၂၀၁၇ ခုနှစ် တက္ကသိုလ်ဝင်စာမေးပွဲ
ဓာတုဗေဒဘာသာရပ်
ဒေါက်တာဒေါ်လှငွေ၊ ပါမောက္ခ (ဌာနမှူး)၊ ဓာတုဗေဒဌာန၊ ရန်ကုန်တက္ကသိုလ်

မင်္ဂလာပါတပည့်တို့။ ဒီကနေ့ ဆွေးနွေးမှာကတော့ ၂၀၁၇ ခုနှစ် မတ်လမှာ ကျင်းပမယ့် တက္ကသိုလ်ဝင်စာမေးပွဲမှာ ဓာတုဗေဒဘာသာရပ်ကို ဖြေဆိုကြမယ့်ကျောင်းသား၊ ကျောင်းသူများ အတွက် အထောက်အကူဖြစ်စေဖို့ ပြဌာန်းစာအုပ်ပါ အကြောင်းအရာ နဲ့ သတိပြုရမယ့် အချက် အလက်တွေဘဲ ဖြစ်ပါတယ်။

ပထမဦးစွာ ဓာတုဗေဒ မေးခွန်းပုံစံ နဲ့ အမှတ်ခွဲဝေမှုတို့ကို ရှင်းပြလိုပါတယ်။ မေးခွန်း ဟောင်းပုံစံအရ မေးခွန်းမှာ Section-A နဲ့ Section-B ဆိုပြီးအပိုင်း (၂) ပိုင်းပါဝင်ပါတယ်။

Section-A မှာ Objective type တွေဖြစ်တဲ့ TRUE/FALSE, Fill in the blanks, Multiple choice နဲ့ Matching တွေကို နံပါတ် (၁) မှ နံပါတ် (၄) အထိ ၁ မှတ်တန် မေးခွန်း (၇) ပုဒ်စီ အသီးသီး မေးထားပါတယ်။ နံပါတ် (၅) မှာ ၁ မှတ်တန် Definition (၈) ပုဒ်မေးထားတဲ့အတွက် စုစုပေါင်း (၃၆) မှတ် ဖိုး ဖြေဆိုရပါမယ်။

Section-B မှာတော့ short question ဆိုတဲ့ (၂) မှတ်တန် မေးခွန်း (၆) ပုဒ်ကို နံပါတ်(၆)မှာ မေးထားပါတယ်။ အားလုံးဖြေဆိုရမှာဖြစ်ပြီး ရွေးချယ်ခွင့်မရှိပါဘူး။ 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) မှတ်ထဲက (၆၄) မှတ်ဖိုး ဖြေဆိုရပါမယ်။ စုစုပေါင်း အမှတ် (၁၀၀) ဖိုး ဖြေဆိုရပါမယ်။

ပထမဦးစွာ မေးခွန်းနံပါတ် (၁) မှ (၅) အတွက် ဖြေဆိုတဲ့အခါမှာ သတိပြုရမဲ့အချက်တွေကို ရှင်းပြပါမယ်။

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

မေးခွန်း (၂) ကွက်လပ်ဖြည့်တဲ့မေးခွန်းဖြေရာမှာ စာလုံးပေါင်းမှန်ရမယ့်အပြင် ပြည့်စုံရပါမယ်။

ဥပမာ An/A …….. alkene gives two products by the reaction with HBr. ဆိုတဲ့ မေးခွန်းရဲ့ အဖြေဟာ unsymmetrical (or) asymmetrical ဖြစ်ပါတယ်။ စာကြောင်းရဲ့အစ ဖြစ်ရင်တော့ capital letter နဲ့ ဖြေရပါမယ်။

မေးခွန်း (၃) ရွေးချယ်တဲ့မေးခွန်းကို ဖြေဆိုတဲ့အခါ တိကျဖို့လိုပါတယ်။ အဖြေမှန်တစ်ခုထက် ပိုဖြေမိရင်လည်းကောင်း၊ အဖြေမှန် (၂)ခုကို တစ်ခုတည်းဖြေရင်လည်းကောင်း အမှတ်မရနိုင် ပါဘူး။

ဥပမာ - [Ag; Na; K] has the highest conductance among the metals. ဆိုတဲ့မေးခွန်းအတွက် အဖြေမှန်ဟာ Na ဖြစ်ပြီး Na နဲ့ K လို့ဖြေရင် မှားပါတယ်။

မေးခွန်း (၄) ယှဉ်တွဲခြင်းမေးခွန်းအတွက် ပုဒ်ခွဲနံပါတ်အပြင် စာသားများအားလုံး အပြည့်အစုံ ဖော်ပြ ဖြေဆိုရပါမယ်။ ပုဒ်ခွဲနံပါတ်တို့ဖြင့်သာ ယှဉ်တွဲဖော်ပြမယ်ဆိုရင် အမှတ်မရနိုင်ပါဘူး။ တစ်စုံ မှားတွဲရင် နောက်တစ်စုံဟာ အလိုလို အတွဲမှားသွားနိုင်တဲ့အတွက်ကြောင့် ဖြေဆိုရာမှာ သေသေ ချာချာ စဉ်းစားပြီး မှ ယှဉ်တွဲပေးဖို့လိုပါတယ်။

မေးခွန်းနံပါတ် (၁) မှ (၄) အထိ Objective types မေးခွန်းတွေကို အမှတ်ပြည့်ရလိုရင်တော့ ဖတ်စာအုပ် တစ်အုပ်လုံးကို နှံ့နှံ့စပ်စပ်သိရှိလေ့လာထားရပါမယ်။

မေးခွန်း (၅) ရဲ့ Definition ကို စာသားနဲ့ ဘဲ ဖြေဆိုရပါမယ်။ အကြောင်းအရာချင်းတူနေ လျှင်ဖြစ်စေ၊ အဓိပ္ပါယ်ပြောင်းလဲမှုမရှိလျှင်ဖြစ်စေ မည်သည့် Definition ကိုမဆို ဖြေဆိုလို့ရပါတယ်။

ဥပမာ Primary standard ကို အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုရာမှာ "It is a stable, highly purified chemical compound without hydrate water used to establish the concentration of the standard solution.” လို့ ဖြေဆိုရပါမယ်။ ကျောင်းသားအများစုဟာ Primary standard တစ်ခုမှာ ရရှိရမယ့် ဂုဏ်သတ္တိတွေကို ဖြေကြတာများပါတယ်။

Section-B မှာပါတဲ့ မေးခွန်း (၆) မှ (၈) အထိ မေးခွန်းတွေမှာ definition, explanation, calculation, description, problem solving, discussion, balancing the equation and completion of the chemical reaction တွေနဲ့ပတ်သက်တဲ့ မေးခွန်းမျိုးတွေပါပါတယ်။ ဒီ Section-B မှာ definition, law, explanation မေးရင် (၂) မှတ် ပေးတာကြောင့် example တွေ၊ Mathematical expression တွေပါ ထည့်ဖြေရပါမယ်။

Chapter (1) The Electronic Structures of Atoms, Periodic Table and Chemical Bonds အခန်းမှာ အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုချက်၊ ဒြပ်စင်တစ်ခုရဲ့ အက်တမ်တစ်ခုမှာပါတဲ့ p, $\bar{e}$, n အရေအတွက်ကို တွက်ချက်မှု၊ ပါဝင်တဲ့ $\bar{e}$ တွေရဲ့ တည်ဆောက်ပုံ၊ Electronic structures, Complete electronic structures နဲ့ Essential electronic structures? ဒီဒြပ်စင်ရဲ့ Periodic table ရှိ တည်နေရာများ အပြင် ဒီဒြပ်စင်ရဲ့ valency, အမျိုးအစားတွေကို ရှာတတ်ရမယ်။ ဒြပ်စင်အချင်းချင်း ပေါင်းစပ်တဲ့ အခါ ဖြစ်လာမယ့် ဓာတ်စည်းအမျိုးအစား၊ ဒီဖြစ်လာမဲ့ ဒြပ်ပေါင်းရဲ့ electron dot – cross structure တွေကို ရေးတတ်ဖို့ လိုပါတယ်။ octet rule ကိုလိုက်နာတဲ့ ဒြပ်ပေါင်းရှိသလို သွေဖယ်တဲ့ ဒြပ်ပေါင်း

တွေလည်း ရှိတယ်ဆိုတာ သိထားရမယ်။ နောက်ပြီးတော့ Ionic compounds နဲ့ Covalent compounds တွေရဲ့ ခြားနားချက် တွေကိုလည်း သိထားရမယ်။

