step) ରେ ΔH_R ଯେତେ ହୋଇଥାଏ, ବହୁ ସୋପାନ(many steps) ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ମୋଟ ΔH ସେତିକି ହୋଇଥାଏ , ଅର୍ଥାତ୍ :ΔH_1, ΔH_2 ଏବଂ ΔH_3 ର ସମଷ୍ଟି ΔH_R ସହିତ ସମାନ ।

ଉଦାହରଣ :

ଏକ ସୋପାନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା : C(s) + O_2(g) ⟶ CO_2(g) + 94 K. Cals ; ΔH_R = - 94 K Cals

ଦ୍ୱି- ସୋପାନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା :

(i) C(s) + 1/2 O_2g) → CO(g) + 26.4 K Cals, ΔH_1 = - 26.4 K Cals

(ii) CO(g) + 1/2 O_2(g) → CO_2 + 67.6 K. Cals ΔH_2 = - 67.6 K Cals

$\Delta H_1 + \Delta H_2$ = -26.4 - 67.6 = -94 K. Cals = ΔH_R

ହେସଙ୍କ ନିୟମର ଉପଯୋଗିତା:

ତାପ ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣକୁ ବୀଜଗାଣିତକ ସମୀକରଣ (algebraic equations) ଭଳି ମନେକରାଯାଇ ଏକାଧିକ ସମୀକରଣ ଏବଂ ତତ୍ ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ତାପର ଯୋଗ, ବିୟୋଗ, ଗୁଣନ, ହରଣ କରାଯାଇ ପାରିବ ।

ଉଦାହରଣ 1 : $C(s) + 1/2\ O_2 g) \rightarrow CO(g) + 26.4$ K Cals,

$CO(g) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow CO_2 + 67.6$ K. Cals

ଏହି ଦୁଇଟି ସମୀକରଣରୁ $C(s) + O_2 g) \rightarrow CO_2(g)$ ର ΔH_R ନିରୂପଣ କର ।

ଉତ୍ତର:

$$
\begin{array}{lll}
 & C(s) + 1/2\ O_2(g) \longrightarrow \cancel{CO}(g) + 26.4\ KCals \\
+ & \cancel{CO}(g) + 1/2\ O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 67.6\ KCals \\
\hline
 & C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 94\ KCals
\end{array}
$$

$\Delta H_R = -94$ KCals

ଉଦାହରଣ 2 : $CH_4(g)$ ର ଦହନ ତାପ (heat of combustion) ହେଲା -890 KJ/mole । $CO_2(g)$ ଏବଂ $H_2O(l)$ ର ସଂଭବନ ତାପ(heat of formation) ଯଥାକ୍ରମେ -393.5 ଏବଂ -285.8 KJ/mole । ତେବେ $CH_4(g)$ ର ସଂଭବନ ତାପ କେତେ ?

ଉତ୍ତର: ଦତ୍ତ ସମୀକରଣ (given equations):

ଦହନ: $CH_4(g) + 2\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) + 890$ KJ (1)

ସଂଭବନ: $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 393.5$ KJ (2)

$H_2(g) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow H_2O(l) + 285.8$ KJ (3)

ଆବଶ୍ୟକ ସମୀକରଣ (required equation) : ସଂଭବନ: $C(s) + 2\ H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$; $\Delta H = ?$

ଯେହେତୁ ଆବଶ୍ୟକ ସମୀକରଣ ରେ $CH_4(g)$ ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଅଛି, ଆମେ ସମୀକରଣ (1) କୁ ଓଲଟାଇ ଦେବା ଏବଂ ସମୀକରଣ (2) କୁ ଏହା ତଳେ ଲେଖି ଦୁଇ ସମୀକରଣକୁ ଯୋଗ କରିବା । ତାପରେ ସମୀକରଣ (3) କୁ ଏହା ତଳେ ଲେଖି ସେଥିରେ 2 ଗୁଣନ କରି ପୁଣି ଯୋଗ କରିବା । ଏହା କରିବା ଫଳରେ ଆମେ ଆବଶ୍ୟକ ସମୀକରଣରେ ପହଞ୍ଚିଯିବା ।

$$
\begin{array}{lll}
 & \cancel{CO_2}(g) + 2\ H_2O(l) + 890\ KJ \longrightarrow CH_4(g) + 2\ O_2(g) \\
+ & C(s) + O_2(g) \longrightarrow \cancel{CO_2}(g) + 393.5\ KJ \\
\hline
 & C(s) + 2\ \cancel{H_2O}(l) + 496.5\ KJ \longrightarrow CH_4(g) + \cancel{O_2}(g) \\
+ & 2 \times \left[H_2(g) + 1/2\ \cancel{O_2}(g) \longrightarrow \cancel{H_2O}(l) + 285.8\ KJ \right] \\
\hline
 & C(s) + 2\ H_2(g) \longrightarrow CH_4(g) + 75.1\ KJ
\end{array}
$$

$\Delta H_F[CH_4(g)] = -\ 75.1$ KJ/mole

ବି.ଦ୍ର. : O_2 ଏବଂ H_2O କୁ ସମୀକରଣ ଦୁଇଟିରୁ କାଟିବାକୁ 2 ୟ ଯୋଗ କରିବା ପୂର୍ବରୁ ସମୀକରଣ (3) ରେ 2 ଗୁଣନ କଲେ । ତାପର ମୂଲ୍ୟରେ ମଧ 2 ଗୁଣନ କଲେ । ତାପ ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣକୁ ଆମେ ବୀଜଗାଣିତିକ ସମୀକରଣ ଭଳି ବ୍ୟବହାର କଲେ ଏବଂ ଦିଆଯାଇଥିବା ଦତ୍ତରୁ ସମୀକରଣ ତିଆରି କରି ଆବଶ୍ୟକ ସମୀକରଣକୁ ଦେଖି ବୀଜଗାଣିତିକ ହିସାବ କଲେ ।

SAQ 15: C_2H_4(g), CO_2(g) ଏବଂ H_2O(l) ର ସଂଭବନ ତାପ ଯଥାକ୍ରମେ 12.4 KCals/mole, -94 KCals/mole ଏବଂ -68.3 KCals/mole । C_2H_4(g) ର ଦହନ ତାପ ନିରୂପଣ କର ?

ଉତ୍ତର: ଦତ୍ତ ସମୀକରଣ (given equations):

ସଂଭବନ: $2C(s) + 2\,H_2(g) + 12.4Kcals \rightarrow C_2H_4(g)$ (1)

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 94\ Kcals$ (2)

$H_2(g) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow H_2O(l) + 68.3\ Kcals$ (3)

ଆବଶ୍ୟକ ସମୀକରଣ (required equation) : ଦହନ: $C_2H_4(g) + 3O_2 \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l)\ \Delta H = ?$

$C_2H_4(g) \rightarrow 2C(s) + 2\,H_2(g) + 12.4$ (ପ୍ରଥମ ସମୀକରଣକୁ ଓଲଟାଇ ଦିଆଗଲା)

+ $[C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 94\ Kcals] \times 2$ (ଦ୍ୱିତୀୟ ସମୀକରଣରେ 2 ଗୁଣନ କରାଗଲା)

$C_2H_4(g) + 2O_2 \rightarrow 2H_2 + 2CO_2 + 200.4\ Kcals$

+ $[H_2(g) + 1/2\ O_2(g) \rightarrow H_2O(l) + 68.3\ Kcals] X2$ (ତୃତୀୟ ସମୀକରଣରେ 2 ଗୁଣନ କରାଗଲା)

$C_2H_4(g) + 3O_2 \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l) + 337\ Kcals;\ \Delta H_C[C_2H_4(g)] = = -337\ Kcals/mole$

SAQ 16: $\Delta H^0_F[NO_2(g)] = 33.84$ KJ/mole, $\Delta H^0_F[N_2O_4(g)] = 9.66$ KJ/mole

ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାପ (heat of reaction) କେତେ **?**

$2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g).\ \Delta H_R = ?$

ଉତ୍ତର: ଦତ୍ତ ସମୀକରଣ (given equations): ସଂଭବନ:

$1/2\ N_2(g) + O_2(g) + 33.84 \rightarrow NO_2(g)$ (1)

$N_2(g) + 2O_2(g) + 9.66 \rightarrow N_2O_4(g)$ (2)

ଆବଶ୍ୟକ ସମୀକରଣ (required equation) : $2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g).\ \Delta H_R = ?$

$[NO_2(g) \rightarrow 1/2\ N_2(g) + O_2(g) + 33.84] \times 2$

$N_2(g) + 2O_2(g) + 9.66 \rightarrow N_2O_4(g)$

$2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g) + 58.02$ $\Delta H_R = -\ 58.02\ KJ$

f f f

CHAPTER - 2

ରାସାୟନିକ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା
(CHEMICAL EQUILIBRIUM)

ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ଏବଂ ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (Reversible and Irreversible Reactions)

ସାଧାରଣରେ ଆମର ଧାରଣା ହେଲା କୌଣସି ଏକ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ହେଲେ ତାହା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଶେଷ ହୋଇଯାଏ, ଅର୍ଥାତ୍ ସମସ୍ତ ପ୍ରତିକାରକ ଉତ୍ପାଦରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଇଥାଏ ।

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2\ HCl$$

ଏକ ମୋଲ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଗ୍ୟାସ ସହିତ ଏକ ମୋଲ କ୍ଲୋରିନ୍ ଗ୍ୟାସ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କଲେ ଦୁଇ ମୋଲ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ କ୍ଲୋରାଇଡ ଗ୍ୟାସ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇାଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଶେଷରେ କିଛି H_2 କିମ୍ବା Cl_2 ବଳକା ରହି ନଥାଏ। କିନ୍ତୁ ପ୍ରକୃତ କଥାଟା ହେଲା ଯେକୌଣସି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଯଦି ଗୋଟିଏ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ର ବା ଆଧାର (closed vessel) ମଧ୍ୟରେ ହୁଏ ତେବେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି କିଛି ସମୟରେ ବନ୍ଦ ହୋଇଗଲା ଭଳି ବାହାରକୁ ପ୍ରତୀୟମାନ ହୁଏ । ଏହାକୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ରାସାୟନିକ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା କୁହାଯାଏ । ଏହି ଅବସ୍ଥାରେ କିଛି ପ୍ରତିକାରକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ନ କରି ବଳକା ରହିଯାଇଥାଏ । ଯେଉଁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆମେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାକୁ ବାହାରୁ ବାଧା ନଦେଇଛୁ ସେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉତ୍ପାଦ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ ସମୟ ସହିତ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିଥାଏ ।

ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (Irreversible Reactions)

ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲା ପରେ ଯଦି ବଳକା ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ ନଗଣ୍ୟ (negligible) ହୁଏ ତେବେ ଏହାକୁ ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ । ଏହି ଭଳି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଶେଷ ହୋଇଗଲା ବୋଲି ଧରାଯାଏ । ଏହିଭଳି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଏକଦିଗୀ ତୀର ଚିହ୍ନ ($\rightarrow$) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବାସ୍ତବତଃ ଗୋଟିଏ ଦିଗରେ (one direction) ହୋଇଥାଏ । ଉପରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଉଦାହରଣ ଏହି ଶ୍ରେଣୀର ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ : $NaOH(aq.) + HCl(aq.) \rightarrow NaCl(aq.) + H_2O(l)$

$AgNO_3(aq.) + NaCl(aq.) \rightarrow AgCl(s)\downarrow + NaNO_3(aq.)$

ଏହିଭଳି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବିପରୀତ ଦିଗରୁ ଯଦି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରାଯାଏ ତାହା ବାସ୍ତବତଃ ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । କାରଣ ଏହାର ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ ନଗଣ୍ୟ ହୋଇଥାଏ ।

$NaCl(aq.) + H_2O(l) \rightarrow$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ହୁଏନାହିଁ

$AgCl(s) + NaNO_3(aq.) \rightarrow$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ହୁଏନାହିଁ

ସମସ୍ତ ପ୍ରଶମନିକରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (neutralisation reactions), ସମସ୍ତ ଦ୍ୱିବିସ୍ଥାପନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (double displacement), ଅବକ୍ଷେପଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (precipitation reactions) ଏବଂ ଦହନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (combustion reactions) ଏହି ଶ୍ରେଣୀର । ଏହିଭଳି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର କେବଳ ଅଗ୍ରମୂଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୋଇଯାଏ (forward reaction) ମାତ୍ର ପଶ୍ଚାତମୂଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା(backward reaction) ସମ୍ଭବ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ ।

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(l)$ (ଅଗ୍ରମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା)

$CO_2(g) + 2\ H_2O(l) \rightarrow$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ହୁଏନାହିଁ (ପଶ୍ଚାତମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା)

ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଅନ୍ୟ କେତେକ ଉଦାହରଣ:

$BaCl_2(aq.) + Na_2SO_4(aq.) \rightarrow BaSO_4(s)\downarrow + 2\ NaCl(aq.)$

$HNO_3(aq.) + KOH(aq.) \rightarrow KNO_3(aq.) + H_2O(l)$

$C_2H_6(g) + 7/2\ O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) + 3\ H_2O(l)$

$CaCl_2(aq.) + Na_2CO_3(aq.) \rightarrow CaCO_3(s)\downarrow + 2\ NaCl(aq)$

ସିଦ୍ଧାନ୍ତ : ଯେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଅଗ୍ରମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପ୍ରାୟତଃ 100% ଶେଷ ହୋଇଯାଏ (ଅର୍ଥାତ୍ ବଳକା ପ୍ରତିକାରକ ପ୍ରାୟତଃ କିଛି ରହେ ନାହିଁ) ତାହାର ପଶ୍ଚାତମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପ୍ରାୟତଃ ହୁଏ ନାହିଁ (ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରାୟତଃ 0% ଶେଷ ହୋଇଥାଏ) । ସେମାନଙ୍କୁ ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ । **ଯଦିଓ ସିଦ୍ଧାନ୍ତତଃ ସମସ୍ତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ବାସ୍ତବତଃ ଅନେକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ଅଟନ୍ତି (In principle all reactions are reversible but practically many reactions are irreversible) ।**

SAQ 1: ଏ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ?

(a) $H_2 + I_2 \rightarrow 2\ HI$

(b) $AlCl_3 + 3\ NH_4OH \rightarrow Al(OH)_3 + 3\ NH_4Cl$

(c) $Pb(NO_3)_2 + H_2S \rightarrow PbS + 2\ HNO_3$

(d) $2H_3PO_4 + 3\ Ca(OH)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O$

(e) $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

(f) $NO + 1/2\ O_2 \rightarrow NO_2$

(g) $C_2H_2 + 5/2\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2 + H_2O$

(h) $P_4 + 5\ O_2 \rightarrow P_4O_{10}$

ଉତ୍ତର: (b), (c), (d), (f), (g), (h)

ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (Reversible Reactions):

ସିଦ୍ଧାନ୍ତତଃ (in principle) ସମସ୍ତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ଅର୍ଥାତ୍ ଦୁଇପଟ ଦିଗରୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୋଇଥାଏ ।

$N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$ (ଅଗ୍ରମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା)

$2\ NH_3 \rightarrow N_2 + 3\ H_2$ (ପଶ୍ଚାତମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା)

ଅଗ୍ରମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା(forward reaction)ରେ N_2 ସହିତ H_2 ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ଦେଇଥାଏ NH_3 ଏବଂ ପଶ୍ଚାତମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା(backward reaction) ରେ NH_3 ଭାଙ୍ଗି ଦେଇଥାଏ N_2 ଏବଂ H_2 । ସବୁଠାରୁ ଆଶ୍ଚର୍ଯ୍ୟ କଥା ହେଲା ଆମେ ଯେଉଁ ଦିଗରୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରିବା ଉଭୟ ଦିଗର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଏକ ସଙ୍ଗେ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ଏହି ଭଳି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହା ଦ୍ୱିଦିଗୀ ତୀର ଚିହ୍ନ ($\rightleftharpoons$) ଚିହ୍ନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶିତ ହୋଇଥାଏ ।

$$N_2 + 3H_2 \underset{\text{backward}}{\overset{\text{forward}}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$$

ଆମେ ଯେଉଁ ଦିଗରୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କଲେ ମଧ୍ୟ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ନ ଆସିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଉଥାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ କମୁଥାଏ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ ବଢୁଥାଏ । ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଗଲେ, କୌଣସି ପଦାର୍ଥର (ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ) ପରିମାଣ ବା ଗାଢତା ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ

ନାହିଁ । କାହାକୁ ଆମେ ଅଗ୍ରମୁଖୀ ଏବଂ କାହାକୁ ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କହିବା ତାହା ନିର୍ଭର କରେ ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ ଲେଖା ଉପରେ ଅର୍ଥାତ୍ କେଉଁ ପଟୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରିବା ତାହା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ରାସାୟନିକ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା (Chemical Equilibrium)

ଯେଉଁ ସମୟରେ ଏକ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ ଆଉ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇନଥାଏ, ତାହାକୁ ରାସାୟନିକ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା କୁହାଯାଏ । ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଗଲେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ବନ୍ଦ ହୋଇଗଲା ପରି ମନେ ହୁଏ ।

SAQ 2: ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର କେଉଁଟି ଅଗ୍ରମୁଖୀ ଏବଂ କେଉଁଟି ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୁଖୀ ଦର୍ଶାଅ ।

(a) $2\,NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3\,H_2$ (b) $N_2O_4 \rightleftharpoons 2\,NO_2$

ଉତ୍ତର: (a) $2\,NH_3 \rightarrow N_2 + 3\,H_2$ (ଅଗ୍ରମୁଖୀ) $N_2 + 3\,H_2 \rightarrow 2NH_3$ (ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୁଖୀ)

(b) $N_2O_4 \rightarrow 2\,NO_2$ (ଅଗ୍ରମୁଖୀ); $2\,NO_2 \rightarrow N_2O_4$ (ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୁଖୀ)

ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଅନ୍ୟ କେତେକ ଉଦାହରଣ:

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$

$2\,SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2\,SO_3$ $N_2O_5 \rightleftharpoons 2\,NO_2 + 1/2\,O_2$

$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଲାକ୍ଷଣିକ ଧର୍ମ

(Characteristic Properties of Reversible Reactions)

(1) ଯେ କୌଣସି ଦିଗରୁ ଆମେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟିକୁ ଆରମ୍ଭ କରିପାରିବା । ଯେଉଁ ଦିଗରୁ ଆମେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରିବା ତାହାର ପ୍ରତିକାରକମାନଙ୍କୁ ବାମପଟେ ଲେଖିବା ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ ମାନଙ୍କୁ ଡ଼ାହାଣ ପଟେ ଲେଖିବା । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଆମେ N_2 ଏବଂ H_2 ଗ୍ୟାସକୁ ଏକ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ନେଇ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ, ଚାପ ଏବଂ ଉତ୍‌ପ୍ରେରକ (catalyst) ପ୍ରୟୋଗ କରିବା । ସମୟ କ୍ରମେ N_2 ଏବଂ H_2 ର ପରିମାଣ କମିବ ଏବଂ NH_3 ର ପରିମାଣ ବଢ଼ିବ ଏବଂ ଯେତେବେଳେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସି ପହଞ୍ଚିବ ଆଉ କାହାର ପରିମାଣ (N_2 , H_2 ଏବଂ NH_3) ର କିଛି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ନାହିଁ । ଏଠାରେ N_2 ଏବଂ H_2 ହେଲେ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ NH_3 ହେଲା ଉତ୍ପାଦ । ତେଣୁ ଏହାର ସମୀକରଣ ହେବ -

$$N_2 + 3\,H_2 \rightleftharpoons 2\,NH_3$$

କିନ୍ତୁ ଆମେ ଆଉ ଏକ ପରୀକ୍ଷାରେ ଏକ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ଶୁଦ୍ଧ NH_3 ନେଇ ସମାନ ତାପ ଚାପ ଏବଂ ଉତ୍‌ପ୍ରେରକ ବ୍ୟବହାର କରିବା । ସମୟ ସହିତ NH_3 ପରିମାଣ କମିବ ଏବଂ N_2 ,H_2 ପରିମାଣ ବଢ଼ିବ । କିଛି ସମୟପରେ ଯେତେବେଳେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସି ପହଞ୍ଚିବ ଆମେ ଦେଖିବା N_2 , H_2 ଏବଂ NH_3 ର ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିଛି । ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ NH_3 ହେଲା ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ N_2 ଏବଂ H_2 ହେଲେ ଉତ୍ପାଦ, ତେଣୁ ଏହାର ସମୀକରଣ ହେବ-

$$2\,NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3\,H_2$$

ଯେକୌଣସି ଦିଗରୁ ଆରମ୍ଭ କଲେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ସମାନ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ଆସି ପହଞ୍ଚିଥାଏ । ପ୍ରଥମେ ଚାଲ ଆମେ N_2 ଏବଂ H_2 ଦିଗରୁ ଆରମ୍ଭ କରିବା

	N_2 +	$3H_2$	$\rightleftharpoons$	$2NH_3$
Initial state:	1 mole	3 mole		0
Equilibrium:	(1-0.1)	(3 - 3 X 0.1)		2 X 0.1

ମନେକର ଆମେ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ(initial state) 1 ମୋଲ N_2 ଏବଂ 3 ମୋଲ H_2 ଗ୍ୟାସ ଏକ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ନେଇ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପ, ଚାପ ଏବଂ ଉତ୍‌ପ୍ରେରକ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା । ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲା ପରେ ଆମେ ପରୀକ୍ଷା କରି ଦେଖିଲେ ଯେ ମାତ୍ର 0.1 ମୋଲ N_2 ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିଛି । ତେବେ ତାହା ତାର 3 ଗୁଣ ଅର୍ଥାତ୍ 3 X0.1 = 0.3 ମୋଲ H_2 ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିଥିବ କାରଣ ସମତୁଲିତ ସମୀକରଣରେ ଆମେ ଦେଖୁଛୁ ଯେ N_2 ସହିତ H_2 ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି NH_3 ଦେଲେ, ସେମାନଙ୍କର ମୋଲ ପରିମାଣର ଅନୁପାତ 1: 3 : 2 ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ 0.1 ମୋଲ୍ N_2 ସହିତ 0.3 ମୋଲ H_2 ପତ୍ରିକ୍ରିୟା କରି 0.2 ମୋଲ NH_3 ସୃଷ୍ଟି କରିବ । ତେବେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ବଳକା N_2 ଏବଂ H_2 ର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ 0.9(1-0.1) ମୋଲ୍ ଏବଂ 2.7 (3- 0.3) ମୋଲ ଏବଂ NH_3 ର ପରିମାଣ 0.2 ମୋଲ ହେବ ।

ଏବେ ଆଉଥରେ ଚାଲ NH_3 ଦିଗରୁ ଆରମ୍ଭ କରିବା ।

	$2NH_3$	$\rightleftharpoons$	N_2 +	$3H_2$
Initial state:	2 mole		0	0
Equilbrium:	(2-1.8) = 0.2		1.8/2 = 0.9	1.8 X 3/2 = 2.7

ଯଦି ଆମେ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ 2 ମୋଲ NH_3 ଏକ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ନେଇ ପୂର୍ବ ସହିତ ସମାନ ତାପ, ଚାପ ଏବଂ ଉତ୍‌ପ୍ରେରକ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା, ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲାପରେ ଆମେ ଦେଖିବା ଯେ ପୂର୍ବ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଯେତିକି NH_3 ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିଲା (0.2 mole) ଏଥିରେ ଠିକ୍ ସେତିକି (0.2 mole) NH_3 ବଳକା ରହିବ । ପୂର୍ବ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଯେତିକି N_2 ଏବଂ H_2 ବଳକା ରହିଥିଲା (ଯଥାକ୍ରମେ 0.9 ଏବଂ 2.7 ମୋଲ) ଏଥିରେ ଠିକ୍ ସେତିକି N_2 ଏବଂ H_2 ସୃଷ୍ଟି ହେବେ । ସେଥିପାଇଁ ଆଗରୁ କୁହାଯାଇଛି ଯେ, ଯେକୌଣସି ଦିଗରୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କଲେ ଆମେ ଏକା ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ପହଞ୍ଚିବା ଅର୍ଥାତ୍ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣ (equilibrium mixture) ରେ ସମାନ ପରିମାଣରେ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ ରହିବେ ।

ବି.ଦ୍ର. : *ଉପରୋକ୍ତ ଦୁଇ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣର ସଂଯୁତି (composition) ସମାନ ହେବାକୁ ହେଲେ ସମତୁଲିତ ସମୀକରଣ(balanced equation)ରେ ଥିବା ମୋଲ ସଂଖ୍ୟା ଅନୁଯାୟୀ ଆମକୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରିବାକୁ ପଡିବ । ପୂର୍ବ ଉଦାହରଣରେ N_2 ଏବଂ H_2 ଆମେ ଯଥାକ୍ରମେ 1 ଏବଂ 3 ମୋଲ ନେଇ ଆରମ୍ଭ କଲେ ତାର ବିପରୀତ ଦିଗରୁ ଆରମ୍ଭ କଲାବେଳେ 2 ମୋଲ NH_3 ନେବାକୁ ହେଲା ।*

ଉଦାହରଣ :

	R	$\rightleftharpoons$	P
Initial state:	100		0
Equilibrium	5		95

ମନେକର ଆମେ ପ୍ରତିକାରକ R କୁ 100 ମୋଲ ନେଇ ଆରମ୍ଭ କରିବା ଏବଂ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲା ପରେ ଦେଖିଲେ ଯେ 5 ମୋଲ R ବଳକା ରହିଛି ଏବଂ 95 ମୋଲ P ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ତେବେ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣ ରେ R ଏବଂ P ର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ 5 ଏବଂ 95 ମୋଲ ହେବ। ବର୍ତ୍ତମାନ ଆଉଥରେ 100 ମୋଲ P ନେଇ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରିବା । ଏବେ P ହେବ ପ୍ରତିକାରକ, ତେଣୁ ତାହାକୁ ବାମ ପଟେ ଲେଖିବା ଏବଂ R ହେବ ଉତ୍ପାଦ ତେଣୁ ତାହାକୁ ଡାହାଣ ପଟେ ଲେଖିବା ।

	P $\rightleftharpoons$	R
Initial state:	100	0
Equilibrium	95	5

ଏହାର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲାପରେ ଆମେ ଦେଖିବା ବଳକା P (ପ୍ରତିକାରକ) ରହିବ 95 ମୋଲ ଏବଂ R (ଉତ୍ପାଦ) ସୃଷ୍ଟି ହେବ 5 ମୋଲ । ତେଣୁ ଏଥିରେ ମଧ୍ୟ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣରେ R ଏବଂ P ର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ 5 ଏବଂ 95 ମୋଲ। ସେଥିପାଇଁ ଆଗରୁ କୁହାଯାଇଛି ଯେ ଯେକୌଣସି ଦିଗରୁ ଆମେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରିବା ସମାନ ସମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ପହଞ୍ଚିବା । କିନ୍ତୁ ଏହା ହେବାକୁ ହେଲେ ଆମେ ସମତୁଲିତ ସମୀକରଣରେ ଥିବା ସହଗ ଅନୁଯାୟୀ ବା ସମାନୁପାତରେ ପ୍ରତିକାରକ ନେବାକୁ ହେବ । ପୂର୍ବ ଉଦାହରଣରେ P ଏବଂ R ର ସହଗ ଥିଲା 1, ତେଣୁ ଉଭୟ ର ମୋଲ୍ ସଂଖ୍ୟା ସମାନ (100 ମୋଲ) ନେଇ ଆମେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରିଥିଲୁ ।

SAQ 3 :

$$2\,R \rightleftharpoons 3\,P$$

$$3\,P \rightleftharpoons 2\,R$$

ଉପରୋକ୍ତ ଦୁଇଟି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଆମେ କେତେ ମୋଲ R ଏବଂ P ନେଇ ଆରମ୍ଭ କଲେ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣର R ଏବଂ P ର ମୋଲ ପରିମାଣ ସମାନ ହେବ ?

ଉତ୍ତର: R ରୁ ଆରମ୍ଭ କଲେ 2 ମୋଲ R ନେବା ଏବଂ P ରୁ ଆରମ୍ଭ କଲେ 3 ମୋଲ P ନେବା । ତେବେ ଯାଇଁ ଉଭୟ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣରେ P ଏବଂ R ର ମୋଲ ପରିମାଣ ସମାନ ହେବ । ଏହାର ସଠିକ କାରଣ ପରେ ଆଲୋଚିତ ହେବ ।

ସିଦ୍ଧାନ୍ତ : (i) କୌଣସି ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଯଦି ଅଗ୍ରମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅନୁକୂଳ (favourable) ହୁଏ ଅର୍ଥାତ୍ ଅଧିକ ମାତ୍ରାରେ ପ୍ରତିକାରକ ଶେଷ ହୋଇଯାଇ ଅଧିକ ମାତ୍ରାରେ ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟିକରିଥାଏ ଏବଂ କମ୍ ମାତ୍ରାରେ ପ୍ରତିକାରକ ବଳକା ରହେ ତେବେ ଏହାର ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପ୍ରତିକୂଳ (unfavourable) ହୋଇଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏହାର ପ୍ରତିକାରକ କମ୍ ମାତ୍ରାରେ ଶେଷ ହୋଇ କମ୍ ମାତ୍ରାର ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ବେଶୀ ମାତ୍ରାରେ ପ୍ରତିକାରକ ବଳକା ରହିଥାଏ ।

(ii) ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ପ୍ରାୟତଃ 0% (ନଗଣ୍ୟ) ପ୍ରତିକାରକ ବଳକା ରହୁଥିବାରୁ ଏବଂ ପ୍ରାୟତଃ 100% ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବାରୁ ଏହାର ପଶ୍ଚାତମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବସ୍ତୁତଃ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ । ତେଣୁ ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଲା କେବଳ ଅଗ୍ରମୂଖୀ ।

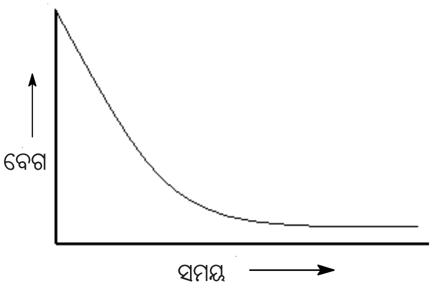
(iii) କେଉଁ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିବା ବେଳକୁ କେତେ ବାଟ ଯାଇଥିବ ଅର୍ଥାତ୍ 95% ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇ 5% ବଳକା ପ୍ରତିକାରକ ରହିଥିବ କିମ୍ବା 70% ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇ 30% ବଳକା ପ୍ରତିକାରକ ରହିଥିବ କିମ୍ବା 2% ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇ 98% ବଳକା ପ୍ରତିକାରକ ରହିଥିବ ତାହା ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଚାପ ଏବଂ ତାପରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଏବଂ ଏହା ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ । ଏହାକୁ ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ, ଯାହା ପରେ ଆଲୋଚିତ ହେବ ।

ଦ୍ରବ୍ୟ ଅନୁପାତି କ୍ରିୟା ସୂତ୍ର (Law of Mass Action)

ଏକ ଚାଲୁଥିବା ଗାଡିର ଯେଭଳି ବେଗ ଅଛି ସେହିଭଳି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ମଧ ବେଗ ଅଛି । ପ୍ରତିକାରକ ଅଣୁଗୁଡିକ ଅଧିକ ବେଗରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରୁଛନ୍ତି କି ଧିର ବେଗରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରୁଛନ୍ତି ତାହା ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗରୁ ଜାଣିହୁଏ । ଦ୍ରବ୍ୟ ଅନୁପାତି କ୍ରିୟା ସୂତ୍ର ହେଲା ଯେକୌଣସି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (ଅଗ୍ରମୂଖୀ ହେଉ କିମ୍ଵା ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ ହେଉ) ର ତାତ୍କ୍ଷିଣକ ବେଗ ବା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କ୍ଷଣର ବେଗ (instantaneous speed or rate of reaction) ପ୍ରତିକାରକର ସେହି କ୍ଷଣରେ ଥିବା ଗାଢତା (ମୋଲାରିଟି) ସହିତ ସମାନୁପାତୀ । ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ(ଗାଢତା) କମିଲେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ କମିଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ(ଗାଢତା) ବଢ଼ିଲେ ବେଗ ବଢ଼ିଥାଏ ।

ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ:(Rate of Irreversible Reaction)

ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ ସମୟ କ୍ରମେ କମିଥାଏ ତେଣୁ ସେହି ଅନୁପାତରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ମଧ କମିଥାଏ ଏବଂ କିଛି ସମୟ ପରେ ପ୍ରତିକାରକର ମାତ୍ରା ପ୍ରାୟତଃ ଶୂନ୍ୟ ହେଲା ବେଳକୁ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ମଧ ପ୍ରାୟତଃ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଥାଏ ।



ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲା ବୋଲି କିଭଳି ଜାଣିବା ?

ଗୋଟିଏ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ସାମାନ ମୋଲ ଅନୁପାତରେ H_2 ଗ୍ୟାସ ଏବଂ I_2 ବାଷ୍ପ ନେଇ 444^0C ରେ କିଛି ସମୟ ରଖ । ପ୍ରଥମେ ମିଶ୍ରଣର ରଙ୍ଗ ଥିବ ଘନ ବାଇଗଣୀ (deep violet) କାରଣ I_2 ର ରଙ୍ଗ ହେଲା ଘନ ବାଇଗଣୀ । ସମୟକ୍ରମେ ଯେତେ ଯେତେ I_2 ର ମାତ୍ରା କମୁଥିବ, ଘନ ବାଇଗଣୀ ରଙ୍ଗ ଧିରେ ଧିରେ ଫିକା ହେବାକୁ ଲାଗିବ । ଯେତେବେଳେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସି ପହଞ୍ଚିବ, ବାଇଗଣୀ ରଙ୍ଗର ତୀବ୍ରତା ଆଉ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ନାହିଁ । ଏଥିରୁ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲା ବୋଲି ଜାଣିହେବ । ଆଉ ଏକ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ କିଛି HI ବାଷ୍ପ ନିଅ । 444^0C ତାପମାତ୍ରାରେ କିଛି ସମୟ ରଖ । ପ୍ରଥମେ ଗ୍ୟାସଟି ରଙ୍ଗହୀନ ଥିବ । ସମୟ କ୍ରମେ H_2 ଏବଂ I_2 ସୃଷ୍ଟି ହେଲେ ବାଇଗଣୀ ରଙ୍ଗର ତୀବ୍ରତା ଧିରେ ଧିରେ ବଢ଼ିବ । ଅତ୍ୟନ୍ତ ଫିକାରୁ ତୀବ୍ର ଏବଂ ତୀବ୍ରତର ହେବାକୁ ଲାଗିବ । ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲେ ରଙ୍ଗର ତୀବ୍ରତା ଆଉ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ନାହିଁ । ଏଥିରୁ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାର ଆଗମନ ବିଷୟରେ ଜାଣି ହେବ ।

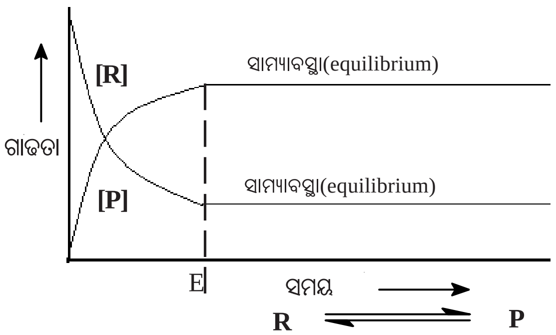
Conclusion:

ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଆରମ୍ଭରୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନର ଯେକୌଣସି ଏକ ପ୍ରତିକାରକ କିମ୍ଵା ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା ମପାଯାଏ । ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ଯେଉଁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଉଥାଏ ସେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିନାହିଁ ବୋଲି ଜାଣିହୁଏ ଏବଂ ଯେତେବେଳେ ଏହାର ଗାଢ଼ତାର ଆଉ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲା ବୋଲି ଜାଣିହୁଏ ।

ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ଗାଢତା (ମୋଲାରିଟି)-ସମୟ ଲେଖଚିତ୍ର:

(Concentration vs. time graphs in Reversible Reaction)

ଏକ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଦୁଇଟି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଏକା ସାଙ୍ଗରେ(simultaneously) ଚାଲିଥାଏ । ଗୋଟିଏ ହେଲା ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ($R \rightarrow P$) ଏବଂ ଅନ୍ୟଟି ହେଲା ପଶ୍ଚାତ୍ମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ($P \rightarrow R$) ।

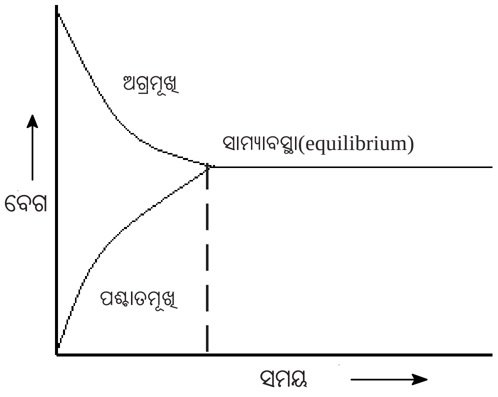


ସମୟା (t) =0 ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ସମୟରେ ଏହି ଦୁଇଟି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଏକାଠି ଚାଲିଥାଏ । ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ R ହେଲା ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ P ହେଲା ଉତ୍ପାଦ କିନ୍ତୁ ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ P ହେଲା ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ R ହେଲା ଉତ୍ପାଦ । ସମୟ ସହିତ R ର ପରିମାଣ(ଗାଢତା) ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟରୁ କମିଥାଏ ଏବଂ P ର ପରିମାଣ(ଗାଢତା) ଶୂନ୍ୟରୁ ବଢ଼ିଥାଏ । କିଛି ସମୟରେ ଯେତେବେଳେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଥାଏ ସେତେବେଳେ ଉଭୟ ପ୍ରତିକାରକ R ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ P ର ଗାଢତା ସ୍ଥିର (ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ) ରହେ । ସେଥିପାଇଁ ଗାଢତା-ସମୟ ଲେଖଚିତ୍ରରେ ଉଭୟ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ଲେଖଚିତ୍ର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ପରେ x ଅକ୍ଷକୁ ସମାନ୍ତରାଳ ହୋଇଯାଇଛନ୍ତି ।

ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ (Rates of Reversible Reaction)

(i) ଅଗ୍ରମୂଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ(Rate of Forward Reaction)

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ କେବଳ ପ୍ରତିକାରକ (R) ଥିଲା ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ (P) ନଥିଲା ଏବଂ ସମୟ କ୍ରମେ ପ୍ରତିକାରକର ମାତ୍ରା ଧିରେ ଧିରେ କମିବାକୁ ଲାଗିଲା । ଦ୍ରବ୍ୟ ଅନୁପାତି କ୍ରିୟାସୂତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ଅଗ୍ରମୂଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ସମୟ କ୍ରମେ କମିବାକୁ ଲାଗିଲା । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ପରେ ଯେତେବେଳେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଗଲା, ଏହି ବେଗ ଆଉ ନ କମି ସ୍ଥିର (constant) ରହିଲା । ବେଗ-ସମୟ ଲେଖଚିତ୍ରରେ ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଲେଖଚିତ୍ର ଟି E (ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା) ସମୟ ପରେ x- ଅକ୍ଷକୁ ସମାନ୍ତରାଳ ହୋଇ ଯାଇଛି ।

