# ၂၀၁၆ ခုနှစ် တက္ကသိုလ်ဝင်စာမေးပွဲ

# ဓာတုဗေဒ ဘာသာရပ် ပို့ချချက်

မင်္ဂလာပါတပည့်တို့-

ဒီကနေ့ ဆွေးနွေးမှာကတော့ ၂၀၁၆ ခုနှစ် မတ်လမှာ ကျင်းပမယ့် တက္ကသိုလ်ဝင်စာမေးပွဲမှာ ဓာတုဗေဒဘာသာရပ်ကို ဖြေဆိုကြမယ့်ကျောင်းသား၊ ကျောင်းသူများအတွက် အထောက်အကူဖြစ်စေဖို့ ပြဋ္ဌာန်းစာအုပ်ပါ အကြောင်းအရာ နဲ့ သတိပြုရမယ့် အချက်အလက်တွေဘဲ ဖြစ်ပါတယ်။

ပထမဦးစွာ ဓာတုဗေဒ မေးခွန်းပုံစံ နဲ့ အမှတ်ခွဲဝေမှုတို့ကို ရှင်းပြလိုပါတယ်။ မေးခွန်းဟောင်းပုံစံအရ မေးခွန်းမှာ Section-A နဲ့ Section-B ဆိုပြီး အပိုင်း(၂)ပိုင်း ပါဝင်ပါတယ်။ **Section-A** မှာ Objective type တွေဖြစ်တဲ့ TRUE/FALSE, Fill in the blanks, Multiple choice နဲ့ Matching တွေကို နံပါတ် (၁) မှ နံပါတ် (၄) အထိ ၁ မှတ်တန်မေးခွန်း (၇) ပုဒ်စီ မေးထားပါတယ်။ နံပါတ် (၅) မှာ ၁ မှတ်တန် Definition (၈) ပုဒ် မေးထားတဲ့အတွက် စုစုပေါင်း (၃၆) မှတ်ဖိုး ဖြေဆိုရပါမယ်။

**Section-B** မှာတော့ short question ဆိုတဲ့ (၂) မှတ်တန် မေးခွန်း (၆) ပုဒ်ကို နံပါတ်(၆) မှာ မေးထားပါတယ်။ အားလုံး ဖြေဆိုရမှာဖြစ်ပြီး ရွေးချယ်ခွင့် မရှိပါဘူး။ နံပါတ်(၇)မှာတော့ Medium question ဖြစ်တဲ့ (၄) မှတ်တန် မေးခွန်း (၈)ပုဒ် မေးပြီး (၅)ပုဒ်၊ နံပါတ် (၈) မှာ တော့ (၈) မှတ်တန် (၈)ပုဒ် မေးပြီး (၄)ပုဒ် ဖြေဆိုရပါမယ်။ ဒါကြောင့် Section-B မှာ စုစုပေါင်း (၁၀၈)မှတ် ထဲက (၆၄) မှတ်ဖိုး၊ စုစုပေါင်း အမှတ်(၁၀၀) ဖိုး ဖြေဆိုရမှာဖြစ်ပါတယ်။

မေးခွန်း (၁) မှ (၅) အထိဟာ အခန်းတိုင်းနဲ့ သက်ဆိုင်တဲ့အတွက် ဒီမေးခွန်းတွေ ဖြေဆိုတဲ့အခါမှာ သတိပြုရမယ့် အချက်တွေကို ဦးစွာ ရှင်းပြပါမယ်။

မေးခွန်း (၁) အမှား အမှန်ရွေးချယ်စေတဲ့မေးခွန်းမှာ အဖြေကို T (သို့) F လို့မရေးဘဲ TRUE (သို့) FALSE လို့ အပြည့်အစုံ ရေးမှသာ အမှတ်ပြည့်ရနိုင်မှာ ဖြစ်ပါတယ်။

မေးခွန်း (၂) ကွက်လပ်ဖြည့်တဲ့မေးခွန်းဖြေရာမှာ စာလုံးပေါင်း မှန်ရမယ့်အပြင် ပြည့်စုံရပါမယ်။ ဥပမာ (၁) ……. is the purest form of industrial iron. ဆိုတဲ့ မေးခွန်းရဲ့ အဖြေဟာ Wrought iron ဖြစ်ရမယ့်အစား Rought iron (သို့) Wrought ion (သို့) wrought iron လို့ဖြေရင် မှားပါတယ်။ စာကြောင်းရဲ့အစဖြစ်လို့ capital letter နဲ့လည်းဖြေရပါမယ်။

မေးခွန်း (၃) ရွေးချယ်တဲ့ မေးခွန်းကို ဖြေဆိုတဲ့အခါ တိကျဖို့လိုပါတယ်။ အဖြေမှန် တစ်ခု ထက်ပိုဖြေမိရင် လည်းကောင်း၊ အဖြေမှန် (၂)ခုကို တစ်ခုတည်းဖြေရင် လည်းကောင်း အမှတ်မရနိုင် ပါဘူး။ ဥပမာ (၂) Effect of pressure on [solids; liquids; gases] is negligible. ဆိုတဲ့ မေးခွန်း အတွက် solids နဲ့ liquids လို့ ဖြေမှ အမှတ်ပြည့် ရနိုင်ပါမယ်။

မေးခွန်း (၄) List A နဲ့ List B ပါ အကြောင်းအရာကို ယှဉ်တွဲခြင်း မေးခွန်းအတွက် ပုဒ်ခွဲ နံပါတ်အပြင် စာသားများအားလုံး အပြည့်အစုံဖော်ပြ ဖြေဆိုရပါမယ်။ ပုဒ်ခွဲနံပါတ် အက္ခရာ (a), (b), (c)... နဲ့ ပုဒ်ခွဲ နံပါတ် (i), (ii), (iii) ... တို့ဖြင့်သာ ယှဉ်တွဲဖော်ပြမယ်ဆိုရင် အမှတ်မရနိုင်ပါဘူး။ တစ်စုံမှားတွဲရင် နောက်တစ်စုံဟာ အလိုလို အတွဲမှားသွားနိုင်တဲ့ အတွက်ကြောင့် ဖြေဆိုရာမှာ သေသေချာချာ စဉ်းစားပြီးမှ ယှဉ်တွဲပေးဖို့လိုပါတယ်။

နံပါတ် (၁) မှ (၄) အထိ Objective types မေးခွန်းတွေကို အမှတ်ပြည့်ရအောင် ဖတ်စာအုပ် တစ်အုပ်လုံးကို နံ့နံ့စပ်စပ်သိမှ ဖြေနိုင်မှာဖြစ်ပါတယ်။

မေးခွန်း (၅) မှာ (၁) မှတ်တန် Definition တွေ (၈) ပုဒ် ပါပါတယ်။ Definition ကို စာသားနဲ့ဘဲ ဖြေဆိုရပါမယ်။ အကြောင်းအရာချင်း တူနေလျှင်ဖြစ်စေ၊ အဓိပ္ပါယ် ပြောင်းလဲမှုမရှိလျှင် ဖြစ်စေ မည်သည့် Definition ကို မဆို ဖြေဆိုလို့ ရပါတယ်။

ဥပမာ (၃) Avogadro's number ကို အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုရာမှာ "The number of carbon atoms present in 12 g of $^{12}C$. (OR) The number of particles present in 12 g of $^{12}C$. (OR) The number of atoms present in the relative atomic mass is the same for all elements. The numerical value of this number is known as Avogadro's number." လို့ ဖြေဆိုနိုင်ပါတယ်။

အခု ဆက်လက်ပြီး Section-B မေးခွန်း (၆) မှ (၈) အထိ ဖြေဆိုတဲ့အခါမှာ Chapter အလိုက် သတိပြုရမယ့် အချက်တွေကို ပြောပြပါမယ်။ ဒီ Section-B မှာ definition, law, explanation မေးရင် (၂)မှတ် ပေးတာကြောင့် example တွေ၊ Mathematical expression တွေပါ ထည့်ဖြေ ရပါမယ်။ ဥပမာ (၄) – State the Boyle's law အတွက် အဓိပ္ပါယ် ဖွင့်ဆိုချက်အပြင် Mathematical expression ကိုပါ ဖြေဆိုရ ပါမယ်။

Chapter (1) The Electronic Structures of Atoms, Periodic Table and Chemical Bonds

အခန်းမှာ ဒြပ်စင်တစ်ခုရဲ့ အက်တမ်တစ်ခုမှာ ပါတဲ့ p, $\bar{e}$, n အရေအတွက်ကို တွက်တတ်ရမယ်။ ပါဝင်တဲ့ $\bar{e}$ တွေရဲ့ တည်ဆောက်ပုံ အမျိုးမျိုး Electronic structures, Complete electronic structures နဲ့ Essential electronic structures၊ ဒီဒြပ်စင်ရဲ့ Periodic Table ရှိ တည်နေရာ၊

ဒီဒြပ်စင်ရဲ့ valency, type of element တွေကို ရှာတတ် ရမယ်။ ဒြပ်စင်အချင်းချင်း ပေါင်းစပ်တဲ့အခါ ဖြစ်လာမယ့် ဓာတ်စည်း အမျိုးအစား၊ ဒီဖြစ်လာတဲ့ ဒြပ်ပေါင်းရဲ့ electron dot – cross structure တွေကို ရေးတတ်ဖို့လိုပါတယ်။ octet rule ကို လိုက်နာတဲ့ ဒြပ်ပေါင်းရှိသလို သွေဖယ်တဲ့ ဒြပ်ပေါင်းတွေလည်း ရှိတယ်ဆိုတာ သိထားရမယ်။ အဲဒီ ဒြပ်ပေါင်းတွေရဲ့ $\bar{e}$ dot-cross structure တွေကို လေ့ကျင့်ထားဖို့ လိုအပ်ပါတယ်။