ဥပမာ $_{13}$Al ရဲ့ Electronic structure ဆိုရင် 2.8.3 (သို့) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$ လို့ ရေးနိုင်တယ်။ Complete electronic structure ဆိုရင်တော့ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$ လို့ sub-shell တွေနဲ့ အပြည့်အစုံရေးရမယ်။ Essential electronic structure ဆိုရင် outermost shell $3s^2\ 3p^1$ကိုဘဲ ရေးရမယ်။ position ဆိုရင် Period 3, Group IIIB ဖြစ်ပြီး Valency 3 ဖြစ်တယ်။ type of element ဆိုရင် broken line ရဲ့ ညာဖက်ကပ်လျက်ရှိနေပေမယ့် metal ဖြစ်တယ်။ ဒီဒြပ်စင် Al ကို F & Cl နဲ့ ပေါင်းတဲ့အခါ ionic bond ဖြစ်နိုင်သလို covalent bond လည်းဖြစ်နိုင်တယ်။ ပေါင်းစပ်တဲ့ ဒြပ်စင် ၂ ခု ရဲ့ ဓာတ်မ ဆွဲအားခြားနားခြင်းအပေါ် မူတည်ပါတယ်။ AlF_3 ဟာ ionic compound ဖြစ်ပြီး $AlCl_3$ ဟာ covalent compound ဖြစ်တယ်။ $AlCl_3$ ဟာ electron deficient compound ဖြစ်ပြီး ယင်းတို့ ရဲ့ $\bar{e}$ dot-cross structure ကိုလည်း ရေးတတ်ရမယ်။

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 ပဲဖြစ်တယ်ဆိုတာတွေကို သတိထားရလိမ့်မယ်။ ဘာကြောင့်လည်းဆိုတော့ ionic bond, covalent bond ဖြစ်နိုင်မှုဟာ ပေါင်းစပ်တဲ့ atom နှစ်ခုရဲ့ လျှပ်စစ်ဓာတ်မဆွဲအား ခြားနားမှု (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 လျှပ်စစ်ဓာတ်မဆွဲအား ခြားနားမှုဟာ 1.5 ထက်ကြီးပြီး Al နဲ့ Cl ရဲ့ လျှပ်စစ်ဓာတ်မဆွဲအား ခြားနားမှုဟာ 1.5 ဖြစ်တဲ့အတွက်ကြောင့် ဖြစ်တယ်/ Ionic compounds နဲ့ Covalent compounds တွေရဲ့ ခြားနားချက်တွေကိုလည်း သိထားရမယ်။

Molecule တစ်ခုထဲရှိ atom ပေါ်မှာ lone pair e ရှိပြီး ဒီပစ္စည်းက $\bar{e}$ deficient molecule နဲ့ ပေါင်းစပ်ရင် co-ordinate bond ဖြစ်ကြောင်းသိထားရမယ်။ ဥပမာ - ammonia ရဲ့ nitrogen atom မှာ lone pair $\bar{e}$ ရှိပြီး BF_3 ရဲ့ B atom မှာ e ၈လုံး ပြည့်ဖို့ (၂) လုံး လိုနေတာကြောင့် ယင်းဒြပ်ပေါင်း (၂) ခု ပေါင်းစပ်ရင် nitrogen က lone pair e စုံကို ပေးပြီး အဲဒီ e စုံကို N နဲ့ B တို့ဟာ ဖက်စပ် သုံးစွဲခြင်းအားဖြင့် co-ordinate bond ဖြစ်လာတယ်။ အဲဒီ co-ordinate bond ဟာ special type of covalent bond ဖြစ်ပြီး dative bond လို့လည်း ခေါ်တယ်။

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 အုပ်စုတစ်ခုထဲမှာ အပေါ်မှ အောက်ကို သွားရင် အရွယ်ကြီးလာပြီး အပိုင်းတစ်ခုထဲမှာတော့ ဘယ်ဘက် မှ ညာဘက်သို့သွားရင် အရွယ်ငယ် သွားတာကို တွေ့ရမယ်။ Ionization energy နဲ့ electron affinity ကတော့ atomic size နဲ့ ပြောင်းပြန်ပြောင်းလဲခြင်း ဖြစ်တာကို တွေ့ရတယ်။ period တစ်ခုတည်းမှာ ဘယ်ဘက်မှ ညာဘက်သို့ သွားရင် electropositivity နည်းသွားပြီး electronegativity ကတော့ တိုးလာပါတယ်။

ဒါပေမဲ့ ချွင်းချက်တွေတော့ရှိတယ်။ period number 2 ထဲမှာ Be ရဲ့ ionization energy က B ထက်ငှင်း၊ N ရဲ့ ionization energy ဟာ O ထက်၄င်း၊ များနေရခြင်းကတော့ Be မှာ fully filled 2s sub-shell ရှိပြီး N မှာတော့ half filled 2p sub-shell ရှိနေလို့ပါဘဲ။ ပြီးတော့ Group VII B, halogens တွေထဲမှာ F ရဲ့ electron affinity က Cl ထက်ငယ်နေတဲ့အကြောင်းကတော့ F atom ဟာ အလွန် သေးငယ်တဲ့အတွက် ဝင်လာတဲ့ electron ကို F atom မှာ ရှိပြီးသား electron (9) လုံး က ပြင်းထန်စွာ တွန်းကန်ကြတဲ့ F atom ရဲ့ anomalous behavior ကြောင့်ဖြစ်တယ်။

Periodic table ထဲမှာ ionization energy အနည်းဆုံးအုပ်စု နဲ့ အများဆုံးအုပ်စုရှိသလို electron affinity အနည်းဆုံးအုပ်စုနဲ့ အများဆုံးအုပ်စုလည်းရှိပါတယ်။ Group I A (alkali metals) ဟာ ionization energy ရော electron affinity ပါ အနည်းဆုံးရှိပါတယ်။ Group IA metals တွေရဲ့ အပြင်ဘက်ဆုံးအခွံမှာ electron တစ်လုံးတည်း ရှိနေတာကြောင့် စွမ်းအင်အနည်းဆုံးသုံးပြီး electron ကို လွယ်ကူစွာ ဖယ်ထုတ်နိုင်တဲ့အတွက် ionization energy နည်းပါတယ်။ electron affinity အတွက် ဆိုရင်လည်း အဲဒီ electron တစ်လုံးကို ကောင်းစွာထိန်းချုပ် မထားနိုင်တဲ့အတွက် နောက်ထပ် electron တစ်လုံး ထပ်ထည့်ဖို့ ခက်ခဲတဲ့အတွက် ထွက်ပေါ်လာတဲ့ energy ကနည်းသွားရခြင်း ဖြစ်ပါတယ်။ Group 0 (noble gases) က element တွေဟာ တည်မြဲတဲ့ electron တည်ဆောက်ပုံ ပိုင်ဆိုင်ထားတဲ့အတွက် အပြင်ဆုံး electron တစ်လုံးဖယ်ဖို့ ခက်ပြီး စွမ်းအင်များများသုံးရလို့ ionization energy များရခြင်းဖြစ်တယ်။ Group VII B (halogens) မှ element များမှာတော့ အပြင်ဘက် ဆုံးအခွံမှာ electron (၇)လုံး ရှိကြပါတယ်။ နောက်ထပ် electron တစ်လုံးထပ်ထဲ့လိုက်ရင် noble gases တွေရဲ့ တည်ဆောက် ပုံဖြစ်သွားကြလို့ electron ထည့်ဖို့လွယ်ကူပြီး electron affinity များရခြင်းဖြစ်တယ် ဆိုတာ နားလည်ဖို့ လိုအပ်ပါတယ်။

အခန်း (၂) မှာတော့ ဓာတ်ငွေ့နဲ့သက်ဆိုင်တဲ့နိယာမများကို အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုချက်များအပြင် mathematical expression, mathematical formula/equation, constant terms, measurable quantities နဲ့ units တွေပါ သိထားဖို့လိုအပ်ပါတယ်။ Gas law နဲ့ပတ်သက်တဲ့ ပုစ္ဆာတွေ တွက်တဲ့ အခါမှာလည်း အသုံးပြုရမဲ့ gas law equation နဲ့ unit များကို မှန်ကန်စွာရေးတတ်ဖို့လိုပါတယ်။ unit

