യൂണിറ്റ് 9

ഹൈഡ്രജൻ

U4L3Q3

ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ യൂണിറ്റ് പഠിക്കുന്നതിലൂടെ

- ലഭിച്ച അറിവിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ആവർത്തന പട്ടികയിലെ ഹൈഡ്രജന്റെ സ്ഥാനത്തെക്കുറിച്ച് അഭിപ്രായം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു.
- പ്രകൃതിയിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഏതെല്ലാം രീതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നു എന്നും, ചെറിയ അളവിലും വ്യാവസായികമായും ഹൈഡ്രജൻ ഏതെല്ലാം രീതിയിൽ ഉത്പാദിപ്പിക്കാം എന്നും മനസ്സിലാക്കുന്നു. ഹൈഡ്രജന്റെ ഐസോടോപ്പുകളെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- വ്യത്യസ്ത മൂലകങ്ങൾ ഹൈഡ്രജനുമായി സംയോജിച്ച് അയോണിക സംയുക്തങ്ങൾ, തന്മാത്രീയ സംയുക്തങ്ങൾ, രാസസമീകരണമതിയമല്ലാത്ത സംയുക്തങ്ങൾ ഇവ എങ്ങനെ ഉണ്ടാക്കുന്നുവെന്ന് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ഹൈഡ്രജന്റെ സ്വഭാവ സവിശേഷതകളെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവ് പ്രയോജനപ്രദമായ പദാർത്ഥങ്ങളുടെ നിർമ്മാണത്തിലേക്കും, പുതിയ സാങ്കേതികവിദ്യകളിലേക്കും നമ്മെ നയിക്കുന്നതെങ്ങിനെയെന്ന് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ജലത്തിന്റെ ഘടന മനസ്സിലാക്കുകയും ഈ അറിവ് ജലത്തിന്റെ ഭൗതിക രാസിക ഗുണങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.
- പ്രകൃതിയിൽ നിന്ന് ലഭിക്കുന്ന ജലത്തിന്റെ ഗുണനിലവാരം, ലയിച്ചു ചേർന്നിട്ടുള്ള വിവിധതരം പദാർത്ഥങ്ങളെ എപ്രകാരം ആശ്രയിക്കുന്നു എന്ന് വിവരിക്കുന്നു. കഠിനജലവും മൃദുജലവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം മനസ്സിലാക്കുന്നു. ജലത്തിന്റെ കാഠിന്യം എപ്രകാരം നീക്കാമെന്ന് പഠിക്കുന്നു.
- ഘനജലത്തെക്കുറിച്ചും അതിന്റെ പ്രാധാന്യത്തെക്കുറിച്ചും അറിവു നേടുന്നു.
- ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന്റെ ഘടന മനസ്സിലാക്കുന്നു. അതിന്റെ നിർമ്മാണരീതികൾ, പ്രയോജനപ്രദമായ രാസപദാർത്ഥങ്ങളുടെ നിർമ്മാണത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്ന ഗുണങ്ങൾ, പരിസര ശുചീകരണത്തിലുള്ള പങ്ക് എന്നിവ പഠിക്കുന്നു.
- ചില പദങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉദാ: ഇലക്ട്രോൺ-നിഷ്കൃഷ്ട ഹൈഡ്രൈഡ് ഇലക്ട്രോൺ-അപര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡ്, ഇലക്ട്രോൺ സമ്പന്ന ഹൈഡ്രൈഡ്, ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ, ഹൈഡ്രജനീകരണം.

“പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഏറ്റവും സമൃദ്ധമായി കാണപ്പെടുന്ന മൂലകമാണ് ഹൈഡ്രജൻ. ഭൗമോപരിതല സമൃദ്ധിയിൽ മൂന്നാം സ്ഥാനമുള്ള ഹൈഡ്രജനെ ഭാവിയിലെ പ്രമുഖ ഊർജ്ജ സ്രോതസ്സായി തന്നെ വിഭാവനം ചെയ്യുന്നു.”

പ്രകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്ന മൂലകങ്ങളെ നോക്കുമ്പോൾ ഏറ്റവും ലളിതമായ അറ്റോമിക ഘടനയുള്ള മൂലകമാണ് ഹൈഡ്രജൻ. അറ്റോമിക അവസ്ഥയിൽ ഹൈഡ്രജനിൽ ഒരു പ്രോട്ടോണും ഒരു ഇലക്ട്രോണുമാണുള്ളത്. എങ്കിലും മൂലകാവസ്ഥയിൽ ഹൈഡ്രജൻ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത് ദ്വയാറ്റോമിക തന്മാത്രയായിട്ടാണ് (H_2). അതിനാൽ ഹൈഡ്രജനെ ഡൈഹൈഡ്രജൻ എന്ന് നാമകരണം ചെയ്തിരിക്കുന്നു. മറ്റേതൊരു മൂലകത്തെക്കാളും കൂടുതൽ സംയുക്തം ഉണ്ടാക്കുന്നത് ഡൈഹൈഡ്രജനാണ്. ഹൈഡ്രജനെ ഊർജ്ജത്തിന്റെ മുഖ്യ സ്രോതസ്സായി ഉപയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഭൂമിയിലെ ഊർജ്ജത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ഉൽക്കണ്ഠയ്ക്ക് ഉത്തരമാകും എന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? ഈ പാഠഭാഗത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജന്റെ വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്ക് മനസ്സിലാക്കാം.

9.1 ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ ഹൈഡ്രജന്റെ സ്ഥാനം

ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ ഒന്നാമത്തെ മൂലകമാണ് ഹൈഡ്രജൻ. ആദ്യകാലങ്ങളിൽ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ ഹൈഡ്രജന്റെ സ്ഥാനം ഒരു ചർച്ചാവിഷയം തന്നെയായിരുന്നു. നിങ്ങൾക്ക് അറിയാവുന്നതുപോലെ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ മൂലകങ്ങളെ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നത് ഇലക്ട്രോണിക വിന്യാസത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ്.

ഹൈഡ്രജന്റെ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം $1s^1$ ആണ്. ഈ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസം ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ ഒന്നാം ഗ്രൂപ്പായ ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളുടെ ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോണിക വിന്യാസത്തിന് (ns^1) സദൃശമാണ്. മറ്റൊരു വിധത്തിൽ പതിനേഴാം

ഗ്രൂപ്പിലെ ഹാലൊജനുകളെപ്പോലെ (ns^2np^5 ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസമുള്ളത്) ഉൽകൃഷ്ട വാതകത്തിന്റെ [He ($1s^2$)] ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസത്തിലെത്താൻ ഹൈഡ്രജന് ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ കുറവുണ്ട്. ഹൈഡ്രജന്, അതിനാൽ ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടപ്പെട്ട് ഏകപോസിറ്റീവ് അയോണായി മാറുന്ന ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളോടും ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നേടി ഏക നെഗറ്റീവ് അയോണായി മാറുന്ന ഹാലൊജനുകളോടും സാദൃശ്യമുണ്ട്. ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളെപ്പോലെ ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സൈഡുകൾ, ഹാലൈഡുകൾ, സൾഫൈഡുകൾ എന്നിവ ഉണ്ടാക്കുന്നു. എന്നാൽ ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി, ഹൈഡ്രജന് ഉയർന്ന അയോണീകരണ എൻഥാൽപി ഉണ്ടെന്ന് മാത്രമല്ല, സാധാരണ സാഹചര്യങ്ങളിൽ അത് ലോഹീയ സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നുമില്ല. വാസ്തവത്തിൽ, അയോണീകരണ എൻഥാൽപി പരിഗണിച്ചാൽ ഹൈഡ്രജൻ കൂടുതലും ഹാലൊജനുകളുമായാണ് സാദൃശ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. Li ന്റെ $\Delta_i H$ 520 kJ mol^{-1} ഉം F ന്റേത് 1680 kJ mol^{-1} ഉം ഹൈഡ്രജന്റേത് 1312 kJ mol^{-1} ഉം ആണ്. ഹാലൊജനുകളെപ്പോലെ ഹൈഡ്രജൻ ദ്വയാറ്റോമിക തന്മാത്ര ഉണ്ടാക്കുന്നു. മറ്റ് മൂലകങ്ങളുമായി സംയോജിച്ച് ഹൈഡ്രൈഡുകളും ധാരാളം സഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളും ഉണ്ടാക്കുന്നു. എന്നാൽ ഹാലൊജനുകളുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജന് ക്രിയാശീലം വളരെ കുറവാണ്.

ഒരുപരിധിവരെ ഹൈഡ്രജൻ ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളോടും ഹാലൊജനുകളോടും സാദൃശ്യം കാണിക്കുന്നതോടൊപ്പം തന്നെ അവയിൽ നിന്നും വിഭിന്നമായിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ വളരെ പ്രസക്തമായ ചോദ്യം ഉയരുന്നു. ആവർത്തനപട്ടികയിൽ ഹൈഡ്രജന് എവിടെ സ്ഥാനം നൽകണം? ഹൈഡ്രജനിൽ നിന്നും ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടപ്പെടുന്നതിന്റെ പരിണിതഫലം ~1.5×10^{-3}pm വലുപ്പമുള്ള (H^+) ന്യൂക്ലിയസ്സാണ്. സാധാരണ അറ്റോമിക/അയോണിക വലുപ്പവുമായി (50-200pm) താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഇത് തീരെ ചെറുതാണ്. തന്മൂലം H^+ ഒരിക്കലും സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ നിലകൊള്ളുന്നില്ല. അത് മറ്റ് ആറ്റങ്ങളുമായോ തന്മാത്രകളുമായോ ചേർന്നു കാണപ്പെടുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ അനുപമമായ ഒരു സ്വഭാവമാണ് കാണിക്കുന്നത്. അതുകൊണ്ട് ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ ഹൈഡ്രജന് ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥാനം നൽകിയിരിക്കുന്നു. (യൂണിറ്റ് 3)

9.2 ഡൈഹൈഡ്രജൻ, H_2

9.2.1 പ്രകൃതിയിലെ സാന്നിദ്ധ്യം

പ്രപഞ്ചത്തിൽ ധാരാളമായി കാണപ്പെടുന്ന മൂലകമാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ.(പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ മാസിന്റെ 70% ത്തോളം) സൗരാന്തരീക്ഷത്തിൽ മുഖ്യമായും കാണപ്പെടുന്ന മൂലകമാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ. വളരെ വലിയ ഗ്രഹങ്ങളായ വ്യാഴത്തിലും ശനിയിലും കൂടുതലും കാണപ്പെടുന്ന മൂലകമാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ. എന്നാൽ ഭാരക്കുറവ് മൂലം ഭൗമാന്തരീക്ഷത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം വളരെ കുറവാണ് (0.15% പിണ്ഡശതമാനം) എന്നാൽ സംയുക്താവസ്ഥയിൽ ഭൂവൽക്കത്തിലും സമുദ്രങ്ങളിലും ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം 15.4% ത്തോളം വരും. ജലത്തിൽ ഉള്ളതു കൂടാതെ, സസ്യങ്ങളുടെയും മൃഗങ്ങളുടെയും കലകളിലും, കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളിലും, പ്രോട്ടീനുകളിലും, ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ ഉൾപ്പെടെയുള്ള ഹൈഡ്രൈഡുകളിലും മറ്റു സംയുക്തങ്ങളിലും ഹൈഡ്രജന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം ഉണ്ട്.

9.2.2 ഹൈഡ്രജന്റെ ഐസോടോപ്പുകൾ

ഹൈഡ്രജന് മൂന്ന് ഐസോടോപ്പുകളാണുള്ളത്. **പ്രോട്ടിയം** ^1_1H, **ഡ്യൂറ്റീരിയം** ^2_1H അഥവാ D, **ട്രിഷിയം** ^3_1H അഥവാ T. ഈ ഐസോടോപ്പുകൾ തമ്മിൽ എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നുവെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് ഊഹിക്കാമോ? ന്യൂട്രോണുകളുടെ സാന്നിദ്ധ്യമാണ് ഇവയെ വ്യത്യസ്തമാക്കുന്നത്. സാധാരണ ഹൈഡ്രജനിൽ (പ്രോട്ടിയത്തിൽ) ന്യൂട്രോണുകൾ ഇല്ല. ഡ്യൂറ്റീരിയം അഥവാ ഘനഹൈഡ്രജനിൽ ഒന്നും ട്രിഷിയത്തിൽ രണ്ടും ന്യൂട്രോണുകളാണ് ന്യൂക്ലിയസ്സിലുള്ളത്. 1934-ൽ ഭൗതികരീതി ഉപയോഗിച്ച് മാസ് നമ്പർ 2 ഉള്ള ഹൈഡ്രജൻ ഐസോടോപ്പ് വേർതിരിച്ചെടുത്തതിന് അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഹരോൾഡ്.സി.യുറെ നോബൽ സമ്മാനത്തിനർഹനായി.

ഹൈഡ്രജന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഐസോടോപ്പാണ് പ്രോട്ടീയം. ഭൂമിയിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഹൈഡ്രജനിൽ 0.0156% ഡ്യൂറ്റീരിയമാണ്. ഇത് പ്രധാനമായും സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത് HD രൂപത്തിലാണ്.

