യൂണിറ്റ് 8

റീഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ (REDOX REACTIONS)

ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ യൂണിറ്റ് പഠിക്കുന്നതിലൂടെ

- ഓക്സീകരണ നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഒരേസമയം സാധ്യമാകുന്ന, പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് റീഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെന്ന് തിരിച്ചറിയുന്നു.
- ഓക്സീകരണം (Oxiation), നിരോക്സീകരണം (Reduction), ഓക്സികാരി (Oxidant dising agent), നിരോക്സികാരി (Reducing agent) എന്നിവ നിർവചിക്കുന്നു.
- ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തര പ്രക്രിയ വഴി റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ക്രിയാവിധി വിവരിക്കുന്നു.
- ഓക്സികരണസംഖ്യാസങ്കല്പനം ഉപയോഗിച്ച് ഒരു പ്രവർത്തനത്തിലെ ഓക്സികാരിയെയും നിരോക്സികാരിയെയും തിരിച്ചറിയുന്നു.
- റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തെ സംയോജന പ്രവർത്തനങ്ങൾ, വിഘടന പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ, ആദേശ പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ, ആനുപാതികമല്ലാത്ത പ്രതിപ്രവർത്തനം എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിക്കുന്നു.
- വിവിധ ഓക്സികാരികളെയും നിരോക്സികാരികളെയും താരതമ്യം ചെയ്യുന്ന ക്രമം നിർദേശിക്കുന്നു.
- i. ഓക്സീകരണസംഖ്യ, ii. അർദ്ധപ്രവർത്തനരീതി (half reaction method) എന്നീ രീതികൾ ഉപയോഗിച്ച് രാസസമവാക്യങ്ങളെ സമീകരിക്കുന്നു.
- ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ആശയം മനസ്സിലാക്കുന്നു.

"എവിടെയാണോ ഓക്സീകരണം ഉള്ളത്, അവിടെ എല്ലായ്പ്പോഴും നിരോക്സീകരണവും ഉണ്ടായിരിക്കും. രസതന്ത്രം പ്രധാനമായും റിഡോക്സ് വ്യൂഹങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനമാണ്."

വിഭിന്നമായ പദാർത്ഥങ്ങളെയും അവ ഒന്നിൽ നിന്ന് മറ്റൊന്നിലേക്ക് മാറ്റുന്നതിനെക്കുറിച്ചുമാണ് രസതന്ത്രം പ്രതിപാദിക്കുന്നത്. ഒരു പദാർത്ഥത്തിന്റെ ഒന്നിൽ നിന്നും മറ്റൊന്നിലേയ്ക്കുള്ള മാറ്റം പലതരം പ്രവർത്തനങ്ങൾ മൂലമാണ്. ഈ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട വിഭാഗമാണ് **റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങൾ** ജൈവികവും ഭൗതികവുമായ വളരെയധികം പ്രതിഭാസങ്ങൾ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തിന്റെ പരിധിയിൽ വരുന്നു. ഔഷധശാസ്ത്രം, ജീവശാസ്ത്രം, വ്യവസായം, ലോഹസംസ്കരണം (മെറ്റലർജി), കൃഷി എന്നീ മേഖലകളിൽ ഇത്തരം പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പ്രയോജനങ്ങൾ അനവധിയാണ്. ഗാർഹികം, ഗതാഗതം, വ്യാവസായികം എന്നീ ആവശ്യങ്ങൾക്കായുള്ള ഊർജം ലഭ്യമാകുന്നതിന് വിവിധതരം ഇന്ധനങ്ങൾ കത്തിക്കുന്നത്, ഉയർന്ന ക്രിയാശീലതയുള്ള ലോഹങ്ങളും അലോഹങ്ങളും വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന വൈദ്യുത രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ, കാസ്റ്റിക് സോഡ പോലുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ നിർമ്മാണം, 'ഡ്രൈ ആന്റ് വെറ്റ്' ബാറ്ററികളുടെ പ്രവർത്തനം, ലോഹനാശനം എന്നിവയെല്ലാം റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പരിധിയിൽ വരുന്നു. കൂടാതെ പാരിസ്ഥിതിക പ്രശ്നങ്ങളായ **ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ** (ദ്രാവക ഹൈഡ്രജൻ ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കൽ) **ഓസോൺ പാളിയിൽ വിള്ളലുണ്ടാക്കുന്നത്** മുതലായവയും റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പരിധിയിൽ പരിഗണിച്ചു തുടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

8.1 റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച ആദ്യകാല ആശയം– ഓസ്കീകരണ– നിരോക്സീകരണ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ

ആദ്യകാലത്ത്, ഒരു മൂലകത്തിലേക്ക് അല്ലെങ്കിൽ സംയുക്തത്തിലേക്ക് ഓക്സിജനെ സംയോജിപ്പിക്കുന്നതിനെയാണ് **ഓക്സീകരണം** എന്ന പദം കൊണ്ട് യഥാർഥത്തിൽ വിവക്ഷിച്ചിരുന്നത്. അന്തരീക്ഷത്തിൽ (20%) ഡൈഓക്സിജനുള്ളതിനാൽ മറ്റ് മൂലകങ്ങൾ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിച്ച് ഓക്സൈഡുകളുടെ രൂപത്തിൽ ഭൂവൽക്കത്തിൽ കാണ

പ്പെടുന്നു. ഓക്സീകരണത്തിന്റെ പരിമിതമായ നിർവചനങ്ങൾക്കനുസരിച്ചുള്ള ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് താഴെപ്പറയുന്നവ.

$$2\ Mg\ (s) + O_2\ (g) \rightarrow 2\ MgO\ (s) \quad (8.1)$$

$$S\ (s) + O_2\ (g) \rightarrow SO_2\ (g) \quad (8.2)$$

(8.1), (8.2) എന്നീ രാസപ്രവർത്തങ്ങളിൽ മെഗ്നീഷ്യം, സൾഫർ എന്നീ മൂലകങ്ങളുമായി ഓക്സിജൻ സംയോജിക്കുമ്പോൾ അവ ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. അതുപോലെ ഓക്സിജനുമായി സംയോജിക്കുന്നതിനാൽ മീഥെയ്നും ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$CH_4\ (g) + 2O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g) + 2H_2O\ (l) \quad (8.3)$$

(8.3) എന്ന പ്രവർത്തനം സൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിച്ചാൽ, ഹൈഡ്രജൻ ഓക്സിജനാൽ നീക്കം ചെയ്യപ്പെട്ടു എന്നു മനസ്സിലാക്കുവാൻ കഴിയും. ഇത് ഓക്സീകരണത്തെ ഹൈഡ്രജന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ എന്നു കൂടി പുനർവ്യാഖ്യാനിക്കാൻ രസതന്ത്രജ്ഞരെ പ്രേരിപ്പിച്ചു. അതിനാൽ പദാർത്ഥത്തിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ എന്നു കൂടി ഉൾക്കൊണ്ട് 'ഓക്സീകരണം' എന്ന പദം വിപുലീകരിക്കപ്പെട്ടു. ഹൈഡ്രജന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ ഓക്സീകരണമായി കണക്കാക്കാവുന്ന മറ്റൊരു രാസപ്രവർത്തനം താഴെ തന്നിരിക്കുന്നു.

$$2\ H_2S(g) + O_2\ (g) \rightarrow 2\ S\ (s) + 2\ H_2O\ (l) \quad (8.4)$$

രസതന്ത്രജ്ഞരുടെ അറിവ് വർദ്ധിച്ചപ്പോൾ, ഓക്സിജനുപകരം ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവായിട്ടുള്ള മറ്റു മൂലകങ്ങൾ ഉൾപ്പെട്ട സദൃശമായ (8.1), (8.4) രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലേക്കും ഓക്സീകരണം എന്ന പദം വ്യാപിപ്പിച്ചത് സ്വാഭാവികമാണ്. താഴെപ്പറയുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഫ്ളൂറിൻ, ക്ലോറിൻ, സൾഫർ എന്നിവ മൂലമുള്ള മാഗ്നീഷ്യത്തിന്റെ ഓക്സീകരണം സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

$$Mg\ (s) + F_2\ (g) \rightarrow MgF_2\ (s) \quad (8.5)$$

$$Mg\ (s) + Cl_2\ (g) \rightarrow MgCl_2\ (s) \quad (8.6)$$

$$Mg\ (s) + S\ (s) \rightarrow MgS\ (s) \quad (8.7)$$

(8.5) മുതൽ (8.7) വരെയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളേയും കൂടി ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പരിധിയിൽ കൊണ്ടുവന്നത് ഹൈഡ്രജന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ മാത്രമല്ല, ഇലക്ട്രോ പോസിറ്റീവ് മൂലകങ്ങളുടെ നീക്കം ചെയ്യൽ കൂടി ഓക്സികരണമായി പരിഗണിക്കാൻ രസതന്ത്രജ്ഞരെ പ്രേരിപ്പിച്ചു. അതിനാൽ

$$2K_4[Fe(CN)_6](aq)+H_2O_2(aq)\rightarrow 2K_3[Fe(CN)_6](aq)+2\ KOH\ (aq)$$

എന്ന പ്രവർത്തനത്തിൽ പൊട്ടാസ്യം ഫെറിസയനൈഡ് രൂപപ്പെടുന്നതിനുമുമ്പ് പൊട്ടാസ്യം ഫെറോസയനൈഡിൽ നിന്ന് ഇലക്ട്രോപോസിറ്റീവ് മൂലകമായ പൊട്ടാസ്യം നീക്കം ചെയ്യുന്നത് ഒരു ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനമായി വ്യാഖ്യാനിക്കപ്പെട്ടു. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ **ഓക്സീകരണം** എന്നതിനെ ഇങ്ങനെ നിർവചിക്കാം - **ഓക്സിജൻ/ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവ് മൂലകം ഒരു പദാർത്ഥത്തോട് ചേർക്കുന്നത് അല്ലെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ/ഇലക്ട്രോപോസിറ്റീവ് മൂലകം ഒരു പദാർത്ഥത്തിൽ നിന്നും നീക്കം ചെയ്യുന്നത്.**

തുടക്കത്തിൽ, നിരോക്സീകരണം എന്നത് ഒരു പദാർത്ഥത്തിൽ നിന്നുള്ള ഓക്സിജന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ എന്നായയാണ് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. എന്നാൽ അടുത്തകാലത്ത് **നിരോക്സീകരണ**ത്തിന്റെ നിർവചനം **ഓക്സിജൻ/ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് മൂലകത്തിന്റെ നീക്കം ചെയ്യൽ അല്ലെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ/ഇലക്ട്രോ പോസിറ്റീവ് മൂലകത്തിന്റെ ചേർക്കൽ എന്നു കൂടി** ഉൾപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് കൂടുതൽ വിപുലീകരിക്കപ്പെട്ടു.

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന നിർവചനത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഉദാഹരണങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$2\ HgO\ (s) \xrightarrow{\Delta} 2\ Hg\ (l) + O_2\ (g) \quad (8.8)$$

(മെർക്കുറിക് ഓക്സൈഡിൽ നിന്നും ഓക്സിജനെ നീക്കം ചെയ്തിരിക്കുന്നു.)

$$2\ FeCl_3\ (aq) + H_2\ (g) \rightarrow 2\ FeCl_2\ (aq) + 2\ HCl(aq) \quad (8.9)$$

(ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് മൂലകമായ ക്ലോറിൻ ഫെറിക് ക്ലോറൈഡിൽ നിന്നും നീക്കം ചെയ്തിരിക്കുന്നു.)

$$CH_2 = CH_2\ (g) + H_2\ (g) \rightarrow H_3C - CH_3\ (g) \quad (8.10)$$

(ഹൈഡ്രജനെ കൂട്ടിചേർത്തിരിക്കുന്നു.)

$$2HgCl_2\ (aq) + SnCl_2\ (aq) \rightarrow Hg_2Cl_2\ (s) + SnCl_4\ (aq) \quad (8.11)$$

(മെർക്കുറി, മെർക്കുറിക് ക്ലോറൈഡിനോട് കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നു.)

പ്രവർത്തനം (8.11) ൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് മൂലകമായ ക്ലോറിൻ കൂട്ടിചേർക്കുന്നതിലൂടെ സ്റ്റാനസ് ക്ലോറൈഡ്, സ്റ്റാനിക്ക് ക്ലോറൈഡായി മാറുന്ന തത്സമയ ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനവും സാധ്യമാകുന്നു. ഓക്സീകരണവും നിരോക്സീകരണവും ഒരേ സമയത്തു നടക്കുന്നു എന്നത് വളരെ വേഗത്തിൽ വ്യക്തമാകുമല്ലോ? (മുകളിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ വീണ്ടും പരിശോധിച്ചാൽ പ്രകടമാകുന്നതാണ്.) അതിനാൽ **'റിഡോക്സ്'** എന്ന പദം ഇത്തരം പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് അനുയോജ്യമാണ്.

ചോദ്യം 8.1

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഓക്സീകരണത്തിനും നിരോക്സീകരണത്തിനും വിധേയമാകുന്ന ഇനങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കുക.

(i) H_2S (g) + Cl_2 (g) → 2 HCl (g) + S (s)

(ii) $3Fe_3O_4$ (s) + 8 Al (s) → 9 Fe (s) + $4Al_2O_3$ (s)

(iii) 2 Na (s) + H_2 (g) → 2 NaH (s)

ഉത്തരം:

i) കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് മൂലകമായ ക്ലോറിൻ ഹൈഡ്രജനോട് കൂടിചേർന്നതുകൊണ്ട് H_2S ന് ഓക്സീകരണം സംഭവിച്ചു. (അല്ലെങ്കിൽ H_2S ൽ നിന്ന് കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോ പോസിറ്റീവ് മൂലകമായ ഹൈഡ്രജൻ നീക്കം ചെയ്തിരിക്കുന്നു.) ഹൈഡ്രജൻ ചേർക്കപ്പെട്ടതിനാൽ ക്ലോറിന് നിരോക്സീകരണം സംഭവിച്ചു.

ii) ഓക്സിജൻ ചേർക്കപ്പെട്ടതിനാൽ അലൂമിനിയത്തിന് ഓക്സീകരണം സംഭവിച്ചു. ഓക്സിജൻ നീക്കം ചെയ്യപ്പെട്ടതിനാൽ ഫെറസ് ഫെറിക്ക് ഓക്സൈഡ് (Fe_3O_4) ന് നിരോക്സീകരണം സംഭവിച്ചു.

iii) വളരെ ശ്രദ്ധയോടെ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവിറ്റി എന്ന ആശയം പ്രയോജനപ്പെടുത്തി മാത്രമേ സോഡിയത്തിന് ഓക്സീകരണം ഉണ്ടായിയെന്നും ഹൈഡ്രജന് നിരോക്സീകരണം നടന്നു എന്നും പറയാനാകുകയുള്ളൂ.

പ്രവർത്തനം (iii) നമ്മെ മറ്റൊരുരീതിയിൽ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തെ നിർവചിക്കാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നു.

8.2 റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തര പ്രക്രിയകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ (Redox reactions in terms of electron transfer reactions)

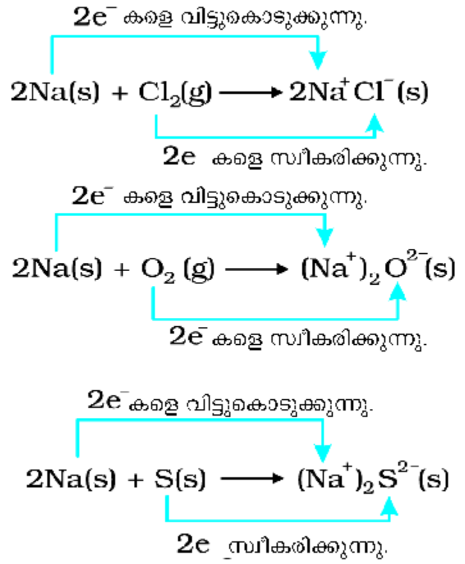
താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളെല്ലാം റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളാണെന്ന് നാം ഇതിനിടയിൽ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്.

$2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$ (8.12)

$4Na(s) + O_2(g) \rightarrow 2Na_2O(s)$ (8.13)

$2Na(s) + S(s) \rightarrow Na_2S(s)$ (8.14)

ഇവയിൽ ഓക്സിജൻ, അല്ലെങ്കിൽ കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവായ ഒരു മൂലകം സോഡിയത്തിനോട് ചേർക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ സോഡിയം ഓക്സികരിക്കപ്പെട്ടു എന്നും അതുപോലെ ഇലക്ട്രോ പോസിറ്റീവ് മൂലകമായ സോഡിയം ചേർക്കപ്പെട്ടതിനാൽ, ക്ലോറിൻ, ഓക്സിജൻ, സൾഫർ എന്നിവ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടു എന്നും വ്യക്തമാണ്. രാസബന്ധനത്തിലുള്ള നമ്മുടെ അറിവ് വച്ച് പരിഗണിക്കുമ്പോൾ NaCl, Na_2O, Na_2S എന്നിവ അയോണിക സംയുക്തങ്ങളാണെന്നാണ് നാം മനസ്സിലാക്കുന്നത്. അതിനാൽ ചിലപ്പോൾ ഒന്നുകൂടി ഭംഗിയായി ഇങ്ങനെ എഴുതാം. Na^+Cl^- (s), $(Na^+)_2O^{2-}$ (s), $(Na^+)_2S^{2-}$ (s). (8.12)–(8.14) വരെയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഈ ഇനങ്ങൾക്കുണ്ടാകുന്ന ചാർജുകൾ താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ എഴുതാം.



സൗകര്യത്തിനായി, മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന പ്രക്രിയകൾ രണ്ടു വ്യത്യസ്ത ഘട്ടങ്ങളായി കണക്കാക്കാം. ഒന്ന് ഇലക്ട്രോണുകളുടെ നഷ്ടം ഉൾപ്പെടുന്നത്, മറ്റൊന്ന് ഇലക്ട്രോണുകളുടെ നേട്ടം ഉൾപ്പെടുന്നത്.

ഒരു ഉദാഹരണമായി സോഡിയം ക്ലോറൈഡിന്റെ രൂപീകരണം ഒന്നുകൂടി വിശദമായി പരിശോധിച്ചാൽ

$2\ Na(s) \rightarrow 2\ Na^+(g) + 2e^-$

$Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2\ Cl^-(g)$

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന ഓരോ ഘട്ടത്തിനെയും അർധ രാസപ്രവർത്തനം (Half reaction) എന്നു പറയുന്നു. അത് ഇലക്ട്രോണുകളുടെ പങ്കാളിത്തം സ്പഷ്ടമായി വ്യക്തമാക്കുന്നു. അർധ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ കൂട്ടിചേർക്കുമ്പോൾ പൂർണമായ രാസപ്രവർത്തനം ലഭിക്കുന്നു.