ဥပမာ(၅) $_9F$ အတွက် ဆိုရင် Electronic structure ဟာ 2.7 ဘဲရေးရေး၊ $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$ လို့ဘဲရေးရေး၊ Complete electronic structure ဆိုရင်တော့ $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$ လို့ sub-shell တွေနဲ့ အပြည့်အစုံရေးရမယ်။ Essential electronic structure ဆိုရင် outermost shell $2s^2\ 2p^5$ ကိုဘဲ ရေးရမယ်။ position ကတော့ Period 2, Group VIIB ဖြစ်ပြီး၊ Valency 1 ဖြစ်တယ်။ type of element ဆိုရင် broken line ရဲ့ညာဖက် p-block element ဖြစ်လို့ non-metal ဖြစ်ပြီး Halogen လည်းဖြစ်တယ်။ ဒီဒြပ်စင် F ဟာ Na metal နဲ့ ပေါင်းစပ်တဲ့အခါ ionic bond ပဲ ဖြစ်မယ်။ $\bar{e}$ dot-cross structure ကိုလည်း ရေးတတ်ရမယ်။

ချွင်းချက်အနေနဲ့ Al ဟာ dark line ရဲ့ဘယ်ဘက်မှာရှိပြီး p-block element ဖြစ်ပေမဲ့ metal ဖြစ်တယ်၊ Metal နဲ့ non-metal ပေါင်းရင် ionic bond ဖြစ်တယ်ဆိုပေမဲ့ Al metal နဲ့ Cl non-metal ပေါင်းရင် covalent bond ဖြစ်တယ်။ ဒါ့အပြင် alkaline earth metal ဖြစ်တဲ့ Be နဲ့ non-metal Cl ပေါင်းရင်လည်း covalent bond ပဲဖြစ်တယ် ဆိုတာတွေကို သတိထားရလိမ့်မယ်။ ဘာကြောင့်လည်းဆိုတော့ ionic bond, covalent bond ဖြစ်နိုင်မှုဟာ ပေါင်းစပ်တဲ့ atom နှစ်ခုရဲ့ လျှပ်စစ်ဓာတ်မဆွဲအားခြားနားမှု (electronegativity difference) အပေါ်မှာ မူတည်လို့ဘဲ။ ဥပမာ – $AlF_3$ မှာ Al နဲ့ F ဟာ ionic bond ဖြစ်ပြီး၊ $AlCl_3$ မှာ Al နဲ့ Cl ဟာ covalent bond ဖြစ်တယ်။ Al နဲ့ F ရဲ့ လျှပ်စစ်ဓာတ်မ ဆွဲအား ခြားနားမှုဟာ 1.5 ထက်ကြီးပြီး Al နဲ့ Cl ရဲ့ လျှပ်စစ်ဓာတ်မ ဆွဲအား ခြားနားမှုဟာ 1.5 ဖြစ်တဲ့အတွက်ကြောင့် ဖြစ်တယ်။ Ionic compounds နဲ့ Covalent compounds တွေရဲ့ ခြားနားချက်တွေကိုလည်း သိထားရမယ်။

နောက်တစ်ခု ကတော့ molecule တစ်ခုထဲရှိ atom ပေါ်မှာ lone pair $\bar{e}$ ရှိပြီး ဒီပစ္စည်းက $\bar{e}$ deficient molecule နဲ့ပေါင်းစပ်ရင် co-ordinate bond ဖြစ်ကြောင်း သိထားရမယ်။ ဥပမာ (၇) $NH_3$ ရဲ့ nitrogen atom မှာ lone pair $\bar{e}$ ရှိပြီး၊ $BF_3$ ရဲ့ B atom မှာ $\bar{e}$ ၈ လုံးပြည့်ဖို့ (၂)လုံး လိုနေတာကြောင့် ယင်းဒြပ်ပေါင်း (၂)ခု ပေါင်းစပ်ရင် nitrogen က lone pair $\bar{e}$ စုံကို ပေးပြီး အဲဒီ $\bar{e}$ စုံကို N နဲ့ B တို့ ဟာ ဖက်စပ် သုံးကြတယ်။ဒါကြောင့် co-ordinate bond ကို Special type of covalent bond လို့ခေါ်တယ်။

Periodic table ရဲ့ group နဲ့ period အလိုက် Periodic properties တွေဖြစ်တဲ့ atomic size, ionization energy, electron affinity, electronegativity နဲ့ electropositivity တွေ ပြောင်းလဲမှုကို လေ့လာတဲ့အခါ Atom တွေရဲ့ size ဟာ အုပ်စု တစ်ခုထဲမှာ အပေါ်မှ အောက်သို့သွားရင် အရွယ်ကြီး လာပြီး အပိုင်းတစ်ခုထဲမှာ ဘယ်ဘက်မှ ညာဘက်သို့သွားရင် အရွယ်ငယ်သွားတာကို တွေ့ရပါမယ်။ Ionization energy နဲ့ electron affinity ကတော့ atomic size နဲ့ ပြောင်းပြန်ပြောင်းလဲခြင်း ဖြစ်တာ ကို တွေ့ရပါမယ်။ period တစ်ခုတည်းမှာ ဘယ်ဘက် မှ ညာဘက်သို့ သွားရင် electropositivity နည်းသွား ပြီး electronegativity တိုးလာတာကို တွေ့နိုင်ပါတယ်။

ဒါပေမဲ့ ချွင်းချက်တော့ရှိပါတယ်။ Period 2 ထဲမှာ $_{4}$Be ရဲ့ ionization energy က $_{5}$B ထက် များနေပြီး $_{7}$N ရဲ့ ionization energy ဟာ $_{8}$O ထက်များနေတဲ့အကြောင်းတွေက Be မှာ fully filled 2s sub-shell ရှိပြီး N မှာတော့ half filled 2p sub-shell ရှိနေလို့ပါဘဲ။ ဒါကြောင့် Be နဲ့ N က တည်မြဲတယ်။ $\bar{e}$ ကိုထုတ်ဖို့ မလွယ်ဘူး။ စွမ်းအင် အများကြီး လိုတယ်။ ဒါကြောင့် ionization energy ကြီးတာပေါ့။ Group VII B, halogens တွေထဲမှာ $_{9}$F ရဲ့ electron affinity က $_{17}$Cl ထက် ငယ်နေတဲ့ အကြောင်းကတော့ F atom ဟာ အလွန်သေးငယ်တဲ့အတွက် ဝင်လာတဲ့ $\bar{e}$ ကို F atom မှာ ရှိပြီးသား $\bar{e}$ (9) လုံးက ပြင်းထန်စွာ တွန်းကန်ကြတဲ့ F atom ရဲ့ anomalous behaviour ကြောင့် ဖြစ်တယ်။

Periodic table ထဲမှာ ionization energy အနည်းဆုံးအုပ်စု နဲ့ အများဆုံးအုပ်စုရှိသလို electron affinity အနည်းဆုံးအုပ်စုနဲ့ အများဆုံးအုပ်စုလည်း ရှိပါတယ်။ group IA (alkali metals) ဟာ ionization energy ရော electron affinity ပါ အနည်းဆုံးရှိပါတယ်။ Group IA metals တွေရဲ့ အပြင်ဘက်ဆုံး အခွံမှာ electron တစ်လုံးတည်း ရှိနေတာကြောင့် စွမ်းအင်အနည်းဆုံးသုံးပြီး electron ကိုလွယ်ကူစွာ ဖယ်ထုတ်နိုင်တဲ့အတွက် ionization energy နည်းပါတယ်။ electron affinity အတွက် ဆိုရင်လည်း အဲဒီ electron တစ်လုံးကို ကောင်းစွာထိန်းချုပ် မထားနိုင်တဲ့အတွက် နောက်ထပ် electron တစ်လုံးထပ်ထည့်ဖို့ ခက်ခဲတဲ့အတွက် ထွက်ပေါ်လာတဲ့ energy က နည်းသွားရခြင်း ဖြစ်ပါ တယ်။ Group 0 (noble gases) မှ element တွေဟာ တည်မြဲတဲ့ electron တည်ဆောက်ပုံ ပိုင်ဆိုင် ထားတဲ့အတွက် အပြင်ဆုံးအခွံမှ $\bar{e}$ တစ်လုံးဖယ်ဖို့ခက်ပြီး စွမ်းအင်များများသုံးရလို့ ionization energy များရခြင်းဖြစ်တယ်။ group VII B (halogens) မှ element များမှာတော့ အပြင်ဘက်ဆုံး အခွံမှာ $\bar{e}$ (၇) လုံးရှိကြပါတယ်။ နောက်ထပ် $\bar{e}$ တစ်လုံး ထပ်ထည့်လိုက်ရင် noble gases တွေရဲ့ $\bar{e}$ တည်ဆောက်ပုံ ဖြစ်သွားကြလို့ $\bar{e}$ ထည့်ဖို့လွယ်ကူပြီး electron affinity များရခြင်းဖြစ်တယ် ဆိုတာ နားလည်ဖို့လိုအပ်ပါတယ်။

**အခန်း (၂)** မှာတော့ ဓာတ်ငွေ့နဲ့သက်ဆိုင်တဲ့နိယာမတွေကို အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုချက်များအပြင် mathematical expression, mathematical formula/equation, constant terms, measurable quantities နဲ့ units တွေပါသိထားဖို့ လိုအပ်ပါတယ်။ Law နဲ့ပတ်သက်တဲ့ပုစ္ဆာတွေ တွက်တဲ့အခါမှာလည်း အသုံးပြုရမဲ့ gas law equation နဲ့ unit များကို မှန်ကန်စွာ ရေးတတ်ဖို့ လိုပါတယ်။ unit များ မလိုပါက မထည့်မိဖို့ သတိထားရပါမယ်။ law တွေရဲ့ အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုချက် (သို့) mathematical expression/ formula ပေးပြီး law အမည်ကို ပြန်ရေးတဲ့အခါ အပြည့်အစုံ ဖော်ပြရပါမယ်။ Mathematical expression နဲ့ mathematical equation မတူတာ သေချာသိထားဖို့လိုပါတယ်။

ဒီအခန်းမှာပါတဲ့ gas laws တွေကို Table 1 မှာ စုစည်းဖော်ပြထားပါတယ်။

ဒါ့အပြင် ဓာတ်ငွေ့ one mole ရဲ့ mass နဲ့ one molecule ရဲ့ mass တွေကို ခွဲခြားတတ်ရမယ်။ One mole of $H_2$ ရဲ့ mass ဆိုရင် 2 g ဖြစ်ပြီး one molecule of $H_2$ ရဲ့ mass ဆိုရင် 2 amu ဖြစ်တယ်ဆိုတာ သိရမယ်။