പട്ടിക 9.1 ഹൈഡ്രജന്റെ അറ്റോമികവും ഭൗതികവുമായ ഗുണങ്ങൾ

ഗുണങ്ങൾ	ഹൈഡ്രജൻ	ഡ്യൂറ്റിരിയം	ട്രിഷിയം
ആപേക്ഷികമായ ലഭ്യത (%)	99.985	0.0156	10^{15}
ആപേക്ഷിക അറ്റോമിക മാസ് (g mol^{-1})	1.008	2.014	3.016
ദ്രവണാങ്കം/ K	13.96	18.73	20.62
തിളനില/ K	20.39	23.67	25.0
സാന്ദ്രത/ gL^{1}	0.09	0.18	0.27
ദ്രവീകരണ (fusion) എൻഥാൽപി/kJ mol^{1}	0.117	0.197	-
ബാഷ്പീകരണ എൻഥാൽപി/kJ mol^{-1}	0.904	1.226	-
ബന്ധന വിഘടന എൻഥാൽപി kJ mol^{1}	435.88	443.35	
അന്തർകേന്ദ്ര ദൂരം/pm	74.14	74.14	-
അയോണീകരണ എൻഥാൽപി /kJ mol^{1}	1312-		
ഇലക്ട്രോൺ ആർജിത എൻഥാൽപി/kJ mol^{-1}	–73	-	-
സഹസംയോജക ആരം/pm	37	-	-
അയോണിക ആരം (H^-)/pm	208	-	-

ട്രിഷിയത്തിന്റെ ഗാഢത ഏകദേശം 10^{18} പ്രോട്ടിയത്തിന് ഒരു ആറ്റമെന്ന നിലയ്ക്കാണ്. ഈ ഐസോടോപ്പുകളിൽ ട്രിഷിയം മാത്രമാണ് റേഡിയോ ആക്ടിവതയുള്ളത്, അത് താഴ്ന്ന ഊർജ്ജമുള്ള β കണങ്ങളെ പുറത്തുവിടുന്നു. ($t_{½}$ =12.33 വർഷങ്ങൾ)

ഒരേ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസമുള്ളതിനാൽ ഐസോടോപ്പുകൾക്ക് ഏതാണ്ട് ഒരേ രാസസ്വഭാവമാണ് ഉള്ളത്. രാസപ്രവർത്തന നിരക്കിൽ മാത്രമുള്ള അവയുടെ ഒരേയൊരു വ്യത്യാസത്തിനു കാരണം അവയുടെ വ്യത്യസ്തമായ ബന്ധന വിഘടന എൻഥാൽപിയാണ്. (പട്ടിക 9.1) മാസിൽ വലിയ വ്യത്യാസമുള്ളതിനാൽ ഭൗതിക ഗുണങ്ങളിൽ ഐസോടോപ്പുകൾ ഗണ്യമായ വ്യത്യാസം കാണിക്കുന്നു.

9.3 ഡൈഹൈഡ്രജൻ H_2 നിർമ്മിക്കുന്ന വിധം

ലോഹങ്ങൾ, ലോഹഹൈഡ്രൈഡുകൾ എന്നിവയിൽ നിന്നും വിവിധ രീതികളിൽ നമുക്ക് ഡൈഹൈഡ്രജൻ നിർമ്മിക്കാവുന്നതാണ്.

9.3.1 പരീക്ഷണശാലയിലെ നിർമ്മാണം

(i) സാധാരണയായി സിങ്കു തരികളും നേർപ്പിച്ച ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉണ്ടാക്കുന്നത്.

$$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$$

(ii) സിങ്കുതരികളും ജലീയക്ഷാരവും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചും ഇതു നിർമിക്കാവുന്നതാണ്.

$$Zn + 2NaOH \rightarrow \underset{\text{സോഡിയം സിങ്കേറ്റ്}}{Na_2ZnO_2} + H_2$$

9.3.2 ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ വ്യാവസായിക നിർമ്മാണം

സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കാറുള്ള പ്രക്രിയകൾ ചുവടെ ചേർത്തിരിക്കുന്നു.

(i) പ്ലാറ്റിനം ഇലക്ട്രോഡുകളുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ അമ്ലീകരിച്ച ജലത്തെ വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കുന്നു.

$$2H_2O(l) \xrightarrow{\text{വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണം}} 2H_2(g) + O_2(g)$$

(ii) ഉയർന്ന ശുദ്ധതയുള്ള (>99.95%) ഡൈഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കുന്നതിനായി ബേറിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിന്റെ നേരിയ ചൂടുള്ള ജലീയ ലായനിയെ നിക്കൽ ഇലക്ട്രോഡുകൾ ഉപയോഗിച്ച് വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാക്കുന്നു.

(iii) ബ്രൈൻ ലായനിയെ വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണത്തിനു വിധേയമാക്കി NaOH, Cl_2 എന്നിവ

വ്യാവസായികമായി നിർമ്മിക്കുമ്പോൾ ഒരു ഉപോൽപന്നമായി ഡൈഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കുന്നു. വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ആനോഡിൽ : $2Cl^{-}(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^{-}$

കാഥോഡിൽ : $2H_2O(l) + 2e^{-} \rightarrow H_2(g) + 2OH^{-}(aq)$

ആകമാന രാസപ്രവർത്തനം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$2Na^{+}(aq) + 2Cl^{-}(aq) + 2H_2O(l)$$
$$\downarrow$$
$$Cl_2(g) + H_2(g) + 2Na^{+}(aq) + 2OH^{-}(aq)$$

(iv) ഉയർന്ന താപനിലയിൽ ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ കോക്ക് അല്ലെങ്കിൽ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുമായി നീരാവി പ്രവർത്തിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉല്പാദിപ്പിക്കാം.

$$C_nH_{2n+2} + nH_2O \xrightarrow[Ni]{1270K} nCO + (2n+1)H_2$$

ഉദാഹരണമായി

$$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow[Ni]{1270K} CO(g) + 3H_2(g)$$

CO ന്റെയും H_2 ന്റെയും മിശ്രിതത്തെ വാട്ടർ ഗ്യാസ് എന്ന് വിളിക്കുന്നു. മെഥനോളും മറ്റനേകം ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും മറ്റും ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ ഈ മിശ്രിതം ഉപയോഗിക്കുന്നതിനാൽ ഇതിനെ സിന്തസിസ് ഗ്യാസ് അഥവാ സിൻ ഗ്യാസ് എന്നും വിളിക്കാം. മലിനജലം, അറക്കപ്പൊടി, മരച്ചീളുകൾ, വർത്തമാനപത്രങ്ങൾ എന്നിവയിൽ നിന്നും ഇപ്പോൾ സിൻ ഗ്യാസ് നിർമ്മിക്കുന്നുണ്ട്. കൽക്കരി ഉപയോഗിച്ചുള്ള സിൻ ഗ്യാസിന്റെ നിർമ്മാണത്തെ കോൾ ഗ്യാസിഫിക്കേഷൻ *(coal gasification)* എന്നു പറയുന്നു.

$$C(s) + H_2O(g) \xrightarrow{1270K} CO(g) + H_2(g)$$

അയൺക്രോമേറ്റ് ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ സിൻഗ്യാസിലെ *CO* നെ നീരാവിയുമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഉൽപ്പാദനം വർദ്ധിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്.

$$CO(g) + H_2O(g) \xrightarrow[\text{ഉൽപ്രേരകം}]{673K} CO_2(g) + H_2(g)$$

ഇത് വാട്ടർ ഗ്യാസ് ഷിഫ്റ്റ് പ്രവർത്തനം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. സോഡിയം ആർസനൈറ്റ് ലായനി ഉപയോഗിച്ച്, CO_2 നെ നീക്കം ചെയ്യാവുന്നതാണ്.

നിലവിൽ ~77% വ്യാവസായിക ഡൈഹൈഡ്രജൻ പെട്രോകെമിക്കലുകളിൽ നിന്നും, 18% കൽക്കരിയിൽ നിന്നും, 4% ജലീയലായനിയുടെ വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണത്തിലൂടെയും 1% മറ്റു സ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്നു.

9.4 ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഭൗതികഗുണധർമങ്ങൾ

9.4.1 ഭൗതികഗുണങ്ങൾ

നിറം, മണം, രുചി എന്നിവ ഇല്ലാത്തതും തീ പിടിക്കുന്നതുമായ വാതകമാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ. ഇത് വായുവിനേക്കാൾ സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞതും ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്തതുമാണ്. ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ മറ്റ് ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ ഡ്യൂറ്റീരിയത്തിനൊപ്പം പട്ടിക 9.1-ൽ തന്നിരിക്കുന്നു.

9.4.2 രാസഗുണങ്ങൾ

ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ രാസഗുണങ്ങൾ നിർണ്ണയിക്കുന്നത് (അതുപോലെ മറ്റു തന്മാത്രകളുടെയും) ഒരു പരിധിവരെ അതിന്റെ ബന്ധനവിഘടന എൻഥാൽപിയാണ്. ഏതൊരു മൂലകത്തിന്റെയും രണ്ട് ആറ്റങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ഏകബന്ധന എൻഥാൽപിയേക്കാൾ വളരെ ഉയർന്നതാണ് H–H ബന്ധന വിഘടന എൻഥാൽപി. ഈ വസ്തുതയിൽ നിന്നും നിങ്ങൾ എന്ത് നിഗമനത്തിലാണ് എത്തുന്നത്? ഈ ഒരു കാരണത്താലാണ് 2000K ൽ ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ആറ്റങ്ങളായുള്ള വിഘടനം ~0.081% മാത്രമാകുന്നത്. എന്നാൽ ഇത് 5000K ൽ 95.5% ആയി വർദ്ധിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഈ ഉയർന്ന H–H ബന്ധന എൻഥാൽപി കാരണം സാധാരണ ഊഷ്മാവിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഒരു പരിധിവരെ നിഷ്ക്രിയവുമാണ്. അതിനാൽ ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ വൈദ്യുത ആർക്ക് അല്ലെങ്കിൽ അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണം ഉപയോഗിച്ചാണ് അറ്റോമിക ഹൈഡ്രജൻ നിർമിക്കുന്നത്. $1s^1$ ഇലക്ട്രോൺ വിന്യാസമുള്ള അറ്റോമിക ഹൈഡ്രജന്റെ ഓർബിറ്റൽ അപൂർണ്ണമായതിനാൽ അത് മിക്കവാറും എല്ലാ മൂലകങ്ങളുമായും സംയോജിക്കുന്നു. അറ്റോമിക ഹൈഡ്രജന്റെ രാസപ്രവർത്തനം സാധ്യമാകുന്നത് (i) ആകെയുള്ള ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടപ്പെട്ട് H^+ ആകുന്നതിലൂടെയോ (ii) ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നേടി H^- ആകുന്നതിലൂടെയോ (iii) ഇലക്ട്രോണുകൾ പങ്കുവെച്ച് ഏക ബന്ധനം രൂപീകരിക്കുന്നതിലൂടെയോ ആണ്.

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ രസതന്ത്രം മനസ്സിലാക്കാവുന്ന താണ്.

ഹാലൊജനുകളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം : ഹൈഡ്ര ജൻ ഹാലൊജനുകളുമായി (X_2) പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രജൻ ഹാലൈഡുകൾ നൽകുന്നു (HX)

$$H_2(g) + X_2(g) \rightarrow 2HX(g) \quad (X = F, Cl, Br, I)$$

ഫ്ളൂറിനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം ഇരുട്ടിലും സാധ്യമാകുമ്പോൾ അയോഡിനുമായുള്ള പ്രവർത്ത നത്തിന് ഉൽപ്രേരകം ആവശ്യമായി വരുന്നു.

ഡൈഓക്സിജനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം : ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഡൈഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ജലം ഉണ്ടാകുന്നത് വളരെ ഉയർന്ന (തീവ്ര) ഒരു താപമോചക പ്രവർത്തനമാണ്.

$$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{ഉൽപ്രേരകം അല്ലെങ്കിൽ ചൂടാക്കൽ}} 2H_2O(l);$$

$$\Delta H^0 = -285.9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

ഡൈനൈട്രജനുമായുള്ള പ്രവർത്തനം: ഡൈനൈട്രജനുമായി ചേർന്ന് ഡൈഹൈഡ്രജൻ അമോണിയ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു.

$$3H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow[Fe]{673K, 200atm} 2NH_3(g);$$

$$\Delta H^0 = -92.6 \; kJ \; \text{mol}^{-1}$$

ഇത് ഹേബർ പ്രക്രിയ എന്നറിയപ്പെടുന്ന അമോ ണിയയുടെ വ്യാവസായിക നിർമ്മാണ രീതിയാണ്.

ലോഹങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം: ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ അനേകം ലോഹങ്ങളുമായി സംയോജിച്ച് ലോഹഹൈഡ്രൈഡുകൾ നൽകുന്നു (വിഭാഗം 9.5)

$$H_2(g) + 2M(g) \rightarrow 2MH(s);$$

ഇവിടെ M = ക്ഷാര ലോഹം

ലോഹ അയോണുകളും ലോഹ ഓക്സൈഡുകളു മായുള്ള പ്രവർത്തനം: ഡൈഹൈഡ്രജൻ ചില ലോഹ അയണുകളുടെ ജലീയ ലായനിയേയും, ലോഹഓക്സൈഡുകളെയും (അയണിനേക്കാൾ കുറഞ്ഞ ക്രിയാശേഷി ഉള്ള ലോഹങ്ങളുടെ) അതാത് ലോഹങ്ങളായി നിരോക്സീകരിക്കുന്നു.

$$H_2(g) + Pd^{2+}(aq) \rightarrow Pd(s) + 2H^+(aq)$$

$$yH_2(g) + M_xO_y(s) \rightarrow xM(s) + yH_2O(l)$$

കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുമായുള്ള പ്രവർത്തനം: ഉൽപ്രേരകളുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്ര ജൻ അനേകം കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഹൈഡ്രൊജനീകൃതവും വ്യാവസാ യിക പ്രാധാന്യമുള്ളതുമായ ഉല്പന്നങ്ങൾ ഉണ്ടാ ക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന്:

(i) നിക്കൽ ഉൽപ്രേരകത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ സസ്യജന്യ എണ്ണയെ ഹൈഡ്രൊജനീകരണ ത്തിനു വിധേയമാക്കുകയാണെങ്കിൽ ഭക്ഷ്യയോ ഗ്യമായ നെയ്യ് ലഭിക്കുന്നു. ഉദാ. മാർജറീൻ, വനസ്പതി നെയ്യ്.