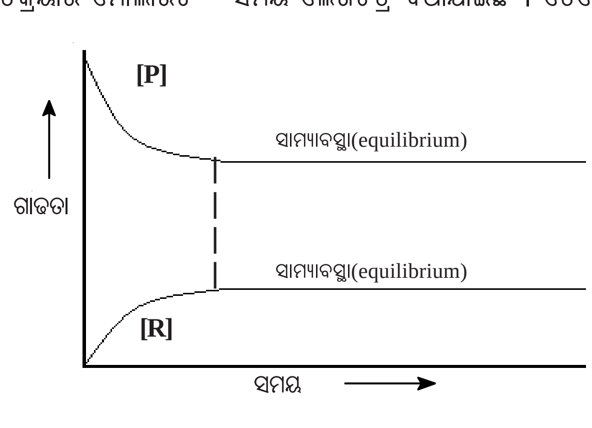


(i) **ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ (Rate of Backward Reaction)**

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ ଉତ୍ପାଦ (P) କିଛି ନ ଥିଲା । ତେଣୁ **ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ** ଥିଲା ଶୂନ୍ୟ । ଦ୍ରବ୍ୟ ଅନୁପାତି କ୍ରିୟାସୂତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ସମୟ କ୍ରମେ P ର ପରିମାଣ ବଢ଼ିବା ସାଙ୍ଗକୁ ଏହି ବେଗ ମଧ ବଢ଼ିଲା । ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଗଲେ ଏହି ବେଗ ଆଉ ନ ବଢ଼ି ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ ସହିତ ସମାନ ହୋଇ ସେହି ଗୋଟିଏ ସମାନ୍ତରାଳ ରେଖାରେ ଗତିକଲା । ବେଗ-ସମୟ ଲେଖ ଚିତ୍ରରେ ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଲେଖଚିତ୍ର କୁ ଦେଖିଲେ ତାହା ଜଣାଯିବ ।

ତେଣୁ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ, ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ **(Rate of forward Reaction)** = ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ **(Rate of Backward Reaction)**

SAQ 4 : ପୂର୍ବରୁ R $\rightleftharpoons$ P ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ମୋଲାରିଟି - ସମୟ ଲେଖଚିତ୍ର ଦିଆଯାଇଛି । ତେବେ P $\rightleftharpoons$ R ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ମୋଲାରିଟି - ସମୟ ଲେଖଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

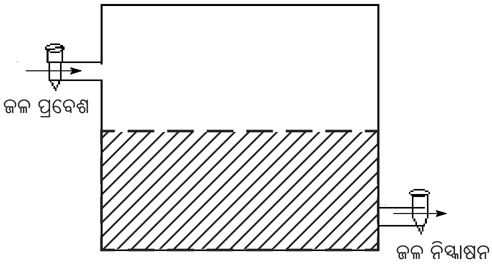


ଉତ୍ତର : ଆଗରୁ ଦିଆଯାଇଥିବା R $\rightleftharpoons$ P ର ଲେଖଚିତ୍ରର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ମନେକର ୫0% P ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି ଏବଂ 20% R ବଳକା ଅଛି। ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଦିଆଯାଇଥିବା P $\rightleftharpoons$ R ର ଲେଖଚିତ୍ରରେ 20% R ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି ଏବଂ ୫0% P ବଳକା ରହିଛି । ଉଭୟରେ ସାମ୍ୟମିଶ୍ରଣର ସଂଯିତି ସମାନ ।

ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାର ଲାକ୍ଷଣିକ ଧର୍ମ (Characteristics of chemical equilibrium) :

(i) ରାସାୟନିକ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ହେଲା ଗତିଶୀଳ(dynamic equilbrium), ସ୍ଥିତୀୟ (static) ନୁହେଁ । ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ ସହିତ ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ ସମାନ ହୋଇଥାଏ । ଯେଉଁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ନ ଆସିଥାଏ, ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ବେଗ ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ବେଗଠାରୁ ଅଧିକ ଥାଏ, ତେଣୁ ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣର ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣରେ ହ୍ରାସ ଘଟୁଥାଏ । ପ୍ରଥମ ଅବସ୍ଥାରେ ଏହି ଦୁଇଟି ବେଗର ପ୍ରଭେଦ ଅଧିକ ଥିବାରୁ ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ ବଢ଼ିବାର ହାର ଅଧିକ ଥାଏ । ଧିରେ ଧିରେ ଏହି ପ୍ରଭେଦ କମିବାକୁ ଲାଗେ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ ବଢ଼ିବାର ହାର କମି ଆସେ । ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲେ ଦୁଇଟି ବେଗ ସମାନ ହୋଇଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଯେଉଁ ବେଗରେ R, P କୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଏ, ସେହି ବେଗରେ P, R କୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଉଭୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଚାଲୁ ରହିଥିଲେ ମଧ R ଏବଂ P ର ପରିମାଣ ବା ଗାଢତାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ । ଆମକୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବନ୍ଦ ହୋଇଗଲା ଭଳି ମନେ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ବାସ୍ତବରେ ଉଭୟ ଅଗ୍ରମୂଖୀ ଏବଂ ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅହରହ ଚାଲିଥାଏ । ସେଥିପାଇଁ ରାସାୟନିକ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ହେଲା ଗତିଶୀଳ(dynamic equilbrium), ସ୍ଥିତୀୟ (static) ନୁହେଁ ।

ବିଶେଷ ଦୃଷ୍ଟାନ୍ତ (Illustration)



ମନେକର ଗୋଟିଏ ଶୂନ୍ୟ ଆବଦ୍ଧ କାଚ ତିଆରି ଟାଙ୍କିରେ ଉପର ପଟୁ ଜଳ ପ୍ରବେଶ କରୁଛି ଏବଂ ତଳ ପଟୁ ଜଳ ବାହାରୁଛି । ଆମେ ଜଳ ପଶିବାର ଏବଂ ବାହାରିବାର ବେଗକୁ ଏଭଳି ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବା ଯେ ପ୍ରଥମେ ସର୍ବାଧିକ ବେଗରେ ଜଳ ପ୍ରବେଶ କରିବ ଏବଂ ଜଳ ବାହାରିବାର ବେଗ ଥିବ ଶୂନ୍ୟ । ଧିରେ ଧିରେ ଜଳ ପ୍ରବେଶ କରିବାର ବେଗକୁ କମାଇବା ଏବଂ ଜଳ ବାହାରିବାର ବେଗକୁ ବଢ଼ାଇବା । ଦେଖିବା ଜଳର ପତ୍ତନ ପ୍ରଥମେ ଅଧିକ ବେଗରେ ବଢୁଛି ଏବଂ ସମୟ ସହିତ ଜଳ ପତ୍ତନ ବଢ଼ିବାର ହାର କମୁଛି । ଯେଉଁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଜଳ ବାହାରିବାର ବେଗ, ଜଳ ପ୍ରବେଶ କରିବାର ବେଗ ଠାରୁ କମ ଅଛି, ଟାଙ୍କିରେ ଜଳ ପତ୍ତନ ବଢୁଥିବ । ଯେତେବେଳେ ଦୁଇଟି ଯାକ ବେଗ ସାମାନ ହୋଇଯିବ - ଜଳ ପତ୍ତନ ସ୍ଥିର ହୋଇଯିବ । ଏହା ହେଲା ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା - କିନ୍ତୁ ଏହି ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ହେଲା ଭୌତିକ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା **(physical equilibrium)** । ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲାପରେ ଆମେ ଟାଙ୍କିକୁ ଦୂରରୁ ଦେଖିଲେ ଲାଗିବ ସତେଯେପରି କିଛି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଚାଲୁନାହିଁ । କାରଣ ଜଳପତ୍ତନ ସ୍ଥିର ହୋଇଯାଇଛି । କିନ୍ତୁ ପାଖକୁ ଆସିଲେ ଦେଖିବା ଜଳ ଉପର ପଟୁ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରି ଚାଲିଛି ଏବଂ ତଳ ପଟୁ ବାହାରି ଚାଲିଛି ଏବଂ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଅହରହ ଚାଲିରହିଛି । ତେଣୁ ଏହା ହେଲା ଗତିଶୀଳ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା । ସେହିଭଳି ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲା ପରେ ଉଭୟ ଅଗ୍ରମୂଖି ଏବଂ ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅହରହ ଚାଲିଥାନ୍ତି । କିନ୍ତୁ ଯେହେତୁ ସମାନ ବେଗରେ ଚାଲିଥାନ୍ତି ଆମକୁ ଲାଗେ ସତେ ଯେମିତି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଇଛି । କାରଣ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣରେ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁର ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିଥାଏ ।

(ii) **ସାମ୍ୟଧ୍ରୁବାଙ୍କ (Equilbrium Constant)**

ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବାମରୁ ଡାହାଣକୁ କେତେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଯିବାପରେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିବ ତାହା ଏକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୁଏ ଯାହାକୁ ସାମ୍ୟଧ୍ରୁବାଙ୍କ (Equilbrium Constant= K_C) କୁହାଯାଏ । ଏହି ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଭାବରେ ଲେଖା ଯାଇଥିବା ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସମୀକରଣ ପାଇଁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ।

$$R \rightleftharpoons P$$

$$K_C = \frac{[P]}{[R]}$$

ଏହି ସାମ୍ୟଧ୍ରୁବାଙ୍କ (K_C) ହେଲା ଉତ୍ପାଦ P (ଡାହାଣପଟ ବସ୍ତୁ) ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକ R (ବାମପଟ ବସ୍ତୁ)ର ମୋଲାରିଟି ର ଅନୁପାତ । ଉତ୍ପାଦ(P)ର ମୋଲାରିଟି ରହିବ ଲବରେ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକ(R) ମୋଲାରିଟି ରହିବ ହରରେ ।

ମୋଲାରିଟି କ'ଣ ?

1 ଲିଟର ଦ୍ରବଣ କିମ୍ବା 1 ଲିଟର ଗ୍ୟାସରେ ଯେତେ ମୋଲ ଦ୍ରବ ଅଣୁ (ବା ଗ୍ୟାସ ଅଣୁ) ଥିବ ତାହାକୁ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ମୋଲାରିଟି କୁହାଯାଏ ।

$$\text{Molarity} = \frac{\text{No. of moles}}{\text{Volume in litres}}$$

ଉଦାହରଣ 1 : 3 ମୋଲ H_2 ଗ୍ୟାସ୍ ଗୋଟିଏ 15 ଲିଟର ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ଅଛି । ଏହାର ମୋଲାରିଟି କେତେ ?

ଉତ୍ତର : ମୋଲ ସଂଖ୍ୟା = 3 ; ଆୟତନ = 15 ଲି

ମୋଲାରିଟି = $[H_2]$ = 3/15 = 0.2 M (ମୋଲ/ଲିଟର) (ମୋଲାରିଟିର ଏକକ ହେଲା M ବା ମୋଲ/ଲିଟର)

ଉଦାହରଣ 2 : 200 ମି.ଲି ଦ୍ରବଣରେ 7 ଗ୍ରାମ H_2SO_4 ଅଛି, ତେବେ H_2SO_4 ଦ୍ରବଣର ମୋଲାରିଟି କେତେ ?

ଉତ୍ତର : H_2SO_4ର ମୋଲ ସଂଖ୍ୟା = 7/98 =1/14; ଦ୍ରବଣ ଆୟତନ = 200 ମି.ଲି = 0.2 ଲି.

ମୋଲାରିଟି = $[H_2SO_4]$ = 1/14/0.2 = 5/14 M (ସଂକେତକୁ ବର୍ଗ ବନ୍ଧନୀ ଭିତରେ ରଖିଲେ ତାହା ମୋଲାରିଟିକୁ ଦର୍ଶାଇଥାଏ)

ମନେକର ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣରେ $K_C = 10^{-4}$ । K_C ର ମୂଲ୍ୟ ଯେତେ କମ୍ ହେବ [P] ର ମାତ୍ରା ସେହି ଅନୁପାତରେ କମ୍ ହେବ ଏବଂ ବଳକା [R] ର ମାତ୍ରା ଅଧିକ ହେବ । ଏଭଳି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଅଗ୍ରମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅନୁକୂଳ ନୁହେଁ (forward reaction is not favourable) । ପରୋକ୍ଷରେ ଏହାର ପଶ୍ଚାତମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅନୁକୂଳ ଅଟେ (backward reaction is favourable) । ଏହାକୁ କୁହାଯାଏ ସମ୍ୟାବସ୍ଥାଟି ବାମ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ରହିଛି (equilibrium lies towards left) । ଯେହେତୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ K_C ମୂଲ୍ୟ ସ୍ଥିର, ତେବେ

$P \rightleftharpoons R$ ର K_C' ମୂଲ୍ୟ କେତେ ହେବ ?

$$K_C' = \frac{[R]}{[P]}$$

ନିୟମ ଅନୁସାରେ ସାମ୍ୟଧ୍ରୁବାଙ୍କ ଅନୁପାତରେ ଉତ୍ପାଦର ମୋଲାରିଟି (ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ R ହେଲା ଉତ୍ପାଦ) ଲବରେ ରହିବ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକ ର ମୋଲାରିଟି (ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ P ହେଲା ପ୍ରତିକାରକ) ହରରେ ରହିବ ।

$$K_C \times K_C' = \frac{[P]}{[R]} \times \frac{[R]}{[P]} = 1$$

$$\boxed{K_C' = \frac{1}{K_C}}$$

ଯଦି R $\rightleftharpoons$ P ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସାମ୍ୟଧ୍ରୁବାଙ୍କ (K_C) ହୁଏ 10^{-4} , ତେବେ P $\rightleftharpoons$ R ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସାମ୍ୟଧ୍ରୁବାଙ୍କ (K_C') କେତେ ହେବ ?

$$K_C' = 1/ 10^{-4} = 10^4$$

ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଲା P $\rightleftharpoons$ R ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ [R] ର ପରିମାଣ ଅଧିକ ଏବଂ [P] ପରିମାଣ କମ୍ ଥିବ । ଏଭଳି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ଅନୁକୁଳ ଏବଂ ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ପ୍ରତିକୁଳ ଅଟେ । ଏହାକୁ କୁହାଯାଏ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାଟି ଡ଼ାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ରହିଛି (equilibrium lies towards right) ।

ଏଥିରୁ ଆମେ କ'ଣ ଜାଣିଲେ ? ଯଦି ଗୋଟିଏ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସମୀକରଣକୁ ଓଲଟାଇ ଲେଖିବା ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟିକୁ ବିପରୀତ ପଟୁ ଆରମ୍ଭ କରିବା ତେବେ ଏହାର ସାମ୍ୟଧ୍ରୁବାଙ୍କ (K_C') ପୂର୍ବ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସାମ୍ୟଧ୍ରୁବାଙ୍କ (K_C) ର ପାରସ୍ପାରିକ (reciprocal) ।

(iii) ଏକ ସମତୁଲିତ ସମୀକରଣର ସାମ୍ୟାଧ୍ରୁବାଙ୍କ ତାର ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ସହଗ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଉତ୍ପାଦ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକମାନଙ୍କର ସହଗମାନେ K_C ର ଅଭିବ୍ୟକ୍ତି (expression) ରେ ଥିବା ମୋଲାରିଟି ପଦର ଘାତ (power) ଭାବେ ଉନ୍ନିତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି ।

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\ HI$$

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

HI ର ସହଗ 2 ଥିବାରୁ HI ମୋଲାରିଟିର ଘାତ ହେଲା 2 । H_2 ଏବଂ I_2 ର ସହଗ 1 ଥିବାରୁ ସେମାନଙ୍କର ଘାତ ହେଲା 1 ।

$$N_2 + 3\ H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3$$

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

ସିଦ୍ଧାନ୍ତ : (i) ଯେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର K_c ଯେତେ ଅଧିକ ତାହାର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଅଧିକ ଡାହାଣକୁ ଥାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ବଳକା ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ କମ୍ ହୋଇଥାଏ । ଅପର ପକ୍ଷେ ଯାହାର K_C ଯେତେ କମ୍ ହୋଇଥାଏ ତାର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ସେତେ ବାମକୁ ଥାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ କମ୍ ଥାଏ ଏବଂ ବଳକା ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ ଅଧିକ ଥାଏ ।

SAQ 5 : ଗୋଟିଏ ସାଧାରଣ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ନିମ୍ନରେ ଦିଆଗଲା ।

$$a\ A + b\ B \rightleftharpoons p\ P + q\ Q$$

(a, b, p, q ହେଲେ ସହଗ ଏବଂ A, B ହେଲେ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ P, Q ହେଲେ ଉତ୍ପାଦ । ଏହି ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସାମ୍ୟଧ୍ରୁବାଙ୍କ (K_C) ହେଲା -

$$K_C = \frac{[P]^p \times [Q]^q}{[A]^a \times [B]^b}$$ । ଏହା କିପରି ହେଲା ତାହାର ଗାଣିତିକ ସମାଧାନ କର ।

ଉତ୍ତର : ଅଗ୍ରମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ (R_f) $\propto$ $[A]^a$ X $[B]^b \Rightarrow R_f = k_f$ X $[A]^a$ X $[B]^b$ (k_f = constant)

ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ (R_b) $\propto$ $[P]^p$ X $[Q]^q$ $\Rightarrow R_b = k_b$ X $[P]^p$ X $[Q]^q$ (k_b = constant)

ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ $R_f = R_b \Rightarrow k_f$ X $[A]^a$ X $[B]^b = k_b$ X $[P]^p$ X $[Q]^q$

$$k_f/k_b = K_C = \frac{[P]^p \times [Q]^q}{[A]^a \times [B]^b}$$

(ii) ଯଦି ଏକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ K_C ର ମୂଲ୍ୟ 10 ରୁ ଅଧିକ ହେବ ତାହାର ଅଗ୍ରମୂଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅତ୍ୟନ୍ତ ଅନୁକୁଳ ଏବଂ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ବହୁତ ଡାହାଣକୁ ରହିଥାଏ । ଏଥିରେ 90% ଠାରୁ ଅଧିକ ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ଏବଂ 10% ଠାରୁ କମ୍ ବଳକା ପ୍ରତିକାରକ ରହିଥାଏ । ଯଦି K_C ର ମୂଲ୍ୟ 10^5 ଠାରୁ ଅଧିକ ହୁଏ ତେବେ ସେଥିରେ 99% ଠାରୁ ଅଧିକ ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଅପରପକ୍ଷେ ଯଦି K_C ର ମୂଲ୍ୟ 1/10 (0.1) ରୁ କମ୍ ହୋଇଥାଏ ତେବେ ତାହାର ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅତ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରତିକୂଳ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ବହୁତ ବାମକୁ ରହିଥାଏ । ଏଥିରେ 90% ଠାରୁ ଅଧିକ ବଳକା ପ୍ରତିକାରକ ଥାଏ ଏବଂ 10% ଠାରୁ କମ୍ ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । K_C ମୂଲ୍ୟ ଯଦି 10^{-5} ଠାରୁ କମ୍ ହୁଏ ତେବେ ଉତ୍ପାଦ 1% ଠାରୁ କମ୍ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକ 99% ରୁ ଅଧିକ ବଳକା ରହିଥାଏ ।

(iii) ଯଦି A + B $\rightleftharpoons$ P + Q ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର K_C ମୂଲ୍ୟ ଅଧିକ ଏବଂ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ବେଶୀ ଡାହାଣକୁ ରହିଥାଏ ତେବେ P + Q $\rightleftharpoons$ A + B ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର K_C' ମୂଲ୍ୟ କମ୍ ($K_C' = 1/K_C$)ଏବଂ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ବେଶୀ ବାମକୁ ରହିଥାଏ। ସେଥିପାଇଁ ଯେଉଁ ଦିଗରୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କଲେ ସମାନ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ପହଞ୍ଚିଥାଉ ।

ବି.ଦ୍ର. : ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର K_c ମୂଲ୍ୟ ସାଧାରଣତଃ 10^{10} ରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହାର ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବସ୍ତୁତଃ ସମ୍ଭବ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ ।

(iv) K_C କେବଳ ତାପମାତ୍ରା ଏବଂ ସମୀକରଣର ଲେଖା ପ୍ରଣାଳୀ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ତାପମାତ୍ରା ବଦଳିଲେ K_C ବଦଳେ ଏବଂ ସମୀକରଣ ଲେଖାରେ କିଛି ପରିବର୍ତ୍ତନ କଲେ K_C ର ମୂଲ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ତାପକ୍ରମ ସହିତ K_C ର ସମ୍ପର୍କ ପରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

(a) ସମୀକରଣଟିକୁ ଠିକ୍ ଓଲଟାଇ ଲେଖିଲେ ନୂଆ K_C' ହୋଇଯିବ ପୁରୁଣା K_C ର ପାରସ୍ପରିକ (reciprocal) ।

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\,HI$ (K_C = 4)

$2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$ (K_C' = 1/4)

(b) କୌଣସି ଏକ ଗୁଣକ(factor) x ସମୀକରଣରେ ଗୁଣନ କଲେ ନୂଆ K_C'' ପୁରୁଣା K_C ର x ଘାତ ସହିତ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

$$K_C'' = (K_C)^x$$

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\,HI$ (K_C = 4)

$1/2\,H_2 + 1/2\,I_2 \rightleftharpoons HI$ ($K_C'' = 4^{1/2} = 2$)

ପ୍ରମାଣ :

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

ତେଣୁ $K_C'' = (K_C)^{1/2}$

(v) ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲା ପରେ ଯଦି ତାପମାତ୍ରା ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ କରାଯାଏ ତେବେ K_Cର ମୂଲ୍ୟ ସମୟ ସହିତ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିବ ।

(vi) K_C ର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରତିକାରକ ମାନଙ୍କର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଗାଢତା (inital concentration of reactants) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଗାଢତା ପରିବର୍ତ୍ତନ କଲେ ମଧ୍ୟ K_C ର ମୂଲ୍ୟ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\ HI$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରଥମେ $[H_2]$ = 1M, $[I_2]$ = 1M ନେଇ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରିବା ଏବଂ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲା ପରେ ପ୍ରତ୍ୟେକର ଗାଢତା ମାପି K_C ର ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ କରିବା । ଆଉ ଏକ ପରୀକ୍ଷାରେ ତାପକ୍ରମ ସମାନ ରଖି $[H_2]$ = 5M, $[I_2]$ = 10M ନେଇ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରିବା ଏବଂ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଲେ ପୂନର୍ବାର K_C ର ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ କରିବା । ଆମେ ଦେଖିବା ଉଭୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ K_C ର ମୂଲ୍ୟ ସମାନ ହେବ । ତେଣୁ K_C ର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରତିକାରକ ମାନଙ୍କର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଗାଢତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।

(vii) ତାପମାତ୍ରା ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ କରି ଯଦି ଗ୍ୟାସୀୟ ଚାପ, ପ୍ରତିକାରକ କିମ୍ବା ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ (ମୋଲାରିଟି)ର ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଏ ତେବେ ପୂର୍ବ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଭାଙ୍ଗିଯାଇପାରେ । ମନେକର $N_2 + 3\ H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟିରେ N_2, H_2 ଓ NH_3 ର ଗୋଟିଏ ସାମ୍ୟମିଶ୍ରଣ ଅଛି । ଆମେ ହଠାତ୍ ମିଶ୍ରଣର ଚାପ ପରିବର୍ତ୍ତନ କଲୁ (ବଢ଼ାଇଲୁ କିମ୍ବା କମାଇଲୁ) କିମ୍ବା ବାହାରୁ କିଛି ପ୍ରତିକାରକ (N_2/H_2) ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣରେ ଯୋଗ କଲୁ କିମ୍ବା କିଛି ସେଥିରୁ କାଢ଼ି ଆଣିଲୁ କିମ୍ବା ବାହାରୁ କିଛି ଉତ୍ପାଦ (NH_3) ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣରେ ଯୋଗ କଲୁ କିମ୍ବା କିଛି ଉତ୍ପାଦ ସେଥିରୁ କାଢ଼ିନେଲୁ - ଅର୍ଥାତ୍ ଯେ କୌଣସି ଗୋଟିକର ଯଦି ପରିବର୍ତ୍ତନ କଲୁ ତେବେ ସେହି ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଭାଙ୍ଗିଯାଇପାରେ ଏବଂ ପୁଣି କିଛି ସମୟ ପରେ ନୂଆ ଏକ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିଥାଏ । ପୁରୁଣା ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ତୁଳନାରେ ନୂଆ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଅଧିକ ଡାହାଣକୁ କିମ୍ବା ଅଧିକ ବାମକୁ ଯାଇପାରେ । ଏହାକୁ କୁହାଯାଏ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାର ସ୍ଥାନ ପରିବର୍ତ୍ତନ (shifting of position of equilibrium) । ପୂର୍ବ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରେ କିମ୍ବା କମ୍ ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରେ । କିନ୍ତୁ ଏସବୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ K_C ମୂଲ୍ୟ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ । ତୁମେ ଭାବୁଥିବ ଯେ ଉତ୍ପାଦ ପରିମାଣ ଯଦି ବଢ଼ିଲା ତେବେ K_C ର ମୂଲ୍ୟ ବଢ଼ିବା କଥା ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ କମିଲେ K_C ମୂଲ୍ୟ କମିବା କଥା । କିନ୍ତୁ ଏହା ବାସ୍ତବରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରୁହେ । ଏହାର କାରଣ ବିଷୟରେ ତୁମେ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ଜାଣିବ ।

SAQ 6 : $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\ HI$ $\qquad K_C = 4$ (at 444^{0}C)

(i) 444^{0}C ରେ $2\ HI \rightleftharpoons H_2 + I_2$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର K_C' କେତେ ?

(ii) 444^{0}C ରେ $HI \rightleftharpoons 1/2\ H_2 + 1/2\ I_2$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର K_C'' କେତେ ?

ଉତ୍ତର: (i) $K_c' = 1/4$; $\qquad$ (ii) $K_c'' = (1/4)^{1/2} = 1/2$

SAQ 7 : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3$ $\qquad K_C = 10^{-5}$ (at t^{0}C)

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\ HI$ $\qquad K_C = 4$ (at t^{0}C)

ଉପରୋକ୍ତ କେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଅଗ୍ରମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ଅନୁକୂଳ ଅର୍ଥାତ୍ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଧିକମାତ୍ରାରେ ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ? କେଉଁଟିରେ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଧିକ ମାତ୍ରାରେ ବଳକା ପ୍ରତିକାରକ ରହିବ ?

ଉତ୍ତର: $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\ HI$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଅଗ୍ରମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ଅନୁକୂଳ କାରଣ ଏହାର K_C ମୂଲ୍ୟ ଅଧିକ । ପ୍ରଥମଟିର ଅଗ୍ରମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ପ୍ରତିକୂଳ କାରଣ ତାହାର K_C ମୂଲ୍ୟ ବହୁତ କମ ।

SAQ 8 : ଉପରୋକ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନରେ NH_3 ଏବଂ HI ର ତାପୀୟ ବିଘଟନ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ଅନୁକୂଳ ଅର୍ଥାତ୍ ବେଶୀ ମାତ୍ରାରେ ବିଘଟନ ହୋଇ ଉତ୍ପାଦ ସୃଷ୍ଟି ହେବ ? କାରଣ ଦର୍ଶାଅ ।

ଉତ୍ତର: $2\ NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$ ର ଅଗ୍ରମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ଅନୁକୁଳ କାରଣ ଏହାର K_C ମୂଲ୍ୟ ଅଧିକ (10^5) ମାତ୍ର HI ର ତାପୀୟ ବିଘଟନ ଅନୁକୂଳ ନୁହେଁ କାରଣ ଏହାର K_C ମୂଲ୍ୟ କମ (1/4) ।

SAQ 9 : $NaCl + AgNO_3 \rightleftharpoons AgCl\downarrow + NaNO_3$ (1) $K_C = 10^{20}$

ତେବେ $AgCl + NaNO_3 \rightleftharpoons NaCl + AgNO_3$ (2) ର K_C' କେତେ ? ଏହାର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ କଣ ? ତେବେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (1) ଟି ବସ୍ତୁତଃ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇପାରିବ କି ? ତେବେ ସମୀକରଣ ଲେଖିବାରେ କି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯିବ ?

ଉତ୍ତର: $K_c' = 10^{-20}$ । ଏହାର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ହେଲା $AgCl + NaNO_3 \rightleftharpoons NaCl + AgNO_3$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ବସ୍ତୁତଃ ହୋଇନଥାଏ । ତେବେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (1) ଟି ବସ୍ତୁତଃ ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହାକୁ ଏକଦିଗୀ ଚିହ୍ନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

SAQ 10 : ଯଦି ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣରୁ ଉତ୍ପାଦକୁ କୌଣସିମତେ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରୁ ଅନବରତ ବାହାର କରିଦିଆଯାଏ ତେବେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା କେତେବେଳେ ଆସିବ ?

ଉତ୍ତର: ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆସିନଥାଏ । ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଶେଷ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗତି କରିବ । ଏହାର ପ୍ରକୃତ କାରଣ ପରେ ଜାଣିବ (ଲି ଚାଟେଲିଅରଙ୍କ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ) ।

SAQ 11: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3$ $K_C = 0.444$ (at t ^{0}C)

ତେବେ $NH_3 \rightleftharpoons 1/2\ N_2 + 3/2\ H_2$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର K_C' ହିସାବ କର । ତାପକ୍ରମ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିବ ।

ଉତ୍ତର: $K_C' = (1/0.444)^{1/2} = 1.5$

SAQ 12 : $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ $K_C = 0.041$ (250^0C)

ଯଦି ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ 1 ମୋଲ PCl_5 2 ଲିଟରର ଏକ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ନିଆଯାଇ 250^0C ରେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରଖାଯାଏ ତେବେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ କେତେ ମୋଲ Cl_2 ସୃଷ୍ଟି ହେବ ।

ଉତ୍ତର:

	PCl_5 $\rightleftharpoons$	PCl_3 +	Cl_2
Initial	1	0	0
Eq.	(1-x)	x	x
Molarity	(1-x)/2	x/2	x/2

$$K_C = \frac{[PCl_3] X [Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{x/2 \ X \ x/2}{(1-x)/2} = 0.041 \Rightarrow x = 0.248 \text{ ମୋଲ } = Cl_2$$

SAQ 13 : 3 ମୋଲ A ସହିତ 1 ମୋଲ B ମିଶାଇ ଗୋଟିଏ 1 ଲିଟର ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ମିଶ୍ରଣକୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପକ୍ରମରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରଖାଗଲା ।

$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2\,C(g)$$

ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣରେ 0.5 ମୋଲ C ସୃଷ୍ଟି ହେଲା । ତେବେ ଏହାର K_C ହିସାବ କର ।

ଉତ୍ତର:

	A(g) +	B(g) ⇌	2 C(g)	
Initial	3	1	0	
Eq.	(3-x)	(1-x)	2x	2x = 0.5 mole ⇒ x = 0.25
Molarity	(3-x)/1	(1-x)/1	2x/1	

$$K_C = \frac{[C]^2}{[A] X [B]} = \frac{(2x)^2}{(3-x)(1-x)} = \frac{(0.5)^2}{(3-0.25)(1-0.25)} = 0.121$$

SAQ 14 : $1/2\ N_2 + 1/2\ O_2 \rightleftharpoons NO$ (1) $K_C = x$

$NO + 1/2\ O_2 \rightleftharpoons NO_2$ (2) $K_C' = y$

ତେବେ $N_2 + 2\ O_2 \rightleftharpoons 2\ NO_2$ (3) $K_C'' = ?$

ଉତ୍ତର : $K_C = \frac{[NO]}{[N_2]^{1/2} X [O_2]^{1/2}}$ $K_C' = \frac{[NO_2]}{[NO] X [O_2]^{1/2}}$

$K_C X K_C' = \frac{[NO_2]}{[N_2]^{1/2} X [O_2]} = x y \Rightarrow 1/2\ N_2 + O_2 \rightleftharpoons NO_2$; $K_C^* = xy$

$N_2 + 2\ O_2 \rightleftharpoons 2\ NO_2$ $K_C'' = (xy)^2$

ବି.ଦ୍ର: ଦୁଇଟି ସମୀକରଣକୁ ଯୋଗ କଲେ, ମୋଟ ସମୀକରଣର ସାମ୍ୟଧ୍ରୁବାଙ୍କ ପ୍ରଥମ ଦୁଇଟି ସମୀକରଣର ସାମ୍ୟଧ୍ରୁବାଙ୍କ ମାନଙ୍କର ଗୁଣଫଳ ସହିତ ସମାନ ।

SAQ 15: $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\ HI$ $K_C = 4$ (at 444^0C)

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ 1 ମୋଲ H_2 ଏବଂ 1 ମୋଲ I_2 ବାଷ୍ପର ମିଶ୍ରଣ ଏକ 5 ଲି. ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ 444^0C ରେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରଖାଗଲା । ତେବେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ କେତେ ମୋଲ HI ର ସୃଷ୍ଟି ହେଲା ଏବଂ କେତେ ମୋଲ ବଳକା H_2 ଏବଂ I_2 ରହିଲା ।

ଆଉ ଏକ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ପରୀକ୍ଷାରେ 2 ମୋଲ HI ଏକ 5 ଲିଟର ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ନିଆଯାଇ 444^0C ରେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରଖାଗଲା । ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ କେତେ ମୋଲ HI ରହିଲା ଏବଂ କେତେ ମୋଲ H_2 ଏବଂ I_2 ସୃଷ୍ଟି ହେଲା ହିସାବ କର । ଏହି ଦୁଇଟି ହିସାବରୁ ତୁମକୁ କେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ମିଳିଲା ?