**Chapter(3) Stoichiometry** မှာတော့ ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုမှာပါတဲ့ ဓာတ်ပြုပစ္စည်း/ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းတို့ရဲ့ ပမာဏတွေကို law of conservation of mass, relative masses of atoms, the concept of the mole အစရှိတဲ့ ဓာတုနိယာမ၊ စည်းမျဉ်းတွေအပေါ်အခြေခံပြီး တွက်ချက်ရတာတွေ ပါပါတယ်။ ဓာတ်ပြုပစ္စည်း (သို့) ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းတွေရဲ့ formula mass/ formula weight, % composition တွေကိုလည်းတွက်တတ်အောင် လေ့ကျင့်ထားရပါမယ်။ ဓာတ်ပစ္စည်းများရဲ့ molecular mass (formula mass), relative molecular mass နဲ့ molar mass တွေကို တွက်ချက်ခြင်း၊ ဓာတ်ပစ္စည်းတွေရဲ့ ပမာဏကို mole (သို့) millimole နဲ့တွက်ချက်ခြင်းတို့ကို သိရှိနားလည်ရပါမယ်။ ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုမှာ ပါဝင်တဲ့ ဓာတ်ပြုပစ္စည်းများအနက် ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်းအရ လိုအပ်တာထက် နည်းပါးစွာ ပါဝင်နေတဲ့ပစ္စည်းကို limiting substance လို့ခေါ်ပါတယ်။ အဲဒီဓာတ်ပြုခြင်းက ဖြစ်ပေါ်လာတဲ့ ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းပမာဏဟာ limiting substance ပေါ်မူတည်နေကြောင်း နားလည်ဖို့ လိုပါတယ်။

**Table 1 Summary of Gas Laws**

| Law | Constant factors | Variable factors | Mathematical expression | Mathematical equation |
|---|---|---|---|---|
| **1. Boyle's law** | **mass & T** | **P, V** | **$V \propto 1/P$ (or) $P \propto 1/V$** | **$P_1V_1 = P_2V_2$** |
| **2. Charles' law** | **mass & P** | **V & T** | **$V \propto T$** | **$V_1/T_1 = V_2/T_2$** |
| **3. P-T relationship** | **mass & V** | **P & T** | **$P \propto T$** | **$P_1/T_1 = P_2/T_2$** |
| **4. Combined gas law** | **mass** | **P, V, T** | $V \propto T/P$ | **$P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$** |
| **5. Gay-Lussac's law of combining volumes of gases** | **T & P** | **Volume** | **-** | **-** |
| **6. Avogadro's theory** | **T & P** | **V & no. of molecules** | **$V \propto n$** | **-** |
| **7. Dalton's law of partial pressures** | **T** | **P** | **-** | **$P_{total} = P_1+P_2+P_3+\ldots$** |
| **8. Graham's law of gaseous diffusion** | **T & P** | **Rate of diffusion & density of gas** | **$r \propto 1/(d)^{1/2}$** | **$\frac{r_1}{r_2} = \frac{(d_2)^{1/2}}{(d_1)^{1/2}}$ (or) $\frac{r_1}{r_2} = \frac{(M_2)^{1/2}}{(M_1)^{1/2}}$** |

Volumetric analysis (ထုထည်တိုင်းခွဲခြင်း)မှာ Burette, Pipette, Conical flask တွေ သုံးပြီး ပျော်ရည်အချင်းချင်းခွက်ပြုခြင်းကို လေ့လာတာဖြစ်ပါတယ်။ Titration, standardization, molarity, molar solution တို့ကို နားလည်ရမဲ့အပြင် equivalence point နဲ့ end point ခြားနားချက် တို့ကိုလည်း သိရှိရမှာဖြစ်ပါတယ်။ ပျော်ရည်များဖြစ်တဲ့အတွက် ယင်းပျော်ရည်များရဲ့ ပြင်းအား (molarity) တွက်ချက် ခြင်း၊ စံပျော်ရည် (ပြင်းအားသိ ပျော်ရည်) ဖျော်ယူခြင်း၊ စံပျော်ရည်များ အသုံးပြုပြီး acid-base titration လုပ်ဆောင်နိုင်ခြင်းတို့ကို သိရှိနားလည်ဖို့လိုပါတယ်။ Molarity (concentration) ရဲ့ unit တွေကိုလည်း သတိထားရမယ်။ amount of solute ကို mole နဲ့ ပြရင် ထုထည်ကို $dm^3$ နဲ့ ထားရပြီး millimole နဲ့ပြရင်တော့ Volume ကို $cm^3$ နဲ့ ရေးရမှာ ဖြစ်တယ်။

Dilution of solution (ပျော်ရည်ရေရောခြင်း) ပုစ္ဆာမျိုးကို တွက်မယ်ဆိုရင် ယင်းပျော်ရည် ထဲမှာရှိတဲ့ total amount of substance (mole or millimole) မပြောင်းမှ $M_1V_1 = M_2V_2$ နဲ့ တွက်လို့ ရတယ်ဆိုတာ သတိပြုရပါမယ်။ Titration ပုစ္ဆာတွေတွက်ရင် balanced equation ကို မှန်ကန်အောင်

ရေးနိုင်ဖို့ အရေးကြီးပါတယ်။ Chemical formula မှားရင် equation မှားမယ် (သို့) formula မှန်နေပေမဲ့ equation ညှိတာ မညီခဲ့ရင် mole ratio မှားနိုင်တာကြောင့် ပုစ္ဆာတစ်ပုဒ်လုံး မှားနိုင်တယ်ဆိုတာ အထူးဂရုစိုက်ရပါမယ်။ Molarity ရှာတဲ့အခါ Molarity ပုံသေနည်းကို မှန်ကန်ပြည့်စုံစွာ ရေးပြီးမှ တွက်ရပါမယ်။

**Chapter (4) Electrolysis** အခန်းကတော့ ပျော်ရည်အခြေအနေ အမျိုးမျိုးတို့ကို လျှပ်ခေါင်းတိုင် အမျိုးမျိုးပြောင်းပြီး လျှပ်စစ်ဓာတ် ဖြိုခွဲခြင်းတွေကို လေ့လာတဲ့ အကြောင်းအရာဖြစ်ပါတယ်။ ဒီအခန်းမှာ conductor နဲ့ insulator ခြားနားချက်၊ electrolytes နဲ့ non-electrolytes ခြားနားချက်တွေကို နားလည်သဘောပေါက်ရန် လိုအပ်ပါတယ်။ Conductor ဟာ အခဲအခြေအနေ ဖြစ်စေ၊ အရည်အခြေအနေ ဖြစ်စေ၊ လျှပ်ကူးနိုင်တယ်။ metallic lattice ထဲမှာ valence $\bar{e}$ တွေရှိလို့ ဖြစ်တယ်။ Cu, Ag တို့ဟာ solid conductor ဖြစ်ပြီး mercury ကတော့ liquid conductor ဖြစ်တယ်။ Insulator ကတော့ metallic lattice မရှိတဲ့အတွက် လျှပ်မကူးနိုင်ပါဘူး။ ဥပမာ–သစ်သား၊ ရာဘာ၊ ပလပ်စတစ်တွေပေါ့။

Electrolyte တွေကတော့ electrovalent compound ဖြစ်ပြီး သူတို့ရဲ့ အခဲရည်ပျော် သို့မဟုတ် ရေမှာဖျော်ထားသော ပျော်ရည်မှာ ion တွေ ရွေ့လျားလို့လျှပ်ကူးနိုင်တယ်။ ဥပမာ–NaCl အခဲရည်ပျော် နဲ့ NaCl ရေပျော်ရည်တွေ ဖြစ်တယ်။ non-electrolyte တွေက covalent compound ဖြစ်ပြီး molecule တွေဖြစ်တယ်။ ion တွေမပါလို့ လျှပ်မကူးနိုင်ပါဘူး။ ဥပမာ–သကြားပျော်ရည်၊ ယူရီယားပျော်ရည် တွေပေါ့။

Electrolysis လုပ်ရာမှာ molten salt (အခဲရည်ပျော်) နဲ့ aqueous salt solution (ဆားပျော်ရည်) ဘယ်လို ကွာခြားသလဲဆိုတာ သိထားရပါမယ်။ molten salt မှာ salt မှ ထွက်လာတဲ့ cation တစ်မျိုး နဲ့ anion တစ်မျိုး စီသာပါပြီး aqueous salt solution မှာတော့ အဲဒီ ion များအပြင် ရေမှ ထွက်လာတဲ့ $H^+$ နဲ့ $OH^-$ ions တွေ ပါလာမယ်ဆိုတာသိရှိထားရပါမယ်။ electrode reaction ရေးရင် ထည့်သွင်းစဉ်းစား ရပါမယ်။ ပျော်ရည်အမျိုးမျိုးကို လျှပ်စစ်ဓာတ်ဖြိုခွဲခြင်းမှ ရလာတဲ့ ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းများဟာ electrochemical series မှာရှိတဲ့ သတ္တုများ နဲ့ အုပ်စုများရဲ့တည်နေရာ၊ လျှပ်လိုက် ပစ္စည်းများရဲ့ပါဝင်ကိန်း၊ လျှပ်ခေါင်း တိုင်များ ရဲ့ သဘာဝစတဲ့အချက်များက လွှမ်းမိုးနေကြောင်း ရှင်းရှင်းလင်းလင်း သိထားဖို့ လိုပါတယ်။

ဒါမှ cathode နဲ့ anode reactions များရေးနိုင်ပြီး ဘယ်ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းက cathode မှာ ထွက်ပြီး ဘယ်ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းက anode မှာ ထွက်မယ်ဆိုတာ မှန်ကန်စွာ ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါမယ်။