(ii) ഒലിഫീനുകളെ ഹൈഡ്രോഫോർമൈലീകര ണത്തിന് വിധേയമാക്കുകയാണെങ്കിൽ ആൽഡിഹൈഡുകൾ ലഭിക്കുന്നു. അവ പിന്നീട് നിരോക്സീകരണത്തിനു വിധേയ മായി ആൾക്കഹോളായി മാറുന്നു.

$$H_2 + CO + RCH = CH_2 \rightarrow RCH_2CH_2CHO$$

$$H_2 + RCH_2CH_2CHO \rightarrow RCH_2CH_2CH_2OH$$

ചോദ്യം 9.1

താഴെപ്പറയുന്നവയുമായുള്ള ഡൈഹൈഡ്ര ജന്റെ പ്രവർത്തനം വിവരിക്കുക. (i) ക്ലോറിൻ ii) സോഡിയം (iii) കോപ്പർ (II) ഓക്സൈഡ്

ഉത്തരം

(i) ഡൈഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറിനെ നിരോക്സീ കരിച്ച് ക്ലോറൈഡ് (Cl^-) അയോണാക്കി മാറ്റുന്നതിനോടൊപ്പം അത് ക്ലോറിനാൽ ഓക്സീകരണത്തിന് വിധേയമായി H^+ അയോണാകുന്നു. അങ്ങനെ ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. H ന്റെയും Cl ന്റേയും ഇടയിൽ ഇലക്ട്രോൺ ജോഡി പങ്കുവെയ്ക്കപ്പെടുന്നത് സഹസംയോജക തന്മാത്രയുടെ രൂപീകരണത്തിനും കാര ണമാകുന്നു.

(ii) ഡൈഹൈഡ്രജൻ സോഡിയത്താൽ നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് NaH ആയി മാറു ന്നു. സോഡിയത്തിൽ നിന്നുള്ള ഇല

ക്ട്രോണിനെ ഹൈഡ്രജൻ സ്വീകരിച്ച് $Na\ H^{-}$ എന്ന അയോണിയ സംയുക്തം ഉണ്ടാകുന്നു.

(iii) ഡൈഹൈഡ്രൻ കോപ്പർ (II) ഓക്സൈഡിലെ കോപ്പറിനെ പൂജ്യം ഓക്സീകരണാവസ്ഥയിലുള്ള കോപ്പറാക്കി നിരോക്സീകരിക്കുകയും സ്വയം ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് സഹസംയോജക സംയുക്തമായ ജലം ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

9.4.3 ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

- ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഉപയോഗം അമോണിയയുടെ ഉല്പാദനമാണ്. അമോണിയ നൈട്രിക് ആസിഡിന്റെയും നൈട്രജൻ അടങ്ങിയ വളങ്ങളുടെയും ഉല്പാദനത്തിന് അനുപേക്ഷണീയമാണ്.
- സോയാബീൻ, പരുത്തിവിത്തുകൾ തുടങ്ങിയ സസ്യജന്യവും ധാരാളം അപൂരിത ബന്ധങ്ങളുള്ളതുമായ എണ്ണയെ ഹൈഡ്രോജനീകരണത്തിന് വിധേയമാക്കി വനസ്പതി നെയ്യ് ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നു.
- അനേകം കാർബണിക രാസപദാർത്ഥങ്ങളുടെ, പ്രത്യേകിച്ച് മെഥനോളിന്റെ നിർമ്മാണത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഉപയോഗം ഒഴിവാക്കാനാവില്ല.

$$CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow[\text{ഉൽപ്രേരകം}]{\text{കൊബാൾട്ട്}} CH_3OH(l)$$

- ലോഹഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ നിർമ്മാണത്തിന് വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു മൂലകമാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ (വിഭാഗം 9.5)
- ധാരാളം ഉപയോഗങ്ങളുള്ള ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ് എന്ന രാസപദാർഥത്തിന്റെ നിർമ്മാണത്തിന് ഡൈഹൈഡ്രജൻ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.
- ലോഹങ്ങളുടെ നിർമ്മാണപ്രക്രിയയിൽ ഘന ലോഹഓക്സൈഡുകളെ നിരോക്സീകരിക്കുന്നതിന് ഡൈഹൈഡ്രജൻ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.
- അറ്റോമിക ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിഹൈഡ്രജൻ ടോർച്ചുകൾ എന്നിവ ലോഹങ്ങളുടെ മുറിക്കൽ, വിളക്കിചേർക്കൽ എന്നിവയ്ക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്നു. അറ്റോമിക ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ (ഇലക്ട്രിക് ആർക്കിന്റെ സഹായത്താൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ വിഘടിച്ചുണ്ടാകുന്നത്) വെൽഡ് ചെയ്യാനുദ്ദേശിക്കുന്ന ലോഹപ്രതലത്തിൽ വച്ച് വീണ്ടും സംയോജിക്കുന്നതിനാൽ താപനില 4000K വരെ ഉയരുന്നു.
- ബഹിരാകാശ ഗവേഷണത്തിൽ റോക്കറ്റ് ഇന്ധനമായി ഇത് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.
- വൈദ്യുതി ഉല്പാദനത്തിനുള്ള ഫ്യൂവൽ സെല്ലുകളിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. പരമ്പരാഗതമായ ഫോസിൽ ഫ്യൂവലിനെക്കാളും വിദ്യുച്ഛക്തിയേക്കാളും ധാരാളം മേന്മ ഡൈഹൈഡ്രജനുണ്ട്. ഇത് പരിസരമലിനീകരണമുണ്ടാക്കുന്നില്ല. ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ഓരോ യൂണിറ്റ് മാസ്സിൽ നിന്നും ഉല്പാദിക്കപ്പെടുന്ന ഊർജ്ജത്തിന്റെ അളവ്, ഗ്യാസൊലിൻ, മറ്റു ഇന്ധനങ്ങൾ എന്നിവയിൽ നിന്നും ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഊർജ്ജത്തേക്കാൾ വളരെ ഉയർന്നതാണ്.

9.5 ഹൈഡ്രൈഡുകൾ (Hydrides)

ചില പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉൽക്കൃഷ്ട മൂലകങ്ങൾ ഒഴിച്ച് പൊതുവെ എല്ലാ മൂലകങ്ങളുമായി സംയോജിച്ച് **ഹൈഡ്രൈഡുകൾ** (hydrides)എന്നപേരുള്ള ദ്വയാംഗ സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു.'E' ഒരു മൂലകത്തിന്റെ പ്രതീകമായെടുത്താൽ EH_x എന്ന (ഉദാ: MgH_2) അല്ലെങ്കിൽ E_mH_n (ഉദാ.B_2H_6) എന്ന രീതിയിൽ ഒരു ഹൈഡ്രൈഡിനെ പ്രതിനിധീകരിക്കാം.

ഹൈഡ്രൈഡുകളെ മൂന്നായി തരംതിരിക്കാം:

(i) അയോണിക അല്ലെങ്കിൽ സലൈൻ(Saline) അല്ലെങ്കിൽ ലവണ രൂപത്തിലുള്ള ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

(ii) സഹസംയോജക അല്ലെങ്കിൽ തന്മാത്രീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

(iii) ലോഹീയ അല്ലെങ്കിൽ അസമകരണമിതീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ.

9.5.1 അയോണിക അല്ലെങ്കിൽ സലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

പൊതുവെ ഉയർന്ന ഇലക്ട്രോപോസിറ്റീവ് സ്വഭാവമുള്ള മിക്കവാറും എല്ലാ s-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളുമായി ഡൈഹൈഡ്രജൻ പ്രവർത്തിച്ച് ഉണ്ടാവുന്ന രാസസമീകരണമിതീയ സംയുക്തങ്ങളാണ് ഇവ.

ഇവയിൽ മൃദുലോഹ ഹൈഡ്രൈഡുകളായ LiH, BeH_2 and MgH_2 പോലുള്ള ഭാരം കുറഞ്ഞ ലോഹ ഹൈഡ്രൈഡുകളാണ് പൊതുവെ എടുത്തു പറയത്തക്ക സഹസംയോജക സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നത്. വാസ്തവത്തിൽ BeH_2, MgH_2 എന്നിവയ്ക്ക് ബഹുലക ഘടനയാണുള്ളത്. ഖരാവസ്ഥയിൽ അയോണിക ഹൈഡ്രൈഡുകൾ പരൽ രൂപത്തിലുള്ളതും, ബാഷ്പീകരണശീലമില്ലാത്തവയും കുചാലകങ്ങളുമാണ്. എന്നാൽ ഉരുകിയ അവസ്ഥയിൽ ഇവ വൈദ്യുതിയുടെ നല്ല ചാലകങ്ങളാണ്. ഇവ വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ആനോഡിൽ ഡൈഹൈഡ്രജനെ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു. ഇത് H^- അയോണിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തെ കാണിക്കുന്നു.

$$2H^-(\text{ഉരുകിയത്}) \xrightarrow{\text{ആനോഡ്}} H_2(g) + 2e^-$$

സലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ ജലവുമായി തീവ്രമായി പ്രവർത്തിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രജൻ വാതകത്തെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു.

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

മിതതാപനിലയിൽ ലിഥിയം ഹൈഡ്രൈഡ് O_2, Cl_2 എന്നിവയുമായി രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്നില്ല. ആയതിനാൽ മറ്റു ഉപയോഗപ്രദമായ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ ഉത്പാദനത്തിന് ഇത് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

$$8LiH + Al_2Cl_6 \rightarrow 2LiAlH_4 + 6LiCl$$
$$2LiH + B_2H_6 \rightarrow 2LiBH_4$$

9.5.2 സഹസംയോജക അഥവാ തന്മാത്രീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

ഡൈഹൈഡ്രജൻ മിക്കവാറും എല്ലാ *p*-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങളുമായി ചേർന്ന് തന്മാത്രീയ സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. നമുക്ക് സുപരിചിതമായ ഉദാഹരണങ്ങളാണ് CH_4, NH_3, H_2O, HF മുതായവ. സൗകര്യാർത്ഥം അലോഹങ്ങളുമായുള്ള ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ സംയുക്തങ്ങളെ നമുക്ക് ഹൈഡ്രൈഡുകളായി പരിണിക്കാം. സഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളായതിനാൽ അവ ബാഷ്പീകരണ സ്വഭാവമുള്ളവയാണ്.

ലൂയിസ് ഘടനയിലുള്ള ആപേക്ഷിക ഇലക്ട്രോൺ എണ്ണത്തെയും, ബന്ധനങ്ങളുടെ എണ്ണത്തെയും അടിസ്ഥാനമാക്കി ഇവയെ വീണ്ടും മൂന്നായി തരംതിരിക്കാം. **(i) ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡ്** (electron-deficient hydride), **(ii) ഇലക്ട്രോൺ പര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡ്** (electron-precise), (iii) **ഇലക്ട്രോൺ സമ്പന്ന ഹൈഡ്രൈഡ്** (electron-rich hydride).

പേര് സൂചിപ്പിക്കുന്നതുപോലെ തന്നെ ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡിൽ പരമ്പരാഗതമായ ലൂയിസ് ഘടന എഴുതുന്നതിനാവശ്യമായ ഇലക്ട്രോണുകൾ തികയുന്നില്ല. ഡൈബോറേൻ (B_2H_6) ഇതിന് ഒരു ഉദാഹരണമാണ്. വാസ്തവത്തിൽ ഗ്രൂപ്പ് 13 ലെ എല്ലാ മൂലകങ്ങളും ഇലക്ട്രോൺ പരിമിത സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇവയുടെ സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്ക് എന്ത് പ്രതീക്ഷിക്കാം? ഇവ ലൂയിസ് അമ്ലങ്ങളായി വർത്തിക്കുന്നു. അതായത് ഇലക്ട്രോൺ സ്വീകാരികളാണ്.

ഇലക്ട്രോൺ പര്യാപ്ത സംയുക്തങ്ങളിൽ സാമ്പ്രദായികമായ ലൂയിസ് ഘടന എഴുതുന്നതിനാവശ്യമായ എണ്ണം ഇലക്ട്രോണുകളുണ്ട്. ഗ്രൂപ്പ് 14 ലെ എല്ലാ മൂലകങ്ങളും ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഉദാഹരണം. (CH_4) ഇവയ്ക്ക് ചതുഷ്ക (Tetrahedral) ഘടനയാണുള്ളത്.

ഇലക്ട്രോൺ സമ്പന്ന ഹൈഡ്രൈഡിൽ അധികമായിട്ടുള്ള ഇലക്ട്രോണുകൾ ഏകാന്ത ജോഡിയായാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഗ്രൂപ്പ് 15 – 17 വരെയുള്ള മൂലകങ്ങൾ ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു. (NH_3 യിൽ ഒരു ഏകാന്ത ജോഡിയും H_2O ൽ രണ്ട് ഏകാന്തജോഡികളും HF –ൽ മൂന്ന് ഏകാന്ത ജോഡികളുമാണുള്ളത്) ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങളുടെ രാസസ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ എന്താണ് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത്? ഇവ ലൂയിസ് ക്ഷാരങ്ങളായി വർത്തിക്കുന്നു. അതായത് ഇലക്ട്രോൺ ദാതാക്കൾ ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകളിൽ കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോനെഗറ്റീവായ N, O, F പോലുള്ള മൂലകങ്ങളിലെ ഏകാന്ത ജോഡികളുടെ സാന്നിദ്ധ്യം തന്മാത്രകൾക്കിടയിലുള്ള ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധന രൂപീകരണത്തിനു കാരണമാകുന്നു. ഇത് തന്മാത്രകളുടെ സംയോജനത്തിന് ഇടയാക്കുന്നു.

ചോദ്യം 9.2

N, O, F എന്നിവയുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ തിളനിലകൾ ഗ്രൂപ്പുകളിൽ അവയ്ക്ക് ശേഷമുള്ള മൂലകങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ തിളനിലകളേക്കാൾ കുറവായിരിക്കുമെന്നു നിങ്ങൾ കരുതുന്നുണ്ടോ? കാരണം എഴുതുക.

ഉത്തരം

തന്മാത്രാമാസ്സുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, NH_3, H_2O, HF എന്നിവയുടെ തിളനിലകൾ അതിനുശേഷമുള്ള മൂലകങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ തിളനിലകളേക്കാൾ കുറവാണെന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു. എന്നാൽ N,O,F എന്നിവയുടെ ഉയർന്ന ഇലക്ട്രോൺ നെഗറ്റിവിറ്റി കാരണം ഇവയുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിന്റെ അളവ് എടുത്ത് പറയത്തക്കതാണ്. അതുകൊണ്ട് NH_3, H_2O, HF എന്നിവയുടെ തിളനിലകൾ ഗ്രൂപ്പുകളിൽ അതിനുശേഷമുള്ള മൂലകങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും.