များ မလိုအပ်ပါက မထည့်မိဖို့ သတိထားရပါမယ်။ law တွေရဲ့ အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုချက် (သို့) mathematical expression/ formula ပေးပြီး law အမည်ကို ပြန်ရေးတဲ့အခါ အပြည့်အစုံ ဖော်ပြရပါမယ်။ mathematical expression နဲ့ mathematical equation, မတူတာ သေချာစွာ သိထားဖို့ လိုပါတယ်။

ဒီအခန်းမှာ 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။

ဒီအခန်းမှာ ပါတဲ့ gas laws တွေကို စုစည်းပြီး Table 1 မှာ ဖော်ပြထားပါတယ်။

Chapter (3) Stoichiometry ကတော့ law of conservation of mass, relative masses of atoms, the concept of the mole အစရှိတဲ့ ဓာတုနိယာမ၊ စည်းမျဉ်းတွေအပေါ် အခြေခံပြီး ဓာတ်ပြုခြင်း တစ်ခုမှာပါတဲ့ ဓာတ်ပြုပစ္စည်း/ ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းတို့ရဲ့ ပမာဏ၊ ဓာတ်ပြုပစ္စည်း (သို့) ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းတွေရဲ့ formula mass/formula weight, % composition, molecular mass (formula mass), relative molecular mass နဲ့ molar mass တွေကို တွက်ချက်တတ်ရပါမယ်။ ဓာတ်ပစ္စည်း တွေရဲ့ ပမာဏကို mole (သို့) millimole နဲ့တွက်ချက်ခြင်းတို့ကို သိရှိနားလည်ရပါမယ်။ ဓာတ်ပြုခြင်း တစ်ခုမှာ ပါဝင်တဲ့ ဓာတ်ပြုပစ္စည်းများအနက် ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်းအရ လိုအပ်တာထက် နည်းပါးစွာ ပါဝင်နေတဲ့ပစ္စည်းကို limiting substance လို့ခေါ်ပါတယ်။ အဲဒီဓာတ်ပြုခြင်းက ဖြစ်ပေါ်လာတဲ့ ဓာတ်ပစ္စည်းပမာဏဟာ limiting substance ပေါ်မူတည်နေပါတယ်။

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	-	-

Law	Constant factors	Variable factors	Mathematical expression	Mathematical equation
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 ကတော့ ထုထည်တိုင်း ဓာတ်ခွဲခြင်းဖြစ်ပါတယ်။ ဒီအပိုင်းမှာ Burette, Pipette, Conical flask, titration, standardization, molarity, molar solution, equivalence point နဲ့ end point အစရှိတဲ့အသုံးအနှုန်းတွေကို သိရှိထားရပါမယ်။ ပျော်ရည်များကို အသုံးပြုပြီး titration ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် ရရှိလာတဲ့အဖြေပေါ်မူတည်ပြီး ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်းအရ ယင်းပျော်ရည်များရဲ့ ပြင်းအား (molarity) တွက်ချက်ခြင်းတွေ၊ စံပျော်ရည် (ပြင်းအားသိပျော်ရည်) 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 နဲ့ ပြရင်တော့ Volume ကို cm^3 နဲ့ ရေးရမှာဖြစ်တယ်။

Dilution of solution (ပျော်ရည်ရေရောခြင်း) ပုစ္ဆာမျိုးကိုတွက်မယ်ဆိုရင် ယင်းပျော်ရည်ထဲမှာရှိတဲ့ total amount of substance (mole or millimole) မပြောင်းမှု $M_1V_1 = M_2V_2$ နဲ့ တွက်လို့ရပါမယ်။ Titration ပုစ္ဆာတွေတွက်ရင် balanced equation ကို မှန်ကန်အောင် ရေးနိုင်ဖို့ အရေးကြီးပါတယ်။ Chemical formula မှားရင် equation မှားမယ် (သို့) formula မှန်နေပေမဲ့ equation ညီတာ မညီခဲ့ရင် mole ratio မှားပြီး ပုစ္ဆာတစ်ပုဒ်လုံး မှားသွားနိုင်တယ်ဆိုတာ အထူးဂရုစိုက်ရပါမယ်။ Molarity ရှာတဲ့အခါ Molarity ပုံသေနည်းကို မှန်ကန်ပြည့်စုံစွာ ရေးပြီးမှ တွက်ရပါမယ်။

Chapter (4) Electrolysis အခန်းကတော့ ပျော်ရည်အခြေအနေ အမျိုးမျိုးတို့ကို လျှပ်ခေါင်းတိုင် အမျိုးမျိုးပြောင်းပြီး လျှပ်စစ်ဓာတ်ဖြိုခွဲခြင်းတွေကို လေ့လာတဲ့ အကြောင်းအရာဖြစ်ပါတယ်။ ဒီအခန်း မှာ conductor နဲ့ Insulator ခြားနားချက်၊ electrolytes နဲ့ non-electrolytes ခြားနားချက်တွေကို နားလည် သဘောပေါက်ရန်လိုအပ်ပါတယ်။ Conductor ဟာ အခဲအခြေအနေဖြစ်စေ၊ အရည်အခြေအနေဖြစ်စေ၊ လျှပ်ကူးနိုင်တယ်။ metallic lattice ထဲမှာ valence $\bar{e}$ တွေ ရှိလို့

ဖြစ်တယ်။ Cu, Ag တို့ဟာ solid conductor ဖြစ်ပြီး mercury ကတော့ liquid conductor ဖြစ်တယ်။ Insulator ကတော့ metallic lattice မရှိတဲ့အတွက် လျှပ်မကူးနိုင်ဘူး။ ဥပမာ-သစ်သား၊ စက္ကူ၊ ရာဘာ၊ ပလပ်စတစ်၊ ပိတ်စတွေပေါ့။ electrolyte တွေကတော့ electrovalent compound ဖြစ်ပြီး အခဲရည်ပျော် (သို့) ဖျော်ထားသော ပျော်ရည်မှာ ion တွေ ရွေ့လျားလို့လျှပ်ကူးနိုင်တယ်။ ဥပမာ-NaCl အခဲရည်ပျော် နဲ့ မြဃူ ရေပျော်ရည်တွေဖြစ်တယ်။ Non-electrolyte တွေက covalent compound ဖြစ်ပြီး molecule တွေဖြစ်တယ်။ ion တွေ မပါလို့ လျှပ်မကူးနိုင်ဘူး။ ဥပမာ-သကြားပျော်ရည်၊ ယူရီးယားပျော်ရည်တွေ ပေါ့။ နောက်တစ်ချက်သိထားရမှာကတော့ electron flow နဲ့ current flow တွေရဲ့ လားရာဟာ ပြောင်းပြန် ဖြစ်တယ်။ electron flow ရဲ့ လားရာက ဓာတ်မတိုင် မှ ဓာတ်ဖိုတိုင်သို့ စီးသွားမှာဖြစ်ပြီး current flow ကတော့ ဓာတ်ဖိုင်မှ ဓာတ်မတိုင်သို့ ဦးတည်စီးသွားမှာဖြစ်တယ်။

Electrolysis လုပ်ရာမှာ molten salt (အခဲရည်ပျော်) နဲ့ aqueous salt (ဆားပျော်ရည်) ဘယ်လို ကွာခြားသလဲ၊ ဘယ်လိုရလာသလဲဆိုတာ သိထားရပါမယ်။ molten salt မှာ salt မှ ထွက်လာတဲ့ Cation တစ်မျိုး နဲ့ anion တစ်မျိုးစီသာပါပြီး aqueous salt မှာတော့ အဲဒီ ion များအပြင် ရေမှ ထွက်လာတဲ့ H^+ နဲ့ OH^- ions တွေ ပါလာမှာဖြစ်လို့ electrode reaction ရေးရင် ထည့်သွင်း စဉ်းစားရပါမယ်။ ပျော်ရည်အမျိုးမျိုးကို လျှပ်စစ်ဓာတ်ဖြိုခွဲခြင်းမှ ရလာတဲ့ ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းများဟာ electrochemical series မှာရှိတဲ့ သတ္တုများ နဲ့ အုပ်စုများရဲ့တည်နေရာ၊ လျှပ်လိုက်ပစ္စည်းများရဲ့ ပါဝင်ကိန်း၊ လျှပ်ခေါင်း တိုင်များရဲ့ သဘာဝစတဲ့ အချက်များက လွှမ်းမိုးနေကြောင်း သိထားရမယ်။