ဥပမာ– fused (သို့) molten NaCl ဆိုရင် ရေမပါဘူး။ $Na^+$ နဲ့ $Cl^-$ ion တွေဘဲရှိတယ်။ ဒါကြောင့် cathode မှာ $Na^+$ ကပ်တင်ပြီး anode မှာ $Cl_2$ gas ထွက်မယ်။ Dilute NaCl ဆားပျော်ရည် ဖြစ်ရင်တော့ $Na^+$, $Cl^-$ အပြင် $H^+$, $OH^-$ တို့ကိုပါ စဉ်းစားရမယ်။ electrochemical series (E.C.S) ရဲ့ position အောက်ဖက်ရောက်လေ discharge ဖြစ်လွယ်လို့ $H_2$ နဲ့ $O_2$ gas တွေ ထွက်မယ်။ Moderately concentrated NaCl solution ဆိုရင်တော့ concentration effect ကြောင့် anode မှာ $O_2$ မထွက်ဘဲ $Cl_2$ ထွက်မယ်။ Brine (saturated NaCl solution) ကို Pt or graphite electrodes သုံးပြီး electrolysis လုပ်မယ်ဆိုရင်လည်း NaCl ရဲ့ပြင်းအား များတာကြောင့် concentration effect ရှိတယ်။ Anode မှာ $Cl_2$ ဘဲထွက်မယ်။ ဒါပေမဲ့ brine ကို graphite anode နဲ့ mercury cathode သုံးပြီး electrolysis လုပ်ရင်တော့ nature of electrode နဲ့ concentration effect တွေပေါ်မှာ မူတည်ပြီး product တွေထွက်မယ်။ Electrolysis products အပေါ်မှာ သက်ရောက်တဲ့ အချက်တွေကို Table (2) မှာ ဖော်ပြထားပါတယ်။

**Table 2 Factors Influencing Electrolysis Products**

| Electrolytes & theirs ions | Electrodes | Reactions at Anode | Reactions at Cathode | Anode product | Cathode product | Deciding factor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) Fused NaCl ($Na^+$, $Cl^-$) | Pt (or) graphite | $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2\bar{e}$ | $Na^+ + \bar{e} \rightarrow Na$ | $Cl_2 \uparrow$ | Na deposited | - |
| 2) Dilute Aqueous NaCl solution ($Na^+$, $Cl^-$, $H^+$, $OH^-$) | Pt (or) graphite | $4OH^- \rightarrow 2H_2O + O_2 + 4\bar{e}$ | $2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2$ | $O_2 \uparrow$ | $H_2 \uparrow$ | E.C.S. effect |
| 3) Saturated NaCl solution (brine) ($Na^+$, $Cl^-$, $H^+$, $OH^-$) | graphite | $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2\bar{e}$ | $2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2$ | $Cl_2 \uparrow$ | $H_2 \uparrow$ | Concentration effect |
| | graphite anode & mercury cathode | $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2\bar{e}$ | $Na^+ + \bar{e} \rightarrow Na$ <br> $Na + Hg \rightarrow Na/Hg$ | $Cl_2 \uparrow$ | sodium amalgam | Nature of electrode & concentration effects |

Faraday's laws တွေကို အသုံးပြုပြီး သတ္တုဒြပ်စင်တွေရဲ့ relative molecular mass ၊ cathode ပေါ်မှာ ကပ်တင်တဲ့ သတ္တုပမာဏ၊ electrolysis လုပ်နေစဉ် ဖြတ်သန်းတဲ့ လျှပ်စစ်ပမာဏနဲ့ anode မှာ ထွက်လာတဲ့ ဓာတ်ငွေ့ထုထည်တွေကို တွက်ယူနိုင်ပါတယ်။ Electroplating လုပ်ငန်းများ ဖြစ်တဲ့ ကြေးရည် စိမ်ခြင်း၊ ငွေရည်စိမ်ခြင်း နှင့် ခရိုမီယမ်စိမ်ခြင်းတွေမှာလည်း Faraday's first law သုံးပြီး သတ္တုရည်စိမ်မဲ့ ပစ္စည်းပေါ်မှာ ကပ်တင်စေမဲ့သတ္တုပမာဏ၊ လျှပ်စစ်ဖြတ်သန်းစေရမဲ့အချိန်၊ ဖြတ်သန်းရမဲ့ လျှပ်စစ်ပမာဏ တို့ကို ကြိုတင်တွက်ယူနိုင်ပါတယ်။ ဒါ့အပြင် electroplating (၃)မျိုး

မှာ အသုံးပြုထား တဲ့ electrolytes တွေ၊ anode မှာ သုံးတဲ့ metal တွေ၊ electrode reactions တွေကို Table (3) မှာ လေ့လာနိုင်ပါတယ်။ object ကိုတော့ cathode မှာဘဲ ထားရမယ်ဆိုတာ သေချာစွာ မှတ်သားထားစေ လိုပါတယ်။

**Table 3 Electroplating (for appearance and resistance to corrosion)**

| Name of Electroplating | Electrolytes used | Electrodes used as | | Reactions | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Cathode | Anode | Cathode | Anode |
| (i) Cu plating | $CuSO_4$soln. | Object (article) | Cu | $Cu^{2+} + 2\ \bar{e} \rightarrow Cu$ | $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2\ \bar{e}$ |
| (ii) Ag plating | $KAg(CN)_2$ | Object | Ag | $Ag^{+} + \bar{e} \rightarrow Ag$ | $Ag \rightarrow Ag^{+} + \bar{e}$ |
| (iii) Cr plating | $Cr_2(SO_4)_3$ in $H_2SO_4$ and water | Steel object | Pb | $Cr^{3+} + 3\ \bar{e} \rightarrow Cr$ | $4OH^{-} \rightarrow 2H_2O + O_2 + 4\ \bar{e}$ |

**Chapter (5) Oxidation and Reduction** အခန်းမှာတော့ oxidation နဲ့ reduction တွေရဲ့ အဓိပ္ပါယ်ကို ရှုထောင့်အမျိုးမျိုးမှ ဖွင့်ဆိုသတ်မှတ်နိုင်ပါတယ်။ ဒြပ်စင်တွေ၊ ဒြပ်ပေါင်းတွေနဲ့ ions တွေမှာ ရှိတဲ့ element တွေရဲ့ Oxidation number တွက်ပုံတွက်နည်းကို လေ့ကျင့်ထားရပါမယ်။ Oxidation no. ရေးရင် သင်္ချာဂဏန်းရဲ့ ရှေ့မှာ (+) (–) လက္ခဏာထည့်ပြီး ဖော်ပြရပါမယ်။ Ion တွေ ရဲ့ charge ကိုရေးရင် သင်္ချာဂဏန်းရဲ့ နောက်မှာ လက္ခဏာထည့်ရမယ်။

Oxidizing agent (ဓာတ်တိုးစေသောပစ္စည်း)နဲ့ reducing agent (ဓာတ်လျှော့စေသောပစ္စည်း) ခြားနားချက်တွေကတော့ $\bar{e}$ တွေကို လက်ခံတဲ့ပစ္စည်းဟာ Oxidizing agent ဖြစ်ပြီး $\bar{e}$ ထုတ်ပေးတဲ့ ပစ္စည်းက reducing agent ဖြစ်တယ်။ တစ်ခြားပစ္စည်းများကို ဓာတ်တိုးစေပြီး ကိုယ်တိုင်ဓာတ်လျှော့ရင် Oxidizing agent ဖြစ်တယ်။ တစ်ခြားပစ္စည်းများကို ဓာတ်လျှော့စေပြီး ကိုယ်တိုင်ဓာတ်တိုးရင် reducing agent ဖြစ် တယ်ဆိုတာ သိထားသင့်တယ်။Oxidizing agent နဲ့ reducing agent တွေ ပေးထားရင်လည်း ရွေးတတ်ရမယ်။

Redox reaction တွေမှာ reducing agent ရှိ $\bar{e}$ တွေက oxidizing agent ဆီ ကူးပြောင်းသွားတာကို သဘောပေါက်နားလည်ရမယ်။

Chapter (4) Electrolysis အခန်းမှာ တွေ့ခဲ့ရတဲ့ Electrolytic process တွေမှာ Redox reaction တွေ ပါဝင်နေတယ်။ ဓာတ်ဖို ion (cation) တွေက cathode (ဓာတ်မတိုင်)မှာ ဓာတ်လျှော့ခြင်း ဖြစ်ပေါ်ကြပြီးတော့ ဓာတ်မ ion (anion) တွေက anode (ဓာတ်ဖိုတိုင်)မှာ ဓာတ်တိုးခြင်း ဖြစ်တယ်ဆိုတာ ရှင်းရှင်းလင်းလင်းသိထားမှ electrode တွေပေါ်မှာ ဖြစ်ပေါ်တဲ့ half-reaction တွေကို မှန်မှန်ကန်ကန် ရေးနိုင်ပါမယ်။

ဓာတ်တိုးဓာတ်လျှော့ညီမျှခြင်း ညှိရာမှာ ညှိပုံ (၂)မျိုး oxidation number method နဲ့ half-reaction method ရှိပါတယ်။ မေးခွန်းမှာ ဘယ်နည်းနဲ့မေးမေး၊ အဆင့်ဆင့်ဖြေဆိုနိုင်အောင် လေ့ကျင့်ထားဖို့ လိုပါတယ်။ oxidation number method နဲ့ဖြေမယ်ဆိုရင် ပေးထားတဲ့ ညီမျှခြင်းမှာ ပါတဲ့ ဓာတ်တိုး ဓာတ်လျှော့ဖြစ်တဲ့ element (သို့) ion များအပေါ်မှာ element/atom တစ်လုံးရဲ့ oxidation number ကို ဖော်ပြခြင်း၊ oxidize (– $\bar{e}$) / reduce (+ $\bar{e}$) ရေးပေးရခြင်း၊ $\bar{e}$ transfer အရေအတွက် (oxidation ဖြစ်တဲ့ atom အတွက် $\bar{e}$ ဆုံးရှုံးမှု နဲ့ reduction ဖြစ်တဲ့ atom က $\bar{e}$ ရရှိမှု) တွေကို မှန်မှန်ကန်ကန် ရေးပေး ရပါမယ်။ ခဲတံနဲ့ မရေးမိဖို့လည်း သတိပြုရပါမယ်။ Oxidation number ကို သက်ဆိုင်ရာ အက်တမ်ရဲ့ အပေါ်မှာပဲ ရေးခွင့်ရှိပါတယ်ဆိုတာ သေသေချာချာ မှတ်ထားပေးဖို့ လိုပါတယ်။

