એકમ

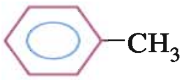
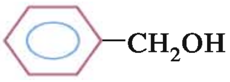
7

આલ્કોહૉલ, ફિનૉલ અને ઈથર સંયોજનો

7.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)

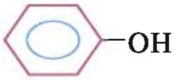
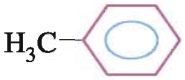
આપણે અગાઉ શીખી ગયાં છીએ કે, જ્યારે હાઇડ્રોકાર્બનમાંના એક અથવા વધારે હાઇડ્રોજન પરમાણુનું અન્ય પરમાણુ કે પરમાણુસમૂહ (ક્રિયાશીલ સમૂહ) વડે વિસ્થાપન થાય છે ત્યારે નવાં કાર્બનિક સંયોજનો બને છે. જો હાઇડ્રોકાર્બનના સંતૃપ્ત કાર્બન સાથે જોડાયેલા હાઇડ્રોજન પરમાણુનું વિસ્થાપન હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ (– OH) વડે થાય તો આલ્કોહૉલ મળે છે.

દા.ત.,

હાઇડ્રોકાર્બન	આલ્કોહૉલ
CH_4	CH_3OH
	
$H_2C=CHCH_3$	$H_2C=CHCH_2OH$
$HC\equiv C-CH_3$	$HC\equiv C-CH_2OH$

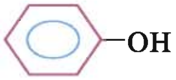
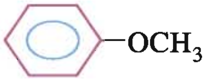
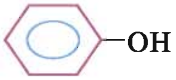
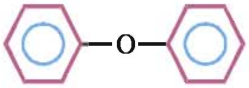
આમ, **આલ્કોહૉલનું સામાન્ય સૂત્ર R–OH છે;** જ્યાં R = આલ્કાઇલ (alkyl) અથવા આલ્કીનાઇલ (alkenyl) અથવા આલ્કાઇનાઇલ (alkynyl) અથવા ઍરાઇલ આલ્કાઇલ (aryl alkyl) સમૂહ છે. જો ઍરોમેટિક કેન્દ્રના કાર્બનના હાઇડ્રોજન પરમાણુનું વિસ્થાપન હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ વડે થાય તો ફિનૉલ મળે છે.

દા.ત.,

હાઇડ્રોકાર્બન	ફિનૉલ
	
	

આમ, **ફિનૉલનું સામાન્ય સૂત્ર Ar – OH છે;** જ્યાં Ar = ઍરાઇલ સમૂહ છે. જો આલ્કોહૉલ અથવા ફિનૉલના હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહમાંના હાઇડ્રોજન પરમાણુંનું વિસ્થાપન આલ્કાઇલ અથવા આલ્કીનાઇલ અથવા આલ્કાઇનાઇલ અથવા ઍરાઇલ સમૂહ વડે થાય તો ઈથર બને છે.

દા.ત.,

આલ્કોહૉલ / ફિનૉલ	ઈથર
CH_3OH	CH_3OCH_3
$H_2C{=}CHCH_2OH$	$H_2C{=}CHCH_2OCH_3$
$HC{\equiv}CCH_2OH$	$HC{\equiv}CCH_2OCH_3$
	
	

આમ, **ઈથરનું સામાન્ય સૂત્ર R_1/Ar_1 –O–R_2/Ar_2 છે;** જ્યાં R_1 અને R_2 = આલ્કાઇલ અથવા આલ્કીનાઇન અથવા આલ્કાઇનાઇલ સમૂહ તથા Ar_1 અને Ar_2 = ઍરાઇલ સમૂહ હોય છે.

આલ્કોહૉલ અને ઈથરનું સામાન્ય સૂત્ર એક જ $C_nH_{2n+2}O$ છે. પરંતુ ક્રિયાશીલ સમૂહ જુદા હોવાથી તેને ક્રિયાશીલ સમૂહ સમઘટકો કહે છે. જેમ કે ઇથેનોલ અથવા મિથૉક્સીમિથેનના આણ્વિય સૂત્ર C_2H_6O સમાન છે પરંતુ બંધારણીય સૂત્ર CH_3CH_2OH અને CH_3OCH_3 જુદા ક્રિયાશીલ સમૂહ ધરાવે છે.

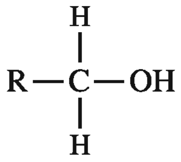
7.2 આલ્કાહૉલનું વર્ગીકરણ (Classification of Alcohols)

આલ્કોહૉલના બંધારણમાં હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ જે કાર્બન સાથે જોડાયેલો હોય તે કાર્બનના આધારે આલ્કોહૉલનું વર્ગીકરણ ત્રણ પ્રકારે થાય છે : (1) પ્રાથમિક (1^0) આલ્કોહૉલ (2) દ્વિતીયક (2^0) આલ્કોહૉલ અને (3) તૃતીયક (3^0) આલ્કોહૉલ.

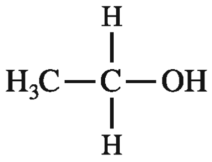
(1) પ્રાથમિક (1^0) આલ્કોહૉલ : જે આલ્કોહૉલમાં હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ પ્રાથમિક કાર્બન સાથે જોડાયેલો હોય તેને પ્રાથમિક (1^0) આલ્કોહૉલ કહે છે.

(2) દ્વિતીયક (2^0) આલ્કોહૉલ : જે આલ્કોહૉલમાં હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ દ્વિતીયક કાર્બન સાથે જોડાયેલો હોય તેને દ્વિતીયક (2^0) આલ્કોહૉલ કહે છે.

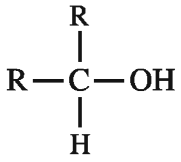
(3) તૃતીયક (3^0) આલ્કોહૉલ : જે આલ્કોહૉલમાં હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ તૃતીયક કાર્બન સાથે જોડાયેલો હોય તેને તૃતીયક (3^0) આલ્કોહૉલ કહે છે.



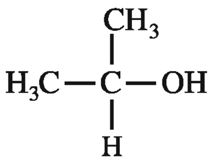
પ્રાથમિક (1^0) આલ્કોહૉલ



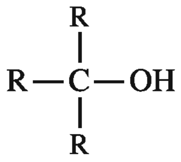
પ્રાથમિક (1^0) આલ્કોહૉલ



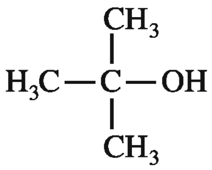
દ્વિતીયક (2^0) આલ્કોહૉલ



દ્વિતીયક (2^0) આલ્કોહૉલ



તૃતીયક (3^0) આલ્કોહૉલ



તૃતીયક (3^0) આલ્કોહૉલ

7.3 આલ્કોહૉલનું નામકરણ (Nomenclature of Alcohols)

સામાન્ય નામ : આલ્કોહૉલના સામાન્ય નામ માટે –OH સમૂહ સાથે જોડાયેલ હાઇડ્રોકાર્બન સમૂહના નામને અંતે આલ્કોહૉલ શબ્દ જોડવામાં આવે છે.

દા.ત., CH_3OH મિથાઇલ આલ્કોહૉલ

CH_3CH_2OH ઇથાઇલ આલ્કોહૉલ

—CH_2OH બેન્ઝાઇલ આલ્કોહૉલ

IUPAC નામ :

(1) આલ્કોહૉલમાં આલ્કોહૉલ સમૂહ ધરાવતી હાઇડ્રોકાર્બન મૂળની દીર્ઘતમ કાર્બનશૃંખલા નક્કી કર્યા પછી હાઇડ્રોકાર્બન નામના અંતિમ અક્ષરમાંથી સ્વર 'અ' દૂર કરી 'ઑલ' પ્રત્યય જોડવામાં આવે છે. જેમ કે, મિથેનમાંથી 'અ' દૂર કરી 'ઑલ' પ્રત્યય જોડવાથી મિથેન્ + ઑલ = મિથેનોલ અને તે જ પ્રમાણે ઇથેનમાંથી ઇથેન્ + ઑલ = ઇથેનોલ બને છે.

દા.ત., CH_3OH મિથેનોલ CH_3CH_2OH ઇથેનોલ

(2) બે કરતાં વધુ કાર્બન ધરાવતા આલ્કોહૉલમાં હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહનું સ્થાન દર્શાવતો લઘુતમ-ક્રમાંક 'ઑલ' પ્રત્યયની આગળ દર્શાવવામાં આવે છે.

દા.ત.,

3 2 1 $CH_3CH_2CH_2OH$	પ્રોપેન્–1–ઑલ
1 2 3 CH_3CHCH_3 | OH (on C-2)	પ્રોપેન્–2–ઑલ
3 2 1 $H_2C=CHCH_2OH$	પ્રોપ્–2–ઇન્–1–ઑલ
3 2 1 $HC\equiv C\ CH_2OH$	પ્રોપ્–2–આઇન્–1–ઑલ
4 3 2 1 $Cl-CH_2CH_2CHCH_3$ | OH (on C-2)	4–ક્લોરોબ્યુટેન્–2–ઑલ
5 4 3 2 1 $CH_3CH_2CH_2CHCH_2OH$ | CH_2CH_3 (on C-2)	2–ઇથાઇલપેન્ટેન્–1–ઑલ
2 3 4 5 $CH_3CH_2CHCH_2CH_2CH_3$ | 1 CH_2OH	2–ઇથાઇલપેન્ટેન્–1–ઑલ
CH_3 | $CH_3CH_2CH_2-CCH_2CH_3$ | OH	3–મિથાઇલહેક્ઝેન્–3–ઑલ

(3) જો આલ્કોહૉલ અણુમાં એક કરતાં વધુ વિસ્થાપિત સમૂહો હોય, તો નામકરણમાં તેમને અંગ્રેજી મૂળાક્ષરોના ક્રમમાં (alphabetical order) દર્શાવવામાં આવે છે.

દા.ત.,

7 6 5 4 3 2 1 $CH_3\ CH\ CH_2\ CH\ CH_2\ CH\ CH_3$ | | | Br CH_2CH_3 OH	6–બ્રોમો–4–ઇથાઇલહેપ્ટેન્–2–ઑલ

4 3 2 1
$ClCH_2CH_2CHCH_2OH$
|
CH_3

4–ક્લોરો–2–મિથાઈલબ્યુટેન્–1–ઑલ

5 4 3 2 1
$CH_3CHCH_2CHCH_2OH$
| |
CH_3 CH_3

2,4–ડાયમિથાઈલપેન્ટેન્–1–ઑલ

(4) એક કરતાં વધુ હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ ધરાવતા આલ્કોહૉલમાં હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહની સંખ્યા જેવી કે બે, ત્રણ વગેરે માટે અનુક્રમે ડાય, ટ્રાય વગેરે પૂર્વગ 'ઑલ' પ્રત્યયના પહેલાં લખવામાં આવે છે. અહીં હાઇડ્રોકાર્બન સભ્યના નામના અંતિમ અક્ષરમાંથી સ્વર 'અ' દૂર કરવામાં આવતો નથી.

દા.ત.,

CH_2CH_2
| |
OH OH

ઈથેન–1, 2–ડાયોલ

CH_2 CH CH_2
| | |
OH OH OH

પ્રોપેન–1, 2, 3–ટ્રાયોલ

4 3 2 1
$CH_3CHCH_2CH_2OH$
|
OH

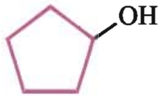
બ્યુટેન–1, 3–ડાયોલ

5 4 3 2 1
$HOCH_2CH_2CH = CHCH_2OH$

પેન્ટ્–2–ઈન–1, 5–ડાયોલ

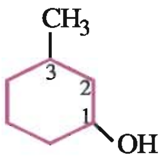
(5) આલ્કોહૉલ અણુમાં હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ ચક્રીય પ્રણાલીના જે કાર્બન સાથે જોડાયેલ હોય તે કાર્બનને પ્રથમ ક્રમ આપવામાં આવે છે.

દા.ત.,

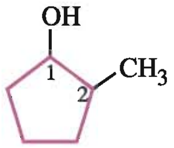


સાયક્લોપેન્ટેનોલ

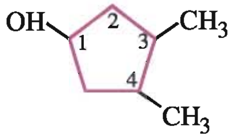
સાયક્લોહેક્ઝેનોલ



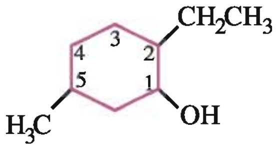
3–મિથાઈલસાયક્લોહેક્ઝેનોલ



2–મિથાઈલસાયક્લોપેન્ટેનોલ



3, 4–ડાયમિથાઈલસાયક્લોપેન્ટેનોલ

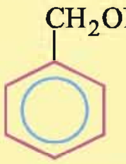


2–ઈથાઈલ–5–મિથાઈલસાયક્લોહેક્ઝેનોલ

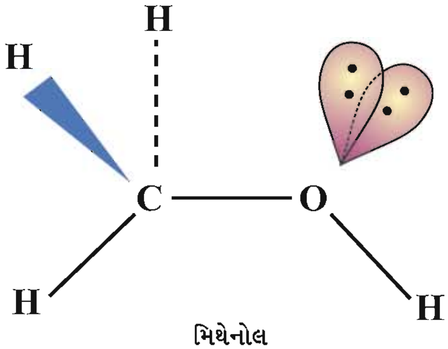
કોષ્ટક 7.1માં કેટલાક આલ્કોહોલ સંયોજનના બંધારણીય સૂત્ર, IUPAC નામ, સામાન્ય નામ, પ્રકાર અને ઉત્કલનબિંદુ દર્શાવ્યા છે.