ဒါမှ Cathode နဲ့ anode reactions များရေးနိုင်ပြီး ဘယ်ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းက Cathode မှထွက်ပြီး ဘယ်ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းက anode မှာထွက်မယ်ဆိုတာ မှန်ကန်စွာ ဆုံးဖြတ်နိုင်ပါမယ်။ ဥပမာ- fused (သို့) molten NaCl ဆိုရင် ရေမပါဘူး။ Na^+ နဲ့ Cl^- ion တွေဘဲရှိတယ်။ ဒါကြောင့် cathode မှာ Na^+ ကပ်တင်ပြီး anode မှ Cl_2 gas ထွက်မယ်။ Dilute NaCl ဆားပျော်ရည် ဖြစ်ရင်တော့ Na^+, Cl^- အပြင် H^+, OH^- တို့ကိုပါ စဉ်းစားရမယ်။ electrochemical series ရဲ့ position အောက်ဖက်ရောက်ရင် discharge ဖြစ်လွယ်လို့ H_2 နဲ့ O_2 gas တွေထွက်မယ်။ Moderately concentrated NaCl solution ကြောင့် Anode မှာ O_2 မထွက်ဘဲ Cl_2 ထွက်မယ်။ Brine ကို Pt or graphite သုံးပြီး electrolysis လုပ်မယ်ဆိုရင်လည်း NaCl ရဲ့ ပြင်းအားများတာကြောင့် concentration effect ရှိတယ်။ Anode မှာ Cl_2 ဘဲထွက်မယ်။ ဒါပေမဲ့ Brine ကို graphite anode နဲ့ mercury cathode ကို သုံးပြီး electrolysis လုပ်ရင်တော့ nature of electrode နဲ့ concentration effect တွေပေါ်မှာမူတည်ပြီး product တွေထွက်မယ်။ (**Table 2**)

Table 2. Factors Influencing Electrolysis Products

Electrolytes & theirs ions	Electrodes	Reactions at		Anode product	Cathode product	Deciding factor
		Anode	Cathode			
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	$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2\,\bar{e}$	$Na^+ + \bar{e} \rightarrow Na$ $Na + Hg \rightarrow Na/Hg$	$Cl_2 \uparrow$	sodium amalgam	Nature of electrode & concentration effects

Faraday's laws တွေကို အသုံးပြုပြီး သတ္တုဒြပ်စင်တွေရဲ့ relative molecular mass ? cathode ပေါ်မှာ ကပ်တင်တဲ့ သတ္တုပမာဏ၊ electrolysis လုပ်နေစဉ် ဖြတ်သန်းတဲ့လျှပ်စစ်ပမာဏ နဲ့ anode မှာ ထွက်လာတဲ့ဓာတ်ငွေ့ထုထည်တွေကို တွက်ယူနိုင်ပါတယ်။

Electroplating လုပ်ငန်းများဖြစ်တဲ့ ကြေးရည်စိမ်ခြင်း၊ ငွေရည်စိမ်ခြင်း နှင့် ခရိုမီယမ်စိမ်ခြင်း တွေမှာ လည်း Faraday's first law သုံးပြီး သတ္တုရည်စိမ်မဲ့ပစ္စည်းပေါ်မှာ ကပ်တင်စေမဲ့သတ္တုပမာဏ၊ လျှပ်စစ်ဖြတ်သန်းစေရမဲ့အချိန်၊ ဖြတ်သန်းရမဲ့လျှပ်စစ်ပမာဏတို့ကို ကြိုတင်တွက်ယူနိုင်ပါတယ်။ ဒါ့အပြင် electroplating (၃) မျိုးမှာ အသုံးပြုထားတဲ့ electrolytes တွေ၊ anode မှာ သုံးတဲ့ metal တွေ၊ electrode reactions တွေကို ဇယား (**Table 3**) နဲ့တကွ ဖော်ပြပေးထားတာကို လေ့လာနိုင်ပါတယ်။ object ကိုတော့ cathode မှာဘဲ ထားရမယ်ဆိုတာ သေသေချာချာ မှတ်သား ထားစေလိုပါတယ်။

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 ဖွင့်ဆိုသတ်မှတ်တာတွေပါပါတယ်။ ဒြပ်စင်တွေ၊ ဒြပ်ပေါင်းတွေနဲ့ ions တွေမှာ ရှိတဲ့ element တွေရဲ့ Oxidation no. တွက်ပုံတွက်နည်းကို လေ့ကျင့်ထားရပါမယ်။ Oxidation no. ရေးရင် သင်္ချာဂဏန်းရဲ့ရှေ့မှာ (+) (-)လက္ခဏာထဲ့ပြီးဖော်ပြရပါမယ်။ Ion တွေရဲ့charge ကိုရေးရင် သင်္ချာဂဏန်းရဲ့နောက်မှာ လက္ခဏာထဲ့ရမယ်။

Oxidizing agent (ဓာတ်တိုးစေသောပစ္စည်း) နဲ့ reducing agent (ဓာတ်လျော့စေသော ပစ္စည်း) ခြားနားချက်တွေကတော့ electron တွေကိုလက်ခံတဲ့ပစ္စည်းဟာ Oxidizing agent ဖြစ်ပြီး electron ထုတ်ပေးတဲ့ပစ္စည်းက reducing agent ဖြစ်တယ်။ တစ်ခြားပစ္စည်းများကို ဓာတ်တိုးစေပြီး ကိုယ်တိုင် ဓာတ်လျော့ရင် Oxidizing agent ဖြစ်တယ် (ဥပမာ-၁၃)။ တစ်ခြားပစ္စည်းများကို ဓာတ်လျော့စေပြီး ကိုယ်တိုင်ဓာတ်တိုးရင် reducing agent ဖြစ်တယ်။

Redox reaction တွေမှာ reducing agent ရှိ $\bar{e}$ တွေက oxidizing agent ဆီသို့ ကူးပြောင်း သွားတာ ကို သဘောပေါက်နားလည်ရမယ်။

Chapter (4) Electrolysis အခန်းမှာ တွေ့ခဲ့ရတဲ့ Electrolytic process တွေမှာ Redox reaction တွေ ပါဝင်နေတယ်။ ဓာတ်ဖို ion တွေက cathode မှာ ဓာတ်လျော့ခြင်း ဖြစ်ပေါ်ကြပြီးတော့ ဓာတ်မ ion တွေက anode မှာ ဓာတ်တိုးခြင်းဖြစ်တယ် ဆိုတာ ရှင်းရှင်းလင်းလင်းသိထားမှ electrode တွေပေါ်မှာ ဖြစ်ပေါ်တဲ့ half-reaction တွေကို မှန်မှန်ကန်ကန် ရေးနိုင်မှာဖြစ်တယ်။

ဓာတ်တိုးဓာတ်လျော့ညီမျှခြင်းညှိရာမှာ ညှိပုံ (၂)မျိုး oxidation number method နဲ့ half-reaction method ရှိပါတယ်။ မေးခွန်းမှာ ဘယ်နည်းနဲ့မေးမေး၊ အဆင့်ဆင့်ဖြေဆိုနိုင်အောင်

လေ့ကျင့်ထားဖို့ လိုပါတယ်။ oxidation no. method နဲ့ဖြေမယ်ဆိုရင် ပေးထားတဲ့ ညီမျှခြင်းမှာပါတဲ့ ဓာတ်တိုး ဓာတ်လျှော့ဖြစ်တဲ့ element (သို့) ion များအပေါ်မှာ element/atom တစ်လုံးရဲ့ oxidation no. ကို ဖော်ပြခြင်း၊ oxidize (- e) / reduce (+e) ရေးခြင်း၊ $\bar{e}$ transfer အရေအတွက် (oxidation ဖြစ်တဲ့ atom အတွက် electron ဆုံးရှုံးမှု နဲ့ reduction ဖြစ်တဲ့ atom က $\bar{e}$ ရရှိမှု) တွေကို မှန်မှန်ကန်ကန် ရေးပေးရပါမယ်။ oxidation no. ကို သက်ဆိုင်ရာအက်တမ်ရဲ့အပေါ်မှာဘဲ ရေးဖို့၊ ခဲတံနဲ့ မရေးမိဖို့လည်း သတိပြုရပါမယ်။