ଉତ୍ତର : (i) ମନେକର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ x ମୋଲ H_2 ଏବଂ x ମୋଲ I_2 ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି 2x ମୋଲ HI ସୃଷ୍ଟି କଲେ ।

	H_2	+ I_2	$\rightleftharpoons$ 2 HI
Initial state	1	1	0
Equilibrium (moles)	(1-x)	(1-x)	2x
Equilibrium Molarity	(1-x)/5	(1-x)/5	2x/5

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2] \times [I_2]} = \frac{(2x/5)^2}{(1-x)/5 \times (1-x)/5} = 4 \Rightarrow x = 0.5$$

ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାର ସଂଯୁତି ହେଲା : [HI] = 2x = 2 X 0.5 = 1 mole

$[H_2]$ = 1- x = 0.5 mole

$[I_2]$ = 1-x = 0.5 mole

(ii) ମନେକର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ y ମୋଲ HI ଭାଙ୍ଗି y/2 ମୋଲ H_2 ଏବଂ y/2 ମୋଲ I_2 ସୃଷ୍ଟି କରିବ ।

	2 HI	$\rightleftharpoons$ H_2	+ I_2
Initial state	2	0	0
Equilibrium (moles)	(2-y)	y/2	y/2
Equilibrium Molarity	(2-y)/5	y/(2X 5)	y/(2X 5)

$$K_C' = \frac{[H_2] \times [I_2]}{[HI]^2} = \frac{(y)/10 \times (y/10)}{[(2-y)/5]^2} = 1/4 \Rightarrow y = 1$$

ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାର ସଂଯୁତି ହେଲା : [HI] = 2 - y = 1 mole

$[H_2]$ = y/2 = 0.5 mole

$[I_2]$ = y/2 = 0.5 mole

ଏଥିରୁ ଆମେ ଦେଖିଲୁ ଯେ, ଯେକୌଣସି ଦିଗରୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଆରମ୍ଭ କଲେ ଯଦି ସମତୁଲିତ ସମୀକରଣର ସହଗ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରତିକାରକ ନିଆଯାଏ ତେବେ ସମାନ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ପହଞ୍ଚିଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣର ସଂଯୁତି (composition) ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କ ନିୟମ (Le Chatelier Principle)

ଗୋଟିଏ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ଥିବାବେଳେ ଯଦି ବାହ୍ୟ କାରକ (external agent) ଦ୍ୱାରା ତାପକ୍ରମ, ଚାପ କିମ୍ବା ପ୍ରତିକାରକ/ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି) ର ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଏ ତେବେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ପୂର୍ବ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ହରାଇପାରେ ଏବଂ ସେ କ୍ଷେତ୍ରରେ ନୂତନ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାର ସ୍ଥାନ ଏଭଳି ଦିଗକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ (ଅଧିକ ଡାହାଣକୁ କିମ୍ବା ଅଧିକ ବାମକୁ) ଯେପରି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବ୍ୟବସ୍ଥାଟି(reacting system) ବାହ୍ୟ କାରକ ଦ୍ୱାରା ଲଦି ଦିଆଯାଇଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ପ୍ରତିରୋଧ କରିବ ବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ କମାଇଦେବ ।

ଅର୍ଥାତ ବାହ୍ୟ କାରକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବ୍ୟବସ୍ଥା(reacting system) ଉପରେ ଯେଉଁ ପ୍ରଭାବ ପକାଇବ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବ୍ୟବସ୍ଥା ତାର ବିପରୀତ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବ ଏବଂ ସେହି ବାହ୍ୟ ପ୍ରଭାବକୁ କମାଇବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବ । ଗୋଟିଏ ସରଳ ଉଦାହରଣ ନେଇ ଆମେ ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କ ନିୟମକୁ ବୁଝିବା ।

(1) ତାପମାତ୍ରାର ପ୍ରଭାବ (Effect of Temperature)

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3 + 22.4\ KCals$$

ଏହାର ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଲା ତାପୋତ୍ପାଦୀ, ତେଣୁ ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଲା ତାପଶୋଷୀ । ଆମେ ଯଦି ଗୋଟିଏ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣରେ ଅଧିକ ତାପ ପ୍ରୟୋଗ କରି ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ାଇବା, ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବ୍ୟବସ୍ଥାଟି (reacting system) ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥିବା ତାପକୁ କମାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା କରିବ । ଏହା ସମ୍ଭବ ହେବ ଯଦି ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଦିଗଟି ଅନୁକୂଳ ହୁଏ । ତେଣୁ ନୂଆ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ପୁରୁଣା ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ତୁଳନାରେ ବାମ ଦିଗକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେବ କାରଣ ବାମ ଦିଗ ହେଲା ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଦିଗ । ତେଣୁ NH_3 (ଉତ୍ପାଦ)ର ପରିମାଣ କମିବ ଏବଂ N_2 / H_2 (ପ୍ରତିକାରକ)ର ପରିମାଣ ବଢ଼ିବ ।

ସେହିଭଳି ଆମେ ଉକ୍ତ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣକୁ ଥଣ୍ଡା କରି ତାପମାତ୍ରା କମାଇ ଦେଉ, ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବ୍ୟବସ୍ଥାଟି ତାପ ବଢ଼ାଇବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବ । ଏହା ସମ୍ଭବ ହେବ ଯଦି ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦିଗଟି ଅନୁକୂଳ ହୁଏ । ତେଣୁ ନୂଆ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ପୁରୁଣା ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ତୁଳନାରେ ଡାହାଣକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେବ ଅର୍ଥାତ୍ NH_3 (ଉତ୍ପାଦ) ର ପରିମାଣ ବଢ଼ିବ ଏବଂ N_2 / H_2 (ପ୍ରତିକାରକ) ପରିମାଣ କମିବ ।

Conclusion: ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଲେ ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦିଗଟି ଅନୁକୂଳ ହେବ ଏବଂ ତାପମାତ୍ରା କମିଲେ ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦିଗଟି ଅନୁକୂଳ ହେବ ।

(2) ଚାପର ପ୍ରଭାବ (Effect of Pressure)

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3$$

ଏକ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ଗ୍ୟାସର ଚାପ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ସମୁଦାୟ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା ଉପରେ । ଏହି ସଂଖ୍ୟା ବଢ଼ିଲେ ଚାପ ବଢ଼ିଥାଏ ଏବଂ କମିଲେ ଚାପ କମିଥାଏ, କାରଣ ଗ୍ୟାସ ଅଣୁ ମାନଙ୍କର ପାତ୍ରର କାନ୍ଥ ଉପରେ ସଙ୍ଘାତ (bombardment or collision) ଯୋଗୁଁ ଚାପ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ।

ଯଦି ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣ ଉପରେ ବାହ୍ୟ ଚାପ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଚାପ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ ତେବେ ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବ୍ୟବସ୍ଥାଟି ଏହି ବଢୁଥିବା ଚାପକୁ କମାଇ ଦେବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବ । ଏହା ସମ୍ଭବ ହେବ ଯଦି ଯେଉଁ ଦିଗରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଲେ ମୋଟ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା କମିଯିବ ସେହି ଦିଗଟି ଅନୁକୁଳ ହୁଏ । ଏହି ଉଦାହରଣରେ ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ଅନୁକୂଳ ହେବ କାରଣ 4 ଟି ପ୍ରତିକାରକ ଅଣୁ ବଦଳରେ 2 ଟି ଉତ୍ପାଦ ଅଣୁ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ- ଅର୍ଥାତ୍ ମୋଟ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ କମିଥାଏ । ତେଣୁ ନୂଆ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ପୁରୁଣା ତୁଳନାରେ ଡାହାଣକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେବ । ଅର୍ଥାତ୍ ଉତ୍ପାଦ (NH_3) ର ପରିମାଣ ବଢ଼ିବ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକ (N_2 / H_2) ପରିମାଣ କମିବ ।

ସେହିଭଳି, ଯଦି ବାହ୍ୟ କାରକ ଦ୍ୱାରା ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣର ଚାପ କମାଇବା ତେବେ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଚାହିଁବ କିପରି ଚାପ ବଢ଼ିଯାଉ । ଏହା ସମ୍ଭବ ହେବ ଯଦି ଯେଉଁ ଦିଗରେ ମୋଟ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା ବଢ଼ିଯିବ ତାହା ଅନୁକୂଳ ହୁଏ । ଏହି ଉଦାହରଣରେ ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅନୁକୂଳ ହେବ । କାରଣ 2 ଟି NH_3 ଅଣୁ ବଦଳରେ 4 ଟି ଅଣୁ(N_2 + $3H_2$)ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି ଅର୍ଥାତ୍ ମୋଟ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ବଢୁଛି । ତେଣୁ ନୂଆ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ପୁରୁଣା ତୁଳନାରେ ବାମକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେବ ଅର୍ଥାତ୍ ଉତ୍ପାଦ (NH_3) ର ପରିମାଣ କମିବ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକ (N_2 / H_2) ପରିମାଣ ବଢ଼ିବ ।

Conclusion : ଚାପ ବଢ଼ାଇଲେ ଯେଉଁ ଦିଗରେ ମୋଟ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା କମୁଛି ସେହି ଦିଗଟି ଅନୁକୂଳ ହେବ ଏବଂ ଚାପ କମାଇଲେ ଯେଉଁ ଦିଗରେ ମୋଟ ଅଣୁସଂଖ୍ୟା ବଢୁଛି ସେହି ଦିଗଟି ଅନୁକୂଳ ହେବ ।

ବି.ଦ୍ର. : $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\ HI$

ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ମୋଟ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା ଦୁଇପଟେ ସମାନ ରହୁଛି । ଅର୍ଥାତ୍ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟାର ବୃଦ୍ଧି କିମ୍ବା ହ୍ରାସ ଘଟୁ ନାହିଁ । ଏହିଭଳି ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନ କଲେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଉପରେ କୋଣସି ପ୍ରଭାବ ପଡ଼ିବ ନାହିଁ। ଅର୍ଥାତ୍ ଚାପ ବଢ଼ିଲେ କି କମିଲେ, ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାର ସ୍ଥାନ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିବ, ଫଳରେ ଉତ୍ପାଦ / ପ୍ରତିକାରକ ର ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିବ ।

(3) ଗାଢ଼ତାର ପ୍ରଭାବ (Effect of Concentration)

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3$$

ଯେକୌଣସି ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା (ପରିମାଣ ବା ମୋଲାରିଟି) କୁ ଯଦି ବାହ୍ୟ କାରକ ଦ୍ୱାରା ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ମନେକର ବାହାରୁ କିଛି N_2 ଗ୍ୟାସ ଉପରୋକ୍ତ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣରେ ଯୋଗ କରାଗଲା । ତେବେ ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଚେଷ୍ଟା କରିବ N_2 ର ଗାଢ଼ତାକୁ କମାଇ ଦେବା ପାଇଁ । ଏହା ସମ୍ଭବ ହେବ ଯଦି ଅଗ୍ରମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅନୁକୁଳ ହୁଏ ଫଳରେ ଯୋଗ ହୋଇଥିବା N_2 ର ପରିମାଣରୁ କିଛି କମିଯିବ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ନୂଆ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ପୂରୁଣା ତୁଳନାରେ ଡାହାଣକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେବ ଅର୍ଥାତ୍ ଉତ୍ପାଦ NH_3 ର ପରିମାଣ ବଢ଼ିବ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକ (H_2) ର ପରିମାଣ କମିବ । ଅପର ପକ୍ଷେ ଯଦି ଯେ କୌଣସି ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା କମାଇ ଦିଆଯାଏ - ମନେକର କିଛି H_2 କୁ ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣରୁ ବାହାର କରି ନିଆଗଲା - ତେବେ ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଚେଷ୍ଟା କରିବ କିପରି H_2 ର ଗାଢ଼ତା ବଢ଼ିଯାଉ। ଏହା ସମ୍ଭବ ହେବ ଯଦି ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ଅନୁକୂଳ ହୁଏ । ଫଳରେ ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ନୂଆ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ବାମକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେବ । ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ କମିବ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ ବଢ଼ିବ ।

ଯଦି ଉତ୍ପାଦର (NH_3) ଗାଢ଼ତାକୁ ବାହ୍ୟ କାରକ ଦ୍ୱାରା ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ କିମ୍ବା କମାଇ ଦିଆଯାଏ ତେବେ ଉପରୋକ୍ତ ଘଟଣାର ବିପରୀତ ଘଟଣା ଘଟିବ । ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା ବଢ଼ାଇଲେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ବାମକୁ ଏବଂ ଗାଢ଼ତା କମାଇଲେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଡାହାଣକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେବ ।

Conclusion: ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା ବଢ଼ାଇଲେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଡାହାଣକୁ ଓ ଏହାର ଗାଢ଼ତା କମାଇଲେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ବାମକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ସେହିଭଳି ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା ବଢ଼ାଇଲେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ବାମକୁ ଏବଂ ଏହାର ଗାଢ଼ତା କମାଇଲେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଡାହାଣକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ ।

(4) ଉତ୍ପ୍ରେରକର ପ୍ରଭାବ (Effect of Catalyst)

ଉତ୍ପ୍ରେରକ ବ୍ୟବହାର କଲେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାର ସ୍ଥାନ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ । ଅର୍ଥାତ୍ ଉତ୍ପାଦ ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା ସମାନ ରହେ । ଉଭୟ ଅଗ୍ରମୁଖୀ ଏବଂ ପଶ୍ଚାତ୍ମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମାନ ମାତ୍ରାରେ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ଏବଂ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଶୀଘ୍ର ଆସିଥାଏ । ଉତ୍ପ୍ରେରକ ନ ବ୍ୟବହାର କଲେ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିବାକୁ ବହୁତ ସମୟ ଲାଗେ, କିନ୍ତୁ ଉତ୍ପ୍ରେରକ ବ୍ୟବହାର କଲେ ଏହା କମ୍ ସମୟରେ ଆସିଥାଏ ।

ହେବର ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା ଆମୋନିଆ ଗ୍ୟାସ ସଂଶ୍ଲେଷଣରେ ଅନୁକୂଳତମ ତାପମାତ୍ରା (Optimum Temperature) ର ଭୂମିକା :

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3 + 22.4\ KCals$$

ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଅନୁକୁଳ କରି NH_3 ର ପରିମାଣ ବଢ଼ାଇବା ସମ୍ଭବ ହେବ ଯଦି ଅଧିକ ଚାପର ଏବଂ କମ ତାପମାତ୍ରାର ବ୍ୟବହାର ହେବ । ହେବରଙ୍କ ପଦ୍ଧତି ଅନୁସାରେ ଆମୋନିଆ ଗ୍ୟାସର ବ୍ୟାବସାୟିକ ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଇଥାଏ । ଏଥିରେ ଗ୍ୟାସ ଚାପ 200 ଆଟ୍‌ମସ୍‌ଫିୟର ରୁ ଅଧିକ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଏହା ଲି ଚାଟେଲିୟର ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଅଧିକ NH_3 ଗ୍ୟାସ ପ୍ରସ୍ତୁତିରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । କିନ୍ତୁ ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ତାପମାତ୍ରା ରଖାଯାଇଥାଏ 400 - 500^0C ମଧ୍ୟରେ । ଏହାକୁ ଅନୁକୁଳତମ ତାପମାତ୍ରା (optimum temperature) କୁହାଯାଏ । କମ ତାପମାତ୍ରା (ମନେକର 0^0C) ବ୍ୟବହାର କଲେ ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ NH_3 ର ପରିଣାମ ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ ହେବ ମାତ୍ର କମ୍ ତାପମାତ୍ରାରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ ଏତେ କମ୍ ହୋଇଥାଏ ଯେ, (0^0C ରେ ବେଗ ଥାଏ ପ୍ରାୟତଃ ଶୂନ୍ୟ) ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆସିବା ପାଇଁ ବହୁତ ଅଧିକ ସମୟ ଲାଗିଥାଏ ଯାହା ବ୍ୟବସାୟପୋଯୋଗୀ ନୁହେଁ । କମ୍ ସମୟ ଭିତରେ କିଛି ଅଧିକ NH_3 ଯେଉଁ ତାପକ୍ରମରେ ହୋଇଥାଏ ତାହାକୁ ହିଟ୍ ଏଣ୍ଡ ଟ୍ରାଏଲ୍ (hit and trial) ପଦ୍ଧତି ରେ ନିରୂପଣ କରାଯାଇଥାଏ । ଏହାକୁ ଅନୁକୂଳତମ ତାପମାତ୍ରା (optimum temperature) କୁହାଯାଏ । 400 - 500^0C ହେଲା ହେବରଙ୍କ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ଏମୋନିଆ ଗ୍ୟାସ୍ ସଂଶ୍ଳେଷଣର ଅନୁକୂଳତମ ତାପକ୍ରମ । ତାପକ୍ରମ 500^0C ରୁ ଅଧିକ ବ୍ୟବହାର କଲେ ଏମୋନିଆର ପରିମାଣ ଲି ଚାଟେଲିୟର ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଯଥେଷ୍ଟ କମିଯାଏ ଯାହା ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବସାୟପୋଯୋଗୀ ହୋଇନଥାଏ ।

SAQ 16 : ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କର ।

$$N_2 + O_2 + heat \rightleftharpoons 2\,NO$$

ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରଭାବରେ ନୂଆ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ସ୍ଥାନ କେଉଁ ଦିଗକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେବ (ବାମକୁ କିମ୍ବା ଡାହାଣକୁ) କିମ୍ବା ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିବ ?

(a) ତାପମାତ୍ରାର ହ୍ରାସ (b) ଚାପର ବୃଦ୍ଧି (c) NO ର ଗାଢ଼ତା ବୃଦ୍ଧି (d) Pt ଉତ୍ପ୍ରେରକର ବ୍ୟବହାର

ଉତ୍ତର : (a) ବାମ ଦିଗକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେବ (କାରଣ ଆମେ ତାପ କମାଇଲେ, ବ୍ୟବସ୍ଥା ଚାହିଁବ ତାପ ବଢ଼ାଇବା ପାଇଁ । ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଲା ତାପୋତ୍ପାଦୀ)

(b) ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିବ (ଯେହେତୁ ମୋଟ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା ଦୁଇପଟେ ସମାନ)

(c) ବାମ ଦିଗକୁ (NO ର ଗାଢ଼ତା ବଢ଼ାଇଲେ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଚାହିଁବ NO ଗାଢ଼ତା କମାଇଦେବାକୁ)

(d) ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିବ (କେବଳ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଶୀଘ୍ର ଆସିବ)

SAQ 17: ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କର ।

$$2SO_3 + heat \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$$

ସାମ୍ୟ ମିଶ୍ରଣରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରଭାବ ଦ୍ୱାରା କେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (ଅଗ୍ରମୂଖୀ କିମ୍ବା ପଶ୍ଚାତମୂଖୀ) ଅନୁକୂଳ ହେବ ?

(a) ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି (b) ଚାପର ହ୍ରାସ (c) O_2 ଗାଢ଼ତା ହ୍ରାସ (d) V_2O_5 ଉତ୍ପ୍ରେରକର ବ୍ୟବହାର

ସମସ୍ତ ବାହ୍ୟ ପ୍ରଭାବରେ କେଉଁଟି K_C ମୂଲ୍ୟକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ କରିବ ?

ଉତ୍ତର : (a) ଅଗ୍ରମୂଖୀ (b) ଅଗ୍ରମୂଖୀ (କାରଣ ଏହି ଦିଗରେ ମୋଟ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା ବଢୁଛି) (c) ଅଗ୍ରମୂଖୀ (ବ୍ୟବସ୍ଥା ଚାହିଁବ O_2 ର ଗାଢ଼ତାକୁ ବଢ଼ାଇବାକୁ) (d) ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ

କେବଳ ତାପମାତ୍ରାର ପରିବର୍ତ୍ତନରେ K_C ମୂଲ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ । ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଲେ ତାପୋତ୍ପାଦୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର K_C କମିବ ଏବଂ ତାପଶୋଷୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର K_C ବଢ଼ିବ । ଅନ୍ୟ କାହାର ପ୍ରଭାବରେ K_C ର ମୂଲ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିବ ନାହିଁ । ଏହାର କାରଣ ତୁମେ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ଜାଣିବ ।

f f f

CHAPTER - 3

ଅମ୍ଳ, କ୍ଷାରକ ଏବଂ ଲବଣ

(ACIDS, BASES AND SALTS)

ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ - ଲୋରିଙ୍କ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ତତ୍ତ୍ୱ (Bronsted-Lowry Theory of Acids & Bases)

ଏହା ହେଲା ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ସମ୍ପର୍କରେ ଆଧୁନିକ ତତ୍ତ୍ୱ (modern theory) । ତେଣୁ ଏହା ଆମେ ପ୍ରଥମେ ପାଠ କରିବା ।

ଏସିଡ୍ (ଅମ୍ଳ) ହେଲା ପ୍ରୋଟନ୍ ବା ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଆୟନ (H^+) ର ଦାତା (donor) ଏବଂ ବେସ୍ (କ୍ଷାରକ) ହେଲା ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଆୟନ (H^+) ର ଗ୍ରାହୀ (acceptor) । ଅର୍ଥାତ୍ ଯିଏ H^+ ଦେଇପାରେ ସିଏ ହେଲା ଏସିଡ୍ ଏବଂ ଯିଏ H^+ ନେଇପାରେ ସିଏ ହେଲା ବେସ୍ ।

ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ଏସିଡ୍ (Bronsted acids) :

ଏହା ଦୁଇ ଶ୍ରେଣୀର -

(a) ସମସ୍ତ ଅଜୈବ ଏବଂ ଜୈବ ଅମ୍ଳ ହେଲେ ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍-ଲୋରିଙ୍କ ଏସିଡ୍ ବା ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ଏସିଡ୍ ।

ଉଦାହରଣ : HCl, H_2SO_4, HNO_3, HCN, HF, H_3PO_4 ଇତ୍ୟାଦି ସମସ୍ତ ଅଜୈବ ଅମ୍ଳ (inorganic acids)

CH_3COOH(ଏସେଟିକ୍ ଏସିଡ୍), HCOOH (ଫର୍ମିକ୍ ଏସିଡ୍) ଇତ୍ୟାଦି ସମସ୍ତ ଜୈବ ଅମ୍ଳ (organic acids)

(b) ଯେଉଁ ଯୁକ୍ତାୟନ H^+ ଆୟନ ଦାନ କରି ପାରିବ : ଯଥା NH_4^+ (ଆମୋନିୟମ ଆୟନ), H_3O^+ (ହାଇଡ୍ରୋନିୟମ ଆୟନ) ଏମାନେ ହେଲେ ମଧ୍ୟ ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ଏସିଡ୍ ।

ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ବେସ୍ (Bronsted bases) :

ଏହା ଦୁଇ ଶ୍ରେଣୀର :

(a) ସମସ୍ତ ବିଯୁକ୍ତାୟନ (-ve ion)

ଉଦାହରଣ : OH^- , Cl^- , SO_4^{2-}, CN^- , CH_3COO^- , NO_3^- ଇତ୍ୟାଦି ।

(b) ପ୍ରଶମିତ ଅଣୁ (-ve ion) ଯାହାର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ପରମାଣୁ (central atom) ରେ ଗୋଟିଏ ନିଃସଙ୍ଗ ଯୁଗଳ (lone pair) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଥିବ ଯଥା : $\ddot{N}H_3$, $H_2\ddot{O}$, $C_2H_5\ddot{O}H$ (ଇଥାଇଲ୍ ଆଲ୍‌କହଲ) ଇତ୍ୟାଦି ।

ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (Acid-Base Reaction) :

HCl, H_2SO_4, HNO_3, CH_3COOH ଆଦି ଯେତେ ଏସିଡ୍ ଅଛନ୍ତି ସେମାନେ ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ଏସିଡ୍ ଗୁଣ ଦେଖାଇଥାନ୍ତି କାରଣ ଏଥିରେ ଏମାନେ ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି H_3O^+ ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାନ୍ତି ।

(i)
$$\underset{\text{Acid-1}}{HCl} + \underset{\text{Base-1}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{Acid-2}}{H_3O^+} + \underset{\text{Base-2}}{Cl^-}$$

HCl ଅଣୁ ଏକ H^+ ଆୟନ H_2O ଅଣୁ କୁ ଦାନ କରି ହୋଇଯାଏ Cl^- (କ୍ଲୋରାଇଡ୍) ଆୟନ ଏବଂ H_2O ଅଣୁ ଏକ H^+ ଆୟନ ଗ୍ରହଣ କରି ହୋଇଯାଏ H_3O^+ (ହାଇଡ୍ରୋନିୟମ୍ ଆୟନ୍)। H^+ ଆୟନ ଜଳରେ କଦାପି ମୁକ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ନଥାଏ। ଏହା H_3O^+ ଆୟନ ଭାବରେ ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ଥାଏ। ଆମେ ଯେତେବେଳେ H^+ ଆୟନ କହିଥାଉ, ପ୍ରକୃତରେ H_3O^+ କୁ ବୁଝାଇଥାଉ। ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍-ଲୋରିଙ୍କ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଅନୁଯାୟୀ HCl ଏକ H^+ ଦାନ କରୁଥିବାରୁ ହୁଏ ଏକ ଏସିଡ୍ (acid-1) ଏବଂ H_2O ଏକ H^+ ଗ୍ରହଣ କରୁଥିବାରୁ ହୁଏ ଏକ ବେସ (base1) । ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ମଧ୍ୟ ସିଦ୍ଧାନ୍ତତଃ ଏକ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଏବଂ ଏହାର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥାକୁ କୁହାଯାଏ ଆୟନୀୟ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା (ionic equlibrium)। HCl ଏକ ତୀବ୍ର ଅମ୍ଳ (strong acid) ହୋଇଥିବାରୁ ଏହାର ପ୍ରାୟତଃ 100% ଆୟନୀକରଣ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏହା ବାସ୍ତବତଃ ଏକ ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୋଇଥାଏ। କାରଣ ଏହାର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଡ଼ାହାଣ ପଟେ ଥାଏ ଏବଂ ଏହି ଦ୍ରବଣର ବିଦ୍ୟୁତପରିବାହିତା ବହୁତ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ଆମେ ସାଧାରଣରେ HCl ର ଆୟନୀକରଣ ଏହି ଭଳି ଲେଖିଥାଉ।

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

କିନ୍ତୁ ଏହା ଭୁଲ । HCl ଗୋଟିଏ H^+ ଆୟନ ଦାନ କରିପାରିବ ଯଦି କୌଣସି ଗ୍ରାହୀ (acceptor) ତାହାକୁ ଗ୍ରହଣ କରିପାରିବ। ଜଳ (H_2O) ଏହି H^+ ଆୟନ ଗ୍ରହଣ କରୁଥିବାରୁ HCl ଏସିଡ୍ ଗୁଣ ଦେଖାଇଥାଏ ଜଳର ଉପସ୍ଥିତିରେ।

ବି.ଦ୍ର. : HCl ଗ୍ୟାସର ବେନଜିନ୍ ଦ୍ରବଣରେ ଏସିଡ୍ ଗୁଣ ନ ଥାଏ । ଏହା ନୀଳ ଲିଟ୍‌ମସ୍‌କୁ ଲାଲ କରିପାରେ ନାହିଁ। କାରଣ ବେନଜିନ H^+ ଆୟନକୁ ଗ୍ରହଣ କରିପାରେ ନାହିଁ ତେଣୁ HCl- H^+ ଆୟନ ଦାନ କରିପାରେ ନାହିଁ । ତେଣୁ H^+ ଆୟନ ଦାନ (ଏସିଡ୍) ପାଇଁ ଏକ ଗ୍ରାହୀ(ବେସ୍)ର ନିତାନ୍ତ ଆବଶ୍ୟକତା ଥାଏ ।

$$\underset{A-1}{HCl} + \underset{B-1}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{A-2}{H_3O^+} + \underset{B-2}{Cl^-}$$

ଆମେ ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଦେଖିଲେ ଜାଣିବା ଯେ H_3O^+ Cl^- କୁ ଏକ H^+ ଆୟନ ଦାନ କରି H_2O ରେ ପରିଣତ ହେଉଛି, ତେଣୁ H_3O^+ ହେଲା ଏକ ଏସିଡ (Acid-2) । Cl^- ଏକ H^+ ଗ୍ରହଣ କରି HCl ରେ ପରିଣତ ହେଉଥିବାରୁ ଏହା ହେଲା ଏକ ବେସ୍ (Base-2)।

(ii) **ଏସିଟିକ ଏସିଡ୍ ଦ୍ରବଣ (acetic acid) :**

$$\underset{A-1}{CH_3COOH} + \underset{B-1}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{A-2}{H_3O^+} + \underset{B-2}{CH_3COO^-}$$

ଏସିଟିକ୍ ଏସିଡ୍ (CH_3COOH) ଏକ H^+ ଆୟନ ଦାନ କରି ହୋଇଥାଏ ଏସିଟେଟ୍ ଆୟନ (CH_3COO^-) ଏବଂ H_2O ଏକ H^+ ଗ୍ରହଣ କରି ହୋଇଥାଏ H_3O^+ ଆୟନ । ତେଣୁ ଅଗ୍ରମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ CH_3COOH ହେଲା ଏକ ଏସିଡ୍ (A-1)ଏବଂ H_2O ଏକ ବେସ୍ (B-1) । ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ H_3O^+ ଏକ H^+ ଦେଇ H_2O ରେ ପରିଣତ ହେଉଥିବାରୁ ହୁଏ ଏକ ଏସିଡ୍ (A-2) ଏବଂ ଏସିଟେଟ୍ ଆୟନ (CH_3COO^-) ଏକ H^+ ଗ୍ରହଣ କରି CH_3COOH ହେଉଥିବାରୁ ହୁଏ ଏକ ବେସ୍ (B-2) । ପୂର୍ବ ଉଦାହରଣ ଭଳି ଏହାର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଡାହାଣକୁ ନ ଥାଏ । ଯେହେତୁ CH_3COOH ଏକ ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ (weak acid), ଏହାର ଆୟନୀକରଣ ବହୁତ କମ୍ ମାତ୍ରାରେ ଘଟିଥାଏ । ତେଣୁ ଏହାର ଅଗ୍ରମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅତ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରତିକୁଳ ଅଟେ ଏବଂ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ବାମପଟକୁ ରହିଥାଏ । ତେଣୁ ଏହି ଦ୍ରବଣର ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହିତା ସାଧାରଣ ଗାଢ଼ତାରେ ଯଥେଷ୍ଟ କମ ଥାଏ । କାରଣ ଏହି ଦ୍ରବଣରେ ଅନାୟନୀୟ(nonionic) CH_3COOH ର ପରିମାଣ ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ (>99%) ଥାଏ ଏବଂ ଆୟନ ମାନଙ୍କର ସଂଖ୍ୟା ବହୁତ କମ ଥାଏ ।

(iii) ଆମୋନିଆ ଦ୍ରବଣ (ammonia solution)

$$\underset{B-1}{NH_3} + \underset{A-1}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{A-2}{NH_4^+} + \underset{B-2}{OH^-}$$

NH_3 ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ଦେଇଥାଏ NH_4^+ ଏବଂ OH^- । ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ NH_3 ଏକ H^+ ଗ୍ରହଣ କରିଥିବାରୁ ହେଲା ଏକ ବେସ (B-1) ଏବଂ H_2O ଏକ H^+ ଦାନ କରିଥିବାରୁ ହେଲା ଏକ ଏସିଡ୍ (A-1) । ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ NH_4^+ (ଆମୋନିୟମ ଆୟନ) ଏକ H^+ ଦାନ କରି NH_3 ରେ ପରିଣତ ହେଉଥିବାରୁ ହେଲା ଏକ ଏସିଡ୍ (A-2) ଏବଂ OH^- ଏକ H^+ ଗ୍ରହଣ କରି H_2O ରେ ପରିଣତ ହେଉଥିବାରୁ ହେଲା ଏକ ବେସ (B-2) । NH_3 ଏକ ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍ ହୋଇଥିବାରୁ ତାହାର ଆୟନୀକରଣର ମାତ୍ରା ବହୁତ କମ ଥାଏ, ତେଣୁ ଏହାର ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପୂର୍ବ ଉଦାହରଣ ଭଳି ଅତ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରତିକୂଳ ଅଟେ ଏବଂ ଏହାର ସମ୍ୟାବସ୍ଥା ବାମପଟେ ଥାଏ। ତେଣୁ ଏହି ଦ୍ରବଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତା ମଧ୍ୟ ଯଥେଷ୍ଟ କମ୍ ଥାଏ।

ବି.ଦ୍ର. : NH_3 ର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ବହୁତ କମ ମାତ୍ରାରେ NH_4^+ ଏବଂ OH^- ଆୟନମାନେ ଥାଆନ୍ତି। ଅଧିକାଂଶ ଆମୋନିଆ ଅନାୟନୀୟ (nonionic) ପ୍ରଶମିତ NH_3 ଅଣୁ ଭାବରେ ରହିଥାନ୍ତି।

ଜଳର ଉଭୟଧର୍ମୀ ଗୁଣ(Amphoteric property of water)

ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (i) ଏବଂ (ii) ରେ H_2O ଏକ ବେସ୍‌ର କାର୍ଯ୍ୟ କଲା କିନ୍ତୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (iii) ରେ ଏହା ଏକ ଏସିଡ୍‌ର କାର୍ଯ୍ୟ କଲା । ଏହିଭଳି ବସ୍ତୁ ଯେଉଁମାନେ ଉଭୟ ଏସିଡ୍ ଏବଂ ବେସ୍‌ର କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରନ୍ତି ସେମାନଙ୍କୁ ଉଭୟଧର୍ମୀ ବସ୍ତୁ (amphoteric substances) କୁହାଯାଏ । Al, Zn, Sn, Pb ଭଳି କେତେକ ଧାତୁର ଅକ୍‌ସାଇଡ୍ କିମ୍ବା ହାଇଡ୍ରକ୍‌ସାଇଡ୍ ମଧ୍ୟ ଏହି ଶ୍ରେଣୀରେ ଅର୍ନ୍ତଭୁକ୍ତ ।

Conclusion :

(i) ତେଣୁ ଆମେ ଦେଖିଲେ ଯେ ଗୋଟିଏ ଏସିଡ୍ କିମ୍ବା ବେସ୍ ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ଯଥାକ୍ରମେ ଅମ୍ଳୀୟ ବା କ୍ଷାରୀୟ ଗୁଣ ଦେଖାଇଥାଆନ୍ତି । ଏଠାରେ ଜଳ ଉଭୟ ବେସ୍ କିମ୍ବା ଏସିଡ୍ ର କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ(ଉଭୟଧର୍ମୀ) । ତେଣୁ ଏକ ଏସିଡ୍ କିମ୍ବା ବେସ୍ ଜଳରେ ଦ୍ରବିଭୂତ ହେବା ହେଲା ଏକ ଏସିଡ୍ - ବେସ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ।

(ii) ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ H^+ ଆୟନ କଦାପି ମୁକ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ନଥାଏ । ଏହା H_3O^+ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ । ଏହି H_3O^+ ଆୟନ ଉପସ୍ଥିତି ଯୋଗୁଁ ଗୋଟିଏ ଏସିଡ୍ ଦ୍ରବଣ ଏସିଡ୍ ଗୁଣ ଯଥା ଖଟା ଲାଗିବା, ନୀଳ ଲିଟମସ୍ କୁ ଲାଲ କରିବା ଇତ୍ୟାଦି ଗୁଣ ଦେଖାଇଥାଏ ।

(iii) OH^- ଅୟନ ମୁକ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଥାଏ । ଏହି OH^- ଆୟନର ଉପସ୍ଥିତି ଯୋଗୁଁ ବେସ୍ ର ଦ୍ରବଣ କ୍ଷାରୀୟ ଗୁଣ ଯଥା ଖାରିଆ ଲାଗିବା, ଲାଲ ଲିଟମସ୍ କୁ ନୀଳ କରିବା ଇତ୍ୟାଦି ଗୁଣ ଦେଖାଇଥାଏ ।

ଜଳ ଅନୁପସ୍ଥିତିରେ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (Acid-base reaction in the absence of water)

$$\underset{B-1}{NH_3(g)} + \underset{A-1}{HCl(g)} \rightleftharpoons \underset{A-2}{NH_4^+(g)} + \underset{B-2}{Cl^-(g)} \quad \left[NH_4Cl(s) \right]$$

ଅଗ୍ରମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା **:** NH_3 ଗ୍ୟାସ ସହିତ HCl ଗ୍ୟାସ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କଲେ $[NH_4^+][Cl^-]$ ଆୟନୀୟ କଠିନ ଲବଣ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । NH_3ଏକ H^+ ଗ୍ରହଣ କରି ହୋଇଥାଏ NH_4^+ ତେଣୁ NH_3 ଏକ ବେସ୍ (B-1) । HCl ଏକ H^+ ଦାନ କରି ହୋଇଥାଏ Cl^-, ତେଣୁ HCl ଏକ ଏସିଡ୍ (A-1)।

ପଶ୍ଚାତମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା : NH_4^+ ଏକ H^+ ଦାନ କରି NH_3 ରେ ପରିଣତ ହେଉଥିବାରୁ ଏହା ଏକ ଏସିଡ (A-2) ଏବଂ Cl^- ଏକ H^+ ଗ୍ରହଣ କରି HCl ରେ ପରିଣତ ହେଉଥିବାରୁ ଏହା ଏକ ବେସ (B-2) । ଏହାର ଅଗ୍ରମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅନୁକୂଳ ହୋଇଥିବାରୁ ପ୍ରାୟତଃ 100% ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଶେଷ ହୋଇଥାଏ, ତେଣୁ ଏହା ବାସ୍ତବତଃ ଏକ ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅର୍ଥାତ୍ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଡ଼ାହାଣ ପଟେ ରହିଥାଏ ।

ଏଥିରୁ ଆମେ ଦେଖିଲେ ଯେ ଏସିଡ-ବେସ୍‌ର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା H_3O^+ ଏବଂ OH^- ର ବିନା ଉପସ୍ଥିତିରେ ମଧ୍ୟ ହୋଇପାରେ । ସିଧାସଳଖ ଏକ H^+ ଆୟନ ଏସିଡ୍‌ରୁ ବେସକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୋଇ ଲବଣର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରେ ।

ସାଧାରଣ ଏସିଡ୍ - ବେସ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (General acid-base reaction) :

ଏସିଡ୍‌ର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ଥାଏ ଯୁକ୍ତାୟନ ଏବଂ ବିଯୁକ୍ତାୟନ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ HCl ଦ୍ରବଣରେ ଥାଏ H_3O^+ ଏବଂ Cl^- । CH_3COOH ଦ୍ରବଣରେ ତାଏ CH_3COO^- ଏବଂ H_3O^+ । ଜଳ ସହିତ ଏମାନଙ୍କର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କିପରି ଏକ ଏସିଡ-ବେସ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ତାହା ପୂର୍ବରୁ ଆଲୋଚିତ ହୋଇଛି । ସେହିଭଳି ଏକ ସାଧାରଣ ବେସ୍ ଯଥା NaOH ଏବଂ $Ca(OH)_2$ ଆଦିର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ଥାଏ ଯୁକ୍ତାୟନ ଏବଂ ବିଯୁକ୍ତାୟନ । NaOH ଦ୍ରବଣରେ ଥାଏ Na^+ ଏବଂ OH^- $Ca(OH)_2$ ରେ ଥାଏ Ca^{2+} ଏବଂ OH^- । ଏଥିରେ ଥିବା OH^- ଆୟନମାନେ ହେଲେ ପ୍ରକୃତ ବେସ୍ (ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ବେସ୍) । Na^+, Ca^{2+} ଇତ୍ୟାଦି ଯୁକ୍ତାୟନର କୌଣସି ଭୂମିକା ନଥାଏ । ଏମାନେ ହେଲେ ଦର୍ଶକ ଆୟନ (spectator ion) ।

NaOH ଦ୍ରବଣ ସହିତ HCl ଦ୍ରବଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କଲେ, ଏସିଡ୍‌ରେ ଥିବା H_3O^+ ସହିତ ବେସ୍‌ରେ ଥିବା OH^- ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୋଇ 2 ଟି H_2O ଅଣୁ ରେ ପରିଣତ ହୁଏ ।

$$H_3O^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O + H_2O$$

H_3O^+ ଏକ H^+ ଦାନ କରି ହୋଇଥାଏ H_2O ଏବଂ OH^- ଏକ H^+ ଗ୍ରହଣ କରି ହୋଇଥାଏ H_2O । ଏହାର ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପ୍ରାୟତଃ 100% ଶେଷ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହା ବାସ୍ତବତଃ ଏକ ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା । ଆମେ ସାଧାରଣରେ ଏହାର ଆୟନୀୟ ସମୀକରଣ ଏହିଭଳି ଲେଖିଥାଉ ।

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

ବି.ଦ୍ର. : (1) ସାଧାରଣରେ ଯେକୌଣସି ପ୍ରଶମନିକରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ ଆମେ ଉପରୋକ୍ତ ସମୀକରଣ ଲେଖିଥାଉ । କିନ୍ତୁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତତଃ ଏହା ଭୁଲ କାରଣ H^+ ମୁକ୍ତ ଆବସ୍ଥାରେ କଦାପି ନ ଥାଏ । ଉପରୋକ୍ତ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଆଣବିକ ସମୀକରଣ ହେଲା ।

$$NaOH(aq.) + HCl(aq.) \longrightarrow NaCl(aq.) + H_2O(l)$$

ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆୟନୀୟ ସମୀକରଣ (Total Ionic Equation) **:**

$$Na^+ + OH^- + H^+ + Cl^- \longrightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O(l)$$

Na^+ ଏବଂ Cl^- ହେଲେ ଦର୍ଶକ ଅୟନ(spectator ion) ଯେଉଁମାନେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଭାଗ ନେଇନଥାନ୍ତି । ସେମାନଙ୍କୁ ସମୀକରଣରୁ କାଟିଦେଲେ ଆମେ ପାଇଥାଉ ବାସ୍ତବିକ ଆୟନୀୟ ସମୀକରଣ ।

ବାସ୍ତବିକ ଆୟନୀୟ ସମୀକରଣ (Net Ionic Equation) **:** $H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$

ପ୍ରକୃତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଲା ଏସିଡ୍ ର H_3O^+ ସହିତ ବେସ୍ ର OH^- ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି H_2O ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ । ଆମେ H_3O^+ ବଦଳରେ ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ H^+ ଲେଖିଥାଉ ।

SAQ 1 : $CH_3COOH \rightarrow CH_3COO^- + H^+$

ଏହି ଆୟନୀକରଣର ସମୀକରଣଟି କ'ଣ ଠିକ୍ ? ଭୁଲ ଥିଲେ ସଂଶୋଧନ କରି ସଠିକ ସମୀକରଣ ଲେଖ ।

ଉତ୍ତର : ଏହା ଭୁଲ । ସଠିକ ସମୀକରଣ ହେଲା -

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + CH_3COO^-$$

SAQ 2 : $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$ ଏହି ସମୀକରଣଟିରେ ଭୂଲ୍ ଥିଲେ ସଂଶୋଧନ।

ଉତ୍ତର : ଏହା ଠିକ, କାରଣ ଏହା ବାସ୍ତବତଃ ଏକ ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୋଇଥାଏ ।

SAQ 3 : HCl ର ଏସିଟୋନ (ଏକ ଜୈବ ଦ୍ରାବକ- CH_3COCH_3) ଦ୍ରବଣ ନୀଳ ଲିଟ୍‌ମସ୍‌କୁ ଲାଲ କରିପାରେ ନାହିଁ? ଏହାର କାରଣ କ'ଣ ?

ଉତ୍ତର : ଏସିଟୋନ HCl ରୁ H^+ ଆୟନ ଗ୍ରହଣ କରିପାରେ ନାହିଁ । ଅର୍ଥାତ HCl ର ଏସିଟୋନ୍ ଦ୍ରାବକରେ ଆୟନିକରଣ ଘଟିପାରେ ନାହିଁ । ତେଣୁ ଏସିଡ୍ ଧର୍ମଗୁଣ ଦେଖାଇନଥାଏ ।

SAQ 4 : ଯେପରି HCl(g) ର ଜଳରେ ଦ୍ରବିଭବନ ଏକ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା, ସେହିପରି NaOH(s)ର ଜଳରେ ଦ୍ରବିଭବନ ହେବା କି ପ୍ରକ୍ରିୟା ?

ଉତ୍ତର : ଏହା ଏକ ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା(physical process) । NaOH(s) ର ଜଳରେ ଆୟନିକରଣ ଘଟି Na^+ ଏବଂ OH^- ର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ।

$$NaOH(s) + aq. \rightarrow OH^-(aq) + Na^+(aq.)$$

SAQ 5 : NaOH, KOH ଏବଂ $Ca(OH)_2$ ଭଳି ବେସ୍‌ର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ପ୍ରକୃତରେ ବେସ୍ କିଏ ଯାହା ଏକ ଏସିଡ୍ ସଙ୍ଗେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିପାରେ ?