$2\ Na(s) + Cl_2\ (g) \rightarrow 2\ Na^+\ Cl^-\ (s)$ അല്ലെങ്കിൽ 2 NaCl (s)

(8.12) മുതൽ (8.14) വരെയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് **ഇലക്ട്രോണുകളുടെ നഷ്ടം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന അർധരാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളും ഇലക്ട്രോണുകളുടെ നേട്ടം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന അർദ്ധരാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ നിരോക്സീകരണപ്രവർത്തനങ്ങളുമാണ്**, എന്നാണ്.

ആദ്യകാല ആശയങ്ങളും ഇനങ്ങളുടെ/വർഗങ്ങളുടെ സ്വഭാവവും ഇലക്ട്രോൺ കൈമാറ്റം നടത്തുമ്പോൾ അവയ്ക്കുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസവും പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിച്ചു കൊണ്ടു മാത്രമേ പുതിയ രീതിയിൽ ഓക്സീകരണവും നിരോക്സീകരണവും നിർവചിക്കുന്നത് സാധ്യമാകൂ.

(8.12) മുതൽ (8.14) വരെയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങൾ പരിശോധിച്ചാൽ ഓക്സീകരണത്തിനു വിധേയമായ സോഡിയം അതുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഓരോ മൂലകത്തിനും ഇലക്ട്രോണിനെ സംഭാവന ചെയ്ത് അവയെ നിരോക്സീകരണത്തിന് വിധേയമാക്കുന്നതിനാൽ സോഡിയം ഒരു **നിരോക്സീകാരി**യായി (reducing agent) പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ക്ലോറിൻ, ഓക്സിജൻ, സൾഫർ എന്നിവ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ അവ ഓക്സീകാരികളായി വർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു, കാരണം ഇവ സോഡിയത്തിൽ നിന്നും ഇലക്ട്രോണുകളെ സ്വീകരിക്കുന്നു.

ചുരുക്കി, നമുക്ക് ഇത്തരത്തിൽ വിവരിക്കാം.

ഓക്സീകരണം : ഏതു ഇനം/വർഗത്തിനും ഇലക്ട്രോണുകൾ നഷ്ടപ്പെടുന്നത്.

നിരോക്സീകരണം : ഏതു ഇനം/വർഗത്തിനും ഇലക്ട്രോണുകൾ ലഭിക്കുന്നത്.

ഓക്സീകാരി : ഇലക്ട്രോൺ(കൾ) സ്വീകാരി (Oxidising agent)

നിരോക്സീകാരി : ഇലക്ട്രോൺ(കൾ) ദാതാവ് (Reducing agent)

ചോദ്യം 8.2

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനം ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമാണെന്നു സമർത്ഥിക്കുക.

$$2\,Na(s) + H_2(g) \rightarrow 2\,NaH\,(s)$$

ഉത്തരം:

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന പ്രവർത്തനഫലമായി ഉണ്ടാവുന്ന സംയുക്തം അയോണികമായതിനാൽ അവയെ Na^+H^- എന്ന് ചിത്രീകരിക്കാം. ഇത് വ്യക്തമാക്കുന്ന അർധരാസപ്രവർത്തനമാണ്

$$2\,Na\,(s) \rightarrow 2\,Na^+(g) + 2e^-$$

രണ്ടാമത്തെ അർധരാസപ്രവർത്തനമാണ്

$$H_2\,(g) + 2e^- \rightarrow 2\,H^-(g)$$

ഈ രാസപ്രവർത്തനം രണ്ടായി വിഭജിച്ച് പരിശോധിക്കുമ്പോൾ സോഡിയത്തിന് ഓക്സീകരണം സംഭവിച്ചെന്നും ഹൈഡ്രജന് നിരോക്സീകരണം സംഭവിച്ചുവെന്നും മനസ്സിലാക്കാം. അതിനാൽ പൂർണ്ണ രൂപത്തിൽ ഈ രാസസമവാക്യം റിഡോക്സ് മാറ്റമാണെന്ന് വ്യക്തമാക്കുന്നു.

8.2.1 പ്രതിയോഗി ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തര രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ

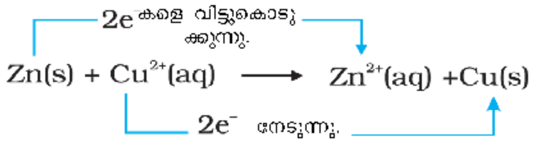
ചിത്രം (8.1) ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നപോലെ സിങ്കിന്റെ ഒരു ലോഹദണ്ഡ് കോപ്പർ നൈട്രേറ്റിന്റെ ജലീയ ലായനിയിൽ ഒരു മണിക്കൂർ നേരത്തേക്ക് മുക്കി വയ്ക്കുക. Zn ദണ്ഡ് ചുവന്ന ലോഹീയ കോപ്പർ കൊണ്ട് ആവരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതും ലായനിയുടെ നീല നിറം അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നതായും കാണാം. Cu^{2+} അയോണിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം മൂലമുള്ള ലായനിയുടെ നീല നിറം അപ്രത്യക്ഷമാവുമ്പോൾ ഉല്പന്നങ്ങളിൽ Zn^{2+} അയോണുകളുടെ രൂപീകരണം നിരീക്ഷിക്കാവുന്നതാണ്. അമോണിയ ഉപയോഗിച്ച് ക്ഷാരീയമാക്കിയ ലായനിയിലൂടെ ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് വാതകം കടത്തിവിട്ടാൽ, ലായനിയിലുള്ള Zn^{2+} അയോൺ വെളുത്ത സിങ്ക് സൾഫൈഡ് (ZnS) ആയി രൂപപ്പെടുന്നതായി കാണാം.

ലോഹീയ സിങ്കും കോപ്പർ നൈട്രേറ്റിന്റെ ജലീയ ലായനിയും തമ്മിലുള്ള രാസപ്രവർത്തനം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

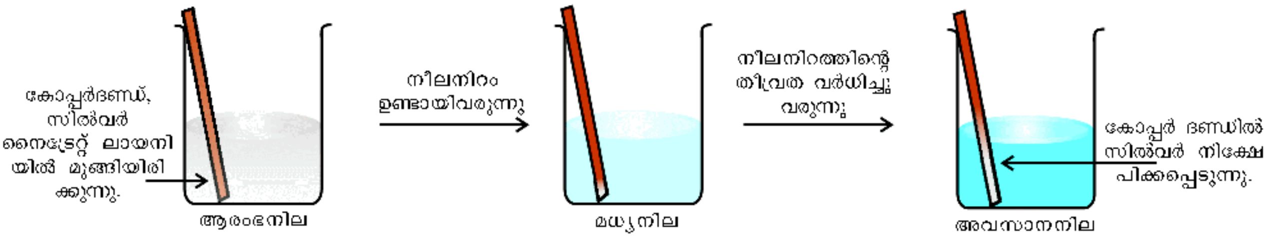
$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s) \qquad (8.15)$$

പ്രവർത്തനം (8.15) ൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ നഷ്ടപ്പെട്ട് Zn^{2+} അയോണുകളായി മാറുന്ന Zn ന് ഓക്സീകരണം സംഭവിക്കുന്നു. വ്യക്തമായി പറഞ്ഞാൽ, ഇലക്ട്രോണുകൾ സ്വതന്ത്രമാക്കി Zn ഓക്സീകരണത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ ഈ ഇലക്ട്രോണുകൾ സ്വീകരിച്ച മറ്റൊന്നിന് നിരോക്സീകരണം സാധ്യമാകണം. Zn ൽ നിന്ന് ഇലക്ട്രോണുകൾ സ്വീകരിച്ച് കോപ്പർ അയോൺ നിരോക്സികരണത്തിനു വിധേയമാകുന്നു.

പ്രവർത്തനം 8.15 വീണ്ടും ഇങ്ങനെ എഴുതാം.



ചിത്രം 8.1 *ബീക്കറിൽ, Zn ഉം കോപ്പർ നൈട്രേറ്റ് ലായനിയും $Cu(No_3)_2$ തമ്മിൽ നടക്കുന്ന റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനം*



ചിത്രം 8.2 *കോപ്പറിനും സിൽവർ നൈട്രേറ്റിന്റെ ജലീയ ലായനിക്കുമിടയിൽ നടക്കുന്ന റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനം.*

ഇനി നമുക്ക് (8.15) ലെ രാസപ്രവർത്തനത്തിന്റെ സന്തുലനാവസ്ഥ പരിശോധിക്കാം. ഇതിനുവേണ്ടി, നമുക്ക് ലോഹീയ കോപ്പർ ദണ്ഡ് $ZnSO_4$ ലായനിയിൽ മുക്കി വയ്ക്കാം. ഒരു രാസപ്രവർത്തനവും നാം കാണുന്നില്ല. ലായനിയിൽ Cu^{2} അയോണിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യമറിയുന്നതിന് H_2S വാതകം കടത്തിവിട്ട് കുപ്രിക് സൽഫൈഡിന്റെ (CuS) കറുത്ത അവക്ഷിപ്തം ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടോയെന്നുള്ള പരിശോധനയും വിജയിക്കുന്നില്ല. കുപ്രിക് സൽഫൈഡിന്റെ ലേയത്വം വളരെ കുറവായതിനാൽ ഇത് വളരെ പെട്ടെന്ന് ലഭിക്കുന്ന പരിശോധനയാണ്. എന്നിട്ടും ലായനിയിലുള്ള Cu^{2} അയോണിന്റെ അളവ് കണ്ടുപിടിക്കാനാവുന്നില്ല. ചുരുക്കി പറഞ്ഞാൽ പ്രവർത്തനം (8.15) ന്റെ സന്തുലനം അഭികാരകങ്ങളേക്കാൾ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾക്കാണ് കൂടുതൽ അനുകൂലം.

കോപ്പർ ലോഹവും സിൽവർ നൈട്രേറ്റിന്റെ ജലീയ ലായനിയും തമ്മിലുള്ള ഇലക്ട്രോൺ കൈമാറ്റ രാസപ്രവർത്തനത്തിലേക്ക് കടക്കാം. ഇതിനായി ചിത്രം 8.2 ലേതുപോലെ സജ്ജീകരിക്കാം.

$2e^-$ കളെ വിട്ടുകൊടുക്കുന്നു.

$$Cu(s) + 2Ag^+(aq) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s) \qquad (8.16)$$

$2e^-$ കളെ സ്വീകരിക്കുന്നു.

റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനം മൂലം Cu^{2+} ഉണ്ടാവുകയും ലായനി നീല നിറമുള്ളതാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവിടെ Cu(s), Cu^{2} (aq) അയോണായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുകയും Ag (aq) അയോണുകൾ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് Ag(s) ആയി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. സംന്തുലനാവസ്ഥ ഉൽപ്പന്നങ്ങളായ Cu^{2-}(aq)നും Ag(s) നും അനുകൂലമാണ്.

നമുക്ക് നിക്കൽ സൽഫേറ്റ് ലായനിയിൽ കോബാൾട്ട് ലോഹം മുങ്ങിയിരിക്കുന്ന അവസ്ഥ താരതമ്യം ചെയ്യാം. ഇവിടെ നടക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനം

$2e^-$ കളെ വിട്ടുകൊടുക്കുന്നു.

$$Co(s) + Ni^{2+}(aq) \longrightarrow Co^{2+}(aq) + Ni(s) \qquad (8.17)$$

$2e^-$ കളെ നേടുന്നു.

സംതുലനാവസ്ഥയിൽ, Cu^{2-}(aq), Ni^{2-}(aq) എന്നിവ ലായിനിയിലുള്ളത് മിതമായ ഗാഢതയിലാണെന്ന് പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിക്കുന്നു. അതിനാൽ അഭികാരകങ്ങളായ Co(s) നെയോ N_i^{2+}(aq) നെയോ ഉൽപ്പന്നങ്ങളായ Co^{2+}(aq) നെയോ Ni (s) നെയോ സംതുലനാവസ്ഥ വലിയ തോതിൽ അനുകൂലിക്കുന്നില്ല.

ഇലക്ട്രോണുകളെ തൽസമയം സ്വതന്ത്രമാക്കാനുള്ള ഈ മത്സരം നമ്മെ ഓർമ്മിപ്പിക്കുന്നത് ആസിഡുകൾക്കിടയിലുള്ള പ്രോട്ടോണിനെ സ്വതന്ത്രമാക്കാനുള്ള മത്സരമാണ്. ഈ സമാനത സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ആസിഡുകളുടെ വീര്യം സൂചിപ്പിക്കാനെന്നതുപോലെ ലോഹങ്ങൾക്കും അവയുടെ അയോണുകൾക്കും ഇലക്ട്രോണുകളെ വിട്ടുകൊടുക്കാനുള്ള പ്രവണതയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഒരു പട്ടിക തയ്യാറാക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു എന്നാണ്. പ്രസ്തുതവിഷയത്തിൽ നമ്മൾ ഒരു താരതമ്യപഠനം നടത്തികഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. താരതമ്യം ചെയ്തതിൽനിന്ന് മനസ്സിലാക്കിയതെന്തെന്നാൽ സിങ്ക്, കോപ്പ

റിലേക്ക് ഇലക്ട്രോണുകളെ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു, അതേ പോലെ കോപ്പർ സിൽവറിലേക്കും. അതുകൊണ്ട് ഇവയുടെ ഇലക്ട്രോണുകളെ സ്വതന്ത്രമാക്കാനുള്ള പ്രവണതയുടെ ക്രമം Zn>Cu>Ag എന്നതാണ്. ഇങ്ങനെ ഈ പട്ടിക വിപുലീകരിക്കുമ്പോൾ നമുക്ക് **ക്രിയാശീല ശ്രേണി (electro chemical series or metal activity series)** ലഭിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോണുകൾക്കുവേണ്ടിയുള്ള വ്യത്യസ്ത ലോഹങ്ങളുടെ ഈ മത്സരം രാസപ്രക്രിയയിലൂടെ വൈദ്യുതി സ്രോതസായി മാറുന്ന ഗാൽവനിക് സെല്ലുകളെ രൂപീകരിക്കുവാൻ നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു. ഈ സെല്ലുകളെക്കുറിച്ച് കൂടുതലായി 12-ാം ക്ലാസ്സിൽ പഠിക്കാം.

8.3 ഓക്സീകരണ സംഖ്യ

ഹൈഡ്രജൻ ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ജലമുണ്ടാകുന്ന രാസപ്രവർത്തനം ഇലക്ട്രോൺ കൈമാറ്റത്തിനെക്കുറിച്ച് അൽപ്പം മാത്രം വ്യക്തത തരുന്ന ഉദാഹരണമാണ്.

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) \qquad (8.18)$$

അത്ര ലളിതമല്ലാത്ത സമീപനമാണെങ്കിലും H_2 വിൽ നിന്നും നിർവീര്യ (പൂജ്യം) അവസ്ഥയിലുള്ള H ആറ്റം, H_2O-ൽ പോസിറ്റീവ് അവസ്ഥയിലേക്കും O_2-ൽ പൂജ്യം അവസ്ഥയിലുള്ള O ആറ്റം H_2O-ൽ ദ്വി നെഗറ്റീവ് അവസ്ഥയിലേക്കും മാറുന്നത് നിങ്ങൾ ഒന്ന് വിഭാവനം ചെയ്യൂ.

ഹൈഡ്രജനിൽ നിന്നും ഓക്സിജനിലേക്ക് ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരം നടന്നുവെന്നും തൽഫലമായി H_2 ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടുവെന്നും O_2 നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടുവെന്നും സങ്കൽപ്പിക്കാം. എന്നിരുന്നാലും, ചാർജ്ജ് മാറ്റം ഭാഗികം മാത്രമാണെന്ന് നാം പിന്നീട് മനസ്സിലാക്കും. ഹൈഡ്രജനിൽ നിന്നും പൂർണ്ണമായുള്ള ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടം, ഓക്സിജന്റെ ഇലക്ട്രോൺ നേട്ടം എന്നതിലും കവിഞ്ഞ് ഇത് ഒരു ഇലക്ട്രോൺ സ്ഥാനാന്തരം എന്ന് വിശദീകരിക്കുന്നതാവും ഉത്തമം. സമവാക്യം 8.18 നെ അടിസ്ഥാനമാക്കി പറഞ്ഞതെല്ലാം സഹസംയോജക ബന്ധനം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന വ്യത്യസ്തമായ പ്രവർത്തനങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച് ശരിയാണ്. ഈ വിഭാഗത്തിൽപെടുന്ന അതുപോലുള്ള രണ്ടുദാഹരണങ്ങളാണ്.

$$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g) \qquad (8.19)$$

$$CH_4(g) + 4Cl_2(g) \rightarrow CCl_4(l) + 4HCl(g) \qquad (8.20)$$

സഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാകുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ചലനത്തിന്റെ മാർഗ്ഗം കണ്ടുപിടിക്കാൻ പ്രായോഗികമായി **ഓക്സീകരണ സംഖ്യ** എന്ന പുതിയ രീതി രൂപീകരിച്ചു. ഈ രീതിയിൽ കുറഞ്ഞ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവതയുള്ള ആറ്റത്തിൽ നിന്നും കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് ആയ ആറ്റത്തിലേക്ക് പൂർണ്ണമായ ഇലക്ട്രോൺ മാറ്റം നടത്തുന്നുവെന്ന് അനുമാനിക്കപ്പെടുന്നു. ഒരു രാസപ്രവർത്തനത്തിലെ ഭാഗമായ ഓരോ ആറ്റങ്ങളുടെയും ചാർജ്ജ് വ്യക്തമാക്കി കൊണ്ട് നമുക്ക് 8.18 മുതൽ 8.20 വരെയുള്ള രാസസമവാക്യങ്ങൾ പുതുക്കി എഴുതാം.

$$\overset{0}{2H_2}(g) + \overset{0}{O_2}(g) \rightarrow 2\overset{-1}{H_2}\overset{2}{O}(l) \qquad (8.21)$$

$$\overset{0}{H_2}(g) + \overset{0}{Cl_2}(g) \rightarrow 2\overset{-1}{H}\overset{1}{Cl}(g) \qquad (8.22)$$

$$\overset{4}{C}\overset{-1}{H_4}(g) + 4\overset{0}{Cl_2}(g) \rightarrow \overset{-4}{C}\overset{1}{Cl_4}(l) + 4\overset{-1}{H}\overset{1}{Cl}(g) \qquad (8.23)$$

ഇവിടെ എടുത്തു പറയേണ്ട കാര്യം, ഇലക്ട്രോൺ മാറ്റം നടന്നു എന്ന അനുമാനം കേവലം കണക്കുകൂട്ടലിനു വേണ്ടി മാത്രമാണെന്നുള്ളതാണ്. ഇത് ഈ യൂണിറ്റിന്റെ ഇനിയുള്ള ഭാഗത്ത് റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളെ ലളിതമായി വിവരിക്കമ്പോൾ വ്യക്തമാകും.