કોષ્ટક 7.1 આલ્કોહૉલ સંયોજનો

બંધારણીય સૂત્ર	IUPAC નામ	સામાન્ય નામ	પ્રકાર	ઉત્કલનબિંદુ (K)
CH_3OH	મિથેનોલ	મિથાઈલ આલ્કોહૉલ	1^0	338
CH_3CH_2OH	ઈથેનોલ	ઈથાઈલ આલ્કોહૉલ	1^0	351
$CH_3CH_2CH_2OH$	પ્રોપેન્-1-ઑલ	n-પ્રોપાઈલ આલ્કોહૉલ	1^0	370
CH_3CHCH_3 (2-સ્થાને OH)	પ્રોપેન્–2–ઑલ	આઈસોપ્રોપાઈલ આલ્કોહૉલ	2^0	355
$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	બ્યુટેન્–1–ઑલ	n–બ્યુટાઈલ આલ્કોહૉલ	1^0	390
CH_3CHCH_2OH (2-સ્થાને CH_3)	2–મિથાઈલપ્રોપેન્–1–ઑલ	આઈસોબ્યુટાઈલ આલ્કોહૉલ	1^0	381

$CH_3CH_2CHCH_3$ (OH on C-2)	બ્યુટેન્–2–ઑલ	દ્વિતીયક બ્યુટાઇલ આલ્કોહૉલ	2^0	373
$H_3C-C(CH_3)(OH)-CH_3$	2–મિથાઇલપ્રોપેન્–2–ઑલ	તૃતીયક બ્યુટાઇલ આલ્કોહૉલ	3^0	356
$CH_2(OH)CH_2(OH)$	ઇથેન–1, 2–ડાયોલ	ઇથિલિન ગ્લાયકોલ	1^01^0	471
$CH_2(OH)\ CH(OH)\ CH_2(OH)$	પ્રોપેન–1, 2, 3–ટ્રાયોલ	ગ્લિસરોલ (ગ્લિસરીન)	$1^02^01^0$	563
	ફિનાઇલ મિથેનોલ	બેન્ઝાઇલ આલ્કોહૉલ	1^0	478

7.4 આલ્કોહૉલનું ઇલેક્ટ્રૉનીય બંધારણ (Electronic Structure of Alcohols)



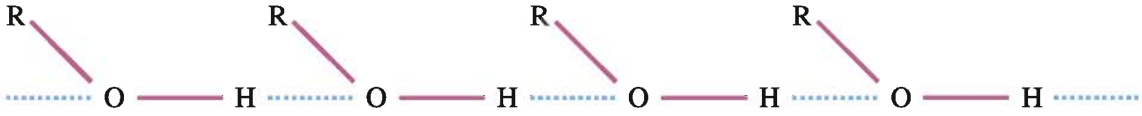
મિથેનોલ

C–O અને O–H	σ–બંધ
C અને O	sp^3 સંકરણ
C–O–H ખૂણો	108.5^0

7.5 આલ્કોહૉલના ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical Properties of Alcohols)

આલ્કોહૉલ સંયોજનોમાં હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહના ઑક્સિજન પરમાણુની વિદ્યુતઋણતા (3.5), હાઇડ્રોજન પરમાણુની વિદ્યુતઋણતા (2.1) કરતાં વધુ હોવાથી ઑક્સિજન ઉપર આંશિક ઋણ વીજભાર (δ–) અને હાઇડ્રોજન ઉપર આંશિક

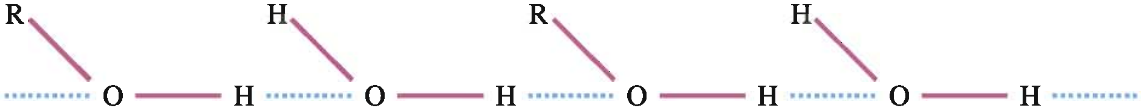
ધન વીજભાર (δ+) ઉદ્‌ભવે છે. તેથી $O^{\delta-}–H^{\delta+}$ બંધ ધ્રુવીય બને છે અને પ્રવાહી આલ્કોહૉલના અણુઓ વચ્ચે આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ રચાવાથી આંતરઆણ્વિય આકર્ષણ વધે છે. આ આકર્ષણબળોને તોડવા વધુ ઊર્જાની જરૂર પડે છે. જે પ્રવાહી આલ્કોહૉલ અણુઓમાં આ આકર્ષણબળ વધુ તેમ તેને તોડી વાયુ સ્વરૂપમાં ફેરવવા માટે વધુ ઉષ્માઊર્જાની જરૂર પડે છે. એટલે કે ઉત્કલનબિંદુનું મૂલ્ય વધે છે. આલ્કેનમાં આવા હાઇડ્રોજનબંધ રચાતા નથી. કારણ કે તેમાં ધ્રુવીય બંધ ગેરહાજર હોય છે. આથી **લગભગ સમાન આણ્વિયદળ ધરાવતા આલ્કેન કરતાં આલ્કોહૉલના ઉત્કલનબિંદુ ઊંચા હોય છે.** દા.ત., પ્રોપેન (આણ્વિયદળ = 44 ગ્રામ મોલ$^{-1}$, ઉત્કલનબિંદુ = 231 K) કરતાં ઇથેનોલનું (આણ્વિયદળ = 46 ગ્રામ મોલ$^{-1}$, ઉત્કલનબિંદુ = 351 K) ઉત્કલનબિંદુ ઊંચું હોય છે તથા બ્યુટેન (આણ્વિયદળ = 58 ગ્રામ મોલ$^{-1}$, ઉત્કલનબિંદુ = 273 K) કરતાં પ્રોપેનોલનું (આણ્વિયદળ = 60 ગ્રામ મોલ$^{-1}$, ઉત્કલનબિંદુ = 370 K) ઉત્કલનબિંદુ ઊંચું હોય છે.



આલ્કોહૉલના અણુઓ વચ્ચે આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ

પ્રાથમિક આલ્કોહૉલની રેખીય શ્રેણીમાં જેમ કાર્બનસંખ્યા ક્રમશઃ વધે તેમ આલ્કોહૉલનું ઉત્કલનબિંદુ ક્રમશઃ વધે છે. કારણ કે કાર્બનસંખ્યા વધવાની સાથે આંતરઆણ્વિય અંતર ઘટતું હોવાથી આંતરઆણ્વિય આકર્ષણબળ વધે છે. દા.ત., મિથેનોલથી બ્યુટેન્‌–1–ઑલ તરફ જતાં ઉત્કલનબિંદુ ક્રમશઃ વધે છે (કોષ્ટક 7.1). ત્રણ કે ત્રણથી વધુ કાર્બન ધરાવતાં અને સમાન આણ્વિય સૂત્રવાળા પ્રાથમિક (1^0) આલ્કોહૉલની સરખામણીમાં દ્વિતીયક (2^0) આલ્કોહૉલમાં અને દ્વિતીયક આલ્કોહૉલની સરખામણીમાં તૃતીયક (3^0) આલ્કોહૉલમાં શાખીય શૃંખલા વધુ હોવાથી સપાટીનું ક્ષેત્રફળ ઘટે છે અને આંતરઆણ્વિય અંતર વધે છે, જ્યારે આંતરઆણ્વિય આકર્ષણ ઘટે છે. આથી **સમાન આણ્વિય સૂત્ર ધરાવતા પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ કરતાં દ્વિતીયક આલ્કોહૉલ અને દ્વિતીયક આલ્કોહૉલ કરતાં તૃતીયક આલ્કોહૉલમાં આંતરઆણ્વિય આકર્ષણ ઘટવાથી તેના ઉત્કલનબિંદુ નીચાં હોય છે.** દા.ત., પ્રોપેન્‌–1–ઑલ (પ્રાથમિક) (ઉત્કલનબિંદુ 370 K) કરતાં પ્રોપેન્‌–2–ઑલ (દ્વિતીયક) (ઉત્કલનબિંદુ 355 K)નું ઉત્કલનબિંદુ નીચું હોય છે તથા C_4H_9OH આણ્વિયસૂત્રવાળા આલ્કોહૉલના ત્રણ સમઘટકો બ્યુટેન્‌–1–ઑલ (પ્રાથમિક) (ઉત્કલનબિંદુ 390 K), બ્યુટેન્‌–2–ઑલ (દ્વિતીયક) (ઉત્કલનબિંદુ 373 K) અને 2–મિથાઇલપ્રોપેન્‌–2–ઑલ (તૃતીયક) (ઉત્કલનબિંદુ 356 K)ના ઉત્કલનબિંદુમાં ક્રમશઃ ઘટાડો થાય છે.

આલ્કોહૉલના જલીય દ્રાવણમાં ધ્રુવીય અણુ પાણી અને ધ્રુવીય અણુ આલ્કોહૉલના અણુઓ વચ્ચે હાઇડ્રોજનબંધ રચાવાથી તેઓની વચ્ચે આંતરઆણ્વિય આકર્ષણ વધે છે. આથી ઓછું આણ્વિયદળ ધરાવતા મિથેનોલ અને ઇથેનોલ પાણીમાં સુદ્રાવ્ય છે. જ્યારે આલ્કોહૉલમાંના હાઇડ્રોકાર્બન સમૂહમાં જેમ કાર્બનસંખ્યા વધે તેમ આણ્વિયદળ વધવાથી જલીય દ્રાવ્યતા ઘટે છે. કારણ કે હાઇડ્રોજનબંધ વધુ લાંબી શૃંખલા સુધી સંભવી શકતો નથી.



આલ્કોહૉલ અને પાણીના અણુઓ વચ્ચે આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ

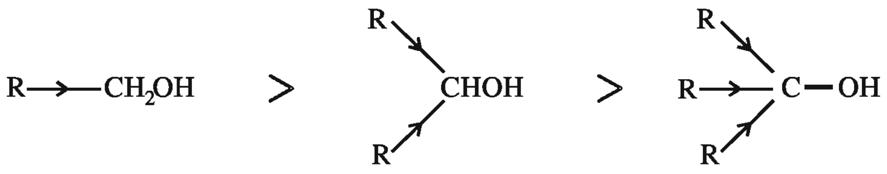
આપણે અગાઉ સમજ્યા તેમ આલ્કોહૉલના બે અણુઓ વચ્ચે તથા આલ્કોહૉલ અને પાણીના અણુઓ વચ્ચે હાઇડ્રોજનબંધ બને છે. આથી **આલ્કોહૉલમાં જેમ હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહની સંખ્યા વધે તેમ ઉત્કલનબિંદુ અને પાણીમાં દ્રાવ્યતામાં વધારો થાય છે.** જેમ કે ઇથેનોલ (ઉત્કલનબિંદુ 351 K), ઇથેન–1, 2–ડાયોલ (ઉત્કલનબિંદુ 471 K) અને પ્રોપેન–1, 2, 3–ટ્રાયોલ (ઉત્કલનબિંદુ 563 K)ના ઉત્કલનબિંદુ અને જલીય દ્રાવ્યતામાં ક્રમશઃ વધારો થાય છે.

આલ્કોહૉલની ઍસિડિકતા : આલ્કોહૉલમાં રહેલો O–H બંધ ધ્રુવીય હોવાથી આલ્કોહૉલનું જલીય દ્રાવણ સહેજ ઍસિડિક ગુણધર્મ ધરાવે છે. આલ્કોહૉલ પાણી જેવો ઍસિડિક ગુણધર્મ ધરાવે છે. મિથેનોલ સિવાયના મોટા ભાગના આલ્કોહૉલ પાણી કરતાં ઓછા ઍસિડિક હોય છે.

$$R-\ddot{\underset{..}{O}}-H + H_2O \rightleftharpoons R-\ddot{\underset{..}{O}}:^- + H_3O^+$$

આલ્કોહૉલ આલ્કોક્સાઇડ આયન

આલ્કોહૉલ સંયોજનોમાં $-R(-CH_3, -C_2H_5)$ જેવા ઇલેક્ટ્રોનપૂરક સમૂહો O–H બંધની ઇલેક્ટ્રોન ઘનતા વધારે છે. તેથી O–H બંધની ધ્રુવીયતા ઘટે છે. પરિણામે ઍસિડિક ગુણધર્મમાં ઘટાડો થાય છે. આમ, આલ્કોહૉલ સંયોજનોની ઍસિડિક પ્રબળતાનો ક્રમ,



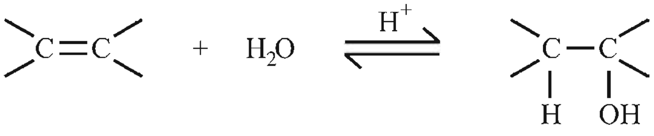
પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ દ્વિતીયક આલ્કોહૉલ તૃતીયક આલ્કોહૉલ

7.6 આલ્કોહૉલની બનાવટ (Preparation of Alcohols)

આલ્કોહૉલ જુદી જુદી પદ્ધતિઓથી બનાવી શકાય છે.

(1) આલ્કીન સંયોજનોમાંથી આલ્કોહૉલ :

(i) ઍસિડ ઉદ્દીપકીય હાઇડ્રેશન દ્વારા : આલ્કીન સંયોજનો ઍસિડ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી આલ્કોહૉલ બનાવે છે.



આલ્કીન આલ્કોહૉલ

જો શરૂઆતના પદાર્થ તરીકે અસંમિત આલ્કીન (unsymmetrical alkene)નો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો થતી યોગશીલ પ્રક્રિયા માર્કોનિકોવના નિયમને અનુસરી આલ્કોહૉલ આપે છે.

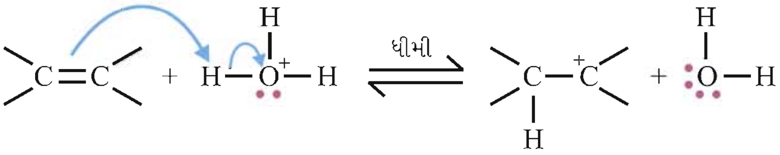
$$CH_3CH=CH_2 + H_2O \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3$$

પ્રોપીન પ્રોપેન્-2-ઑલ

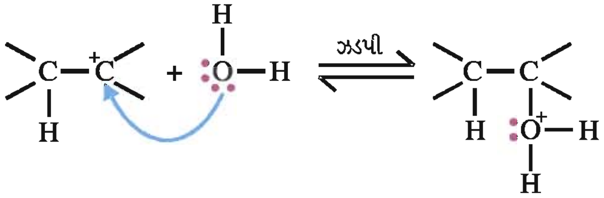
ક્રિયાવિધિ (Mechanism) :

તબક્કો 1 : આલ્કીન અણુ જલીય ઍસિડમાંના H_3O^+માંથી પ્રોટોન સ્વીકારી કાર્બોકેટાયન બનાવે છે.

$$H_2\ddot{O}: + H^+ \longrightarrow H_3\overset{+}{O}:$$

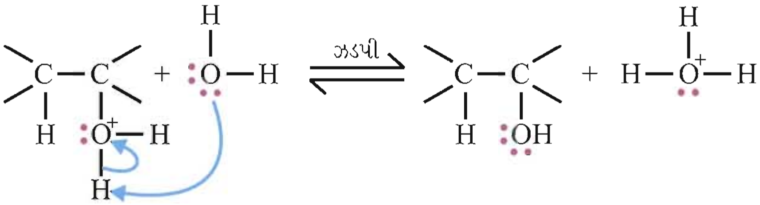


તબક્કો 2 : કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયક (પાણી) કાર્બોકેટાયન પર હુમલો કરી પ્રોટોનેટેડ આલ્કોહૉલ બનાવે છે.



પ્રોટોનેટેડ આલ્કોહૉલ

તબક્કો 3 : પ્રોટોન દૂર થઈ આલ્કોહૉલ બને છે.



નોંધ : વક્રતીર (Curved Arrow) (↷) દોરવા અંગેનો ખ્યાલ : પ્રક્રિયાની ક્રિયાવિધિમાં વક્રતીર (↷ કે ↶) દ્વારા ઇલેક્ટ્રૉન સ્થાનાંતર સરળતાથી સમજી શકાય છે. આ વક્રતીર હંમેશાં વધુ ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતી (સામાન્ય રીતે ઋણવીજભારિત) સ્પીસીઝથી ઓછા ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતી (સામાન્ય રીતે ધનવીજભારિત) સ્પીસીઝ તરફ દોરવામાં આવે છે. આ તીર દોરવાની શરૂઆત ઇલેક્ટ્રૉન સ્રોત(ઇલેક્ટ્રૉનયુગ્મ કે બંધ)ના સ્થાનેથી કરાય છે. તેને દોરવાની શરૂઆત કોઈ પરમાણુ પરથી કરવામાં આવતી નથી. આ વક્રતીર પરમાણુનું સ્થાનાંતર સૂચવતો નથી.