ଉତ୍ତର : ଏମାନଙ୍କର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ପ୍ରକୃତ ବେସ୍ ହେଲା OH^- ।

SAQ 6 : HCl, H_2SO_4, CH_3COOH ଭଳି ଏସିଡ୍‌ର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ପ୍ରକୃତରେ ଏସିଡ୍ କିଏ ଯାହା ଏକ ବେସ୍ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିପାରେ ?

ଉତ୍ତର : ଏମାନଙ୍କର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ପ୍ରକୃତ ଏସିଡ୍ ହେଲା H_3O^+ ।

SAQ 7 : NH_3 ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ କେଉଁଟି ବେଶି ମାତ୍ରାରେ ଥାଏ ଏବଂ କେଉଁଟି କମ୍ ମାତ୍ରାରେ ଥାଏ ? ଏଥିରୁ NH_4OH ଅଣୁର ସ୍ଥିତି ସମ୍ପର୍କରେ ମତ ଦିଅ ।

ଉତ୍ତର : NH_3 ର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ବେଶି ମାତ୍ରାରେ ଥାଏ ଅନାୟନିୟ NH_3 ଅଣୁ ଏବଂ ବହୁତ କମ ମାତ୍ରାରେ ଥାଏ NH_4^+ ଏବଂ OH^- ଆୟନ, ତେଣୁ NH_4OH ଅଣୁର କୌଣସି ସ୍ଥିତି ନାହିଁ । ଆମେ ଭୂଲବଶତଃ ସବୁବେଳେ NH_4OH ଲେଖିଥାଉ, କିନ୍ତୁ ଏହାର କୌଣସି ଅସ୍ତିତ୍ୱ ନାହିଁ।

SAQ 8 : NH_3 କ'ଣ କେବଳ ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ କ୍ଷାରୀୟ ଗୁଣ ଦେଖାଦେଇଥାଏ ନା, ଗ୍ୟାସିୟ ଅବସ୍ଥାରେ ମଧ୍ୟ ଦେଖାଇଥାଏ ? କାରଣ ସହ ବୁଝାଅ ।

ଉତ୍ତର : NH_3 ଗ୍ୟାସିୟ ଅବସ୍ଥାରେ ମଧ୍ୟ କ୍ଷାରୀୟ ଗୁଣ ଦେଖାଇଥାଏ । NH_3 ଗ୍ୟାସ ସହିତ HCl ଗ୍ୟାସର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଘଟି ଆମୋନିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ଲବଣର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଏକ H^+ ଆୟନର ସିଧାସଳଖ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ HCl ରୁ NH_3 କୁ ଘଟିଥାଏ ।

SAQ 9 : ସବୁ ବେସ୍ କଣ OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିବା ଆବଶ୍ୟକ? ଉଦାହରଣ ସହିତ ବୁଝାଅ।

ଉତ୍ତର : ସାଧାରଣତଃ ବେସ ମାନେ ଜଳସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାନ୍ତି। ମାତ୍ର OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି ନକରି ମଧ୍ୟ ବେସ ସିଧାସଳଖ ଏସିଡ୍ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିପାରେ। ପୁର୍ବ ପ୍ରଶ୍ନରେ ଏହା କୁହାଯାଇଛି ।

SAQ 10 : ଏ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ଏସିଡ୍ (BA) ଏବଂ କେଉଁଟି ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ବେସ୍ (BB) କିମ୍ବା କେଉଁଟି ଉଭୟ ଶ୍ରେଣୀର- ଦର୍ଶାଅ।

(a) OH^- (b) NH_4^+ (c) Cl^- (d) HCl (e) H_2O

(f) NH_3 (g) HCO_3^- (h) H_3PO_4 (i) $H_2PO_4^-$ (j) H_3O^+

ଉତ୍ତର : (a) OH^- : BB (b) NH_4^+ : BA (c) Cl^- : BB (d) HCl : BA (e) H_2O : Both BB/BA (f) NH_3 : Both BB/BA (g) HCO_3^- : both BA/BB (h) H_3PO_4 : BA (i) $H_2PO_4^-$: Both BA/BB (j) H_3O^+ : BA

NH_3 ର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣ ସହିତ ଏକ ସାଧାରଣ ଏସିଡ୍ (HCl)ର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା :

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \quad (1)$$
$$HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^- \quad (2)$$
$$OH^- + H_3O^+ \rightleftharpoons H_2O + H_2O \quad (3)$$

$$NH_3 + HCl \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$$

NH_3 ଦ୍ରବଣରେ ବହୁତ କମ୍ ମାତ୍ରାରେ NH_4^+ ଏବଂ OH^- ଆୟନ ଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ବହୁତ ଅଧିକ ମାତ୍ରାରେ ଅନାୟନିୟ(non-ionic) NH_3 ଅଣୁ ଜଳ ଭିତରେ ରହିଥାନ୍ତି। HCl ଦ୍ରବଣରେ ଥାଏ H_3O^+ ଏବଂ Cl^- । ତେଣୁ ଏହି ଦୁଇ ଦ୍ରବଣର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଲେ ପୂର୍ବ ଉଦାହରଣ ଭଳି ଆମୋନିଆ ଦ୍ରବଣର OH^- ଆୟନ ସହିତ HCl ଦ୍ରବଣର H_3O^+ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଘଟି H_2O ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଦ୍ରବଣରେ ଥିବା ଅଳ୍ପ ସଂଖ୍ୟକ OH^- ଆୟନ ଶେଷ ହେବା ମାତ୍ରେ ସମୀକରଣ (1) ର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଡାହାଣକୁ ଘୁଞ୍ଚିଯାଉଥାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ଅଧିକ ଆୟନିକରଣ ଘଟୁଥାଏ। ଏହିଭଳି ସମସ୍ତ NH_3 ର ଆୟନିକରଣ ଘଟି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (1) ଶେଷ ହୋଇଯାଏ। ଏହାର ଉତ୍ପାଦ ହେବ NH_4^+ Cl^- ଲବଣ । ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଡାହାଣକୁ ଅଧିକ ଅଧିକ ଘୁଞ୍ଚିବାର କାରଣ କ'ଣ ? ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କର ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଯଦି ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା କମିବ ତେବେ ଅଗ୍ରମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅନୁକୂଳ ହେବ। ତେଣୁ OH^- ଯେତେ ଅଧିକ ଚାଲିଯାଉଥିବ ସେତେ ଅଧିକ NH_3 ର ଜଳୀରେ ଆୟନୀକରଣ ବଢୁଥିବ। ଏହିପରି ସମସ୍ତ ଅନାୟନୀୟ NH_3 ର ଆୟନୀକରଣ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଆଗକୁ ଆଗକୁ ଚାଲିଥିବ।

ଏସିଟିକ୍ ଏସିଡ୍ (ଭିନେଗାର୍) ସହ ଆମୋନିଆ ଦ୍ରବଣର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା :

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+ \quad (1)$$
$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \quad (2)$$
$$H_3O^+ + OH^- \rightleftharpoons 2H_2O \quad (3)$$

$$CH_3COOH(aq.) + NH_3(g) \rightleftharpoons NH_4^+(aq.) + CH_3COO^-(aq.)$$

ଉଭୟ CH_3COOH ଏବଂ NH_3 ହେଲେ ଦୁର୍ବଳ ଶ୍ରେଣୀର ଯଥାକ୍ରମେ ଏସିଡ୍ ଏବଂ ବେସ୍ । ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ CH_3COOH କମ୍ ମାତ୍ରାରେ H_3O^+ ଏବଂ NH_3 କମ୍ ମାତ୍ରାରେ OH^- ସୃଷ୍ଟି କରିଥାନ୍ତି । ତେଣୁ ଉଭୟ ଦ୍ରବଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତା କମ୍ । କିନ୍ତୁ ଦୁଇ ଦ୍ରବଣକୁ ମିଶାଇ ଦେଲେ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଆମୋନିୟ ଏସିଟେଟ୍ ଲବଣ (NH_4^+ CH_3COO-) ଯାହା ଆୟନୀୟ ଏବଂ ଜଳରେ ଦ୍ରବଣୀୟ । ଏହି ଦ୍ରବଣଟି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ର ସୁପରିବାହୀ । ଏହାର ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପ୍ରାୟ 100% ଶେଷ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ CH_3COOH ର ଆୟନୀକରଣରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା H_3O^+ ଆୟନ ସହିତ NH_3 ର ଆୟନୀକରଣରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା OH^- ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି H_2O ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । H_2O ସୃଷ୍ଟି ହେବା ମାତ୍ରେ ସମୀକରଣ (1) ଏବଂ (2) ର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଅଧିକ ଅଧିକ ଡ଼ାହାଣକୁ ଘୁଞ୍ଚିଥାଏ (ଲି ଚାଟେଲିୟରଙ୍କର ନିୟମ)। ପୁନଶ୍ଚ ସମୀକରଣ (3) ର ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ଡ଼ାହାଣକୁ ଘୁଞ୍ଚିଥାଏ । ଫଳରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ଶେଷ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ ଉଭୟ ଏସିଡ୍ ଏବଂ ବେସ୍ ଦୁର୍ବଳ ଶ୍ରେଣୀର ହେଲେ ସୁଦ୍ଧା ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ଶେଷ ହୋଇ ଏକ ଆୟନୀୟ ଲବଣ(ଏମୋନିୟମ ଏସିଟେଟ୍) ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ।

ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ଯୁଗଳ (Conjugate Acid-Base Pair) :

ଯେଉଁ ଯୁଗଳ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ H^+ ଆୟନର ପ୍ରଭେଦ ଥାଏ ତାହାକୁ ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ଯୁଗଳ କୁହାଯାଏ ।

ଉଦାହରଣ :

(i) HCl ଏବଂ Cl^- (ii) CH_3COOH ଏବଂ CH_3COO^- (iii) H_2O ଏବଂ H_3O^+

(iv) H_2O ଏବଂ OH^- (iv) NH_3 ଏବଂ NH_4^+ (v) H_2SO_4 ଏବଂ HSO_4^-

ପ୍ରତ୍ୟେକ ଏସିଡ୍‌ର ଏକ ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍ ଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବେସ୍‌ର ଏକ ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍ ଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ HCl (ଏସିଡ୍)ର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍ ହେଲା Cl^- ଏବଂ Cl^- (ବେସ୍)ର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍ ହେଲା HCl । ଏହି ଯୁଗଳରେ ଗୋଟିଏ ଅନ୍ୟଟିର ସଂଯୁଗ୍ମୀ । CH_3COOH ର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍ ହେଲା CH_3COO^- (ଏସିଟେଟ୍ ଆୟନ) । H_2O (ବେସ୍) ର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍ ହେଲା H_3O^+ ଏବଂ H_2O (ଏସିଡ୍)ର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍ ହେଲା OH^- । ଏଠାରେ ସ୍ମରଣ କରାଦିଆଯାଇପାରେ ଯେ H_2O ଏକ ଉଭୟଧର୍ମୀ ବସ୍ତୁ । ଏହାର ଉଭୟ ଏସିଡ୍ ଏବଂ ବେସ୍ ଗୁଣ ଅଛି । ସେହିଭଳି NH_3 ର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍ ହେଲା NH_4^+ ଏବଂ H_2SO_4 ର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍ ହେଲା HSO_4^- ।

ମନେରଖ :ଏସିଡ୍ ଗୋଟିଏ H^+ ଆୟନ ହରାଇ ତାହାର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍‌ରେ ପରିଣତ ହୁଏ ଏବଂ ବେସ୍ ଗୋଟିଏ H^+ ଆୟନ ଗ୍ରହଣ କରି ତାର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍ ରେ ପରିଣତ ହୁଏ ।

ପ୍ରତ୍ୟେକ ଏସିଡ୍-ବେସ୍‌ର ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଦୁଇଟି ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ଯୁଗଳ ଥାଆନ୍ତି ।

$$\underset{A-1}{HCl} + \underset{B-1}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{A-2}{H_3O^+} + \underset{B-2}{Cl^-}$$

HCl/Cl^- ଗୋଟିଏ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ଯୁଗଳ ଏବଂ H_2O/H_3O^+ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ଯୁଗଳ ।

$$\underset{B-1}{NH_3} + \underset{A-1}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{A-2}{NH_4^+} + \underset{B-2}{OH^-}$$

NH_3/NH_4^+ ଗୋଟିଏ ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ଯୁଗଳ ଏବଂ H_2O/OH^- ଆଉ ଗୋଟିଏ ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ଯୁଗଳ ।

SAQ 11 : ନିମ୍ନ ଲିଖିତ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଯୁଗଳରେ କେଉଁଟି ବେସ୍ ଏବଂ କେଉଁଟି ଏସିଡ୍ ଦର୍ଶାଅ ।

(a) HSO_4^-/SO_4^{2-} (b) H_2CO_3/HCO_3^- (c) NH_3/NH_2^- (d) NH_4^+/NH_3

(e) OH^-/H_2O (f) $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ (g) CN^-/HCN (h) I^-/HI

ଉତ୍ତର: (a) HSO_4^-=A, SO_4^{2-} = B (b) H_2CO_3 = A; HCO_3^- = B

(c) NH_3 =A; NH_2^- = B (d) NH_4^+= A; NH_3 = B

(e) OH^-=B; H_2O = A; (f) $H_2PO_4^-$ = A; HPO_4^{2-}= B

(g) CN^- = B; HCN = A (h) I^-= B; HI =A

SAQ 12 : ବେସିକ୍ (କ୍ଷାରକୀୟ)ଏବଂ ଆଲକାଲାଇନ (କ୍ଷାରୀୟ) ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ କ'ଣ ?

ଉତ୍ତର : ଧାତବ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ଏବଂ ହାଇଡ୍ରକ୍ସାଇଡ୍ କୁ ସାଧାରଣରେ କୁହାଯାଏ ବେସ୍ ବା କ୍ଷାରକ । ଦ୍ରବଣୀୟ ବେସ୍ ବା କ୍ଷାରକକୁ ଆଲକାଲାଇନ୍ ବା କ୍ଷାରୀୟ କୁହାଯାଉଥିଲା । ଏଥିରେ କ୍ଷାର ଏବଂ ମୃତ୍‌କ୍ଷାର ଧାତୁ ରହିଥିବାରୁ (NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$ etc.) ଆଲକାଲାଇନ୍ ବା କ୍ଷାରୀୟ କୁହାଯାଉଥିଲା । ସବୁ କ୍ଷାରୀୟ ବା ଆଲକାଲାଇନ୍ ପଦାର୍ଥ ହେଲେ ବେସିକ୍ ବା କ୍ଷାରକୀୟ କିନ୍ତୁ ସବୁ ବେସ୍ ବା କ୍ଷାରକ କ୍ଷାରୀୟ ବା ଆଲକାଲାଇନ୍ ନୁହେଁ କାରଣ ସବୁ ବେସ୍ ଜଳରେ ଦ୍ରବଣୀୟ ନୁହେଁ । କ୍ଷାରୀୟ ବା ଆଲକାଲାଇନ୍ ଶବ୍ଦଟିର ପ୍ରଚଳନ ବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀପରଠାରୁ ଆଉ ପ୍ରାୟତଃ

ହେଉନାହିଁ । ବେସିକ୍ (କ୍ଷାରକୀୟ) ଶବ୍ଦ ଉଭୟ ଦ୍ରବଣୀୟ ଏବଂ ଅଦ୍ରବଣୀୟ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ଏବଂ ହାଇଡ୍ରକ୍ସାଇଡ୍ ପାଇଁ ଆଜିକାଲି ବ୍ୟବହାର ହେଉଛି ।

SAQ 13 : ନିମ୍ନ ଲିଖିତ ବ୍ରନଷ୍ଟେଡ୍ ଏସିଡ୍ ମାନଙ୍କର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍ ଲେଖ ।

(a) NH_4^+ (b) HNO_3 (c) H_3PO_4 (d) HSO_4^- (e) HCN
(f) $HClO_3$ (g) H_2O (h) NH_3 (i) $H_2PO_4^-$ (j) H_3O^+

ଉତ୍ତର : (a) NH_3 (b) NO_3^- (c) $H_2PO_4^-$ (d) SO_4^{2-} (e) CN^-
(f) ClO_3^- (g) OH^- (h) NH_2^- (i) HPO_4^{2-} (j) H_2O

SAQ 14 : ନିମ୍ନ ଲିଖିତ ବ୍ରନଷ୍ଟେଡ୍ ବେସ୍ ମାନଙ୍କର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍ ଲେଖ ।

(a) CO_3^{2-} (b) PO_4^{3-} (c) HSO_4^- (d) Br^- (e) H_2O
(f) OH^- (g) NH_2^- (h) CN^- (i) HCO_3^-

ଉତ୍ତର : (a) HCO_3^- (b) HPO_4^{2-} (c) H_2SO_4 (d) HBr (e) H_3O^+

(f) H_2O (g) NH_3 (h) HCN (i) H_2CO_3

SAQ 15 : ନିମ୍ନ ଲିଖିତ ଆୟନୀୟ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ମାନଙ୍କରେ ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ଯୁଗଳ ଦର୍ଶାଅ। ପ୍ରତ୍ୟେକ ଯୁଗଳରେ କିଏ ଏସିଡ୍ କିଏ ବେସ ଲେଖ।

(a) $H_2PO_4^- + OH^- \rightleftharpoons HPO_4^- + H_2O$ (b) $HNO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + NO_3^-$

(c) $HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + SO_4^{2-}$ (d) $H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + H_3O^+$

(e) $CN^- + H_3O^+ \rightleftharpoons HCN + H_2O$ (f) $NO_2^- + HCO_3^- \rightleftharpoons HNO_2 + CO_3^{2-}$

ଉତ୍ତର : (a) $H_2PO_4^-$(A)/HPO_4^{2-}(B); OH^-(B)/H_2O(A) (b) HNO_3(A)/NO_3^-(B); H_2O(B)/H_3O^+(A)
(c) HSO_4^-(A)/SO_4^{2-}(B) ; H_2O(B)/H_3O^+(A) (d) $H_2PO_4^-$(A)/HPO_4^{2-}(B); H_2O(B)/H_3O^+(A)
(e) CN^-(B)/HCN(A); H_3O^+(A)/H_2O(B) (f) NO_2^-(B)/HNO_2(A); HCO_3^-(A)/ CO_3^{2-}(B)

SAQ 16 : ନିମ୍ନଲିଖିତ ଆୟନୀୟ ସମୀକରଣରେ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ପୂରଣ କର ଏବଂ ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଯୁଗଳ ଦୁଇଟିକୁ ଲେଖ ।

(a) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons$ ____ + H_3O^+ (b) $OH^- + HNO_3 \rightleftharpoons$ ____ + _____

(c) $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons$ ____ + ___ (d) $NH_4^+ + Cl^- \rightleftharpoons$ _____ + _____

(e) $HSO_4^- + PO_4^{3-} \rightleftharpoons$ ____+ ____ (f) $HSO_3^- + OCl^- \rightleftharpoons$ ____ + ____

(g) $H_2S + NO_3^- \rightleftharpoons$ _____+ ____ (h) $SO_3^{2-} + HF \rightleftharpoons$ ____ + _____

ଉତ୍ତର : (a) NH_2^- (b) $H_2O + NO_3^-$ (c) $CH_3COOH + OH^-$ (d) $NH_3 + HCl$
(e) $SO_4^{2-} + HPO_4^{2-}$ (f) $SO_3^{2-} + HOCl$ (g) $HS^- + HNO_3$ (h) $HSO_3^- + F^-$

ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଏସିଡ୍-ବେସ ଯୁଗଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତୀବ୍ରତା

(Relative strength of Conjugate Acid-Base pair) :

ଯଦି ଏକ ଏସିଡ୍ (HA) ଅନ୍ୟ ଏକ ଏସିଡ୍ (HB) ଠାରୁ ତୀବ୍ରତର (stronger) ତେବେ HA ର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍ A^-, HB ର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍ B^- ଠାରୁ ଦୁର୍ବଳ (weaker) ।

ଯଦି ଏସିଡ୍ ତୀବ୍ରତାର କ୍ରମ (decreasing order of acid strength) ହୁଏ

HA > HB > HC > HD

ତେବେ **ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍‌ର ତୀବ୍ରତାର କ୍ରମ** (increasing order of conjugate base strength) ହେବ

$A^- < B^- < C^- < D^-$

ଯଦି HA ହେଲା ଉପରୋକ୍ତ 4 ଟି ଏସିଡ୍ ମଧ୍ୟରୁ ସବୁବାଠାରୁ ଅଧିକ ତୀବ୍ର ତେବେ A^- ହେବ 4 ଟି ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ସବୁବାଠାରୁ ଅଧିକ ଦୁର୍ବଳ। HD ହେଲା ଏସିଡ୍ ମାନଙ୍କମଧ୍ୟରୁ ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ ତେଣୁ D^- ହେଲା ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ସବୁଠାରୁ ତୀବ୍ର । ସଂଯୁଗ୍ମୀ ଯୁଗଳମାନଙ୍କର ଆପେକ୍ଷିକ ତୀବ୍ରତା ବା ଦୁର୍ବଳତା ବିଷୟରେ ଏହି ନିୟମରୁ ଜାଣି ହୁଏ। ଏହାର କାରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ତୁମେ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ଜାଣିବ।

SAQ 17 : ନିମ୍ନରେ 4 ଟି ଏସିଡ୍‌ର ତୀବ୍ରତାର ହ୍ରାସ କ୍ରମ ଦିଆଯାଇଛି।

$HCl > CH_3COOH > H_2CO_3 > HCN$

ତେବେ ଏମାନଙ୍କର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍‌ମାନଙ୍କର ତୀବ୍ରତା ବର୍ଦ୍ଧିତ କ୍ରମରେ ସଜାଇ ଲେଖ।

ଉତ୍ତର : $Cl^- < CH_3COO^- < HCO_3^- < CN^-$

ମନେରଖ - ଜଳରେ ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ହେଲା H_3O^+ ଏବଂ ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ତୀବ୍ର ବେସ୍ ହେଲା OH^- । ଯଦିଓ HCl, H_2CO_3 ଭଳି ଏସିଡ୍ H_3O^+ ଠାରୁ ଅଧିକ ତୀବ୍ର କିନ୍ତୁ ଜଳରେ ଏମାନଙ୍କର ଆୟନୀୟ ବିଘଟନ ଘଟିଥାଏ।

SAQ 18 : କାରଣ ଦର୍ଶାଅ :

(i) CO_2 ରେ H ପରମାଣୁ ନାହିଁ କିନ୍ତୁ ଏହା ଜଳରେ ଦ୍ରବିଭୂତ ହେଲେ H^+ (H_3O^+) ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ।

(ii) CaO ରେ OH^- ଗ୍ରୁପ୍ ନାହିଁ କିନ୍ତୁ ଜଳରେ ଦ୍ରବିଭୂତ ହେଲେ OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ।

(iii) ଧାତବ ଅକ୍‌ସାଇଡ୍‌ମାନଙ୍କୁ ମଧ୍ୟ ବେସ୍ କୁହାଯାଏ।

(iv) HCl ର ବେନଜିନ୍ ଦ୍ରବଣକୁ ଏସିଡ୍ କୁହାଯାଏ ନାହିଁ ।

ଉତ୍ତର : (i) $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$; $H_2CO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCO_3^-$

CO_2 ଜଳରେ ଦ୍ରବିଭୂତ ହେଲେ କାର୍ବୋନିକ ଏସିଡ୍ (H_2CO_3)ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ଯାହା H^+ (H_3O^+) ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ।

(ii) $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ $Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2OH^-$

CaO ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି $Ca(OH)_2$ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ଯାହା OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ।

(iii) ଧାତବ ଅକ୍ସାଇଡ଼ ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ସେମାନଙ୍କର ହାଇଡ୍ରକ୍ସାଇଡ଼ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାନ୍ତି ।

(iv) ବେନ୍‌ଜିନ୍ ଏକ ଅଧୃବୀୟ ଦ୍ରାବକ । HCl ଭଳି ଧୃବୀୟ ଦ୍ରବ ବେନଜିନରେ ଦ୍ରବିଭୂତ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ। ଫଳରେ HCl ର ଆୟନିକରଣ ଘଟିପାରେନାହିଁ ।

ବି.ଦ୍ର. : ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍- ଲୋରିଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ NaOH ରେ OH^- ହେଲା ବେସ୍ ।

ଏସିଡ୍ ଏବଂ ବେସ୍ ସମ୍ପର୍କରେ ଆରହେନୟସ୍‌ଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ (Arrehenius Theory of Acids and Bases)

ଏହି ତତ୍ତ୍ୱ ସବୁଠାରୁ ପୁରାତନ (1887) ଏବଂ ଏହାର ଲୋକପ୍ରିୟତା ଏବେ ପ୍ରାୟତଃ ନାହିଁ କାରଣ ଏଥିରେ ଅନେକ ଦୋଷ ଦୁର୍ବଳତା ରହିଛି ।

(A) ଏସିଡ୍ : ଯେଉଁ ବସ୍ତୁରେ H ପରମାଣୁ ଥାଏ ଏବଂ ଯିଏ ଦ୍ରବିଭୂତ ହେଲେ ଜଳରେ H^+ ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରଥାଏ ତାହା ହେଲା ଏସିଡ୍ ।

$HCl(g) + aq. \rightarrow H^+(aq.) + Cl^-(aq.)$ ଉଦାହରଣ: HCl, H_2SO_4, HNO_3, CH_3COOH ଇତ୍ୟାଦି।

ବି:ଦ୍ର: ଏହି ମତ ଅନୁସାରେ ଏସିଡ୍ ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରେ ନାହିଁ।

ବେସ୍ : ଯେଉଁ ବସ୍ତୁ ଜଳରେ ଦ୍ରବିଭୂତ ହେଲେ OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ତାହା ହେଲା ବେସ୍।

$NaOH(s) + aq. \rightarrow Na^+(aq.) + OH^-(aq.)$

ଉଦାହରଣ: NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, CaO, NH_3 ଇତ୍ୟାଦି।

(B) ସମସ୍ତ ଏସିଡ୍ ସମାନ ଗୁଣସମ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାନ୍ତି । ତାର କାରଣ ହେଲା ସେମାନେ ଜଳରେ H^+ ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାନ୍ତି । ଏହି ବସ୍ତୁ ମାନଙ୍କର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣକୁ ଏସିଡ୍ କୁହାଯାଏ ।

ଏସିଡ୍‌ମାନଙ୍କର ଧର୍ମଗୁଣ (Properties of Acids) :

(i) ଏମାନଙ୍କର ସ୍ୱାଦ ଖଟା (sour) ।

(ii) ଏମାନେ ନୀଳ ଲିଟମସ୍‌କୁ ଲାଲ କରିଥାନ୍ତି ।

(iii) ଏହା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ର ସୁପରିବାହୀ ।

(iv) ଏହାକୁ ଏକ ବେସ୍ (କ୍ଷାରକ) ସହିତ ମିଶାଇଲେ କ୍ଷାରକର କ୍ଷାରୀୟ ସ୍ୱାଦକୁ ନଷ୍ଟ କରିଥାଏ ଏବଂ ଏକ ଲବଣ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ଯାହାର ସ୍ୱାଦ ହେଲା ଲୁଣିଆ ।

(v) ସକ୍ରିୟ ଧାତୁ ଉପରେ ଏସିଡ଼ ପକାଇଲେ ଏହା ଧାତୁକୁ ଖାଇଯାଏ (metal corrodes in presence of acid) ।

ସମସ୍ତ ବେସ୍ (କ୍ଷାରକ) ସମାନ ଗୁଣ ଦେଖାଇଥାନ୍ତି ତାର କାରଣ ସେମାନେ ଜଳରେ OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାନ୍ତି । ଜଳରେ ଏହି ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣକୁ କ୍ଷାରକ କୁହାଯାଏ ।

କ୍ଷାରକ ବା ବେସ୍‌ର ଧର୍ମଗୁଣ (Properties of Bases) :

(i) ଏହାର ସ୍ୱାଦ କ୍ଷାରୀୟ ।

(ii) ଏହା ଲାଲ ଲିଟମସ୍‌କୁ ନୀଳ କରିଥାଏ ।

(iii) ଏହାକୁ ହାତରେ ସ୍ପର୍ଶ କଲେ ସାବୁନିଆ (soapy) ଅନୁଭୂତି ଦେଇଥାଏ ।

(iv) ଏହା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ର ସୁପରିବାହୀ ।

(v) ଏହାକୁ ଏସିଡ୍ ସହିତ ମିଶାଇଲେ ଏସିଡର ଖଟା ସ୍ୱାଦକୁ ନଷ୍ଟ କରିଥାଏ ଏବଂ ଏକ ଲବଣର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ଯାହାର ସ୍ୱାଦ ହେଲା ଲୁଣିଆ ।

ବି.ଦ୍ର. : କ୍ଷାରକର(ବେସ୍) ଦ୍ରବଣକୁ ଆର୍‌ହେନିୟସଙ୍କ ସମୟରେ କୁହାଯାଉଥିଲା ଆଲକାଲି (alkali) । ଏହି ଶବ୍ଦର ପ୍ରଚଳନ ଏବେ ବେଶି ହେଉନାହିଁ କାରଣ ତାହା ବଦଳରେ ଆମେ ବେସ୍ ଶବ୍ଦ ବ୍ୟବହାର କରୁଛୁ ।

ଏସିଡ୍ ବେସ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (Acid-Base Reaction) :

ଏସିଡ ସହିତ ବେସ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କଲେ ଏକ ଲବଣ ଏବଂ ଜଳର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଏହାକୁ ପ୍ରଶମନିକରଣ(neutralisation) ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ । ଏସିଡ଼୍‌ରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା H^+ ଆୟନ ସହିତ ବେସ୍‌ରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା OH^- ଆୟନର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୋଇ ଜଳର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ବେସର ଯୁକ୍ତାୟନ (positive ion) ଏବଂ ଏସିଡ୍‌ର ବିଯୁକ୍ତାୟନ (negative ion) ମିଶି ଲବଣ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାନ୍ତି ।

$NaOH(base) + HCl(acid) \rightarrow NaCl(salt) + H_2O$

$Na^+ + OH^- + H^+ + Cl^- \rightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$ (Total ionic equation)

$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ (Net ionic equation)

H^+ ଏବଂ OH^- ଆୟନ ଶେଷ ହୋଇଯିବା ଫଳରେ ଏସିଡ୍‌ର ଗୁଣ ଏବଂ ବେସ୍‌ର ଗୁଣ ନଷ୍ଟ ହୋଇଯାଇ ଏବଂ ଏକ ତୃତୀୟ ପଦାର୍ଥ (ଲବଣ)ର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ।

ଆର୍‌ହେନିୟସ ତତ୍ତ୍ୱର ଦୁର୍ବଳତା (Demerits of Arrhenius Theory) :

(i) ଏକ ଏସିଡ୍ ସହିତ ବେସ୍‌ର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଜଳର ଅନୁପସ୍ଥିତିରେ ମଧ୍ୟ ହୋଇପାରିବ ଏବଂ ବେସ୍ OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି ନ କରି ମଧ୍ୟ ଏସିଡ୍ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିପାରିବ ।

$NH_3(g) + HCl(g) \rightarrow NH_4^+ Cl^- (s) \rightarrow NH_4^+ + OH^-$

ଗ୍ୟାସୀୟ NH_3 ସହିତ ଗ୍ୟାସୀୟ HCl ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି $NH_4^+ Cl^-$ ଲବଣ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ । ଏହା ଆର୍‌ହେନିସ୍ ତତ୍ତ୍ୱ ଦ୍ୱାରା ବୁଝାଇହେବନାହିଁ ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍-ଲୋରିଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁସାରେ ଏହାକୁ ସହଜରେ ବୁଝାଇ ହେବ । ଗୋଟିଏ H^+ ଆୟନ HCl ରୁ NH_3 କୁ ସିଧାସଳଖ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୋଇ ଲବଣ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ।

(ii) ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଯାଇଛି ଯେ ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ H^+ ଆୟନ ପ୍ରକୃତରେ ମୁକ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ନଥାଏ । ଏହା H_3O^+ (ହାଇଡ୍ରୋନିୟମ ଆୟନ) ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ । ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍‌ଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁସାରେ ଏସିଡ୍ ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି H_3O^+ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ।

(iii) ଆର୍‌ହେନିୟମ୍‌ଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ NH_3 ଏକ ବେସ୍ କାରଣ ତାହା ଜଳରେ ଦ୍ରବିଭୂତ ହୋଇ NH_4OH ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ ଯାହା OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ।

$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH$

ଏହା କିନ୍ତୁ ପ୍ରକୃତରେ ସତ୍ୟ ନୁହେଁ । କାରଣ ଦ୍ରବଣରେ ବହୁତ ଅଧିକ ମାତ୍ରାରେ NH_3 ଅଣୁ ଅନାୟନିୟ (nonionic) ଭାବରେ ରହିଥାନ୍ତି । ଏହି ଦ୍ରବଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହୀତା ଯଥେଷ୍ଟ କମ୍ ଥାଏ । ତେଣୁ ବାସ୍ତବରେ NH_4OH ଅଣୁର ସ୍ଥିତି ନାହିଁ । ଆମେ ପରମ୍ପରା ଅନୁଯାୟୀ NH_4OH ର ବ୍ୟବହାର ସମୀକରଣରେ କରିଥାଉ କିନ୍ତୁ ଏହା ପ୍ରକୃତରେ ଠିକ୍ ନୁହେଁ। ପ୍ରକୃତରେ ଏହା $NH_3 + H_2O$ ।

ବ୍ରକଷ୍ଟେଡ୍-ଲୋରି ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ NH_3 ଏକ ବେସ୍ କାରଣ ତାହା H^+ ର ଗ୍ରାହୀ, ତେଣୁ ତାହା ଜଳର ଉପସ୍ଥିତିରେ କିମ୍ବା ଜଳର ଅନୁପସ୍ଥିତିରେ ବେସ୍‌ର କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।

(iv) ଏସିଡ୍ ସହିତ ବେସ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କଲେ କେବଳ ଲବଣ ଏବଂ ଜଳର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଆରହେନିୟସ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ ଲବଣର ଦ୍ରବଣଟି ପ୍ରଶମିତ (neutral) ହେବା କଥା ଅର୍ଥାତ୍ ତାହାର ଏସିଡ୍ ଗୁଣ କିମ୍ବା ବେସ୍ ଗୁଣ କିଛି ରହିବା କଥା କୁହେଁ କାରଣ ଲବଣ ସୃଷ୍ଟି ସମୟରେ ସମସ୍ତ H^+ ଏବଂ OH^- ଆୟନ ଶେଷ ହୋଇଯାଇଥାଏ । କିନ୍ତ ପରବର୍ତ୍ତୀ କାଳରେ ଜଣାଗଲା କେତେକ ଲବଣର ଦ୍ରବଣ କ୍ଷାରୀୟ ପ୍ରକୃତିର (ଯଥା Na_2CO_3, K_3PO_4, ସୋଡିୟମ ଏସିଟେଟ୍ ଆଦି) ଏବଂ ଆଉ କେତେକ ଲବଣର ଦ୍ରବଣ ଏସିଡ୍ ପ୍ରକୃତିର (ଯଥା NH_4Cl, $CuSO_4$, $Zn(NO_3)_2$ ଇତ୍ୟାଦି) ଓ ଏହା କିପରି ସମ୍ଭବ ହେଲା - ଏହା ଆରହେନିୟସ ତତ୍ତ୍ୱ ଦ୍ୱାରା ବୁଝିବା ସମ୍ଭବପର ହେଲା ନାହିଁ ।

(ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ - ଲୋରି ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ ଏକ ଆୟନ ମଧ୍ୟ ଏସିଡ୍ କିମ୍ବା ବେସ୍ ହୋଇ ପାରିବ । CO_3^{2-} ଆୟନ ଗୋଟିଏ ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ବେସ୍ କାରଣ ତାହା H^+ ଗ୍ରହଣ କରିପାରିବ । ତେଣୁ CO_3^{2-} ଆୟନ ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ।

$$\underset{B1}{CO_3^{2-}} + \underset{A1}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{A2}{HCO_3^-} + \underset{B2}{OH^-}$$

ତେଣୁ Na_2CO_3 ଦ୍ରବଣର କ୍ଷାରିୟ ପ୍ରକୃତି ଦେଖାଇଥାଏ । ସେହିଭଳି NH_4^+ ଆୟନ ଏକ ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ଏସିଡ୍ କାରଣ ତାହା H^+ ଆୟନ ଦାନ କରିପାରେ । NH_4^+ ଆୟନ ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି H_3O^+ ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ।

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

ସେଥିପାଇଁ NH_4Cl ଦ୍ରବଣ ଏସିଡ୍ ପ୍ରକୃତି ଦେଖାଇଥାଏ ।

ବି.ଦ୍ର. : ଆରହେନିୟସ୍ ତତ୍ତ୍ୱ ପୁରାତନ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହି ତତ୍ତ୍ୱ ବିଷୟରେ ଆଉ ଆମେ ଅଧିକ ଆଲୋଚନା କରିବା ନାହିଁ । ଏସିଡ୍- ବେସ୍ ବିଷୟରେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଆଲୋଚନା ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ - ଲୋରିଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ କରିବା ।

ତୀବ୍ର ଏବଂ ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ (Strong and Weak Acids) :

ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ (Strong acids) :

ଯେଉଁ ଏସିଡ୍‌ର ଲଘୁ ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ପ୍ରାୟତଃ 100% ଆୟନିକରଣ ଘଟିଥାଏ ତାହାକୁ ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ କୁହାଯାଏ ।

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପ୍ରାୟତଃ ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ଅଟେ ।

ବି.ଦ୍ର. : ଉପରୋକ୍ତ ସମୀକରଣ କୁ ସରଳ କରିବା ପାଇଁ HCl ର H_2O ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦେଖାଯାଇ ନାହିଁ । ପ୍ରକୃତରେ ମୁକ୍ତ H^+ ନଥାଏ, ଏହା H_3O^+ ଭାବରେ ଥାଏ । ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ HCl ଅଣୁର ଆୟନୀୟ ବିଘଟନ ଘଟିଥାଏ ।

$$H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$$

$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$$

ସମୁଦାୟ ତୀବ୍ର ଅଜୈବ ଅମ୍ଳ ମାନଙ୍କର ସଂଖ୍ୟା ହେଲା 7 । ସେମାନେ ହେଲେ :

H_2SO_4, HNO_3, HCl, HBr, HI, $HClO_3$ (କ୍ଲୋରିକ୍ ଏସିଡ୍), $HClO_4$ (ପର୍‌କ୍ଲୋରିକ ଏସିଡ) ।

ଏମାନଙ୍କର ଦ୍ରବଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତା ଅଧିକ କାରଣ ସମସ୍ତେ ଆୟନୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଆନ୍ତି ।

ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଆପେକ୍ଷିକ ତୀବ୍ରତାର କ୍ରମ :

ଉପରେକ୍ତ 7 ଟି ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଆପେକ୍ଷିକ ତୀବ୍ରତାର କ୍ରମ ହେଲା -

$HI > HBr > HCl \approx HClO_4 > H_2SO_4 > HNO_3 > HClO_3$

ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ (Weak acids) :

(i) ଯେଉଁ ଏସିଡ୍‌ର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ଅତି କମ ମାତ୍ରାରେ ଆୟନୀକରଣ ଘଟିଥାଏ ତାହକୁ ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ କୁହାଯାଏ ।

$$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$$

ଏହାର ଅଗ୍ରମୂଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅତ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରତିକୂଳ । ସାଧାରଣ ଗାଢ଼ତାରେ HF ର ଆଂଶିକ ଆୟନୀକରଣ ଘଟିଥାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ୨5% ରୁ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱ HF ଅଣୁ ଅନାୟନୀୟ (nonionic) ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଥାନ୍ତି ।

ଉପରୋକ୍ତ 7 ଟି ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ଅଜୈବ ଅମ୍ଳ ହେଲେ ଦୁର୍ବଳ । ଯଥା - H_2SO_3, H_3PO_4, HF, HNO_2, H_2CO_3, H_2S, HCN, H_2O ଇତ୍ୟାଦି ।

(ii) ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ଜୈବ ଅମ୍ଳ (orgnaic acids) ଦୁର୍ବଳ ଶ୍ରେଣୀର - ଯଥା ଏସିଟିକ୍ ଏସିଡ୍ (ଭିନେଗାର୍), ଫରମିକ୍ ଏସିଡ୍ , ସାଇଟ୍ରିକ୍ ଏସିଡ୍ , ଲାକ୍‌ଟିକ୍ ଏସିଡ୍ ଇତ୍ୟାଦି । ଏମାନଙ୍କର ଦ୍ରବଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତା ଯଥେଷ୍ଟ କମ୍ କାରଣ ଏଥିରେ ଅଳ୍ପ ସଂଖ୍ୟକ ଆୟନ ରହିଥାନ୍ତି ।

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

$$HNO_2 \rightleftharpoons H^+ + NO_2^-$$

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

କେତେକ ସାଧାରଣ ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ ମାନଙ୍କ ଭିତରେ ଅପେକ୍ଷିକ ତୀବ୍ରତାର କ୍ରମ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଗଲା:

$H_2SO_3 > H_3PO_4 > HF > HNO_2 > CH_3COOH > H_2CO_3 > H_2S > HCN > H_2O$

ତୁମେ ଜାଣିଛ ସବୁଠାରୁ ତ୍ରୀବ ଏସିଡ୍ କିଏ ?