9.5.3 ലോഹീയ അഥവാ അസമമിതീയ (Non-Stoichiometric) അഥവാ അന്തഃസ്ഥാനിയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ

അനേകം *d*-ബ്ലോക്ക് *f*-ബ്ലോക്ക് മൂലകങ്ങൾ ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകളുണ്ടാക്കുന്നു. എന്നാൽ 7, 8, 9 എന്നീഗ്രൂപ്പുകളിലെ ലോഹങ്ങൾ ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല. ഗ്രൂപ്പ് 6-ൽ ക്രോമിയം മാത്രം CrH ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇവയിലെ ലോഹങ്ങളുടേതുപോലെ അത്ര ഫലപ്രദമല്ലെങ്കിലും ഹൈഡ്രൈഡുകൾ വൈദ്യുതിയും താപവും കടത്തിവിടുന്നു. സാലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡുകളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി, ഇവ മിക്കവാറും ഹൈഡ്രജൻ കുറവുള്ള അസമമിതിയും ആയിരിക്കും. ഉദാഹരണത്തിന് $LaH_{2.87}$, $YbH_{2.55}$, $TiH_{1.5-1.8}$, $ZrH_{1.3-1.75}$, $VH_{0.56}$, $NiH_{0.6-0.7}$, $PdH_{0.6-0.8}$ ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകൾ സ്ഥിരഘടക നിയമം പാലിക്കുന്നില്ല.

ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകളിൽ ഹൈഡ്രജൻ ലോഹജാലികകളുടെ അന്തഃസ്ഥാനങ്ങളിൽ നിലയുറപ്പിച്ചുകൊണ്ട് ഘടനയിൽ മാറ്റമൊന്നും വരുത്താതെ ന്യൂനത ഉണ്ടാക്കുമെന്നാണ് ആദ്യകാലങ്ങളിൽ വിശ്വസിച്ചിരുന്നത് അങ്ങനെ അവയെ അന്തഃസ്ഥാനിയ ഹൈഡ്രൈഡ് എന്നറിയപ്പെട്ടു. എന്നാൽ അടുത്ത കാലത്തെ പഠനം തെളിയിക്കുന്നത്. Ni, Pd,Ce, Ac എന്നിവയുടെ ഹൈഡ്രൈഡുകളൊഴിച്ച് മറ്റെല്ലാ ഹൈഡ്രൈഡുകൾക്കും അവയുടേതായ ലോഹങ്ങളുടെ ജാലികയേക്കാൾ വ്യത്യസ്തമായ ജാലികകളാണുള്ളത് എന്നാണ്. സംക്രമണ ലോഹങ്ങളുടെ പ്രതലത്തിൽ അധിശോഷണം ചെയ്യപ്പെടാനുള്ള ഹൈഡ്രജന്റെ സ്വഭാവത്തെ, ധാരാളം സംയുക്തങ്ങൾ നിർമ്മിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന, ഉൽപ്രേരിത നിരോക്സീകരണം, ഉൽപ്രേരിത ഹൈഡ്രജനീകരണം എന്നിവയിൽ ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ചില ലോഹങ്ങൾക്ക് (ഉദാഹരണം Pd, Pt) ഒരു വലിയ വ്യാപ്തം ഹൈഡ്രജനെ ഉൾക്കൊള്ളാനാകും, അതിനാൽ അതിന്റെ സംഭരണ മാധ്യമായും ഉപയോഗിക്കാം. ഹൈഡ്രജന്റെ ഈ സ്വഭാവഗുണത്തിന്, ഹൈഡ്രജൻ സംഭരണം, ഊർജ്ജ സ്രോതസ്സ് എന്ന നിലയിൽ വലിയ പ്രാധാന്യമാണുള്ളത്.

ചോദ്യം 9.3

$3s^2 3p^3$ എന്ന ബാഹ്യതമ ഇലക്ട്രോണിക വിന്യാസമുള്ള ഫോസ്ഫറസിന് PH_5 ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിയുമോ?

പരിഹാരം

+3,+5 എന്നീ ഓക്സീകരണാവസ്ഥകൾ കാണിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഫോസ്ഫറസിന് PH_5 ഉണ്ടാക്കാനാവില്ല. ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഉയർന്ന $\Delta_a H$ മൂല്യം ഹൈഡ്രജന്റെ ഉയർന്ന $\Delta_{eg} H$ മൂല്യം എന്നിവ ഫോസ്ഫറസിന്റെ ഉയർന്ന ഓക്സീകരണാവസ്ഥയ്ക്ക് അനുകൂലമല്ല. അതുകൊണ്ട് PH_5 രൂപീകരണത്തിനും അനുകൂലമല്ല.

9.6 ജലം

എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളുടെയും പ്രധാന ഘടകമാണ് ജലം. മനുഷ്യശരീരത്തിൽ 65% വും ചില സസ്യങ്ങളിൽ 95% വും ജലമുണ്ട്. എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളുടെയും നിലനിൽപ്പിന്റെ പ്രധാനകാരണം ഈ സംയുക്തമാണ്. ഇത് പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു ലായകമാണ്. ഭൂവൽക്കത്തിൽ എല്ലായിടത്തും ജലത്തിന്റെ വിതരണം ഒരുപോലെയല്ല. ലോകത്തിലെ ജലവിതരണത്തിന്റെ ഏകദേശരൂപം പട്ടിക (9.2) ൽ തന്നിരിക്കുന്നു.

പട്ടിക 9.2 ലോകത്തിലെ ജലവിതരണത്തിന്റെ ഏകദേശ കണക്ക്.

സ്രോതസ്സ്	ആകെ ശതമാനം
സമുദ്രം	97.33
ഉപ്പുതടാകം, ഒറ്റപ്പെട്ട കടലുകൾ	0.008
ധ്രുവീയ ഐസ്, ഹിമപരപ്പ്	2.04
അടിത്തട്ടിലെ വെള്ളം	0.61
തടാകങ്ങൾ	0.009
മണ്ണിലെ ഈർപ്പം	0.005
അന്തരീക്ഷത്തിലെ ജലബാഷ്പം	0.001
പുഴകൾ	0.0001

പട്ടിക 9.3 H_2O, D_2O എന്നിവയുടെ ഭൗതിക ഗുണധർമ്മങ്ങൾ

ഗുണങ്ങൾ	H_2O	D_2O
മോളികുലർ മാസ്സ് ($g\ mol^{-1}$)	18.0151	20.0276
ദ്രവണാങ്കം /K	273.0	276.8
തിളനില /K	373.0	374.4
രൂപീകരണ എൽഥാപി /$kJ\ mol^{-1}$	–285.9	–294.6
ബാഷ്പീരണ എൻഥാൽപി (373K)/$kJ\ mol^{-1}$	40.66	41.61
ദ്രവീകരണ എൻഥാൽപി/$kJ\ mol^{-1}$	6.01	-
പരമാവധി സാന്ദ്രതയിലെ താപനില/K	276.98	284.2
സാന്ദ്രത(298K)/$g\ cm^{-3}$	1.0000	1.1059
ശ്യാന്യത/Centipoise	0.8903	1.107
ഡൈഇലക്ട്രിക് സ്ഥിരാങ്കം/$C^2/N.m^2$	78.39	78.06
വൈദ്യുതചാലക ($293K/ohm^{-1}\ cm^{-1}$)	5.7×10^{-8}	-

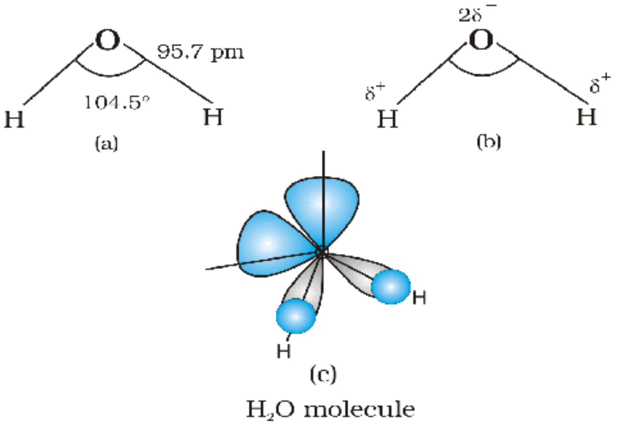
9.6.1 ജലത്തിന്റെ ഭൗതികഗുണങ്ങൾ

നിറമില്ലാത്തതും രുചിയില്ലാത്തതുമായ ദ്രാവകമാണ് ജലം. ഇതിന്റെ ഭൗതിക ഗുണധർമ്മങ്ങൾ പട്ടിക 9.3-ൽ തന്നിരിക്കുന്നു. ഘനജലത്തിന്റെ ഭൗതിക ഗുണധർമ്മങ്ങളും ഇതോടൊപ്പം നൽകിയിരിക്കുന്നു.

ഘനീകൃതാവസ്ഥയിലുള്ള (ദ്രാവകം, ഖരം എന്നീ അവസ്ഥ) ജലത്തിന്റെ അസാധരണമായ സ്വഭാവത്തിന്റെ കാരണം ജലതന്മാത്രകൾക്കിടയിലുള്ള വ്യാപകമായ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനമാണ്. ഇത് (H_2S H_2Se എന്നിവയുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ) ജലത്തിന് ഉയർന്ന ഖരാങ്കം, ഉയർന്ന തിളനില, ഉയർന്ന ബാഷ്പീകരണ താപം, ഉയർന്ന ദ്രവീകരണ താപം എന്നിവയിലേയ്ക്ക് നയിക്കുന്നു. മറ്റു ദ്രാവകങ്ങളോട് താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ജലത്തിന് ഉയർന്ന വിശിഷ്ടതാപം (specific heat), താപീയ ചാലകത (thermal conductivity), പ്രതലബലം, ദ്വിധ്രുവിയത, ഡൈഇലക്ട്രിക് സ്ഥിരാങ്കം എന്നിവ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ ഗുണങ്ങൾ മൂലം ഭൗമമണ്ഡലത്തിൽ ജലത്തിനുളള പങ്ക് വളരെ വലുതാണ്. ഉയർന്ന ബാഷ്പീകരണ എൻഥാൽപിയും ഉയർന്ന താപധാരിതയുംമൂലം ജലത്തിന് കാലാവസ്ഥയെയും ജീവജാലങ്ങളുടെ ശരീരോഷ്മാവിനെയും ഉചിതമായ രീതിയിൽ നിലനിർത്താൻ കഴിയുന്നു. സസ്യങ്ങളുടെയും ജന്തുജാലങ്ങളുടെയും ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കാവശ്യമായ അയോണുകളെയും തന്മാത്രകളേയും എത്തിച്ചു നൽകുന്നതിന് ഉചിതമായ ഒരു ലായകമാണ് ജലം. ധ്രുവീയതയുള്ള തന്മാത്രകളുമായി ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ സഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളായ ആൽക്കഹോൾ, കാർബോ ഹൈഡ്രേറ്റ് എന്നിവയെ പോലും ലയിപ്പിക്കുന്നു.

9.6.2 ജലത്തിന്റെ ഘടന

വാതകാവസ്ഥയിൽ ജലത്തിന് വക്ര ഘടനയാണുള്ളത്. ബന്ധനകോൺ 104.5° ഉം O–H ബന്ധന നീളം 95.7 pm ആണെന്ന് ചിത്രം 9.1 (a) വ്യക്തമാക്കുന്നു. ജലം ഉയർന്ന ധ്രുവീയതയുള്ള തന്മാത്രയാണ്. ചിത്രം (9.1 (b) ഇത് വ്യക്തമാക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഓർബിറ്റൽ അതിവ്യാപനത്തിന്റെ ചിത്രമാണ് (9.1 (c) ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ ജലതന്മാത്രകൾ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്താൽ സംയോജിതമാണ്.

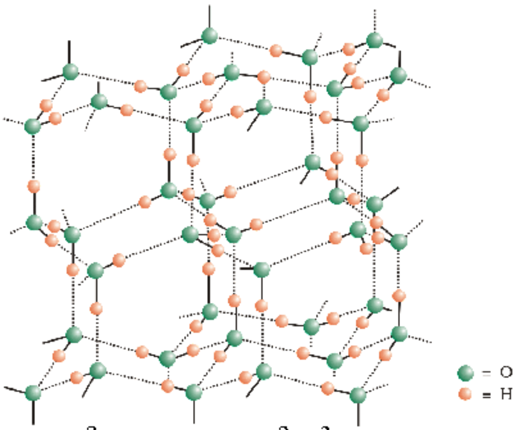


ചിത്രം 9.1 (a) ജലത്തിന്റെ വക്രഘടന, (b) ദ്വിധ്രുവീയതയുള്ള ജലതന്മാത്ര (c) ജലതന്മാത്രയുടെ ഓർബിറ്റൽ അതിവ്യാപനത്തിന്റെ ചിത്രം.

പരൽ രൂപത്തിലുള്ള ജലമാണ് ഐസ്. അന്തരീക്ഷ മർദ്ദത്തിൽ ഐസിന്റെ ഷഡ്ഭുജിയാകൃതിയുള്ള പരൽ രൂപീകരണം നടക്കുന്നു, പക്ഷേ വളരെ താഴ്ന്ന ഊഷ്മാവിൽ ജലം ക്യൂബിക് രൂപത്തിലേക്കാണ് ഖനീഭവിക്കുന്നത്. ഐസിന്റെ സാന്ദ്രത ജലത്തിന്റേതിനേക്കാൾ കുറവാണ്, അതിനാൽ ഐസ് ജലത്തിനു മുകളിൽ ഒഴുകി നടക്കുന്നു. തണുപ്പ് കാലത്ത് തടാകത്തിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ രൂപപ്പെടുന്ന ഐസ് ഒരു കുചാലകമായി പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ട് ജലജീവികളുടെ നിലനില്പിനുള്ള സാഹചര്യം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ആവാസവ്യവസ്ഥയെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഇത് വളരെ അധികം പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന വസ്തുതയാണ്.

9.6.3 ഐസിന്റെ ഘടന

ചിത്രം 9.2-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഐസിന് ഉയർന്ന ക്രമത്തിലുള്ള ത്രിമാന ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധമുള്ള ഘടനയാണുള്ളത്. X-റേ ഉപയോഗിച്ച് പരിശോധിക്കുമ്പോൾ, ഓരോ ഓക്സിജൻ ആറ്റവും 276 pm ദൂരത്തിൽ ചതുഷ്ക രൂപത്തിൽ (tetrahedrally) മറ്റ് നാലു ഓക്സിജൻ ആറ്റത്താൽ ചുറ്റപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതായാണ് കാണുന്നത്.