Half-reaction method ဆိုရင်တော့ oxidation နဲ့ reduction ဖြစ်တဲ့ half-reaction နှစ်ကြောင်း ခွဲရေးပြီး အဆင့်ဆင့်မှန်ကန်စွာ ဖြေဆိုပေးရပါမယ်။ နောက်ဆုံးအဖြေထုတ်တဲ့ ညီမျှခြင်းကို အသေးငယ်ဆုံး mole အရေအတွက် နဲ့ ဖော်ပြရမယ်။

**Chapter (6) Rates of Reactions and Equilibria** အခန်းမှာတော့ ဓာတ်ပြုနှုန်း နဲ့ ဓာတ်ပြုမျှခြေဆိုင်ရာ အကြောင်းအရာတွေ ပါပါတယ်။ ဓာတ်ပြုနှုန်းဆိုတာ အချိန်တစ်ယူနစ်အတွင်း ဓာတ်ပြုပစ္စည်း (သို့) ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းများရဲ့ ပြောင်းလဲခြင်းဖြစ်တယ်။ ဓာတ်ပြုနှုန်းနှေးရင် အချိန်ကြာပြီး ဓာတ်ပြုနှုန်းမြန်ရင် အချိန်တိုပါတယ်။ ဒါကြောင့်ဓာတ်ပြုနှုန်းဟာ အချိန်နဲ့ပြောင်းပြန် အချိုးကျတယ်။ လုံလောက်တဲ့ စွမ်းအင်နဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းဖြစ်စေမဲ့ သင့်လျော်တဲ့အနေအထားမှာ ဓာတ်ပြုပစ္စည်းများ အချင်းချင်း ထိတိုက်မှု အကြိမ်များလေလေ ဓာတ်ပြုနှုန်း မြန်လေလေဖြစ်တယ်။

ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုရဲ့ မြန်ခြင်း၊ နှေးခြင်းအပေါ် သက်ရောက်တဲ့ အချက်(၆)ချက်ရှိတယ်။ ဓာတ်ပြု ပစ္စည်းများရဲ့ ပါဝင်ကိန်း၊ ဖိအား၊ အပူချိန်၊ ဓာတ်ကူပစ္စည်းများ၊ ရောင်ခြည် နဲ့ ဓာတ်ပြု ပစ္စည်းများရဲ့ မျက်နှာပြင် ဧရိယာတို့ ဖြစ်တယ်။

Mg ribbon 1 g နဲ့ 0.5 M HCl တို့ရဲ့ ဓာတ်ပြုနှုန်းဟာ Mg ribbon 1 g နဲ့ 1 M HCl တို့ ဓာတ်ပြုနှုန်းထက် နှေးတာကို တွေ့ရတယ်။ အဲဒါဟာ effect of concentration of reactants ဖြစ်တယ်။ HCl ရဲ့ပါဝင်ကိန်းကိုတူအောင်ထားပြီး Mg ribbon အစား powder သုံးရင် ဓာတ်ပြုနှုန်း မြန်တာ တွေ့ရပါမယ်။ ဒါက effect of surface area of reactants ဖြစ်ပါတယ်။

Effect of pressure ကတော့ ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုထဲမှာ ဓာတ်ငွေ့များ နဲ့သာ သက်ဆိုင်တယ်။ Solids, liquids နဲ့ aqueous solutions များပါဝင်ခဲ့ရင် ဖိအားသက်ရောက်မှု မရှိနိုင်ပါ။ သံစလေးတွေဟာ oxygen ၂၀% သာပါတဲ့လေထဲမှာ ဖြေးညှင်းစွာလောင်ကျွမ်းပြီး pure oxygen မှာတော့ မီးပွားများထွက်ပြီး ပြင်းထန်စွာ လောင်ကျွမ်းတာကို တွေ့ရပါတယ်။ oxygen ပါဝင်မှုများလေလေ ယင်းဓာတ်ငွေ့ရဲ့ ဖိအားလည်း များလေလေဖြစ်ပြီး ဓာတ်ပြုနှုန်းလည်း မြန်လာတယ်။

Effect of temperature မှာတော့ ဓာတ်ပြုခြင်းများဟာ နိမ့်တဲ့အပူချိန်ထက် မြင့်တဲ့အပူချိန်မှာ လျင်မြန်စွာ ဓာတ်ပြုနိုင်ကြတယ်။ ဒါကြောင့် ရေခဲသေတ္တာထဲမှာ သိမ်းဆည်းထားတဲ့ အစားအစာတွေဟာ အခန်းအပူချိန်မှာ ထားတဲ့ အစားအစာတွေထက် ပုပ်သိုးပျက်စီးမှု နှေးတာကို တွေ့နိုင်ပါတယ်။ အပူချိန် ၁၀ ဒီဂရီ မြင့်လာရင် ဓာတ်ပြုနှုန်းဟာ ၂ဆ ပိုမြန်လာတယ်လို့ဆိုပါတယ်။

Effect of catalysts မှာ positive catalyst နဲ့ negative catalyst (၂)မျိုးရှိတယ်။ $H_2O_2$ ကို $MnO_2$ အပေါ်တစ်စက်ချင်းချလိုက်ရုံနဲ့ ရေနဲ့ အောက်ဆီဂျင်အဖြစ် အမြန်ဆုံးပြိုကွဲသွားနိုင်လို့ $MnO_2$ ဟာ positive catalyst ဖြစ်တယ်။ ဒါပေမဲ့ glycerine ကတော့ $H_2O_2$ ပြိုကွဲနှုန်းကို နှေးစေလို့ negative catalyst ဖြစ်တယ်။

Enzyme (biocatalyst) ကို သက်ရှိများရဲ့ တစ်ရှူးများမှာ တွေ့ရတယ်။ အစာခြေအင်ဇိုင်းများဖြစ်တဲ့ တံတွေးထဲမှ ptyalin နဲ့ အစာအိမ်အရည်ထဲမှ pepsin enzymes တွေဟာ starch နဲ့ proteins တို့လို မော်လီကျူးကြီးတွေကို ခန္ဓာကိုယ်ဆဲလ်များမှ အသုံးပြုနိုင်တဲ့ sugar လို သေးငယ်တဲ့ မော်လီကျူးများအဖြစ် ခြေဖျက်ရာမှာ လျင်မြန်စေတဲ့အတွက် ယင်းအင်ဇိုင်းများဟာ positive catalysts များဖြစ် ကြတယ်။

Effect of radiation ကို ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ချို့မှာ တွေ့နိုင်ပါတယ်။ $H_2$ နဲ့ $Cl_2$ gas တို့ဟာ တောက်ပတဲ့ နေရောင်အောက်မှာ ပြင်းထန်စွာပေါက်ကွဲပြီး ဓာတ်ပြုနိုင်တယ်။ အလင်းရောင် စုပ်ယူပြီးမှဖြစ်တဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းကို photochemical reaction လို့ခေါ်ပါတယ်။

Chapter (6) ရဲ့ နောက်ပိုင်းက မျှခြေ (equilibrium) အပိုင်းဖြစ်တယ်။ ဓာတ်ပြုခြင်း တစ်ခု မျှခြေရောက်ဖို့ ဒီဓာတ်ပြုခြင်းဟာ အပြန်အလှန်ဓာတ်ပြုခြင်းအမျိုးအစား ဖြစ်ရပါမယ်။ Reversible

reaction မှာ ရှေ့သို့ဓာတ်ပြုခြင်း (forward reaction) ဆိုတာ product ဖြစ်တဲ့ဖက်၊ ညာဖက်သို့ သွားခြင်းဖြစ်တယ်။ ရှေ့သို့ဓာတ်ပြုခြင်းနဲ့ ဆန့်ကျင်ဘက်သွားတဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းကို reverse reaction လို့ခေါ်တယ်။ product တွေပြန်ပြိုကွဲပြီး reactant ပြန်ဖြစ်သွားတာပါ။ မျှခြေရောက်ပြီဆိုရင်တော့ ဓာတ်ပြုခြင်း (၂) ခုလုံးရဲ့ ဓာတ်ပြုနှုန်းက တူသွားပြီး ပါဝင်ပစ္စည်းများရဲ့ ပါဝင်ကိန်းတွေ မပြောင်း တော့ပါဘူး။ ဒါပေမဲ့ reaction က ရပ်သွားတာ မဟုတ်ဘဲ ရှေ့သို့ နဲ့ နောက်ပြန်ဓာတ်ပြုခြင်းတွေ ဖြစ်နေဆဲဘဲ။ ဒါကို dynamic equilibrium လို့ ခေါ်တယ်။ ဒီ dynamic equilibrium ပေါ်ကို သက်ရောက်မှုတွေပေးလိုက်ရင် မျှခြေလားရာ ပြောင်းလဲပုံကို LeChatelier's principle က ဖော်ပြထားတယ်။

ဒီမျှခြေကို ပျက်စီးစေတဲ့ သက်ရောက်မှု (၃)ခု ရှိပါတယ်။ temperature, pressure နဲ့ concentration တို့ပဲ ဖြစ်ပါတယ်။ မျှခြေကို ရောက်နေတဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုမှာ အပူချိန်မြှင့်လိုက်ရင် အပူစုပ်တဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းကို ဦးစားပေးဖြစ်ပြီး မျှခြေ ယာယီပျက်သွားပါတယ်။

ထို့နည်းတူပဲ ဖိအားမြှင့်ပေးခဲ့ရင် ဓာတ်ငွေ့ပါတဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းတွေမှာ Boyle's law အရ ထုထည်ကျုံ့တဲ့ဖက်ကို ဦးတည်ပြီး ဓာတ်ပြုခြင်းဖြစ်ကာ မျှခြေ ယာယီပျက်သွားပါတယ်။ ဓာတ်ငွေ့ reactant နဲ့ product တွေရဲ့ mole (သို့) volume တူရင် ဖိအားသက်ရောက်မှု မရှိပါဘူး။ LeChatelier's principle နဲ့ပတ်သက်တဲ့ ပုစ္ဆာတွေကိုလည်း လေ့ကျင့်ထားဖို့လိုပါတယ်။