(ii) હાઇડ્રોબોરેશન-ઑક્સિડેશન દ્વારા : પ્રયોગશાળામાં આલ્કોહૉલની બનાવટ માટે આલ્કીન સંયોજનોમાં પાણીના અણુનું અપ્રત્યક્ષ રીતે ઉમેરણ ડાયબોરેન$(BH_3)_2$ની હાજરીમાં થઈ શકે છે. આલ્કીન સંયોજન સાથે ડાયબોરેન પ્રક્રિયા કરી યોગશીલ નીપજ ટ્રાયઆલ્કાઇલ બોરેન આપે છે, જેને હાઇડ્રોબોરેશન પ્રક્રિયા કહે છે. ટ્રાયઆલ્કાઇલ બોરેનનું જલીય સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડની હાજરીમાં હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ વડે ઑક્સિડેશન થઈ આલ્કોહૉલ મળે છે.

$$\underset{\text{પ્રોપીન}}{3(CH_3CH=CH_2)} \xrightarrow[\text{હાઇડ્રોબોરેશન}]{(BH_3)_2} \underset{\text{ટ્રાયપ્રોપાઇલ બોરેન}}{(CH_3CH_2CH_2)_3B} \xrightarrow[\text{ઑક્સિડેશન}]{H_2O_2\,/\,OH^-} \underset{\text{પ્રોપેન્-1-ઑલ}}{3CH_3CH_2CH_2OH}$$

ક્રિયાવિધિ (Mechanism) :

તબક્કો 1 : પ્રોપીન જેવા આલ્ક્–1–ઇનની ડાયબોરેન સાથે પ્રક્રિયા કરતાં આલ્ક્–1–ઇનના ત્રણ અણુના દ્વિબંધમાં બોરેન હાઇડ્રાઇડ ઉમેરાઈ ટ્રાયઆલ્કાઇલ બોરેન બને છે. આ હાઇડ્રોબોરેશન પ્રક્રિયા પ્રતિમાર્કોનિકોવ નિયમને અનુસરે છે.

તેથી બોરોન પરમાણુ આલ્કીનના દ્વિબંધમાં સંકળાયેલ કાર્બન પૈકી વધુ હાઇડ્રોજન પરમાણુ ધરાવતા કાર્બન સાથે અને હાઇડ્રોજન પરમાણુ ઓછા હાઇડ્રોજન પરમાણુ ધરાવતા કાર્બન સાથે જોડાય છે.

$$\underset{\text{પ્રોપીન}}{CH_3-CH{=}CH_2} + (H-BH_2)_2 \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{CH}}-CH_2-BH_2$$

એટલે કે $CH_3-CH_2-CH_2-BH-H$

$$\xrightarrow{CH_3-CH=CH_2} CH_3-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{CH}}-CH_2-BH-CH_2-CH_2-CH_3$$

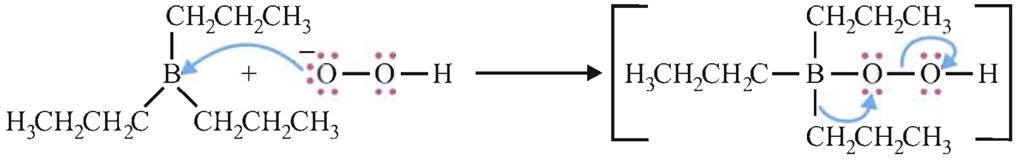
એટલે કે $(CH_3CH_2CH_2)_2B-H$

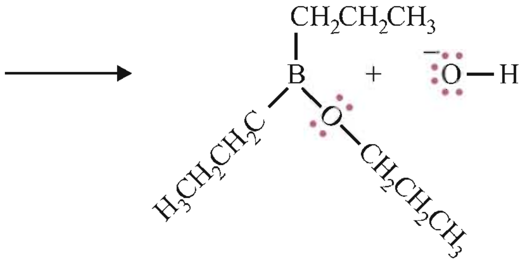
$$\xrightarrow{CH_3-CH=CH_2} CH_3-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{CH}}-CH_2-B-(CH_3CH_2CH_2)_2$$

એટલે કે $(CH_3CH_2CH_2)_3B$

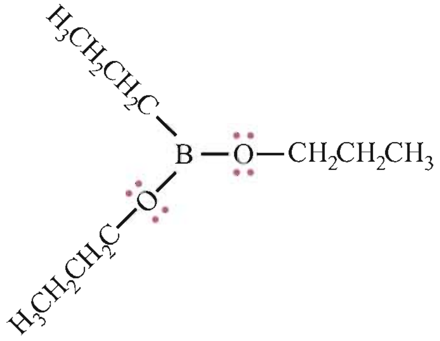
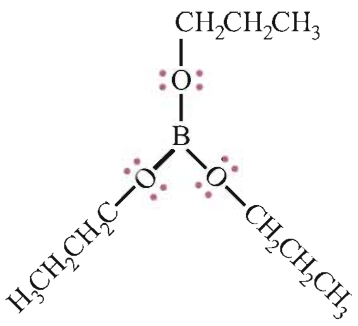
ટ્રાયપ્રોપાઇલ બોરેન

તબક્કો 2 : ટ્રાયપ્રોપાઇલ બોરેનનું હાઇડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ વડે ઑક્સિડેશન થઈ ટ્રાયપ્રોપાઇલ બોરેટ બને છે.

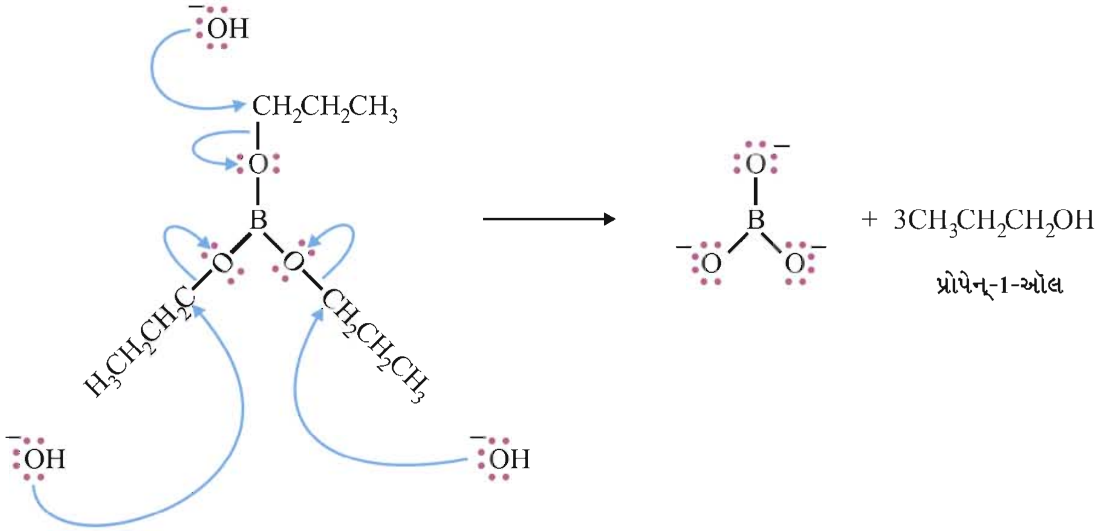




આ પ્રક્રિયાનું બે વખત પુનરાવર્તન થઈ અનુક્રમે

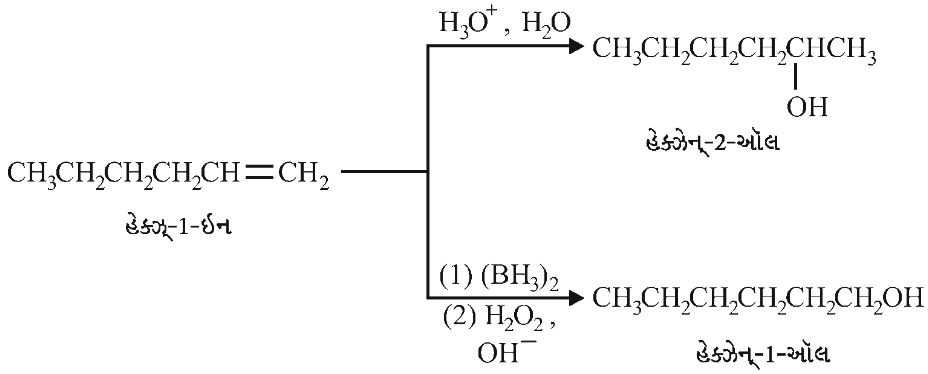
 અને  મળે છે.

તબક્કો 3 : ટ્રાયપ્રોપાઇલ બોરેટનું બેઝિક માધ્યમમાં જળવિભાજન થઈ પ્રોપેન્–1–ઑલના ત્રણ અણુ અને બોરેટ આયન બને છે.



આમ, ઍસિડ ઉદ્દીપકીય હાઇડ્રેશન દ્વારા આલ્કોહૉલની બનાવટ દરમ્યાન –OH સમૂહ આલ્કીનના દ્વિબંધ ધરાવતા કાર્બન કે જે ઓછા હાઇડ્રોજન ધરાવે છે તેની સાથે સંયોજાય છે. તેનાથી ઊલટું હાઇડ્રોબોરેશન–ઑક્સિડેશન દ્વારા આલ્કોહૉલની બનાવટ દરમ્યાન –OH સમૂહ આલ્કીનના દ્વિબંધ ધરાવતા કાર્બન કે જે વધુ હાઇડ્રોજન ધરાવે છે તેની સાથે સંયોજાય છે.

દા.ત.,



(2) કાર્બોનિલ સંયોજનોમાંથી આલ્કોહૉલ :

(i) આલ્ડિહાઇડ અને કિટોનના રિડક્શન દ્વારા : આલ્ડિહાઇડ અને કીટોનનું રિડક્શન સોડિયમ બોરોહાઇડ્રાઇડ ($NaBH_4$) અથવા લિથિયમ ઍલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રાઇડ ($LiAlH_4$) વડે કરી આલ્કોહૉલ મેળવી શકાય છે. **આલ્ડિહાઇડના રિડક્શનથી 1^0 આલ્કોહૉલ અને કિટોનના રિડક્શનથી 2^0 આલ્કોહૉલ મળે છે.**

$$4RCHO \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } NaBH_4} 4RCH_2OH$$

આલ્ડિહાઇડ $\quad\quad$ 1^0 આલ્કોહૉલ

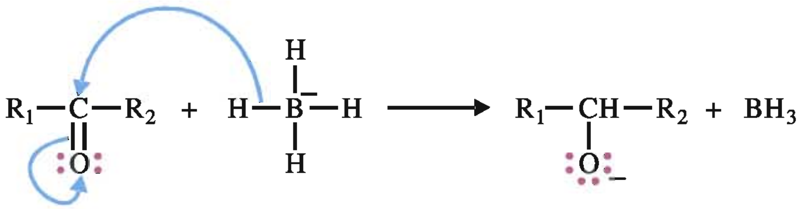
$$4R_1COR_2 \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } NaBH_4} 4R_1-\underset{\substack{|\\OH}}{CH}-R_2$$

કીટોન $\qquad\qquad$ 2^0 આલ્કોહૉલ

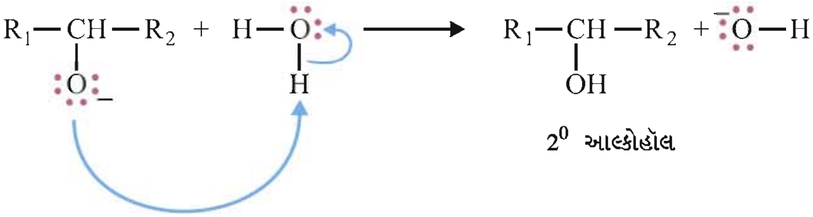
ક્રિયાવિધિ (Mechanism) :

તબક્કો 1 : સોડિયમ બોરોહાઇડ્રાઇડ પ્રક્રિયકનો હાઇડ્રાઇડ આયન ($:H^-$) કાર્બોનિલ કાર્બન સાથે જોડાઈ આલ્કોક્સાઇડ આયન બનાવે છે.

$$NaBH_4 \rightleftharpoons Na^+ + BH_4^-$$



તબક્કો 2 : આલ્કોક્સાઇડ આયનની પાણી સાથે પ્રક્રિયા થઈ આલ્કોહૉલ બને છે.



આ પ્રક્રિયા વધુ ત્રણ વખત પુનરાવર્તિત થઈ પ્રક્રિયાને અંતે ચાર મોલ કીટોનમાંથી ચાર મોલ 2^0 આલ્કોહૉલ બનાવે છે. આ માટે 1 મોલ સોડિયમ બોરોહાઇડ્રાઇડ વપરાય છે.

આ ક્રિયાવિધિમાં R_2ના સ્થાને H મૂકવાથી આલ્ડિહાઇડના રિડક્શનથી આલ્કોહૉલ મેળવવાની ક્રિયાવિધિ સમજી શકાય છે.

$$4CH_3CH_2CH_2CHO \xrightarrow[H_2O]{NaBH_4} 4CH_3CH_2CH_2CH_2OH$$

બ્યુટેનાલ $\qquad\qquad$ બ્યુટેન્-1-ઑલ

$$4CH_3CH_2\underset{\substack{\|\\O}}{C}CH_3 \xrightarrow[H_2O]{NaBH_4} 4CH_3CH_2\underset{\substack{|\\OH}}{CH}CH_3$$

બ્યુટેનોન $\qquad\qquad$ બ્યુટેન્-2-ઑલ

(ii) કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ અથવા એસ્ટરના રિડક્શન દ્વારા : લિથિયમ ઍલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રાઇડ જેવા પ્રબળ રિડક્શનકર્તાના ઉપયોગથી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ અથવા એસ્ટરનું રિડક્શન કરી પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ મેળવી શકાય છે.

$$RCOOH \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } LiAlH_4} RCH_2OH$$

કાર્બોક્સિલિક એસિડ $\quad$ 1^0 - આલ્કોહૉલ

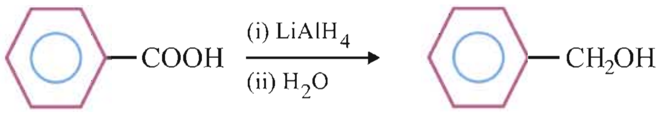
$$R_1COOR_2 \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } LiAlH_4} R_1CH_2OH + R_2OH$$

એસ્ટર $\quad$ 1^0 આલ્કોહૉલ $\quad$ 1^0 આલ્કોહૉલ

દા.ત.,

$$CH_3COOH \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } LiAlH_4} CH_3CH_2OH$$

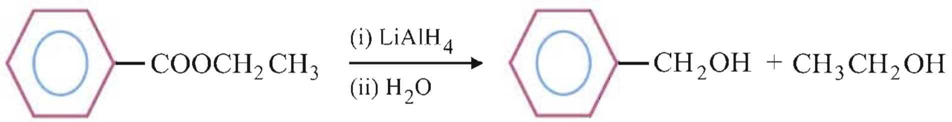
એસિટિક એસિડ અથવા ઇથેનોઇક એસિડ $\quad$ ઇથેનોલ



બેન્ઝોઇક એસિડ $\quad$ ફિનાઇલ મિથેનોલ (બેન્ઝાઇલ આલ્કોહૉલ)

$$CH_3COOCH_2CH_3 \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } LiAlH_4} CH_3CH_2OH + CH_3CH_2OH$$

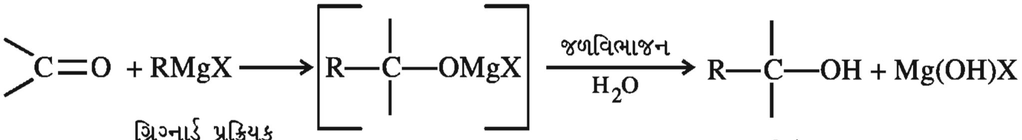
ઇથાઇલ ઇથેનોએટ (ઇથાઇલ એસિટેટ) $\quad$ ઇથેનોલ $\quad$ ઇથેનોલ



ઇથાઇલ બેન્ઝોએટ $\quad$ ફિનાઇલ મિથેનોલ $\quad$ ઇથેનોલ

(3) ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક દ્વારા આલ્કોહૉલ :

કાર્બોનિલ સંયોજનોમાં ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક ઉમેરાઈ 1^0, 2^0 અથવા 3^0 આલ્કોહૉલ બને છે.



ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક $\quad$ કાર્બોનિલ સંયોજન $\quad$ મધ્યવર્તી નીપજ $\quad$ આલ્કોહૉલ

(i) ફૉર્માલ્ડિહાઇડ સાથે ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક પ્રક્રિયા કરી 1^0 આલ્કોહૉલ આપે છે.

$$\underset{\text{ફૉર્માલ્ડિહાઇડ અથવા મિથેનાલ}}{HCHO} + \underset{\text{ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક}}{RMgX} \longrightarrow \underset{\text{મધ્યવર્તી નીપજ}}{[RCH_2OMgX]} \xrightarrow[H_2O]{\text{જળવિભાજન}} \underset{1^0\text{ આલ્કોહૉલ}}{RCH_2OH} + Mg(OH)X$$

(ii) ફૉર્માલ્ડિહાઇડ સિવાયના અન્ય આલ્ડિહાઇડ સંયોજનો સાથે ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક પ્રક્રિયા કરી 2^0 આલ્કોહૉલ બનાવે છે.

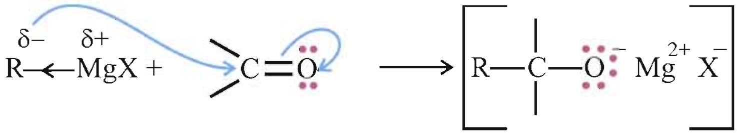
$$\underset{\text{આલ્ડિહાઇડ}}{R'CHO} + \underset{\text{ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક}}{RMgX} \longrightarrow \underset{\text{મધ્યવર્તી નીપજ}}{\left[R'-\overset{\displaystyle R \atop |}{CH}-OMgX\right]} \xrightarrow[H_2O]{\text{જળવિભાજન}} \underset{2^0\text{ આલ્કોહૉલ}}{R'-\overset{\displaystyle R \atop |}{CH}-OH} + Mg(OH)X$$

(iii) કિટોન સંયોજનો સાથે ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક પ્રક્રિયા કરી 3^0 આલ્કોહૉલ બનાવે છે.

$$\underset{\text{કીટોન}}{R'COR''} + RMgX \longrightarrow \underset{\text{મધ્યવર્તી નીપજ}}{\left[R'-\overset{\displaystyle R \atop |}{\underset{| \atop \displaystyle R''}{C}}-OMgX\right]} \xrightarrow[H_2O]{\text{જળવિભાજન}} \underset{3^0\text{ આલ્કોહૉલ}}{R'-\overset{\displaystyle R \atop |}{\underset{| \atop \displaystyle R''}{C}}-OH} + Mg(OH)X$$

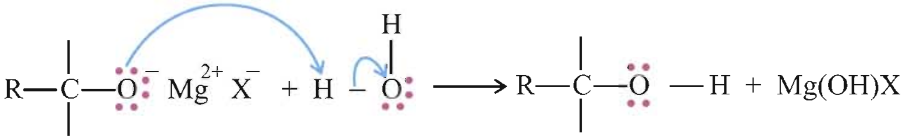
ક્રિયાવિધિ :

તબક્કો 1 : ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક, કાર્બોનિલ સંયોજનોમાં ઉમેરાઈ મધ્યવર્તી સંયોજન બનાવે છે. ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક RMgXમાં Rમાંના કાર્બન પરમાણુની વિદ્યુતઋણતા (2.5), મૅગ્નેશિયમ પરમાણુની વિદ્યુતઋણતા (1.2) કરતા વધુ હોવાથી R–Mg બંધમાંનું સહિયારું ઇલેક્ટ્રોનયુગ્મ R તરફ વધુ આકર્ષાયેલું રહેતું હોવાથી R ઉપર આંશિક ઋણવીજભાર અને Mg પરમાણુ ઉપર આંશિક ધનવીજભાર ઉદ્ભવે છે.



મધ્યવર્તી સંયોજન
હેલોમૅગ્નેશિયમ આલ્કોક્સાઇડ

તબક્કો 2 : મધ્યવર્તી નીપજ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી આલ્કોહૉલ બનાવે છે.

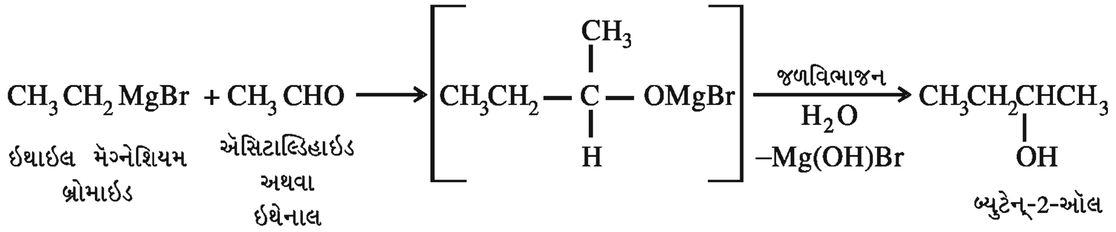


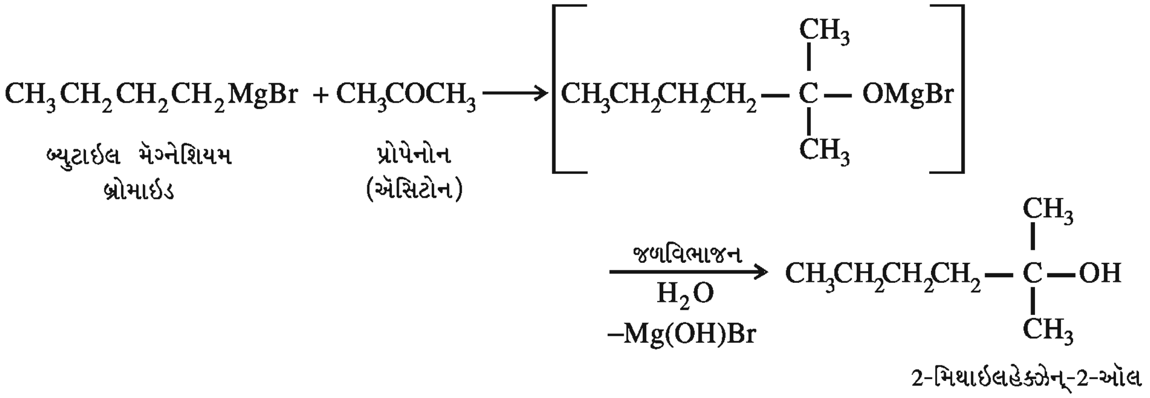
આલ્કોહૉલ

ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયકથી બનતા આલ્કોહૉલનાં ઉદાહરણો

$$C_6H_5MgBr + HCHO \longrightarrow [C_6H_5CH_2OMgBr] \xrightarrow[H_2O,\ -Mg(OH)Br]{\text{જળવિભાજન}} C_6H_5CH_2OH$$

ફિનાઇલ મૅગ્નેશિયમ બ્રોમાઇડ | ફૉર્માલ્ડિહાઇડ અથવા મિથેનાલ | ફિનાઇલ મિથેનોલ





(4) આથવણ પદ્ધતિ વડે આલ્કોહૉલની બનાવટ :

ઈથેનોલની બનાવટ માટે આથવણ પદ્ધતિ વધુ ઉપયોગી બને છે. ઈથેનોલના ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન માટે આ પદ્ધતિ વિશેષ વપરાય છે. મોલાસીસ (Molasses)માં રહેલી ખાંડનું આથવણ ઇન્વર્ટેઝ ઉત્સેચક વડે થવાથી ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝ બને છે.

$$\underset{\text{ખાંડ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[\text{ઉત્સેચક}]{\text{ઇન્વર્ટેઝ}} \underset{\text{ગ્લુકોઝ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ફ્રુક્ટોઝ}}{C_6H_{12}O_6}$$

ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝનું આથવણ યીસ્ટમાં રહેલ ઝાયમેઝ ઉત્સેચક વડે કરવાથી ઈથેનોલ બને છે અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે.

$$\underset{\text{ગ્લુકોઝ અથવા ફ્રુક્ટોઝ}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[\text{ઉત્સેચક}]{\text{ઝાયમેઝ}} \underset{\text{ઈથેનોલ}}{2C_2H_5OH} + 2CO_2$$

અંતિમ દ્રાવણના નિસ્યંદનથી 95 % ઈથેનોલ અને 5 % પાણીનું એઝિયોટ્રોપિક (azeotropic) મિશ્રણ એટલે કે એક જ ઘટક $C_2H_5OH{\cdot}H_2O$ તરીકે મળે છે. શુદ્ધ ઈથેનોલ મેમ્બ્રેઇન ટેક્નોલૉજી (membrane technology) વડે મેળવાય છે.

શુદ્ધ ઈથેનોલ રંગવિહીન પ્રવાહી હોય છે. તેનું ઉત્કલનબિંદુ 351 K છે. તેનો ઉપયોગ રંગ-ઉત્પાદન એકમોમાં દ્રાવક તરીકે થાય છે. તેના ઉપયોગથી અનેક કાર્બનિક સંયોજનો બનાવી શકાય છે.

7.7 આલ્કોહૉલની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ (Chemical Reactions of Alcohols)

આલ્કોહૉલમાં બે પ્રકારની પ્રક્રિયાઓ થાય છે. કેટલીક પ્રક્રિયાઓમાં R–O–Hમાંનો O–H બંધ તૂટે છે અને કેટલીક પ્રક્રિયાઓમાં R–O બંધ તૂટે છે. આ પ્રકારની પ્રક્રિયાઓથી વિવિધ પ્રકારનાં કાર્બનિક સંયોજનો મળે છે.

(1) O–H બંધ તૂટવાથી થતી પ્રક્રિયાઓ :

(i) આલ્કોહૉલની સક્રિય ધાતુ સાથેની પ્રક્રિયા : પાણીની જેમ આલ્કોહૉલ પણ Li, Na, K, Mg, Al અને અન્ય સક્રિય ધાતુઓ સાથે પ્રક્રિયા કરી ડાયહાઇડ્રોજન વાયુ મુક્ત કરે છે અને ધાતુ આલ્કોક્સાઇડ બનાવે છે. આ ધાતુ આલ્કોક્સાઇડ, સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ કરતાં વધુ પ્રબળ બેઇઝ તરીકે વર્તે છે.

દા.ત.,

$$2H_2O + 2Na \longrightarrow 2NaOH + H_2(g)$$
પાણી, સોડિયમ ધાતુ, સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ, ડાયહાઇડ્રોજન વાયુ

$$2CH_3OH + 2Na \longrightarrow 2CH_3ONa + H_2(g)$$
મિથેનોલ, સોડિયમ મિથોક્સાઇડ

$$2CH_3CH_2OH + Mg \longrightarrow (CH_3CH_2O)_2Mg + H_2(g)$$
ઇથેનોલ, મૅગ્નેશિયમ ધાતુ, મૅગ્નેશિયમ ઇથૉક્સાઇડ

(ii) આલ્કોહૉલની ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયા : આલ્કોહૉલ, ઍસિડ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સાથે સંઘનન (condensation) પ્રક્રિયા કરી એસ્ટર બનાવે છે. આ પ્રક્રિયાને **એસ્ટરીકરણ** કહે છે.

$$R-OH + R'-COOH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} R'COOR + H_2O$$
આલ્કોહૉલ, ઍસિડ, એસ્ટર

દા.ત.,

$$CH_3OH + C_6H_5COOH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} C_6H_5COOCH_3 + H_2O$$
મિથેનોલ, બેન્ઝોઇક ઍસિડ, મિથાઇલ બેન્ઝોએટ

$$CH_3CH_2OH + CH_3COOH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$$
ઇથેનૉલ, ઍસિટિક ઍસિડ, ઇથાઇલ ઇથેનોએટ (ઇથાઇલ ઍસિટેટ)

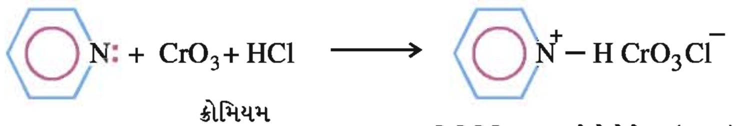
બેન્ઝોઇક ઍસિડની પ્રક્રિયા ચિહ્નિત (labelled) કરેલા રેડિયોસક્રિય O^{18} ધરાવતા મિથેનોલ સાથે કરતા મળતી એસ્ટર નીપજમાં O^{18} જોવા મળ્યો, તે દર્શાવે છે કે એસ્ટરીકરણ દરમિયાન ઍસિડ અણુમાંથી OH^- અને આલ્કોહૉલ અણુમાંથી H^+ એમ એકંદરે પાણીનો અણુ દૂર થાય છે.

$$C_6H_5CO\,\vdots\,OH + CH_3O^{18}H \overset{H^+}{\rightleftharpoons} C_6H_5COO^{18}CH_3 + H_2O$$
બેન્ઝોઇક ઍસિડ, મિથેનોલ, મિથાઇલ બેન્ઝોએટ

(iii) આલ્કોહૉલનું ઑક્સિડેશન : આલ્કોહૉલના ઑક્સિડેશન દરમ્યાન –OH સમૂહ ધરાવતા કાર્બન પરથી એક અથવા વધારે હાઇડ્રોજન પરમાણુ દૂર થાય છે. આલ્કોહૉલના ઑક્સિડેશનથી મળતી નીપજનો આધાર આલ્કોહૉલના પ્રકાર

અને પ્રક્રિયક પર રહેલો છે. આલ્કોહૉલના ઑક્સિડેશન માટે ક્રોમિક ઍસિડ (H_2CrO_4) અથવા પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ ($KMnO_4$) અથવા પિરિડિનિયમ ક્લોરોક્રોમેટ (PCC) પ્રક્રિયકો ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે વપરાય છે.

$$\underset{\text{સોડિયમ ડાયક્રોમેટ}}{Na_2Cr_2O_7} \text{ OR } \underset{\text{પોટૅશિયમ ડાયક્રોમેટ}}{K_2Cr_2O_7} + H_2SO_4 \xrightarrow[-Na_2SO_4 \text{ or } -K_2SO_4]{} H_2Cr_2O_7 \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} \underset{\text{ક્રોમિક ઍસિડ}}{2H_2CrO_4}$$



પિરિડિન ક્રોમિયમ ટ્રાયોક્સાઇડ પિરિડિનિયમ ક્લોરોક્રોમેટ (PCC)

પ્રાથમિક આલ્કોહૉલનું $KMnO_4$ અથવા H_2CrO_4 વડે ઑક્સિડેશન કરતાં પ્રથમ આલ્ડિહાઇડ મળે છે. અહીં આ આલ્ડિહાઇડને નીપજ તરીકે મેળવવો મુશ્કેલ છે. કારણ કે આ આલ્ડિહાઇડનું ઑક્સિડેશન, આલ્કોહૉલના ઑક્સિડેશન કરતાં પણ વધુ સરળતાથી થતું હોવાથી તે ઝડપથી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડમાં ફેરવાય છે. આમ 1^0 આલ્કોહૉલનું $KMnO_4$ અથવા H_2CrO_4 જેવા પ્રબળ ઑક્સિડેશનકર્તા વડે ઑક્સિડેશન કરતાં સામાન્ય નીપજ તરીકે કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ મળે છે.