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 ဓာတ်ပြုနှုန်းနဲ့ ဓာတ်ပြုမျှခြေ ဆိုင်ရာအကြောင်းအရာတွေ ပါပါတယ်။ ဓာတ်ပြုနှုန်းဆိုတာ အချိန်တစ်ယူနစ်အတွင်း ဓာတ်ပြုပစ္စည်း (သို့) ဓာတ်ဖြစ်ပစ္စည်းများရဲ့ ပြောင်းလဲခြင်းဖြစ်တယ်။ ဓာတ်ပြုနှုန်းနှေးရင် အချိန်ကြာပြီး ဓာတ်ပြုနှုန်းမြန်ရင် အချိန်တိုပါတယ်။ ဒါကြောင့် ဓာတ်ပြုနှုန်းဟာ အချိန်နဲ့ပြောင်းပြန် အချိုးကျတယ်။ လုံလောက်တဲ့ စွမ်းအင်နဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းဖြစ်စေမဲ့ သင့်လျော်တဲ့အနေအထားမှာ ဓာတ်ပြုပစ္စည်းများ အချင်းချင်း ထိတိုက်မှု အကြိမ်များလေလေ ဓာတ်ပြုနှုန်းမြန်လေလေဖြစ်တယ်။

ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုရဲ့ မြန်ခြင်း၊ နှေးခြင်းအပေါ် သက်ရောက်တဲ့အချက်(၆)ချက် ရှိတယ်။ ဓာတ်ပြုပစ္စည်းများရဲ့ ပါဝင်ကိန်း၊ ဖိအား၊ အပူချိန်၊ ဓာတ်ကူပစ္စည်းများ၊ ရောင်ခြည် နဲ့ ဓာတ်ပြုပစ္စည်းများရဲ့ မျက်နှာပြင်ရေိယာတို့ 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 ကို ribbon အစား powder သုံးရင် ဓာတ်ပြုနှုန်းမြန်တာ တွေ့ရပါမယ်။ ဒါက effect of surface area of reactants ဖြစ်ပါတယ်။

Effect of pressure ကတော့ ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုထဲရှိ ဓာတ်ငွေ့များ နဲ့သာ သက်ဆိုင်တယ်။ Solids, liquids နဲ့ aqueous solutions များပါဝင်ခဲ့ရင် ဖိအားသက်ရောက်မှုမရှိနိုင်ပါ။ သံစလေးတွေဟာ oxygen ၂၀% သာပါတဲ့လေထဲမှာ ဖြေညင်းစွာလောင်ကျွမ်းပြီး pure oxygen မှာတော့ မီးပွားများထွက်ပြီး ပြင်းထန်စွာ လောင်ကျွမ်းတာကို တွေ့ရပါတယ်။ oxygen ပါဝင်မှု များလေလေ ယင်းဓာတ်ငွေ့ ရဲ့ ဖိအား လည်း များလေလေဖြစ်ပြီး ဓာတ်ပြုနှုန်းလည်း မြန်လာတယ်။

Effect of temperature မှာတော့ ဓာတ်ပြုခြင်းများဟာ နိမ့်တဲ့အပူချိန်ထက် မြင့်တဲ့အပူချိန်မှာ လျင်မြန်စွာ ဓာတ်ပြုနိုင်ကြတယ်။ ဒါကြောင့် ရေခဲသေတ္တာထဲမှာ သိမ်းဆည်းထားတဲ့ အစားအစာတွေ ဟာ အခန်းအပူချိန်မှာ ထားတဲ့ အစားအစာတွေထက် ပုပ်သိုးပျက်စီးမှုနှေးတာကိုတွေ့နိုင်ပါတယ်။ အပူချိန် ၁၀ ဒီဂရီ မြင့်လာရင် ဓာတ်ပြုနှုန်းဟာ ၂ဆ ပိုမြန်လာတယ်လို့ဆိုပါတယ်။

Effect of catalysts မှာ positive catalysts နဲ့ negative catalysts (၂)မျိုးရှိတယ်။ H_2O_2 ကို MnO_2 အပေါ်တစ်စက်ချင်းချလိုက်ရုံနဲ့ရေ နဲ့ အောက်ဆီဂျင်အဖြစ်အမြန်ဆုံးပြိုကွဲသွားနိုင်လို့ MnO_2 ဟာ positive catalyst ဖြစ်တယ်။ ဒါပေမဲ့ glycerine ကတော့ H_2O_2 ပြိုကွဲနှုန်းကို နှေးစေလို့ negative catalyst ဖြစ်တယ်။

Enzyme (biocatalyst) ကို သက်ရှိများရဲ့ တစ်ရှူးများမှာတွေ့ရတယ်။ အစာခြေအင်ဇိုင်းများ ဖြစ်တဲ့ တံတွေးထဲမှ ptylalin နဲ့ အစာအိမ်အရည်ထဲမှ pepsin enzymes တွေဟာ starch နဲ့ proteins တို့ လို မော်လီကျူးကြီးတွေကို ခန္ဓာကိုယ်ဆဲလ်များမှ အသုံးပြုနိုင်တဲ့ sugar လို သေးငယ်တဲ့ မော်လီကျူးများအဖြစ် ခြေဖျက်ရာမှာ လျင်မြန်စေတဲ့အတွက် ယင်းအင်ဇိုင်းများဟာ positive catalysts များဖြစ်ကြတယ်။

Effect of radiation ကို ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ချို့မှာ တွေ့နိုင်ပါတယ်။ H_2 နဲ့ Cl_2 gas တို့ဟာ တောက်ပတဲ့ နေရောင်အောက်မှာ ပြင်းထန်စွာပေါက်ကွဲပြီးဓာတ်ပြုနိုင်တယ်။ အလင်းရောင်စုပ်ယူပြီးမှ ဖြစ်တဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းကို photochemical reaction လို့ခေါ်ပါတယ်။

ဓာတ်ပြုမျှခြေ (equilibrium) နှင့် ပတ်သက်ပြီးသိထားရမှာတွေ ရှိတယ်။ ဓာတ်ပြုခြင်း တစ်ခု မျှခြေရောက်ဖို့ ဒီဓာတ်ပြုခြင်းဟာ အပြန်အလှန်ဓာတ်ပြုခြင်းအမျိုးအစားဖြစ်ရပါမယ်။ Reversible reaction မှာ ရှေ့သို့ဓာတ်ပြုခြင်း (forward reaction) ဆိုတာ product ဖြစ်တဲ့ဖက်၊ ညာဖက်သို့ သွားခြင်း ဖြစ်တယ်။ ရှေ့သွားဓာတ်ပြုခြင်းနဲ့ဆန့်ကျင်ဘက်သွားတဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းကို reverse reaction လို့ ခေါ်တယ်။ product တွေပြန်ပြိုကွဲပြီး reactant ပြန်ဖြစ်သွားတာပါ။ မျှခြေရောက်ပြီဆိုရင်တော့ ဓာတ်ပြုခြင်း (၂) ခုလုံးရဲ့ ဓာတ်ပြုနှုန်းကတူသွားပြီး ပါဝင်ပစ္စည်းများရဲ့ ပါဝင်ကိန်းတွေ မပြောင်း တော့ပါဘူး။ ဒါပေမဲ့ reaction က ရပ်သွားတာမဟုတ်ဘဲ ရှေ့သို့ နဲ့ နောက်ပြန်ဓာတ်ပြုခြင်း တွေ ဖြစ်နေဆဲဘဲ။ ဒါကို dynamic equilibrium လို့ခေါ်တယ်။ ဒီ dynamic equilibrium အပေါ် သက်ရောက်မှုတွေ ပေးလိုက်ရင် မျှခြေလားရာ ပြောင်းလဲပုံကို LeChatelier's principle က

ဖော်ပြထားတယ်။ ဒီမျှခြေကိုပျက်စီးစေတဲ့ သက်ရောက်မှု (၃)ခု ရှိပါတယ်။ temperature, pressure နဲ့ concentration တို့ပဲ ဖြစ်ပါတယ်။

မျှခြေကို ရောက်နေတဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုမှာ အပူချိန်မြှင့်လိုက်ရင် အပူစုပ်တဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းကို ဦးစားပေး ဖြစ်ပြီး မျှခြေယာယီပျက်သွားပါတယ်။

ထို့နည်းတူပဲ ဖိအားမြှင့်ပေးခဲ့ရင် ဓာတ်ငွေ့ပါတဲ့ဓာတ်ပြုခြင်းတွေမှာ Boyle's law အရ ထုထည်ကျုံ့တဲ့ ဖက်ကို ဦးတည်ပြီး ဓာတ်ပြုခြင်းဖြစ်ကာ မျှခြေယာယီပျက်သွားပါတယ်။ ဓာတ်ငွေ့ reactant နဲ့ product တွေရဲ့ mole (သို့) volume တူရင် ဖိအားသက်ရောက်မှု မရှိပါဘူး။ LeChatelier's principle နဲ့ ပတ်သက်တဲ့ ပုစ္ဆာတွေကိုလည်း လေ့ကျင့်ထားဖို့လိုပါတယ်။