ပါဝင်ပစ္စည်းများဖြစ်တဲ့ reactant နဲ့ product တွေရဲ့ပါဝင်ကိန်းတွေကို ပြောင်းပေးရင် ပါဝင် ကိန်းများတဲ့ဖက်မှ နည်းတဲ့ဖက်ကို ဦးတည်ပြီး မျှခြေယာယီပျက်သွားပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ တစ်ချိန်ချိန်မှာ မျှခြေကို ပြန်ပြီး ရောက်သွားပါတယ်။ ဒါကြောင့် reversible reaction တွေဟာ အချိန်ဘယ်လောက် ကြာကြာ ဓာတ်ပြုပစ္စည်း ကုန်ဆုံးသွားတာမျိုး မရှိပါဘူး။

**Chapter (7) မှာတော့ Energy changes in chemical reactions** (ဓာတ်ပြုခြင်းများနဲ့ သက်ဆိုင်တဲ့ စွမ်းအင်ပြောင်းလဲခြင်း) တွေကို ဖော်ပြထားပါတယ်။ Energy အမျိုးအစားများနဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်း တစ်ခု ဖြစ်ပေါ်ရင် အပူထွက်ခြင်း (သို့) အပူစုပ်ခြင်း အကြောင်းတွေကို တွေ့ရပါမယ်။ ဓာတ်ပြုခြင်း တစ်ခုဖြစ်လို့ ပတ်ဝန်းကျင်ကိုအပူတွေထွက်လာရင် exothermic reactions လို့ခေါ်ပြီး အပူပြောင်းလဲခြင်း $\Delta H^{\theta}$ တန်ဖိုး ကို အနုတ်လက္ခဏာနဲ့ဖော်ပြရတယ်။ အကယ်၍ ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခု ဖြစ်ဖို့ ပတ်ဝန်းကျင်မှ အပူကို စုပ်ယူရရင် Endothermic reaction လို့ခေါ်ပြီး $\Delta H^{\theta}$ တန်ဖိုးကို အပေါင်းလက္ခဏာ နဲ့ပြရပါမယ်။

ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခု ဖြစ်ပေါ်တဲ့အခါ heat absorbed (သို့) heat released ဖြစ်ခြင်းကို constant pressure မှာလေ့လာခဲ့ရင် Enthalpy change ($\Delta$H) လို့ သတ်မှတ်တယ်။ အကယ်၍ standard temperature (25 °C / 298K ) နဲ့ standard pressure (1 atm/ 760 mmHg) မှာ လေ့လာမယ်ဆိုရင် Standard enthalpy change ($\Delta H^{\theta}$) ဖြစ်တယ် ဆိုတာ သတိပြုရပါမယ်။ Thermochemical equations တွေကို ရေးသားတဲ့ အခါမှာ ဓာတ်ပစ္စည်းတွေရဲ့ အပူပြောင်းလဲခြင်း (အပေါင်း (သို့) အနုတ် လက္ခဏာ) များ၊ physical states တွေကို ထည့်ပေးဖို့လိုအပ်ပါတယ်။

ဓာတ်ပြုခြင်းအမျိုးမျိုးမှ ရလာတဲ့ heat change တွေမှာ heat of combustion, heat of formation of a compound နဲ့ heat of neutralization ဆိုပြီး (၃) မျိုးရှိပါတယ်။ ယင်းတို့ရဲ့ symbol တွေ၊ $\Delta H^{\theta}$ တန်ဖိုးကို (+) (သို့) (–) လက္ခဏာဖော်ပြခြင်းတွေ၊ unit တွေကို ခွဲခြားပြီး မှတ်သားထားရပါမယ်။

Hess's law ပုစ္ဆာ တွေနဲ့ပတ်သက်ပြီး သတိထားရမဲ့ အချက်တွေကတော့ ပေးထားချက်နဲ့နောက်ဆုံး အဖြေဟာ heat of formation (သို့) heat of combustion လားဆိုတာကို မေးခွန်းမှာ သေသေချာချာဖတ်ပြီးမှ ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်း ရေးခြင်း၊ ညှိခြင်း၊ $\Delta H^{\theta}$ တန်ဖိုးများ ရေးခြင်းတို့ လုပ်ရပါမယ်။ physical state, heat change ($\Delta H^{\theta}$) ရဲ့ လက္ခဏာတွေနဲ့ unit များကို ပြည့်ပြည့်စုံစုံထည့်သွင်းဖော်ပြရပါမယ်။ heat of combustion ဖြစ်တဲ့ element (or) compound က 1 mole သာဖြစ်ရမယ်။ heat of formation ဖြစ်တဲ့ compound က 1 mole ဖြစ်တဲ့အပြင် ယင်း compound မှာပါတဲ့ elements တွေသာ ပေါင်းပြီး ဓာတ်ပြုရမယ် ဆိုတာတွေကို သတိပြုရပါမယ်။

Heat of combustion နဲ့ heat of formation တွေအတွက် unit က kJmol$^{-1}$ ဖြစ်ပြီး heat of formation ကို သင်္ကေတ $\Delta H^{\theta}_{f}$ နဲ့ ဖော်ပြရမယ်။ ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်းများကို မြှောက်ဖော်ကိန်းတစ်ခုခုနဲ့ မြှောက်လိုက်ရင် unit ဟာ kJ ဖြစ်သွားပြီး မူလအပူတန်ဖိုး ပြောင်းလဲသွားပါမယ်။ ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်းများကို ပြောင်းပြန်ရေးလိုက်ရင်လည်း heat change ရဲ့ unit မှာ kJ ဖြစ်ပြီး လက္ခဏာပါ ပြောင်းပေးရပါမယ်။ နောက်ဆုံးအဖြေမှာ heat of combustion ဆိုရင် သင်္ကေတက $\Delta H^{\theta}$ နဲ့ heat of formation ဆိုရင် သင်္ကေတဟာ $\Delta H^{\theta}_{f}$ ဖြစ်ပါတယ်။ unit တွေမှာ kJmol$^{-1}$ ဖြစ်ရမယ်ဆိုတာ သေသေချာချာ သိထားဖို့ လိုပါတယ်။ heat change ပါတဲ့ thermochemical equation ပေးပြီး ၄င်း equation ရှိ substance တွေရဲ့ mass ကို မေးတဲ့ ပုစ္ဆာတွေကိုလည်း လေ့လာထားရပါမယ်။

**Chapter (8) Some important metals and their compounds** နဲ့ **Chapter (9) Metal reactivity** ကတော့ metallurgy (သတ္တုဗေဒ) နဲ့ ပတ်သက်တဲ့ အခန်းတွေဖြစ်တယ်။ Metal တွေကို သူတို့ရဲ့ သတ္တုရိုင်း (Ores) တွေ မှ ထုတ်ပုံ၊ metal တွေရဲ့ reactivity ပေါ်မူတည်ပြီး ဘယ်သတ္တုတွေကို electrolysis နည်းနဲ့ထုတ်မယ်၊ ဘယ်သတ္တုတွေကို reduction နည်း နဲ့ ထုတ်မယ်၊ ဘယ်သတ္တုတွေကို သဘာဝအတိုင်း တွေ့ရှိနိုင်တယ်ဆိုတာကို လေ့လာထားရပါမယ်။

သတ္တုတွေနဲ့ အက်ဆစ်၊ လေ (အောက်ဆီဂျင်)၊ ရေ၊ ရေငွေ့တို့နဲ့ ဓာတ်ပြုနိုင်စွမ်းသတ္တိတွေကို ဖော်ပြထားတဲ့ reactivity series ကိုလည်း သေသေချာချာသိထားရပါမယ်။ ores တွေနဲ့ ores ထဲမှာ အများဆုံးပါတဲ့ ဒြပ်ပေါင်းတွေရဲ့ အမည်တွေ၊ Chemical formula ၊ သတ္တုရိုင်းမှ သတ္တုထုတ်ဖော်ပုံတွေ၊ ယင်းသတ္တုများပါတဲ့ ဒြပ်ပေါင်း ထုတ်ဖော်ပုံတွေ၊ ယင်းတို့ရဲ့ အသုံးပြုပုံတွေအပြင် ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်း တွေကိုလည်း လေ့လာထားရမှာ ဖြစ်ပါတယ်။

Steel အမျိုးအစား (၅) မျိုး၊ alloys (သတ္တုစပ်များ) နဲ့ ယင်းတို့ရဲ့ composition တွေ၊ properties တွေ နဲ့ အသုံးဝင်ပုံတွေကိုလည်း သေသေချာချာသိဖို့လိုပါတယ်။ ပြီးတော့ သံချေးတက်ခြင်း အကြောင်း နဲ့ သံချေးတက်ခြင်းကို ကာကွယ်ခြင်း၊ recycling metals (Al & Fe) အကြောင်းတွေကို လေ့လာထားဖို့ လိုပါတယ်။

**Chapter (10) Nitrogen and its compounds, Chapter (11) Sulphur and its compounds** နဲ့ **Chapter (12) The halogens** အခန်းများကတော့ nitrogen ဆိုင်ရာ ဓာတ်ခွဲခန်းဓာတ်ငွေ့ ($N_2$, $NH_3$, NO, $N_2O$, $NO_2$) ထုတ်ဖော်ပုံ၊ sulphur နဲ့ သက်ဆိုင်တဲ့ ဓာတ်ငွေ့ ($H_2S$, $SO_2$) ထုတ်ဖော်ပုံ၊ halogen များဖြစ်တဲ့ $Cl_2$, $Br_2$, $I_2$ ထုတ်ဖော်ပုံတွေအပြင်၊ ammonia, nitric acid, sulphuric acid, mining sulphur, chlorine အမြောက်အမြားထုတ်ဖော်ပုံတွေကို သိရှိထားရမယ်။ ဓာတ်ခွဲခန်းမှာ ဓာတ်ငွေ့ထုတ်ဖော်ပုံတွေမှာ အညွှန်းမှန်ကန်ပြည့်စုံတဲ့ပုံ၊ မှန်ကန်တဲ့ စာသား ညီမျှခြင်း နဲ့ သင်္ကေတညီမျှခြင်း၊ မှန်ကန်တဲ့ ဓာတ်ပြု ပစ္စည်းများ နဲ့ ဓာတ်ပြုအခြေအနေ၊ ဓာတ်ငွေ့စုဆောင်းပုံ၊ ဓာတ်ငွေ့ပြည့်မပြည့် စမ်းသပ်နည်း၊ လိုအပ်လျှင် ဓာတ်ငွေ့ကို ခြောက်သွေ့အောင် ပြုလုပ်နည်းတို့ နဲ့ တကွ လေ့လာကျက်မှတ်ထားရမှာ ဖြစ်ပါတယ်။