ചിത്രം 9.2 ഐസിന്റെ ഘടന

ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം ഐസിന് വിശാലമായ കുഴിഞ്ഞ സ്ഥലങ്ങളോടുകൂടിയ ഒരു തുറന്ന ഘടനയാണ് നല്കുന്നത്. അന്തർസറാനീയമായി ഈ കുഴിഞ്ഞ സറലങ്ങൾക്ക് അനുയോജ്യമായ വലുപ്പമുള്ള മറ്റു തന്മാത്രകളെ ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിയും.

9.6.4 ജലത്തിന്റെ രാസസ്വഭാവങ്ങൾ

അനേകം പദാർത്ഥങ്ങളുമായി ജലം പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ചില പ്രധാനപ്പെട്ട പ്രവർത്തനങ്ങൾ ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നു.

(1) ഉഭയധർമി സ്വഭാവം (amphoteric nature) *:* ജലത്തിന് അമ്ലങ്ങളുമായും ക്ഷാരങ്ങളുമായും പ്രവർത്തിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ട്. അതായത് ഇത് ഉഭയധർമി സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നു. ബ്രോൺസ്റ്റഡ് ആശയപ്രകാരം NH_3 യുടെ കൂടെ അമ്ലമായും H_2S ന്റെ കൂടെ ക്ഷാരമായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

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

$$H_2O(l) + H_2S(aq) \quad H_3O^+(aq) + HS^-(aq)$$

ജലത്തിന്റെ സ്വയപ്രോട്ടോണീകരണം (സ്വയ അയോണീകരണം) താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ സാദ്ധ്യമാക്കുന്നു.

$$H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O\ (aq) + OH\ (aq)$$

ആസിഡ്-1	ക്ഷാരം -2	ആസിഡ്-2	ക്ഷാരം-1
(ആസിഡ്)	(ക്ഷാരം)	(സംയുഗ്മി അമ്ലം)	(സംയുഗ്മി ക്ഷാരം)

(2) ജലം ഉൾപ്പെടുന്ന റിഡോക്സ് രാസപ്രവർത്തനം*:* ഉയർന്ന ഇലക്ട്രോപോസിറ്റീവിറ്റിയുള്ള ലോഹങ്ങൾക്ക് ജലത്തിനെ എളുപ്പത്തിൽ നിരോക്സീകരിച്ച് ഹൈഡ്രജനാക്കി മാറ്റാൻ കഴിയും.

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

അതിനാൽ, ഇത് ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ വലിയൊരു സ്രോതസ്സാണ്.

പ്രകാശ സംശ്ലേഷണ സമയത്ത് ജലത്തെ ഡൈ ഓക്സിജനായി ഓക്സീകരിക്കുന്നു.

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

ഫ്ളൂറിനുമായുള്ള പ്രവർത്തനത്തിലും ജലം O_2 ആയി ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

$$2F_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4H^-(aq) + 4F^-(aq) + O_2(g)$$

(3) ജലവിശ്ലേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ*:* ഉയർന്ന ഡൈഇലക്ട്രിക് സറിരാങ്കം ഉള്ളതിനാൽ ജലത്തിന് വളരെ ശക്തിയേറിയ ജലസംയോജന പ്രവണതയുണ്ട്. ഇത് അനേകം അയോണിക സംയുക്തങ്ങളെ ലയിപ്പിക്കുന്നു. എന്നാൽ ചിലസഹസംയോജക സംയുക്തങ്ങളും മറ്റു ചില അയോണിക സംയുക്തങ്ങളും ജലത്തിൽ ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാകുന്നു.

$P_4O_{10}(s)+6H_2O(l) \rightarrow 4H_3PO_4(aq)$

$SiCl_4(l)+2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s)+4HCl(aq)$

$N^{3-}(s)+3H_2O(l) \rightarrow NH_3(g)+3OH^-(aq)$

(4) ഹൈഡ്രേറ്റ് രൂപീകരണം: ജലീയ ലായനികളിൽ നിന്നും പല ലവണങ്ങളും ജലസംയോജിത ലവണങ്ങളായി പരലീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ജലതന്മാത്രയുമായുള്ള സംയോജനം പലതരത്തിലാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

(i) ഉപസംയോജക ജലം (coordinated water)

$\left[Cr(H_2O)_6\right]^{3+} 3Cl$

(ii) അന്തഃസ്ഥാനീയ ജലം (interstitial water)

ഉദാഹരണം : $BaCl_2.2H_2O$

(iii) ഹൈഡ്രജൻ-ബന്ധനത്തിലുള്ള ജലം.

ഉദാഹരണം: $CuSO_4.5H_2O$ യിൽ

$\left[Cu(H_2O)_4\right]^{2-} SO_4^{2-}.H_2O$

ചോദ്യം 9.4: $CuSO_4.5H_2O$ ൽ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിലൂടെ സംയോജിതമായ എത്ര ജലതന്മാത്രകളുണ്ട്.

ഉത്തരം :- ബ്രാക്കറ്റിന് പുറത്ത് (ഉപസംയോജക മണ്ഡലത്തിന് പുറത്ത്) (Co-ordination sphere) ആകെ ഒരു ജലതന്മാത്രയാണ് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിലുള്ളത്. മറ്റു നാലു ജലതന്മാത്രകളും ഉപസംയോകബന്ധനത്തിലാണ് (Co-ordination).

9.6.5 കഠിനജലവും മൃദുജലവും (Hard and Soft Water)

മഴവെള്ളം ഏറെക്കുറെ ശുദ്ധമാണ് (അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്നും ചില വാതകങ്ങൾ ചിലപ്പോൾ ലയിച്ചിട്ടുണ്ടാകാം). ഒന്നാന്തരം ലായകമായതിനാൽ ഭൗമോപരിതലത്തിൽ ഒഴുകുമ്പോൾ അനേക ലവണങ്ങളെ ലയിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റ്, ക്ലോറൈഡ്, സൾഫേറ്റ് എന്നിവയുടെ രൂപത്തിലുള്ള കാൽസ്യത്തിന്റെയും മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും ലവണങ്ങളുടെ സാന്നിദ്ധ്യമാണ് ജലത്തെ **കഠിനമാക്കുന്നത്.** സോപ്പ് **കഠിന ജലത്തിൽ** പതയുന്നില്ല. കാൽസ്യത്തിന്റെയും മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും ലയിക്കുന്ന ലവണങ്ങളിൽ നിന്നും മുക്തമായ ജലത്തെ **മൃദുജലം** എന്നു വിളിക്കാം. സോപ്പ് ഈ ജലത്തിൽ നല്ലതുപോലെ പതയുന്നു.

കഠിനജലം സോപ്പുമായി ചേർന്ന് അവക്ഷിപ്തം ഉണ്ടാക്കുന്നു. സോഡിയം സ്റ്റിയറേറ്റ് അടങ്ങിയ ($C_{17}H_{35}COONa$) സോപ്പ് കഠിന ജലവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് Ca/Mg സ്റ്റിയറേറ്റിന്റെ അവക്ഷിപ്തം ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$2C_{17}H_{35}COONa(aq)+M^{2+}(aq) \rightarrow$$
$$(C_{17}H_{35}COO)_2M \downarrow +2Na^+(aq); M = Ca/Mg$$

അതിനാൽ ഇത് തുണി അലക്കുന്നതിന് യോജിച്ചതല്ല. ഇത് വെള്ളം തിളപ്പിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന പാത്രങ്ങൾക്കും ബോയിലറുകൾക്കും ഹാനികരമാണ്. ശല്ക്കത്തിന്റെ രൂപത്തിൽ അവക്ഷിപ്തമുണ്ടാക്കുന്നതാണിതിനു കാരണം. ഇത് ബോയിലറിന്റെ (പാത്രത്തിന്റെ) കാര്യക്ഷമതയെ കുറയ്ക്കുന്നു. ജലകാഠിന്യം രണ്ട് തരത്തിലാണുള്ളത്. (i) താല്ക്കാലിക കാഠിന്യം (ii) സ്ഥിരകാഠിന്യം.

9.6.6. താല്ക്കാലിക കാഠിന്യം (Temporary Hardens)

മഗ്നീഷ്യത്തിന്റേയും കാൽസ്യത്തിന്റേയും ഹൈഡ്രജൻ കാർബണേറ്റുകളാണ് താല്ക്കാലിക കാഠിന്യത്തിന് കാരണം. അവ താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ നീക്കാവുന്നതാണ്.

(i) തിളപ്പിക്കൽ :- തിളപ്പിക്കുമ്പോൾ അലിഞ്ഞുചേർന്ന $Mg(HCO_3)_2$ $Ca(HCO_3)_2$ എന്നിവ യഥാക്രമം അലേയമായ $Mg(OH)_2$, $CaCO_3$ എന്നിവയായി മാറുന്നു. $MgCO_3$ യെ അപേക്ഷിച്ച്, $Mg(OH)_2$ ന് താഴ്ന്ന ലേയത്വഗുണനാങ്കം ഉള്ളതിനാലാണ് ഇങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നത്. ഈ അവക്ഷിപ്തങ്ങളെ അരിച്ച് നീക്കാവുന്നതാണ്. ഇതിനുശേഷം ലഭിക്കുന്ന വെള്ളം (ഫിൽറ്ററേറ്റ്) മൃദുലജലമായിരിക്കും.

$$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{ചൂടാക്കുന്നു}} Mg(OH)_2 \downarrow + 2CO_2 \uparrow$$

$$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{\text{ചൂടാക്കുന്നു}} CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow$$

(ii) ക്ലാർക്ക് രീതി : ഈ രീതിയിൽ ഒരു നിശ്ചിത അളവ് ലൈം കഠിനജലത്തിൽ ചേർക്കുന്നു. ഇവ കാൽസ്യം കാർബണേറ്റിനെയും, മഗ്നീഷ്യം ഹൈഡ്രോക്സൈഡിനെയും അവക്ഷിപ്തപ്പെടുത്തുന്നു. ഇവ അരിച്ചു നീക്കാവുന്നതാണ്.

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 \downarrow + Mg(OH)_2 \downarrow + 2H_2O$$

9.6.7 സ്ഥിരകാഠിന്യം

ക്ലോറൈഡുകളുടെയും സൾഫേറ്റുകളുടെയും രൂപത്തിലുള്ള മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും കാൽസ്യത്തിന്റെയും അലിഞ്ഞു ചേർന്ന ലവണങ്ങളാണ് ജലത്തിന്റെ സ്ഥിരകാഠിന്യത്തിനു കാരണം. തിളപ്പിക്കലിലൂടെ ജലത്തിന്റെ സ്ഥിര കാഠിന്യം നീക്കാനാവില്ല. താഴെപ്പറയുന്ന മാർഗ്ഗങ്ങളിലൂടെ സ്ഥിരകാഠിന്യം നീക്കം ചെയ്യാവുന്നതാണ്.

***(i)* അലക്കുകാരം (സോഡിയം കാർബണേറ്റ്) ഉപയോഗിച്ച്:** അലക്കുകാരം കഠിനജലത്തിൽ അലിഞ്ഞു ചേർന്ന കാൽസ്യത്തിന്റെയും മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെയും ക്ലോറൈഡുകളും സൾഫേറ്റുകളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് അലേയമായ കാർബണേറ്റുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$MCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3 \downarrow + 2NaCl$$
$$(M = Mg, Ca)$$

$$MSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$

(ii)* കാൽഗൺ രീതി : *(Calgon's Method)

സോഡിയം ഹെക്സാമെറ്റാഫോസ്ഫേറ്റിനെയാണ് ($Na_6P_6O_{18}$) വ്യാവസായികമായി കാൽഗൺ എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. ഇത് കഠിനജലവുമായി താഴെപ്പറയുന്ന രാസ പ്രവർത്തനങ്ങൾ സാധ്യമാക്കുന്നു.

$$Na_6P_6O_{18} \rightarrow 2Na^- + Na_4P_6O_{18}^{2-}$$
$$(M = Mg, Ca)$$

$$M^{2-} + Na_4P_6O_{18}^{2-} \rightarrow [Na_2MP_6O_{18}]^{2} + 2Na^+$$

കോംപ്ലക്സ് ആനയോൺ Mg^{2+}, Ca^{2+} എന്നീ അയോണുകളെ ലായനിയിൽ നിലനിർത്തുന്നു.

***(iii)* അയോൺ വിനിമയ രീതി *(Ion-exchange method)*:** ഈ രീതിയെ സിയോലൈറ്റ് അഥവാ പെർമ്യൂട്ടിറ്റ് പ്രക്രിയ എന്നും വിളിക്കാം. ഹൈഡ്രേറ്റഡ് സോഡിയം അലൂമിനിയം സിലിക്കേറ്റിനെ സിയോലൈറ്റ്/പെർമ്യൂട്ടിറ്റ് എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ലാളിത്യത്തിന് വേണ്ടി സോഡിയം അലൂമിനിയം സിലിക്കേറ്റിനെ ($NaAlSiO_4$), NaZ എന്നെഴുതാം. ഈ പദാർഥം കഠിന ജലത്തിൽ ചേർക്കുമ്പോൾ വിനിമയ രാസപ്രവർത്തനം സാധ്യമാകുന്നു.

$$2NaZ(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow MZ_2(s) + 2Na^+(aq)$$
$$(M = Mg, Ca)$$

സോഡിയം പൂർണമായി ഉപയോഗിച്ചുതീർന്നാൽ പെർമ്യൂട്ടിറ്റ്/സിയോലൈറ്റ് ഉപയോഗശൂന്യമായി എന്നു പറയാം. തുടർന്നുള്ള ഉപയോഗത്തിനായി സോഡിയം ക്ലോറൈഡിന്റെ ജലീയ ലായനി ഉപയോഗിച്ച് അവ വീണ്ടും ഉപയോഗയുക്തമാക്കാവുന്നതാണ്.

$$MZ_2(s) + 2NaCl(aq) \rightarrow 2NaZ(s) + MCl_2(aq)$$

***(iv)* കൃത്രിമ റെസിൻ രീതി :** ആധുനികകാലത്ത് കഠിന ജലം കൃത്രിമ കാറ്റയോണിക് റെസിൻ ഉപയോഗിച്ചാണ് മൃദുവാക്കുന്നത്. സിയോലൈറ്റ് പ്രക്രിയയെക്കാൾ ഫലപ്രദമായ രീതിയാണിത്. ക്യാറ്റയോൺ വിനമിയ റെസിനിൽ-SO_3H ഗ്രൂപ്പ് അടങ്ങിയിട്ടുള്ള വലിയ കാർബണിക തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും, ഇവ ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നില്ല. NaCl മായുള്ള പ്രവർത്തനത്തിൽ RSO_3H വ്യതിയാനം സംഭവിച്ച് RNa ആയി മാറുന്നു. റെസിൻ അതിലുള്ള Na അയോണുമായി Ca^{2+}, Mg^{2+} എന്നീ അയോണുകളെ വിനിമയം നടത്തുമ്പോൾ മൃദുജലം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇവിടെ R നെ റെസിൻ ആനയോണായി പരിഗണിക്കാം.

$$2RNa(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow R_2M(s) + 2Na^+(aq)$$

NaCl ജലീയലായനി ചേർത്ത് റെസിനെ പുന:രുല്പാദിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്.