ပါဝင်ပစ္စည်းများဖြစ်တဲ့ reactant နဲ့ product တွေရဲ့ပါဝင်ကိန်းတွေကို ပြောင်းပေးရင် ပါဝင်ကိန်းများတဲ့ဖက်မှ နည်းတဲ့ဖက်ကို ဦးတည်ပြီး မျှခြေယာယီပျက်သွားပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ တစ်ချိန်ချိန်မှာ မျှခြေကို ပြန်ပြီးရောက်သွားပါတယ်။ ဒါကြောင့် reversible reaction တွေဟာ အချိန်ဘယ်လောက် ကြာကြာ ဓာတ်ပြုပစ္စည်းကုန်ဆုံးသွားတာမျိုးမရှိပါဘူး။

Chapter (7) မှာတော့ ဓာတ်ပြုခြင်းများနဲ့ သက်ဆိုင်တဲ့ အပူပြောင်းလဲခြင်းတွေကို ဖော်ပြထားပါတယ်။ Energy အမျိုးအစားများနဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုဖြစ်ပေါ်ရင် အပူထွက်ခြင်း (သို့) အပူစုပ်ခြင်း အကြောင်းတွေကို တွေ့ရပါမယ်။ ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုဖြစ်လို့ ပတ်ဝန်းကျင်ကို အပူတွေ ထွက်လာရင် exothermic reaction လို့ခေါ်ပြီး အပူပြောင်းလဲခြင်း ΔH^{θ} တန်ဖိုးကို အနုတ်လက္ခဏာ နဲ့ ဖော်ပြရတယ်။ အကယ်၍ ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုဖြစ်ဖို့ ပတ်ဝန်းကျင်မှ အပူကို စုပ်ယူရရင် Endothermic reaction လို့ခေါ်ပြီး ΔH^{θ} တန်ဖိုးကို အပေါင်းလက္ခဏာ နဲ့ ပြရပါမယ်။

ဓာတ်ပြုခြင်းတစ်ခုဖြစ်ပေါ်တဲ့အခါ အပူစုပ်ခြင်း (သို့) အပူထွက်ခြင်းကို constant temperature မှာ လေ့လာခဲ့ရင် Enthalpy change ΔH လို့သတ်မှတ်တယ်။ အကယ်၍ standard temperature နဲ့ standard pressure မှာလေ့လာမယ်ဆိုရင် Standard enthalpy change ΔH^{θ} ဖြစ်တယ်ဆိုတာ သတိပြုရပါမယ်။ Thermochemical equations တွေ ရေးသားတဲ့အခါမှာ ဓာတ်ပစ္စည်းတွေရဲ့ အပူပြောင်းလဲခြင်း (အပေါင်း (သို့) အနုတ်လက္ခဏာ) များ၊ physical states တွေကို ထည့်ပေးဖို့ လိုအပ်ပါတယ်။

ဓာတ်ပြုခြင်းအမျိုးမျိုးမှရလာတဲ့ heat change တွေမှာ heat of combustion, heat of formation of a compound နဲ့ heat of neutralization ဆိုပြီး (၃) မျိုးရှိပါတယ်။ ယင်းတို့ရဲ့ symbol

တွေ၊ ΔH^{θ} တန်ဖိုးကို (+) (သို့) (-) လက္ခဏာဖော်ပြခြင်းတွေ၊ unit တွေကို ခွဲခြားပြီး မှတ်သားထားရပါမယ်။ Hess's law ပုစ္ဆာ တွေနဲ့ပတ်သက်ပြီး သတိထားရမဲ့အချက်တွေကတော့ ပေးထားချက်နဲ့ နောက်ဆုံးအဖြေဟာ heat of formation လား (သို့) heat of combustion လားဆိုတာ မေးခွန်းကို သေသေချာချာဖတ်ပြီးမှ ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်းရေးခြင်း၊ ညှိခြင်း၊ ΔH^{θ} တန်ဖိုးများရေးခြင်းတို့ လုပ်ရပါမယ်။ physical sate, heat change ရဲ့ လက္ခဏာတွေနဲ့ unit များကို ပြည့်ပြည့်စုံစုံထည့်သွင်း ဖော်ပြရပါမယ်။ heat of combustion ဖြစ်တဲ့ compound က 1 mole သာဖြစ်ရမယ်။ heat of formation ဖြစ်တဲ့ compound ကလည်း 1 mole ဖြစ်တဲ့အပြင် ယင်း compound မှာပါတဲ့ elements တွေသာ ပေါင်းပြီး ဓာတ်ပြုရမယ်ဆိုတာတွေကို သတိပြုရပါမယ်။

Heat of combustion နဲ့ heat of formation တွေအတွက် unit က $kJmol^{-1}$ ဖြစ်ပြီး heat of formation ကို သင်္ကေတ $\Delta H^{\theta}{}_{f}$ နဲ့ဖော်ပြရမယ်။ ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်းများကို မြှောက်ဖော်ကိန်းတစ်ခုခုနဲ့ မြှောက်လိုက်ရင် unit ဟာ kJ ဖြစ်သွားပြီး မူလအပူတန်ဖိုးပြောင်းလဲသွားပါမယ်။ ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်းများကို ပြောင်းပြန်ရေးလိုက်ရင်လည်း heat change ရဲ့ unit မှာ kJ ဖြစ်ပြီး လက္ခဏာပါ ပြောင်းပေးရပါမယ်။

နောက်ဆုံးအဖြေမှာ heat of combustion ဆိုရင် သင်္ကေတက ΔH^{θ} နဲ့ heat of formation ဆိုရင် သင်္ကေတဟာ $\Delta H^{\theta}{}_{f}$ ဖြစ်ပါတယ်။ unit တွေမှာ $kJmol^{-1}$ ဖြစ်ရပါမယ်။ heat change ပါတဲ့ thermochemical equation ပေးပြီး ယင်း equation ရှိ substance တွေရဲ့ mass ကို မေးတဲ့ ပုစ္ဆာတွေကိုလည်း လေ့လာထားရပါမယ်။

Chapter (8) some important metals and their compunds နဲ့ Chapter (9) Metal reactivity ကတော့ metallurgy (သတ္တုဗေဒ) နဲ့ ပတ်သက်တဲ့အခန်းတွေဖြစ်တယ်။ Metal တွေကို သက်ဆိုင်ရာ သတ္တုရိုင်းများမှ ထုတ်ပုံ၊ metal တွေရဲ့ reactivity ပေါ်မူတည်ပြီး ဘယ်သတ္တုတွေကို electrolysis နည်းနဲ့ထုတ်မယ်၊ ဘယ်သတ္တုတွေကို reduction နည်းနဲ့ထုတ်မယ်၊ ဘယ်သတ္တုတွေကို သဘာဝအတိုင်း ထုတ်နိုင်တယ်ဆိုတာကို လေ့လာထားရပါမယ်။

သတ္တုတွေနဲ့ အက်ဆစ်၊ လေ (အောက်ဆီဂျင်)၊ ရေ၊ ရေငွေ့တို့နဲ့ ဓာတ်ပြုနိုင်စွမ်းသတ္တိတွေကို ဖော်ပြထားတဲ့ reactivity series ကိုလည်း သေသေချာချာသိထားရပါမယ်။ သတ္တုရိုင်းတွေနဲ့ သတ္တုရိုင်း ထဲမှာ အများဆုံးပါတဲ့ ဒြပ်ပေါင်းတွေရဲ့ အမည်တွေ၊ Chemical formula ၊ သတ္တုရိုင်းမှ သတ္တု ထုတ်ဖော်ပုံ၊ ယင်းသတ္တုများပါတဲ့ ဒြပ်ပေါင်းထုတ်ဖော်ပုံ၊ ယင်းတို့ရဲ့ အသုံးပြုပုံတွေအပြင် ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်းတွေကိုလည်း လေ့လာထားရမှာ ဖြစ်ပါတယ်။

Steel အမျိုးအစား (၅) မျိုး၊ alloys (သတ္တုစပ်များ) နဲ့ ယင်းတို့ရဲ့ composition တွေ၊ properties တွေ နဲ့ အသုံးဝင်ပုံတွေကိုလည်း သေသေချာချာသိဖို့လိုပါတယ်။ ပြီးတော့ သံချေး တက်ခြင်း အကြောင်းနဲ့သံချေးတက်ခြင်းကို ကာကွယ်ခြင်း၊ recycling metals (Al & Fe) အကြောင်း တွေကို လေ့လာထားဖို့လိုပါတယ်။