സഹസംയോജക ബന്ധനത്തിലെ ഇലക്ട്രോൺ ജോഡി പൂർണ്ണമായും കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോ നെഗറ്റീവ് ആയിട്ടുള്ള മൂലകത്തിന്റേതാണ് എന്നതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി രൂപപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ചില നിയമങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് സംയുക്തത്തിലെ ഒരു മൂലകത്തിനു നൽകിയിട്ടുള്ള ഓക്സീകരണാവസ്ഥയെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതാണ് ഓക്സീകരണ സംഖ്യ.

ഒരു സംയുക്തം അല്ലെങ്കിൽ അയോണിൽ ഏതു മൂലകമാണ് കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവ് എന്ന് ഓർത്തിരിക്കാൻ അല്ലെങ്കിൽ കണ്ടെത്താൻ എല്ലായ്പ്പോഴും അത്ര എളുപ്പമല്ല. അതിനാൽ ഒരു സംയുക്തത്തിലെ അല്ലെങ്കിൽ അയോണിലെ ഒരു മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനായ് ഒരു കൂട്ടം നിയമങ്ങൾ രൂപീകൃതമായിട്ടുണ്ട്. $Na_2S_2O_3/Cr_2O_7^{2-}$ പോലുള്ള ഒരു തന്മാത്രയിലോ അല്ലെങ്കിൽ അയോണിലോ ഒരു മൂലകത്തിന്റെ രണ്ടോ അതിലധികമോ ആറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ ആ മൂലകത്തിന്റെ ആറ്റങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എന്നു പറയുന്നുത് ആ മൂലകത്തിന്റെ എല്ലാ ആറ്റങ്ങളുടെയും ഓക്സീകരണസംഖ്യകളുടെ ശരാശരിയാണ്. ഈ അവസരത്തിൽ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള ചില നിയമങ്ങൾ പ്രസ്താവിക്കാം.

1. മൂലകങ്ങളിൽ, സ്വതന്ത്രമായ അഥവാ സംയോജിക്കാത്ത അവസ്ഥയിൽ, ഓരോ ആറ്റത്തിന്റെയും

ഓക്സീകരണ സംഖ്യ പൂജ്യമായിരിക്കും. ഒന്നുകൂടി വ്യക്തമാക്കിയാൽ H_2, O_2, Cl_2, O_3, P_4, S_8, Na, Mg, Al ഇവയുടെയെല്ലാം ഓരോ ആറ്റത്തിന്റെയും ഓക്സീകരണസംഖ്യ പൂജ്യമാണ്.

2. ഒരു ആറ്റം മാത്രമുള്ള അയോണുകളിൽ ആറ്റത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എന്നത് അയോണിന്റെ ചാർജ്ജിനു തുല്യമാണ്. അതായത് Na^{+} അയോണിന് +1. Mg^{2} അയോണിന് +2, Fe^{3+} അയോണിന്, +3, Cl അയോണിന് -1, O^{2} അയോണിന്, −2 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയാണ് ഉള്ളത്. ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങൾക്ക്, അവയുടെ സംയുക്തങ്ങളിലുള്ള ഓക്സീകരണ സംഖ്യ, +1 ഉം എല്ലാ ക്ഷാരീയമൃത്തിക ലോഹങ്ങൾക്കും +2 ഓക്സീകരണ സംഖ്യയുമാണുള്ളത്. അലൂമിനിയത്തിന് അതിന്റെ എല്ലാ സംയുക്തങ്ങളിലും +3 ഓക്സീകരണ സംഖ്യയാണെന്ന് കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു.

3. മിക്കവാറും എല്ലാ സംയുക്തങ്ങളിലും ഓക്സിജന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ −2 ആണ്. എന്നാൽ രണ്ടുതരം വ്യത്യസ്തകൾ നിലനിൽക്കുന്നു. ഒന്ന് ഓക്സിജൻ ആറ്റങ്ങൾ നേരിട്ട് തമ്മിൽ ബന്ധനത്തിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളായ പെറോക്സൈഡുകളും സൂപ്പർ ഓക്സൈഡുകളും. പെറോക്സൈഡുകളിൽ (ഉദാ. H_2O_2, Na_2O_2) ഓരോ ഓക്സിജൻ ആറ്റത്തിനും −1 ഓക്സീകരണസംഖ്യയാണുള്ളത്. എന്നാൽ സൂപ്പർ ഓക്സൈഡുകളിൽ (ഉദാ: KO_2, RbO_2) ഒക്സിജന് −½ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയാണുള്ളത്. രണ്ടാമത്തെ വ്യത്യസ്തത നാമമാത്രമായാണ് കാണാറുള്ളത്, ഓക്സിജൻ ഫ്ളൂറിനുമായി ബന്ധനത്തിലേർപ്പെടുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളിൽ, ഉദാഹരണത്തിന് ഓക്സിജൻ ഡൈഫ്ളൂറൈഡ് (OF_2) ഉം ഡൈ ഓക്സിജൻ ഡൈ ഫ്ളൂറൈഡും (O_2F_2), ഓക്സിജന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ യഥാക്രമം +2, +1 എന്നിങ്ങനെയാണ്. ഓക്സിജന്റെ ബന്ധനാവസ്ഥയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് ഓക്സിജനു ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത് എങ്കിലും ഈ നമ്പർ ഇവിടെ പോസിറ്റീവ് ആയിരിക്കും.

4. ദ്വയാംഗ സംയുക്തങ്ങളിൽ, ഹൈഡ്രജൻ ലോഹങ്ങളുമായി ബന്ധനത്തിലേർപ്പെടുന്ന സാഹചര്യം മാറ്റി നിർത്തിയാൽ ഹൈഡ്രജന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ +1ആണ്. എന്നാൽ ദ്വയാംഗി ലോഹസംയുക്തങ്ങളിൽ, ഉദാഹരണത്തിന് LiH, NaH, CaH_2 എന്നിവയിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ -1 ആണ്.

5. ഫ്ളൂറിന്റെ എല്ലാ സംയുക്തങ്ങളിലും ഫ്ളൂറിന് -1 ഓക്സീകരണ സംഖ്യയാണ് ഉള്ളത്. സംയുക്തങ്ങളിൽ, ഹാലൈഡ് അയോണുകളായി കാണപ്പെടുമ്പോൾ മറ്റു ഹാലൊജനുകളിലും (Cl, Br,I) -1 ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കാണിക്കുന്നു. ക്ലോറിൻ, ബ്രോമിൻ, അയോഡിൻ എന്നിവ ഓക്സിജനുമായി ബന്ധനത്തിലേർപ്പെടുമ്പോൾ അവയ്ക്ക് ഉദാഹരണത്തിന് ഓക്സോ ആസിഡുകളിലും ഓക്സോ ആനയോണുകളിലും പോസിറ്റീവ് ഓക്സീകരണ സംഖ്യയാണുള്ളത്.

6. ഒരു സംയുക്തത്തിലെ ആറ്റങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യകളുടെ ബീജഗണിത തുക (algebraic sum) പൂജ്യമായിരിക്കും. പോളി അറ്റോമിക അയോണിൽ, അയോണിലെ ആറ്റങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യയുടെ ബീജഗണിത തുക ആ അയോണിലെ ചാർജ്ജിനു തുല്യമായിരിക്കും. ഉദാഹരണത്തിന്, കാർബണേറ്റ് അയോണിൽ, $(CO_3)^{2}$ മൂന്ന് ഓക്സിജൻ ആറ്റത്തിന്റേയും ഒരു കാർബൺ ആറ്റത്തിന്റെയും ഓക്സീകരണാവസ്ഥയുടെ ആകെത്തുക −2 ന് തുല്യമായിരിക്കും.

ഈ നിയമങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് കൊണ്ട് ഒരു തന്മാത്രയിലെ അല്ലെങ്കിൽ അയോണിലെ നമ്മൾ ആഗ്രഹിക്കുന്ന ആറ്റത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കണ്ടുപിടിക്കാനാവും. ലോഹീയ മൂലകങ്ങൾക്ക് പോസിറ്റീവ് ഓക്സീകരണ സംഖ്യയും അലോഹീയ മൂലകങ്ങൾക്ക് പോസിറ്റീവ് അല്ലെങ്കിൽ നെഗറ്റീവ് ഓക്സീകരണ സംഖ്യയുമായിരിക്കുമെന്ന കാര്യം വ്യക്തമാണല്ലോ. സംക്രമണ മൂലകങ്ങളുടെ ആറ്റങ്ങൾ പലപ്പോഴും വ്യത്യസ്ത പോസിറ്റീവ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ കാണിക്കും. പ്രാതിനിധ്യ മൂലകങ്ങളുടെ ഉയർന്ന ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എന്നു പറയുന്നത്, ആദ്യത്തെ രണ്ടു ഗ്രൂപ്പുകൾക്ക് അവയുടെ ഗ്രൂപ്പ് നമ്പറും മറ്റു ഗ്രൂപ്പുകൾക്ക് അവയുടെ ഗ്രൂപ്പ് നമ്പറിൽനിന്ന് −10 കുറയ്ക്കുന്നതിനു തുല്യമായിരിക്കും. (ഇത് ദീർഘരൂപത്തിലുള്ള ആവർത്തനപ്പട്ടികയ്ക്ക് അനുസരിച്ച് ആയിരിക്കും.) ഒരു മൂലകത്തിന്റെ ആറ്റം കാണിക്കുന്ന ഏറ്റവും ഉയർന്ന ഓക്സീകരണ സംഖ്യയുടെ മൂല്യം പൊതുവെ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ പിരിയഡിന് കുറുകെ വർദ്ധിക്കുന്നതായി കാണാം. താഴെ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ മൂന്നാമത്തെ പിരിയഡിലെ മൂലകങ്ങളുടെ സംയുക്തങ്ങളിൽ മൂലകങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യകളുടെ മാറ്റം 1 മുതൽ 7 വരെയാണ്.

പലപ്പോഴും ഓക്സീകരണ സംഖ്യയ്ക്കു പകരം ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു പദമാണ് **ഓക്സീകരണാവസ്ഥ.**

ഗ്രൂപ്പ്	1	2	13	14	15	16	17
മൂലകം	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
സംയുക്തം	NaCl	$MgSO_4$	AlF_3	$SiCl_4$	P_4O_{10}	SF_6	$HClO_4$
ഗ്രൂപ്പ് മൂലകത്തിന്റെ ഏറ്റവും ഉയർന്ന ഓക്സീകരണസംഖ്യ/ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7

അതിനാൽ CO_2 കാർബണിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ +4 എന്നത് അതിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കൂടിയാണ്. അതുപോലെ ഓക്സിജന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയും ഓക്സീകരണ സംഖ്യയും -2 ആണ്. ഒരു സംയുക്തത്തിലെ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ അതിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയെയും കാണിക്കുന്നു എന്നാണ് ഇതു സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.

ഒരു സംയുക്തത്തിലെ ലോഹങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ/അവസ്ഥ ചിലപ്പോൾ ജർമ്മൻ രസതന്ത്രജ്ഞനായ ആൽഫ്രഡ് സ്റ്റോക്ക് നൽകിയ ചിഹ്നങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ചിത്രീകരിക്കാറുണ്ട്. ഇത് **'സ്റ്റോക്ക് പ്രതിനിധീകരണം'** എന്ന പേരിൽ പ്രസിദ്ധമാണ്. തന്മാത്രാവാകൃത്തിൽ ലോഹത്തിന്റെ പ്രതീകത്തിനുശേഷം ഓക്സീകരണ സംഖ്യ ബ്രാക്കറ്റിൽ എഴുതിയാണ് ഈ രീതിയിൽ ചിത്രീകരിക്കുന്നത്. അങ്ങനെ ഓറസ്ക്ലോറൈഡും ഓറിക്ക്ലോറൈഡും Au(I)Cl, Au(III)Cl_3 ഈ രീതിയിൽ എഴുതാം. ഇതുപോലെ സ്റ്റാനസ്ക്ലോറൈഡും സ്റ്റാനിക്ക്ലോറൈഡും Sn(II)Cl_2, Sn(IV)Cl_4 എന്നിങ്ങനെ എഴുതാം. ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലെ ഈ വ്യത്യാസം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലെ മാറ്റമാണ്. ഇത് ഒരു ആറ്റം ഓക്സീകരണ രൂപത്തിലാണോ അതോ നിരോക്സീകരണ രൂപത്തിലാണോ എന്നു കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു. അങ്ങനെ Hg(II) Cl_2ന്റെ ഒരു നിരോക്സീകരണ രൂപമാണ് Hg_2(I)Cl_2 എന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

ചോദ്യം 8.3

സ്റ്റോക്ക് പ്രതിനിധീകരണം ഉപയോഗിച്ച് താഴെ പറയുന്ന സംയുക്തങ്ങൾ പ്രതിനിധീകരിക്കുക. $HAuCl_4$, Tl_2O, FeO, Fe_2O_3, CuI, CuO, MnO, MnO_2.

ഉത്തരം:

സംയുക്തത്തിലെ തന്നിരിക്കുന്ന മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള നിയമം ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടുപിടിച്ചശേഷം സംയുക്തത്തിലെ ലോഹീയ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ താഴെപ്പറയുംവിധം എഴുതാം.

$HAuCl_4$ → Au ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 3
Tl_2O → Tl ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 1
FeO → Fe ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 2
Fe_2O_3 → Fe ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 3
CuI → Cu ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 1
CuO → Cu ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 2
MnO → Mn ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 2
MnO_2 → Mn ന്റെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ 4

അതിനാൽ, സംയുക്തങ്ങളെ താഴെപ്പറയുന്നതുപോലെ കാണിക്കാം.

HAu(III)Cl_4, Tl_2(I)O, Fe(II)O, Fe_2(III)O_3, Cu(I)I, Cu(II)O, Mn(II)O, Mn(IV)O_2.

ഓക്സീകരണം, നിരോക്സീകരണം, ഓക്സീകാരി, നിരോക്സീകാരി എന്നീ പദങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നതിനായി ഓക്സീകരണ നമ്പർ എന്ന ആശയം സ്ഥിരമായി ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്.

ഓക്സീകരണം: തന്നിരിക്കുന്ന പദാർത്ഥത്തിലെ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലെ വർധനവ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

നിരോക്സീകരണം: തന്നിരിക്കുന്ന പദാർത്ഥത്തിലെ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലെ കുറവ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

ഓക്സീകാരി: തന്നിരിക്കുന്ന പദാർത്ഥത്തിലെ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ വർധിപ്പിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന (രാസപദാർത്ഥം) അഭികാരകം. ഇതിനെ (ഈ പരീക്ഷകങ്ങളെ) ഓക്സിഡന്റ് എന്നും വിളിക്കാം.

നിരോക്സീകാരി: തന്നിരിക്കുന്ന പദാർത്ഥത്തിലെ മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കുറയ്ക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന അഭികാരകം. ഇതിനെ 'റിഡക്റ്റന്റ്' എന്നും വിളിക്കാം.

റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ: പ്രവർത്തനത്തിലേർപ്പെടുന്ന വർഗങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിൽ വ്യത്യാസം വരുത്തുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ.

ചോദ്യം 8.4

$$2Cu_2O(s) + Cu_2S(s) \rightarrow 6Cu(s) + SO_2(g)$$

ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമാണെന്ന് സമർത്ഥിക്കുക. ഏതു വർഗത്തിനാണ് ഓക്സീകരണം അല്ലെങ്കിൽ നിരോക്സീകരണം സംഭവിച്ചതെന്ന്

തിരിച്ചറിയുക. ഓക്സികാരിയായ പ്രവർത്തിക്കുന്നത് ഏതാണ്? ഏതാണ് നിരോക്സീകാരിയായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത്?

ഉത്തരം:

നാം പരിശോധിക്കുന്ന പ്രവർത്തനത്തിലെ ഓരോ വർഗത്തിനും ഓക്സീകരണ സംഖ്യ നല്കാം.

$$2\overset{+1}{Cu_2}\overset{2}{O}(s) + \overset{-1}{Cu_2}\overset{2}{S}(s) \rightarrow 6\overset{0}{Cu}(s) + \overset{-4}{S}\overset{2}{O_2}$$

ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ Cu^{+1} അവസ്ഥയിൽ നിന്നും '0' അവസ്ഥയിലേക്ക് നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. സൾഫർ -2 അവസ്ഥയിൽ നിന്നും +4 അവസ്ഥയിലേക്ക് ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന പ്രവർത്തനം ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമാണ്.

കൂടാതെ Cu_2O, Cu_2S ലെ സൾഫറിനെ അതിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ വർദ്ധിപ്പിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു. അതിനാൽ Cu(I) ഒരു ഓക്സികാരിയാണ്. Cu_2S ലെ സൾഫർ, സ്വയം Cu_2S ലെയും Cu_2O ലെ കോപ്പറിനെ അതിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ കുറയ്ക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു. അതിനാൽ Cu_2S ലെ സൾഫർ ഒരു നിരോക്സികാരിയാണ്.