തുടർച്ചയായി കാറ്റയോൺ വിനിമയ റസിനിലൂടെയും (H^+അയോണിന്റെ രൂപത്തിൽ), ആനയോൺ വിനിമയ (-OH അയോണിന്റെ രൂപത്തിൽ) റെസിനികളിലൂടെയും ജലം കടത്തിവിടുകയാണെങ്കിൽ അലിഞ്ഞു ചേർന്ന ധാതു ലവണങ്ങളിൽ നിന്നെല്ലാം സ്വതന്ത്രമായ ശുദ്ധജലം (de-mineralised) ലഭിക്കുന്നതാണ്.

$$2RH(s) + M^{2+}(aq) \rightleftharpoons MR_2(s) + 2H^+(aq)$$

ഈ കാറ്റയോൺ വിനിമയ പ്രക്രിയയിൽ H^+ അയോൺ ജലത്തിലുള്ള Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} മറ്റു കാറ്റയോണുകൾ എന്നിവയുമായി വിനിമയം നടത്തുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയിൽ പ്രോട്ടോൺ സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ ജലം അമ്ലതയുള്ളതായിത്തീരുന്നു.

$$RNH_2(s) + H_2O(l) \rightleftharpoons RNH_3^+.OH^-(s)$$
$$RNH_3^+.OH^-(s) + X^-(aq) \rightleftharpoons RNH_3^+.X^-(s) + OH^-(aq)$$

OH അയോൺ ജലത്തിലുള്ള Cl, HCO_3, SO_4^{2} പോലുള്ള ആനയോണുകളുമായി വിനിമയ പ്രവർത്തനം നടത്തുന്നു. ഇങ്ങനെ സ്വതന്ത്രമാകുന്ന OH ; കാറ്റയോൺ വിനിമയത്തിലൂടെ സ്വതന്ത്രമാകുന്ന H^{+} അയോണുകളെ നിർവ്വീര്യമാക്കുന്നു.

$$H\,(aq) + OH\,(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

നേർപ്പിച്ച അമ്ല-ക്ഷാര ലായനികൾ ഉപയോഗിച്ച് യഥാക്രമം ഉപയോഗിച്ച് കഴിഞ്ഞ കാറ്റയോൺ, ആനയോൺ റെസിനുകൾ പുനഃനിർമ്മിക്കാവുന്നതാണ്.

9.7 ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് (H_2O_2)

ഗാർഹികവും, വ്യാവസായികവുമായി പുറംതള്ളപ്പെടുന്ന വസ്തുക്കളിലെ മാലിന്യ നിർമ്മാർജ്ജനത്തിൽ H_2O_2 ന് വളരെ പ്രാധാന്യമുണ്ട്.

9.7.1 നിർമ്മാണം

താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിലൂടെ H_2O_2 തയ്യാറാക്കാവുന്നതാണ്.

(i) അമ്ലീകരിച്ച ബേരിയം പെറോക്സൈഡിനെ താഴ്ന്ന മർദത്തിൽ ബാഷ്പീകരണത്തിലൂടെ ജലം നീക്കം ചെയ്യുകയാണെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് ലഭിക്കുന്നു.

$$BaO_2.8H_2O(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + H_2O_2(aq) + 8H_2O(l)$$

(ii) ഉയർന്ന വൈദ്യുത പ്രവാഹ സാന്ദ്രതയിൽ അമ്ലീകരിച്ച സൾഫേറ്റ് ലായനിയെ വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണ ഓക്സീകരണത്തിനു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന പെറോക്സോഡൈ സൾഫേറ്റിനെ ജല വിശ്ലേഷത്തിന് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ പെറോകക്സൈഡ് ലഭിക്കുന്നു.

$$2HSO_4(aq) \xrightarrow{\text{വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണം}} HO_3SOOSO_3H(aq)$$
$$\xrightarrow{\text{ജലവിശ്ലേഷണം}} 2HSO_4(aq) + 2H\,(aq) + H_2O_2(aq)$$

പരീക്ഷണ ശാലയിൽ D_2O_2 തയാറാക്കാൻ ഇപ്പോൾ ഈ രീതി അവലംബിക്കുന്നു.

$$K_2S_2O_8(s) + 2D_2O(l) \rightarrow 2KDSO_4(aq) + D_2O_2(l)$$

(iii) 2- ആൽക്കൈൽ ആൻത്രാക്വിനോളിന്റെ സ്വയം ഓക്സീകരണത്തിലൂടെ H_2O_2 വ്യാവസായികമായി തയ്യാറാക്കുന്നു.

$$2-\text{ഈഥയിൽ ആൻത്രാക്വിനോൾ} \underset{H_2/Pd}{\overset{O_2(\text{വായു})}{\rightleftharpoons}} H_2O_2 + (\text{ഒക്സീകൃത ഉത്പന്നം})$$

ഈ രീതിയിൽ 1% H_2O_2 ആണ് ലഭ്യമാകുന്നത്. ജലം ഉപയോഗിച്ച് വേർതിരിച്ചെടുത്തശേഷം താഴ്ത്തിയ മർദ്ദത്തിൽ സ്വേദനം വഴി ഗാഢത ~30% (മാസിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ) വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. താഴ്ന്ന മർദ്ദത്തിൽ ശ്രദ്ധയോടു കൂടിയ സ്വേദനം വഴി അതിന്റെ ഗാഢത വീണ്ടും ~85% വരെ വർധിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്. ശുദ്ധമായ H_2O_2 ലഭിക്കുവാൻ അവശേഷിക്കുന്ന ജലത്തെ ശീതീകരിച്ചു കട്ടിയാക്കി മാറ്റിയാൽ മതി.

9.7.2 ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ

ശുദ്ധമായ അവസ്ഥയിൽ H_2O_2 ഏതാണ്ട് നിറമില്ലാത്ത (വളരെ നേർത്ത നില) ദ്രാവകമാണ്. ഇതിന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ പട്ടിക 9.4-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

എല്ലാ അനുപാതത്തിലും H_2O_2 ജലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. $H_2O_2.H_2O$ എന്ന ഹൈഡ്രേറ്റും ഉണ്ടാകുന്നു (ദ്രവണാങ്കം 221K). 30% ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ്ലായനിയെ '100 വ്യാപ്തം H_2O_2' എന്ന പേരിൽ വിപണനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഇത് അർത്ഥമാക്കുന്നത്, STP യിൽ 30% H_2O_2 ലായനിയുടെ ഒരു മില്ലീലിറ്റർ, 100 mL ഓക്സിജൻ പ്രദാനം ചെയ്യുമെന്നാണ്. വ്യാവസായികമായി 10V ആയിട്ടാണ് ഇത് വിപണനം ചെയ്യപ്പെടുന്നത്, ഇത് അർത്ഥമാക്കുന്നത് എന്തെന്നാൽ ലായനിയിൽ 3% H_2O_2 ഉണ്ടെന്നാണ്.

ചോദ്യം 9.4

10 V ഹൈഡ്രജൻ പെറോകക്സൈഡ് ലായനിയുടെ ഗാഢത കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഉത്തരം

10V H_2O_2 ലായനി എന്നാൽ അർഥമാക്കുന്നത്

പട്ടിക 9.4 ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന്റെ ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ

ദ്രവണാങ്കം/K	272.4	സാന്ദ്രത (298 K/g cm^{3} ദ്രാവകം	1.44
തിളനില (കണക്കുകൂട്ടി കണ്ടുപിടിച്ചത്)/K	423	ശ്യാനത (290K)/സെൻട്രിപോയ്സ്	1.25
ബാഷ്പ മർദ്ദം (298K)/mmHg	1.9	ഡൈ ഇലക്ട്രി സ്ഥിരാങ്കം (298K)/$C^2/N\,m^2$	70.7
സാന്ദ്രത (ഖരം 268.5K)/g cm^{3}	1.64	വൈദ്യുത ചാലകത (298K)/$\Omega^{1}\,cm^{1}$	5.1×10^{8}

H_2O_2 ന്റെ 1L, STP യിൽ 10L ഓക്സിജൻ നൽകുന്നു എന്നാണ്.

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

$2 \times 34 = 68g$ 22.7 L STP യിൽ

22.7 4 L O_2 STP യിൽ ഉണ്ടാകുന്നതിനാവശ്യമായ $H_2O_2 = 68$ g

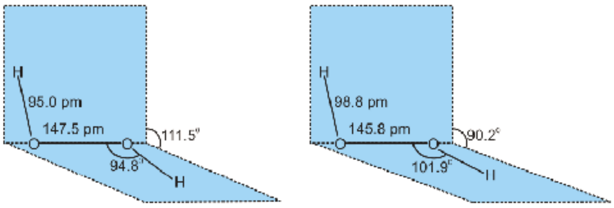
10 L O_2 ലഭിക്കാൻ വേണ്ടുന്ന

$$H_2O_2 = \frac{68 \times 10}{22.7} g = 29.9 \approx 30g\ H_2O_2$$

10V H_2O_2 ന്റെ ഗാഢത = 30g/L = 3% H_2O_2 ലായനി

9.7.3 ഘടന

H_2O_2 ന് അസമതലീയ ഘടനയാണുള്ളത്. വാതകാവസ്ഥയിലും ഖരാവസ്ഥയിലുമുള്ള തന്മാത്രാ പരിമാണം ചിത്രത്തിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.



(a) വാതകാവസ്ഥ (b) ഖരാവസ്ഥ

ചിത്രം 9.3 (a) വാതകാവസ്ഥയിലുള്ള H_2O_2 ഡൈഹിഡ്രൽ കോൺ 111.5°ആണ് (b) H_2O_2ന്റെ ഖരാവസ്ഥയിലെ ഡൈഹീഡ്രൽ കോൺ 90.2°

9.7.4 രാസഗുണങ്ങൾ

അമ്ലീയ, ക്ഷാരീയ മാധ്യമങ്ങളിൽ ഇത് ഓക്സീകാരിയായും നിരോക്സീകാരിയായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ലളിതമായ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

(i) അമ്ലീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനം

$$2Fe^{2+}(aq) + 2H^+(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow 2Fe^{3+}(aq) + 2H_2O(l)$$

$$PbS(s) + 4H_2O_2(aq) \rightarrow PbSO_4(s) + 4H_2O(l)$$

(ii) അമ്ലീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനം

$$2MnO_4^- + 6H^+ + 5H_2O_2 \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5O_2$$

$$HOCl + H_2O_2 \rightarrow H_3O^+ + Cl^- + O_2$$

(iii) ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള ഓക്സീകരണ പ്രവർത്തനം

$$2Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow 2Fe^{3+} + 2OH^-$$

$$Mn^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Mn^{4+} + 2OH^-$$

(iv) ക്ഷാരീയ മാധ്യമത്തിലുള്ള നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനം

$$I_2 + H_2O_2 + 2OH^- \rightarrow 2I^- + 2H_2O + O_2$$

$$2MnO_4^- + 3H_2O_2 \rightarrow 2MnO_2 + 3O_2 + 2H_2O + 2OH^-$$

9.7.5 സംഭരണം

സൂര്യ പ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ H_2O_2 സാവധാനം വിഘടിക്കുന്നു.

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

ലോഹപ്രതലത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം അല്ലെങ്കിൽ ആൽക്കലിയുടെ ചെറിയൊരംശം മുകളിൽ പറഞ്ഞ പ്രവർത്തനത്തെ ഉൽപ്രേരകണം ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ H_2O_2 സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്നത്, വെളിച്ചമില്ലാത്തിടത്ത് മെഴുക് കൊണ്ട് ആവരണം ചെയ്തിരിക്കുന്ന കുപ്പികളിൽ അല്ലെങ്കിൽ പ്ലാസ്റ്റിക് പാത്രങ്ങളിൽ ആണ്. സ്ഥിരീകാരിയായി (stabiliser) യൂറിയ ചേർക്കുന്നു. പൊടിയുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ പൊട്ടിത്തെറിയോടു കൂടിയുള്ള വിഘടനം നടക്കുന്നതിനാൽ H_2O_2 പൊടിയിൽ നിന്ന് മാറ്റിയാണ് സൂക്ഷിക്കുന്നത്.

9.7.6 ഉപയോഗങ്ങൾ

H_2O_2 ന്റെ വ്യാപകമായ ഉപയോഗം അതിന്റെ വ്യാവസായികമായ ഉത്പാദനം വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതിന് കാരണമായി. ചില ഉപയോഗങ്ങൾ താഴെ എഴുതിയിരിക്കുന്നു.

(i) ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ H_2O_2 മുടി ബ്ലീച്ച് ചെയ്യുന്നതിനും വീര്യം കുറഞ്ഞ അണുനാശിനിയായും ഉപയോഗിക്കുന്നു. പെർഹൈഡ്രോൾ എന്ന പേരിൽ ആന്റ സെപ്റ്റിക്കായി വിൽക്കപ്പെടുന്നു.

(ii) ഉയർന്ന ഗുണനിലവാരമുള്ള ഡിറ്റർജെന്റും മറ്റും ഉണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള രാസവസ്തുക്കളായ സോഡിയംപെർബോറേറ്റ്, പെർകാർബൊണേറ്റ് പോലുള്ള രാസവസ്തുക്കൾ നിർമ്മിക്കാനും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(iii) ഹൈഡ്രോക്യുനോൺ, ടാർടാറിക് ആസിഡ്, ചില ഭക്ഷ്യോൽപ്പന്നങ്ങൾ, ഔഷധങ്ങൾ (സെഫോലോസ്പോറിൻ) മുതലായവയുടെ ഉല്പാദനത്തിനായി H_2O_2 ആവശ്യമാണ്.