ဓာတ်ငွေ့စုဆောင်းတဲ့နည်းတွေကိုလည်း သက်ဆိုင်ရာဓာတ်ငွေ့တွေရဲ့ ရုပ်ဂုဏ်သတ္တိတွေနဲ့ ယှဉ်တွဲပြီး မှတ်ထားရပါမယ်။ ထုတ်ယူမဲ့ဓာတ်ငွေ့ဟာ အက်ဆစ်ဂုဏ်သတ္တိရှိလား၊ ဗေ့စ်ဂုဏ်သတ္တိရှိလား၊ ဂုဏ်မဲ့လား၊ ပျော်ဝင်သတ္တိဘယ်လိုရှိသလဲ၊ ဗလထက် လေးသလား၊ ပေါ့သလားစတဲ့ ဂုဏ်သတ္တိတွေနဲ့ စဉ်းစားဆုံးဖြတ်ပြီးမှ ဓာတ်ငွေ့စုဆောင်းနည်းကို မှန်ကန်စွာရေးရပါမယ်။

ဓာတ်ခွဲခန်းတွေတွင် bromine ထုတ်ဖော်ခြင်းမှာ အရည်အဖြစ် စုဆောင်းလိုတာကြောင့် ရီတော့ပေါင်းအိုးကို သုံးရခြင်းဖြစ်ပါတယ်။ nitrogen, sulphur, halogen တွေနဲ့ဆိုင်တဲ့ ဒြပ်ပေါင်းတို့ရဲ့ ရုပ်ဂုဏ်သတ္တိ၊ ဓာတ်ဂုဏ်သတ္တိ နဲ့ အသုံးဝင်ပုံတွေကိုလည်း သိမှတ်ထားဖို့လိုပါတယ်။

**Chapter (13) Acids, Bases and their Neutralization** မှာတော့ အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ချက် အမျိုးမျိုး၊ proton လွှယ်ကူစွာ ထုတ်နိုင်မှုအပေါ် အခြေခံတဲ့ strong acid နဲ့ weak acid ၊ pure acid ပါဝင်မှု (သို့) solvent ပါဝင်မှုပေါ်အခြေခံတဲ့ concentrated acid နဲ့ dilute acid တို့ရဲ့ ခြားနားမှု၊ conjugate acids နဲ့ conjugate bases တို့ကို Bronsted & Lowry theory အရ ခွဲခြား သတ်မှတ်ခြင်း တို့ပါဝင်ပါတယ်။ Ionic product of water ($K_w$) ရဲ့ mathematical expression, numerical value တို့ကို သိထားရပါမယ်။ အပူချိန်တစ်ခုမှာ $K_w$ တန်ဖိုးကိန်းသေဖြစ်တယ်။ အပူချိန်ပြောင်းရင် $K_w$ တန်ဖိုးပြောင်းတယ်ဆိုတာလည်း သိရမယ်။

ပျော်ရည်တစ်ခုဟာ အက်ဆစ်လား၊ ဗေ့စ်လားခွဲဖို့ pH နဲ့ pOH ကို အသုံးပြုနိုင်ပါတယ်။ pH တန်ဖိုး 7 ထက်ငယ်ရင်တော့ acid ပျော်ရည်၊ pH တန်ဖိုး 7 ထက်ကြီးရင်တော့ alkali/base ပျော်ရည်များ ဖြစ်တယ်။ pH 7 မှာဆိုရင်တော့ ရေသန့် (သို့) ဓာတ်ပြယ်တဲ့ပျော်ရည်ဖြစ်ပါတယ်။ acid တွေရဲ့ ပြင်းအား ကို $K_a/pK_a$ နဲ့ ပြနိုင်သလို Base / alkali ပျော်ရည်တွေရဲ့ပြင်းအားကို $K_b/pK_b$ နဲ့ ဖော်ပြနိုင်ပါတယ်။ ပျော်ရည်တစ်ခုထဲမှာ $[H^+]$ များမယ်၊ $K_a$ တန်ဖိုးကြီးပြီး၊ $pK_a$ တန်ဖိုးငယ်ခဲ့ရင် acid strength ကောင်းပြီးတော့ $[H^+]$ နည်းမယ်၊ $K_a$ တန်ဖိုးငယ်ပြီး၊ $pK_a$ တန်ဖိုးကြီးခဲ့ရင် acid strength နဲမယ် ဆိုတာ နားလည်သဘောပေါက်ဖို့ လိုပါတယ်။

ဆားအမျိုးအစား (၄) မျိုးဖြစ်တဲ့ အားပြင်းအက်ဆစ် နဲ့ အားပြင်းဗေ့စ်၊ အားပြင်းအက်ဆစ် နဲ့ အားပျော့ဗေ့စ်၊ အားပျော့အက်ဆစ် နဲ့ အားပြင်းဗေ့စ်၊ အားပျော့အက်ဆစ်နဲ့အားပျော့ဗေ့စ်တို့ရဲ့ဆားတွေ ရေသွင်းဖြိုခွဲခြင်း ဖြစ်တဲ့အခါ pH တန်ဖိုး မတူညီရတဲ့ အကြောင်းရင်းတွေကို ဆားနမူနာတွေ ရေးပေးပြီး အကျိုးအကြောင်းဆက်စပ် ဖြေရှင်းတတ်ဖို့လိုပါတယ်။

Buffer solution နဲ့ ပတ်သက်တဲ့ အဓိပ္ပါယ် သတ်မှတ်ချက်၊ examples နဲ့ ပုစ္ဆာတွေကို မှန်ကန်စွာ ရေးနိုင်၊ တွက်နိုင်ဖို့ လိုပါတယ်။ Buffer ပျော်ရည်များက acid/base အနည်းငယ်ထည့်သော်လည်း ပျော်ရည်တစ်ခုရဲ့ pH ကို ဘာကြောင့်မပြောင်းအောင် ထိန်းနိုင်တာလဲဆိုတာ ရှင်းလင်းချက်ကို သိထားဖို့ လိုပါတယ်။ Buffer solution ပုစ္ဆာတွက်တဲ့အခါ အက်ဆစ်ပျော့တွေရဲ့ ပြိုကွဲမှုကို အပြန်အလှန်ညီမျှခြင်း၊ ဆားတွေရဲ့ပြိုကွဲမှုကို တစ်ဖက်သွားညီမျှခြင်း၊ concentration ကို square bracket, [ ] နဲ့ ဖော်ပြရပြီး unit ကို M (သို့) mol $dm^{-3}$ နဲ့ဖော်ပြခြင်း၊ pH, pOH, $pK_a$ နဲ့ $pK_b$ တို့မှာ unit ဖော်ပြရန် မလိုအပ်ခြင်းစတဲ့ သတိထားရမဲ့အချက်တွေကို နားလည်ဖို့လိုအပ်ပါတယ်။ acid, base တွေရဲ့ pH, pOH, $[H^+]$, $[OH^-]$, $pK_a$, $pK_b$ ရှာတဲ့ပုစ္ဆာတွက်တွေကိုလည်း mathematical formula တွေမှန်ကန်စွာရေးပြီး တွက်နိုင်ရပါမယ်။

**Chapter (14) Organic Chemistry** အခန်းမှာတော့ alkane, alkene, alkyne နဲ့ alcohol တွေကို ပါဝင်တဲ့ carbon လုံးရေအလိုက် graphic structure, molecular structure နဲ့ molecular formula ရေးပုံ၊ Isomer တွေရဲ့ တည်ဆောက်ဖွဲ့စည်းပုံ၊ ယင်းတို့ကို trivial နဲ့ IUPAC system တွေနဲ့ အမည်ပေးပုံ၊ ယင်း H/C ဒြပ်ပေါင်းတွေကို ဓာတ်ခွဲခန်းမှာ ထုတ်ယူနည်းများ နဲ့ ယင်းတို့ရဲ့ ဂုဏ်သတ္တိတွေ လေ့လာထား ရပါမယ်။ ယင်းဒြပ်ပေါင်းများ ထုတ်ယူနည်း နဲ့ ဂုဏ်သတ္တိတွေထဲပါတဲ့ အမည်ရှိ ဓာတ်ပြုခြင်းတွေ၊ ဒြပ်ပေါင်း တစ်ခုမှ တစ်ခု ပြောင်းလဲခြင်းတွေ၊ ဥာဏ်စမ်းပုစ္ဆာတွေ၊ ခွဲခြား ခြင်းတွေကို သေသေချာချာ လေ့ကျင့် ထားရမယ်။ ခွဲခြားခြင်းတွေမှာတော့ alkane & alkene, alkane & alkyne, alkene & alkyne, alkynes အချင်းချင်း ခွဲခြားတတ်အောင်၊ ခွဲခြားရာမှာ မျက်စိဖြင့်မြင်ရ ပြီး သိသာထင်ရှားတဲ့ အရောင်ပြောင်းလဲမှု၊ အနည်ကျမှုတို့ပါတဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းတွေကိုသာ အသုံးပြုရ ပါမယ်။

နောက်ထပ်သတိပြုရမဲ့ အချက်ကတော့ ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်းများကို ရေးရင် အော်ဂဲနစ်ဒြပ်ပေါင်း များရဲ့ အမည်၊ ဓာတ်ပြုအခြေအနေ အပြည့်အစုံထည့်ရေးပေးဖို့လိုအပ်ပါတယ်။