8.3.1. റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ തരങ്ങൾ

1. സംയോജന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ

ഒരു സംയോജന രാസപ്രവർത്തനത്തെ ഇങ്ങനെ സൂചിപ്പിക്കാം.

$$A + B \rightarrow C$$

ഈ പ്രവർത്തനം റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനം ആയിരിക്കണമെങ്കിൽ A യും B യും അല്ലെങ്കിൽ A യോ B യോ മൂലകാവസ്ഥയിലായിരിക്കണം. അതായത് മൂലക ഡൈഓക്സിജനെ ഉപയോഗിച്ചു കൊണ്ടുള്ള എല്ലാ ജ്വലന പ്രക്രിയകളും ഓക്സിജൻ കൂടാതെ മറ്റു മൂലകങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളും റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളാണ്. ഈ വിഭാഗത്തിലെ ചില പ്രധാനപ്പെട്ട ഉദാഹരണങ്ങളാണ് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.

$$\overset{0}{C}(s) + \overset{0}{O_2}(g) \xrightarrow{\Delta} \overset{-4}{C}\overset{2}{O_2}(g) \qquad (8.24)$$

$$3\overset{0}{Mg}(s) + \overset{0}{N_2}(g) \xrightarrow{\Delta} \overset{+2}{Mg_3}\overset{3}{N_2}(s) \qquad (8.25)$$

$$\overset{-4}{C}\overset{1}{H_4}(g) + 2\overset{0}{O_2}(g) \xrightarrow{\Delta} \overset{4}{C}\overset{-2}{O_2}(g) + 2\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}(l)$$

2. വിഘടന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ

സംയോജന രാസപ്രവർത്തനത്തിന്റെ വിപരീത രീതിയിലുള്ള പ്രവർത്തനമാണിത്. വ്യക്തമായി പറഞ്ഞാൽ ഇവിടെ സംയുക്തം വിഘടിച്ച് രണ്ടോ അതിലധികമോ ഘടകങ്ങളായി മാറുന്നു. ഇതിൽ ഒരു ഘടകമെങ്കിലും മൂലകാവസ്ഥയിൽ ആയിരിക്കണം. ഉദാഹരണങ്ങൾ താഴെകൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$2\overset{+1}{H_2}\overset{2}{O}(l) \xrightarrow{\Delta} 2\overset{0}{H_2}(g) + \overset{0}{O_2}(g) \qquad (8.26)$$

$$2\overset{+1}{Na}\overset{1}{H}(s) \xrightarrow{\Delta} 2\overset{0}{Na}(s) + \overset{0}{H_2}(g) \qquad (8.27)$$

$$2\overset{+1}{K}\overset{-5}{Cl}\overset{2}{O_3}(s) \xrightarrow{\Delta} 2\overset{+1}{K}\overset{1}{Cl}(s) + 3\overset{0}{O_2}(g) \qquad (8.28)$$

സസൂക്ഷ്മം പരിശോധിച്ചാൽ സംയോജനപ്രക്രിയയിൽ CH_4 ലെ ഹൈഡ്രജന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലും രാസപ്രവർത്തനം (8.28)ൽ $KClO_3$ ലെ പൊട്ടാസ്യത്തിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലും വ്യത്യാസം വന്നിട്ടില്ലായെന്നു മനസ്സിലാകും. മാത്രമല്ല എല്ലാ വിഘടന പ്രക്രിയയും ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമല്ലെന്നു നാം മനസ്സിലാക്കണം. ഉദാഹരണത്തിന് $CaCO_3$ ന്റെ വിഘടന പ്രവർത്തനം ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമല്ല.

$$\overset{+2}{Ca}\overset{+4}{C}\overset{2}{O_3}(s) \xrightarrow{\Delta} \overset{-2}{Ca}\overset{2}{O}(s) + \overset{+4}{C}\overset{2}{O_2}(g)$$

3. ആദേശ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ (Displacement reaction)

ആദേശ രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഒരു സംയുക്തത്തിലെ ഒരു അയോൺ (അഥവാ ഒരു ആറ്റം) മറ്റൊരു മൂലകത്തിന്റെ അയോണി (അഥവാ ആറ്റം) നാൽ ആദേശം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഇത് ഇപ്രകാരം സൂചിപ്പിക്കാം.

$$X + YZ \rightarrow XZ + Y$$

ആദേശ രാസപ്രവർത്തനത്തിനെ രണ്ടുവിഭാഗമായി കാണാം. ലോഹ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനവും അലോഹ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനവും.

(a) ലോഹ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനം

ഒരു സംയുക്തത്തിലെ ലോഹത്തിനെ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിലുള്ള മറ്റൊരു ലോഹം ആദേശം ചെയ്യുന്നു. (8.2.1)

എന്ന ഭാഗത്ത് ഇത് നമ്മൾ ചർച്ച ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. അയിരിലുള്ള സംയുക്തങ്ങളിൽ നിന്ന് ശുദ്ധമായ ലോഹത്തിനെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന ലോഹനിഷ്കർഷണ പ്രക്രിയയിൽ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ധാരാളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. അത്തരത്തിലുള്ള ഏതാനും ഉദാഹരണങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

+2 6 −2   0   0   +2 6 −2

$$CuSO_4(aq) + Zn(s) \rightarrow Cu(s) + ZnSO_4(aq) \quad (8.29)$$

+5 −2   0   0   2 −2

$$V_2O_5(s) + 5Ca(s) \xrightarrow{\Delta} 2V(s) + 5CaO(s) \quad (8.30)$$

+4 −1   0   0   +2 −1

$$TiCl_4(l) + 2Mg(s) \xrightarrow{\Delta} Ti(s) + 2MgCl_2(s) \quad (8.31)$$

+3 −2   0   +3 −2   0

$$Cr_2O_3(s) + 2Al(s) \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3(s) + 2Cr(s) \quad (8.32)$$

ഓരോ പ്രവർത്തനത്തിലും, നിരോക്സീകാരിയായ ലോഹം ഇവയാൽ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്ന ലോഹത്തേക്കാൾ മികച്ച നിരോക്സീകാരിയാണ്. കാരണം ഇലക്ട്രോണിനെ നഷ്ടപ്പെടാനുള്ള കഴിവ് കൂടുതലാണ്.

(b) അലോഹീയ ആദേശരാസപ്രവർത്തനം (non-metal displacement)

ഇതിൽ ഹൈഡ്രജൻ ആദേശരാസപ്രവർത്തനങ്ങളും ദുർലഭമായി മാത്രം സാധ്യമാകുന്ന ഓക്സിജൻ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളും ഉൾപ്പെടുന്നു.

നല്ല നിരോക്സീകാരികളായ എല്ലാ ആൽക്കലി ലോഹങ്ങളും ചില ആൽക്കലി എർത്ത് ലോഹങ്ങളും (Ca, Sr, Ba) തണുത്ത വെള്ളത്തിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജനെ ആദേശം ചെയ്യുന്നു.

0   −1 2   +1 2 +1   0

$$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g) \quad (8.33)$$

0   1 −2   +2 −2 +1   0

$$Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g) \quad (8.34)$$

ക്രിയാശീലത കുറഞ്ഞ മഗ്നീഷ്യം, അയൺ പോലുള്ള ലോഹങ്ങൾ നീരാവിയുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രജനെ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

0   1 −2   +2 −2 +1   0

$$Mg(s) + 2H_2O(l) \xrightarrow{\Delta} Mg(OH)_2(s) + H_2(g) \quad (8.35)$$

0   1 −2   3 −2   0

$$2Fe(s) + 3H_2O(l) \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_3(s) + 3H_2(g) \quad (8.36)$$

തണുത്ത ജലവുമായി പ്രവർത്തിക്കാത്ത പല ലോഹങ്ങളും ആസിഡിൽ നിന്ന് ഹൈഡ്രജനെ ആദേശം ചെയ്യാൻ കഴിവുള്ളവയാണ്. നീരാവിയുമായി പ്രവർത്തിക്കാത്ത ലോഹങ്ങൾക്കു പോലും ആസിഡിൽനിന്നും ഹൈഡ്രജനെ ആദേശം ചെയ്ത് സ്വതന്ത്രമാക്കാൻ കഴിയും. കാഡ്മിയവും ടിന്നും അത്തരം ലോഹങ്ങൾക്കുദാഹരണങ്ങളാണ്. ആസിഡിൽ നിന്നും ഹൈഡ്രജനെ ആദേശം ചെയ്യുന്ന ചില രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

0   1 −1   2 −1   0

$$Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g) \quad (8.37)$$

0   −1 1   −2 1   0

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g) \quad (8.38)$$

0   +1 1   −2 1   0

$$Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g) \quad (8.39)$$

പരീക്ഷണശാലയിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ വാതകം ഉണ്ടാവുന്നതിന് (8.37)–(8.39) വരെയുള്ള രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇവിടെ ലോഹങ്ങളുടെ ക്രിയാശീലത, ഹൈഡ്രജൻ വാതകം ഉണ്ടാക്കുന്ന വേഗതയിൽ ദർശിക്കാവുന്നതാണ്. ക്രിയാശീലത കുറഞ്ഞ Fe ന് ഇത് വളരെ സാവധാനത്തിൽ നടക്കുന്ന പ്രവർത്തനവും ക്രിയാശീലത കൂടിയ Mg ന് ഏറ്റവും വേഗത്തിൽ നടക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനവും ആണ്. ഏറ്റവും ക്രിയാശീലത കുറഞ്ഞതും പ്രകൃതിയിൽ സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നതുമായ സിൽവർ (Ag), സ്വർണ്ണം (Au) പോലുള്ള ലോഹങ്ങൾ ഹൈഡ്രോക്ലോറിക്ക് ആസിഡുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതേയില്ല.

സിങ്ക് (Zn), കോപ്പർ (Cu), സിൽവർ (Ag) എന്നീ ലോഹങ്ങൾ ഇലക്ട്രോണുകൾ നഷ്ടപ്പെടാനുള്ള പ്രവണതയിലൂടെ അവയുടെ നിരോക്സീകരണ ക്രിയാശീലത Zn> Cu>Ag എന്ന ക്രമത്തിൽ കാണിക്കുമെന്ന് വിഭാഗം 8.2.1 ൽ ചർച്ച ചെയ്തിട്ടുള്ളതാണ്. ലോഹങ്ങൾക്കുള്ളതു പോലെ ഹാലൊജനും ക്രിയാശീല ശ്രേണിയുണ്ട്. ഗ്രൂപ്പ് 17 ൽ ഈ മൂലകങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ ശക്തി ഫ്ളൂറിനിൽ നിന്നും അയൊഡിൻ വരെ മുകളിൽ നിന്നും താഴേക്ക് തുടർച്ചയായി കുറഞ്ഞു വരുന്നു. ഇതു സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഏറ്റവും ക്രിയശീലതയുള്ള ഫ്ളൂറിന്; ക്ലോറൈഡ്, ബ്രോമൈഡ്, അയോഡൈഡ് എന്നീ അയോണുകളെ അവയുടെ ലായനിയിൽ നിന്നും ആദേശം ചെയ്യാൻ കഴിയുമെന്നുള്ളതാണ്. വാസ്തവത്തിൽ, ക്രിയാശീലത വളരെ കൂടിയ ഫ്ളൂറിൻ ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് അതിൽ നിന്നും ഓക്സിജനെ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു.

+1 −2   0   +1 −1   0

$$2H_2O(l) + 2F_2(g) \rightarrow 4HF(aq) + O_2(g) \quad (8.40)$$

ഈ കാരണത്താൽ ഫ്ളൂറിനുപയോഗിച്ച്, ക്ലോറിൻ, ബ്രോമിൻ, അയോഡിൻ എന്നിവയുടെ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനം ജലീയലായനിയിൽ നടത്താറില്ല. എന്നാൽ ക്ലോറിൻ, താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ ബ്രോമൈഡ്, അയോഡൈഡ് എന്നീ അയോണുകളെ അവയുടെ ജലീയ ലായനിയിൽ നിന്നും ആദേശം ചെയ്യുന്നു.

0   +1 1   −1 1   0

$$Cl_2(g) + 2KBr(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + Br_2(l) \quad (8.41)$$

0   +1 −1   +1 −1   0

$$Cl_2(g) + 2KI(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + I_2(s) \quad (8.42)$$

Br_2, I_2 എന്നിവ നിറമുള്ളതും CCl_4ൽ ലയിക്കുന്നതും, നിറം കൊണ്ട് വേർതിരിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നവയുമാണ്. മേൽപ്പറഞ്ഞ പ്രവർത്തനം അയോണിക രൂപത്തിൽ എഴുതാം.

0   1   1   0

$$Cl_2(g) + 2Br^-(aq) \rightarrow 2Cl^-(aq) + Br_2(l) \quad (8.41a)$$

0   −1   −1   0

$$Cl_2(g) + 2I^-(aq) \rightarrow 2Cl^-(aq) + I_2(s) \quad (8.42b)$$

Br^-, I^- എന്നിവ തിരിച്ചറിയുന്നതിന് പരീക്ഷണശാലയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ശ്രദ്ധേയമായ 'ലയർ ടെസ്റ്റ്' (Layer Test) ന്റെ അടിസ്ഥാനം (8.41), (8.42) എന്നീ പ്രവർത്തനങ്ങളാണ്. ബ്രോമിൻ ഇതുപോലെ ലായനിയിൽ നിന്നും അയൊഡൈഡ് അയോണിനെ നീക്കം ചെയ്യുമെന്ന് ഈ സന്ദർഭത്തിൽ എടുത്തു പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ.

0   1   1   0

$$Br_2(l) + 2I^-(aq) \rightarrow 2Br^-(aq) + I_2(s) \quad (8.43)$$

നേരിട്ട് വ്യാവസായത്തിൽ ഉപയോഗമുള്ള ഒരു രാസപ്രവർത്തനമാണ് ഹാലൊജൻ ആദേശ രാസപ്രവർത്തനം. ഹാലൈഡുകളിൽ നിന്ന് ഹാലജൻ വീണ്ടെടുപ്പിന് താഴെപ്പറയുന്ന ഓക്സീകരണ പ്രക്രിയ ആവശ്യമാണ് $2X^- \rightarrow X_2 + 2e^-$ (8.44) (ഇവിടെ X ഹാലൊജൻ മൂലകത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.)

Cl^-, Br^-, I^- എന്നിവയെ ഓക്സീകരിക്കുന്നതിനുള്ള രാസമാർഗ്ഗങ്ങൾ ലഭ്യമാണ്. എന്നാൽ ഫ്ളൂറിൻ ശക്തിയേറിയ ഓക്സികാരിയായതിനാൽ F^- അയോണിനെ F_2 ആക്കി മാറ്റാനുള്ള രാസപരമായ മാർഗ്ഗമൊന്നുമില്ല. ഒരേയൊരു മാർഗ്ഗം F^- അയോണിനെ വൈദ്യുതപരമായി ഓക്സീകരിച്ച് F_2 ആക്കുക എന്നതു മാത്രമാണ്. ഇതിന്റെ വിശദാംശങ്ങൾ പിന്നീട് പഠിക്കുന്നതാണ്.

4. *ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം (Disproportionation reaction)*

ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം ഒരു പ്രത്യേക രീതിയിലുള്ള റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമാണ്. ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഒരു ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള മൂലകം ഒരേ സമയം ഓക്സീകരണ നിരോക്സീകരണ രാസപ്രവർത്തനത്തിനു വിധേയമാകുന്നു. ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനത്തിലേർപ്പെടുന്ന മൂലകങ്ങളിലൊന്നിന് കുറഞ്ഞത് മൂന്ന് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യാനാവും. അഭികാരകത്തിന്റെ രൂപത്തിലുള്ള മൂലകത്തിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ മധ്യവർത്തിയായ ഒന്നായിരിക്കും. ഈ മൂലകത്തിന്റെ കുറഞ്ഞതും കൂടിയതുമായ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ രാസപ്രവർത്തനഫലമായി ഉണ്ടാകുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന്റെ വിഘടനം നമുക്ക് സുപരിചിതമായ ഉദാഹരണമാണ്. ഇവിടെ ഓക്സിജനാണ് ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനത്തിനു വിധേയമാകുന്നത്.

+1 −1   +1 −2   0

$$2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g) \quad (8.45)$$

ഇവിടെ പെറോക്സൈഡിലുള്ള −1 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള ഓക്സിജൻ പൂജ്യം ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള ഓക്സിജനായും (O_2) ജലത്തിൽ (H_2O) അത് −2 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലേക്കും കുറയുന്നു.

താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെയാണ് ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിൽ ഫോസ്ഫറസ്, സൾഫർ, ക്ലോറിൻ തുടങ്ങിയവ ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം നടത്തുന്നത്.

0   −3   +1

$$P_4(s) + 3OH^-(aq) + 3H_2O(l) \rightarrow PH_3(g) + 3H_2PO_2^-(aq) \quad (8.46)$$

0   −2   +2

$$S_8(s) + 12\,OH^-(aq) \rightarrow 4S^{2-}(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) + 6H_2O(l) \quad (8.47)$$

0   −1   1

$$Cl_2(g) + 2\,OH^-(aq) \rightarrow ClO^-(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(l) \quad (8.48)$$

പ്രവർത്തനം (8.48) വീട്ടിലുപയോഗിക്കുന്ന ബ്ലീച്ചിംഗ് ഏജന്റുകളുടെ രൂപീകരണം വിശദീകരിക്കുന്നു. പ്രവർത്തന ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ഹൈപ്പോക്ലോറൈറ്റ് അയോൺ (ClO^-) നിറമുള്ള പദാർത്ഥങ്ങളെ ഓക്സീകരിച്ച് നിറമില്ലാത്തവയാക്കുന്നു.

(8.48) ൽ ക്ലോറിൻ നൽകിയതുപോലുള്ള രാസപ്രവർത്തനം ബ്രോമിനും അയോഡിനും തരുന്നു. എന്നാൽ ഫ്ളൂറിൻ ആൽക്കലിയുമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ഇതിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായ സ്വഭാവമാണ് കാണിക്കുന്നത്. ഫ്ളൂറിനുമായുള്ള രാസപ്രവർത്തനം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$2\ F_2(g) + 2OH\ (aq) \rightarrow 2\ F\ (aq) + OF_2(g) + H_2O(l) \quad (8.49)$$

(വളരെയധികം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട കാര്യം നിശ്ചയമായും ഫ്ളൂറിൻ (8.49) എന്ന പ്രവർത്തനത്തിൽ ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് കുറച്ച് ഓക്സിജനുണ്ടാക്കുന്നു.) കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവായ ഫ്ളൂറിന്റെ പരിമിതി അറിയുമ്പോൾ ഫ്ളൂറിൻ കാണിക്കുന്ന ഈ മാറ്റം നമ്മെ അത്ഭുതപ്പെടുത്തുന്നില്ല. കാരണം ഫ്ളൂറിന് ഒരു പോസിറ്റീവ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥപോലും കാണിക്കാനാകില്ല. ഇതിന്റെ അർത്ഥം മറ്റു ഹാലോജനുകളെപോലെ ഫ്ളൂറിൻ ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം തരുന്നില്ല.

ചോദ്യം 8.5

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന വർഗത്തിൽ ഏതാണ് ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം കാണിക്കാത്തത്? എന്തുകൊണ്ട്?

ClO^-, ClO_2^-, ClO_3^-, ClO_4^-

ആനുപാതികമല്ലാത്ത പ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്ന വർഗത്തിന്റെ രാസപ്രവർത്തനം എഴുതുക.

ഉത്തരം:

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന ക്ലോറിന്റെ ഓക്സോആനയോണുകളിൽ ClO_4^- ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്നില്ല. കാരണം ഇതിൽ ക്ലോറിൻ അതിന്റെ ഏറ്റവും ഉയർന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയായ +7 ലാണ്. ക്ലോറിന്റെ മറ്റു മൂന്ന് ഓക്സോആനയോണുകളുടെ ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$3\overset{-1}{Cl}O^- \rightarrow 2\overset{1}{Cl}^- + \overset{-5}{Cl}O_3^-$$

$$6\ \overset{3}{Cl}O_2 \xrightarrow{h\nu} 4\overset{+5}{Cl}O_3 + 2\overset{-1}{Cl}$$

$$4\overset{+5}{Cl}O_3^- \rightarrow \overset{1}{Cl}^- + 3\ \overset{-7}{Cl}O_4^-$$

ചോദ്യം 8.6

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെ തരം തിരിക്കാനുള്ള ഒരു മാർഗ്ഗം നിർദേശിക്കുക.