ଉତ୍ତର : ଫ୍ଲୋରୋଆନ୍‌ଟିମୋନିକ୍ ଏସିଡ୍ [$HSbF_6$] । ଏହାକୁ ସୁପର ଏସିଡ୍ କୁହାଯାଏ ।

ତୀବ୍ର ବେସ୍ (Strong bases) :

କ୍ଷାର ଧାତୁ (alkali metal) ର ଅକ୍ସାଇଡ୍ (Na_2O, K_2O ଇତ୍ୟାଦି) କିମ୍ବା ହାଇଡ୍ରକ୍ସାଇଡ୍ (NaOH, KOH ଇତ୍ୟାଦି) ହେଲେ ତୀବ୍ର ବେସ୍ କାରଣ ଏମାନଙ୍କର ଜଳରେ ଦ୍ରବଣିୟତା ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ। ତେଣୁ ଜଳରେ OH^- ର ଗାଢ଼ତା ବେଶି ଥିବା ହେତୁ ବେସ୍‌ର ତୀବ୍ରତା ଅଧିକ ଥାଏ। ଏମାନଙ୍କ ଦ୍ରବଣର ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହିତା ବହୁତ ଅଧିକ ଥାଏ । ସାଧାରଣରେ ତୀବ୍ର ବେସ୍ ସଂଖ୍ୟା ହେଲା 2 - NaOH, KOH । ଅନ୍ୟ କ୍ଷାର ଧାତୁ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ଏବଂ ହାଇଡ୍ରକ୍ସାଇଡ୍‌ର ବ୍ୟବହାର ବହୁତ କମ ହୋଇଥାଏ ।

ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍ (Weak bases) :

(i) କ୍ଷାରଧାତୁ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟଧାତୁମାନଙ୍କର ଅକ୍ସାଇଡ୍ ଏବଂ ହାଇଡ୍ରାକ୍ସାଇଡ୍ ହେଲେ ଦୁର୍ବଳ ଶ୍ରେଣୀର ବେସ୍, କାରଣ ଜଳରେ ଏମାନଙ୍କର ଦ୍ରବଣୀୟତା କମ୍ ହୋଇଥିବାରୁ ଏମାନେ ଜଳରେ କମ୍ ମାତ୍ରାରେ OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାନ୍ତି । $Zn(OH)_2$, Al_2O_3, $Ca(OH)_2$ ଇତ୍ୟାଦି ।

ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ $Ba(OH)_2$, $Sr(OH)_2$, $Ca(OH)_2$ ମଧ୍ୟମ ଶ୍ରେଣୀର ତୀବ୍ରତା (moderately strong) ଦେଖାଇଥାନ୍ତି ।

ବି.ଦ୍ର. : ପ୍ରକୃତରେ OH^- ହେଲା ସବୁଠାରୁ ତୀବ୍ର ବେସ୍ ଯାହା ସମସ୍ତ ବେସମାନଙ୍କରେ ଥାଏ । ତେଣୁ ସମସ୍ତ ଧାତବ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ସାଇଡ୍ ଦ୍ରବଣ ତୀବ୍ର ହେବା କଥା । କିନ୍ତୁ ବେସ୍‌ର ତୀବ୍ରତା ନିର୍ଭର କରେ ଜଳରେ କେତେ ମାତ୍ରାରେ OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରେ ଅର୍ଥାତ୍ ବେସ୍‌ର ଦ୍ରବଣିୟତା ଉପରେ ।

(ii) NH_3 ଗୋଟିଏ ବହୁତ ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍। NH_3 ଜଳ ସହିତ ବହୁତ କମ୍ ମାତ୍ରାରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ଅତି କମ୍ ସଂଖ୍ୟାରେ OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ। NH_3 ର ଦୁର୍ବଳତା ଦୁର୍ବଳ ଧାତବ ହାଇଡ୍ରକ୍ସାଇଡ୍ ମାନଙ୍କର ଦୁର୍ବଳତାଠାରୁ ଯଥେଷ୍ଟ କମ୍।

(iii) ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ମାନଙ୍କର ସଂଯୁଗ୍ମୀ ବେସ୍ ମାନେ ହେଲେ ମଧ୍ଯ ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍ ଶ୍ରେଣୀର ଯଥା - Cl^-,Br, I^-, NO_3^-, HSO_4, ClO_4^- ଇତ୍ୟାଦି । ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍ ମାନଙ୍କର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତା କମ୍ ।

SAQ 19 : ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଏସିଡ୍ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ତୀବ୍ର ଏବଂ କେଉଁଟି ଦୁର୍ବଳ ଶ୍ରେଣୀର ଉଲ୍ଲେଖ କର ।

HCN, HNO_3, $HClO_4$(perchloric acid), $HClO_2$(chlorous acid), HF, HCl, CH_3COOH, H_2SO_3, H_2CO_3, HNO_2, HI, ଆସ୍କରବିକ ଏସିଡ୍ (ଭିଟାମିନ ସି) ।

ଉତ୍ତର : HCN(weak), HNO_3(strong), $HClO_4$(strong), $HClO_2$(weak), HF(weak), HCl(strong), CH_3COOH(weak), H_2SO_3(weak), H_2CO_3(weak), HNO_2(weak), HI(strong),ଆସ୍କରବିକ ଏସିଡ୍ (ଭିଟାମିନ ସି) (weak)

SAQ 20 : ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ବେସ୍ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ତୀବ୍ର ଏବଂ କେଉଁଟି ଦୁର୍ବଳ ଶ୍ରେଣୀର ଉଲ୍ଲେଖ କର।

ଆର୍‌ହେନିୟସ୍ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ ଏହାର ଉତ୍ତର ଦିଅ । $Mg(OH)_2$, NH_3, KOH, $Al(OH)_3$, CsOH, LiOH

ଉତ୍ତର : $Mg(OH)_2$(weak), NH_3(weak), KOH(strong), $Al(OH)_3$(weak), CsOH(strong), LiOH(strong)

SAQ 21 :NH_4OH ଦ୍ରବଣ କହିବାଟା ଭୁଲ କି ? ଯଦି ଭୁଲ ତେବେ ତାହାକୁ କ'ଣ କହିବା ? ଏହଭଳି କହିବାର କାରଣ କ'ଣ ?

ଉତ୍ତର : ଏହା ଭୂଲ କାରଣ NH_4OH ଅଣୁର ସ୍ଥିତି ନାହିଁ, ଏହାକୁ NH_3 ଦ୍ରବଣ କହିବା ଉଚିତ ।

ଅମ୍ଳର କ୍ଷାରକୀୟତା (Basicity of acids) :

ଗୋଟିଏ ଏସିଡ୍‌ରେ ଯେତୋଟି ବିସ୍ଥାପନୀୟ (replaceable) H ପରମାଣୁ ଅଛି ତାହାକୁ ଏସିଡ୍‌ର କ୍ଷାରକୀୟତା କୁହାଯାଏ ।

ଏକ-କ୍ଷାରକୀୟ ଏସିଡ୍ (monobasic acid) :

କ୍ଷାରକୀୟତା **= 1**

HCl, $HClO_4$, HBr, HI, $HClO_3$

ଏଥିରେ ଗୋଟିଏ ବିସ୍ଥାପନୀୟ H ପରମାଣୁ ରହିଛି । ତେଣୁ ଏଭଳି ଏସିଡ୍ କ୍ଷାର ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କଲେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାରର ଲବଣ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ । ଏହାକୁ ସାଧାରଣ ଲବଣ (normal salt) ବୋଲି କୁହାଯାଏ ।

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl \text{ (ସାଧାରଣ ଲବଣ) } + H_2O$$

ସାଧାରଣ ଲବଣରେ କୌଣସି ବିସ୍ଥାପନୀୟ H ପରମାଣୁ ନଥାଏ ।

ଦ୍ୱିକ୍ଷାରକୀୟ ଏସିଡ୍ (dibasic acid) :

କ୍ଷାରକୀୟତା **= 2**

H_2SO_4, H_2CO_3, H_2SO_3, H_2S ଇତ୍ୟାଦି ଏସିଡ୍‌ର **2** ଟି ବିସ୍ଥାପନୀୟ H ପରମାଣୁ ଅଛି । ସେଥିପାଇଁ ଏମାନେ **2** ଟି ଶ୍ରେଣୀର ଲବଣ ସୃଷ୍ଟି କରିପାରନ୍ତି । ସେମାନେ ହେଲେ

(i) ଅମ୍ଳୀୟ ଲବଣ **(acidic salt)**

(ii) ସାଧାରଣ ଲବଣ **(normal salt)**

$$H_2SO_4 + NaOH \rightarrow NaHSO_4 + H_2O$$

(acidic salt)

$$NaHSO_4 + NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

(normal salt)

ଏକ ମୋଲ H_2SO_4 ଯଦି ଏକ ମୋଲ NaOH ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରେ ଆମକୁ ସୋଡିୟମ ବାଇସଲ୍‌ଫେଟ୍ ($NaHSO_4$) ମିଳିଥାଏ । ଏଥିରେ ଗୋଟିଏ ଅମ୍ଳୀୟ H ପରମାଣୁ ରହିଥିବାରୁ ଏହାକୁ ଅମ୍ଳୀୟ ଲବଣ (acidic salt) କୁହାଯାଏ । ଏହି ଲବଣ ସହିତ ଏକ ମୋଲ NaOH ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କଲେ ଆମେ ସାଧାରଣ ଲବଣ (normal salt) ପାଇଥାଉ ଯେଉଁଥିରେ କୌଣସି ବିସ୍ଥାପନୀୟ H ପରମାଣୁ ନଥାଏ।

ତ୍ରିକ୍ଷାରକୀୟ ଏସିଡ୍ (tribasic acid) :

କ୍ଷାରକୀୟତା = 3

H_3PO_4 ହେଲା ଏକ ତ୍ରିକ୍ଷାରକୀୟ ଏସିଡ୍ କାରଣ ଏହାର **3** ଟି ବିସ୍ଥାପନୀୟ H ପରମାଣୁ ଅଛି । ତେଣୁ ଏହା **3** ଶ୍ରେଣୀର ଲବଣ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ। ସେଥିମଧ୍ୟରୁ **2** ଟି ଅମ୍ଳୀୟ ଲବଣ (acidic salt) ଏବଂ ଗୋଟିଏ ସାଧାରଣ ଲବଣ (normal salt) ।

$$NaOH + H_3PO_4 \rightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$$

(sodium dihydrogen phosphate)

$$NaH_2PO_4 + NaOH \rightarrow Na_2HPO_4 + H_2O$$

(disodium hydrogen phosphate)

$$Na_2HPO_4 + NaOH \rightarrow Na_3PO_4 + H_2O$$

(sodium phosphate)

NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 ହେଲେ ଅମ୍ଳୀୟ ଲବଣ କାରଣ ଏଥିରେ ଯଥାକ୍ରମେ **2** ଏବଂ **1** ଟି ବିସ୍ଥାପନୀୟ H ପରମାଣୁ ଅଛି । Na_3PO_4 ହେଲା ସାଧାରଣ ଲବଣ କାରଣ ଏଥିରେ କୌଣସ ବିସ୍ଥାପନୀୟ H ନାହିଁ ।

କ୍ଷାରକର ଅମ୍ଳତା (acidity of bases) :

ଗୋଟିଏ କ୍ଷାର ଅଥବା ବେସ୍‌ରେ ଯେତୋଟି ବିସ୍ଥାପନୀୟ OH ଗ୍ରୁପ୍ ଅଛି ତାହାକୁ କ୍ଷାରକର ଅମ୍ଳତା କୁହାଯାଏ ।

ଏକଅମ୍ଳତା ବିଶିଷ୍ଟ କ୍ଷାରକ (monoacidic base) :

ଅମ୍ଳତା = 1

NaOH, KOH ଇତ୍ୟାଦି ର ଅମ୍ଳତା ହେଲା 1 କାରଣ ଏଥିରେ ଗୋଟିଏ ଲେଖାଁଏ OH ଗ୍ରୁପ୍ ଅଛି । ତେଣୁ ଏମାନେ ଗୋଟିଏ ଶ୍ରେଣୀର ଲବଣ(ସାଧାରଣ ଲବଣ) ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି ।

$NaOH + HCl \rightarrow NaCl$ (ସାଧାରଣ ଲବଣ) $+ H_2O$

ଦ୍ୱିଅମ୍ଳତା ବିଶିଷ୍ଟ କ୍ଷାରକ (diacidic base) :

$Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Fe(OH)_2$ ଇତ୍ୟାଦିରେ ଅମ୍ଳତା ହେଲା 2 କାରଣ ଏଥିରେ ଦୁଇଟି ଲେଖାଁଏ OH ଗ୍ରୁପ୍ ଅଛି। ଏମାନେ ଦୁଇଟି ଶ୍ରେଣୀର ଲବଣ ସୃଷ୍ଟି କରିପାରନ୍ତି । ଗୋଟିଏ ହେଲା କ୍ଷାରକୀୟ ଲବଣ (basic salt) ଏବଂ ଅନ୍ୟଟି ହେଲା ସାଧାରଣ ଲବଣ (normal salt)।

$Mg(OH)_2 + HCl \rightarrow Mg(OH)Cl + H_2O$

basic salt

$Mg(OH)Cl + HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O$

(normal salt)

ଗୋଟିଏ OH ଗ୍ରୁପ୍ ବିସ୍ଥାପିତ ହେଲେ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ କ୍ଷାରକୀୟ ଲବଣ (basic salt) କାରଣ ଏହି ଲବଣରେ ଗୋଟିଏ OH ଗ୍ରୁପ୍ ଅଛି । Mg(OH)Cl ହେଲା କ୍ଷାରକୀୟ ଲବଣ । $MgCl_2$ ହେଲା ସାଧାରଣ ଲବଣ କାରଣ ଏଥିରେ OH ଗ୍ରୁପ୍ ନାହିଁ ।

ତ୍ରିଅମ୍ଳତା ବିଶିଷ୍ଟ କ୍ଷାରକ (triacidic base) :

$Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$ ଇତ୍ୟାଦି କ୍ଷାରକରେ 3 ଟି ବିସ୍ଥାପନୀୟ OH ଗ୍ରୁପ୍ ଥିବାରୁ ଏମାନଙ୍କର ଅମ୍ଳତା 3 । ଏମାନେ 3 ଟି ଶ୍ରେଣୀର ଲବଣ ସୃଷ୍ଟି କରିପାରନ୍ତି ସେ ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ ଦୁଇଟି କ୍ଷାରକୀୟ ଲବଣ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ସାଧାରଣ ଲବଣ ।

$Fe(OH)_3 + HCl \rightarrow Fe(OH)_2Cl + H_2O$

$Fe(OH)_2Cl + HCl \rightarrow Fe(OH)Cl_2 + H_2O$

$Fe(OH)Cl_2 + HCl \rightarrow FeCl_3 + H_2O$

$Fe(OH)_2Cl$ ଏବଂ $Fe(OH)Cl_2$ ହେଲେ କ୍ଷାରକୀୟ ଲବଣ ଏବଂ $FeCl_3$ ହେଲା ସାଧାରଣ ଲବଣ ।

SAQ 22 : ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଏସିଡ୍ ମାନଙ୍କର କ୍ଷାରକୀୟତା କେତେ ?

H_3PO_4, HNO_3, CH_3COOH, H_2SO_3, $H_4P_2O_7$(pyrophosphoric acid), H_3PO_3(phosphorous acid), H_3PO_2(hypophosphorous acid)

ଉତ୍ତର : H_3PO_4 =3, HNO_3 =1, CH_3COOH =1, H_2SO_3 =2, $H_4P_2O_7$ =4, H_3PO_3 =2, H_3PO_2 =1 (ଶେଷ ଦୁଇଟିର କାରଣ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ଜାଣିବ)

SAQ 23 : ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ବେସ୍ ମାନଙ୍କର ଅମ୍ଳତା କେତେ ?

$Fe(OH)_2$, LiOH, $Cr(OH)_3$

ଉତ୍ତର: $Fe(OH)_2$ =2, LiOH =1, $Cr(OH)_3$ =3

SAQ 24 : ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଲବଣ କି ପ୍ରକାରର ? ସାଧାରଣ(Normal), ଅମ୍ଳୀୟ(Acidic) ଅଥବା କ୍ଷାରକୀୟ(Basic) ।

K_3PO_4, $KHSO_3$, $Al_2(SO_4)_3$, Na_2HPO_4, KHS, Mg(OH)Br, $NaNO_3$, KH_2PO_4, $Al(OH)_2Cl$

ଉତ୍ତର : K_3PO_4=N, $KHSO_3$=A, $Al_2(SO_4)_3$=N, Na_2HPO_4=A, KHS=A, Mg(OH)Br=B, $NaNO_3$=N, KH_2PO_4=A, $Al(OH)_2Cl$=B

ଏସିଡ୍ ଏବଂ ବେସ୍‌ର ବିଯୋଜନାଙ୍କ (Dissociation constants of acids and bases)

ଏସିଡ୍ ବିଯୋଜନାଙ୍କ (acid dissociation constant) :

ଏସିଡ୍ ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିବା ଫଳରେ ତାହାର ଆୟନୀକରଣ ଘଟିଥାଏ ଏବଂ H_3O^+ ଆୟନର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍‌ରେ ଏହି ଆୟନୀକରଣର ମାତ୍ରା ବହୁତ ଅଧିକ (≈100%) ଥାଏ । ମାତ୍ର ଏକ ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍‌ର ଏହି ଆୟନୀକରଣ ମାତ୍ରା ବହୁତ କମ୍ ଥାଏ। ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସାମ୍ୟ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ(equilibrium constant)କୁ ଏସିଡ୍ ବିଯୋଜନାଙ୍କ (acid dissociation constant) କୁହାଯାଏ ।

$$HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^-$$

ରାସାୟନିକ ହିସାବ(chemical calculation) କଲାବେଳେ ଏହି ସମୀକରଣକୁ ସରଳ କରାଯାଇ ବାମ ପଟେ H_2O କୁ ଉଠାଇ ଦିଆଯାଇଥାଏ ଏବଂ H_3O^+ ସ୍ଥାନରେ H^+ ଲେଖାଯାଇଥାଏ ।

$$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$$

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

ଏସିଡ୍ ବିଯୋଜନାଙ୍କ = K_A

$$K_A = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

କୋଣସି ଏସିଡ୍ ର K_A ର ମୂଲ୍ୟ $10 - 10^{10}$ ମଧ୍ୟରେ ହୋଇଥିଲେ ତାହାକୁ ଏକ ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ କୁହାଯାଏ । ଏମାନଙ୍କର ଆୟନୀକରଣ ମାତ୍ରା ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । HCl, H_2SO_4, HNO_3 ଇତ୍ୟାଦି 7 ଟି ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ମାନଙ୍କର ବିଯୋଜନାଙ୍କ ଏହି ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ଥାଏ । ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ ମାନଙ୍କର K_A ର ମୂଲ୍ୟ କମ୍ ହୋଇଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ $K_A(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ KA(HF) = 6.7×10^{-4}

$K_A(H_2CO_3) = 4.5 \times 10^{-7}$ $K_A(HCN) = 6.2 \times 10^{-10}$

ଏମାନଙ୍କର ଆୟନୀକରଣ ମାତ୍ରା ଯଥେଷ୍ଟ କମ୍ ହୋଇଥାଏ ।

ବେସ୍‌ର ବିଯୋଜନାଙ୍କ (base dissociation constant)

ଗୋଟିଏ ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ବେସ ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି OH^- ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ।

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

ବେସ୍ ବିଯୋଜନାଙ୍କ = K_B

$$K_B = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

ବି.ଦ୍ର.: K_A ଏବଂ K_B ର ସମୀକରଣରେ ଜଳର ଗାଢ଼ତା ନିଆଯାଏ ନାହିଁ କାରଣ ଏହା ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ । NH_3 ଏକ ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହାର ବିଯୋଜନାଙ୍କ ବହୁତ କମ୍ ।

OH^-, NH_2^-, H^- (ହାଇଡ୍ରାଇଡ୍ ଆୟନ) ହେଲେ ତୀବ୍ର ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ବେସ୍ ଏବଂ ଏମାନଙ୍କର K_B ଅଧିକ । ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍ ବେସ୍ ହେଲେ ଦୁର୍ବଳ ।

$$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$$

$$K_B = \frac{[HCN]\,[OH^-]}{[CN^-]} = 2.5 \times 10^{-5}$$

ବି.ଦ୍ର.: କେବଳ OH^- ର ବେସ୍ ବିଯୋଜନ ଲେଖାହୁଏ ନାହିଁ କାରଣ କ୍ଷାରକୀୟତାର କାରଣ ହେଲା OH^- ର ଉପସ୍ଥିତି ।

SAQ 25 : ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍-ଲୋରିଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ କେଉଁଟି ତୀବ୍ର କିମ୍ବା ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ ଏବଂ କେଉଁଟି ତୀବ୍ର କିମ୍ବା ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍ ଦର୍ଶାଅ ।

NH_3, OH^-, H_2O, Cl^-, NH_2^-, H_2SO_4, HCl

ଉତ୍ତର : ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ : HCl, H_2SO_4 ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍: NH_3, H_2O, Cl^- ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍: NH_3 , H_2O; ତୀବ୍ର ବେସ :OH^- , NH_2^-

SAQ 26 : ନିମ୍ନଲିଖିତ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଜଳ ବିଯୋଜନ ସମୀକରଣ ଲେଖ ଏବଂ ଏମାନଙ୍କର ବିଯୋଜନାଙ୍କର ସମୀକରଣ ଲେଖ -

(a) NH_3 ର ଏସିଡ୍ ବିଯୋଜନ

(b) H_2SO_4 ର ଏସିଡ୍ ବିଯୋଜନ

(c) HSO_4^- ର ବେସ୍ ବିଯୋଜନ

(d) CN^- ର ବେସ୍ ବିଯୋଜନ

ଉତ୍ତର : (a) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_2^- + H_3O^+$ $\quad K_A = \frac{[NH_2^-]\,[H_3O^+]}{[NH_3]}$

(b) $H_2SO_4 + H_2O \rightleftharpoons HSO_4^- + H_3O^+$ $\quad K_A = \frac{[HSO_4^-]\,[H_3O^+]}{[H_2SO_4]}$

(c) $HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_4 + OH^-$ $\quad K_B = \frac{[H_2SO_4]\,[OH^-]}{[HSO_4^-]}$

(d) $CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$ $\quad K_B = \frac{[HCN]\,[OH^-]}{[CN^-]}$

ଜଳର ଆୟନୀୟ ଗୁଣଫଳ (Ionic Product of Water) :

ଆମେ ପୂର୍ବ ଆଲୋଚନାରୁ ଜାଣିଲୁ ଯେ, H_2O ଉଭୟ ଏସିଡ୍ ଏବଂ ବେସ୍‌ର କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ତେଣୁ ଦୁଇ ଜଳ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଏସିଡ୍-ବେସ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ମଧ୍ୟ ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ଜଳ ଅଣୁ H^+ ଦାନ କରିଥାଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟଟି ତାହା ଗ୍ରହଣ କରିଥାଏ । ଏହାକୁ ସ୍ୱତଃ ଆୟନୀ କରଣ (autoionisation) କୁହାଯାଏ ।

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

ଏହାର ଅଗ୍ରମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅତ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରତିକୂଳ ଏବଂ ସାମ୍ୟାବସ୍ଥା ବାମପଟେ ଥାଏ । ଏହି ସମୀକରଣକୁ ସରଳ କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ H_2O ଅଣୁକୁ ବାମ ପାର୍ଶ୍ୱରୁ ଉଠାଇ ଦିଆଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ H_3O^+ ପରିବର୍ତ୍ତେ H^+ ଲେଖାଯାଏ ।

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

ଏହାକୁ ଜଳର ବିଯୋଜନ (dissociation of water) ବା ଆୟନୀକରଣ (ionisation of water) କୁହାଯାଏ ।

ଏହାର ସାମ୍ୟ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ହେଲା -

$$K_C = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} \implies K_C \times [H_2O] = [H^+][OH^-]$$

$$\implies K_W = [H^+] \times [OH^-]$$

($K_W = K_C \times [H_2O]$) (ଯେହେତୁ $[H_2O]$ ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ)

K_W = ଜଳର ଆୟନୀୟ ଗୁଣଫଳ (Ionic Product of Water)

$K_W = 10^{-14}$ (25^0C)

H^+ ଆୟନର ଗାଢ଼ତା ବା ମୋଲାରିଟି ଏବଂ OH^- ଆୟନର ଗାଢ଼ତା ବା ମୋଲାରିଟିର ଗୁଣଫଳ 25^0C ରେ ସର୍ବଦା ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ(K_W) ଯାହାର ମୂଲ୍ୟ 10^{-14} । ଏହା ଏକ ଅତ୍ୟନ୍ତ କ୍ଷୁଦ୍ର ସଂଖ୍ୟା ହୋଇଥିବାରୁ H_2O ର ସ୍ୱତଃ ଆୟନୀକରଣର ମାତ୍ରା ବହୁତ କମ ହୋଇଥାଏ, ଅର୍ଥାତ୍ ଏଥିରୁ ବହୁତ କମ ମାତ୍ରାରେ H^+ ଏବଂ OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । H_2O ର ଏହି ଆୟନୀୟ ଗୁଣଫଳ ସବୁ ଶ୍ରେଣୀର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ । ଶୁଦ୍ଧ ଜଳ (pure water), ପ୍ରଶମିତ ଦ୍ରବଣ (neutral solution), ଅମ୍ଳୀୟ ଦ୍ରବଣ(acidic solution), କ୍ଷାରକୀୟ ଦ୍ରବଣ(basic solution) ଇତ୍ୟାଦି ସବୁ ପ୍ରକାର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ K_W ର ମୂଲ୍ୟ ସମାନ (25^0C ରେ10^{-14}) ଅର୍ଥାତ୍ $[H^+]$ ଏବଂ $[OH^-]$ର ଗୁଣଫଳ ହେଲା 10^{-14}। ଏହି ଦୁଇଟିରୁ ଗୋଟିଏ କମିଲେ ଆରଟି ବଢ଼ିବ ଅର୍ଥାତ୍ $[H^+]$ କମିଲେ $[OH^-]$ ବଢ଼ିବ ଏବଂ $[H^+]$ ବଢ଼ିଲେ $[OH^-]$ କମିବ । କିନ୍ତୁ ସର୍ବଦା $[H^+]$ ଓ $[OH^-]$ ର ଗୁଣଫଳ 10^{-14} ହେବ ।

SAQ 27 : ତାପକ୍ରମ ବଢ଼ିଲେ K_W ର ମୂଲ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ କି ?

ଉତ୍ତର : ତାପକ୍ରମ ବଢ଼ିଲେ ଜଳ ଅଣୁର ଅଧିକ ବିଯୋଜନ ବା ଆୟନୀୟକରଣ ଘଟିଥାଏ । ତେଣୁ K_W ର ମୂଲ୍ୟ ବଢ଼ିଥାଏ ।

ଶୁଦ୍ଧ ଜଳ (pure water) ଏବଂ ପ୍ରଶମିତ ଦ୍ରବଣ (neutral solution)

ଶୁଦ୍ଧ ଜଳ କିମ୍ବା ଏକ ପ୍ରଶମିତ ଦ୍ରବଣରେ H^+ ଆୟନ ଯେତିକି ଥାଏ OH^- ଆୟନ ସେତିକି ଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍

$[H^+] = [OH^-]$ କିନ୍ତୁ $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$

$\Rightarrow [H^+]^2 = [OH^-]^2 = 10^{-14} \Rightarrow [H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ M (mole/litre)

ଅର୍ଥାତ୍ 1 ଲିଟର ଶୁଦ୍ଧ ଜଳ କିମ୍ବା ପ୍ରଶମିତ ଦ୍ରବଣରେ 10^{-7} ମୋଲ H^+ ଆୟନ ଏବଂ 10^{-7} ମୋଲ OH^- ରହିଥାନ୍ତି ।

ଅମ୍ଳୀୟ ଦ୍ରଣ (acidic solution)

ଅମ୍ଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ H^+ ର ମାତ୍ରା ବା ଗାଢ଼ତା OH^- ର ମାତ୍ରା ବା ଗାଢ଼ତା ଠାରୁ ଅଧିକ ଥାଏ ।

$[H^+] > [OH^-]$ ଅର୍ଥାତ୍ $[H^+] > 10^{-7}$ M ଏବଂ $[OH^-] < 10^{-7}$ M

ଉଦାହରଣ : $[H^+] = 10^{-3}$ M ହେଲେ $[OH^-]$ = ?

ଉତ୍ତର : $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-14}/[H^+] = 10^{-14}/10^{-3} = 10^{-11}$ M

କ୍ଷାରକୀୟ ଦ୍ରବଣ (basic solution) :

କ୍ଷାରକୀୟ ଦ୍ରବଣରେ OH^- ର ମାତ୍ରା ବା ଗାଢ଼ତା H^+ ଆୟନଠାରୁ ଅଧିକ ଥାଏ ।

$[OH^-] > [H^+] \Rightarrow [H^+] < [OH^-]$ ଅର୍ଥାତ୍ $[OH^-] > 10^{-7}$ M ଏବଂ $[H^+] < 10^{-7}$ M

ଉଦାହରଣ : $[OH^-] = 10^{-5}$ M ହେଲେ $[H^+]$ = ?

ଉତ୍ତର : $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H^+] = 10^{-14}/[OH^-]\ 10^{-14}/10^{-5} = 10^{-9}$ M

SAQ 28 : (a) NaOH ର ଏକ ଦ୍ରବଣରେ H^+ ଆୟନ ଅଛି କି ? ଯଦି $[OH^-] = 10^{-3}$ ହୁଏ ତେବେ $[H^+]$ = ?

(b) HCl ର ଏକ ଦ୍ରବଣରେ OH^- ଆୟନ ଅଛି ? ଯଦି ଏହାର $[H^+] = 10^{-2}$ M ହୁଏ, ତେବେ $[OH^-]$ = ?

ଉତ୍ତର : (a) ହଁ, NaOH ର ଏକ ଦ୍ରବଣରେ H^+ ଆୟନ ଅଛି ।

$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H^+] = 10^{-14}/[OH^-]\ 10^{-14}/10^{-3} = 10^{-11}$ M

(b) ହଁ, HCl ର ଏକ ଦ୍ରବଣରେ OH^- ଆୟନ ଅଛି ।

$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-14}/[H^+]\ 10^{-14}/10^{-2} = 10^{-12}$ M

ପି.ଏଚ୍. ଅନୁମାପ (pH scale) :

ଉପରୋକ୍ତ ଆଲୋଚନାରୁ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ ଦ୍ରବଣଟି ପ୍ରଶମିତ ହେଉ, ଅମ୍ଳୀୟ ହେଉ କିମ୍ବା କ୍ଷାରକୀୟ ହେଉ ସମସ୍ତ ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ H^+ ଆୟନ ଏବଂ OH^- ଆୟନ ଉଭୟ ରହିଥାନ୍ତି । ଦ୍ରବଣରେ H^+ ଆୟନର ଗାଢ଼ତା ବା ମୋଲାରିଟି ଜାଣିଲେ ସ୍ୱତଃ OH^- ଆୟନର ଗାଢ଼ତା ହିସାବ କରିହୁଏ ($K_W = 10^{-14}$) । କ୍ଷାରକ କିମ୍ବା ଅମ୍ଳର ଏକ ଲଘୁ ଦ୍ରବଣ (dilute solution) ରେ$[H^+]$ ଏବଂ [OH] ଉଭୟର ଗାଢ଼ତା ବହୁତ କମ୍ ଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ :$[H^+] = 10^{-3}$ ହେଲେ $[OH^-] = 10^{-11}$ । ତେଣୁ $[H^+]$ ଏବଂ $[OH^-]$ କୁ 10 ର କୌଣସି ବିଯୁକ୍ତ ଘାତ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ ନ କରି ଏକ ସରଳ ରାଶି (3, 11 ଭଳି)ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରିବା ପାଇଁ ଏକ ଅନୁମାପ ପ୍ରଚଳନ କରାଗଲା ଯାହାକୁ ଯଥାକ୍ରମେ pH ଏବଂ pOH ଅନୁମାପ(pH and pOH scale) କୁହାଯାଏ । 1909 ମସିହାରେ ଡ଼େନମାର୍କର ବୈଜ୍ଞାନିକ ଏସ୍ ପି ଏଲ୍ ସୋରେନସନ ଏହାକୁ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ କରାଇଥିଲେ ।

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

H^+ ଆୟନର ମୋଲାରିଟି ର ବିଯୁକ୍ତ ଲଗାରିଦମ(base 10) କୁ pH କୁହାଯାଏ । pH କୁ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଆୟନ ଇନ୍‌ଡ଼େକ୍ସ (hydrogen ion index) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

ସେହିଭଳି $$pOH = -\log_{10}[OH^-]$$

ଶୁଦ୍ଧ ଜଳ କିମ୍ବା ପ୍ରଶମିତ ଦ୍ରବଣର pH (pH of pure water or neutral solution) :

$[H^+] = 10^{-7}$ ଏବଂ $[OH^-] = 10^{-7}$ $\Rightarrow pH = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10} 10^{-7} = 7$

$pOH = -\log_{10}[OH^-] = -\log_{10} 10^{-7} = 7$

$pH + pOH = 14$

ଶୁଦ୍ଧ ଜଳ କିମ୍ବା ପ୍ରଶମିତ ଦ୍ରବଣର pH **ହେଲା** 7 ଏବଂ pOH **ହେଲା** ମଧ 7 ।

pH ଏବଂ pOH ର ସମଷ୍ଟି ସର୍ବଦା 14 ।

ଅମ୍ଳୀୟ ଦ୍ରବଣ pH (pH of acidic solution) :

$[H^+] > [OH^-]$ ଅର୍ଥାତ୍ $[H^+] > 10^{-7}$ ଏବଂ $[OH^-] < 10^{-7}$

ଉଦାହରଣ- ଗୋଟିଏ ଏସିଡ୍ ଦ୍ରବଣର $[H^+] = 10^{-4}$ ହେଲେ ତାର pH ଏବଂ pOH କେତେ ?

ଉତ୍ତର : $pH = -\log_{10} 10^{-4} = 4$

ଯେହେତୁ $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$ $\Rightarrow [OH^-] = 10^{-14}/10^{-4} = 10^{-10}$

$pOH = -\log_{10} 10^{-10} = 10$

Alternative method: ଯେହେତୁ pH + pOH = 14 , pOH = 14 - 4 = 10

ଅମ୍ଳୀୟ ଦ୍ରବଣ : pH < 7 pOH > 7

କ୍ଷାରକୀୟ ଦ୍ରବଣ pH (pH of basic solution) :

$[OH^-] > [H^+]$ ଅର୍ଥାତ୍ $[OH^-] > 10^{-7}$ ଏବଂ $[H^+] < 10^{-7}$

ଉଦାହରଣ : ଗୋଟିଏ ବେସ୍ ଦ୍ରବଣର $[OH^-]$ **=**10^{-5} ହେଲେ ତାର pH ଏବଂ pOH କେତେ ?

$pOH = -\log_{10} 10^{-5} = 5 \Rightarrow pH = 14 - 5 = 9$

Alternative method: ଯେହେତୁ $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$ $\Rightarrow [H^+] = 10^{-14}/10^{-5} = 10^{-9}$

$pH = -\log_{10} 10^{-9} = 9$

କ୍ଷାରକୀୟ ଦ୍ରବଣ : pH > 7 pOH < 7

ତ୍ରୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ଏବଂ ବେସ୍‌ର pH ନିରୂପଣ :

ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ଏବଂ ବେସ୍‌ର ଏକ ଲଘୁ ଦ୍ରବଣରେ ପ୍ରାୟତଃ 100% ଆୟନୀକରଣ ଘଟିଥାଏ। ତେଣୁ ଏସିଡ୍‌ରେ ଗାଢ଼ତା ଯେତେ H^+ ଆୟନର ଗାଢ଼ତା ସେତିକି। ସେହିଭଳି ବେସର ଗାଢ଼ତା ଯେତେ OH^- ଆୟନର ଗାଢ଼ତା ସେତିକି।

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ $[H^+] = [HCl]$

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ $[OH^-] = [NaOH]$

ଉଦାହରଣ 1 : ଗୋଟିଏ 0.02M HCl ଦ୍ରବଣର pH କେତେ ? (M = molarity = moles/litre)

ଉତ୍ତର : $[H^+] = [HCl] = 0.02M = 2 \times 10^{-2}$ moles/litre

$\Rightarrow pH = -\log_{10} (2 \times 10^{-2}) = -\log 2 + 2 = -0.301 + 2 = 1.699$

ଉଦାହରଣ 2 : 0.001M NaOH ଦ୍ରବଣରେ $[H^+]$ ଏବଂ pH ର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ?

ଉତ୍ତର : $[OH^-] = [NaOH] = 10^{-3}$ M $\Rightarrow [H^+] = 10^{-14}/10^{-3} = 10^{-11} \Rightarrow pH = -\log_{10} 10^{-11} = 11$

Alternative method: $[OH^-] = 10^{-3}$ M $\Rightarrow pOH = -\log_{10} 10^{-3} = 3 \Rightarrow pH = 14 - 3 = 11$

ଉଦାହରଣ 3 : 4 ଟି ଏସିଡ୍ ଦ୍ରବଣ ବିଭିନ୍ନ ଗାଢ଼ତାରେ ଅଛି । (i) 10^{-2}M (ii) 10^{-3}M

(iii) 10^{-4}M (iv) 10^{-5}M

ତେବେ ଏମାନଙ୍କର pH ମୂଲ୍ୟ କେତେ ହେବ ? ଏଥିରୁ କଣ ଜାଣିଲ ?