(iv) തുണിത്തരങ്ങൾ, പേപ്പർ പൾപ്പ്, തുകൽ, ഓയിൽ, കൊഴുപ്പുകൾ എന്നിവയെ ബ്ലീച്ച് ചെയ്യുന്നതിനുള്ള ബ്ലീച്ചിംഗ് ഏജന്റായും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(v) ഇക്കാലത്ത് ഹരിത രസതന്ത്രത്തിലും H_2O_2 ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഗാർഹികവും വ്യാവസായികവുമായ മാലിന്യങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണ പ്രക്രിയയിൽ സയനൈഡിന്റെ ഓക്സീകരണത്തിനും മലിനജലത്തിൽ വായുവിന്റെ അന്തരീക്ഷം നിലനിർത്തുന്നതിനും H_2O_2 ഉപയോഗിക്കുന്നു.

9.8 ഘനജലം, D_2O (Heavy Water)

ന്യൂക്ലിയർ റിയാക്ടറിലെ മോഡറേറ്ററായും, പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ക്രിയാവിധി പഠിക്കുന്നതിനുള്ള വിനിമയ പ്രവർത്തനങ്ങളിലും ഘനജലം വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ജലത്തിന്റെ സമഗ്രമായ വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണത്തിലൂടെയോ ചില രാസവള നിർമാണത്തിൽ ഉപോൽപ്പന്നമായോ ഘനജലം നിർമിക്കാവുന്നതാണ്. പട്ടിക 9.3-ൽ ഘനജലത്തിന്റെ ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ നൽകിയിരിക്കുന്നു. മറ്റു ഡ്യൂറ്ററിയം സംയുക്തങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നതിനും ഘനജലം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന്

$$CaC_2 + 2D_2O \rightarrow C_2D_2 + Ca(OD)_2$$

$$SO_3 + D_2O \rightarrow D_2SO_4$$

$$Al_4C_3 + 12D_2O \rightarrow 3CD_4 + 4Al(OD)_3$$

9.9 ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഇന്ധന രൂപത്തിൽ

ജ്വലന പ്രക്രിയയിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ വലിയ അളവിൽ താപം പുറത്തുവിടുന്നു. മോൾ, മാസ്, വ്യാപ്തം എന്നിവയിൽ ഒരേ അളവിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ, മീഥേൻ, എൽ.പി.ജി തുടങ്ങിയ ഇന്ധനങ്ങൾ ജ്വലിക്കുമ്പോൾ പുറത്തുവിടുന്ന ഊർജ്ജത്തെ താരതമ്യം ചെയ്തുകൊണ്ടുള്ള വിശകലനം പട്ടിക 9.5-ൽ തന്നിരിക്കുന്നു.

ഈ പട്ടികയിൽ നിന്നും വ്യക്തമാകുന്നതെന്തെന്നാൽ മാസിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്രജന് പെട്രോളിനേക്കാൾ (ഏകദേശം മൂന്ന് ഇരട്ടി) കൂടുതൽ ഊർജ്ജം സ്വതന്ത്രമാക്കാൻ കഴിയും. ഡൈഹൈഡ്രജൻ ജ്വലിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന മാലിന്യം പെട്രോളിന്റേതിനെക്കാൾ കുറവായിരിക്കും. ഏക മാലിന്യം ഡൈനൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകളായിരിക്കും. (ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ഒപ്പം ഡൈനൈട്രജൻ മാലിന്യമായി കാണപ്പെടുന്നതുകൊണ്ട്) ഡൈഹൈഡ്രജനും ഡൈനൈട്രജനും തമ്മിലുള്ള പ്രവർത്തനം തടയാൻ, ഒരു ചെറിയ അളവ് ജലം സിലിണ്ടറിനുള്ളിൽ കടത്തി ഊഷ്മാവ് താഴ്ത്തിക്കൊണ്ട് ഈ പ്രശ്നം പരിഹരിക്കാവുന്നതാണ്. എന്നിരുന്നാലും ഡൈഹൈഡ്രജൻ എടുത്തിരിക്കുന്ന പാത്രത്തിന്റെ മാസ് പരിഗണിക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഒരു സിലിണ്ടറിലെ സാന്ദ്രീകരിക്കപ്പെട്ട ഡൈഹൈഡ്രജന് അതേ അളവ് ഊർജ്ജം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു ടാങ്ക് പെട്രോളിന്റെ 30 ഇരട്ടി ഭാരമുണ്ടായിരിക്കും. 20K ലേക്ക് തണുപ്പിച്ചുകൊണ്ടാണ് ഡൈഹൈഡ്രജനെ ദ്രവീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നത്. ചെറിയ അളവിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ സംഭരിക്കുന്നതിന് $NaNi_5$, $Ti-TiH_2$, $Mg-MgH_2$ തുടങ്ങിയ ലോഹസങ്കരങ്ങളാൽ കവചിതമായ വിലയേറിയ ടാങ്കുകൾ ഉപയോഗിക്കേണ്ടിവരുന്നു. ഈ സ്ഥിതി വിശേഷം ഡൈഹൈഡ്രജന് കൂടുതൽ ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതിന് ഇതര മാർഗ്ഗങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ ഗവേഷകരെ പ്രേരിപ്പിച്ചു.

പട്ടിക 9.5 വ്യത്യസ്ത ഇന്ധനങ്ങൾ മോൾ, മാസ്, വ്യാപ്തം അളവിൽ കത്തുമ്പോൾ പുറത്തേക്ക് വിടുന്ന ഊർജം

ജ്വലനത്തിൽ സ്വതന്ത്രമായി മാറുന്ന ഊർജ്ജം kJ (അവസ്ഥയിൽ)	ഡൈഹൈഡ്രജൻ (വാതകാവസ്ഥയിൽ)	ഡൈഹൈഡ്രജൻ (ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ)	എൽ.പി.ജി	CH_4 വാതകം	ഒക്ടേൻ (ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ)
പെർ മോൾ	286	285	2220	880	5511
പെർ ഗ്രാം	143	142	50	53	47
പെർ ലിറ്റർ	12	9968	25590	35	34005

ഈ കാഴ്ചപ്പാടിൽ, **ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ** ഒരു പരിഹാരമാണ്. ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാന തത്വം എന്ന് പറയുന്നത് ദ്രാവക രൂപത്തിലോ വാതക രൂപത്തിലോ ഉള്ള ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ വിതരണ മാർഗവും ഊർജത്തിന്റെ സംഭരണവുമാണ്. വൈദ്യുതോർജ്ജത്തിന്റെ രൂപത്തിലല്ലാതെ ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ രൂപത്തിൽ ഊർജ്ജം എത്തിച്ചുകൊടുക്കുവാൻ കഴിയുന്നുവെന്നതാണ് ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയുടെ ഒരു ഗുണം. ഡൈഹൈഡ്രജനെ ഇന്ധനമാക്കി വാഹനോടിക്കാനുള്ള വൻ പദ്ധതി, ഇന്ത്യയുടെ ചരിത്രലാദ്യമായിട്ട്, 2005 ഒക്ടോബറിലാണ് തുടക്കമിട്ടത്. നാലു ചക്ര വാഹനങ്ങൾക്കുവേണ്ടി തുടക്കത്തിൽ 5% ഡൈഹൈഡ്രജൻ CNG യുമായി കലർത്തിയാണ് ഉപയോഗിച്ചത്. പിന്നീട് ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ ശതമാനം അനുകൂല അളവിലേക്ക് പതുക്കെ ഉയർത്താവുന്നതാണ്.

ഇക്കാലത്ത്, വൈദ്യുതശക്തിയുടെ ഉൽപാദനത്തിന് ഫ്യൂവൽ സെല്ലിലും ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. സമ്പദ്പരമായി, സാദ്ധ്യമായതും സുരക്ഷിതവുമായ ഊർജ സ്രോതസ്സായി ഡൈഹൈഡ്രജനെ വരും കാലങ്ങളിൽ തിരിച്ചറിയുമെന്നു തന്നെ നമുക്ക് പ്രതീക്ഷിക്കാം.

സംഗ്രഹം

ഒരു ഇലക്ട്രോൺ മാത്രമുള്ള ഏറ്റവും ഭാരം കുറഞ്ഞ ആറ്റമാണ് ഹൈഡ്രജൻ. ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടപ്പെടുമ്പോൾ അടിസ്ഥാന കണമായ പ്രോട്ടോണായി ഇതു മാറുന്നു. ഇത് ഹൈഡ്രജന്റെ ഒരു പ്രത്യേകത തന്നെയാണ്. ഇതിന് മൂന്നു ഐസോടോപ്പുകൾ ഉണ്ട്. **പ്രോട്ടിയം** ($^{1}_{1}H$), **ഡ്യൂറ്റീരിയം** ($^{2}_{1}H$ അല്ലെങ്കിൽ D) **ട്രിഷിയം** (T അല്ലെങ്കിൽ $^{3}_{1}H$) എന്നാണ് അവയുടെ പേരുകൾ. ഈ മൂന്നെണ്ണത്തിൽ ട്രിഷിയം മാത്രമാണ് റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയായിട്ടുള്ളത്. ഹൈഡ്രജന്റെ അസാധരണമായ സ്വഭാവ ഗുണങ്ങൾ കാരണം, ഇതിന് ക്ഷാരീയ ലോഹങ്ങളോടും ഹാലൊജനുകളോടും സാദൃശ്യമുണ്ടെങ്കിൽ പോലും ആവർത്തനപ്പട്ടികയിൽ ഇതിന് ഒറ്റപ്പെട്ട സ്ഥാനമാണുള്ളത്.

പ്രപഞ്ചത്തിൽ ഏറ്റവും അധികമായി കാണപ്പെടുന്ന ഒരു മൂലകമാണ് ഹൈഡ്രജൻ. സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ ഇതു ഭൗമാന്തരീക്ഷത്തിൽ അധികം കാണാറില്ല. എന്നാൽ സംയോജിച്ച അവസ്ഥയിൽ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ ധാരാളമുള്ള മൂലകങ്ങളിൽ മൂന്നാമത്തേതാണ് ഹൈഡ്രജൻ.

വാട്ടാർ ഗ്യാസ് ഷിഫ്റ്റ് പ്രവർത്തനം വഴി പെട്രോകെമിക്കലുകളിൽ നിന്നാണ് ഡൈഹൈഡ്രജൻ വ്യാവസായികാടിസ്ഥാനത്തിൽ തയാറാക്കുന്നത്. ബ്രൈനിന്റെ വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണത്തിൽ ഉപ ഉല്പാദനമായും ഡൈഹൈഡ്രജൻ ലഭിക്കുന്നു. ഏതൊരു മൂലകത്തിന്റെയും രണ്ട് ആറ്റങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ഏകബന്ധന എൻഥാൽപിയുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ H–H **ബന്ധന വിഘടന എൻഥാൽപി** (435.88 kJ mol^{-1}) വളരെ ഉയർന്നതാണ്. അതിനാൽ വളരെയധികം താപം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന (~4000K), ആറ്റോമിക ഹൈഡ്രജൻ ടോർച്ചിൽ ഈ ഗുണം ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഉയർന്ന ദ്രവണാങ്കമുള്ള ലോഹങ്ങളുടെ വെൽഡിംഗിൽ ഇത് ഉത്തമമാണ്.

ഉയർന്ന വിഘടന എൻഥാൽപി ഉള്ളതിനാൽ സാധാരണോഷ്മാവിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ക്രിയാശീലത കുറവാണെങ്കിലും അനുയോജ്യമായ സാഹചര്യത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ മിക്കവാറും എല്ലാ മൂലകങ്ങളുമായി പ്രവർത്തിച്ച് **ഹൈഡ്രൈഡുകൾ** ഉണ്ടാക്കുന്നു. എല്ലാത്തരം ഹൈഡ്രഡുകളെയും മൂന്ന് വിഭാഗങ്ങളായി തരം തിരിക്കാം. അയോണിക അല്ലെങ്കിൽ സലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ, സഹസംയോജക/തന്മാത്ര ഹൈഡ്രൈഡുകൾ, ലോഹീയ അഥവാ അസമമിതീയ (നോൺസ്റ്റോയ്ക്കിയോമെട്രിക്), ഹൈഡ്രൈഡുകൾ എന്നിവയാണത്. ക്ഷാര ലോഹീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ, മറ്റു ഹൈഡ്രൈഡു സംയുക്തങ്ങൾ തയ്യാറാക്കുന്നതിനു യോജിച്ച നല്ല അഭികാരകങ്ങളാണ്. തന്മാത്ര ഹൈഡ്രൈഡുകൾ (ഉദാ. B_2H_6, CH_4, NH_3, H_2O) ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ വളരെയധികം പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നവയാണ്. ഹൈഡ്രജന്റെ അതിസൂക്ഷ്മ ശുദ്ധീകരണത്തിനും സംഭരണ മാധ്യമമായിട്ടും ലോഹീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ വളരെയധികം പ്രയോജനപ്രദമാണ്.

ഡൈഹൈഡ്രജന്റെ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഹൈലൈഡുകൾ, ജലം, അമോണിയ, മെഥനോൾ, വനസ്പതി നെയ്യ് തുടങ്ങിയവയുടെ രൂപീകരണത്തിലേക്ക് നയിക്കുന്ന **നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ** വളരെയധികം പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നവയാണ്. ലോഹനിഷ്ക്കർണ്ണ പ്രക്രിയയിൽ (metallurgical process) ലോഹഓക്സൈഡുകളെ നിരോക്സീകരണത്തിന് ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ബാഹിരാകാശ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഇത് റോക്കറ്റ് ഇന്ധന രൂപത്തിൽ പ്രയോജന പ്രദമാണ്. മലിനീകാരിയല്ലാത്ത ഇന്ധനമെന്ന നിലയിൽ, വാസ്തവത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്രജൻ ഒരു ഭാവി വാഗ്ദാനമാണ് (**ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥ**).