(a) $N_2\ (g) + O_2\ (g) \rightarrow 2\ NO\ (g)$

(b) $2Pb(NO_3)_2(s) \rightarrow 2PbO(s) + 4\ NO_2\ (g) + O_2\ (g)$

(c) $NaH(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2\ (g)$

(d) $2NO_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow NO_2^-(aq) + NO_3\ (aq) + H_2O(l)$

ഉത്തരം:

പ്രവർത്തനം (a) ൽ സംയുക്തമായ (NO) നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് ലഭിക്കുന്നത് മൂലകാവസ്ഥയിലുള്ള നൈട്രജനും $N_2(g)$ ഓക്സിജനും $O_2(g)$ സംയോജിച്ചാണ്. അതിനാൽ ഇത് സംയോജന റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനത്തിന് ഉദാഹരണമാണ്. പ്രവർത്തനം (b) ൽ ലെഡ്നൈട്രേറ്റ് വിഘടിച്ച് മൂന്നു ഘടകങ്ങളായി മാറിയിരിക്കുന്നു. ഇത് വിഘടന റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനമാണ്. (c) യിൽ ജലത്തിലെ ഹൈഡ്രജൻ, ഹൈഡ്രൈഡ് അയോണുകളെ ആദേശം ചെയ്ത് ഡൈഹൈഡ്രജൻ വാതകമായി മാറ്റിയിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഇത് ആദേശ റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനമാണ്. (d) ഇതിൽ NO_2 (+4 അവസ്ഥ) ആനുപാതികമല്ലാതെ NO_2 (+3 അവസ്ഥ) NO_3 (+5 അവസ്ഥ) എന്നീ അവസ്ഥകളിലേക്ക് മാറിയിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ (d) ഒരു ആനുപാതികമല്ലാത്ത റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനത്തിന് ഉദാഹരണമാണ്.

ചോദ്യം 8.7

എന്തുകൊണ്ടാണ് താഴെപറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ വ്യത്യസ്തരീതിയിൽ നടക്കുന്നത്?

$$Pb_3O_4 + 8HCl \rightarrow 3PbCl_2 + Cl_2 + 4H_2O$$

$$Pb_3O_4 + 4HNO_3 \rightarrow 2Pb(NO_3)_2 + PbO_2 + 2H_2O$$

ഉത്തരം:

1 മോൾ PbO ഉം 1 മോൾ PbO_2 ഉം അടങ്ങിയ രാസസമീകരണമിതീയ മിശ്രിതമാണ് Pb_3O_4. PbO_2ൽ ലെഡ് (Pb) +4 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലും PbO-ൽ സ്ഥിരതയുള്ള ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുമാണ്. അതിനാൽ PbO_2 ഓക്സികാരിയായി വർത്തിക്കുന്നു. മാത്രമല്ല HCl^- ലെ Cl^-നെ ഓക്സീകരിച്ച് ക്ലോറിനാക്കി മാറ്റുകയും ചെയ്യുന്നു. PbO ഒരു ക്ഷാരീയ ഓക്സൈഡ് ആണെന്ന് നാം മനസ്സിലാക്കണം. അതുകൊണ്ട് $Pb_3O_4 + 8HCl \rightarrow 3PbCl_2 + Cl_2 + 4H_2O$ എന്ന പ്രവർത്തനത്തെ രണ്ട് പ്രവർത്തനങ്ങളായി വേർതിരിക്കാം.

$2PbO + 4HCl \rightarrow 2PbCl_2 + 2H_2O$

(ആസിഡ് – ബേസ് പ്രവർത്തനം)

$$\overset{-4}{PbO_2} + 4H\overset{1}{Cl} \rightarrow \overset{+2}{Pb}Cl_2 + \overset{0}{Cl_2} + 2H_2O$$

(റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനം)

HNO_3 സ്വയം ഒരു ഓക്സികാരിയായതിനാൽ PbO_2 ഉം HNO_3 തമ്മിൽ പ്രവർത്തിക്കാനും സാധ്യത കുറവാണ്.

PbO യും HNO_3 യും തമ്മിൽ ഉള്ള ആസിഡ് ബേസ് പ്രവർത്തനം താഴെ പറയുന്ന പ്രകാരം നടക്കുന്നു.

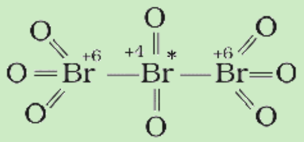
$2PbO + 4HNO_3 \rightarrow 2Pb(NO_3)_2 + 2H_2O$

PbO_2 ന്റെ HNO_3 യോടുള്ള നിഷ്ക്രിയത്വമാണ്, ഇതിന്റെ HCl മായിട്ടുള്ള പ്രവർത്തനത്തെ വ്യത്യാസപ്പെടുത്തുന്നത്.

ഭിന്നഓക്സീകരണസംഖ്യയിലെ വിരോധാഭാസം

ഭിന്നസംഖ്യ, ഓക്സീകരണസംഖ്യയായ പ്രത്യേക മൂലകങ്ങളുള്ള സംയുക്തങ്ങൾ നാം ചിലപ്പോൾ കണ്ടുവരാറുണ്ട്. ഉദാഹരണത്തിന് C_3O_2 (ഇതിൽ കാർബണിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ 4/3) Br_3O_8 (ഇതിൽ ബ്രോമിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ 16/8) $Na_2S_4O_6$ (ഇതിൽ സൾഫറിന്റെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ 2.5 ആണ്.)

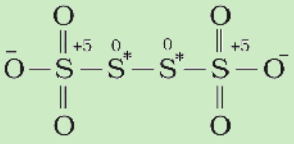
ഇലക്ട്രോണുകൾ ഭിന്നസംഖ്യാരൂപത്തിൽ പങ്കുവയ്ക്കാനോ മാറ്റം ചെയ്യാനോ സാദ്ധ്യമല്ലാത്തതിനാൽ ഭിന്നസംഖ്യയായ ഓക്സീകരണസംഖ്യ നമുക്ക് യോജിക്കാൻ സാധിക്കാത്ത ഒരു ആശയമാണ്. യഥാർത്ഥത്തിൽ നിരീക്ഷണത്തിലുള്ള മൂലകത്തിന്റെ ശരാശരി ഓക്സീകരണാവസ്ഥയാണിത്. ഭിന്നസംഖ്യ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ സാദ്ധ്യമായ മൂലകം യഥാർത്ഥത്തിൽ വിഭിന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതെന്ന് അതിന്റെ ഘടനാപരമായ സ്വഭാവം സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. C_3O_2, Br_3O_8, $S_4O_6^{2-}$ എന്നിവയുടെ ഘടനകൾ താഴെപ്പറയുന്ന ബന്ധനാവസ്ഥകൾ കാണിക്കുന്നു.



ട്രൈബ്രോമോഒക്ടാഓക്സൈഡിന്റെ ഘടന (Br_3O_8)

$$\overset{+2}{O=C}=\overset{0}{C^*}=\overset{+2}{C}=O$$

കാർബൺ സബോക്സൈഡിന്റെ ഘടന (C_3O_2)



ടെട്രാതയോണേറ്റ് അയോണിന്റെ ഘടന ($S_4O_6^{2-}$)

ഓരോ വർഗത്തിലും നക്ഷത്രചിഹ്നം നൽകിയിരിക്കുന്ന മൂലക ആറ്റം അതേ വർഗത്തിൽ അതിന്റെ തന്നെ മറ്റു ആറ്റങ്ങളിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്ത ഓക്സീകരണ സംഖ്യ (ഓക്സീകരണാവസ്ഥ) കാണിക്കുന്നു. ഇത് വ്യക്തമാക്കുന്നത് C_3O_2 ൽ രണ്ടു കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ ഒരേ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയായ +2 കാണിക്കുമ്പോൾ മൂന്നാമത്തെ കാർബൺ ആറ്റം പൂജ്യം ഓക്സീകരണാവസ്ഥയും കാണിക്കുന്നു, ഇവയുടെ ശരാരി 4/3 ആണ്. എന്നാൽ യഥാർത്ഥ ചിത്രം അറ്റത്തുള്ള രണ്ടു കാർബൺ ആറ്റങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ +2 ഉം മധ്യഭാഗത്തുള്ള കാർബണിന്റേത് പൂജ്യവുമാണ്. അതുപോലെ Br_3O_8 ൽ അറ്റത്തുള്ള രണ്ട് Br ആറ്റവും +6 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലും മധ്യഭാഗത്തുള്ള Br, +4 ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുമാണ്. യാഥാർത്ഥ്യത്തിൽ നിന്നും മാറി, വീണ്ടും ശരാശരി ഓക്സീകരണാവസ്ഥ 16/3 ആണെന്നു കാണാം. ഇതേ രീതിയിൽ $S_4O_6^{2-}$ എന്ന വർഗത്തിൽ, ഏറ്റവും അറ്റത്തുള്ള രണ്ടു സൾഫർ ആറ്റങ്ങളും +5 ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കുമ്പോൾ, മധ്യഭാഗത്തുള്ള രണ്ടു സൾഫറുകളും പൂജ്യം ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കുന്നു. സൾഫർ ആറ്റങ്ങളുടെ ഈ നാല് ഓക്സീകരണാവസ്ഥകളുടെയും ശരാശരി 2.5 ആണ്. എന്നാൽ യഥാർഥത്തിൽ ഓരോ സൾഫർ ആറ്റങ്ങളുടെയും ഓക്സീകരണാവസ്ഥ യഥാക്രമം +5,0,0,+5 എന്നിങ്ങനെയാണ്.

ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ ഭിന്നസംഖ്യയിലുള്ള ഓക്സീകരണാവസ്ഥ വളരെ ശ്രദ്ധയോടെ കാണേണ്ടതുമാണ്. അവയുടെ ഘടനയിലൂടെ മാത്രമേ യാഥാർത്ഥ്യം വ്യക്തമാകുകയുള്ളൂ. കൂടാതെ, നാം ഏതെങ്കിലും വർഗത്തിൽ ഒരു പ്രത്യേക മൂലകത്തിന്റെ ഭിന്നസംഖ്യയിലുള്ള ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണുകയാണെങ്കിൽ അത് ശരാശരി ഓക്സീകരണാവസ്ഥ മാത്രമാണെന്ന് മനസ്സിലാക്കണം.

യഥാർഥത്തിൽ (ഘടനയിൽ നിന്നും വെളിപ്പെട്ടത്) ഒരു പ്രത്യേക വർഗത്തിലെ ഒരു മൂലകം മുഴുവൻ സംഖ്യയിലുള്ള ഒന്നിലധികം ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ കാണുന്നു. Fe_3O_4, Mn_3O_4, Pb_3O_4 മുതലായവ ഇതിന് മറ്റു ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ഈ മിശ്രിത ഓക്സൈഡുകളിൽ ലോഹത്തെ ഭിന്നസംഖ്യയിലുള്ള ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്നു. കൂടാതെ O_2^+ ലും O_2^- ലും യഥാക്രമം +½, –½ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ ഉള്ളതുപോലെ, ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ ഭിന്നസംഖ്യയിലുമാകാം.

8.3.2 റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ സമീകരണം (Balancing of Redox Reactions)

റിഡോക്സ് പ്രക്രിയയിൽ രണ്ടു രീതികളാണ് രാസസമവാക്യത്തെ സമീകരണം ചെയ്യാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഒരു രീതി ഓക്സികാരിയുടെയും നിരോക്സികാരിയുടെയും ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലെ വ്യത്യാസത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ്. മറ്റൊന്നിൽ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തെ ഓക്സീകരണത്തിന്റെയും നിരോക്സീകരണത്തിന്റെയും രണ്ട് അർധ പ്രവർത്തനങ്ങളായി വിഭജിച്ചതാണ്. രണ്ടു രീതികളും നിലവിൽ പ്രാവർത്തികമാണ്. അതിന്റെ തിരഞ്ഞെടുക്കൽ അത് ഉപയോഗിക്കുന്ന വ്യക്തികളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും.

(a) ഓക്സീകരണ സംഖ്യാരീതി: മറ്റു പ്രവർത്തനങ്ങളുടേതെന്ന പോലെ ഓക്സീകരണ നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതുമ്പോൾ അഭികാരകങ്ങളുടെയും ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും ഘടനയും രാസസൂത്രവും അറിഞ്ഞിരിക്കണം. ഓക്സീകരണ സംഖ്യാരീതി ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന ഘട്ടങ്ങളിലൂടെ വിശദമാക്കാം.

ഘട്ടം–1. അഭികാരങ്ങളുടെയും ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും ശരിയായ രാസസൂത്രങ്ങളെഴുതുക.

ഘട്ടം–2. പ്രവർത്തനത്തിൽ പങ്കെടുക്കുന്ന ഓരോ മൂലകത്തിനും ഓക്സീകരണ സംഖ്യ നൽകിക്കൊണ്ട് ഏതെല്ലാം ആറ്റങ്ങൾക്കാണ് ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിൽ മാറ്റം സംഭവിച്ചിരിക്കുന്നതെന്ന് കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഘട്ടം–3. ഓരോ ആറ്റത്തിനും അത് ഉൾക്കൊള്ളുന്ന അയോൺ അല്ലെങ്കിൽ മുഴുവൻ തന്മാത്രയിലും ഉണ്ടാകുന്ന ഓക്സീകരണസംഖ്യ വർധനവ്/കുറവ് കണക്കാക്കുക. ഇവ തുല്യമല്ലെങ്കിൽ അവയെ യോജിച്ച ഗുണകം (സംഖ്യ) കൊണ്ട് ഗുണിച്ച് തുല്യമാക്കുക. (രണ്ടു പദാർഥങ്ങൾക്ക് നിരോക്സീകരണം സംഭവിക്കുന്നതും മറ്റൊന്നിനും ഓക്സീകരണം സംഭവിക്കാതിരിക്കുകയോ, മറിച്ചോ സംഭവിക്കുകയാണെങ്കിൽ എവിടെയെങ്കിലും തെറ്റിയെന്നു മനസ്സിലാക്കാം. അഭികാരകങ്ങളുടെയും ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും രാസസൂത്രം, കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എന്നിവ ശരിയാണോ എന്നു ഉറപ്പാക്കണം).

ഘട്ടം–4. ജലത്തിലാണ് പ്രവർത്തനം നടക്കുന്നതെങ്കിൽ അയോണുകൾ പങ്കെടുത്തിട്ടുണ്ടോ എന്ന് ഉറപ്പുവരുത്തുക. അഭികാരങ്ങളുടെയും ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും ആകെ ചാർജ്ജ് തുല്യമാക്കുന്നതിനായി സമവാക്യത്തിന്റെ ശരിയായ വശത്ത് H^- അല്ലെങ്കിൽ OH^- ചേർക്കുക. പ്രവർത്തനം അസിഡിക് മാധ്യമത്തിലാണ് നടക്കുന്നതെങ്കിൽ H^- അയോണുകളും ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലാണ് നടക്കുന്നതെങ്കിൽ OH അയോണുകളും ആണ് ചേർക്കേണ്ടത്.

ഘട്ടം–5. സമവാക്യത്തിന്റെ രണ്ടുവശങ്ങളിലുമുള്ള H ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം തുല്യമാക്കുന്നതിനായി അഭികാരകങ്ങളുടെ വശത്തോ, ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെ വശത്തോ ജലതന്മാത്രകൾ (H_2O) കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. ഓക്സിജന്റെ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം പരിശോധിക്കുമ്പോൾ അഭികാരകങ്ങളുടെയും ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെയും വശത്തുള്ള ഓക്സിജൻ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം തുല്യമാണെങ്കിൽ സമവാക്യം സന്തുലിതമാണെന്ന് മനസ്സിലാക്കാം. ഈ രീതിയിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഘട്ടങ്ങൾ വിശദമാക്കുന്നതിനായി നമുക്ക് ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ള ചില പ്രശ്നങ്ങൾ പരിശോധിക്കാം.

ചോദ്യം 8.8

അമ്ലീയ ലായനിയിൽ പൊട്ടാസ്യം ഡൈക്രോമേറ്റ് (VI), $K_2Cr_2O_7$, സോഡിയം സൾഫൈറ്റും Na_2SO_3, തമ്മിൽ പ്രവർത്തിച്ച് ക്രോമിയം (III) അയോണും സൾഫേറ്റ് അയോണും ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനത്തിന് സമീകൃത അയോണിക രാസസമവാക്യം എഴുതുക.

ഉത്തരം:

ഘട്ടം–1. സമവാക്യം എഴുതുന്നു.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + SO_3^{2-}(aq) \rightarrow Cr^{3+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

ഘട്ടം–2. 'Cr' നും 'S' നും ഓക്സീകരണസംഖ്യ നൽകുന്നു.

$$\overset{+6}{Cr_2}\overset{2}{O_7^{2-}}(aq) + \overset{+4}{S}\overset{2}{O_3^{2-}}(aq) \rightarrow \overset{-3}{Cr}(aq) + \overset{-6}{S}\overset{2}{O_4^{2-}}(aq)$$

ഡൈക്രോമേറ്റ് അയോൺ ഒരു ഓക്സികാരിയെന്നും സൾഫൈറ്റ് അയോൺ നിരോക്സീകാരിയെന്നും ഇത് വ്യക്തമാക്കുന്നു.