$$\underset{1^0 \text{ આલ્કોહૉલ}}{R-CH_2OH} \xrightarrow[Na_2Cr_2O_7/H_2SO_4,\ -H_2O]{[O]} \underset{\text{આલ્ડિહાઇડ}}{R-CHO} \xrightarrow[Na_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[O]} \underset{\text{કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ}}{R-COOH}$$

દા.ત.,

$$\underset{\text{બ્યુટેન્-1-ઑલ}}{CH_3CH_2CH_2CH_2OH} \xrightarrow[Na_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[O]} \underset{\text{બ્યુટેનોઇક ઍસિડ}}{CH_3CH_2CH_2COOH}$$

$$\underset{\text{2-મિથાઇલપ્રોપેન્-1-ઑલ}}{CH_3\underset{|\atop CH_3}{CH}CH_2OH} \xrightarrow[Na_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[O]} \underset{\text{2-મિથાઇલપ્રોપેનોઇક ઍસિડ}}{CH_3\underset{|\atop CH_3}{CH}COOH}$$

1^0 આલ્કોહૉલનું પિરિડિનિયમ ક્લોરોક્રોમેટ (PCC) જેવા મંદ ઑક્સિડેશનકર્તા વડે ઑક્સિડેશન કરતાં આલ્ડિહાઇડ બને છે. ત્યાર બાદ આલ્ડિહાઇડનું ઑક્સિડેશન થતું નથી. આ પ્રક્રિયા ડાયક્લોરોમિથેન (CH_2Cl_2) જેવા નિર્જળ દ્રાવકમાં કરવામાં આવે છે.

$$\underset{1^0 \text{આલ્કોહૉલ}}{R-CH_2OH} \xrightarrow[CH_2Cl_2]{PCC\ [O]} \underset{\text{આલ્ડિહાઇડ}}{R-CHO}$$

$$\underset{\text{બ્યુટેન્-1-ઑલ}}{CH_3CH_2CH_2CH_2OH} \xrightarrow[CH_2Cl_2]{PCC\,[O]} \underset{\text{બ્યુટેનાલ}}{CH_3CH_2CH_2CHO}$$

$$\underset{\substack{|\\ CH_3}}{CH_3CHCH_2OH} \xrightarrow[CH_2Cl_2]{PCC\ [O]} \underset{\substack{|\\ CH_3}}{CH_3CHCHO}$$

2-મિથાઈલપ્રોપેન્-1-ઑલ 2-મિથાઈલપ્રોપેનાલ

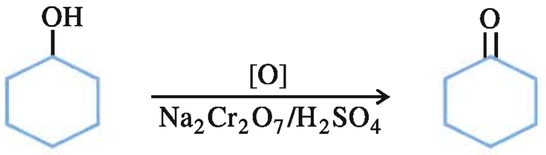
2^0 આલ્કોહૉલનું H_2CrO_4 કે $KMnO_4$ વડે ઑક્સિડેશન થઈ કિટોન બને છે.

$$\underset{\substack{|\\ OH}}{R-CH-R'} \xrightarrow[Na_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[O]} \underset{\substack{\|\\ O}}{R-C-R'}$$

2^0 આલ્કોહૉલ કિટોન

$$\underset{\substack{|\\ OH}}{CH_3-CH-CH_3} \xrightarrow[Na_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[O]} \underset{\substack{\|\\ O}}{CH_3-C-CH_3}$$

પ્રોપેન્-2-ઑલ પ્રોપેનોન (ઍસિટોન)



સાયક્લોહેક્ઝેનોલ સાયક્લોહેક્ઝેનોન

3^0 આલ્કોહૉલમાં –OH સમૂહ ધરાવતાં કાર્બન પાસે હાઈડ્રોજન પરમાણુ જોડાયેલો ન હોવાથી તેનું પ્રબળ ઑક્સિડેશનકર્તા વડે પણ ઑક્સિડેશન થતું નથી.

$$R-\overset{\overset{R'}{|}}{\underset{\underset{R''}{|}}{C}}-OH \xrightarrow[Na_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[O]} \text{ઑક્સિડેશન થતું નથી.}$$

3^0 આલ્કોહૉલ

(2) C–O બંધ તૂટવાથી થતી પ્રક્રિયાઓ :

(i) આલ્કોહૉલની હેલોજન ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયા : આલ્કોહૉલને નિર્જળ ઝિંક ક્લોરાઇડની હાજરીમાં સાંદ્ર હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરતાં ક્લોરો આલ્કેન મળે છે. આ પ્રક્રિયા 3^0 આલ્કોહૉલ સાથે ઝડપી, 2^0 આલ્કોહૉલ સાથે ધીમી અને 1^0 આલ્કોહૉલ સાથે મુશ્કેલ હોય છે.

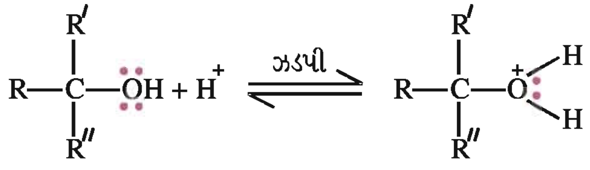
$$\underset{\text{આલ્કોહૉલ}}{R-OH} + \underset{\text{સાંદ્ર હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ}}{HCl} \xrightarrow[\Delta]{\text{નિર્જળ } ZnCl_2} \underset{\text{ક્લોરો આલ્કેન}}{R-Cl} + H_2O$$

આ પ્રક્રિયાને આધારે પ્રયોગશાળામાં પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક આલ્કોહૉલની પરખ થઈ શકે છે, જેને **લ્યુકાસ કસોટી (Lucas test)** કહે છે. આ કસોટીમાં આલ્કોહૉલના નમૂનામાં નિર્જળ ઝિંક ક્લોરાઇડ અને સાંદ્ર હાઇડ્રોક્લોરિક

એસિડ ઉમેરી મિશ્રણને બરાબર હલાવી સહેજ ગરમ કરીને થોડી વાર રાખવામાં આવે છે. જો મિશ્રણની સપાટી ઉપર ખૂબ જ થોડા સમયમાં તૈલીબિંદુ મુક્ત થાય તો 3^0 આલ્કોહૉલ, પાંચ મિનિટમાં મિશ્રણ દૂધિયું થાય તો 2^0 આલ્કોહૉલ અને પ્રક્રિયા થયા વિના મિશ્રણ ચોખ્ખું રહે તો 1^0 આલ્કોહૉલની પરખ કરી શકાય છે. તૃતીયક આલ્કોહૉલની સાંદ્ર હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાની ક્રિયાવિધિ સમજીએ.

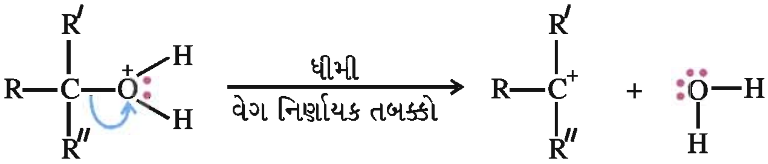
ક્રિયાવિધિ :

તબક્કો 1 : તૃતીયક આલ્કોહૉલ ઍસિડમાંના H^+ વડે પ્રોટોનેશન પામી ઑક્ઝોનિયમ આયનમાં ફેરવાય છે. આ તબક્કો ઝડપી હોય છે.



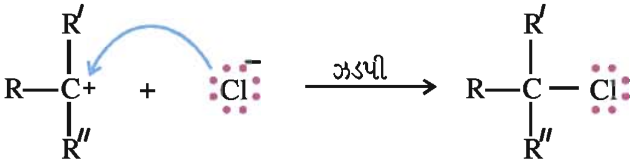
3^0 આલ્કોહૉલ ઑક્ઝોનિયમ આયન

તબક્કો 2 : ઑક્ઝોનિયમ આયનમાંથી પાણીનો અણુ દૂર થઈ 3^0 કાર્બોકેટાયન બને છે. આ તબક્કો ધીમો હોવાથી વેગનિર્ણાયક તબક્કો કહેવાય છે.



3^0 કાર્બોકેટાયન

તબક્કો 3 : 3^0 કાર્બોકેટાયન Cl^- સાથે ઝડપી પ્રક્રિયા કરી ક્લોરોઆલ્કેન બનાવે છે.



ક્લોરોઆલ્કેન

(ii) આલ્કોહૉલની ફૉસ્ફરસ ટ્રાયબ્રોમાઇડ સાથે પ્રક્રિયા : 1^0 અને 2^0 આલ્કોહૉલ ફૉસ્ફરસ ટ્રાયબ્રોમાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરી બ્રોમોઆલ્કેન બનાવે છે.

$$3(R-OH) + PBr_3 \longrightarrow 3(R-Br) + H_3PO_3$$

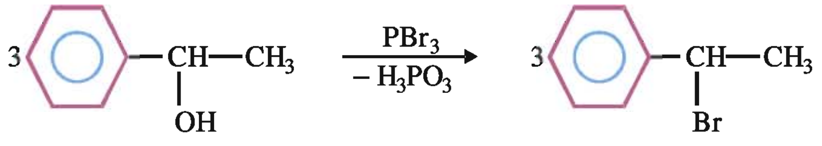
1^0 અથવા 2^0 આલ્કોહૉલ; ફૉસ્ફરસ ટ્રાયબ્રોમાઇડ; બ્રોમો આલ્કેન; ફૉસ્ફરસ ઍસિડ

$$3CH_3CH_2OH \xrightarrow[-H_3PO_3]{PBr_3} 3CH_3CH_2Br$$

ઇથેનોલ; બ્રોમો ઇથેન

$$3CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2OH \xrightarrow[-H_3PO_3]{PBr_3} 3CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2Br$$

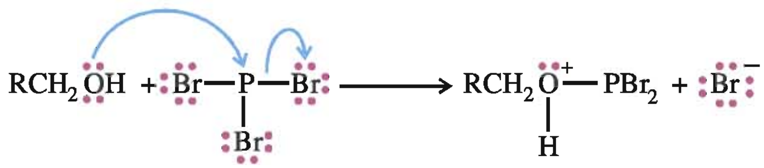
2-મિથાઇલબ્યુટેન્-1-ઑલ 1-બ્રોમો-2-મિથાઇલબ્યુટેન



1-ફિનાઇલઇથેનૉલ (1-બ્રોમોઇથાઇલ) બેન્ઝીન

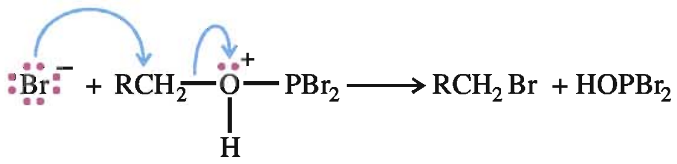
ક્રિયાવિધિ :

તબક્કો 1 : આલ્કોહૉલની ફૉસ્ફરસ ટ્રાયબ્રોમાઇડ સાથે પ્રક્રિયા થઈ મધ્યવર્તી સંયોજન આલ્કાઈલડાયબ્રોમોફૉસ્ફાઇટ બને છે.



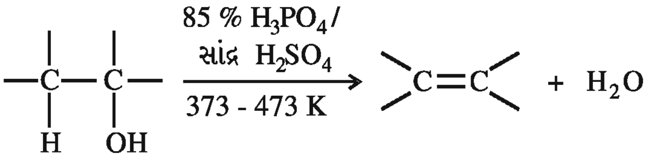
પ્રોટોનેટેડ આલ્કાઇલ ડાયબ્રોમોફૉસ્ફાઇટ

તબક્કો 2 : બ્રોમાઇડ આયન કાર્બન પર હુમલો કરી હેલોઆલ્કેન બનાવે છે.



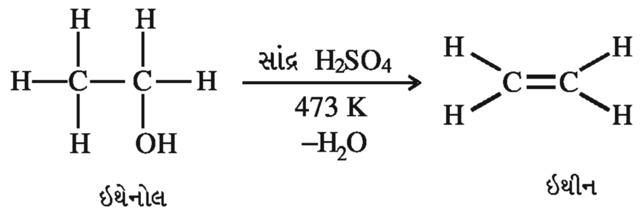
આ $HOPBr_2$ આલ્કોહૉલના બીજા અણુઓ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. આમ, પ્રક્રિયાને અંતે આલ્કોહૉલના ત્રણ મોલમાંથી ત્રણ મોલ હેલોઆલ્કેન બને છે. આ માટે 1 મોલ ફૉસ્ફરસ ટ્રાયબ્રોમાઇડ વપરાય છે.

(iii) આલ્કોહૉલનું નિર્જળીકરણ : આલ્કોહૉલ અણુના પાસપાસેના કાર્બન પરથી પાણીનો અણુ દૂર થઈ આલ્કીન બને છે. **પાણીના અણુ દૂર થવાની પ્રક્રિયાને નિર્જળીકરણ કહે છે.** પ્રયોગશાળામાં આલ્કોહૉલનું નિર્જળીકરણ કરવા માટે તેને 85 % ફૉસ્ફોરિક ઍસિડ અથવા સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની હાજરીમાં 373 Kથી 473 K તાપમાને ગરમ કરવામાં આવે છે.

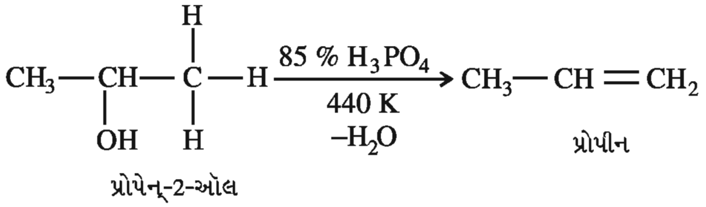


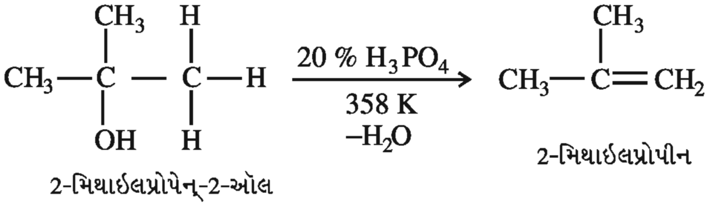
આલ્કોહૉલ આલ્કીન

ઇથેનોલ(પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ)ને 473 K તાપમાને ગરમ કરવાથી તે ઇથિનમાં ફેરવાય છે.



2^0 અને 3^0 આલ્કોહૉલ મંદ પરિસ્થિતિમાં પણ નિર્જળીકરણ પ્રક્રિયા આપે છે.