ଉତ୍ତର : pH ଯଥାକ୍ରମେ ହେଲା 2, 3, 4 ଏବଂ 5

ଏସିଡ୍‌ର ଗାଢ଼ତା କମିଲେ ଅର୍ଥାତ୍ H^+ ଆୟନର ଗାଢ଼ତା କମିଲେ pH ବଢ଼େ କିମ୍ବା ଏସିଡ୍‌ର ଗାଢ଼ତା ବଢ଼ିଲେ pH କମିଥାଏ ।

pH $\propto$ 1/(molarity of acid)

ଉଦାହରଣ 4 : 4 ଟି କ୍ଷାରକ ଦ୍ରବଣ ବିଭିନ୍ନ ଗାଢ଼ତାରେ ଅଛି ।

(i) 10^{-1}M (ii) 10^{-2}M (iii) 10^{-3}M (iv) 10^{-4}M । ଏମାନଙ୍କର **pH** ମୂଲ୍ୟ କେତେ ହେବ । ଏଥିରୁ କଣ ଜାଣିଲ ?

ଉତ୍ତର : pOH ଯଥାକ୍ରମେ ହେଲା 1, 2, 3 ଏବଂ 4 ତେଣୁ pH ଯଥାକ୍ରମେ ହେଲା 13, 12, 11 ଏବଂ 10

କ୍ଷାରକର ଗାଢ଼ତା ବଢ଼ିଲେ pH **ବଢ଼େ ଏବଂ ଗାଢ଼ତା କମିଲେ** pH **କମେ ।**

$$\textbf{pH} \propto \text{ molarity of base}$$

SAQ 29 : ନିମ୍ନ ଲିଖିତ ଏସିଡ୍ ଦ୍ରବଣର $[OH^-]$ ଏବଂ pH ନିରୁପଣ କର ।

(i) 0.003M HNO_3 (ii) 0.04M H_2SO_4

ଉତ୍ତର : (i) $[H^+] = 0.003M = 3 \times 10^{-3}$ M $\Rightarrow$ pH = $- \log_{10} (3 \times 10^{-3})$

$= - \log 3 + 3 = - 0.477 + 3 = 2.523$

$[OH^-] = 10^{-14}/(3 \times 10^{-3}) = 3.33 \times 10^{-12}$ M

(ii) $[H^+] = 2 \times 0.04 = 0.08M$ ($H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$)

$\Rightarrow$ pH $= - \log_{10} (8 \times 10^{-2}) = - \log 2^3 + 2 = - 3 \times \log 2 + 2 = -3 \times 0.301 + 2 = 1.097$

$[OH^-] = 10^{-14}/(8 \times 10^{-2}) = 1.25 \times 10^{-13}$ M

SAQ 30 : ନିମ୍ନଲିଖିତ ବେସ୍ ଦ୍ରବଣର $[H^+]$ ଏବଂ pH ନିରୂପଣ କର ।

(i) 0.0002M KOH (ii) 0.04M $Ba(OH)_2$

ଉତ୍ତର : (i) $[OH^-] = 2 \times 10^{-4}$; $\Rightarrow [H^+] = 10^{-14}/(2 \times 10^{-4}) = 5 \times 10^{-11}$

$\Rightarrow$ pH $= - \log_{10} (5 \times 10^{-11}) = -\log 5 + 11$

(ii) $[OH^-] = 2 \times 4 \times 10^{-2}$ ($Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2OH^-$)

$\Rightarrow [H^+] = 10^{-14}/(8 \times 10^{-2}) = 1.25 \times 10^{-13} \Rightarrow$ pH $= - \log_{10} (1.25 \times 10^{-13}) = -\log 1.25 + 13$

SAQ 31 : ନିମ୍ନ ଲିଖିତ ଦ୍ରବଣ ମାନଙ୍କର pH 7 ରୁ କମ କି ବେଶୀ ଉଲ୍ଲେଖ କର ।

(i) NaOH (ii) CH_3COOH (iii) NH_3 (iv) H_2SO_4 (v) $Ca(OH)_2$

ଉତ୍ତର : (i) > 7 (ii) < 7 (iii) > 7 (iv) < 7 (v) > 7

---

pH ପେପର ଦ୍ୱାରା pH ର ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ନିରୂପଣ(Determination of pH by pH paper)

ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଦ୍ରବଣର pH ର ଆନୁମାନିକ ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ pH କାଗଜ ଜରିଆରେ କରିହୁଏ । pH ପେପର ରାସାୟନିକ ଷ୍ଟୋରରେ ମିଳିଥାଏ । ଏହା ଏକ ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର ପୁସ୍ତିକା (booklet) ଆକାରରେ ମିଳିଥାଏ ଯେଉଁଥିରେ ପ୍ରାୟତଃ 20 ଫର୍ଦ୍ଦ ଲମ୍ବାଳିଆ ଫିକା ଲାଲ ରଙ୍ଗର କାଗଜ ଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ପୁସ୍ତିକା ଉପରେ ଗୋଟିଏ ଚିକ୍କଣିଆ ମହ୍ଲାଟ ଥାଏ । ସେହି ମହ୍ଲାଟ ଉପରେ ଅନେକ ପ୍ରକାରର ରଙ୍ଗର ଧାଡି ଉପରୁ ତଳ ଯାଏ ସଜା ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ସେହି ରଙ୍ଗଗୁଡ଼ିକ ସୂଚାଉଥିବା pH ପ୍ରତି ରଙ୍ଗ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଦିଆଯାଇଥାଏ । ପ୍ରତି ରଙ୍ଗ ପାଇଁ pH ର ଏକ ପରିସର ଥାଏ ଯଥା : 0-2, 2-4, 4-6 ଇତ୍ୟାଦି । ଦ୍ରବଣର ସଠିକ pH ନିରୂପଣ ଏଥିରେ କରାଯାଇପାରେ ନାହିଁ ମାତ୍ର ଏହାର ଆନୁମାନିକ ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ କରାଯାଇଥାଏ ।ଏଥିରୁ ଗୋଟିଏ ଫର୍ଦ୍ଦ କାଢ଼ି ଆଣି ଯେଉଁ ଦ୍ରବଣର pH ନିରୂପଣ କରାଯିବ ତାହା ଭିତରେ ବୁଡାଇ ଦିଆଯାଏ । କିଛି ସମୟ ପରେ ସେହି କାଗଜକୁ ବାହାର କରି ତାହା ଉପରେ ଲାଗିଥିବା ଜଳକୁ ଶୁଖାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଏଥିରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ରଙ୍ଗକୁ ପୁସ୍ତିକାର ମହ୍ଲାଟ ଉପରେ ଥିବା ରଙ୍ଗ ସହିତ ମେଳ କରାଇ, ଉକ୍ତ ଦ୍ରବଣର ଆନୁମାନିକ pH ନିରୂପଣ କରାଯାଇଥାଏ ।

pH ପେପର କିପରି ତିଆରି କରାଯାଏ ?

ଲାଲ ବନ୍ଧା କୋବି (red cabbage) କିମ୍ବା ଲାଲ ପିଆଜ (red onion) କିମ୍ବା ଲାଲ ମନ୍ଦାର ଫୁଲ (red hibiscus) କୁ ଛୋଟ ଛୋଟ ଖଣ୍ଡ କରି କାଟି ତାକୁ ଜଳରେ ବହୁତ ସମୟ ଫୁଟା ଯାଏ ଯେପରିକି ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣର ରଙ୍ଗ ଗାଢ଼ ବାଇଗଣିଆ ବା ରକ୍ତବର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯିବ । ତାପରେ ତା'ର ଜଳୀୟ ଅଂଶକୁ ଛାଣି ଦେଇ ଥଣ୍ଡା କରାଯାଏ । ଏହାର କିଛି ବୁନ୍ଦାକୁ ଛୋଟ ଛୋଟ ଫିଲ୍‌ଟର୍ ପେପର ଖଣ୍ଡ(filter paper) strips) ରେ ଢ଼ାଳି ତାକୁ ଗରମ କରି ଶୁଖାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହା ହୋଇଯାଏ pH ପେପର । ଏଥିରେ ଫ୍ଲାଭିନ୍ (flavin)ନାମକ ଏକ ରଞ୍ଜକ (dye) ଥାଏ ଏବଂ ଏହା ବିଭିନ୍ନ H^+ ଆୟନ ଗାଢ଼ତାରେ ବିଭିନ୍ନ ରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ । କେଉଁ pH ରେ କେଉଁ ରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ତାହା pH ପେପର ପୁସ୍ତିକାର ମଲାଟ ଉପରେ ଦିଆଯାଇଥାଏ । ଏସିଡ୍ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଲାଲ ରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ଏବଂ ବେସ୍ ସବୁଜ/ ନୀଳ ଆଦି ରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ।

କେତେକ ସାଧାରଣ ଦ୍ରବଣର ଆନୁମାନିକ pH

ଦ୍ରବଣ	pH
HCl(10M)	-1
Lead acid battery	0.5
ପାଚକ ରସ(gastric juice)	1-5-2
ଲେମ୍ବୁ ରସ(lemon juice)	2.4
କୋଲା(କୋକାକୋଲା, ପେପସି)	2.5
ଭିନେଗାର	2.9
କମଳା କିମ୍ବା ଆପୁଲ ରସ	3.5
ବିଅର (beer)	4.5
ଏସିଡ୍ ବର୍ଷା(acid rain)	<5
ମନୁଷ୍ୟ ପରିସ୍ରା (human urine)	4.5-8
କଫି	5

ଦ୍ରବଣ	pH
ଚା	5.5
ସୁସ୍ଥ ମନୁଷ୍ୟ ଚର୍ମ	5.5
ଦୁଧ	6.5
ଶୁଦ୍ଧ ଜଳ	7.0
ସୁସ୍ଥ ମନୁଷ୍ୟ ଲାଳ	6.5-7.4
ରକ୍ତ	7.34-7.45
ସମୁଦ୍ର ପାଣି ଜଳ	7.7-8.3
ଦେହଲଗା ସାବୁନ	9-10
ଘରୋଇ ଆମୋନିଆ	11.5
କଷ୍ଟିକ ସୋଡା	13.9

ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ ଏବଂ ବେସ୍‌ର pH ନିରୂପଣ :

ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ ଯଥା ଏସିଟିକ୍ ଏସିଡ୍ (vinegar), HF, HCN ଇତ୍ୟାଦି ର ଜଳରେ ଆୟନୀକରଣ ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏସିଡ୍‌ର ଗାଢ଼ତା ଯାହା H^+ ର ଗାଢ଼ତା ତାଠାରୁ ଯଥେଷ୍ଟ କମ୍ ହୋଇଥାଏ। ତାହାର pH ନିରୂପଣ ନିର୍ଭର କରେ $[H^+]$ ଉପରେ। ତାହା ଜାଣିବା ପାଇଁ ଆମର ଆବଶ୍ୟକ ଏସିଡ୍‌ର ବିଯୋଜନାଙ୍କ (acid dissociation constant $=K_A$) ଏବଂ ବିଭାଜନ ମାତ୍ରା (degree of dissociation) ଅର୍ଥାତ୍ କେତେ ମାତ୍ରାରେ ଆୟନୀକରଣ ଘଟିଲା । ସେହିଭଳି ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍ ଯଥା NH_3 ଦ୍ରବଣର pH ନିରୂପଣ ପାଇଁ ବେସର ବିଯୋଜନାଙ୍କ (base dissociation constant $=K_B$) ଏବଂ ବେସର ବିଭାଜନ ମାତ୍ରା (degree of dissociation) ର ମୂଲ୍ୟ ଆବଶ୍ୟକ। ସେ ବିଷୟରେ ତୁମେ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ଜାଣିବ ଏବଂ ଏହା ଏହି ପୁସ୍ତକର ଆଲୋଚନା ହେବ ନାହିଁ।

SAQ 32 : ଗୋଟିଏ ଏସିଟିକ୍ ଏସିଡ୍ ଦ୍ରବଣ ଗାଢ଼ତା 0.001M, ତେବେ ଏହି ଦ୍ରବଣର pH 3 ରୁ ଅଧିକ କି କମ୍ ହେବ ? କାରଣ ଦର୍ଶାଅ ।

ଉତ୍ତର : ଏସିଟିକ ଏସିଡ୍ ଏକ ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହାର H^+ ର ଗାଢ଼ତା 10^{-3} ଠାରୁ କମ ତେଣୁ pH 3 ରୁ ରୁ ଅଧିକ ହେବ ।

ଲବଣ (SALT) :

ଗୋଟିଏ କ୍ଷାରକ (base) ଏବଂ ଅମ୍ଳ (acid) ର ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରୁ ଏକ ଲବଣ (salt) ର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଲବଣ ଜଳରେ ଅଧିକ ଦ୍ରବଣୀୟ (more soluble), କମ୍ ଦ୍ରବଣୀୟ(less soluble) କିମ୍ବା ଅଦ୍ରବଣୀୟ(insoluble) ହୋଇପାରେ ।

ଦ୍ରବଣୀୟ ଲବଣର ଧର୍ମଗୁଣ (PROPERTIES OF SOLUBLE SALTS) :

(i) ଏହା ସାଧାରଣରେ ପାଟିକୁ ଲୁଣିଆ ଲାଗି ଥାଏ କିନ୍ତୁ କେତେକ ଲବଣର ଦ୍ରବଣ କ୍ଷାରୀୟ କିମ୍ବା ଅମ୍ଳୀୟ ପ୍ରକୃତିର ହୋଇଥାନ୍ତି ।

(ii) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତା ଅଧିକ ଥାଏ ।

ଏହା ପ୍ରଶମିତ(neutral) ଅମ୍ଳୀୟ (acidic) କିମ୍ବା କ୍ଷାରକୀୟ (basic) ହୋଇପାରେ ।

ଲବଣର ଜଳ ଅପଘଟନ (HYDROLYSIS OF SALTS) :

ସମସ୍ତ ଲବଣକୁ ଚାରି ଶ୍ରେଣୀରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇଛି - ସେମାନେ ହେଲେ,

(Type- I) ତୀବ୍ର ବେସ୍ ଏବଂ ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍‌ରୁ ଜାତ ଲବଣ (Salt of strong base and weak acid)

(Type- II) ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ଏବଂ ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍‌ରୁ ଜାତ ଲବଣ (Salt of strong acid and weak base)

(Type- III) ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ ଏବଂ ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍‌ରୁ ଜାତ ଲବଣ (Salt of weak base and weak acid)

(Type- IV) ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ଏବଂ ତୀବ୍ର ବେସ୍‌ରୁ ଜାତ ଲବଣ (Salt of strong base and strong acid)

Type - I ଲବଣର ଜଳ ଅପଘଟନ (Hydrolysis of Type-I salt) :

(ତୀବ୍ର ବେସ୍ ଏବଂ ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍‌ରୁ ଜାତ ଲବଣର ଜଳ ଅପଘଟନ)

ଆଗରୁ କୁହାଯାଇଛି ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍‌ମାନଙ୍କର ସଂଖ୍ୟା ହେଲା 7 - ଯଥା HCl, HBr, HI, HNO_3, H_2SO_4, $HClO_3$ ଏବଂ $HClO_4$। ତୀବ୍ର ବେସ୍ ହେଲା ପ୍ରାୟତଃ ଦୁଇଟି - NaOH ଏବଂ KOH (କାରଣ ଅନ୍ୟ କ୍ଷାରଧାତୁ ହାଇଡ୍ରକ୍‌ସାଇଡ୍‌ର ବ୍ୟବହାର ପ୍ରାୟତଃ ହୁଏ ନାହିଁ)। ଯେଉଁ ଲବଣର କ୍ଷାରୀୟ ମୂଳକ Na^+ କିମ୍ବା K^+ ହୋଇଥିବ ଏବଂ ଅମ୍ଳୀୟ ମୂଳକ Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, ClO_3^- ଏବଂ ClO_4^- ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ଯେକୌଣସି ମୂଳକ ହୋଇଥିବ (ଅର୍ଥାତ୍ ତାହା ଏକ ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍‌ରୁ ଆସିଥିବ) ତେବେ ସେହି ଲବଣ ଏହି ଶ୍ରେଣୀର ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ : Na_2CO_3, KCN, CH_3COONa, NaF, KNO_2, K_3PO_4 ଇତ୍ୟାଦି । **ଏହି ଲବଣର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣ କ୍ଷାରକୀୟ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହାର pH ହୋଇଥାଏ 7 ରୁ ଅଧିକ** । ଏହାର କାରଣ ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍‌ରୁ ଆସିଥିବା ଅମ୍ଳୀୟ ମୂଳକ ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (ଏସିଡ୍ - ବେସ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା) କରି OH^- ଆୟନର ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ । ଫଳରେ ଦ୍ରବଣର $[OH^-] > 10^{-7}$ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଏହା କ୍ଷାରକୀୟ ହୋଇଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ : $KCN \rightarrow K^+ + CN^-$

K^+ ଆସିଛି ତୀବ୍ର ବେସ KOH ରୁ ଏବଂ CN^- ଆସିଛି ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ HCN ରୁ । ତେଣୁ CN^- ର ଜଳ ଅପଘଟନ ହେବ ।

$$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$$

ଡାହାଣ ପଟେ OH^- ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବାରୁ ଏହାର ପ୍ରକୃତି କ୍ଷାରକୀୟ ହୋଇଥାଏ ।

Type- II ଲବଣ ଜଳ ଅପଘଟନ (Hydrolysis of Type-II salt) :

(ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ଏବଂ ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍‌ରୁ ଜାତ ଲବଣର ଜଳ ଅପଘଟନ)

ଏହି ଶ୍ରେଣୀର ଲବଣରେ କ୍ଷାରୀୟ ମୂଳକ Na^+ କିମ୍ବା K^+ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ଯେକୌଣସି ମୂଳକ ହୋଇଥିବ ଏବଂ ଅମ୍ଳୀୟ ମୂଳକ Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, ClO_3^- ଏବଂ ClO_4^- ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ହୋଇଥିବ।

ଉଦାହରଣ : $AlCl_3$, $CuSO_4$, $Pb(NO_3)_2$, $AgNO_3$, NH_4Cl ଇତ୍ୟାଦି । **ଏହିଭଳି ଲବଣର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣ ଅମ୍ଳୀୟ (acidic) ପ୍ରକୃତିର ହୋଇଥାଏ ଏବଂ pH ହୋଇଥାଏ 7 ରୁ କମ୍** । ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍‌ରୁ ଆସିଥିବା କ୍ଷାରୀୟ ମୂଳକର ଜଳ ଅପଘଟନ ହୋଇ H^+ ଆୟନର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଫଳରେ $[H^+] > 10^{-7}$ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଦ୍ରବଣଟି ଅମ୍ଳୀୟ ହୋଇଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ : $NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

NH_4^+ ଆସିଛି ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍ NH_3 ରୁ ଏବଂ Cl^- ଆସିଛି ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ HCl ରୁ । ତେଣୁ NH_4^+ ଆୟନର ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେବା

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

ଡାହାଣ ପଟେ H_3O^+ [ଅର୍ଥାତ୍ H^+] ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବାରୁ ଦ୍ରବଣଟି ଅମ୍ଳୀୟ ପ୍ରକୃତିର ହୋଇଥାଏ ।

Type- III ଲବଣର ଜଳ ଅପଘଟନ (Hydrolysis of Type-III salt) :

(ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍ ଏବଂ ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍‌ରୁ ଜାତ ଲବଣର ଜଳ ଅପଘଟନ)

ଏହି ଶ୍ରେଣୀର ଲବଣରେ କ୍ଷାରୀୟ ମୂଳକ Na^+ କିମ୍ବା K^+ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ମୂଳକ ହୋଇଥିବ ଏବଂ ଅମ୍ଳୀୟ ମୂଳକ Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, ClO_3^- ଏବଂ ClO_4^- ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ମୂଳକ ହୋଇଥିବ ।

ଉଦାହରଣ : NH_4F, AgF, NH_4CN, CH_3COONH_4 (ଆମୋନିୟମ ଏସିଟେଟ୍) ଇତ୍ୟାଦି ।

ଏହି ଜାତୀୟ ଲବଣର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣ ପ୍ରାୟତଃ ପ୍ରଶମିତ (nearly neutral) ହୋଇଥାଏ । ଏହାର କାରଣ ହେଲା ଉଭୟ କ୍ଷାରୀୟ ମୂଳକ ଏବଂ ଅମ୍ଳୀୟ ମୂଳକ ଯଥାକ୍ରମେ ଦୁର୍ବଳ କ୍ଷାରକ ଏବଂ ଦୁର୍ବଳ ଅମ୍ଳରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବାରୁ ଉଭୟର ଜଳ ଅପଘଟନ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଯଥାକ୍ରମେ H^+ ଏବଂ OH^- ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଦ୍ରବଣରେ H^+ ର ଗାଢ଼ତା OH^- ର ଗାଢ଼ତା ସହ ପ୍ରାୟତଃ ସମାନ ଥାଏ । ତେଣୁ ଦ୍ରବଣଟି ପ୍ରାୟତଃ ପ୍ରଶମିତ ହୋଇଥାଏ । pH 7 କିମ୍ବା ତାର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ (6.9, 7.1 ଇତ୍ୟାଦି) ହୋଇଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ : $NH_4CN \rightarrow NH_4^+ + CN^-$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+ \text{ (ଅମ୍ଳୀୟ)}$$

$$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^- \text{ (କ୍ଷାରୀୟ)}$$

$$[H^+] \approx [OH^-]$$

ତେଣୁ ଦ୍ରବଣଟି ପ୍ରାୟତଃ ପ୍ରଶମିତ ହୋଇଥାଏ । ଯଦି ଦୁର୍ବଳ ଏସିଡ୍‌ର ବିଯୋଜନାଙ୍କ ଦୁର୍ବଳ ବେସର ବିଯୋଜନାଙ୍କ ଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ତେବେ ଦ୍ରବଣଟି ସାମାନ୍ୟ ଅମ୍ଳୀୟ ପ୍ରକୃତିର ($pH < 7$) ହୋଇଥାଏ , ମାତ୍ର ଦୁର୍ବଳ ବେସ୍‌ର ବିଯୋଜନାଙ୍କ ଯଦି ଯଦି ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ତେବେ ଦ୍ରବଣଟି ସାମାନ୍ୟ କ୍ଷାରୀୟ ପ୍ରକୃତିର($pH > 7$) ହୋଇଥାଏ ।

Type- IV ଲବଣର ଜଳ ଅପଘଟନ (Hydrolysis of Type IV salts) :
(ତୀବ୍ର ଏସିଡ୍ ଏବଂ ତୀବ୍ର ବେସ୍‌ରୁ ଜାତ ଲବଣର ଜଳ ଅପଘଟନ)

ଏହି ଶ୍ରେଣୀର ଲବଣରେ କ୍ଷାରୀୟ ମୂଳକ Na^+ କିମ୍ବା K^+ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଅମ୍ଳୀୟ ମୂଳକ Cl^-, Br^-, I^-, NO_3, SO_4^{2-}, ClO_3^- ଏବଂ ClO_4^- ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ହୋଇଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ : : $NaNO_3$, KCl, Na_2SO_4, $KClO_4$, NaI ଇତ୍ୟାଦି

ଏହି ଜାତୀୟ ଲବଣର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରଶମିତ (neutral) ହୋଇଥାଏ । pH ର ମୂଲ୍ୟ 7 ହୋଇଥାଏ । ଉଭୟ କ୍ଷାରୀୟ ମୂଳକ ଏବଂ ଅମ୍ଳୀୟ ମୂଳକ ଯଥାକ୍ରମେ ତୀବ୍ର କ୍ଷାରକ ଏବଂ ତୀବ୍ର ଅମ୍ଳରୁ ଆସିଥିବାରୁ ଜଳ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ । ତେଣୁ ବିଶୁଦ୍ଧ ଜଳ (pure water) ଭଳି $[H^+] = [OH^-]$ ଥାଏ ଏବଂ ଦ୍ରବଣଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରଶମିତ(neutral) ହୋଇଥାଏ ।

SAQ 33 : ନିମ୍ନ ଲିଖିତ ଲବଣର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣର ଗୁଣ (i) କ୍ଷାରକୀୟ (basic-B) , (ii) ଅମ୍ଳୀୟ (acidic-A) (iii) ପ୍ରାୟତଃ ପ୍ରଶମିତ (nearly neutral-NN) କିମ୍ବା (iv) ପ୍ରଶମିତ (neutral-N) ଉଲ୍ଲେଖ କର ।

(i) NaCl	(ii) $ZnCl_2$	(iii) $Mg(NO_3)_2$	(iv) KF	(v) NH_4NO_2
(vi) HCOONa	(vii) $KClO_3$	(viii) $Cr_2(SO_4)_3$	(ix) KI	(x) Na_2CO_3
(xi) NH_4NO_3	(xii) K_3PO_4			

ଉତ୍ତର :

(i) N	(ii) A	(iii) A	(iv) B	(v) NN
(vi) B	(vii) N	(viii) A	(ix) N	(x) B
(xi) A	(xii) B			

ଏସିଡ୍ ବେସ୍ ସମ୍ପର୍କରେ ଲୁଇସ୍ ତତ୍ତ୍ୱ (Lewis Theory of Acids and Bases) :

ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍-ଲୋରୀ ତତ୍ତ୍ୱ ଭଳି ଲୁଇସ୍ ତତ୍ତ୍ୱ ହେଲା ଏସିଡ୍ ବେସ୍ ସମ୍ପର୍କରେ ଏକ ଆଧୁନିକ ତତ୍ତ୍ୱ ।

ଏସିଡ୍ : ଯିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣ କରିପାରେ (electron acceptors) ତାହାକୁ ଲୁଇସ୍ ଏସିଡ୍ କୁହାଯାଏ ।

ବେସ୍ : ଯିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଦାନ କରିପାରେ(electron donors) ତାହାକୁ ଲୁଇସ୍ ବେସ୍ କୁହାଯାଏ ।

ଲୁଇସ୍ ବେସ୍ (Lewis Bases):

ସମସ୍ତ ବ୍ରନ୍‌ଷ୍ଟେଡ୍-ଲୋରି ବେସ୍ ହେଲେ ମଧ୍ୟ ଲୁଇସ୍ ବେସ୍ ଶ୍ରେଣୀର ।

(i) ସମସ୍ତ ବିଯୁକ୍ତାୟନ ଯଥା I^-, CN^-, OH^-, CH_3COO^- ଇତ୍ୟାଦି । ଦାନ କରିବାକୁ ପ୍ରତ୍ୟେକରେ ସର୍ବନିମ୍ନ 1 ଟି ନିଃସଙ୍ଗ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଯୁଗଳ (lone pair of electron) ଥାଏ ।

(ii) ଯେଉଁ ପ୍ରଶମିତ ଅଣୁର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ପରମାଣୁରେ ସର୍ବନିମ୍ନ 1 ଟି ନିଃସଙ୍ଗ ଯୁଗଳ ଥାଏ ଯଥା NH_3, H_2O, C_2H_5OH ଇତ୍ୟାଦି । ଏହି ନିଃସଙ୍ଗ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଯୁଗଳକୁ ଏମାନେ ଦାନ କରିଥାନ୍ତି ।

ଲୁଇସ୍ ଏସିଡ୍ (Lewis Acids): :

ଏହା ଚାରି ଶ୍ରେଣୀର :

(i) ସମସ୍ତ ଯୁକ୍ତାୟନ ହେଲେ ଲୁଇସ୍ ଏସିଡ୍- Na^+, Ca^{2+}, Al^{3+} ,NH_4^+ ଇତ୍ୟାଦି

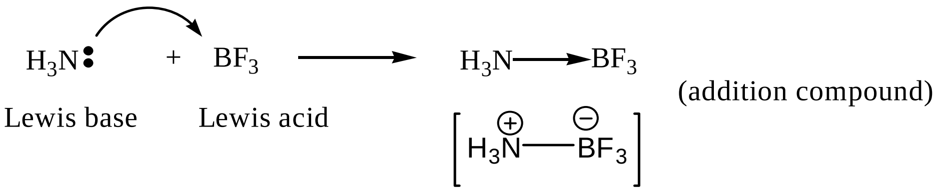
$$Na^+ + e \rightarrow Na \;; \qquad Al^{3+} + 3e \rightarrow Al$$

(ii) ଯେଉଁ ଅଣୁର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷରେ ଦୃଢ଼ ଅଷ୍ଟକ (stable octet)ରୁ କମ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଥାଏ ସେମାନେ ହେଲେ ଲୁଇସ୍ ଏସିଡ୍ ।

BF_3, BCl_3, $AlCl_3$, $BeCl_2$ ଇତ୍ୟାଦି

ପ୍ରଥମ ତିନୋଟି ଅଣୁର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ପରମାଣୁ(B, Al)ର ଯୋଜ୍ୟତା କକ୍ଷରେ 6 ଟି ଲେଖାଏଁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଥାଏ ଏବଂ ଚତୁର୍ଥ ଅଣୁର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ପରମାଣୁ(Be) ର ଯୋଜ୍ୟତା କକ୍ଷରେ 4 ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଥାଏ । ଏମାନଙ୍କର ଫାଙ୍କା କକ୍ଷକ (orbital) ଥିବାରୁ ଏମାନେ ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଯୁଗଳ ଗ୍ରହଣ କରି ପାରନ୍ତି ।

ଉଦାହରଣ : BF_3 ସହିତ NH_3 ମିଶିଲେ ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ର ଯୌଗିକ (addition compound) ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । NH_3 ହେଲା ଲୁଇସ୍ ବେସ୍ କାରଣ ତା'ର ଏକ ନିଃସଙ୍ଗ ଯୁଗଳ (lone pair of electron) ଅଛି । BF_3 ଏକ ଲୁଇସ୍ ଏସିଡ୍, କାରଣ ତାର ଏକ ଫାଙ୍କା କକ୍ଷକ ଅଛି । NH_3 ତାର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଯୁଗଳ BF_3 କୁ ଦାନ କରି ଏହି ମିଶ୍ର ଯୌଗିକ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ।



N ପରମାଣୁ ସହିତ B ପରମାଣୁର ଏକ ଉପସହସଂଯୋଜକ ବନ୍ଧ (coordinate bond) ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । N ହେଲା ଦାତା ଏବଂ B ହେଲା ଗ୍ରାହୀ ।

(iii) ଯେଉଁ ଅଣୁର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟ କକ୍ଷରେ ଦୃଢ଼ ଅଷ୍ଟକ (stable octet) କିମ୍ବା ତାଠାରୁ ଅଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଥାଇ ସୁଦ୍ଧା ସେଥିରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣ କରିବାକୁ ଫାଙ୍କା କକ୍ଷକ ଥାଏ - ସେମାନେ ମଧ୍ୟ ଲୁଇସ୍ ଏସିଡ୍ ଶ୍ରେଣୀର ।

PCl_5, SF_6, $SiCl_4$, IF_7 ଇତ୍ୟାଦି

ଏମାନଙ୍କର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ପରମାଣୁ ଯଥାକ୍ରମେ P, S, Si ଏବଂ I ରେ ଫାଙ୍କା କକ୍ଷକ(d - orbital) ଥାଏ । ତେଣୁ ଏମାନେ ମଧ୍ୟ ଲୁଇସ୍ ଏସିଡ୍ । ଏ ବିଷୟରେ ଅଧିକ ଜ୍ଞାନ ତୁମେ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ପାଇବ ।

(iv) ଅଧାତବ ଅକ୍ସାଇଡ୍ ଯେଉଁମାନେ ଅମ୍ଳୀୟ ଶ୍ରେଣୀର ସେମାନେ ମଧ୍ୟ ହେଲେ ଲୁଇସ୍ ଏସିଡ୍ ।

CO_2, SO_2, SO_3 ଇତ୍ୟାଦି । ଏମାନେ ମଧ୍ୟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ରହଣ କରିପାରନ୍ତି । ଏହାର କାରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ତୁମେ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ଜାଣିବ ।

SAQ 34 : ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ଲୁଇସ୍ ଏସିଡ୍ (LA)ଏବଂ କେଉଁଟି ଲୁଇସ୍ ବେସ୍ (LB) ?

(a) Ca^{2+}	(b) BF_3	(c) SO_3	(d) NH_3
(e) Br^-	(f) H_2O	(g)$AlCl_3$	(h) PCl_5
(i) Fe^{3+}			

ଉତ୍ତର :

(a) LA	(b) LA	(c) LA	(d) LB
(e) LB	(f) LB	(g)LA	(h)LA
(i) LA			

f f f

CHAPTER - 4

ରାସାୟନିକ ବଳଗତି ବିଜ୍ଞାନ

(CHEMICAL KINETICS)

ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ (Rates of Chemical Reactions) :

ଗୋଟିଏ ଗତିଶୀଳ ମୋଟର ଗାଡ଼ି, ଟ୍ରେନ୍, କ୍ରିକେଟ ବଲ, ସାଇକେଲ ଆଦିର ଯେପରି ଏକ ବେଗ ଥାଏ ସେହିପରି ଏକ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ମଧ୍ୟ ଏକ ବେଗ ଥାଏ। ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଗତିରେ ବେଗ ଯେପରି ସମୟ ସହିତ ସମାନ ରହିପାରେ (ସମବେଗ ବା uniform speed) କିମ୍ୱା ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇପାରେ (ତ୍ୱରିତ ଗତି - accelerated motion କିମ୍ୱା ମନ୍ଦିତ ଗତି - retarded motion), ସେହିପରି ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ ମଧ୍ୟ ସମୟ ସହିତ ସମାନ ରହିପାରେ କିମ୍ୱା ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇପାରେ (ବୃଦ୍ଧି କିମ୍ୱା ହ୍ରାସ ଘଟିପାରେ)। ଯାନ୍ତ୍ରିକ ବେଗ ଦୁଇ ଶ୍ରେଣୀର :

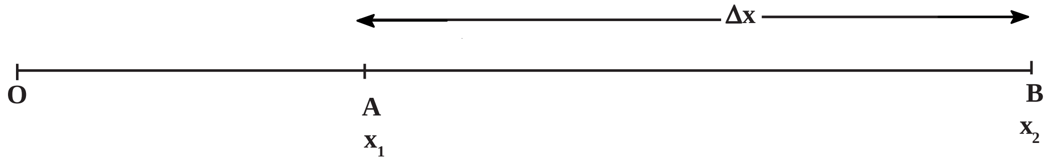
(a) ହାରାହାରି ବେଗ (average speed)

(b) ତତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ (instantaneous speed)

ହାରାହାରି ବେଗ (average speed) :

ମନେକର ତୁମେ ମଟର ସାଇକେଲରେ କଟକରୁ ଭୁବନେଶ୍ୱର ମଧ୍ୟରେ 25 କି.ମି. ଦୂରତାକୁ 20 ମିନିଟ୍‌ରେ ଅତିକ୍ରମ କଲ। ତେଣୁ ଏହି ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ମଟର ସାଇକେଲର ହାରାହାରି ବେଗ ହେଲା-

$$\text{ହାରାହାରି ବେଗ} = \frac{\text{ସମୁଦାୟ ଦୂରତା}}{\text{ସମୟ}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$



Δx = ଦୂରତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ (change in distance)

x_1 = ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ବିନ୍ଦୁ (reference point) O ଠାରୁ A ବିନ୍ଦୁର ଦୂରତା

x_2 = ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ବିନ୍ଦୁ O ଠାରୁ B ବିନ୍ଦୁର ଦୂରତା

Δt = ସମୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ

t_1 = ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ବିନ୍ଦୁ O ଠାରୁ A ବିନ୍ଦୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଲାଗିଥିବା ସମୟ

t_2 = ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ବିନ୍ଦୁ O ଠାରୁ B ବିନ୍ଦୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଲାଗିଥିବା ସମୟ

ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣରେ

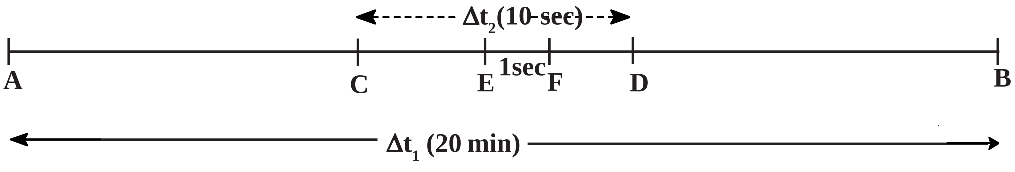
$$ହାରାହାରି\ ବେଗ = \frac{25\ K.M}{20/60\ h} = 75\ KM/h = \frac{75\ X\ 1000\ m}{60\ X\ 60\ s} = 20.8\ m/s$$

ତେଣୁ ହାରାହାରି ବେଗ ହେଲା ପ୍ରତିଘଣ୍ଟାକୁ 75 କିମି. କିମ୍ବା ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡକୁ 20.8 ମି. ।

ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ (Instantaneous Speed) :

ତୁମ ମୋଟର ସାଇକେଲ କିମ୍ବା କାର ଚାଲିଲାବେଳେ ତାର ସ୍ପିଡୋମିଟର (speedometer) କୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଛ ? ଗାଡ଼ି ଆରମ୍ଭ କରିବା ପୂର୍ବରୁ ସ୍ପିଡୋମିଟରର କଣ୍ଟାଟି ଥିଲା ଶୂନ୍ୟ (0) ଉପରେ । ଗାଡ଼ି ଚାଲିବା ଆରମ୍ଭ ହେବା ପରେ କଣ୍ଟାଟି ଡାହାଣ ଦିଗକୁ ଗତିକଲା । ଗାଡ଼ିର ବେଗ ବଢ଼ିବା ସହିତ କଣ୍ଟାଟି ଅଧିକ ଅଧିକ ଡାହାଣକୁ ଗତି କଲା । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ବା କ୍ଷଣରେ ସ୍ପିଡୋମିଟର କଣ୍ଟାଟି ଯେଉଁଠାରେ ରହିଥାଏ - ତାହା ହେଲା ଗାଡ଼ିର ସେହି କ୍ଷଣରେ ତାତ୍କ୍ଷଣକ ବେଗ (instantaneous speed) । ମନେକର ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୂହୁର୍ତ୍ତରେ କଣ୍ଟାଟି 40 କିମି. /ଘ. ଉପରେ ରହିଛି - ଏହାର ଅର୍ଥ ଯଦି ତୁମେ ସେହି ବେଗରେ 1 ଘଣ୍ଟା ଗତିକରିବ ତେବେ ତୁମେ 40 କିମି ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବ । ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ଗତି ସମୟ ସହିତ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଚାଲିଲେ ତାହାକୁ କୁହାଯାଏ ତ୍ୱରିତ ଗତି (accelerated motion) , ଯଦି ସମୟ ସହିତ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ କମି କମି ଯାଏ ତାହାକୁ କୁହାଯାଏ ମନ୍ଦିତ ଗତି (retarded motion) ଏବଂ ସମୟ ସହିତ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ଯଦି ସମାନ ରହିଥାଏ ତାହାକୁ କୁହାଯାଏ ସମବେଗ(uniform speed) । ଆମ ଗାଡ଼ିର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ରାସ୍ତାରେ ଅସମ (nonuniform) ଭାବରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଉଥାଏ । ରାସ୍ତା ଭିଡ଼ ହୋଇଗଲେ ଏହା କମିଥାଏ ଏବଂ ରାସ୍ତା ଫାଙ୍କା ହୋଇଗଲେ ଏହା ବଢ଼ିଥାଏ । କଟକରୁ ଭୁବନେଶ୍ୱର ମଧ୍ୟରେ କେବେ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ 90 କିମି./ ଘଣ୍ଟା ଥାଏ ତ କେବେ 10 କି.ମି./ଘ. ଏବଂ ଆଉ କେତେବେଳେ 80 କି.ମି./ଘ. ଥାଏ । ଏହିଭଳି ଅହରହ ଏହା ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଉଥାଏ । ସମୁଦାୟ ଦୂରତା (25 km) କୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବାକୁ ଯଦି ଆମକୁ 20 ମିନିଟ (0.25 h) ସମୟ ଲାଗିଲା ତେବେ ଗାଡ଼ିର ହାରାହାରି ବେଗ ହେଲା = 20/0.25 = 75 କିମି./ ଘ. । କିନ୍ତୁ ମନେରଖ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ହେଲା ଗାଡ଼ିର ପ୍ରତି ମୂହୁର୍ତ୍ତର ବେଗ ଯାହା ସାଧାରଣତଃ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଉଥାଏ ।

ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗର ସମ୍ପର୍କରେ ଧାରଣା (Conceptual idea about instantaneous speed)



ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣରେ ଆମେ କଟକ (A) ଏବଂ ଭୁବନେଶ୍ୱର (B) ମଧ୍ୟରେ ଗାଡ଼ିର ହାରାହାରି ବେଗ ବାହାର କରିଥିଲୁ । ଏହି ଯାତ୍ରାରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ଏବେ ସମୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ (Δt) କୁ କମାଇ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରିବା । Δt କମିଲେ Δx ମଧ୍ୟ କମିବ । ମନେକର ଆମେ ଫୁଲନଖରା ଛକରୁ (C) ଭୁବନେଶ୍ୱର ଦିଗରେ 10 ସେକେଣ୍ଡରେ କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥିଲେ ତାହା ରସ୍ତା ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ମାଇଲ ଖୁଣ୍ଟକୁ ଦେଖି ବାହାର କରିବା । ମନେକର ଏହି ଦୂରତା ହେଲା 100 ମି.