အခန်း (၁၀)၊ (၁၁)၊ (၁၂) မှာတော့ nitrogen ဆိုင်ရာ (N_2, NH_3, , NO, N_2O, NO_2) တို့ရဲ့ ဓာတ်ခွဲခန်းဓာတ်ငွေ့ထုတ်ဖော်ပုံ၊ sulphur နဲ့ သက်ဆိုင်တဲ့ (H_2S, SO_2) ဓာတ်ငွေ့ထုတ်ဖော်ပုံ၊ halogen များဖြစ်တဲ့ Cl_2, Br_2, I_2 ထုတ်ဖော်ပုံတွေအပြင်၊ ammonia, nitric acid, sulphuric acid, mining sulphur, chlorine အမြောက်အမြားထုတ်ဖော်ပုံ တွေကို သိရှိထားရမယ်။ ဓာတ်ခွဲခန်းမှာ ဓာတ်ငွေ့ ထုတ်ဖော်ပုံတွေမှာ အညွှန်းမှန်ကန်ပြည့်စုံတဲ့ပုံ၊ မှန်ကန်တဲ့စာသားညီမျှခြင်း နဲ့ သင်္ကေတ ညီမျှခြင်း၊ မှန်ကန်တဲ့ ဓာတ်ပြုပစ္စည်းများ နဲ့ ဓာတ်ပြုအခြေအနေ၊ ဓာတ်ငွေ့စုဆောင်းပုံ၊ ဓာတ်ငွေ့ပြည့်/မပြည့် စမ်းသပ်နည်း၊ လိုအပ်လျှင် ဓာတ်ငွေ့ကိုခြောက်သွေ့အောင် ပြုလုပ်နည်းတို့နဲ့တကွ လေ့လာကျက်မှတ်ထားရမှာ ဖြစ်ပါတယ်။

ဓာတ်ငွေ့စုဆောင်းတဲ့နည်းတွေကိုလည်း သက်ဆိုင်ရာဓာတ်ငွေ့တွေရဲ့ ရုပ်ဂုဏ်သတ္တိတွေနဲ့ ယှဉ်တွဲပြီး မှတ်ထားရပါမယ်။ ထုတ်ယူမဲ့ဓာတ်ငွေ့ဟာ အက်ဆစ်ဂုဏ်သတ္တိရှိလား၊ ဗေ့စ်ဂုဏ်သတ္တိ ရှိလား၊ ဂုဏ်မဲ့လား၊ ပျော်ဝင်သတ္တိဘယ်လိုရှိသလဲ၊ လေထက်လေးသလား၊ ပေါ့သလားစတဲ့ ဂုဏ်သတ္တိ တွေနဲ့ စဉ်းစားဆုံးဖြတ်ပြီးမှ ဓာတ်ငွေ့စုဆောင်းနည်းကို မှန်ကန်စွာရေးရပါမယ်။

ဓာတ်ခွဲခန်းထဲမှာ bromine ထုတ်ဖော်ခြင်းမှာ အရည်အဖြစ် စုဆောင်းလိုတာကြောင့် ရီတော့ ပေါင်းအိုးကို သုံးရခြင်းဖြစ်ပါတယ်။ nitrogen, sulphur, halogen တွေနဲ့ဆိုင်တဲ့ဒြပ်ပေါင်းတို့ရဲ့ ရုပ်ဂုဏ်သတ္တိ၊ ဓာတ်ဂုဏ်သတ္တိ နဲ့ အသုံးဝင်ပုံတွေကိုလည်း သိမှတ်ထားဖို့လိုပါတယ်။ ဒါ့အပြင် Anion များ ဖြစ်တဲ့ nitrate, sulphate အစရှိတဲ့ဆားများရဲ့ စမ်းသပ်ချက်တွေကိုလည်း သိရှိလေ့လာ ထားရပါမယ်။

Chapter (13) Acids, Bases and their Neutralization မှာတော့ အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ချက်အမျိုးမျိုး၊ proton ပါဝင်မှုပေါ် အခြေခံတဲ့ strong acid နဲ့ weak acid ၊ pure acid ပါဝင်မှု (သို့) solvent ပါဝင်မှုပေါ်အခြေခံတဲ့ concentrated acid နဲ့ dilute acid တို့ရဲ့ခြားနားမှု၊ conjugate acids နဲ့ conjugate bases တို့ကို Bronsted & Lowry theory အရ ခွဲခြားသတ်မှတ်ခြင်းတို့ ပါဝင်ပါတယ်။ Ionic product of water (K_w) ရဲ့ mathematical expression, numerical value တို့ကို သိထားရ

ပါမယ်။ အပူချိန်တစ်ခုမှာ K_w တန်ဖိုးကိန်းသေဖြစ်တယ်။ အပူချိန်ပြောင်းရင် K_w တန်ဖိုးပြောင်းတယ်ဆိုတာ လည်းသိရမယ်။

ပျော်ရည်တစ်ခုဟာ အက်ဆစ်လား၊ ဗေ့ဒ်လားခွဲဖို့ 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 ပြင်းအားကို K_a/pK_a နဲ့ ပြနိုင်သလို Base / alkali ပျော်ရည်တွေရဲ့ပြင်းအားကို K_b/pK_b နဲ့ ဖော်ပြနိုင်ပါတယ်။ ပျော်ရည်တစ်ခုထဲမှာ $[H^+]$ များမယ်၊ K_a တန်ဖိုးကြီးပြီး၊ pK_a တန်ဖိုးငယ်နေရင် acid strength ကောင်းပြီးတော့ $[H^+]$ နည်းမယ်၊ K_a တန်ဖိုးငယ်ပြီး၊ pK_a တန်ဖိုးကြီးနေရင် acid strength နည်းမယ်ဆိုတာ နားလည်သဘောပေါက်ဖို့ လိုပါတယ်။

ဆားအမျိုးအစား (၄) မျိုးဖြစ်တဲ့ အားပြင်းအက်ဆစ် နဲ့ အားပြင်းဗေ့စ်၊ အားပြင်းအက်ဆစ် နဲ့ အားပျော့ဗေ့စ်၊ အားပျော့အက်ဆစ် နဲ့ အားပြင်းဗေ့စ်၊ အားပျော့အက်ဆစ်နဲ့ အားပျော့ဗေ့စ်တို့ရဲ့ ဆားတွေ ရေသွင်းဖြိုခွဲခြင်းဖြစ်တဲ့အခါ pH တန်ဖိုး မတူညီရတဲ့အကြောင်းရင်းတွေကို ဆားနမူနာတွေ ရေးပေးပြီး အကျိုးအကြောင်းဆက်စပ်ဖြေရှင်းတတ်ဖို့လိုပါတယ်။

Buffer solution နဲ့ ပတ်သက်တဲ့ အဓိပ္ပါယ်သတ်မှတ်ချက်၊ examples နဲ့ ပုစ္ဆာတွေကို မှန်ကန်စွာ ရေးနိုင်၊ တွက်နိုင်ဖို့လိုပါတယ်။ Buffer ပျော်ရည်များက acid (or) base အနည်းငယ်ထည့်ပေမဲ့ ပျော်ရည်တစ်ခုရဲ့ pH ကို ဘာကြောင့်မပြောင်းလဲအောင် ထိန်းထားနိုင်သလဲဆိုတဲ့ ရှင်းလင်းချက်ကို သိထားဖို့လိုပါတယ်။ Buffer ပျော်ရည် ပုစ္ဆာတွက်တဲ့အခါ အက်ဆစ်ပျော့တွေရဲ့ ပြိုကွဲမှုကို အပြန်အလှန် ညီမျှခြင်း၊ 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 မလိုအပ်ခြင်းအစရှိတာတွေကို သတိပြုရပါမယ်။ acid, base တွေရဲ့ pH, pOH, $[H^+]$, $[OH^-]$ ရှာတဲ့ ပုစ္ဆာတွက်တွေကိုလည်း 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၊ ယင်းတို့ရဲ့ trivial နဲ့ IUPAC system ဖြင့် အမည်ပေးပုံ၊ H/C ဒြပ်ပေါင်းတွေရဲ့ ဓာတ်ခွဲခန်းထုတ်ယူနည်းများနဲ့ ယင်းတို့ရဲ့ဂုဏ်သတ္တိတွေကို လေ့လာထားရမယ်။ ယင်းဒြပ်ပေါင်းများရဲ့ ထုတ်ယူနည်း နဲ့ ဂုဏ်သတ္တိတွေထဲပါတဲ့ အမည်ရှိ ဓာတ်ပြုခြင်းတွေ၊ ဒြပ်ပေါင်း တစ်ခုမှတစ်ခု ပြောင်းလဲခြင်း၊ ဥာဏ်စမ်းပုစ္ဆာ၊ ခွဲခြားခြင်းတွေကို သေသေချာချာ လေ့ကျင့်ထားရမယ်။ ခွဲခြားခြင်းတွေမှာတော့ alkane & alkene, alkane & alkyne, alkene &

alkyne, alkynes အချင်းချင်းခွဲခြားတတ်အောင်၊ ခွဲခြားရာမှာ မျက်စိဖြင့်မြင်ရပြီး သိသာထင်ရှားတဲ့ အရောင်ပြောင်းလဲမှု၊ အနည်ကျမှုတို့ပါတဲ့ ဓာတ်ပြုခြင်းတွေကိုသာ အသုံးပြုရပါမယ်။