Petroleum industry and petrochemicals အကြောင်းနဲ့ပတ်သက်ပြီး non-renewable energy များဖြစ်တဲ့ fossil fuels (crude oil, natural gas, coal) ဖြစ်ပေါ်ပုံ၊ renewable energy များဖြစ်တဲ့ biodiesel & biogas, crude oil ကို fractional distillation နည်းစဉ်ဖြင့် သန့်စင်ခြင်း၊ ယင်းနည်းစဉ်ဖြင့် ရလာတဲ့ H/Cs နဲ့ ယင်းတို့ရဲ့ အသုံးဝင်ပုံ၊ kerosene, diesel တို့ကို catalytic cracking နည်းစဉ် သုံးပြီး gasoline ပြောင်းလဲနိုင်ပုံ၊ gasoline (liquid fuel) ရဲ့ flash point နဲ့ ignition temperature ခြားနားချက်တွေကို သိထားဖို့ လိုပါတယ်။

အစားထိုးလောင်စာဆီများဖြစ်တဲ့ methanol မှ ထုတ်ယူရရှိတဲ့ gasoline, diesel, LPG, CNG, biodiesel, biogas တွေရဲ့ အကြောင်းအရာများကို လေ့လာမှတ်သားထားဖို့ လိုပါတယ်။ ဒါ့အပြင် transesterification နည်းစဉ်ဖြင့် biodiesel ထုတ်ယူခြင်း၊ anaerobic fermentation နည်းဖြင့် biogas ထုတ်ယူခြင်း၊ ကျောက်မီးသွေးဖြစ်စဉ်အမျိုးမျိုး နဲ့ ကျောက်မီးသွေးမှ ရနိုင်တဲ့ chemicals တွေ အကြောင်း၊ အဲဒီ Chemical တွေရဲ့ အသုံးဝင်ပုံ၊ crude oil, diesel, LPG, CNG, biodiesel, biogas, zeolite, coal နဲ့ coal gas တွေမှာ အဓိကပါတဲ့ elements တွေနဲ့ compounds တွေကို သိရှိထားရပါမယ်။

နောက်ဆုံး **Chapter (15) Chemistry in Society** ဆိုတဲ့ လူနေမှုဘဝ နဲ့ ဓာတုဗေဒ ဘာသာရပ်တို့ ဆက်သွယ်နေပုံကို လေ့လာတဲ့အခန်းမှာတော့ အပင်တွေကြီးထွားဖို့ လိုအပ်နေတဲ့ elements အကြောင်းတွေ၊ အပင်တွေအသက်ရှင်နေနိုင်ဖို့လိုအပ်တဲ့ သကြားဓာတ်ကို photosynthesis

မှရရှိပုံ၊ သဘာဝ မြေသြဇာနဲ့ ဓာတ်မြေသြဇာတို့ဟာ အပင်တွေရဲ့ အသီး၊ အပွင့်၊ အရွက် ကြီးထွားမှုကို အားပေးပုံ၊ insecticides အမျိုးအစားတွေနဲ့ အပင်ကြီးထွားမှုကို အားပေးတဲ့ growth substances တွေအပြင် cement ထုတ်ဖော်ပုံ အဆင့်ဆင့်၊ cement ထုတ်ဖော်ရာမှာ သုံးတဲ့ ကုန်ကြမ်းပစ္စည်းတွေ၊ Plaster of Paris မှာ ပါတဲ့ composition ၊ ထုတ်ဖော်ပုံ နဲ့ ဂုဏ်သတ္တိတွေ၊ ပင်လယ်ရေထဲမှာ ပါဝင်တဲ့ ဆားများ နဲ့ပင်လယ်ရေမှ ဆားထုတ်ဖော်နည်းများ အကြောင်းတွေ ပါဝင်ပါတယ်။

ဒါ့အပြင် plastics and polymers အပိုင်းမှာတော့ natural polymers နဲ့ synthetic polymers တွေ၊ မျိုးတူတဲ့ monomer အချင်းချင်းပေါင်းပြီး homopolymer (addition polymer) ဖြစ်ပေါ်လာပုံ၊ မျိုးမတူတဲ့ monomers အချင်းချင်းပေါင်းပြီး copolymer (condensation polymer) ဖြစ်ပေါ်လာပုံတွေ၊ မျိုးတူ monomer တွေကို addition polymerization reaction သုံးပြီး PE, PP, PVC, PTFE, PS အစရှိတဲ့ addition polymer ပြုလုပ်ပုံ၊ မျိုးမတူတဲ့ monomer နှစ်ခုပေါင်းပြီး ရေမော်လီကျူးဖယ်တဲ့ condensation polymerization နည်းဖြင့် Nylon, polyester စတဲ့ condensation polymer ပြုလုပ်ပုံ နဲ့ ပါဝင်တဲ့ ဓာတ်စည်း အမျိုးအစား၊ addition နဲ့ condensation polymer တွေရဲ့ ဂုဏ်သတ္တိ နဲ့ အသုံးပြုပုံတွေကို လေ့လာကျက်မှတ်ထား ရပါမယ်။ Thermoplastic နဲ့ Thermosetting polymer တွေကို ပြန်လည်အသုံးချတဲ့နည်း တွေကိုလည်း လေ့လာမှတ်သားထားဖို့ လိုပါတယ်။ နောက်ဆုံး အနေနဲ့ ဆပ်ပြာချက်ခြင်း အကြောင်း၊ soapless detergent အကြောင်း နဲ့ ယင်းတို့ရဲ့ ချေးချွတ်နိုင်စွမ်းသတ္တိ အကြောင်းတွေကို တည်ဆောက်ပုံများ နဲ့တကွ ရှင်းလင်းထားတာတွေကို သိရှိထားသင့်ပါတယ်။ Addition polymers ၊ Condensation polymers တို့နဲ့ ပတ်သက်ပြီး သိသင့် သိထိုက်တာတွေကို Table (4) မှာ ဖော်ပြ ပေးထားပါတယ်။

**Table 4 Summary of Polymers**

| Type of Polymers (based on structures) | Name of polymers | Monomers present | Properties of polymers | Uses |
|---|---|---|---|---|
| Addition polymers | Polyethene/ Polyethylene (PE) | ethene $CH_2=CH_2$ | tough, durable | plastic bags, bowls, bottles, packaging |
| | Polypropene/ Polypropylene (PP) | propene $CH_3CH=CH_2$ | tough, durable | crates and boxes, plastic rope |
| | Polychloroethene/ Polyvinylchloride (PVC) | chloroethene $CH_2=CHCl$ | strong, hard | insulation, pipes & guttering |
| | Polytetrafluoroethene/ Teflon (PTFE) | tetrafluoroethene $CF_2=CF_2$ | non-stick surface, withstands high temperature | non-stick frying pans, non-stick taps & joints |
| | Polyphenylethene/ Polystyrene (PS) | Styrene $C_6H_5CH=CH_2$ | light, poor conductor of heat | insulation, packaging (foam) |
| Condensation polymers | Nylon/Polyamide | a diamine & a dicarboxylic acid | - | making shirts, ties, sheets & racquet strings |
| | Terylene/Polyester | diol & dicarboxylic acid | - | fibre, clothing |

## အကြံပြုချက်

အခု Chapter တစ်ခုချင်းအလိုက် လေ့လာကျက်မှတ်ရမယ့် အကြောင်းအရာ နဲ့ သတိပြုရမယ့် အချက် တွေကို အသေးစိတ်ဆွေးနွေးပေးပြီး ဖြစ်တဲ့အတွက် တပည့်တို့အနေနဲ့ ဘယ်လိုလေ့လာ ကျက်မှတ်သင့်တယ် ဆိုတာ သဘောပေါက်ပြီ ထင်ပါတယ်။ ဒါကြောင့် chapter တစ်ခုချင်း အသေးစိတ် နှံ့နှံ့စပ်စပ်ကျက်မှတ်ဖို့၊ ကျိုးကြောင်းဆက်စပ်တွေးခေါ်တတ်ဖို့ လိုအပ်တဲ့အပြင် ဖတ်စာ အုပ်မှာပါတဲ့ ပုစ္ဆာတွေ၊ မေးခွန်းဟောင်းတွေကိုပါ လေ့ကျင့်ထားဖို့လိုပါတယ်။ ထပ်မံသတိပေး လိုတာ ကတော့ ပုစ္ဆာတွက်တဲ့အခါ လိုအပ်တဲ့နေရာတွေမှာ unit များထည့်ဖို့၊ ပုံသေနည်းများကို အတို ကောက် မရေးမိဖို့၊ အပုဒ်တိုင်းရဲ့ သက်ဆိုင်ရာ မေးခွန်းပုစ္ဆာနံပါတ်ကို ဖော်ပြရေးသားပေးဖို့ သတိပြု ရပါမယ်။ အထူးသတိပြုရမယ့် အချက်ကတော့ မေးခွန်းနံပါတ် (၁) မှ (၆) အထိ ဟာ လုံးဝ ရွေးချယ်ခွင့် မရှိတဲ့အတွက် အမှတ်များများ လိုချင်ရင် အခန်း (၁၅)ခန်းလုံးကို နှံ့နှံ့စပ်စပ် သိထားဖို့ လိုပါတယ်။

နောက်ဆုံးအနေနဲ့ ဆရာ၊ ဆရာမများရဲ့ သင်ကြားပြသမှု နဲ့ မိမိတို့ရဲ့ ကြိုးစားအားထုတ်မှု တွေကို ပေါင်းစပ်ပြီး အခု ဆွေးနွေးပေးလိုက်တဲ့ ဆွေးနွေးချက်အတိုင်း လေ့ကျင့်သွားကြပါလို့ တိုက်တွန်းလိုပါတယ်။ ဒီ ၂၀၁၆ ခုနှစ် မတ်လမှာကျင်းပမဲ့ တက္ကသိုလ်ဝင်စာမေးပွဲမှာ ဓာတုဗေဒ ဘာသာရပ်ကို အခက်အခဲမရှိ ကောင်းမွန်မှန်ကန်စွာ ဖြေဆိုနိုင်ပြီး အမှတ်များများ နဲ့ အောင်မြင်မှု ရရှိနိုင်ကြ ပါစေလို့ ဆုမွန်ကောင်းတောင်းရင်း ဒီမှာဘဲ ရပ်နားလိုက်ပါမယ်။