ഘട്ടം–3. ഓക്സീകരണസംഖ്യയുടെ വർധനവും കുറവും കണ്ടെത്തുകയും തുല്യമാക്കുകയും ചെയ്യുക; ഘട്ടം 2 ൽ നിന്നും ക്രോമിയത്തിന്റേയും സൾഫറിന്റേയും ഓക്സീകരണാവസ്ഥ മാറിയതായി നമുക്ക് ദർശിക്കാൻ കഴിയും. ക്രോമിയത്തിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ +6 ൽ നിന്നും +3 ലേക്ക് മാറുന്നു. സമവാക്യത്തിന്റെ വലതുവശത്ത് ക്രോമിയത്തിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയ്ക്ക് +3 യുടെ കുറവുണ്ടായിരിക്കുന്നു. സൾഫറിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥ +4 ൽ നിന്നും +6 ലേക്ക് മാറിയിരിക്കുന്നു. സൾഫറിന്റെ ഓക്സീകരണാവസ്ഥയ്ക്ക് വലത് വശത്ത് +2 ന്റെ വർധനവ് ഉണ്ടാ

യിരിക്കുന്നു. ഓക്സീകരണാവസ്ഥയുടെ വർധനവും കുറവും തുല്യമാക്കുന്നതിന് വലതുവശത്ത് ക്രോമിയം അയോണിനുമുൻപ് 2 എന്ന അക്കവും വലത് വശത്ത് സൾഫേറ്റ് അയോണിനുമുൻപ് 3 എന്ന അക്കവും ചേർക്കുകയും സമവാക്യത്തിന്റെ ഇരുവശങ്ങളിലും ക്രോമിയം, സൾഫർ ആറ്റങ്ങൾ സമീകരിക്കുകയും ചെയ്യുക. ആയതിനാൽ,

$$\overset{-6\ \ 2}{Cr_2O_7^{2}}(aq) + 3\overset{+4\ \ 2}{SO_3^{2}}(aq) \rightarrow 2\overset{+3}{Cr^{3}}(aq) + 3\overset{+6\ -2}{SO_4^{2}}(aq)$$

ഘട്ടം-4. ഈ പ്രവർത്തനം അമ്ലീയ ലായനിയിൽ നടക്കുന്നതുകൊണ്ട് ഇരുവശത്തുമുള്ള അയോണിക ചാർജ്ജുകൾ തുല്യമല്ലാത്തതുകൊണ്ടും $8H^{-}$ ഇടതുവശത്തു ചേർത്ത് അയോണിക ചാർജ്ജുകൾ തുല്യമാക്കുന്നു.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3SO_3^{2-}(aq) + 8H^{-} \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq)$$

ഘട്ടം-5. അവസാനം H ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണമെടുക്കുന്നു. സന്തുലിത റീഡോക്സ് മാറ്റത്തിനായി, ആവശ്യമുള്ളവയുടെ എണ്ണം ജലതന്മാത്രകൾ (അതായത് $4H_2O$) വലതുവശത്ത് ചേർക്കുന്നു.

$$Cr_2O_7^{2}(aq) + 3SO_3^{2}(aq) + 8H(aq) \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq) + 4H_2O(l)$$

ചോദ്യം 8.9

ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിൽ പെർമാംഗനേറ്റ് അയോൺ ബ്രോമൈഡ് അയോണുമായി പ്രവർത്തിച്ച് മാംഗനീസ് ഡൈയോക്സൈഡും ബ്രോമേറ്റ് അയോണും ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനുവേണ്ടി ഒരു സമീകൃത അയോണിക സമവാക്യം എഴുതുക.

ഉത്തരം:

ഘട്ടം-1. അയോണിക സമവാക്യം എഴുതുന്നു.

$$MnO_4^{-}(aq) + Br^{-}(aq) \rightarrow MnO_2(s) + BrO_3^{-}(aq)$$

ഘട്ടം-2. Mn, Br എന്നിവയ്ക്ക് ഓക്സീകരണ സംഖ്യ നൽകുന്നു.

$$\overset{-7}{Mn}O_4^{-}(aq) + \overset{1}{Br^{-}}(aq) \rightarrow \overset{-4}{Mn}O_2(s) + \overset{+5}{Br}O_3^{-}(aq)$$

ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് പെർമാംഗനേറ്റ് അയോൺ ഒരു ഓക്സികാരിയാണെന്നും ബ്രോമൈഡ് അയോൺ ഒരു നിരോക്സീകാരിയാണെന്നുമാണ്.

സ്റ്റെപ്പ്-3. ഓക്സീകരണ സംഖ്യയിലെ വർദ്ധനവും കുറവും കണക്കാക്കി അവയെ തുല്യമാക്കുന്നു.

$$2\overset{+7}{Mn}O_4^{-}(aq) + \overset{-1}{Br^{-}}(aq) \rightarrow 2\overset{+4}{Mn}O_2(s) + \overset{+5}{Br}O_3^{-}(aq)$$

സ്റ്റെപ്പ്-4. പ്രവർത്തനം ക്ഷാരീയ ലായനിയിലായതിനാലും ഇരുവശത്തുമുള്ള അയോണിക ചാർജ്ജ് തുല്യമല്ലാത്തതിനാലും 2 OH^{-} അയോണുകൾ വലതുവശത്ത് ചേർത്ത് ചാർജ്ജുകൾ തുല്യമാക്കുന്നു.

$$2MnO_4(aq) + Br(aq) \rightarrow 2MnO_2(s) + BrO_3(aq) + 2OH(aq)$$

സ്റ്റെപ്പ്-5. അവസാനമായി ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ എണ്ണുന്നു. സമീകൃത റിഡോക്സ് മാറ്റം ലഭിക്കാനായി ആവശ്യത്തിനുള്ള എണ്ണം ജലതന്മാത്രകൾ (ഒരു H_2O തന്മാത്ര) ഇടതു വശത്തു ചേർക്കുന്നു.

$$2MnO_4(aq) + Br(aq) + H_2O(l) \rightarrow 2MnO_2(s) + BrO_3(aq) + 2OH(aq)$$

(b) അർധപ്രതിപ്രവർത്തനരീതി (Half reaction method)

രണ്ടു അർധപ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ പ്രത്യേകമായെടുത്ത് സമീകരണം ചെയ്തശേഷം ഒരുമിച്ച് ചേർക്കുമ്പോൾ സമീകൃതസമവാക്യം ലഭിക്കുന്നു.

അമ്ലീകരിച്ച മാധ്യമത്തിൽ ഡൈക്രോമേറ്റ് അയോണുകളുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ $(Cr_2O_7)^{2}$, Fe^{2+} അയോണുകൾ Fe^{3+} അയോണുകളായി ഓക്സീകരിക്കുന്ന സമവാക്യം സമീകരണം ചെയ്യണമെന്ന് കരുതുക. പ്രവർത്തനത്തിൽ $Cr_2O_7^{2-}$ അയോണുകൾ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട Cr^{3+} അയോണുകളായി മാറുന്നു. ഈ രീതിയിൽ ഉൾപ്പെടുന്ന ഘട്ടങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

ഘട്ടം-1. അയോണികൃത രൂപത്തിലുള്ള അസമീകൃത സമവാക്യം എഴുതുക.

$$Fe^{2-}(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) \rightarrow Fe^{3-}(aq) + Cr^{3-}(aq) \qquad (8.50)$$

ഘട്ടം-2. സമവാക്യത്തെ അർധപ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളായി വേർതിരിക്കുക.

അർധ ഓക്സീകരണം:

$$\overset{2}{Fe^{2+}}(aq) \rightarrow \overset{3}{Fe^{3}}(aq) \qquad (8.51)$$

അർധ നിരോക്സീകരണം:

$$\overset{-6\ \ 2}{Cr_2O_7^{2}}(aq) \rightarrow \overset{+3}{Cr^{3}}(aq) \qquad (8.52)$$

ഘട്ടം-3. O,H ഒഴികെ മറ്റെല്ലാ ആറ്റങ്ങളും ഓരോ അർദ്ധപ്രവർത്തനത്തിലും സന്തുലനം

ചെയ്യുക. അയൺ ആറ്റങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ അർധ ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനം നേരത്തെ തന്നെ സന്തുലിതമാണ്. അർദ്ധ നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനത്തിൽ Cr ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിന് Cr^{3-}നെ '2' കൊണ്ട് ഗുണിക്കുന്നു.

$Cr_2O_7^{2}(aq) \rightarrow 2\ Cr^{31}(aq)$ (8.53)

ഘട്ടം–4. അസിഡിക് മാധ്യമത്തിലുള്ള പ്രവർത്തനമാകയാൽ 'O' ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിന് H_2O ഉം H ഉം ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിന് H^- ചേർക്കുന്നു. അങ്ങനെ

$Cr_2O_7^{2}(aq) + 14H\ (aq) \rightarrow 2\ Cr^{31}(aq) + 7H_2O\ (l)$ (8.54)

ഘട്ടം–5. ചാർജ്ജുകൾ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിനായി അർദ്ധപ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഒരുവശത്ത് ഇലക്ട്രോണുകൾ ചേർക്കുന്നു. ആവശ്യമെങ്കിൽ, ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം തുല്യമാക്കുന്നതിനായി, ഏതെങ്കിലുമൊരു അർധ പ്രവർത്തനത്തിനായോ അല്ലെങ്കിൽ രണ്ടിനെയുമോ അനുയോജ്യമായ ഗുണകം കൊണ്ട് ഗുണിക്കുക.

ചാർജ്ജ് സന്തുലിതമാക്കുവാനായി, അർധ ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനം വീണ്ടും എഴുതാം.

$Fe^{2-}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + e^-$ (8.55)

ഇനി അർധനിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനത്തിൽ ആകെ പന്ത്രണ്ട് പോസിറ്റീവ് ചാർജ്ജ് ഇടതുവശത്തും ആറ് പോസിറ്റീവ് ചാർജ്ജും മാത്രം വലതുവശത്തും ഉണ്ട്. അതിനാൽ ആറ് ഇലക്ട്രോണുകൾ ഇടതുവശത്ത് ചേർക്കുന്നു.

$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^-(aq) + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3-}(aq) + 7H_2O\ (l)$ (8.56)

രണ്ടു അർധപ്രവർത്തനങ്ങളിലും ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം തുല്യമാക്കുന്നതിന്, അർധഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനത്തിനെ '6' കൊണ്ട് ഗുണിക്കുന്നു.

$6Fe^{2+}(aq) \rightarrow 6Fe^{3-}(aq) + 6e^-$ (8.57)

ഘട്ടം–6. പൂർണ്ണമായ രാസപ്രവർത്തനം ലഭിക്കുന്നതിനായ് രണ്ടു അർധപ്രവർത്തനങ്ങളും സംയോജിപ്പിക്കുകയും രണ്ടുവശത്തേയും ഇലക്ട്രോണുകൾ ഒഴിവാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

$6Fe^{2+}(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^-(aq) \rightarrow 6\ Fe^{3-}(aq) + 2Cr^{3}(aq) + 7H_2O(l)$ (8.58)

ഘട്ടം–7. പരിശോധിക്കുമ്പോൾ സമവാക്യത്തിന്റെ ഇരുവശത്തും ഒരേതരം ആറ്റങ്ങൾ, ഒരേ എണ്ണം ഉണ്ടെന്നും, ഒരേ ചാർജ്ജുകളാണോ ഇരുവശത്തും ഉള്ളതെന്ന് നോക്കുക. ഇതിൽനിന്നും സമവാക്യം ആറ്റങ്ങളുടെയും ചാർജ്ജുകളുടെയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ സമീകൃതമാണോ എന്ന് കണ്ടെത്താം.

ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലെ രാസപ്രവർത്തനത്തിന്, അസിഡിക് മാധ്യമത്തിൽ ചെയ്തതുപോലെ ആദ്യം ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലനം ചെയ്യുക. അതിനുശേഷം ഓരോ H^- അയോണിനും തുല്യഎണ്ണം OH അയോണുകൾ സമവാക്യത്തിന്റെ ഇരുവശത്തും ചേർക്കുക. സമവാക്യത്തിന്റെ ഓരോ വശത്ത് വരുന്ന $H^{|}$ഉം OH ഉം സംയോജിച്ച് H_2O ആകുന്നു.

ചോദ്യം 8.10

പെർമാംഗനേറ്റ് (VII) അയോൺ, MnO_4, ക്ഷാരീയ ലായനിയിൽ അയൊഡൈഡ് അയോണിനെ (I) ഓക്സീകരിച്ച് അയൊഡിൻ തന്മാത്രയും (I_2) മാംഗനീസ് ഡയോക്സൈഡും ആയി മാറുന്നു. ഈ റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനത്തിനായി സമീകൃത അയോണിക സമവാക്യം എഴുതുക.

ഉത്തരം:

ഘട്ടം–1. അയോണിക സമവാക്യം എഴുതുന്നു.

$MnO_4^-(aq) + I^-(aq) \rightarrow MnO_2(s) + I_2(s)$

ഘട്ടം–2. രണ്ടു അർധപ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതുന്നു.

അർധഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനം:

$\overset{-1}{I}(aq) \rightarrow \overset{0}{I_2}(s)$

അർധനിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനം:

$\overset{|7}{Mn}O_4(aq) \rightarrow \overset{4}{Mn}O_2(s)$

ഘട്ടം–3. അർധ ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനത്തിൽ I ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിന് സമവാക്യം താഴെപ്പറയുന്നതുപോലെ എഴുതുന്നു.

$2I\ (aq) \rightarrow I_2\ (s)$

സ്റ്റെപ്പ്–4. 'O' ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിനായി, അർധ നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്ത

നത്തിൽ വലതുവശത്ത് രണ്ട് H_2O തന്മാത്രകൾ ചേർക്കാം.

MnO_4^- (aq) → MnO_2 (s) + 2 H_2O (l)

H ആറ്റങ്ങളെ സന്തുലിതമാക്കുന്നതിന് 4 H^+ അയോണുകളെ ഇടതുവശത്തു ചേർക്കാം. MnO_4^- (aq) + 4 H^+ (aq) → MnO_2(s) + 2H_2O (l)

ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള പ്രവർത്തനമായതിനാൽ, 4 H^+ അയോണുകൾക്കുവേണ്ടി 4OH^- അയോണുകൾ സമവാക്യത്തിന്റെ ഇരുവശത്തും ചേർക്കുന്നു.

MnO_4 (aq) + 4H (aq) + 4OH (aq) → MnO_2 (s) + 2 H_2O(l) + 4OH (aq)

H^+,OH അയോണുകളെ ജലത്തിന്റെ രൂപത്തിൽ മാറ്റി കൊണ്ട് കിട്ടുന്ന സമവാക്യം എഴുതുന്നു.

MnO_4 (aq) + 2H_2O (l) → MnO_2 (s) + 4 OH (aq)

ഘട്ടം–5. ഈ ഘട്ടത്തിൽ, താഴെകാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ രണ്ടു അർദ്ധപ്രവർത്തനങ്ങളിലെയും ചാർജ്ജുകൾ സന്തുലിതമാക്കുന്നു.

$2I^-$ (aq) → I_2 (s) + $2e^-$

MnO_4^-(aq) + 2H_2O(l) + $3e^-$ → MnO_2(s) + 4OH^-(aq)

ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം തുല്യമാക്കുന്നതിനായി, അർധ ഓക്സീകരണപ്രവർത്തനത്തിനെ 3 കൊണ്ടും നിരോക്സീകരണപ്രവർത്തനത്തിനെ 2 കൊണ്ടും ഗുണിക്കുന്നു.

$6I^-$(aq) → $3I_2$ (s) + $6e^-$

2 MnO_4^- (aq) + 4H_2O (l) + $6e^-$ → 2MnO_2(s) + 8OH^- (aq)

ഘട്ടം–6. രണ്ടുവശത്തേയും ഇലക്ട്രോണുകളെ റദ്ദു ചെയ്തതിനുശേഷം രണ്ട് അർധ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളും ചേർത്ത് പൂർണരൂപം താഴെ എഴുതുന്നു.

6I (aq) + 2MnO_4(aq) + 4H_2O(l) → 3I_2(s) + 2MnO_2(s) +8 OH (aq)

ഘട്ടം–7. ഇരുവശത്തുമുള്ള ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണവും ചാർജ്ജും അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള പരിശോധന തന്നിരിക്കുന്ന സമവാക്യം സമീകൃതമാണെന്ന് വ്യക്തമാക്കുന്നു.

8.3.3 റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ– അനുമാപ്യതയുടെ അടിസ്ഥാനം

അമ്ലക്ഷാരീയ വ്യൂഹത്തിൽ, pH സംവേദിയായ സൂചകം ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ട് രണ്ടു ലായനികളിൽ ഒന്നിന്റെ വീര്യം അനുമാപന മാർഗ്ഗമുപയോഗിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കാറുണ്ട്. അതുപോലെ തന്നെ റിഡോക്സ് വ്യൂഹത്തിലും, റിഡോക്സ് സംവേദിയായ സൂചകങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു കൊണ്ട് അനുമാപന മാർഗ്ഗത്തിൽ ഓക്സീകാരികളുടെയും നിരോക്സീകാരികളുടെയും വീര്യം കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണ്.

റിഡോക്സ് അനുമാപനത്തിൽ സൂചകങ്ങളുടെ ഉപയോഗത്തെക്കുറിച്ച് താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

i) ചില സാഹചര്യങ്ങളിൽ, അഭികാരകങ്ങൾ തന്നെ കടുത്ത നിറമുള്ളതാണ്. ഉദാഹരണം - പെർമാംഗനേറ്റ് അയോൺ, ഇവിടെ MnO_4 സ്വയം സൂചകമായി വർത്തിക്കുന്നു. അവസാന നിരോക്സികാരിയും (Fe^{2-} അല്ലെങ്കിൽ $C_2O_4^{2-}$) ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടശേഷമാണ് അന്ത്യബിന്ദു (end point) ദൃശ്യമാകുന്നത്. MnO_4^- ന്റെ ഗാഢത 10^{-6}mol dm^{-3} (10^{-6}mol L^{-1}) ൽ താഴെയായിരിക്കുമ്പോൾ സ്ഥിരതയുള്ള ആദ്യത്തെ പിങ്കു നിറം പ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. ഇത് തുല്യാങ്കത്തിനു വളരെ നേരിയതോതിൽ അതീതമായി നേർത്തനിറം ഉറപ്പാ ക്കുന്നു. ഈ ബിന്ദുവിൽ മോൾ രാസസമീകരണമിതിയത്തിനനുസരിച്ച് ഓക്സീകാരിയും നിരോക്സീകാരിയും തുല്യമാണ്.

ii) ഇനി പെട്ടെന്നുള്ള സ്വയം നിറമാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നില്ലായെങ്കിൽ (MnO_4 അനുമാപനത്തിലെപ്പോലെ) അഭികാരകത്തിന്റെ അവസാന അംശം ഉപയോഗിച്ചു കഴിയുന്ന മാത്രയിൽ ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട പെട്ടെന്നു നിറം തരുന്ന സൂചകങ്ങളുമുണ്ട്. ഇതിന് ഒന്നാന്തരം ഉദാഹരണമാണ്, സ്വയം സൂചകമല്ലാത്ത $Cr_2O_7^{2-}$ ഉപയോഗിച്ചുള്ള അനുമാപനം തുല്യാങ്കം എത്തിയ ഉടനെ തന്നെ $Cr_2O_7^{2-}$ സൂചക പദാർഥമായ ഡൈഫിനൈലമീനിനെ ഓക്സീകരിച്ച് അന്ത്യബിന്ദു സൂചിപ്പിച്ചു കൊണ്ട് തീവ്രമായ നീലനിറം ഉണ്ടാക്കുന്നു.

iii) രസകരവും സാധാരണവുമായ മറ്റൊരു രീതിയുണ്ട്. ഇതിന്റെ ഉപയോഗം I അയോണിനെ ഓക്സീകരിക്കാൻ കഴിവുള്ള അഭികാരകങ്ങളിലേക്ക് ക്ലിപ്തപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് Cu(II)

$2Cu^{2+}$(aq) + $4I^-$(aq) → Cu_2I_2(s) + I_2(aq) (8.59)

അയൊഡിൻ സ്റ്റാർച്ചിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ സ്വയം തീവ്രമായ നീലനിറം തരുന്നതിനെയും അയൊഡിന്

തയോസൾഫേറ്റ് അയോണുമായി നിശ്ചിതമായ ഒരു റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തന പ്രവർത്തനമാണുള്ളത് എന്ന രണ്ടു കാര്യങ്ങളെയാണ് ഈ രീതി ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നത്.

$$I_2(aq) + 2\ S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq) \quad (8.60)$$

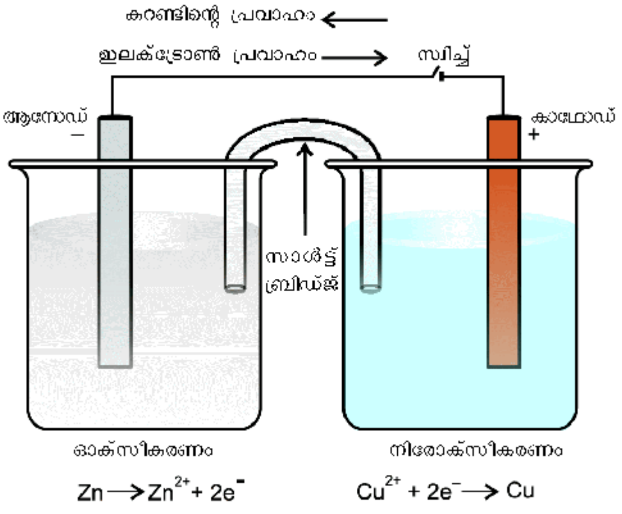
ജലത്തിൽ I_2 വിന് ലേയത്വമില്ലെങ്കിലും KI അടങ്ങിയ ലായനിയിൽ KI_3 ആയി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. Cu^{2-} അയോൺ അയൊഡൈഡുമായി പ്രവർത്തിച്ച് I_2 സ്വതന്ത്രമാകുമ്പോൾ സ്റ്റാർച്ച് ഒഴിക്കുകയാണെങ്കിൽ കടുത്ത നീലനിറം കാണപ്പെടുന്നു. തയോസൾഫേറ്റ് അയോണുമായി പ്രവർത്തിച്ച് I_2 നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുമ്പോൾ നീലനിറം അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. അങ്ങനെ അന്ത്യബിന്ദു വളരെ വേഗത്തിൽ കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണ്. ബാക്കിയുള്ളത് രാസസമീകരണമിതിയ കണക്കുകൂട്ടൽ മാത്രം.