ତେବେ ଏହି 10 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ (C ଠାରୁ D ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ) ଗାଡ଼ିର ହାରାହାରି ବେଗ କେତେ ?

$$ହାରାହାରି\ ବେଗ\ (C\text{-}D) = \frac{100/1000\ km}{10/3600\ h} = 36\ km/h$$ (କି.ମି./ ଘ.)

ଅର୍ଥାତ୍ ସେହି 100 ମି ମଧ୍ୟରେ (C-D) ତୁମର ହାରାହାରି ବେଗ ଥିଲା 36 କି.ମି./ଘ. । କଟକ-ଭୁବନେଶ୍ୱର ମଧ୍ୟରେ (A-B) ଗାଡ଼ିର ହାରାହାରି ବେଗ ଥିଲା 75 କିମି./ଘ, କିନ୍ତୁ ଫୁଲନଘରା ରୁ 100 ମି. ଦୂରତା ମଧ୍ୟରେ (C-D) ହାରାହାରି ବେଗ ହୋଇଗଲା 36 କିମି./ଘ.

ବର୍ତ୍ତମାନ ଚାଲ Δt କୁ ଆହୁରି କମାଇବା । ମନେକର E ବିନ୍ଦୁରୁ F ବିନ୍ଦୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଅତିକ୍ରମ କରିବାକୁ ଲାଗିଲା 1 ସେକେଣ୍ଡ ଏବଂ ଏ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ହେଲଣ 30 ମି । ତେବେ ଏହି ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ (E-F) ଗାଡ଼ିର ହାରାହାରି ବେଗ କେତେ ?

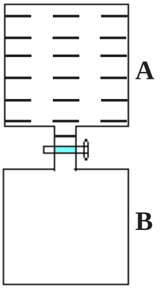
ହାରାହାରି ବେଗ (E-F) = $\frac{30/1000\ km}{1/3600\ h}$ = 108 km/h (କି.ମି./ଘ.)

ତେବେ ଗାଡ଼ିର ସେହି ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ହାରାହାରି ବେଗ ହେଲା 108 କିମି/ଘ. । ଆମେ ତିନୋଟି ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ ନେଇ ଦେଖିଲେ ଯେ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ ପରିବର୍ତ୍ତନ କଲେ ହାରାହାରି ବେଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଛି । ତେଣୁ ଏହା ଏକ ଅସମ ବେଗର ଗତି। ଯଦି Δt ର ମୂଲ୍ୟ 1 ସେକେଣ୍ଡରୁ ଆହୁରି କମାଇ ଦିଆଯାଏ ତେବେ ସେହି ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ହାରାହାରି ବେଗ ପୁନଶ୍ଚ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇପାରେ। ଏହିଭଳି ଯେତେବେଳେ Δt ର ମୂଲ୍ୟ କମି କମି ଶୂନ୍ୟ (0) ର ପାଖାପାଖି ହୋଇଯିବ (Δt tends to zero) ସେତେବେଳେ ଯେତିକି ଦୂରତା ଯିବ ତାହା ହେବ ଗାଡ଼ିର ସେହି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ(instantaneous speed) ଯାହା ଗାଡ଼ିର ସ୍ପିଡୋମିଟର କଣ୍ଟାର ଅବସ୍ଥିତିରୁ ଆମେ ଜାଣିଥାଉ। ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗର ଗାଣିତିକ ହିସାବ ପାଇଁ କାଲକୁଲସ(calculus) ପାଠର ବ୍ୟବହାର କରିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ ଯାହା ଏହି ପୁସ୍ତକ ପରିସର ବର୍ହିଭୂକ୍ତ । କିନ୍ତୁ ଏହାର ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ନିରୂପଣ କିଭଳି କରିହେବ ତାହା ପରେ ଆଲୋଚନା କରାଯିବ।

ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ = $\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (lim = limit)

ଏଥିରୁ ଆମେ ଗୋଟିଏ କଥା ଜାଣିଲୁ ଯେ ସମୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ (Δt) କୁ ଯେତେ ଯେତେ କମାଉଥିବା ଆମେ ସେତେ ସେତେ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହେଉଥିବା। ଯଦି 20 ମିନିଟ୍ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନକୁ 20 ଭାଗ କରିଦେବା - 0-1 ମିନିଟ୍, 1-2 ମିନିଟ୍, 2-3 ମିନିଟ୍........ 19-20 ମିନିଟ୍ ଏବଂ ପ୍ରତି ମିନିଟରେ କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କଲୁ ଜାଣିପାରିବ । ତେବେ ଆମେ 20ଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହାରାହାରି ବେଗ ପାଇପାରିବା। ମନେକର ପ୍ରଥମ ମିନିଟ୍‌ରେ 2 କିମି. ଗଲେ ତା'ପର ମିନିଟ୍‌ରେ 100 ମିଟର ଏବଂ ତାର ପର ମିନିଟ୍‌ରେ 3 କିମି. ଏହିଭଳି ହାରାହାରି ବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଲା। ଏହି ବିଭିନ୍ନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ 20 ଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବେଗକୁ ଆନୁମାନିକ (approximately) ଭାବରେ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ମନେକରାଯାଇପାରେ। ଅତି କମ୍ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ନିରୂପିତ ହାରାହାରି ବେଗକୁ ସେହି ସମୟ ବ୍ୟବଧାନର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ସମୟର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ସହିତ ସମାନ ବୋଲି ଧରିନେଲେ ତୁମ ପାଇଁ ବିଶେଷ କିଛି ଭୂଲ୍ ହେବ ନାହିଁ।

ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ (Rate of Chemical Reactions) :



ମନେକର ଦୁଇଟି ଟାଙ୍କି A ଏବଂ B ଏକ କଳ ଦ୍ୱାରା ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛନ୍ତି (ଚିତ୍ର ଦେଖ) । ପ୍ରଥମେ A ଟାଙ୍କିକୁ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ ଏବଂ B ଟାଙ୍କିକୁ ଜଳ ଶୂନ୍ୟ ଅବସ୍ଥାରେ ନିଆଯାଉ। ବର୍ତ୍ତମାନ କଳଟିକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଖୋଲିଦେବା ଫଳରେ ସର୍ବାଧିକ ବେଗରେ ଜଳ A ଟାଙ୍କିରୁ B ଟାଙ୍କିକୁ ଯିବ।

ମନେକର ପ୍ରଥମ 1 ମିନିଟ୍‌ରେ A ଟାଙ୍କିରୁ 3 ଲି. ଜଳ ଖାଲି ହୋଇଗଲା ଏବଂ ସେହି 3 ଲି. ଜଳ B ଟାଙ୍କିରେ ଭର୍ତ୍ତି ହେଲା । ତେଣୁ A ଟାଙ୍କିରୁ ଜଳ କମିବାର ହାର (ବେଗ) ଯାହା B ଟାଙ୍କିରେ ଜଳ ଭର୍ତ୍ତିହେବାର ହାର (ବେଗ) ତାହା (3 ଲି./ମି) । ଯଦିଓ ଏ ଦୁଇଟି ଯାକର ମୂଲ୍ୟ ସମାନ

କିନ୍ତୁ ଗୋଟିଏ ହେଲା ଟାଙ୍କିରୁ ଜଳ କମିବାର ହାର ଏବଂ ଅନ୍ୟଟି ହେଲା ଟାଙ୍କିରୁ ଜଳ ଭର୍ତ୍ତିହେବାର ହାର। ଏକ ମିନିଟ୍ ପରେ ମନେକର କଳକୁ ପଛ ଆଡ଼କୁ ମୋଡ଼ି ଜଳ ନିସ୍କାସନର ବେଗକୁ କମାଇ ଦିଆଗଲା ଏବଂ ପରବର୍ତ୍ତୀ 1 ମିନିଟ୍‌ରେ 2 ଲି. ଜଳ A ଟାଙ୍କିରୁ B ଟାଙ୍କିକୁ ଆସିଲା। ତେଣୁ 2ୟ ମିନିଟରେ A ଟାଙ୍କିରୁ ଜଳ କମିବାର ହାର (ବେଗ) 2 ଲି/ମିନିଟ ଏବଂ B ଟାଙ୍କିରେ ଜଳ ଭର୍ତ୍ତି ହେବାର ହାର (ବେଗ) ମଧ୍ୟ ସେହି 2 ଲି/ମିନିଟ୍। ତେଣୁ ଜଳ ନିଷ୍କାସନର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗକୁ ଆମେ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଦୁଇଟି ମାଧ୍ୟମ ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ମାଧମରେ ପ୍ରକାଶ କରିପାରିବ।

(i) A ଟାଙ୍କିରୁ ଜଳ କମିବାର ହାର

(ii) B ଟାଙ୍କିରେ ଜଳ ଭର୍ତ୍ତିହେବାର ହାର

ଉଭୟଙ୍କର ଅର୍ଥ ସମାନ - ତାହା ହେଲା ଜଳ ନିଷ୍କାସନର ବେଗ। ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହି ଧାରଣାକୁ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା।

$$R \rightarrow P$$

ସମୟ ସହିତ ପ୍ରତିକାରକ(R) ର ପରିମାଣ କମିଥାଏ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ (P)ର ପରିମାଣ ବଢ଼ିଥାଏ । ମନେକର 2 ମୋଲ ପ୍ରତିକାରକ (R) ପ୍ରଥମେ (t=0) ନିଆଗଲା ଏବଂ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଶେଷ ହେବାକୁ ଲାଗିଲା 100 ମିନିଟ୍ । 100 ମିନିଟ୍ ପରେ R ର ପରିମାଣ ହେବ 0 ମୋଲ ଏବଂ P ର ପରିମାଣ ହେବ 2 ମୋଲ କାରଣ ଯେତିକି ମୋଲ R ଚାଲିଗଲା ସେତିକି ମୋଲ P ସୃଷ୍ଟି ହେଲା। ଅବଶ୍ୟ ଏହି ଉକ୍ତିଟି ସତ୍ୟ ହେବାକୁ ହେଲେ ସମତୁଲିତ ସମୀକରଣରେ (balanced equation) ରେ R ଏବଂ P ର ସହଗ ସମାନ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ।

ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ହାରାହାରି ବେଗ = average rate of reaction $= -\dfrac{\Delta[R]}{\Delta t} = +\dfrac{\Delta[P]}{\Delta t}$

$\Delta[R]$ = ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି)ର ପରିବର୍ତ୍ତନ = $R_F - R_i$

Δt = ସମୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ

$\Delta[P]$ = ଉତ୍ପାଦ ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି) ର ପରିବର୍ତ୍ତନ = $P_F - P_i$

R_F ଏବଂ R_I ହେଲା ଯଥାକ୍ରମେ ପ୍ରତିକାରକର ଶେଷ (final) ଏବଂ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ (initial) ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି) । ସେହିପରି R_F ଏବଂ R_I ହେଲା ଯଥାକ୍ରମେ ଉତ୍ପାଦର ଶେଷ (final) ଏବଂ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ (initial) ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି) ।

ଏକକ ସମୟରେ ହେଉଥିବା ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି)ର ହ୍ରାସର ହାର କିମ୍ୱା ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି)ର ବୃଦ୍ଧିର ହାରକୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ହାରାହାରି ବେଗ କୁହାଯାଏ ।

ବେଗର ଏକକ = ମୋଲାରିଟି/ସମୟ = ମୋଲ୍/ଲି/ସେକେଣ୍ଡ କିମ୍ୱା ବସ୍ତୁତ୍ୱ / ସମୟ = ଗ୍ରାମ/ସେକେଣ୍ଡ କିମ୍ୱା ମୋଲ/ସମୟ = ମୋଲ୍/ସେକେଣ୍ଡ

ଏମଧ୍ୟରୁ ମୋଲ୍/ଲି/ସେକେଣ୍ଡ ଏକକ ବେଶୀ ବ୍ୟବହାର ହୋଇଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ : ନିମ୍ନଲିଖିତ ଦତ୍ତରୁ ହାରାହାରି ବେଗ ଉଭୟ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ ଅନୁଯାୟୀ ନିରୂପଣ କର ।

R_I = 2 ମୋଲ/ଲି. R_F = 0 ମୋଲ/ଲି. Δt = 100 ମିନିଟ୍

ଉତ୍ତର : ପ୍ରତିକାରକ ଅନୁଯାୟୀ : $\Delta[R] = R_F - R_I = 0 - 2 = -2$ ମୋଲ/ଲି

ହାରାହାରି ବେଗ $= -\dfrac{\Delta[R]}{\Delta t} = -(-2)/100 = 1/50$ ମୋଲ/ଲି/ସେକେଣ୍ଡ

ଉତ୍ପାଦ ଅନୁଯାୟୀ : $\Delta[P] = P_F - P_I = 2 - 0 = 2$ ମୋଲ/ଲି

ହାରାହାରି ବେଗ = $+\frac{\Delta[P]}{\Delta t}$ = 2/100 = 1/50 ମୋଲ/ଲି./ସେକେଣ୍ଡ

ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ ସର୍ବଦା ଏକ ଧନାତ୍ମକ ରାଶି (+ve quantity) । ଯେହେତୁ ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ ସମୟ ସହିତ କମୁଛି ତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ (Δ[R]) ହେଲା ଋଣାତ୍ମକ (-ve quantity) । ତେଣୁ -ve କୁ +ve କରିବା ପାଇଁ ପ୍ରତିକାରକ ଅନୁଯାୟୀ ବେଗ ସମୀକରଣରେ ଆଉ ଗୋଟିଏ -ve ଚିହ୍ନ ଦିଆଯାଇଛି ।

ହାରାହାରି ବେଗ = $-\frac{\Delta[R]}{\Delta t}$ = - (-x)/y = + x/y

ଯେହେତୁ ଉତ୍ପାଦର ପରିମାଣ ବଢୁଛି, ତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ (Δ[P]) ହେଲା ଏକ ଧନାତ୍ମକ ରାଶି । ତେଣୁ ଉତ୍ପାଦ ଅନୁଯାୟୀ ବେଗର ସମୀକରଣରେ +ve ଚିହ୍ନ ଅଛି ।

ହାରାହାରି ବେଗ = = $+\frac{\Delta[P]}{\Delta t}$ = +x/y

ବି.ଦ୍ର : ଯେକୌଣସି ରାଶିର ପରିବର୍ତ୍ତନ (Δ) ନିରୂପଣ କଲାବେଳେ ଶେଷ ମୂଲ୍ୟ (final value) ରୁ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ମୂଲ୍ୟ (initial value) କୁ ବିଯୁକ୍ତ କରାଯାଏ ।

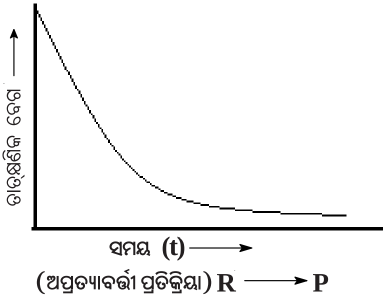
Conclusion: ଉପରୋକ୍ତ ଆଲୋଚନାରୁ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ ପ୍ରତିକାରକର କମିବା ହାର ନିଆଯାଉ କିମ୍ବା ଉତ୍ପାଦର ବଢ଼ିବା ହାର ନିଆଯାଉ ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ହାରାହାରି ବେଗ କିମ୍ବା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କ୍ଷଣରେ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗର ମୂଲ୍ୟ ସମାନ ଏବଂ ଏହା ଏକ +ve ରାଶି ।

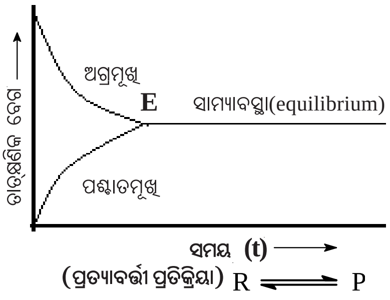
ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ଏବଂ ତାହାର ନିରୂପଣ (Instantaneous rate of reaction and its determination)

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୂହୁର୍ତ୍ତରେ ଯେଉଁ ହାରରେ ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା କମୁଛି କିମ୍ବା ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା ବଢୁଛି ତାହାକୁ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ କୁହାଯାଏ।

ତତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ = $\lim_{\Delta t \to 0} \frac{-\Delta[R]}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{+\Delta[P]}{\Delta t}$

ଦ୍ରବ୍ୟ ଅନୁପାତି କ୍ରିୟା ନିୟମ (Law of Mass Action)ରୁ ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା (reactant concentration) ସହିତ ସମାନୁପାତୀ । ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା ସର୍ବାଧିକ ଥିବାରୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ ସର୍ବାଧିକ ଥାଏ। ସମୟ କ୍ରମେ ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା କମି କମି ଆସିଲେ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ମଧ୍ୟ କମି କମି ଯାଇଥାଏ। ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଏହି ବେଗ ଏକ ସୀମିତ ସମୟ ପରେ ପ୍ରାୟତଃ ଶୂନ୍ୟ (0) ହୋଇଯାଏ ମାତ୍ର ଏକ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଅଗ୍ରମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟିର ବେଗ କମି କମି ସାମ୍ୟବସ୍ଥାରେ ସ୍ଥିର ହୋଇଯାଏ। ମାତ୍ର ଏହାର ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ ଶୂନ୍ୟରୁ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ସମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ସ୍ଥିର ହୋଇଯାଏ। ଏହି ବେଗ ବଢ଼ିବାର କାରଣ ହେଲା ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରତିକାରକର (ଅଗ୍ରମୁଖି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଉତ୍ପାଦ) ଗାଢ଼ତା ଶୂନ୍ୟରୁ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ସମ୍ୟାବସ୍ଥାରେ ସ୍ଥିର ହୋଇଥାଏ। ସେଥିପାଇଁ ବେଗ ମଧ୍ୟ ସେହିଭଳି ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ। ପରବର୍ତ୍ତୀ ପୃଷ୍ଠାରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ସମୟ - ବେଗର ଲେଖଚିତ୍ର ଦେଖ।





ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ବେଗର ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ନିରୂପଣ

$$R \rightarrow P$$

ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟିକୁ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରୁ ବେଶ୍ କିଛି ସମୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ । ମନେକର ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟିକୁ ପ୍ରଥମରୁ 60 ମିନିଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରିବା । ପ୍ରଥମେ (t = 0) ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା ବା ମୋଲାରିଟି ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିରୂପଣ କରିବା । ତାପରେ ବିଭିନ୍ନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଆମେ ବଳକା ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା ([R]) କିମ୍ବା ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା ([P]) କୁ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ନିରୂପଣ କରିବା । କାରଣ ଆମେ ପୂର୍ବରୁ ଜାଣିଛୁ ଯେ ବିଭିନ୍ନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ବେଗର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରତିକାରକ ମାଧ୍ୟମରେ କିମ୍ବା ଉତ୍ପାଦ ମାଧ୍ୟମରେ ବାହାର କରିପାରିବା । ମନେକର 60 ମିନିଟ୍ ମଧ୍ୟରେ 10 ଥର ବିଭିନ୍ନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ [R] କିମ୍ବା [P] ର ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ କରିବା । ଏହି 10 ଟି ପରୀକ୍ଷାର ଦତ୍ତ ସବୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସାରଣୀ ଦିଆଯାଇଛି ।

ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା [R] ମୋଲ/ଲି	ସମୟ (ମିନିଟ୍)	ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା [P] ମୋଲ/ଲି.
0.600	0	0
0.535	2	0.065
0.475	4	0.125
0.400	7	0.200
0.300	12	0.300
0.225	17	0.375
0.150	24	0.450
0.100	31	0.500
0.060	40	0.540
0.035	49	0.565
0.020	59	0.580
0.010	71	0.590

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସମୟ (t = 0) ବ୍ୟତୀତ ଏଥିରେ 11 ଟି ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଦତ୍ତ ଉଭୟ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ ପାଇଁ ରହିଛି । ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା 0.600 ମୋଲ/ଲି (ସର୍ବାଧିକ)ରୁ କମି କମି 71 ମିନିଟ୍‌ରେ 0.010 ମୋଲ/ଲି. ହୋଇଯାଇଛି ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା ଶୂନ୍ୟରୁ ବଢ଼ି ବଢ଼ି 71 ମିନିଟ୍‌ରେ 0.590 ମୋଲ/ଲି. ହୋଇଯାଇଛି । ଚାଲ ଆମେ ବିଭିନ୍ନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ହାରାହାରି ବେଗ ନିରୂପଣ କରିବା । ଉଭୟ ପ୍ରତିକାରକ ([R])ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ ([P]) ଗାଢ଼ତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ମାଧ୍ୟମରେ ଏହି ବେଗ ନିରୂପଣ କରିବା ।

0-2 ମିନିଟ୍ ବ୍ୟବଧାନ :

$$\text{ହାରାହାରି ବେଗ} = \frac{-\Delta[R]}{\Delta t} = \frac{-(0.535 - 0.600)}{(2 - 0)} = 0.0325 \text{ ମୋଲ/ଲି}$$

$$= \frac{+\Delta[P]}{\Delta t} = \frac{+(0.065 - 0)}{(2 - 0)} = 0.0325 \text{ ମୋଲ/ଲି}$$

ଏଥିରୁ ଆମେ କଣ ଜାଣିଲେ ? ପ୍ରତିକାରକ ମାଧମରେ ହେଉ କିମ୍ବା ଉତ୍ପାଦ ମାଧମରେ ହେଉ, ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ହାରାହାରି ବେଗ ସମାନ ।

2-4 ମିନିଟ୍ ବ୍ୟବଧାନ

$$\text{ହାରାହାରି ବେଗ} = \frac{-\Delta[R]}{\Delta t} = \frac{-(0.475 - 0.535)}{(4 - 2)} = 0.030 \text{ ମୋଲ/ଲି}$$

$$\frac{+\Delta[P]}{\Delta t} = \frac{+(0.125 - 0.065)}{(4 - 2)} = 0.030 \text{ ମୋଲ/ଲି}$$

ଏଥିରୁ ଦେଖିଲେ ଯେ ସମୟ ସହିତ ବେଗ କମୁଛି । ଏହା ପ୍ରଥମେ ଥିଲା **0.0325** ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟରେ ହେଲା **0.030** । ଉଭୟ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ ଅନୁଯାୟୀ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ବେଗ ସମାନ ।

4-7 ମିନିଟ୍ ବ୍ୟବଧାନ :

$$\text{ହାରାହାରି ବେଗ} = \frac{-\Delta[R]}{\Delta t} = \frac{-(0.400 - 0.475)}{(7 - 4)} = 0.025 \text{ ମୋଲ/ଲି}$$

$$\frac{+\Delta[P]}{\Delta t} = \frac{+(0.200 - 0.125)}{(7 - 4)} = 0.025 \text{ ମୋଲ/ଲି}$$

ଏଥିରୁ ମଧ ଆମେ ଦେଖିଲେ ଯେ ବେଗ ପୂର୍ବ ଅପେକ୍ଷା ଆହୁରି କମିଛି ଏବଂ ଉଭୟ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ ଅନୁଯାୟୀ ବେଗ ସମାନ। ଏହିଭଳି ତୁମେ ଆଉ 8 ଟି ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ ନେଇ 71 ମିନିଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହାରାହାରି ବେଗ ଉଭୟ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ମୂଲ୍ୟକୁ ନେଇ ନିରୂପଣ କର। ସେହି ଗୋଟିଏ କଥା ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ - ଅର୍ଥାତ୍ ସମୟ ସହିତ ବେଗ କମୁଥିବ ଏବଂ ପ୍ରତି ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଉଭୟ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ ଅନୁଯାୟୀ ବେଗ ସମାନ ହେବ।

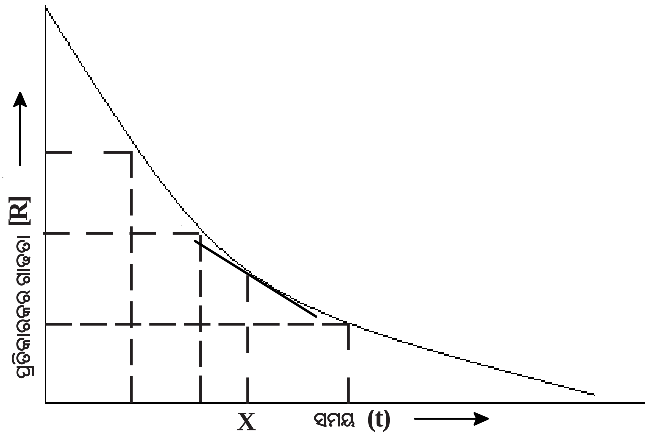
ବି.ଦ୍ର. :

(1) ତୁମେ କହିପାରିବ, ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା ସମୟ ସହିତ ବଢ଼ିବା ସାଙ୍ଗକୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ କାହିଁକି କମୁଛି ? ତାର କାରଣ ହେଲା ଯଦିଓ ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା ସମୟ ସହିତ ବଢୁଛି - ମାତ୍ର ଏହି ବଢ଼ିବାର ହାରଟି (rate of increase in product concentration) କମୁଛି। ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତାର ହ୍ରାସର ହାର ସମୟ ସହିତ ଯେଉଁ ଅନୁପାତରେ କମୁଛି ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତାର ବୃଦ୍ଧିର ହାର ସମୟ ସହିତ ସେହି ଅନୁପାତରେ କମୁଛି।

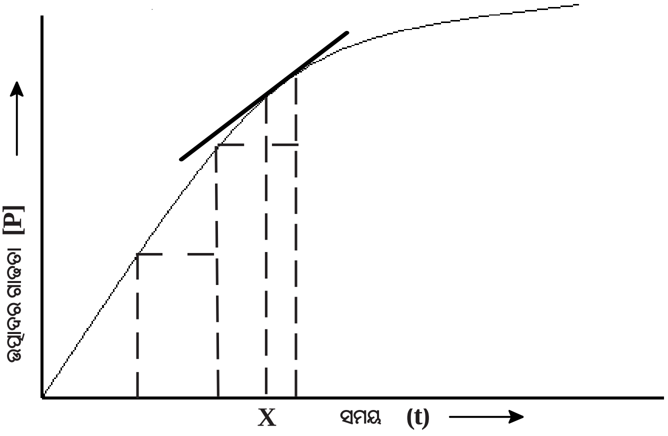
(2) ପ୍ରଥମରୁ ବିଭିନ୍ନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଏହି 11 ଟି ହାରାହାରି ବେଗର ମୂଲ୍ୟକୁ ଆମେ ଦେଖି ଜାଣିଲେ ଯେ ସମୟ ସହିତ ବେଗ କମୁଛି। ଏହି ସ୍ୱଳ୍ପ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନର ହାରାହାରି ବେଗକୁ ଆମେ ଆନୁମାନିକ ଭାବେ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ କହିପାରିବା। ତେଣୁ ସମୟ ସହିତ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ମଧ କମୁଛି।

ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା - ସମୟ ଲେଖଚିତ୍ରରୁ ତାତକ୍ଷଣିକ ବେଗ :
(Rate from reactant and product concentration vs. time graph)

ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା - ସମୟର ଲେଖଚିତ୍ର ଏକ ବକ୍ର ରେଖା (rectangular hyperbolic) ହୋଇଥାଏ । ବିଭିନ୍ନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ (Δt) ଆମେ ତାର ଅନୁରୂପ ପ୍ରତିକାରକ ଗାଢ଼ତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ (Δ[R]) ବାହାର କରିପାରିବା ଏବଂ ଏ ଦୁଇଟିର ଅନୁପାତ ($-\frac{\Delta [R]}{\Delta t}$) ହେବ ସେହି ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ହାରାହାରି ବେଗ । ସମୟ ସହିତ ଏହି ବେଗ କମୁଥିବାରୁ ଏହି ବକ୍ର ରେଖାର ଅବନତି (slope) ମଧ୍ଯ କମୁଛି । Δ[R] ର ମୂଲ୍ୟ ସମୟ ସହିତ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ (Δt) ପାଇଁ କମୁଛି ତେଣୁ ବେଗ ମଧ୍ୟ କମୁଛି । ଯେକୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୂହୁର୍ତ୍ତ (t) ରେ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ଆମେ ଏହି [R] - t ର ଲେଖଚିତ୍ରରୁ ବାହାର କରିପାରିବା । ବକ୍ରରେଖାର ସେହି ବିନ୍ଦୁରେ (X) ଏକ ସ୍ପର୍ଷକ (tangent) ଟାଣିବା ଏବଂ ଏହି ସ୍ପର୍ଶକର ସ୍ଲୋପ (slope) ବା tanθ ଦେବ ସେହି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ । ତେମୁ ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ଏହି ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ସହିତ ସେହି ବିନ୍ଦୁ ସଂଲଗ୍ନ ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ହାରାହାରି ବେଗ ପ୍ରାୟତଃ ସମାନ। ସେଥିପାଇଁ ପୂର୍ବରୁ କୁହାଯାଇଛି ଯେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଏକ ଲମ୍ବା ସମୟକୁ ଭାଗ ଭାଗ କରି ବିଭିନ୍ନ ସ୍ୱଳ୍ପ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ହାରାହାରି ବେଗ ନିରୂପଣ କଲେ - ସେଗୁଡ଼ିକ ସେହି ସମୟ ବ୍ୟବଧାନମାନଙ୍କର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ସମୟରେ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ସହିତ ପ୍ରାୟତଃ ସମାନ ହୋଇଥାନ୍ତି ।



ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା - ସମୟର ଲେଖଚିତ୍ର ମଧ ଏକ ବକ୍ର ରେଖା । ଏହାର ମଧ ଅବନତ (slope) ସମୟ ସହିତ କମୁଛି କାରଣ ବେଗ ସମୟ ସହିତ କମୁଛି। ସମୟ ସହିତ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ (Δt) ପାଇଁ ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତାର ପରିବର୍ତ୍ତନ (Δ[P]) ର ମୂଲ୍ୟ କମୁଛି। ତେଣୁ ଅବନତ (slope) କମୁଛି ଏବଂ ତାତକ୍ଷଣିକ ବେଗ ମଧ କମୁଛି। ଯେକୌଣସି ସମୟରେ (X) ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ସେହି ଲେଖଚିତ୍ରର ସେହି ବିନ୍ଦୁ(X)ରେ ଟଣାଯାଇଥିବା ସ୍ପର୍ଷକର (tangent) ସ୍ଲୋପ (slope) ବା tanθ ସହିତ ସମାନ। ଉପରୋକ୍ତ ଦୁଇଟି ଲେଖଚିତ୍ରରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟରେ ବେଗର ମୂଲ୍ୟ ସମାନ ମିଳିଥାଏ।



ବି.ଦ୍ର : ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ - ସମୟ ଲେଖଚିତ୍ର (ଆଗରୁ ଦିଆଯାଇଛି) ଏବଂ ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା - ସମୟ ଲେଖଚିତ୍ର ଦେଖିବାକୁ ଏକା ଭଳି।

ସମତୁଲିତ ସମୀକରଣରେ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦମାନଙ୍କର ସହଗ ସମାନ ନଥିଲେ କିପରି ତାତକ୍ଷଣିକ ବେଗ ପ୍ରକାଶ କରିବ ?

ଏ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆମେ ଯେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ ନିରୂପଣ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରୁଥିଲେ ତାହା ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ହୋଇଥାଏ କେବଳ ଯେତେବେଳେ ସମତୁଲିତ ସୀମକରଣ (balanced equation)ରେ ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦମାନଙ୍କ ସହଗ ସମାନ (1) ଥାଏ ।

$$R \rightarrow P$$

କିନ୍ତୁ ଏହି ସହଗ ଯଦି ସମାନ ନଥାଏ - ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ

$$2R \rightarrow 3P$$

ତେବେ ଏହିଭଳି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ମାନଙ୍କର ବେଗ କିପରି ପ୍ରକାଶ କରିବା ତହା ବର୍ତ୍ତମାନ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

$$N_2 + 3\,H_2 \rightarrow 2\,NH_3$$

ଏହି ପ୍ରତ୍ରିକିୟାରେ 1 ଟି N_2 ଅଣୁ ସହିତ 3 ଟି H_2 ଅଣୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି 2 ଟି .NH_3 ଅଣୁ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ। H_2 ପରିମାଣ (ଗାଢ଼ତା) ହ୍ରାସର ହାର N_2 ପରିମାଣ (ଗାଢ଼ତା) ହ୍ରାସର ହାର ଠାରୁ 3 ଗୁଣ ଅଧିକ । ସେହିଭଳି NH_3 ର ପରିମାଣ (ଗାଢ଼ତା) ବୃଦ୍ଧିର ହାର N_2 ପରିମାଣ ହ୍ରାସର ହାର ଠାରୁ 2 ଗୁଣ ଅଧିକ ଏବଂ H_2 ପରିମାଣର ହ୍ରାସର ହାରର 2/3 ଗୁଣ। ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଯେକୌଣସି ଉପାଦାନ (ପ୍ରତିକାରକ କିମ୍ବା ଉତ୍ପାଦ) ଅନୁଯାୟୀ ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ନିରୂପଣ କରାଯାଇପାରେ। ତାପରେ ଏହି ବେଗରୁ ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁ ଅନୁଯାୟୀ ବେଗ କେତେ ହେବ ବାହାର କରାଯାଏ। ମନେକର ଉପରୋକ୍ତ ପ୍ରତ୍ରିକିୟାର NH_3 ପରିମାଣ (ଗାଢ଼ତା)ର ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ବେଗ ନିରୂପଣ କରଗଲା ।

$$\frac{+\Delta[NH_3]}{\Delta t} = x \quad \text{ତେବେ} \quad \frac{-\Delta[N_2]}{\Delta t} = ? \quad \text{ଏବଂ} \quad \frac{-\Delta[H_2]}{\Delta t} = ?$$

$[N_2]$ ର ହ୍ରାସ ଅନୁଯାୟୀ ବେଗ, $[NH_3]$ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ବେଗର ଅଧା। ଏବଂ $[H_2]$ ର ହ୍ରାସ ଅନୁଯାୟୀ ବେଗ $[NH_3]$ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ବେଗର 3/2 ଗୁଣ ।

$$\frac{-\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{x}{2} \; ; \qquad \frac{-\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{3x}{2}$$

ଏହି ପ୍ରକାରର ସମୀକରଣରେ ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ଅନୁଯାୟୀ ବେଗ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥିବାରୁ ବେଗକୁ ଅନ୍ୟପ୍ରକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ। ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତାତକ୍ଷଣିକ ବେଗ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ (ପ୍ରତିକାରକ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦ) ଅନୁଯାୟୀ ସମାନ ହେବା ଉଚିତ । ସେଥିପାଇଁ ତାତକ୍ଷଣିକ ବେଗକୁ ନିମ୍ନ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

$$a\,A + b\,B + \ldots\ldots \rightarrow p\,P + q\,Q + \ldots\ldots$$

a, b,....., p,q...... ହେଲେ ସମତୁଲିତ ସମୀକରଣରେ ଯଥାକ୍ରମେ A, B,....(ପ୍ରତିକାରକ)., P,Q.....(ଉତ୍ପାଦ) ର ସହଗ । ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ ତାତକ୍ଷଣିକ ବେଗ ହେଲା :

$$-\frac{1}{a}\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b}\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{1}{p}\frac{\Delta[P]}{\Delta t} = +\frac{1}{q}\frac{\Delta[Q]}{\Delta t}$$

ଏହିଭଳି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ବେଗ କହିଲେ ଉପରୋକ୍ତ ପରିପ୍ରକାଶ (expression) ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ଆମେ ନେଇପାରିବା କାରଣ ସମସ୍ତ ପରିପ୍ରକାଶର ମୂଲ୍ୟ ସମାନ । ଅର୍ଥାତ୍ ବେଗକୁ $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ ନ କରି

$-\frac{1}{a}\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରିବା, $+\frac{\Delta[P]}{\Delta t}$ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ ନ କରି $+\frac{1}{p}\frac{\Delta[P]}{\Delta t}$ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରିବା । ଯଦିଓ ବେଗର ମୁଲ୍ୟ ସମସ୍ତ ଉପାଦାନ ଅନୁଯାୟୀ ସମାନ ହେବା କଥା, ଆମେ ବେଳେ ବେଳେ, ଉପାଦାନ ଅନୁଯାୟୀ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବେଗ ପ୍ରକାଶ କରିଥାଉ । ସେ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଯଦି ଆମକୁ $-\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$ ର ମୁଲ୍ୟ ଦିଆଯାଇଥାଏ, ଆମେ ଅନ୍ୟ ଯେକୌଣସି ଉପାଦାନ ଅନୁଯାୟୀ ($-\frac{\Delta[B]}{\Delta t}$ କିମ୍ବା $+\frac{\Delta[Q]}{\Delta t}$) ବେଗର ମୁଲ୍ୟ ନିରୁପଣ କରିପାରିବା ।

ଉଦାହରଣ $2A + B \rightarrow 3C + 5D$

$$.\text{ବେଗ} = -\frac{1}{2}\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{1}{3}\frac{\Delta[C]}{\Delta t} = +\frac{1}{5}\frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