ജലം സർവസാധാരണവും സുലഭവുമായി ലഭിക്കുന്ന ഒരു പദാർത്ഥമാണ്. ഇത് രാസികവും ജൈവികവുമായി വളരെയധികം പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. ജലത്തിനെ എളുപ്പത്തിൽ ഖരമായും വാതകമായും മാറ്റാമെന്നതിനാൽ **ജൈവമണ്ഡലത്തിൽ** ഇതിന് മർമ്മ പ്രധാനമായ സ്ഥാനമാണുള്ളത്. വക്രഘടന കാരണം അത് ഉയർന്ന ധ്രുവീയതയുള്ള തന്മാത്രയാണ്. ഇത് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനത്തിന് കാരണമാവുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം ഐസിൽ ഉയർന്ന അളവിലാണെങ്കിൽ നിരാവിയിൽ ഇത് വളരെ കുറവുമാണ്. ജലത്തിന്റെ ധ്രുവീയത പല ഗുണങ്ങളും പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. (a) അയോണികവും ഭാഗികമായി അയോണികവുമായ സംയുക്തങ്ങൾക്കും ജലം നല്ലൊരു ലായകമാണ്. (b) ജലത്തിന് ഉഭയധർമ്മി സ്വഭാവം നൽകുന്നു, (c) ജലം വിവിധ തരത്തിലുള്ള ഹൈഡ്രേറ്റുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ലവണങ്ങളെ ലയിപ്പിക്കുവാനുള്ള കഴിവ് പ്രത്യേകിച്ച് ഉയർന്ന അളവിൽ, അതിനെ കഠിനമാക്കുകയും വ്യാവസായിക ഉപയോഗത്തിന് ഹാനികരമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. താൽക്കാലികവും സ്ഥിരവുമായ രണ്ടു തരം **കാഠിന്യവും** സിയോലൈറ്റ്, അയോൺ വിനിമയ റെസിനുകൾ എന്നിവ ഉപയോഗിച്ച് നീക്കം ചെയ്യാവുന്നതാണ്.

ഘനജലം D_2O മറ്റൊരു പ്രധാനപ്പെട്ട സംയുക്തമാണ്. സാധാരണ ജലത്തെ വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണപരമായി പരിപോഷിപ്പിച്ചാണ് ഘനജലം ഉണ്ടാക്കുന്നത്. ന്യൂക്ലിയാർ റിയാക്ടറുകളിലെ മോഡറേറ്ററായി ഘനജലം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ്, H_2O_2 ന് താൽപ്പര്യമുണർത്തുന്ന തരത്തിലുള്ള അധ്രുവീയ ഘടനയാണുള്ളത്. വ്യാവസായിക ബ്ലീച്ചിങ്ങ്, ഔഷധങ്ങളുടെ നിർമ്മാണം, ഗാർഹികവും വ്യാവസായികവുമായ മലിനീകാരികളെ നീക്കം ചെയ്യുന്ന മലിനീകരണ നിയന്ത്രണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നിവയിൽ ഇതിന് വ്യാപകമായ ഉപയോഗമാണുള്ളത്.

പരിശീലന പ്രശ്നങ്ങൾ

9.1 ഇലക്ട്രോണിക വിന്യാസത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ആവർത്തനപ്പട്ടികയിലെ ഹൈഡ്രജന്റെ സ്ഥാനത്തെ സമർത്ഥിക്കുക.

9.2 ഹൈഡ്രജന്റെ ഐസോടോപ്പുകളുടെ പേരെഴുതുക. ഈ ഐസോടോപ്പുകളുടെ മാസ് അനുപാതം എത്ര വീതമാണ്?

9.3 സാധാരണ അവസ്ഥയിൽ ഏക അറ്റോമിക രൂപത്തിൽ കാണാതെ, ദ്വയഅറ്റോമിക രൂപത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ കാണപ്പെടാനുള്ള കാരണമെന്ത്?

9.4 'കോൾ ഗാസിഫിക്കേഷനിലൂടെ' (coal gasification) യുള്ള ഹൈഡ്രജന്റെ ഉല്പാദനം എങ്ങനെ വർദ്ധിപ്പിക്കാം?

9.5 വൈദ്യുത വിശ്ലേഷണരീതിയിലൂടെ കൂടുതലായി ഡൈഹൈഡ്രജനെ എങ്ങനെ തയ്യാറാക്കാം? ഈ പ്രക്രിയയിൽ ഇലക്ട്രോലൈറ്റിന്റെ പങ്കെന്ത്?

9.6 താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ പൂർത്തീകരിക്കുക. ഉൽപ്രേരകം

(i) $H_2(g) + M_mO_o(s) \xrightarrow{\Delta}$

(ii) $CO(g) + H_2(g) \xrightarrow[\text{ഉൽപ്രേരകം}]{\Delta}$

(iii) $C_3H_8(g) + 3H_2O(g) \xrightarrow[\text{ഉൽപ്രേരകം}]{\Delta}$

(iv) $Zn(s) + NaOH(aq) \xrightarrow{\text{താപം}}$

9.7 രാസപരമായ ക്രിയാശീലതയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഡൈഹൈഡ്രജനിലെ H–H ബന്ധനത്തിലെ ഉയർന്ന എൻഥാൽപിയുടെ അനന്തരഫലങ്ങളെക്കുറിച്ച് ചർച്ച ചെയ്യുക.

9.8 താഴെതന്നിരിക്കുന്നവയെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ എന്ത് മനസ്സിലാക്കുന്നുവെന്ന് അനുയോജ്യമായ ഉദാഹരണങ്ങൾ സഹിതം സമർത്ഥിക്കുക?

(i) ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡ്

(ii) ഇലക്ട്രോൺ പര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡ്

(iii) ഇലക്ട്രോൺ സമ്പന്ന ഹൈഡ്രൈഡ്

9.9 ഘടന, രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നിവയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഇലക്ട്രോൺ അപര്യാപ്ത ഹൈഡ്രൈഡിൽ നിന്നും നിങ്ങൾ ഏതുതരം സ്വഭാവങ്ങൾ പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു?

9.10 (C_nH_{2n-2}) എന്ന തരത്തിലുള്ള കാർബൺ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ ലൂവിസ് അമ്ലമായിരിക്കുമോ? അതോ ലൂവിസ് ക്ഷാരമായിരിക്കുമോ? നിങ്ങൾ എന്തു പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു?സമർത്ഥിക്കുക.

9.11 അസമമിതീയ (Non-stoichiometric) ഹൈഡ്രൈഡുകൾ എന്നതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നതെന്ത്? ആൽക്കലി ലോഹങ്ങൾ ഇത്തരം ഹൈഡ്രൈഡുകൾ നൽകുമെന്ന് നിങ്ങൾ കരുതുന്നുണ്ടോ?സമർത്ഥിക്കുക.

9.12 ഹൈഡ്രജൻ സംഭരണത്തിൽ ലോഹീയ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ എത്രമാത്രം പ്രയോജനപ്രദമായിരിക്കും എന്ന് നിങ്ങൾ കരുതുന്നു. വിശദീകരിക്കുക?

9.13 മുറിക്കുക, വെൽഡുചെയ്യുക എന്നീ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ആറ്റോമിക ഹൈഡ്രജൻ അല്ലെങ്കിൽ ഓക്സിഹൈഡ്രജൻ ടോർച്ച എപ്രകാരം പ്രവർത്തിക്കുന്നു. വിശദമാക്കുക?

9.14 NH_3, H_2O, HF, ഇവയിൽ ഏതിലാണ് ഉയർന്ന അളവിൽ ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനം നിങ്ങൾ പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത്? എന്തുകൊണ്ട്?

9.15 സലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡുകൾ ജലവുമായി തീവ്രമായി പ്രവർത്തിച്ച് തീയുണ്ടാകുന്നു. അഗ്നിശമനിയെന്നു പേരുകേട്ട CO_2, ഈ അവസരത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാനാവുമോ? വിശദമാക്കുക.

9.16 താഴെപ്പറയുന്നവയെ ക്രമപ്പെടുത്തുക.

(i) CaH_2, BeH_2, TiH_2 എന്നിവ വൈദ്യുത ചാലകത വർധിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ

(ii) LiH, NaH, CsH എന്നിവ അയോണിക ഗുണം വർധിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ.

(iii) H–H, D–D, F–F എന്നിവ ബന്ധന വിഘടന എൻഥാൽപി വർധിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ.

(iv) NaH, MgH_2, H_2O എന്നിവ നിരോക്സീകരണ ഗുണം വർധിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ

9.17 H_2O , H_2O_2 എന്നിവയുടെ ഘടന താരതമ്യം ചെയ്യുക.

9.18 ജലത്തിന്റെ സ്വയ-പ്രോട്ടോണീകരണം എന്നതുകൊണ്ട് അർത്ഥമാക്കുന്നതെന്ത്? അതിന്റെ പ്രത്യേകതയെന്ത്?

9.19 ജലവും ഫ്ളൂറിനുമായുള്ള രാസപ്രവർത്തനം പരിഗണിക്കുക. ഓക്സീകരണത്തെയും നിരോക്സീകരണത്തെയും അടിസ്ഥാനമാക്കി ഏത് ഇനമാണ് ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നത്, നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നത് എന്നു നിർദ്ദേശിക്കുക?

9.20 താഴെപ്പറയുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ പൂർത്തിയാക്കുക.

(i) $PbS(s) + H_2O_2(aq) \rightarrow$

(ii) $MnO_4(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow$

(iii) $CaO(s) + H_2O(g) \rightarrow$

(v) $AlCl_3(g) + H_2O(l) \rightarrow$

(vi) $Ca_3N_2(s) + H_2O(l) \rightarrow$

മുകളിൽപ്പറഞ്ഞിരിക്കുന്നവ ഇവിടെ പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതുപോലെ തരം തിരിക്കുക. (a) ജല വിശ്ലേഷണം (b) റിഡോക്സ് (c) ജല സംയോജനം

9.21 സാധാരണ അവസ്ഥയിലുള്ള ഐസിന്റെ ഘടന വിശദമാക്കുക.

9.22 ജലത്തിന്റെ താൽക്കാലിക കാഠിന്യത്തിനും സ്ഥിര കാഠിന്യത്തിനും കാരണമെന്ത്?

9.23 കൃത്രിമ അയോൺ വിനിമയ റെസിൻ മുഖേന കഠിന ജലം മൃദുലമാക്കുന്ന പ്രക്രിയയുടെ തത്വം വിശദീകരിക്കുക.

9.24 ജലത്തിന്റെ ഉഭയധർമ്മി ഗുണം കാണിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതുക.

9.25 ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിന് ഒരു ഓക്സീകാരിയായും നിരോക്സീകാരിയായും പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന് സമർത്ഥിക്കുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ എഴുതുക.

9.26 അപധാതുകരിതജലം (de-mineralised) എന്നതുകൊണ്ട് അർത്ഥമാക്കുന്നതെന്ത്? ഇത് എങ്ങനെ നിർമ്മിക്കാം?

9.27 അപധാതുകരിതജലം അഥവാ സ്വേദീകരിച്ച ജലം കുടിക്കാൻ യോഗ്യമാണോ? അല്ലെങ്കിൽ എപ്രകാരം കുടിക്കാൻ പറ്റുന്നതാക്കാം?

9.28 ജൈവമണ്ഡലത്തിലും ജൈവവ്യൂഹത്തിലും ജലം എത്രമാത്രം പ്രയോജനകരമാണ് വിശദീകരിക്കുക.

9.29 ജലത്തിന്റെ ഏതുഗുണമാണ് അതിനെ നല്ലൊരു ലായകമാക്കി മാറ്റുന്നത്? ഏതെല്ലാം തരം സംയുക്തങ്ങളെ (i) ജലത്തിൽ ലയിപ്പിക്കാൻ കഴിയും? (ii) ജലവിശ്ലേഷണത്തിന് വിധേയമാക്കാൻ കഴിയും?

9.30 H_2O, D_2O, എന്നിവയുടെ ഗുണങ്ങളെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്കറിയാമല്ലോ? ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ D_2O കുടിക്കാൻ അനുയോജ്യമാണോ എന്ന് നിങ്ങൾ കരുതുന്നുണ്ടോ?

9.31 ജലവിശ്ലേഷണം, ജലസംയോജനം ഇവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്ത്?

9.32 സലൈൻ ഹൈഡ്രൈഡിന് ജൈവസംയുക്തങ്ങളിൽ നിന്നും ജലാംശത്തെ എപ്രകാരം നീക്കം ചെയ്യാൻ കഴിയും?

9.33 അറ്റോമിക സംഖ്യ 15,19,23,44 ആയിട്ടുള്ള മൂലകങ്ങളുമായി ഡൈ ഹൈഡ്രജൻ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ഹൈഡ്രൈഡുകളുടെ ഗുണങ്ങളെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ എന്ത് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു? അവയുടെ ജലവുമായുള്ള പ്രവർത്തനത്തെ താരതമ്യം ചെയ്യുക.

9.34 ചുവടെ തന്നിരിക്കുന്നവയുമായി അലൂമിനിയം (III) ക്ലോറൈഡ്, പൊട്ടാസ്യം ക്ലോറൈഡ് എന്നിവ വെവ്വേറെയായി പ്രവർത്തിച്ചാൽ വ്യത്യസ്ത ഉത്പന്നങ്ങൾ ലായനിയിൽ ലഭിക്കുമെന്ന് നിങ്ങൾ പ്രതീക്ഷിക്കുന്നുവോ? ആവശ്യമെങ്കിൽ രാസസമവാക്യങ്ങൾ എഴുതുക.

i. സാധാരണജലം

ii. അമ്ലീകൃതജലം

iii. ക്ഷാരീകൃതജലം

9.35 H_2O_2 ഒരു ബ്ലീച്ചിംഗ് ഏജന്റായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്ങനെ?

9.36 താഴെപ്പറയുന്ന പദങ്ങളിൽ നിന്ന്എന്തു മനസ്സിലാക്കുന്നു.

(i)ഹൈഡ്രജൻ അധിഷ്ഠിത സമ്പദ് വ്യവസ്ഥ (ii) ഹൈഡ്രജനീകരണം (iii) സിൻവാതകം (iv) വാട്ടർ ഗ്യാസ് ഷിഫ്റ്റ് രാസപ്രവർത്തനം (v) ഫ്യുവൽസെൽ?