8.3.4 ഓക്സീകരണസംഖ്യ എന്ന ആശയത്തിന്റെ പരിമിതി

നേരത്തെ ചർച്ച ചെയ്തപ്പോൾ കണ്ടതുപോലെ റിഡോക്സ് പ്രക്രിയ എന്ന ആശയം കാലത്തിനനുസരിച്ച് മാറ്റത്തിന് വിധേയമാണ്. ഇത് തുടർന്നു കൊണ്ടേയിരിക്കും. ഇപ്പോഴത്തെ കാഴ്ചപ്പാടിൽ ഓക്സീകരണ പ്രക്രിയ എന്നാൽ രാസപ്രവർത്തനത്തിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ആറ്റങ്ങൾക്കു ചുറ്റുമുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സാന്ദ്രതയിലുള്ള കുറവും നിരോക്സീകരണമെന്നാൽ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ സാന്ദ്രതയിലുള്ള വർദ്ധനവുമാണ്.

8 . 4 റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനവും ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയകളും

പ്രവർത്തനം (8.15) ൽ കണ്ടതുപോലുള്ള പരീക്ഷണം Zn ദണ്ഡ് കോപ്പർ സൾഫേറ്റ് ലായനിയിൽ മുക്കിയും നടത്താവുന്നതാണ്. ഇതിൽ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനം നടക്കുന്നു. സിങ്കിൽ നിന്നും കോപ്പർ അയോണിലേക്ക് നേരിട്ടുള്ള ഇലക്ട്രോൺ മാറ്റം നടക്കുന്നതിനാൽ സിങ്ക്, സിങ്ക് അയോണായി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുകയും കോപ്പർ, അയോൺ ലോഹീയ കോപ്പറായി നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനം താപം പുറത്തു വിടുന്നു. ഇലക്ട്രോൺ മാറ്റം പരോക്ഷമായി നടത്താക്കരീതിയിൽ ഈ പരീക്ഷണത്തിന് നമുക്ക് ഭേദഗതി വരുത്തിയാൽ സിങ്കിനെ കോപ്പർ സൾഫേറ്റ് ലായനിയിൽ നിന്ന് വേർതിരിക്കുന്നത് അവശ്യമായിവരുന്നു. ഇതിനായി ഒരു ബീക്കറിൽ കോപ്പർ സൾഫേറ്റ് ലായനി എടുത്തശേഷം കോപ്പർദണ്ഡ് അതിൽ മുക്കി വയ്ക്കാം, അതുപോലെ മറ്റൊരു ബീക്കറിലെ സിങ്ക് സൾഫേറ്റ് ലായനിയിൽ സിങ്ക് ദണ്ഡും മുക്കി വയ്ക്കാം. ഇപ്പോൾ രണ്ടു ബീക്കറിലും പ്രവർത്തനം നടക്കുന്നു. ലോഹത്തിന്റെയും അതിലെ ലവണലായനിയുടെ അന്തർപ്രതലത്തിൽ ഓരോ ഇനത്തിന്റെയും ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടതിന്റെയും നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടതിന്റെ പദാർഥങ്ങൾ കാണാം. ഇത് ഇനങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ നിരോക്സീകരണ അർധ പ്രവർത്തനത്തിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. **റിഡോക്സ് യുഗ്മം** എന്നാൽ ഒരു പദാർത്ഥത്തിന്റെ ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടതും, നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടതുമായ പദാർത്ഥങ്ങൾ ഒരുമിച്ച് ഒരു അർധ ഓക്സീകരണപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ അല്ലെങ്കിൽ അർധനിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഏർപ്പെടുന്നു എന്നാണ്. അന്തർപ്രതലത്തന്നെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഒരു ലംബരേഖ അല്ലെങ്കിൽ ചരിഞ്ഞരേഖ ഉപയോഗിച്ച് ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട പദാർഥത്തെയും നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട പദാർഥത്തെയും വേർതിരിച്ചാണ് ഇതിനെ ചിത്രീകരിക്കുന്നത്. (ഉദാഹരണം ഖരം/ലായനി) ഉദാഹരണത്തിന്, Zn^{2+}/Zn, Cu^{2+}/Cu എന്നിവയാണ് ഈ പരീക്ഷണത്തിലെ റിഡോക്സ് യുഗ്മങ്ങൾ. ഈ രണ്ടു അവസ്ഥയിലും ഓക്സീകരണത്തിന് വിധേയമായതിനെ നിരോക്സീകരണത്തിനു വിധേയമായതിന്റെ മുന്നിൽ എഴുതുന്നു. ഇനി നമുക്ക് സിങ്ക് സൾഫേറ്റുള്ള ബീക്കറും കോപ്പർ സൾഫേറ്റുള്ള ബീക്കറും അടുത്തടുത്തായി വയ്ക്കാം.



ചിത്രം 8.3. ഡാനിയൽ സെല്ലിന്റെ സജ്ജീകരണം. സിങ്കിന്റെ ഓക്സീകരണത്തിലൂടെ ആനോഡിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ പുറത്തെ സർക്യൂട്ടിൽ കൂടി ഒഴുകി, കാഥോഡിലെ കോപ്പർ അയോണുകളെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നു. സാൾട്ട് ബ്രിഡ്ജിലൂടെ ഒഴുകുന്ന അയോണുകൾ സെല്ലിനുള്ളിൽ സർക്യൂട്ട് പൂർണമാക്കുന്നു. വൈദ്യുതിയുടെ ദിശ ഇലക്ട്രോണിന്റെ ഒഴുക്കിന്റെ വിപരീതദിശയിലാണെന്നത് പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധേയമാണ്.

ചിത്രം (8.3) ഒരു സാൾട്ട് ബ്രിഡ്ജ് (പൊട്ടാസ്യം ക്ലോറൈഡ് ലായനിയോ അല്ലെങ്കിൽ അഗാർഅഗാർ ചേർത്ത് തിളപ്പിച്ചശേഷം തണുപ്പിച്ച് ജെല്ലി രൂപത്തിലാക്കിയ ഖരാവസ്ഥയിലുള്ള അമോണിയം നൈട്രേറ്റ് വച്ചിട്ടുള്ള U -ട്യൂബ് ഉപയോഗിച്ച് രണ്ടു ലായനികളെയും ബന്ധിപ്പിക്കുന്നു.)

പരസ്പരം കലരാതെ രണ്ടു ലായനികൾക്കിടയിൽ ഒരു വൈദ്യുത ബന്ധം സ്ഥാപിക്കുന്നതിന് സോൾട്ട് ബ്രഡ്ജ് സഹായിക്കുന്നു. ഒരു അമീറ്ററും സ്വിച്ചും ഉൾപ്പെടുത്തി ഒരു ലോഹക്കമ്പി കൊണ്ട് സിങ്കിനേയും കോപ്പറിനെയും ബന്ധിക്കുന്നു. ചിത്രം (8.3) ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ഈ സജ്ജീകരണത്തിനെ ഡാനിയൽ സെൽ (Daniel Cell) എന്നു വിളിക്കുന്നു. വൈദ്യുതബന്ധം വിഛേദിച്ചിരിക്കുമ്പോൾ രണ്ടു ബീക്കറുകളിലും രാസപ്രവർത്തനം സാധ്യമാകുകയോ കമ്പിയിൽ കൂടി വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നില്ല. വൈദ്യുത ബന്ധം പൂർണമാകുമ്പോൾ സ്വിച്ച് ഓണായ അവസ്ഥയിൽ താഴെപ്പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കാം.

1. *Zn* ൽ നിന്ന് Cu^{2+} ലേക്ക് നേരിട്ട് ഇലക്ട്രോൺ കൈമാറ്റം നടക്കുന്നില്ല. പക്ഷേ ചിത്രത്തിൽ ദിശ സൂചിപ്പിക്കുന്നതുപോലെ രണ്ടു ദണ്ഡുകളെ തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന കമ്പിയിലൂടെയാണ് വൈദ്യുതിയുടെ പ്രവാഹം സംഭവിക്കുന്നത്.
2. സാൾട്ട് ബ്രിഡ്ജിൽ കൂടിയുള്ള അയോണുകളുടെ സഞ്ചാരത്തിലൂടെയാണ് വൈദ്യുതി ഒരു ബീക്കറിലെ ലായനിയിൽ നിന്നും മറ്റൊരു ബീക്കറിലെ ലായനിയിലേക്ക് ഒഴുകുന്നത്. നമുക്കറിയാവുന്നതുപോലെ സിങ്ക്, കോപ്പർ എന്നീ ദണ്ഡുകൾക്കിടയിൽ വൈദ്യുതിയുടെ ഒഴുക്ക് സാദ്ധ്യമാകണമെങ്കിൽ ഒരു പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം ഉണ്ടായിരിക്കണം, ഇവയെ **ഇലക്ട്രോഡുകൾ** എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഓരോ ഇലക്ട്രോഡുകളോടനുബന്ധിച്ചുള്ള പൊട്ടൻഷ്യലിനെ **'ഇലക്ട്രോഡു പൊട്ടൻഷ്യൽ'** എന്നു പറയുന്നു. ഇലക്ട്രോഡ് പ്രവർത്തനത്തിൽ പങ്കെടുക്കുന്ന ഓരോ ഇനത്തിന്റെയും ഗാഢത യൂണിറ്റ് ഗാഢത ആണെങ്കിലും, (ഇലക്ട്രോഡ് പ്രവർത്തനത്തിൽ വാതകം ഉൾപ്പെടുന്നെങ്കിൽ മർദം/ഒരു അറ്റ്മോസ്ഫിയർ ആയിരിക്കണം.), കൂടാതെ പ്രവർത്തന താപനില 298K ആണെങ്കിലും ഓരോ ഇലക്ട്രോഡിലുമുള്ള പൊട്ടൻഷ്യലിനെ **പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യൽ** എന്നു പറയുന്നു. സമ്പ്രദായപ്രകാരം, ഹൈഡ്രജൻ ഇലക്ട്രോഡിന്റെ പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യൽ ($E^{\ominus}$) 0.00 വോൾട്ടാണ്. ഓരോ ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയയുടെയും ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യൽ മൂല്യം എന്നു പറയുന്നത് ഓരോ ക്രിയാത്മക സ്പീഷ്യസിന്റെയും ഓക്സീകരണ- നിരോക്സീകരണാവസ്ഥയിൽ ആയിരിക്കാനുള്ള ആപേക്ഷിക പ്രവണതയുടെ അളവിനെയാണ്. ഒരു നെഗറ്റീവ് $E^{\ominus}$ എന്നതു കൊണ്ട് അർത്ഥമാക്കുന്നത്, റിഡോക്സ് യുഗ്മം H^{+}/H_2 യുഗ്മത്തേക്കാൾ ശക്തി കൂടിയ നിരോക്സീകാരിയാണെന്നും ഒരു പോസിറ്റീവ് $E^{\ominus}$ എന്നതു കൊണ്ട് അർഥമാക്കുന്നത് റിഡോക്സ് യുഗ്മം H^{+}/H_2 യുഗ്മത്തേക്കാൾ ശക്തി കുറഞ്ഞ നിരോക്സീകാരിയാണെന്നുമാണ്. പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യലുകൾ വളരെ പ്രാധാനപ്പെട്ടതും ഇവയിൽനിന്നും പ്രയോജനമുള്ള ധാരാളം അറിവ് ലഭിക്കുന്നതുമാണ്. പട്ടിക (8.1) ൽ തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ട ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയകളും (നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനം) അവയുടെ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യലുകളുടെ മൂല്യങ്ങളും തന്നിരിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോഡു പ്രവർത്തനങ്ങളെക്കുറിച്ചും സെല്ലുകളെക്കുറിച്ചും കൂടുതൽ കാര്യങ്ങൾ നിങ്ങൾ പന്ത്രണ്ടാം ക്ലാസ്സിൽ പഠിക്കും.

പട്ടിക 8.1 : 298K ലുള്ള പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യലുകൾ

(അയോണുകൾ ജലീയ സ്പീഷീസായിട്ടും ജലം ദ്രാവകരൂപത്തിലുമാണ്. g, s എന്നിവ യഥാക്രമം വാതകത്തെയും ഖരത്തെയും സൂചിപ്പിക്കുന്നു.)

പ്രവർത്തനം (ഓക്സീകരിച്ച രൂപം + *ne*	→ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട രൂപം)	E^0 / V
$F_2(g) + 2e$	$\rightarrow 2F^-$	2.87
$Co^3 + e$	$\rightarrow Co^{2+}$	1.81
$H_2O_2 + 2H + 2e$	$\rightarrow 2H_2O$	1.78
$MnO_4 + 8H + 5e$	$\rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	1.51
$Au^{3+} + 3e$	$\rightarrow Au(s)$	1.40
$Cl_2(g) + 2e$	$\rightarrow 2Cl$	1.36
$Cr_2O_7^2 + 14H + 6e$	$\rightarrow 2Cr^3 + 7H_2O$	1.33
$O_2(g) + 4H + 4e$	$\rightarrow 2H_2O$	1.23
$MnO_2(s) + 4H + 2e$	$\rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	1.23
$Br_2 + 2e$	$\rightarrow 2Br$	1.09
$NO_3 + 4H^+ + 3e$	$\rightarrow NO(g) + 2H_2O$	0.97
$2Hg^2 + 2e$	$\rightarrow Hg_2^{2+}$	0.92
$Ag + e$	$\rightarrow Ag(s)$	0.80
$Fe^{3+} + e$	$\rightarrow Fe^{2+}$	0.77
$O_2(g) + 2H + 2e$	$\rightarrow H_2O_2$	0.68
$I_2(s) + 2e$	$\rightarrow 2I$	0.54
$Cu + e$	$\rightarrow Cu(s)$	0.52
$Cu^{2+} + 2e$	$\rightarrow Cu(s)$	0.34
$AgCl(s) + e$	$\rightarrow Ag(s) + Cl$	0.22
$AgBr(s) + e$	$\rightarrow Ag(s) + Br$	0.10
$2H + 2e$	**$\rightarrow H_2(g)$**	**0.00**
$Pb^2 + 2e$	$\rightarrow Pb(s)$	–0.13
$Sn^2 + 2e$	$\rightarrow Sn(s)$	–0.14
$Ni^2 + 2e$	$\rightarrow Ni(s)$	–0.25
$Fe^{2+} + 2e$	$\rightarrow Fe(s)$	–0.44
$Cr^3 + 3e$	$\rightarrow Cr(s)$	–0.74
$Zn^2 + 2e$	$\rightarrow Zn(s)$	–0.76
$2H_2O + 2e$	$\rightarrow H_2(g) + 2OH^-$	–0.83
$Al^3 + 3e$	$\rightarrow Al(s)$	–1.66
$Mg^2 + 2e$	$\rightarrow Mg(s)$	–2.36
$Na + e$	$\rightarrow Na(s)$	–2.71
$Ca^{2+} + 2e$	$\rightarrow Ca(s)$	–2.87
$K^+ + e$	$\rightarrow K(s)$	–2.93
$Li^+ + e$	$\rightarrow Li(s)$	–3.05

↑ ഓക്സീകാരിയുടെ ക്രിയാശേഷി വർധിക്കുന്നു

↓ നിരോക്സീകാരിയുടെ ശേഷി വർധിക്കുന്നു

1. ഒരു നെഗറ്റീവ് E^0 യുടെ അർത്ഥം റിഡോക്സ് യുഗ്മം H^+/H_2 യുഗ്മത്തേക്കാൾ ശക്തിയേറിയ നിരോക്സീകാരിയാണെന്നാണ്.
2. ഒരു പോസിറ്റീവ് E^- അർത്ഥമാക്കുന്നത് റിഡോക്സ് യുഗ്മം H^-/H_2 യുഗ്മത്തേക്കാൾ ശക്തി കുറഞ്ഞ നിരോക്സീകാരിയാണെന്നാണ്.