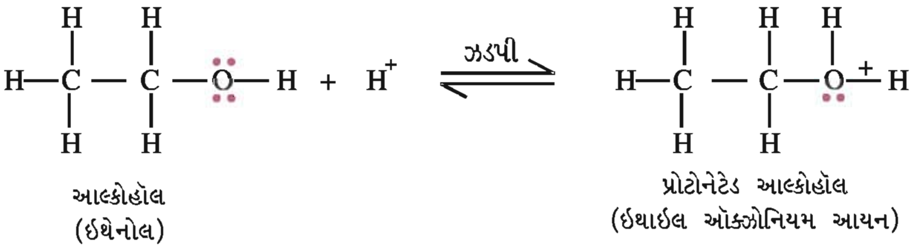




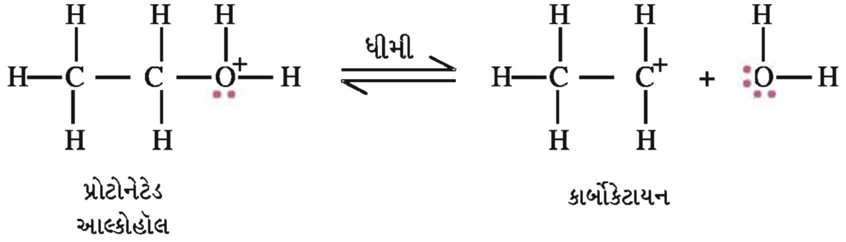
આમ, આલ્કોહૉલની નિર્જળીકરણ પ્રક્રિયા થવાની સરળતાનો ક્રમ 3^0 આલ્કોહૉલ > 2^0 આલ્કોહૉલ > 1^0 આલ્કોહૉલ છે. અહીં આપણે ઈથેનોલની નિર્જળીકરણ પ્રક્રિયાની ક્રિયાવિધિ સમજીશું.

ક્રિયાવિધિ :

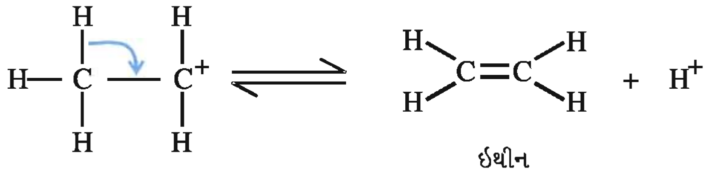
તબક્કો 1 : ઈથેનોલનું ઍસિડમાંના H^+ વડે પ્રોટોનેશન થઈ ઈથાઈલ ઑક્ઝોનિયમ આયન બને છે.



તબક્કો 2 : ઈથાઈલ ઑક્ઝોનિયમ આયનમાંથી પાણીનો અણુ દૂર થઈ કાર્બોકેટાયન બને છે. આ તબક્કો ધીમો હોવાથી વેગનિર્ણાયક તબક્કો કહેવાય છે.



તબક્કો 3 : કાર્બોકેટાયનમાંથી પ્રોટોન દૂર થઈ ઈથીન બને છે.



ઈથીન

(iv) આલ્કોહૉલનું રિડક્શન : બંધ પાત્રમાં લાલ ફૉસ્ફરસ અને સાંદ્ર હાઇડ્રોઆયોડિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરવાથી આલ્કેન બને છે. આ રિડક્શન પ્રક્રિયાથી મિથેનોલમાંથી મિથેન અને ઈથેનોલમાંથી ઈથેન બને છે.

$$CH_3OH + 2HI \xrightarrow[\Delta]{\text{લાલ ફૉસ્ફરસ}} CH_4 + I_2 + H_2O$$

મિથેનોલ; સાંદ્ર હાઇડ્રોઆયોડિક ઍસિડ; મિથેન

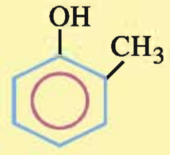
$$CH_3CH_2OH + 2HI \xrightarrow[\Delta]{\text{લાલ ફૉસ્ફરસ}} CH_3CH_3 + I_2 + H_2O$$

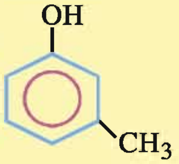
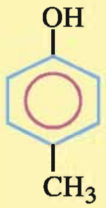
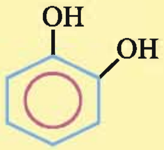
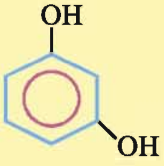
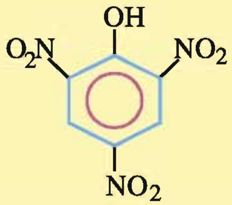
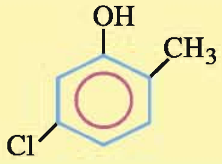
ઈથેનોલ; સાંદ્ર હાઇડ્રોઆયોડિક ઍસિડ; ઈથેન

7.8 ફિનૉલનું નામકરણ (Nomenclature of Phenols)

ફિનૉલ અને તેના કેટલાંક વ્યુત્પન્નો મોટે ભાગે સામાન્ય નામથી પ્રચલિત છે. દા.ત., ફિનૉલ, ઑર્થો-ક્રેસોલ, મૅટા-ક્રેસોલ, પૅરા-ક્રેસોલ, કેટેકોલ, રિસોર્સિનોલ, હાઇડ્રોક્વિનોન, પિક્રિક ઍસિડ વગેરે. ફિનૉલના સામાન્ય નામ, IUPAC નામ તરીકે પણ સ્વીકારાયાં છે. ફિનૉલનાં વ્યુત્પન્નોના IUPAC નામ માટે ફિનૉલને મૂળ હાઇડ્રોકાર્બન ગણી ઍરોમેટિક વલયના વિસ્થાપિત અન્ય સમૂહોનું સ્થાન દર્શાવવામાં આવે છે. આ માટે –OH સમૂહ, જે કાર્બન સાથે જોડાયેલ હોય તેને પ્રથમ ક્રમ આપવામાં આવે છે. વિસ્થાપિત સમૂહોનું સ્થાન દર્શાવવા માટે ઑર્થો (1, 2–દ્વિવિસ્થાપિત), મૅટા (1, 3–દ્વિવિસ્થાપિત), પૅરા (1, 4–દ્વિવિસ્થાપિત) શબ્દો સામાન્ય નામકરણમાં વપરાય છે. વિસ્થાપિત સમૂહોને અંગ્રેજી મૂળાક્ષરોના ક્રમમાં લખવામાં આવે છે. કોષ્ટક 7.2માં કેટલાંક ફિનૉલ સંયોજનોના બંધારણીય સૂત્ર, IUPAC નામ, સામાન્ય નામ દર્શાવ્યા છે.

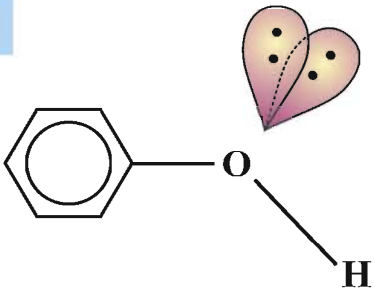
કોષ્ટક 7.2 ફિનૉલ સંયોજનો

બંધારણીય સૂત્ર	IUPAC નામ	સામાન્ય નામ
	ફિનૉલ	ફિનૉલ
	2–મિથાઇલફિનૉલ	o–ક્રેસોલ

	3–મિથાઇલફિનૉલ	m–ક્રેસોલ
	4–મિથાઇલફિનૉલ	p–ક્રેસોલ
	બેન્ઝિન–1, 2–ડાયોલ	કેટેકોલ
	બેન્ઝિન–1, 3–ડાયોલ	રિસોર્સિનોલ
	બેન્ઝિન–1, 4–ડાયોલ	હાઇડ્રોક્વિનોન (ક્વિનોલ)
	2, 4, 6–ટ્રાયનાઇટ્રોફિનૉલ	પિક્રિક ઍસિડ
	5–ક્લોરો–2–મિથાઇલફિનૉલ	––

7.9 ફિનોલનું ઈલેક્ટ્રૉનીય બંધારણ (Electronic Structure of Phenol)

C–O અને O–H	σ–બંધ
C sp^2 સંકરણ	O sp^3 સંકરણ
C–O–H ખૂણો	109^0

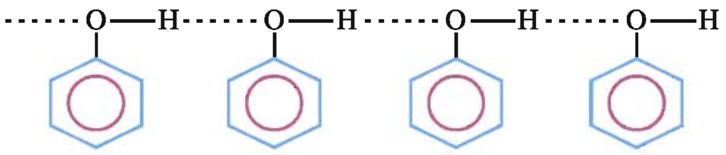


7.10 ફિનોલના ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical Properties of Phenols)

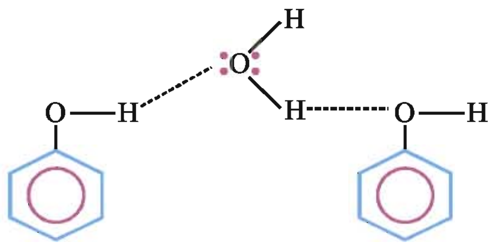
ફિનોલમાં હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ હોવાથી તે પ્રવાહી સ્થિતિમાં આલ્કોહૉલની જેમ ફિનોલના અન્ય અણુ સાથે તેમજ પાણીના અણુ સાથે આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ બનાવે છે. તેથી આંતરઆણ્વિય આકર્ષણ વધે છે. પરિણામે લગભગ સમાન આણ્વિયદળ ધરાવતા ટૉલ્યુઈન (એરિન સંયોજનો) અને ફ્લૉરો બેન્ઝિન (હેલોએરિન સંયોજનો) કરતાં ફિનોલનું ઉત્કલનબિંદુ તથા પાણીમાં દ્રાવ્યતા વધુ હોય છે (કોષ્ટક 7.3).

કોષ્ટક 7.3 ફિનોલ, એરિન અને હેલોએરિન સંયોજનના ભૌતિક ગુણધર્મોની સરખામણી (298 K)

ભૌતિક ગુણધર્મો	સંયોજનો		
	ફિનોલ	ટૉલ્યુઈન	ફ્લૉરોબેન્ઝિન
આણ્વિયદળ (ગ્રામ મોલ$^{-1}$)	94	92	96
ઉત્કલનબિંદુ (K)	455	384	358
પાણીમાં દ્રાવ્યતા (ગ્રામ / 100 મિલિ)	8.2	0.05	0.2



ફિનોલના અણુઓ વચ્ચે આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ

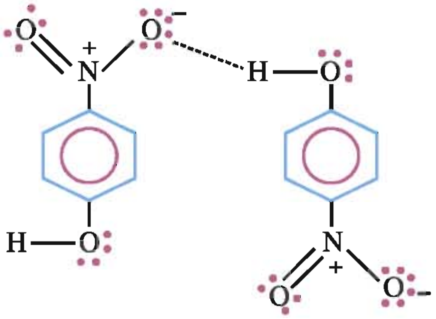


ફિનોલ અને પાણીના અણુઓ વચ્ચે આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ

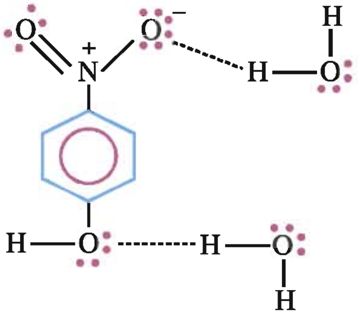
કેટલાક ઑર્થોવિસ્થાપિત ફિનોલ જેવા કે o–નાઇટ્રોફિનોલનું ગલનબિંદુ તથા પાણીમાં દ્રાવ્યતા તેના m– અને p–સમઘટકો કરતાં ઓછી જોવા મળે છે (કોષ્ટક 7.4). કારણ કે m– અને p–નાઇટ્રોફિનોલ, તેના અન્ય અણુ તથા પાણીના અણુ સાથે આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ બનાવે છે, જ્યારે o–નાઇટ્રોફિનોલમાં આંતઃઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ બને છે. આ બંધમાં રોકાયેલો હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહનો હાઇડ્રોજન પરમાણુ, o–નાઇટ્રોફિનોલના અન્ય અણુ સાથે કે પાણીના અણુ સાથે આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ બનાવી શકતો નથી.

કોષ્ટક 7.4 નાઇટ્રોફિનોલના સમઘટકોના ભૌતિક ગુણધર્મો (298 K)

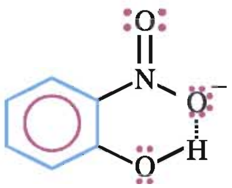
સંયોજન	ભૌતિક ગુણધર્મો	
	ગલનબિંદુ (K)	પાણીમાં દ્રાવ્યતા (ગ્રામ / 100 મિલિ)
o–નાઇટ્રોફિનોલ	45	0.2
m–નાઇટ્રોફિનોલ	96	1.4
p–નાઇટ્રોફિનોલ	114	1.7



p-નાઇટ્રોફિનોલના અણુઓ વચ્ચે આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ

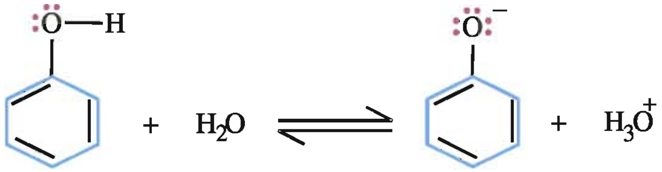


p-નાઇટ્રોફિનોલ અને પાણીના અણુઓ વચ્ચે આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ



o-નાઇટ્રોફિનોલમાં આંતઃઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ

ફિનોલની ઍસિડિકતા : ફિનોલનું જલીય દ્રાવણ ભૂરા લિટમસપત્રને લાલ બનાવે છે. તદુપરાંત તેનું તટસ્થીકરણ સોડિયમ કાર્બોનેટના દ્રાવણ સાથે ન થતાં સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડના દ્રાવણ સાથે થાય છે, જે ફિનોલનો નિર્બળ ઍસિડિક ગુણધર્મ સૂચવે છે. ફિનોલમાં રહેલ ધ્રુવીય O–H બંધ તેની ઍસિડિકતા માટે જવાબદાર હોય છે.



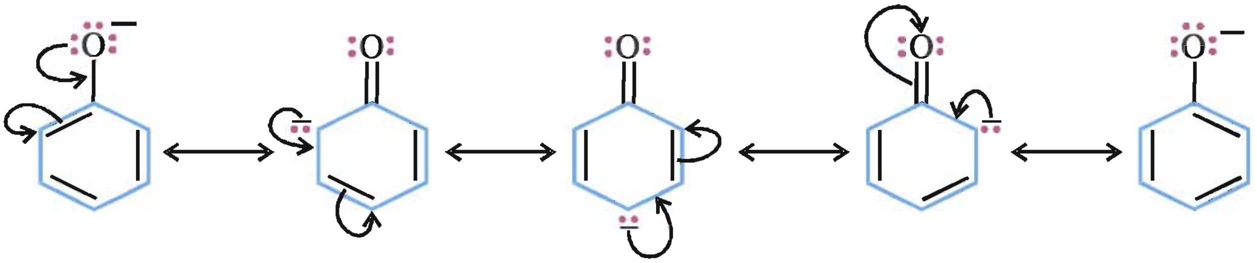
ફિનોલ ફિનોક્સાઇડ આયન

અહીં સહજ રીતે પ્રશ્ન થાય કે આલ્કોહોલ અને ફિનોલમાં કોની ઍસિડિકતા વધુ હશે ? આ અંગે આપણે વિચારીએ. આપણે અગાઉ ચર્ચા કરી તેમ આલ્કોહોલમાંથી આલ્કોક્સાઇડ આયન બને છે.

$$R-\ddot{O}H + H_2O \rightleftharpoons R-\ddot{O}^- + H_3O^+$$

આલ્કોહોલ આલ્કોક્સાઇડ આયન

આલ્કોક્સાઇડમાં ઋણવીજભાર ઑક્સિજન પરમાણુ પર સ્થાનીકૃત થયેલો છે, એટલે કે તેનાં સસ્પંદન સૂત્રો મળતા નથી. ફિનોક્સાઇડ આયનમાં ઑક્સિજન પરમાણુ પરનો ઋણવીજભાર વિસ્થાનીકૃત પામે છે. તેથી ફિનોક્સાઇડ આયનના એક કરતાં વધુ સસ્પંદન સૂત્રો મળે છે. આમ, ફિનોક્સાઇડ આયનની સ્થિરતા આલ્કોક્સાઇડ આયન કરતા વધુ છે.