နောက်ထပ် သတိပြုရမဲ့ အချက်ကတော့ ဓာတ်ပြုညီမျှခြင်းများကို ရေးရင် အော်ဂဲနစ်ဒြပ်ပေါင်းများရဲ့ အမည်၊ ဓာတ်ပြုအခြေအနေအပြည့်အစုံထည့်ရေးပေးဖို့လိုအပ်ပါတယ်။

Petroleum industry and petrochemicals အကြောင်းနဲ့ပတ်သက်ပြီး non-renewable energy များဖြစ်တဲ့ fossil fuels (crude oil, natural gas, coal) ဖြစ်ပေါ်ပုံတွေ၊ renewable energy များရစေနိုင်တဲ့ biodiesel & biogas, crude oil ကို fractional distillation နည်းစဉ်ဖြင့် သန့်စင်ခြင်း၊ ယင်းနည်းစဉ်ဖြင့်ရလာတဲ့ H/Cs တွေနဲ့ ယင်းတို့ရဲ့အသုံးဝင်ပုံ၊ kerosence, diesel တို့ကို catalytic cracking နည်းစဉ်သုံးပြီး gasoline အဖြစ်ပြောင်းလဲနိုင်ပုံ၊ gasoline (liquid fuel) ရဲ့ flash point နဲ့ ignition temperature ခြားနားချက်တွေကို သိထားဖို့လိုပါတယ်။

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 နဲ့ကျောက်မီးသွေးမှ ရနိုင်တဲ့ chemicals တွေအကြောင်း၊ အဲဒီ Chemical တွေရဲ့အသုံးဝင်ပုံ၊ 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 ဆိုတဲ့လူနေမှုဘဝ နဲ့ ဓာတုဗေဒဘာသာရပ်တို့ ဆက်သွယ်နေပုံကို လေ့လာတဲ့အခန်းမှာတော့ အပင်တွေကြီးထွားဖို့လိုအပ်နေတဲ့ elements အကြောင်းတွေ၊ အပင်တွေအသက်ရှင်နေနိုင်ဖို့လိုအပ်တဲ့ သကြားဓာတ်ကို photosynthesis မှရရှိပုံ၊ သဘာဝ မြေသြဇာနဲ့ ဓာတ်မြေသြဇာတို့ဟာ အပင်တွေရဲ့ အသီး၊ အပွင့်၊ အရွက်ကြီးထွားမှုကို အားပေးပုံ၊ insecticides အမျိုးအစားတွေ နဲ့ အပင်ကြီးထွားမှုကိုအားပေးတဲ့ growth substances တွေအပြင် cement ထုတ်ဖော်ပုံအဆင့်ဆင့်၊ cement ထုတ်ဖော်ရာမှာ သုံးတဲ့ကုန်ကြမ်းပစ္စည်းတွေ၊ Plaster of Paris မှာ ပါတဲ့ composition၊ ထုတ်ဖော်ပုံ နဲ့ ဂုဏ်သတ္တိတွေ၊ ပင်လယ်ရေထဲမှာ ပါဝင်တဲ့ ဆားများနဲ့ပင်လယ်ရေမှ ဆားထုတ်ဖော်နည်းများအကြောင်းတွေ ပါဝင်ပါတယ်။

ဒါ့အပြင် plastics and polymers အပိုင်းမှာတော့ natural polymers နဲ့ synthetic polymers တွေ၊ မျိုးတူတဲ့ monomer အချင်းချင်းပေါင်းပြီး homopolymer (သို့) addition polymer ဖြစ်ပေါ်လာပုံ၊ မျိုးမတူ တဲ့ monomers အချင်းချင်းပေါင်းပြီး copolymer (သို့) condensation

polymer ဖြစ် ပေါ်လာပုံတွေ၊ 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၊ addition နဲ့ condensation polymer တွေရဲ့ ဂုဏ်သတ္တိ နဲ့ အသုံးပြုပုံတွေ (**Table 4**) အပြင် Thermoplastic နဲ့ Thermosetting polymer တွေကို ပြန်လည်အသုံးချတဲ့ နည်းတွေကိုလည်း လေ့လာမှတ်သားထားဖို့ လိုပါတယ်။ ဒါ့အပြင် ဆပ်ပြာချက်ခြင်း၊ soapless detergent နဲ့ ယင်းတို့ရဲ့ ချေးချွတ်နိုင်စွမ်းသတ္တိတွေကို တည်ဆောက်ပုံများနဲ့တကွ ရှင်းလင်းထားတာတွေကို သိရှိထားသင့်ပါတယ်။

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 လေ့လာကျက်မှတ်ရမယ့်အကြောင်းအရာ နဲ့ သတိပြုရမယ့် အချက် တွေကို အသေးစိတ်ဆွေးနွေးပေးပြီး ဖြစ်တဲ့အတွက် တပည့်တို့အနေနဲ့ ဘယ်လိုလေ့လာ ကျက်မှတ် သင့်တယ်ဆိုတာ သဘောပေါက်ပြီထင်ပါတယ်။ ဒါကြောင့် chapter တစ်ခုချင်း အသေးစိတ် နှံ့နှံ့ စပ်စပ်ကျက်မှတ်ဖို့၊ ကျိုးကြောင်းဆက်စပ်တွေးခေါ်တတ်ဖို့လိုအပ်တဲ့အပြင် ဖတ်စာ အုပ်မှာပါတဲ့ ပုစ္ဆာတွေ၊ မေးခွန်းဟောင်းတွေကိုပါ လေ့ကျင့်ထားဖို့လိုပါတယ်။ ထပ်မံ သတိပေးလိုတာ ကတော့ ပုစ္ဆာတွက်တဲ့အခါ လိုအပ်တဲ့နေရာတွေမှာ unit များထည့်ဖို့၊ အပုဒ်တိုင်း ရဲ့ သက်ဆိုင်ရာ မေးခွန်းပုစ္ဆာ နံပါတ်ကို ဖော်ပြရေးသားပေးဖို့ သတိပြုရပါမယ်။ အထူးသတိပြုရမယ့်အချက်ကတော့ မေးခွန်း နံပါတ် (၁) မှ (၆) အထိဟာ လုံးဝရွေးချယ်ခွင့် မရှိတဲ့အတွက် အမှတ်များများလိုချင်ရင် အခန်း (၁၅) ခန်းလုံးကို နှံ့နှံ့စပ်စပ်သိထားဖို့ လိုပါတယ်။

ကျောင်းသား/ကျောင်းသူများအနေနဲ့ ဆရာ၊ ဆရာမများရဲ့ သင်ကြားပြသမှု နဲ့ မိမိတို့ရဲ့ ကြိုးစားအားထုတ်မှုတွေကို ပေါင်းစပ်ပြီး အခု ဆွေးနွေးပေးလိုက်တဲ့ ဆွေးနွေးချက်အတိုင်း လေ့ကျင့် သွားကြပါလို့ တိုက်တွန်းလိုပါတယ်။ ဒီ ၂၀၁၇ ခုနှစ် မတ်လမှာ ဖြေဆိုရမယ့် ဓာတုဗေဒ ဘာသာရပ် ကို အခက်အခဲမရှိ ကောင်းမွန်မှန်ကန်စွာ ဖြေဆိုနိုင်ပြီး အမှတ်များများနဲ့ အောင်မြင်မှု ရရှိနိုင်ကြပါ စေလို့ ဆုမွန်ကောင်းတောင်းလိုက်ပါတယ်။