സംഗ്രഹം

ഓക്സീകരണവും നിരോക്സീകരണവും ഒരേ സമയം സാധ്യമാകുന്ന ഒരു പ്രധാനപ്പെട്ട വിഭാഗമാണ് റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ. മൂന്നു ശ്രേണിയിലുള്ള സാമാന്യവത്കരണം അതായത് ആദ്യകാലത്തേത്, ഇലക്ട്രോണിക, ഓക്സീകരണ സംഖ്യ ഇവ സാധാരണ ടെക്സ്റ്റുകളിൽ ലഭ്യമാണ്– ഇവിടെ ഇത് വിശദമായി പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു. ഓക്സീകരണം, നിരോക്സീകരണം, **ഓക്സികാരി, നിരോക്സികാരി** ഇവയെല്ലാം ഈ ആശയങ്ങൾക്ക് അനുസരിച്ചാണ് വിശദീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. **ഓക്സീകരണ സംഖ്യ** നൽകിയിരിക്കുന്നത് ഒരു കൂട്ടം നിയമങ്ങൾക്കനുസരിച്ചാണ്. ഓക്സീകരണ സംഖ്യാരീതി അയേൺ– ഇലക്ട്രോൺ രീതി എന്നിവ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കായുള്ള സമവാക്യങ്ങൾ എഴുതാൻ പ്രയോജനപ്രദമാണ്. റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങൾ നാലു വിഭാഗങ്ങലായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. സംയോജനം, വിഘടനം, ആദേശം, ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ. **റിഡോക്സ് യുഗ്മം, ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയകൾ** എന്നീ ആശയങ്ങൾ ഇവിടെ അവതരിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോഡ് പ്രക്രിയകൾ, സെല്ലുകൾ എന്നിവയുടെ പഠനങ്ങളിൽ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പ്രയോജനം വിപുലമാണ്.

പരിശീലന ചോദ്യങ്ങൾ

8.1. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ഇനങ്ങളിൽ അടിവര ഇട്ടിരിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ എഴുതുക.

(a) $NaH_2\underline{P}O_4$ (b) $NaH\underline{S}O_4$ (c) $H_4\underline{P}_2O_7$ (d) $K_2\underline{Mn}O_4$

(e) $Ca\underline{O}_2$ (f) $Na\underline{B}H_4$ (g) $H_2\underline{S}_2O_7$ (h) $KAl(\underline{S}O_4)_2.12\ H_2O$

8.2. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ഓരോന്നിലും അടിവരയിട്ട മൂലകങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എത്ര? ഉത്തരങ്ങളെ നിങ്ങൾ എങ്ങിനെ സാധൂകരിക്കും?

(a) $K\underline{I}_3$ (b) $H_2\underline{S}_4O_6$ (c) $\underline{Fe}_3O_4$ (d) $\underline{C}H_3\underline{C}H_2OH$ (e) $\underline{C}H_3\underline{C}OOH$

8.3 താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളാണെന്ന് സമർഥിക്കുക.

(a) $CuO(s) + H_2(g) \rightarrow Cu(s) + H_2O(g)$

(b) $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$

(c) $4BCl_3(g) + 3LiAlH_4(s) \rightarrow 2B_2H_6(g) + 3LiCl(s) + 3\ AlCl_3(s)$

(d) $2K(s) + F_2(g) \rightarrow 2K^+F^-(s)$

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

8.4. ഫ്ളൂറിൻ ഐസുമായി പ്രവർത്തിച്ച് താഴെപ്പറയുന്ന മാറ്റം ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$H_2O(s) + F_2(g) \rightarrow HF(g) + HOF(g)$

ഈ പ്രവർത്തനം ഒരു റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനമാണെന്നു സമർത്ഥിക്കുക.

8.5. H_2SO_5, $Cr_2O_7^{2}$ and NO_3 എന്നിവയിലുള്ള സൾഫർ, ക്രോമിയം, നൈട്രജൻ എന്നിവയുടെ ഓക്സീകരണസംഖ്യ, കണ്ടുപിടിക്കുക. ഈ സംയുക്തങ്ങൾക്ക് ഘടന നിർദ്ദേശിക്കുക. ഇത് എത്രമാത്രം തെറ്റിദ്ധാരണാജനകമാണ്?

8.6. താഴെപ്പറയുന്ന സംയുക്തങ്ങളുടെ രാസസൂത്രം എഴുതുക.

a) മെർക്കുറി(II) ക്ലോറൈഡ് (b) നിക്കൽ(II) സൾഫേറ്റ്

(c) ടിൻ(IV) ഓക്സൈഡ് (d) താലിയം(I) സൾഫേറ്റ്

(e) അയൺ(III) സൾഫേറ്റ് (f) ക്രോമിയം(III) ഓക്സൈഡ്

8.7. കാർബണിന് –4 മുതൽ +4 വരെയും നൈട്രജന് –3 മുതൽ +5 വരെയും ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കുന്ന പദാർത്ഥങ്ങളുടെ ഒരു പട്ടിക നിർദ്ദേശിക്കുക.

8.8. സൾഫർ ഡൈയോക്സൈഡും ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡും അവയുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഓക്സീകാരിയായും അല്ലെങ്കിൽ നിരോക്സീകാരിയായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഓസോണിനും നൈട്രിക് ആസിഡിനും ഓക്സീകാരിയായി മാത്രമേ പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിയുന്നുള്ളൂ. എന്തുകൊണ്ട്.?

8.9. താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ പരിഗണിക്കുക.

(a) $6\,CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g)$

(b) $O_3(g) + H_2O_2(l) \rightarrow H_2O(l) + 2O_2(g)$

എന്തുകൊണ്ട് താഴെപ്പറയുന്നവിധം ഈ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതുന്നത് കൂടുതൽ അഭികാമ്യമാകുന്നത്.

(a) $6CO_2(g) + 12H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6H_2O(l) + 6O_2(g)$

(b) $O_3(g) + H_2O_2(l) \rightarrow H_2O(l) + O_2(g) + O_2(g)$

മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന (a),(b) എന്നീ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പാത കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള മാർഗ്ഗം കൂടി നിർദ്ദേശിക്കുക.

8.10. സംയുക്തം AgF_2 ഒരു അസ്ഥിരമായ സംയുക്തമാണ്. അവ ഉണ്ടാകുകയാണെങ്കിൽ വളരെ ശക്തിയേറിയ ഓക്സീകാരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. എന്തുകൊണ്ട്?

8.11. ഒരു ഓക്സീകാരിയും നിരോക്സീകാരിയും തമ്മിലുള്ള പ്രവർത്തനത്തിൽ, നിരോക്സീകാരി അധികമാണെങ്കിൽ താഴ്ന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു സംയുക്തവും ഓക്സീകാരി അധികമെടുത്താൽ ഉയർന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു സംയുക്തവും ഉണ്ടാകുന്നു. മൂന്ന് ഉദാഹരണങ്ങൾ നൽകി ഈ പ്രസ്താവനയെ സമർത്ഥിക്കാം.

8.12. താഴെപ്പറയുന്നവ എങ്ങനെ സാധൂകരിക്കാം.

a) ക്ഷാരീയ പൊട്ടാസ്യം പെർമാൻഗനേറ്റും അമ്ലീയ പൊട്ടാസ്യം പെർമാൻഗനേറ്റും ഓക്സീകാരികളായി ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. എന്നിരുന്നാലും ടൊളൂവിനിൽ നിന്നും ബെൻസോയിക് ആസിഡ് നിർമ്മിക്കുമ്പോൾ എന്തുകൊണ്ട് ആൽക്കഹോളിക് പൊട്ടാസ്യം പെർമാൻഗനേറ്റ് ഓക്സീകാരിയായി ഉപയോഗിക്കുന്നു? ഈ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഒരു സന്തുലിത റിഡോക്സ് സമവാക്യം എഴുതുക.

b) ക്ലോറൈഡ് അടങ്ങിയ ഒരു അകാർബണിക മിശ്രിതത്തിലേക്ക് ഗാഢസൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഒഴിക്കുകയാണെങ്കിൽ രൂക്ഷഗന്ധമുള്ളതും നിറമില്ലാത്തതുമായ HCl വാതകം ലഭിക്കുന്നു. എന്നാൽ അകാർബണിക മിശ്രിതത്തിൽ ബോമൈഡാണ് ഉള്ളതെങ്കിൽ ചുവന്ന ബാഷ്പമാണ് ലഭിക്കുന്നത്. എന്തുകൊണ്ട്?

8.13. താഴെപ്പറയുന്ന രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഓക്സീകരണം സംഭവിച്ചവ, നിരോക്സീകരണം സംഭവിച്ചവ, ഓക്സീകാരി, നിരോക്സീകാരി എന്നീ പദാർത്ഥങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കുക.

a) $2AgBr(s) + C_6H_6O_2(aq) \rightarrow 2Ag(s) + 2HBr(aq) + C_6H_4O_2(aq)$

(b) $HCHO(l) + 2[Ag(NH_3)_2](aq) + 3OH(aq) \rightarrow 2Ag(s) + HCOO(aq) + 4NH_3(aq) + 2H_2O(l)$

(c) $HCHO(l) + 2\,Cu^{2}(aq) + 5\,OH(aq) \rightarrow Cu_2O(s) + HCOO(aq) + 3H_2O(l)$

(d) $N_2H_4(l) + 2H_2O_2(l) \rightarrow N_2(g) + 4H_2O(l)$

(e) $Pb(s) + PbO_2(s) + 2H_2SO_4(aq) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$

8.14. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ പരിഗണിക്കുക.

$2\,S_2O_3^{2}\ (aq) + I_2(s) \rightarrow S_4O_6^{2}(aq) + \ 2I\ (aq)$

$S_2O_3^{2-}(aq) + 2Br_2(l) + 5\,H_2O(l) \rightarrow 2SO_4^{2-}(aq) + 4Br^-(aq) + 10H^+(aq)$

എന്തുകൊണ്ടാണ് തയോസൾഫേറ്റ് എന്ന നിരോക്സീകാരി അയൊഡിൻ, ബ്രോമിൻ എന്നിവയുമായി വ്യത്യസ്ത രീതിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നത്?

8.15. പ്രവർത്തനങ്ങൾ നൽകിക്കൊണ്ട് സമർത്ഥിക്കുക. ഹാലൊജനുകളുടെ ഇടയിൽ ഫ്ളൂറിൻ ഏറ്റവും നല്ല ഓക്സീകാരിയാണ്. ഹൈഡ്രോഹാലിക് സംയുക്തങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രോഅയഡിക്ക് ആസിഡ് ഏറ്റവും നല്ല നിരോക്സികാരിയാണ്.

8.16. എന്തുകൊണ്ട് താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനം സാധ്യമാകുന്നു?

$XeO_6^{4}\ (aq) + 2F\ \ (aq) + 6H\ (aq) \rightarrow XeO_3(g) + F_2(g) + 3H_2O(l)$

Na_4XeO_6 (ഇതിൽ XeO_6^{4-} ഒരു ഭാഗമാണ്) എന്ന സംയുക്തത്തെ സംബന്ധിച്ച് നിങ്ങൾക്ക് ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ നിന്ന് ഏതു നിഗമനത്തിലെത്താൻ കഴിയും?

8.17. താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ പരിഗണിക്കുക.

(a) $H_3PO_2(aq) + 4\,AgNO_3(aq) + 2\,H_2O(l) \rightarrow H_3PO_4(aq) + 4Ag(s) + 4HNO_3(aq)$

(b) $H_3PO_2(aq) + 2CuSO_4(aq) + 2\,H_2O(l) \rightarrow\ H_3PO_4(aq) + 2Cu(s) +\ H_2SO_4(aq)$

(c) $C_6H_5CHO(l) + 2[Ag\,(NH_3)_2]^+(aq) + 3OH^-(aq) \rightarrow C_6H_5COO^-(aq) + 2Ag(s) + 4NH_3\,(aq) + 2H_2O(l)$

(d) $C_6H_5CHO(l) + 2Cu^{2+}(aq) + 5OH^-(aq) \rightarrow$ ഒരു മാറ്റവും കാണുന്നില്ല.

ഈ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ Ag ,Cu^2 എന്നിവയുടെ സ്വഭാവത്തിൽ നിന്ന് നിങ്ങൾ എന്തു നിഗമനത്തിലാണ് എത്തിചേരുന്നത്.?

8.18. താഴെതന്നിരിക്കുന്ന റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനങ്ങൾ അയോൺ – ഇലക്ട്രോൺ രീതി പ്രകാരം സമീകരണം ചെയ്യുക.

(a) $MnO_4\ (aq) + I\ \ (aq) \rightarrow\ MnO_2\,(s) + I_2(s)$ (ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിൽ)

(b) $MnO_4^-(aq) + SO_2\,(g) \rightarrow\ Mn^{2+}(aq) + HSO_4^-(aq)$ (അമ്ലീയ മാധ്യമത്തിൽ)

c) $H_2O_2\,(aq) + Fe^{2+}\ (aq) \rightarrow\ Fe^{3+}\ (aq) + H_2O\,(l)$ (അമ്ലീയ മാധ്യമത്തിൽ)

(d) $Cr_2O_7^{2}\ +\ SO_2(g) \rightarrow\ Cr^3\ \ (aq) + SO_4^{2}\ \ (aq)$ (അമ്ലീയ മാധ്യമത്തിൽ)

8.19 ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള താഴെപ്പറയുന്ന സമവാക്യങ്ങളെ അയേൺ-ഇലക്ട്രോൺ, ഓക്സീകരണ സംഖ്യ എന്നീ രീതികൾ ഉപയോഗിച്ച് സന്തുലനം ചെയ്യുക. ഈ സമവാക്യത്തിലെ ഓക്സീകാരി, നിരോക്സീകാരി എന്നിവ തിരിച്ചറിയുക.

(a) $P_4(s) + OH\ (aq)\ \ \rightarrow\ \ PH_3(g) + H_2PO_2(aq)$

(b) $N_2H_4(l) + ClO_3(aq) \rightarrow NO(g) + Cl\ (g)$

(c) $Cl_2O_7\,(g) + H_2O_2(aq) \rightarrow\ ClO_2^-(aq) + O_2(g) + H^+$

8.20. താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്ന് നിങ്ങൾ എന്തെല്ലാമാണ് മനസ്സിലാക്കുന്നത്?

$(CN)_2(g) + 2OH\ (aq) \rightarrow CN\ (aq) + CNO\ (aq) + H_2O(l)$

8.21. Mn^{3+} അയോൺ ലായനിയിൽ അസ്ഥിരമാണ്. എന്നാൽ ആനുപാതികമല്ലാത്ത പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാകുമ്പോൾ Mn^{2+}, MnO_2, H^+ അയോൺ എന്നിവ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ സമീകൃത അയോണിക സമവാക്യം എഴുതുക.

8.22. Cs, Ne, I, F എന്നീ മൂലകങ്ങൾ പരിഗണിക്കുക.

a) നെഗറ്റീവ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥ മാത്രം കാണിക്കുന്ന മൂലകമേത്?

b) പോസിറ്റീവ് ഓക്സീകരണാവസ്ഥ മാത്രം കാണിക്കുന്ന മൂലകമേത്?

c) പോസിറ്റീവും നെഗറ്റീവും ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കുന്ന മൂലകമേത്?

d) പോസിറ്റീവും നെഗറ്റീവും ഓക്സീകരണാവസ്ഥ കാണിക്കാത്ത മൂലകമേത്?

8.23. കുടിവെള്ളശുദ്ധീകരണത്തിനായി ക്ലോറിൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ക്ലോറിൻ അധികമായാൽ ഹാനികരമാണ്. അധികമുള്ള ക്ലോറിൻ നീക്കം ചെയ്യുന്നത് സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ് ചേർത്താണ്. ജലത്തിൽ നടക്കുന്ന ഈ റിഡോക്സ് പ്രവർത്തനത്തിന് ഒരു സമീകൃത സമവാക്യം എഴുതുക.

8.24. നിങ്ങളുടെ പുസ്തകത്തിൽ തന്നിരിക്കുന്ന ആവർത്തനപ്പട്ടിക പരിശോധിച്ച് താഴെപ്പറയുന്ന ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം നൽകുക.

a) ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്ന അലോഹങ്ങളെ തിരഞ്ഞെടുക്കുക.

b) ആനുപാതികമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്ന ലോഹങ്ങളെ തിരഞ്ഞെടുക്കുക.

8.25. നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെ നിർമ്മാണത്തിനുള്ള ഓസ്റ്റ്വാൾഡ് പ്രക്രിയയുടെ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ, ഓക്സിജൻ വാതകം അമോണിയ വാതകത്തെ ഓക്സീകരിച്ച് നൈട്രിക് ഓക്സൈഡും നീരാവിയും ഉണ്ടാകുന്നു. 10.00 ഗ്രാം അമോണിയയും 20.00 ഗ്രാം ഓക്സിജനും ചേർത്തു തുടങ്ങുന്ന രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ പരമാവധി ഉണ്ടാകാവുന്ന നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് എത്രയായിരിക്കും?

8.26. പട്ടിക (8.1) ൽ തന്നിരിക്കുന്ന പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യലുകൾ ഉപയോഗിച്ച് താഴെ തന്നിരിക്കുന്നവ തമ്മിലുള്ള പ്രവർത്തനം സാധ്യമാണോ എന്ന് പ്രവചിക്കുക.

(a) $Fe^{3-}(aq)$, $I^{-}(aq)$ (b) $Ag^{-}(aq)$, $Cu(s)$

(c) Fe^{3} (aq) , $Cu(s)$ (d) $Ag(s)$, $Fe^{3+}(aq)$

(e) $Br_2(aq)$, $Fe^{2+}(aq)$.

8.27. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ഓരോന്നിലും വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണത്തിന്റെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ഉല്പന്നങ്ങൾ ഏവ?

i) $AgNO_3$ ന്റെ ജലീല ലായനിയും സിൽവർ ഇലക്ട്രോഡും.

ii) $AgNO_3$ ന്റെ ജലീല ലായനിയും പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡും.

iii) H_2SO_4 ന്റെ നേർപ്പിച്ച ലായനിയും പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡും.

iv) $CuCl_2$ ന്റെ ജലീല ലായനിയും പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡും.

8.28. താഴെപ്പറയുന്ന ലോഹങ്ങളെ അവയുടെ ലായനിയിൽ നിന്നും പരസ്പരം ആദേശം ചെയ്യുന്ന ക്രമത്തിൽ എഴുതുക.

Al, Cu, Fe, Mg and Zn.

8.29. പ്രമാണ ഇലക്ട്രോഡ് പൊട്ടൻഷ്യലുകൾ തന്നിരിക്കുന്നു.

$K^{+}/K = -2.93V$, $Ag\ /Ag = 0.80V$,

$Hg^{2-}/Hg = 0.79V$, $Mg^{2+}/Mg = -2.37V$. $Cr^{3+}/Cr = -0.74V$

ഈ ലോഹങ്ങളെ അവയെ നിരോക്സീകരണശക്തി വർദ്ധിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ എഴുതുക.

8.30. $Zn(s) + 2Ag\ (aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ എന്ന പ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്ന ഒരു സെൽ ചിത്രീകരിക്കുക. കൂടാതെ താഴെപ്പറയുന്നവയ്ക്ക് ഉത്തരം നൽകുക.

i) ഏതു ഇലക്ട്രോഡിനാണ് നെഗറ്റീവ് ചാർജ്ജുള്ളത്.

ii) ഈ സെല്ലിലെ വൈദ്യുതി വഹിക്കുന്നവ

iii) ഓരോ ഇലക്ട്രോഡിലുമുള്ള പ്രവർത്തനം.