ତେଣୁ $$-\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -2\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{2}{3}\frac{\Delta[C]}{\Delta t} = +\frac{2}{5}\frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$ ଏବଂ

$$+\frac{\Delta[C]}{\Delta t} = -\frac{3}{2}\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -3\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{3}{5}\frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$ ଏବଂ

$$+\frac{\Delta[D]}{\Delta t} = -\frac{5}{2}\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -5\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{5}{3}\frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

ଏଥିରୁ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ କୌଣସି ଉପାଦାନ ଅନୁଯାୟୀ ବେଗର ମୁଲ୍ୟ ଯଦି ଆମକୁ ଦିଆଯାଇଥାଏ ତେବେ ସେହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଅନ୍ୟ ଉପାଦାନ ଅନୁଯାୟୀ ବେଗ ଉପରୋକ୍ତ ଉପାୟରେ ନିରୂପଣ କରିପାରିବା ।

ଉଦାହରଣ

$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

$-\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = 2.5 \text{ X } 10^{-3}$ mole/l/s ହେଲେ $-\frac{\Delta[SO_2]}{\Delta t} = ?$ ଏବଂ $+\frac{\Delta[SO_3]}{\Delta t} = ?$

ଉତ୍ତର: $$\text{ବେଗ} = -\frac{1}{2}\frac{\Delta[SO_2]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = +\frac{1}{2}\frac{\Delta[SO_3]}{\Delta t}$$

$$-\frac{\Delta[SO_2]}{\Delta t} = -2\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = 2 \text{ X } 2.5 \text{ X } 10^{-3} \text{ mole/l/s}$$

$$+\frac{\Delta[SO_3]}{\Delta t} = -2\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = 2 \text{ X } 2.5 \text{ X } 10^{-3} \text{ mole/l/s}$$

ତେଣୁ $[SO_2]$ ହ୍ରାସ ଅନୁଯାୟୀ ଏବଂ $[SO_3]$ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ବେଗ $[O_2]$ ହ୍ରାସ ଅନୁଯାୟୀ ବେଗଠାରୁ 2 ଗୁଣ ଅଧିକ ।

ବିଦ୍ର : ବେଳେ ବେଳେ ବେଗର ଏକକ ମୋଲ/ଲି/ସେକେଣ୍ଡ ବଦଳରେ ମୋଲ/ସେକେଣ୍ଡ କିମ୍ବା ଗ୍ରାମ/ସେକେଣ୍ଡରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକକ ସମୟ ପିଛା ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି)ର ପରିବର୍ତ୍ତନ ବଦଳରେ ମୋଲ ସଂଖ୍ୟାର ପରିବର୍ତ୍ତନ କିମ୍ବା ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିବର୍ତ୍ତନ ନିଆଯାଇଥାଏ ।

SAQ 1 :

$$2\ H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2\ H_2O + O_2$$

ଉପରୋକ୍ତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାକୁ ଆମେ 10 ଟି କୋନିକାଲ ଫ୍ଲାସ୍କ (conical flask) ରେ 10 ଥର ଏକ ସମୟରେ ଆରମ୍ଭ କରିବା । ଏଥିପାଇଁ ପ୍ରତ୍ୟେକ କୋନିକାଲ ଫ୍ଲାସ୍କରେ ପ୍ରଥମେ 100 ମିଲି ଲେଖାଏଁ 0.882M H_2O_2 (ଲିଟର ପିଛା 0.882 ମୋଲ H_2O_2) ଦ୍ରବଣ ନିଆଗଲା । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଫ୍ଲାସ୍କରେ ଏକ ସମୟରେ ସମାନ ପରିମାଣରେ MnO_2 (ଉତ୍ପ୍ରେରକ ବା କାଟାଲିଷ୍ଟ) ନିଆଗଲା ଏବଂ ସମୟ ଟିପି ରଖାଗଲା । ବର୍ତ୍ତମାନ 10 ଟି ଯାକ ଫ୍ଲାସ୍କରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଏକ ସମୟରେ ଆରମ୍ଭ ହେଲା । ପ୍ରତି 60 ସେକେଣ୍ଡ (1 ମିନିଟ୍) ବ୍ୟବଧାନରେ ଗୋଟିଏ ଲେଖାଁଏ ଫ୍ଲାସ୍କକୁ ବାହାର କରି ତାକୁ ବରଫ ପାତ୍ର ଉପରେ ରଖି ଅବିଳମ୍ବେ ଦ୍ରବଣରେ ଥିବା ବଳକା (unreacted) H_2O_2 ର ମୋଲାରିଟି ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ନିରୂପଣ କରାଗଲା । ଥଣ୍ଡା ପାତ୍ର ଉପରେ ରଖିବାର କାରଣ ହେଲା ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି 0^0C ରେ ପ୍ରାୟତଃ ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଏହାକୁ ଶମନକରଣ (quenching) କୁହାଯାଏ । ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ବନ୍ଦ ହୋଇଗଲା ପରେ ବଳକା H_2O_2 ର ମୋଲାରିଟିକୁ ନିରୂପଣ କରାଗଲେ ହିସାବରେ ତ୍ରୁଟି ରହେ ନାହିଁ । ନିମ୍ନ ସାରଣୀରେ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସମୟ (t = 0) କୁ ମିଶାଇ ପ୍ରତି 60 ସେକେଣ୍ଡ ବ୍ୟବଧାନରେ ସମୁଦାୟ 11 ଟ H_2O_2 ର ମୋଲାରିଟି ମୂଲ୍ୟ ଦିଆଯାଇଛି। ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ପୂର୍ବରୁ ଏହି ମୋଲାରିଟି ଥିଲା 0.882M ଏବଂ ସମୟ ସହିତ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ କମିଲା ।

time, s	$[H_2O_2]$, M H_2O_2 ର ମୋଲାରିଟି	time, s	$[H_2O_2]$, M H_2O_2 ର ମୋଲାରିଟି
0	0.882	360	0.236
60	0.697	420	0.188
120	0.566	480	0.152
180	0.458	540	0.120
240	0.372	600	0.094
300	0.298		

ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ଦିଅ।

1. 10 ଟି ବିଭିନ୍ନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ (ଯଥା 0-60 ସେ., 60-120 ସେ., 120-180 ସେ. .....) 10 ଟି ହାରାହାରି ବେଗ ନିରୁପଣ କର।
2. ଏହି ହାରାହାରି ବେଗ ମାନଙ୍କୁ ଆନୁମାନିକ ଭାବେ ତୁମେ ଆଉ କି ବେଗ କହିପାରିବ ?
3. ଉପରୋକ୍ତ ସାରଣୀରୁ $[H_2O_2]$ ର ମୋଲାରିଟି - ସମୟର ଏକ ଲେଖଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର।
4. ସମୟ ସହିତ ବେଗର କି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଛି ?
5. 150 ସେକେଣ୍ଡରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ, $[H_2O_2]$ ର ମୋଲାରିଟି - ସମୟର ଲେଖଚିତ୍ରରୁ କିପରି ନିରୂପଣ କରିବ ?

ଉତ୍ତର :

1. ହାରାହାରି ବେଗ (0-60 sec) = - (0.697 - 0.882)/60 = 0.00308 moles/l/s

   ହାରାହାରି ବେଗ (60-120 sec) = - (0.566 - 0.697)/60 = 0.00218 moles/l/s

   ହାରାହାରି ବେଗ (120-180 sec) = - (0.458 - 0.566)/60 = 0.0018 moles/l/s

   ହାରାହାରି ବେଗ (180-240 sec) = - (0.372 - 0.458)/60 = 0.00143 moles/l/s

ହାରାହାରି ବେଗ (240-300 sec) = - (0.298 - 0.372)/60 = 0.00123 moles/l/s

ହାରାହାରି ବେଗ (300-360 sec) = - (0.236 - 0.298)/60 = 0.00103 moles/l/s

ହାରାହାରି ବେଗ (360-420 sec) = - (0.188 - 0.236)/60 = 0.0008 moles/l/s

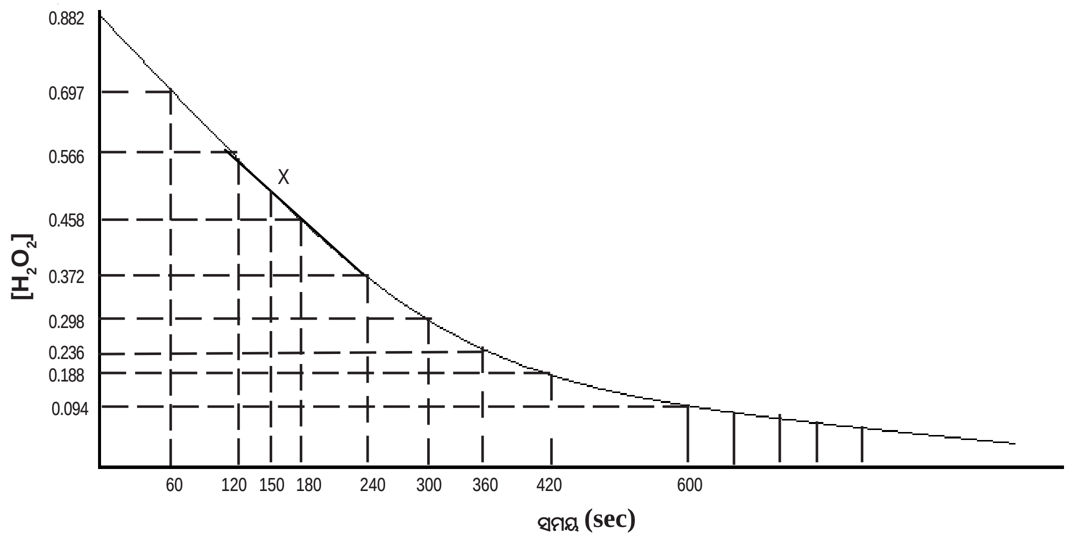
ହାରାହାରି ବେଗ (420-480 sec) = - (0.152 - 0.188)/60 = 0.0006 moles/l/s

ହାରାହାରି ବେଗ (480-540 sec) = - (0.120 - 0.152)/60 = 0.000533 moles/l/s

ହାରାହାରି ବେଗ (540-600 sec) = - (0.094 - 0.120)/60 = 0.000433 moles/l/s

2. ଏହି ହାରାହାରି ବେଗକୁ ଆନୁମାନିକ ଭାବେ ଦିଆଯାଇଥିବା ସମୟ ବ୍ୟବଧାନର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ସମୟର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ କହିପାରିବା ।

3.



4. ସମୟ ସହିତ ତାତକ୍ଷଣିକ ବେଗ କମୁଛି ।

5. 150 ସେକେଣ୍ଡରେ ତାତକ୍ଷଣିକ ବେଗ ପାଇବା ପାଇଁ ଉପରୋକ୍ତ ଲେଖଚିତ୍ରରେ ସେହି ସମୟରେ ଏକ ସ୍ପର୍ଶକ ଟାଣିବା । ଏହି ସ୍ପର୍ଶକର ଆନତି (slope = tanθ) ହେବ ସେହି ସମୟର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ।

ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର କ୍ରମ (ORDER OF REACTION) :

ଗୋଟିଏ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ କିପରି ପ୍ରତିକାରକ ଅନୁଯାୟୀ କିମ୍ବା ଉତ୍ପାଦ ଅନୁଯାୟୀ ନିରୂପଣ କରାଯିବ, ସେ ସମ୍ପର୍କରେ ପୂର୍ବରୁ ଆମେ ଆଲୋଚନା କରିଛୁ । ଏବେ ତୁମେ କହି ପାରିବ, ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ କେଉଁ ବସ୍ତୁର ଗାଢ଼ତା ସହିତ ସମାନୁପାତି ? ଅର୍ଥାତ୍ ଏହା ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି) ସହିତ ନା ଉତ୍ପାଦର ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି) ସହିତ ସମାନୁପାତି ? ଦ୍ରବ୍ୟ ଅନୁପାତି କ୍ରିୟା ନିୟମ (Law of Mass Action) ରୁ ଆମେ ପୂର୍ବରୁ ଜାଣିଛୁ ଯେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି) ସହ ସମାନୁପାତି । ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା କମିବା ସହିତ ବେଗ ମଧ୍ୟ କମିଥାଏ । ପ୍ରତିକାରକର ମୋଲାରିଟିର ଯେଉଁ ଘାତ(power) ସହ ବେଗ ସମାନୁପାତି ସେହି ଘାତକୁ କୁହାଯାଏ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର କ୍ରମ (order of reaction) । ଏହି କ୍ରମକୁ କିପରି ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ନିରୂପଣ ସେ ବିଷୟ ଆମେ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ଜାଣିବା । ଦ୍ରବ୍ୟ ଅନୁପାତି କ୍ରିୟା ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଏହି ଘାତକୁ ସମତୁଳିତ ସମୀକରଣର ସହଗରୁ ନିରୂପଣ କରାଯାଏ କିନ୍ତୁ ପ୍ରକୃତ ପକ୍ଷେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର କ୍ରମକୁ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ନିରୂପଣ କରାଯାଏ ଯେଉଁ ବିଷୟରେ ଏଠାରେ ଆଲୋଚନା ହେବ ନାହିଁ ।

$R \rightarrow P$

ବେଗ (rate) = $-\dfrac{\Delta[R]}{\Delta t} = +\dfrac{\Delta[P]}{\Delta t}$

rate $\propto [R]^x$ (x = 0, 1, 2, 1/2, 3/2 ଇତ୍ୟାଦି ହୋଇପାରେ)

x କୁ କୁହାଯାଏ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର କ୍ରମ (order of reaction) ।

x = 1 ହେଲେ ତାହାକୁ ପ୍ରଥମ କ୍ରମ ପ୍ରତ୍ରିକିୟା (first order of reaction) କୁହାଯାଏ ।
x = 2 ହେଲେ ତାହାକୁ ଦ୍ୱିତୀୟ କ୍ରମ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (second order of reaction) କୁହାଯାଏ।
ଏହିଭଳି x = 3 ହେଲେ ତୃତୀୟ କ୍ରମ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (third order of reaction) କୁହାଯାଏ।

କେତେକ ପ୍ରଥମ କ୍ରମ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଉଦାହରଣ (some examples of first order reactions)

(i) $2\ H_2O_2 \rightarrow 2\ H_2O + O_2$

(ii) $NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + 2\ H_2O$

(ii) $2\ N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$

(iii) $H_2C_2O_4 \rightarrow CO + CO_2 + H_2O$ ($H_2C_2O_4$ = oxalic acid)

(iv) ସମସ୍ତ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହେଲେ ପ୍ରଥମ କ୍ରମ ।

ଉଦାହରଣ $_{92}U^{238} \longrightarrow {}_{90}Th^{234} + {}_2He^4$ (alpha particle) :

ବି.ଦ୍ର : ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର କ୍ରମ ସମୀକରଣରେ ପ୍ରତିକାରକର ସହଗ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ। ଏହା ପରୀକ୍ଷାରୁ ବାହାରିଥାଏ।

rate $\propto [R]^1$ ଉଦାହରଣ : rate $\propto [H_2O_2]^1$

$\Rightarrow$ rate = k $[R]^1$

k କୁ ହାର ସ୍ଥିରାଙ୍କ (rate constant) କୁହାଯାଏ । k = rate/ [R]

k ର ଏକକ = $\dfrac{\text{mole/litre/s}}{\text{mole/litre}} = 1/s$ or s^{-1} (ପ୍ରଥମ କ୍ରମ)

ଏକକ ମୋଲାରିଟି ପିଛା ବେଗକୁ ହାର ସ୍ଥିରାଙ୍କ (rate constant) କୁହାଯାଏ। ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ k ର ମୂଲ୍ୟ ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ । [R] ମୂଲ୍ୟ କମିବା ସାଙ୍ଗକୁ ବେଗ କମୁଥାଏ। କିନ୍ତୁ k ର ମୂଲ୍ୟ ସ୍ଥିର ଥାଏ।

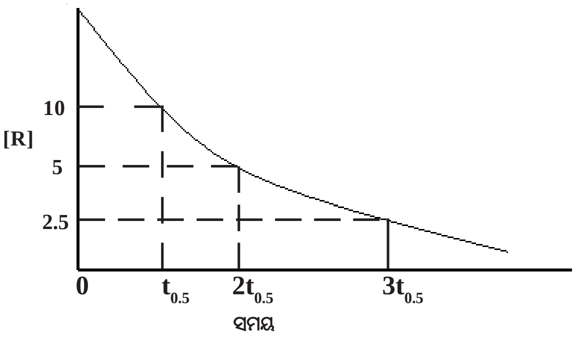
ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନ କାଳ (Half Life Period - $t_{1/2}$ or $t_{0.5}$)

ଯେତିକି ସମୟରେ ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ ବା ଗାଢ଼ତା (ମୋଲାରିଟି) ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସମୟରେ ଥିବା ପରିମାଣ ବା ଗାଢତାର ଅଧା ହୋଇଥାଏ, ତାହାକୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଅର୍ଦ୍ଧ ଜୀବନକାଳ (half life period or half life) କୁହାଯାଏ। ଏହାକୁ $t_{1/2}$ or $t_{0.5}$ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ।

ମନେକର 1 ଗ୍ରାମ ପ୍ରତିକାରକ ନେଇ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରିବା। ତେବେ ଯେତିକି ସମୟରେ 1 ଗ୍ରାମ ପ୍ରତିକାରକ ହ୍ରାସ ହୋଇ 0.5 ଗ୍ରାମ ରହିବ ସେହି ସମୟ କାଳକୁ ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନକାଳ($t_{0.5}$) କୁହାଯାଏ।

ପ୍ରଥମ କ୍ରମ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନକାଳ (half life period of first order reaction) :

ପ୍ରଥମ କ୍ରମ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନ କାଳ ସମୟ ସହିତ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିଥାଏ ଅର୍ଥାତ ତାହା ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା ସହିତ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଯଦି ଆମେ ପ୍ରଥମେ 20 ଗ୍ରାମ ପ୍ରତିକାରକ ନେବା ଏବଂ ତାହା ତାର ଅଧା-ଅର୍ଥାତ୍ 10 ଗ୍ରାମ ହେବାକୁ ଲାଗିଲା 20 ମିନିଟ୍ । ତେବେ $t_{0.5}$ = 20 ମିନିଟ୍ । ପୁନଶ୍ଚ 10 ଗ୍ରାମ ପ୍ରତିକାରକ ତାର ଅଧା ଅର୍ଥାତ୍ 5 ଗ୍ରାମ ହେବାକୁ ଠିକ ସେତିକି (20 ମିନିଟ୍) ଲାଗିବ। ତେଣୁ 2 ଟି ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନକାଳ(2 X 20 = 40 ମିନିଟ୍) ଭିତରେ 75% (50 + 25) ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଶେଷ ହୋଇଥାଏ। ପୁନଶ୍ଚ 5 ଗ୍ରାମ ପ୍ରତିକାରକ 2.5 ଗ୍ରାମ ହେବାକୁ ଆଉ $t_{0.5}$ = 20 ମିନିଟ୍ ଲାଗିବ। ତେଣୁ 3 ଟି ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନକାଳ ରେ 87.5%(75 + 12.5) ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଶେଷ ହେବ । ଏହିଭଳି 4 ଟି $t_{0.5}$ ରେ 87.5 + 6.25 = 93.75% ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଶେଷ ହେବ ଏବଂ 5 ଟି $t_{0.5}$ ରେ 93.75+ 3.125 = 96.875% ଶେଷ ହେବ । ଏହିଭଳି 6 ରୁ 7 ଟି ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନକାଳ ଅତିବାହିତ ହେଲେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ପ୍ରାୟତଃ 99% ଶେଷ ହୋଇଥାଏ। ସମସ୍ତ ପ୍ରଥମ କ୍ରମ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଗୁଣ ଏହିଭଳି।



ନିମ୍ନଲିଖିତ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ତୁମେ ଏକ ପ୍ରଥମ କ୍ରମ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ କେତେ ସମୟ ପରେ କେତେ ପ୍ରତିକାରକ ରହିବ ବା କେତୋଟି $t_{0.5}$ ପରେ କେତେ ପ୍ରତିଶତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଶେଷ ହେବ ତାହାର ହିସାବ କରି ବାହାର କରିପାରିବ।

$$R_t = R_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{0.5}}}$$

R_t = t ସମୟରେ ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ

R_0 = ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ (t=0) ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ

$t_{0.5}$ = ଅର୍ଦ୍ଧ ଜୀବନ କାଳ, t = ସମୟ

ତେଣୁ $t/t_{0.5}$ = ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନକାଳ ସଂଖ୍ୟା (number of half lives)

ବି.ଦ୍ର : ଉପରୋକ୍ତ ସୂତ୍ରକୁ ବ୍ୟବହାର କରିବାକୁ ହେଲେ ଗଣିତର ଲଗାରିଦିମକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ ।

SAQ 2 : ଗୋଟିଏ ପ୍ରଥମ କ୍ରମ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଅର୍ଦ୍ଧ ଜୀବନକାଳ ହେଲା 30 ମିନିଟ୍ ତେବେ କେତୋଟି ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନ କାଳ ଅତିବାହିତ ହେଲେ ତାହା 99.9% ଶେଷ ହୋଇଯିବ।

ଉତ୍ତର : $0.1 = 100\ (1/2)^x$ $\quad (x = t/t_{0.5})$

$\Rightarrow \log 0.1 = \log [\ 100(1/2)^x] = \log 100 + x \log 2^{-1}$

$\Rightarrow \log 10^{-1} = \log 10^2 - x \times 0.301$

$\Rightarrow -1 = 2 - 0.301\ x \quad \Rightarrow x = 9.966 \approx 10$ ଟି ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନ କାଳ

ଦ୍ୱିତୀୟ କ୍ରମର ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନ କାଳ(half life period of second order reaction)

$2\ HI \rightarrow H_2 + I_2$

rate $\propto [HI]^2$

ଏହା ଏକ ଦ୍ୱିତୀୟ କ୍ରମର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା । ଏହାର ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନ କାଳ ସମୟ ସହିତ ବଢ଼ିଥାଏ।

$$t_{0.5} \propto 1/[R]$$

ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନ କାଳ ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ ବା ଗାଢତା ସହିତ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତି (inversely proportional) । 20 ଗ୍ରାମ ପ୍ରତିକାରକ 10 ଗ୍ରାମ ହେବାକୁ 20 ମିନିଟ ଲାଗିଲେ 10 ଗ୍ରାମ ପ୍ରତିକାରକ 5 ଗ୍ରାମ ହେବାକୁ 40 ମିନିଟ୍ ଲାଗିବ। ଏମିତି $t_{0.5}$ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଚାଲିଥିବ।

ଏହିଭଳି ଅନ୍ୟ କ୍ରମ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ $t_{0.5}$ ସମୟ ସହିତ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ। ଏହି ବିଷୟରେ ତୁମେ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ଜାଣିବ।

ତେଜଷ୍କ୍ରିୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର କେତେକ ଅର୍ଦ୍ଧଜୀବନକାଳର ଉଦାହରଣ

$_{92}U^{238}$ = 4.5 X 10^9 years; $_{6}C^{14}$ = 5770 years; $_{43}Tc^{99}$ = 6.1 hours

$_{36}Kr^{94}$ = 1.4 secs

$_{92}U^{238}$ ଆଇସୋଟୋପର $t_{0.5}$ ଏତେ ଅଧିକ ଯେ ତାହା ପୃଥିବୀରେ ପ୍ରାୟତଃ ସେମିତି ରହିଛି। $_{43}Tc^{99}$ ର $t_{0.5}$ ଏତେ କମ ଯେ ପ୍ରକୃତିରେ ଥିବା $_{43}Tc^{99}$ ପ୍ରାୟତଃ ଶେଷ ହୋଇଯାଇଛି। $_{36}Kr^{94}$ ଆଇସୋଟପଟି କୃତ୍ରିମ । ତେଣୁ $t_{0.5}$ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ତେଜଷ୍କ୍ରିୟ ଆଇସୋଟୋପ ପାଇଁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ । ତେଜଷ୍କ୍ରିୟତା ସମ୍ପର୍କରେ ସବିଶେଷ ଆଲୋଚନା ପରେ କରାଯିବ ।

ବେଗ ଉପରେ ପ୍ରଭାବ ପକାଉଥିବା ଅନ୍ୟତମ କାରଣ
(factors influencing the rate of reactions)

ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା 5 ଟି ଅନ୍ୟତମ କାରଣ (factors) ବେଗ ଉପରେ ପ୍ରଭାବ ପକାଇଥାଏ।

1. ପ୍ରତିକାରକର ଧର୍ମ ଗୁଣ (Nature of reactants) :

କେତେକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅତ୍ୟନ୍ତ ଧୀର (slow) , ଆଉ କେତେକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବହୁତ ଦ୍ରୁତ (fast) ଏବଂ ଅନ୍ୟ କେତେକ ମଧ୍ୟମ ବେଗର (moderate rate) । ଏହା ନିର୍ଭର କରେ ପ୍ରତିକାରକର ଧର୍ମ ଗୁଣ ଉପରେ । କାରଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବେଳେ ପ୍ରତିକାରକ ଅଣୁମାନଙ୍କର ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧନ ଭାଙ୍ଗିଥାଏ ଏବଂ ନୂତନ ବନ୍ଧନ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇ ଉତ୍ପାଦ ଅଣୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ବନ୍ଧନ ଭାଙ୍ଗିବା ପାଇଁ ତାପ ଶୋଷଣ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ବନ୍ଧନ ତିଆରି ବେଳେ ତାପ ଉତ୍ପାଦନ ହୋଇଥାଏ । କେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ କେତେ ତାପ ଶୋଷଣ ଦରକାର ଏବଂ ତାହାର ଉତ୍ପାଦରୁ କେତେ ତାପ ଉତ୍ପାଦନ ହେବ ତାହା ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ ଭିନ୍ନ । ଯେଉଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପାଇଁ କମ ତାପ ଦରକାର କରିବ ତାହାର ବେଗ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ।

ଦ୍ରୁତ (fast) ପ୍ରତିକ୍ରିୟା :

ଏସିଡ୍-ବେସ୍‌ର ପ୍ରଶମନିକରଣ (neutralisation) ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଜଳୀୟ ଦ୍ୱିସ୍ଥାପନ-ଅବକ୍ଷେପଣ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (double displacement - precipitation) ଅତ୍ୟନ୍ତ ଦ୍ରୁତ ଶ୍ରେଣୀର । ଏମାନଙ୍କର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆୟନୀୟ ପଦାର୍ଥ ରେ ଥିବା ଆୟନମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହି ଆୟନୀୟ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦ୍ରୁତ ହୋଇଥାଏ କାରଣ ଆୟନ ଗୁଡିକ ଜଳରେ ମୁକ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଆନ୍ତି ।

$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ (fast) (neutralisation reaction)

$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl \downarrow + NaNO_3$ (fast) (precipitation reaction)

ଧୀର (slow) ପ୍ରତିକ୍ରିୟା :

ସହସଂଯୋଜୀ ଅଣୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଧୀର ହୋଇଥାଏ କାରଣ ବନ୍ଧନ ଗୁଡିକ ଭାଙ୍ଗିବା ପାଇଁ ଅଧିକ ତାପ ଦରକାର ପଡିଥାଏ ।

$CO + 1/2\ O_2 \rightarrow CO_2$ (slow)

$NO + 1/2\ O_2 \rightarrow NO_2$ (moderate)

2. ତାପମାତ୍ରା (Temperature) :

ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଲେ ଅଣୁ ମାନଙ୍କର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ବଢ଼ିଥାଏ ତେଣୁ ସେମାନେ ଅଧିକ ବେଗରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରିଥାନ୍ତି। ପ୍ରତି 10^0C ତାପକ୍ରମ ବଢ଼ିଲେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ 2 ରୁ 3 ଗୁଣ ମଧ୍ୟରେ ବଢ଼ିଥାଏ।

3. ପ୍ରତିକାରକର ଗାଢ଼ତା (Concentration of reactant) :

(i) ପ୍ରତିକାରକର ପରିମାଣ ବା ଗାଢ଼ତା ବଢ଼ିଲେ ଅଧିକ ବେଗରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ହୋଇଥାଏ କାରଣ ଏକକ ଆୟତନରେ ଯଦି ଅଣୁମାନଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା ବଢ଼ିଯାଏ ତେବେ ତାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ ମଧ୍ୟ ବଢ଼ିଥାଏ।

ଉଦାହରଣ : $Zn + \text{(dil.)}\ 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$ (slower)

$Zn + \text{(conc.)}\ 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$ (faster)

ଲଘୁ HCl ରେ H_2 ଧିର ବେଗରେ ବାହାରେ ମାତ୍ର ଗାଢ HCl ରେ H_2 ଦୃତ ବେଗରେ ବାହାରେ।

(ii) ଗୋଟିଏ ମହମବତୀ ବାୟୁରେ ଜେତେ ଜୋରରେ ଜଳିଥାଏ, ତାହା ବିଶୁଦ୍ଧ ଅକ୍ସିଜେନ୍ ବେଲଜାର୍ ଭିତରେ ଅଧିକ ଜୋରରେ ଜଳିଥାଏ। ତାର କାରଣ ହେଲା ବାୟୁରେ ଅକ୍ସିଜେନର ଗାଢ଼ତା ଶୁଦ୍ଧ ଅକ୍ସିଜେନ ଠାରୁ କମ୍।

4. ପ୍ରତିକାରକର ପୃଷ୍ଠତଳ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ (Surface area of reactant) :

$CaCO_3$ (ମୁଣ୍ଡା ବା lump) + $2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$ (slower)

$CaCO_3$ (ଗୁଣ୍ଡ ବା powder) + $2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$ (faster)

ଗୋଟିଏ ଚୁନ ପଥର ($CaCO_3$) ମୁଣ୍ଡାକୁ ସିଧାସଳଖ ଲଘୁ HCl ରେ ପକାଇଲେ ସେଥିରୁ ଧୀର ବେଗରେ CO_2 ଗ୍ୟାସ ବାହାରିଥାଏ ମାତ୍ର $CaCO_3$ ର ଗୁଣ୍ଡ (powder) କୁ ଲଘୁ HCl ରେ ପକାଇଲେ CO_2 ଗ୍ୟାସ ଦୃତ ବେଗରେ ବାହାରି ଥାଏ। ଏହାର କାରଣ $CaCO_3$ ଗୁଣ୍ଡରେ ବହୁତ ସଂଖ୍ୟାରେ କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକା ଥାଆନ୍ତି ଯେଉଁମାନଙ୍କର ସମୁଦାୟ ପୃଷ୍ଠତଳର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ (surface area) ମୁଣ୍ଡା $CaCO_3$ ର ପୃଷ୍ଠ ତଳ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଠାରୁ ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ। ପୃଷ୍ଠତଳ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଅଧିକ ଥିଲେ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟାରେ HCl ଅଣୁ $CaCO_3$ ଅଣୁ ସହିତ ଧକ୍କା ଖାଇ ଅଧିକ ବେଗରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଘଟାଇ ଥାଆନ୍ତି।

5. ଉତ୍ପ୍ରେରକ (catalyst) :

ନିଜର ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ ଘଟାଇ ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗକୁ ବଢ଼ାଇଥାଏ ତାହାକୁ ସାଧାରଣରେ ଉତ୍ପ୍ରେରକ କୁହାଯାଏ । ବାସ୍ତବରେ ଏହା ହେଲା ଧନାତ୍ମକ ଉତ୍ପ୍ରେରକ (+ve catalyst)। ଉତ୍ପ୍ରେରକ ଦୁଇ ଶ୍ରେଣୀର ଥାଏ -

(i) ଧନାତ୍ମକ ଉତ୍ପ୍ରେରକ (+ve catalyst): ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗକୁ ବଢ଼ାଇଥାଏ ତାହାକୁ ଧନାତ୍ମକ ଉତ୍ପ୍ରେରକ କୁହାଯାଏ । ସାଧାରଣରେ ଆମେ ଏହାକୁ ଉତ୍ପ୍ରେରକ (catalyst) କହିଥାଉ। କେତେକ ନ ହୋଇପାରୁଥିବା ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଉତ୍ପ୍ରେରକର ଉପସ୍ଥିତିରେ ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ।

(ii) ଋଣାତ୍ମକ ଉତ୍ପ୍ରେରକ (-ve catalyst): ଯାହାର ଉପସ୍ଥିତିରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ବେଗ କମିଯାଏ ତାହାକୁ ଋଣାତ୍ମକ ଉତ୍ପ୍ରେରକ ବା ମନ୍ଦକ (retarder) ବା ନିରୋଧକ (inhibitor) କୁହାଯାଏ।

ଧନାତ୍ମକ ଉତ୍ପ୍ରେରକର ଉଦାହରଣ :

(i) $2\ H_2O_2 \rightarrow 2\ H_2O + O_2$ (slow)

$$2\ H_2O_2 \xrightarrow{Pt} 2\ H_2O + O_2 \quad \text{(fast)}$$

(ii) $$2\,KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2\,KCl + 3\,O_2 \quad \text{(slow)}$$

$$2\,KClO_3 \xrightarrow[MnO_2]{\Delta} 2\,KCl + 3\,O_2 \quad \text{(fast)}$$

(iii) $$N_2 + 3\,H_2 \xrightarrow[\substack{450\text{-}500^0C \\ 200\ atm.}]{Fe/Mo} 2\,NH_3$$

ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ Fe ହେଲା ଉତ୍ପ୍ରେରକ ଏବଂ Mo ହେଲା ଉନ୍ନୟକ (promoter) ଯାହାର ଉପସ୍ଥିତିରେ ଉତ୍ପ୍ରେରକ ଭଲ ଭାବେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।

(iv) $$4\,NH_3 + 5\,O_2 \xrightarrow[800^0C]{Pt} 4\,NO + 6\,H_2O$$

ଋଣାତ୍ମକ ଉତ୍ପ୍ରେରକର ଉଦାହରଣ:

$$2\,H_2O_2 \xrightarrow{H_3PO_4} 2\,H_2O + O_2 \quad \text{(very slow)}$$

H_2O_2 ରେ କିଛି ଫସଫରିକ ଏସିଡ୍ ମିଶାଇଲେ H_2O_2 ର ବିଘଟନକୁ ପ୍ରାୟତଃ ବନ୍ଦ କରିଦିଏ ।

ବେଗ ବଢ଼ିବାର ବା କମିବାର ପ୍ରକୃତ କାରଣ :

ପୂର୍ବରୁ ଆଲୋଚିତ ହୋଇଛି ଯେ ପ୍ରତି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମ୍ପନ୍ନ ହେବା ପାଇଁ ଏକ ସଂକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତି (activation energy) ଆବଶ୍ୟକ ଯାହା ପ୍ରତିକାରକ ପରିବେଶରୁ ନେଇଥାଏ । ଯଦି ଏହି ସଂକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତି କୌଣସି କାରଣରୁ କମିଯାଏ, ବେଶୀ ସଂଖ୍ୟାର ପ୍ରତିକାରକ ଅଣୁ ସଂକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତିର ପାହାଡ (energy hill) କୁ ଅତିକ୍ରମ କରି ଉତ୍ପାଦ ପଟକୁ ଚାଲିଯାଇଥାନ୍ତି । ତେଣୁ ବେଗ ବଢ଼ିଥାଏ । ସଂକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତି ବଢ଼ିଲେ କମ୍ ସଂଖ୍ୟାରେ ପ୍ରତିକାରକ ଅଣୁ ଶକ୍ତି ପାହାଡକୁ ଅତିକ୍ରମ କରି ପାରନ୍ତି । ତେଣୁ ବେଗ କମିଯାଏ । ତେଣୁ ବେଗ ବଢିବାର ଏକ କାରଣ ହେଲା ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସଂକ୍ରିୟଣ ଶକ୍ତି କମିବା ।

$$\text{rate} \propto \frac{1}{\text{activation energy}}$$

ଅନ୍ୟ କେତେକ ଧୀର ଏବଂ ଦୃତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ଉଦାହରଣ :

ଦୃତ ପ୍ରକ୍ରିୟା :

(i) $2\,KMnO_4 + 8\,H_2SO_4 + 10\,FeSO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 5\,Fe_2(SO_4)_3 + 8\,H_2O$ ଫେରସ୍ ସଲଫେଟ୍ ଦ୍ରବଣକୁ ଏସିଡ୍ଯୁକ୍ତ ପଟାସିୟମ ପରମାଙ୍ଗାନେଟ୍ (acidified $KMnO_4$) ଦ୍ରବଣରେ ପକାଇବା କ୍ଷଣି $KMnO_4$ ର ବାଇଗଣି (purple) ରଙ୍ଗ ଉଭାଇଯାଏ ।

(ii) ଏକ ଶୁଷ୍କ କାଠକୁ ବାୟୁରେ ନିଆଁ ଲଗାଇ ଜଳାଇଲେ ତାହା ଶୀଘ୍ର ଜଳିଯାଏ । ଏହା ଏକ ଦୃତ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

ଧୀର ପ୍ରତିକ୍ରୟା :

(i) $2\,KMnO_4 + 3\,H_2SO_4 + 5\,H_2C_2O_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 10\,CO_2 + 8\,H_2O$

ଏସିଡ୍ଯୁକ୍ତ $KMnO_4$ ଦ୍ରବଣରେ ଅକ୍ଜାଲିକ୍ ଏସିଡ୍ ($H_2C_2O_4$) ଦ୍ରବଣ ପକାଇଲେ $KMnO_4$ ର ବାଇଗଣି ରଙ୍ଗ ଶୀଘ୍ର ଉଭାଇଯାଏ ନାହିଁ । ରଙ୍ଗଟିକୁ ଉଭାଇ ଯିବାକୁ ବହୁତ ସମୟ ଲାଗିଥାଏ । ତେଣୁ ଏହା ଏକ ଧୀର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ।

(ii) ଲୁହାରେ କଳଙ୍କି ଲାଗିବା (rusting of iron) ମଧ୍ୟ ଏକ ଧୀର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ।

$$Fe + H_2O + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 . xH_2O$$ (ଅସମତୁଲିତ ସମୀକରଣ)

ଲୁହା ସହିତ ବାୟୁ ମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଜଳ (H_2O) ଏବଂ ଅକ୍ସିଜେନ୍ (O_2) ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ଜଳୀୟ ଫେରିକ୍ ଅକ୍ସାଇଡ୍ (hydrated ferric oxide) ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ । ଏଡାକୁ କଳଙ୍କି (rust) କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ଧାତୁର ସଂକ୍ଷାରଣ (corrosion of metals) କୁହାଯାଏ । କଳଙ୍କି କିଛି ସମୟ ପରେ ଲୁହା ଦେହରୁ ଖସି ଯାଇଥାଏ । ଏହି କଳଙ୍କିର ପ୍ରସ୍ତୁତି ଏକ ଧୀର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ।

(iii) ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଗ୍ୟାସ ସହିତ ଅକ୍ସିଜେନ ଗ୍ୟାସର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅତ୍ୟନ୍ତ ଧୀର ଶ୍ରେଣୀର ।

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$ (very very slow)

ଏହି ଗ୍ୟାସିୟ ମିଶ୍ରଣରେ ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ସ୍ପାର୍କ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ତତ୍କ୍ଷଣାତ ଜଳ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । କିନ୍ତୁ ବିନା ସ୍ପାର୍କରେ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାଟି ଅତ୍ୟନ୍ତ ଧୀର ବେଗରେ ହୋଇଥାଏ ।

****