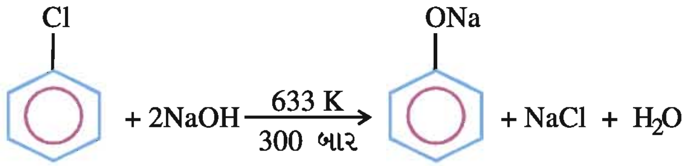


ફિનૉક્સાઇડ આયનની સ્થાયીતા વધુ હોવાથી તેની H_3O^+ સાથે પ્રક્રિયા થઈ ફિનૉલ બનવાની એટલે કે પ્રતિગામી પ્રક્રિયા થવાની સરળતા આલ્કોક્સાઇડ આયનની સરખામણીમાં ઘણી ઓછી હોય છે. એટલે કે ફિનૉલના જલીય દ્રાવણમાં આલ્કોહૉલના જલીય દ્રાવણ કરતાં H_3O^+ની સાંદ્રતા વધુ હોય છે. આમ, **આલ્કોહૉલ કરતાં ફિનૉલનું જલીય દ્રાવણ વધુ ઍસિડિક હોય છે.**

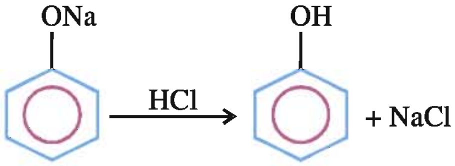
7.11 ફિનૉલની બનાવટ (Preparation of Phenol)

ફિનૉલ અતિ મહત્ત્વનું ઔદ્યોગિક રસાયણ છે. તે કેટલાંક રંગકો, ઔષધો અને પૉલિમર પદાર્થના ઉત્પાદનમાં વપરાય છે. ફિનૉલનું ઉત્પાદન જુદી જુદી પદ્ધતિઓ વડે કરી શકાય છે.

(1) ડાઉ પદ્ધતિ : ફિનૉલના ઔદ્યોગિક ઉત્પાદનમાં આ પદ્ધતિ વપરાય છે. આ પદ્ધતિમાં ક્લોરોબેન્ઝિન અને 6–8 % સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના જલીય દ્રાવણના મિશ્રણને બંધ પાત્રમાં 300 બાર દબાણે અને 633 K તાપમાને ગરમ કરતાં ફિનૉલનો સોડિયમ ક્ષાર (સોડિયમ ફિનૉક્સાઇડ) મધ્યસ્થી નીપજ તરીકે મળે છે. પ્રક્રિયા મિશ્રણમાંથી વધારાનું ક્લોરોબેન્ઝિન દૂર કરી બાકીના દ્રાવણમાં ઍસિડ ઉમેરતાં ફિનૉલ મળે છે.

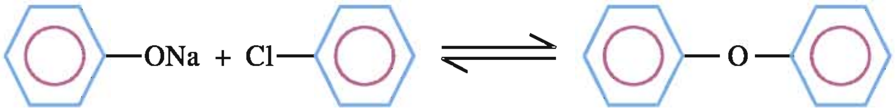


ક્લોરોબેન્ઝિન સોડિયમ ફિનૉક્સાઇડ



સોડિયમ ફિનૉક્સાઇડ ફિનૉલ

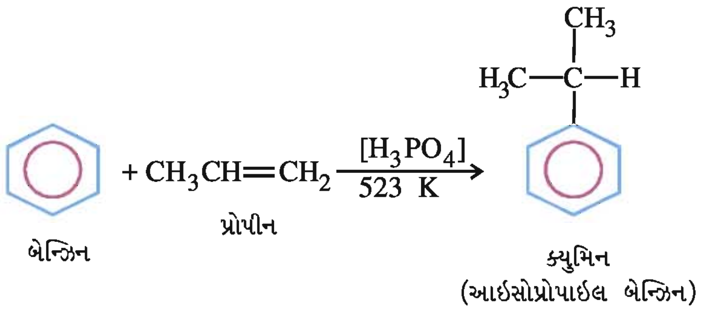
પ્રક્રિયા દરમિયાન સોડિયમ ફિનૉક્સાઇડ અને વધારાના ક્લોરોબેન્ઝિન વચ્ચે પ્રક્રિયા થઈ ફિનૉક્સિબેન્ઝિન (ડાયફિનાઇલ ઈથર) આડપેદાશ તરીકે મળે છે, જે ફિનૉલનું ઉત્પાદન ઘટાડે છે. આ મુશ્કેલી દૂર કરવા માટે પ્રક્રિયાની શરૂઆતથી પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં ફિનૉક્સિબેન્ઝિન (ડાયફિનાઇલ ઈથર) ઉમેરવામાં આવે છે. તેથી લશટેલિયરના સિદ્ધાંત મુજબ આડપેદાશનું પ્રમાણ ઘટે છે. કારણ કે નીચે દર્શાવેલ પ્રક્રિયા પ્રતિગામી દિશામાં આગળ વધે છે :

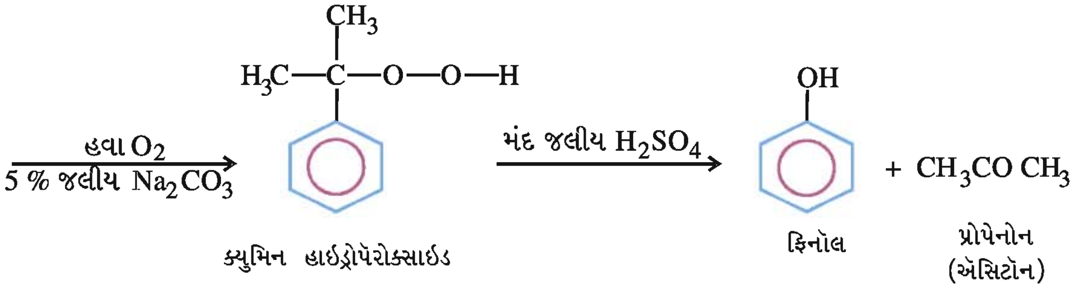


સોડિયમ ફિનૉક્સાઇડ ક્લોરોબેન્ઝિન ફિનોક્સિબેન્ઝિન (ડાયફિનાઇલ ઈથર)

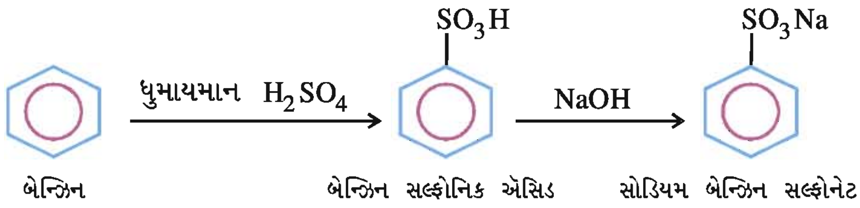
(2) ક્યુમિન પદ્ધતિ : આ પદ્ધતિમાં બેન્ઝિન અને પ્રોપીનના મિશ્રણને બંધ પાત્રમાં ફૉસ્ફોરિક ઍસિડ (H_3PO_4) ઉદ્દીપકની હાજરીમાં 523 K તાપમાને ગરમ કરતાં ક્યુમિન (આઇસોપ્રોપાઇલ બેન્ઝિન) બને છે. ક્યુમિન અને 5 % જલીય સોડિયમ કાર્બોનેટના મિશ્રણની અંદર હવા પસાર કરતાં ઑક્સિડેશનથી ક્યુમિન હાઇડ્રોપેરોક્સાઇડ બને છે. તેની મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાથી ફિનૉલ અને પ્રોપેનોન (ઍસિટોન) બને છે. આ પદ્ધતિમાં આડપેદાશ તરીકે મળતો પ્રોપેનોન ઉપયોગી દ્રાવક છે.

આ પદ્ધતિથી ઓછા ખર્ચે ઊંચી શુદ્ધતાવાળો ફિનૉલ બનાવી શકાય છે. તેથી ફિનૉલના ઔદ્યોગિક ઉત્પાદનમાં મોટા ભાગે આ પદ્ધતિનો જ ઉપયોગ થાય છે.

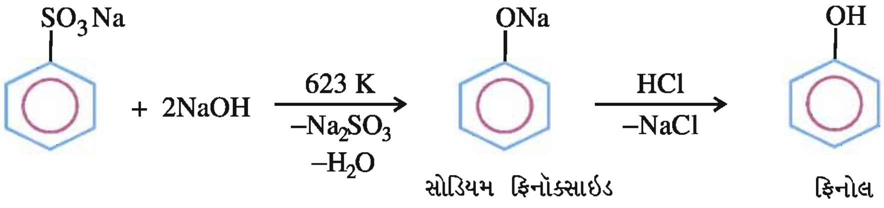




(3) સોડિયમ બેન્ઝિન સલ્ફોનેટમાંથી ફિનૉલ : બેન્ઝિનની ક્રમશઃ ધુમાયમાન H_2SO_4 અને NaOH સાથે પ્રક્રિયા કરતાં સોડિયમ બેન્ઝિન સલ્ફોનેટ મળે છે.

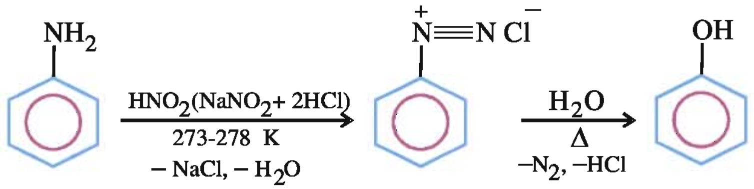


સોડિયમ બેન્ઝિન સલ્ફોનેટને સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ સાથે 623 K તાપમાને પીગાળતા સોડિયમ ફિનૉક્સાઇડ મળે છે. તેની ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરતાં ફિનૉલ મળે છે.



ફિનૉલના ઉત્પાદન માટે સૌપ્રથમ આ પદ્ધતિને 1890માં જર્મનીમાં વિકસાવવામાં આવી હતી.

(4) **ડાયએઝોનિયમ ક્ષારમાંથી ફિનોલ :** ઍનિલીનની નાઇટ્રસ ઍસિડ $-HNO_2$ ($NaNO_2$ + HCl) સાથે નીચા તાપમાને પ્રક્રિયા કરતાં બેન્ઝિન ડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડ મળે છે. તેને પાણી સાથે ગરમ કરતાં ફિનોલ મળે છે.



ઍનિલીન અથવા બેન્ઝિનેમાઇન — બેન્ઝિનડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડ — ફિનોલ

7.12 ફિનોલની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ (Chemical Reactions of Phenol)

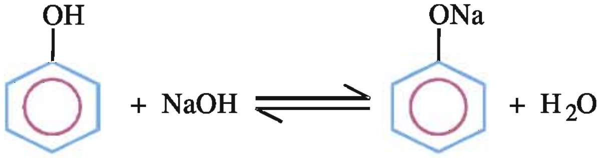
ફિનોલમાં બે પ્રકારની પ્રક્રિયાઓ થાય છે :

(1) –OH સમૂહને કારણે થતી પ્રક્રિયાઓ

(2) ઍરોમેટિક વલયમાં થતી પ્રક્રિયાઓ

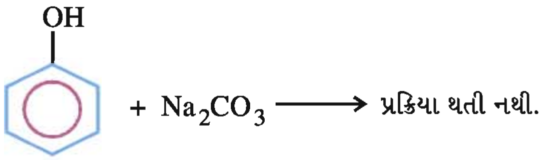
(1) –OH સમૂહને કારણે થતી પ્રક્રિયાઓ :

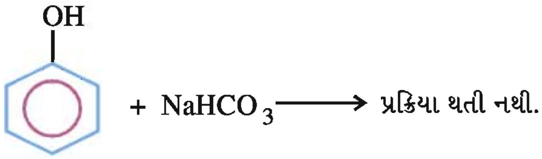
(i) ક્ષારનું બનવું : ફિનોલની જલીય સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ સાથેની પ્રક્રિયાથી ક્ષાર અને પાણી બને છે.



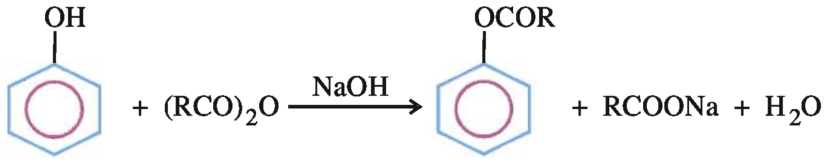
ફિનોલ — સોડિયમ ફિનોક્સાઇડ

ફિનોલ નિર્બળ ઍસિડ હોવાને લીધે તે સોડિયમ કાર્બોનેટ અને સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા આપતો નથી.

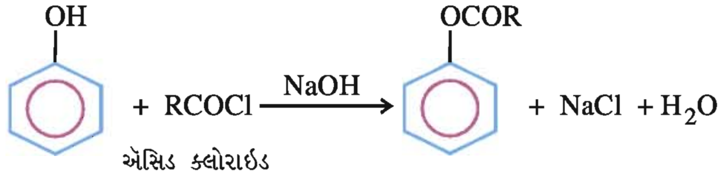




(ii) ફિનાઇલ એસ્ટરનું બનવું : ફિનોલ આલ્કલી માધ્યમમાં ઍસિડ એનહાઇડ્રાઇડ કે ઍસિડ ક્લોરાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરી ફિનાઇલ એસ્ટર બનાવે છે.

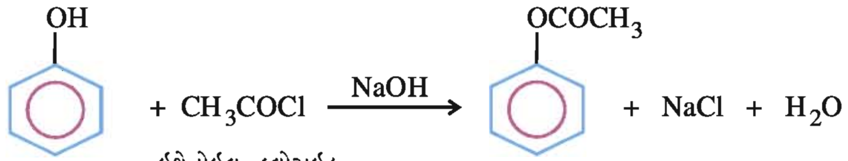


એસિડ એનહાઇડ્રાઇડ　　　ફિનાઇલ એસ્ટર

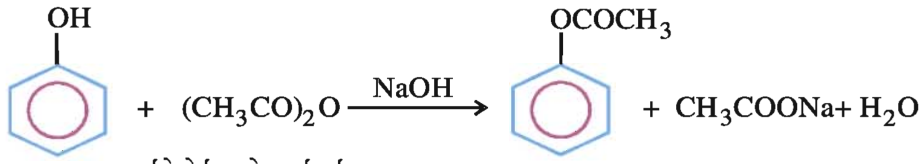


એસિડ ક્લોરાઇડ

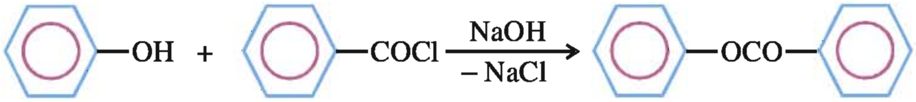
ફિનાઇલ એસ્ટર



ઇથેનોઇલ ક્લોરાઇડ (એસિટાઇલ ક્લોરાઇડ)　　　ફિનાઇલ એસિટેટ



ઇથેનોઇક એનહાઇડ્રાઇડ (એસિટિક એનહાઇડ્રાઇડ)　　　ફિનાઇલ એસિટેટ

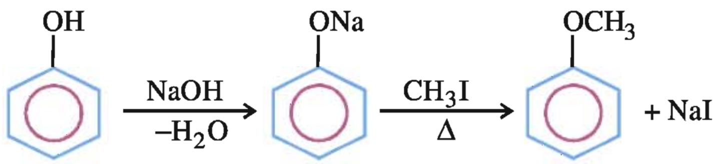


બેન્ઝોઇલ ક્લોરાઇડ　　　ફિનાઇલ બેન્ઝોએટ

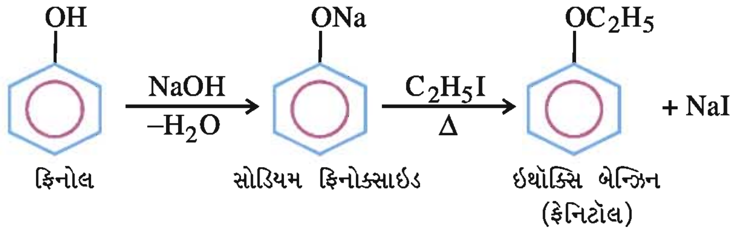
(iii) ઍરાઇલ ઈથરનું બનવું : ફિનોલનું જલીય સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડમાં દ્રાવણ બનાવી તેમાં હેલોઆલ્કેન ઉમેરી ગરમ કરવાથી ઈથર બને છે. ઈથર બનવાની આ પ્રક્રિયાને વિલિયમસન સંશ્લેષણ (Williamson Synthesis) કહે છે.

$$ArOH \xrightarrow[-H_2O]{NaOH} ArO^{-}Na^{+} \xrightarrow[\Delta]{R-X} ArOR + NaX$$

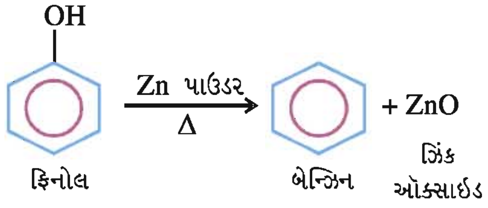
દા.ત.,



ફિનોલ　　　સોડિયમ ફિનોક્સાઇડ　　　ઍનિસોલ અથવા મિથૉક્સિ બેન્ઝિન



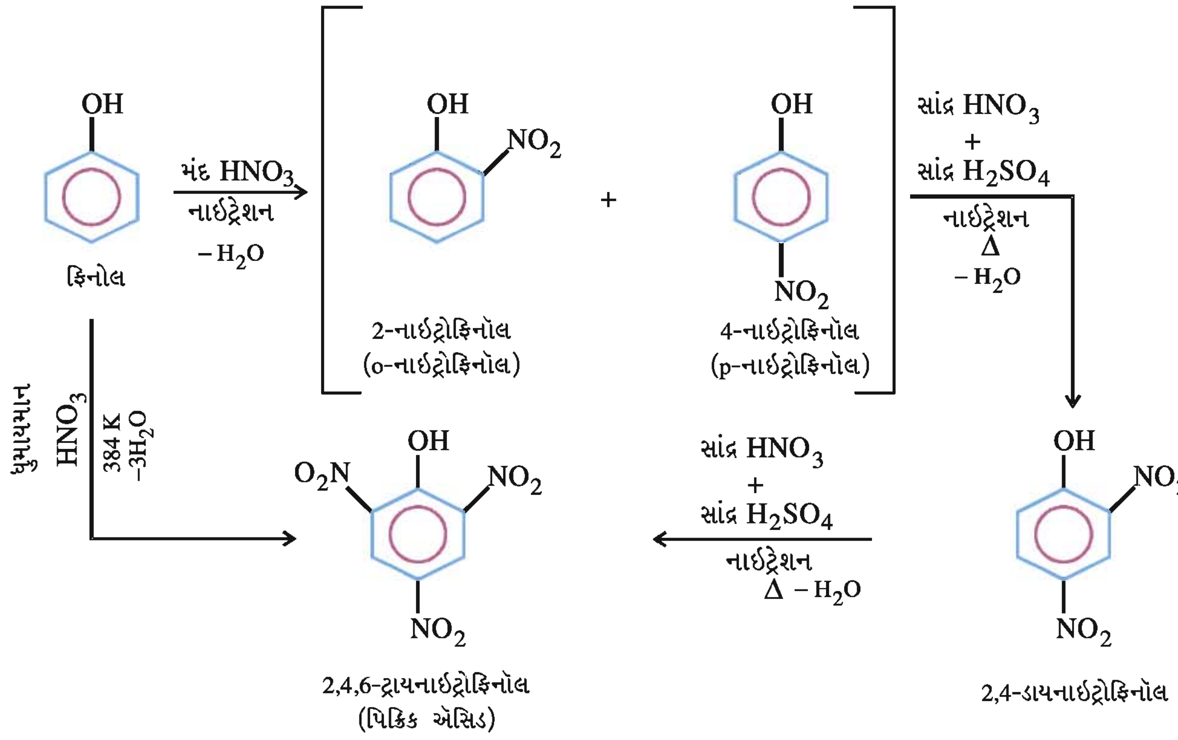
(iv) બેન્ઝિનનું બનવું : નિર્જળ ફિનૉલ અને ઝિંક પાઉડરના મિશ્રણને ગરમ કરતાં બેન્ઝિન અને ઝિંક ઑક્સાઇડ બને છે. આ પ્રક્રિયામાં ઍરોમેટિક કેન્દ્ર સાથે જોડાયેલો હાઇડ્રૉક્સિ સમૂહ દૂર થાય છે.



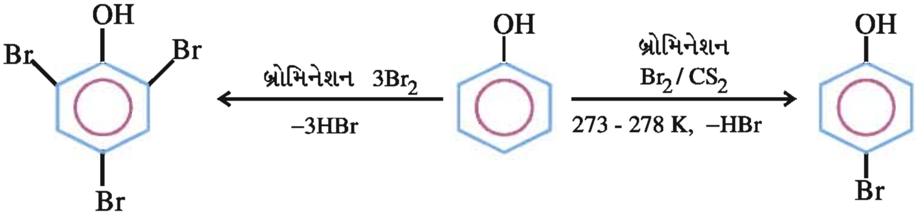
(2) ઍરોમેટિક વલયમાં થતી પ્રક્રિયાઓ :

(i) ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયા : ફિનૉલમાંનો હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ ઑર્થો-પૅરાનિર્દેશક હોવાથી, ફિનૉલની નાઇટ્રેશન અને બ્રોમિનેશન જેવી ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓથી ઑર્થો-પૅરા વ્યુત્પન્નો મળે છે.

(A) ફિનૉલનું નાઇટ્રેશન : સામાન્ય તાપમાને ફિનૉલ અને મંદ નાઇટ્રિક ઍસિડ વચ્ચેની રાસાયણિક પ્રક્રિયાથી 2–નાઇટ્રોફિનૉલ (ઑર્થો-નાઇટ્રોફિનૉલ) અને 4–નાઇટ્રોફિનૉલ (પૅરા-નાઇટ્રોફિનૉલ)નું મિશ્રણ બને છે. તેને પ્રથમ નાઇટ્રેશન પ્રક્રિયા કહે છે. તેનું દ્વિતીય નાઇટ્રેશન સાંદ્ર HNO_3 અને સાંદ્ર H_2SO_4ના મિશ્રણ સાથે ગરમ કરતાં 2, 4–ડાયનાઇટ્રોફિનૉલ અને તૃતીય નાઇટ્રેશનથી 2, 4, 6–ટ્રાયનાઇટ્રોફિનૉલ (પિક્રિક ઍસિડ) બને છે. ફિનૉલની સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાથી પણ પિક્રિક ઍસિડ મળે છે, પરંતુ આ પ્રક્રિયાથી મળતી નીપજનું પ્રમાણ ઓછું હોય છે.

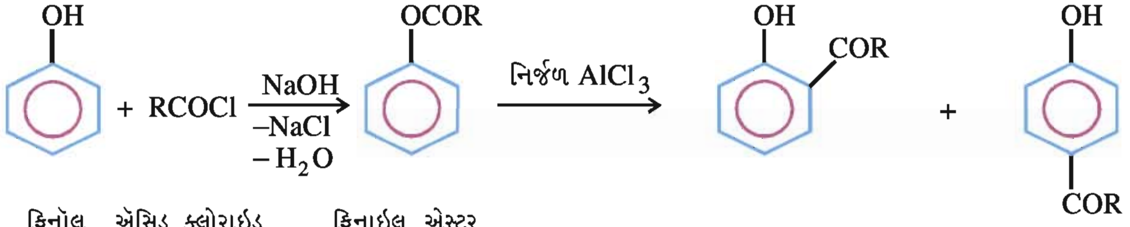


(B) ફિનૉલનું બ્રોમિનેશન : ફિનૉલમાં સામાન્ય તાપમાને બ્રોમિનજળ ઉમેરવાથી 2, 4, 6–ટ્રાયબ્રોમોફિનૉલના સફેદ અવક્ષેપ મળે છે. જ્યારે 273થી 278 K તાપમાને બ્રોમિનનું કાર્બન ડાયસલ્ફાઇડમાં બનાવેલું દ્રાવણ, ફિનૉલમાં ઉમેરવાથી 4–બ્રોમો ફિનૉલ મળે છે.

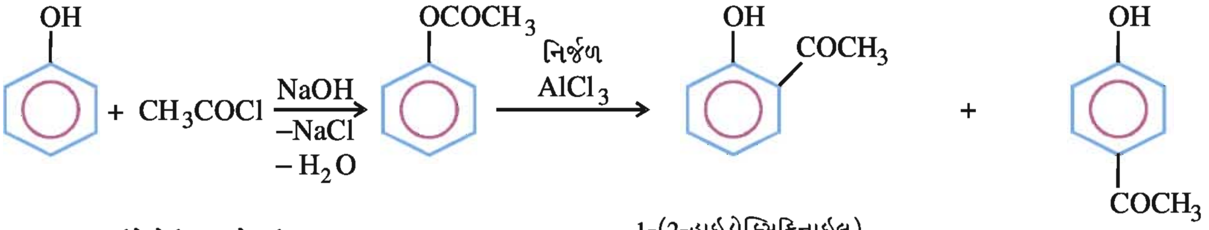


2,4,6-ટ્રાયબ્રોમોફિનૉલ   ફિનૉલ   4-બ્રોમોફિનૉલ (p-બ્રોમોફિનૉલ)

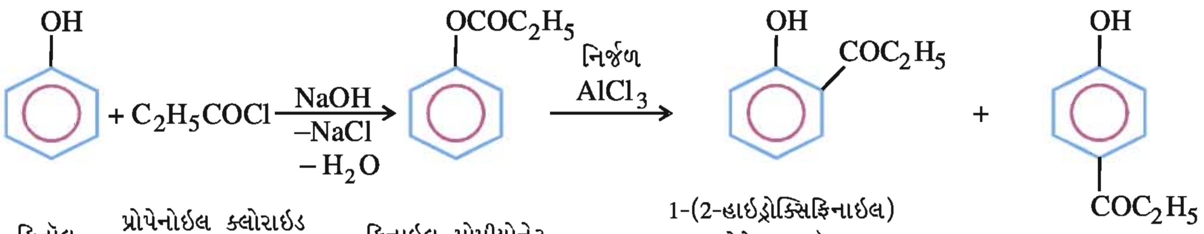
(ii) ફ્રાઈસ પુનર્વિન્યાસ : ફિનૉલમાંથી ફિનૉલિક કિટોન બનાવવા માટે, ફિનૉલની ઍસિડ ક્લોરાઇડ કે ઍસિડ એનહાઇડ્રાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરતાં ફિનાઇલ એસ્ટર બને છે. આ એસ્ટરની ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરતાં ફિનૉલિક ઑક્સિજન સાથે જોડાયેલ ઍસાઇલ સમૂહ (–COR) ઍરોમેટિક કેન્દ્રમાં તેના ઑર્થો અથવા પૅરા સ્થાને સ્થળાંતર (transfer) પામે છે. આ પ્રક્રિયાને ફ્રાઇસ પુનર્વિન્યાસ (Fries rearrangement) કહે છે.



ફિનૉલ   ઍસિડ ક્લોરાઇડ   ફિનાઇલ એસ્ટર   1-(2-હાઇડ્રોક્સિફિનાઇલ) આલ્કેન્-1-ઑન (o-હાઇડ્રોક્સિફિનાઇલ આલ્કાઇલ કિટોન)   1-(4-હાઇડ્રોક્સિફિનાઇલ) આલ્કેન્-1-ઑન (p-હાઇડ્રોક્સિફિનાઇલ આલ્કાઇલ કિટોન)

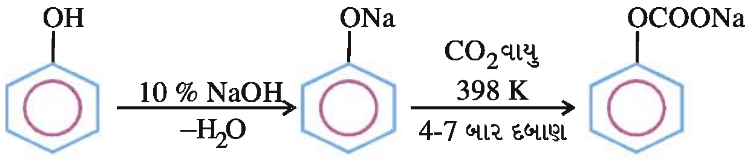


ફિનૉલ   ઇથેનોઇલ ક્લોરાઇડ (એસિટાઇલ ક્લોરાઇડ)   ફિનાઇલ ઍસિટેટ   1-(2-હાઇડ્રોક્સિફિનાઇલ) ઇથેન્-1-ઑન   1-(4-હાઇડ્રોક્સિફિનાઇલ) ઇથેન્-1-ઑન

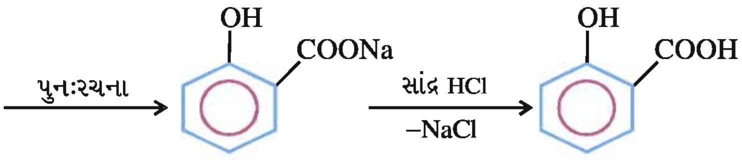


ફિનૉલ   પ્રોપેનોઇલ ક્લોરાઇડ (પ્રોપીયોનાઇલ ક્લોરાઇડ)   ફિનાઇલ પ્રોપીયોનેટ   1-(2-હાઇડ્રોક્સિફિનાઇલ) પ્રોપેન્-1-ઑન   1-(4-હાઇડ્રોક્સિફિનાઇલ) પ્રોપેન્-1-ઑન

(iii) કૉલ્બે-સ્મિટ્ પ્રક્રિયા : ફિનૉલને 10 % સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના જલીય દ્રાવણમાં ઓગાળી, બંધ પાત્રમાં 4–7 બાર દબાણે અને 398 K તાપમાને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે. આથી પ્રથમ તબક્કે અસ્થાયી ફિનૉક્સિ સોડિયમ ફોર્મેટ બને છે, જે પુનઃરચનાથી સોડિયમ-2-હાઇડ્રૉક્સિ બેન્ઝોએટ(સોડિયમ સેલિસિલેટ)માં ફેરવાય છે. પ્રક્રિયા પૂર્ણ થયા બાદ દ્રાવણને સાંદ્ર હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ વડે ઍસિડિક કરતાં 2–હાઇડ્રૉક્સિ બેન્ઝોઇક ઍસિડ(સેલિસિલિક ઍસિડ)ના સફેદ અવક્ષેપ મળે છે. 2–હાઇડ્રૉક્સિ બેન્ઝોઇક ઍસિડનો ઉપયોગ 2–ઍસિટાઇલૉક્સિ બેન્ઝોઇક ઍસિડ (ઍસ્પિરીન) અને મિથાઇલ 2–હાઇડ્રૉક્સિ બેન્ઝોએટ (મિથાઇલ સેલિસિલેટ) જેવાં વેદનાહર ઔષધો બનાવવામાં થાય છે.

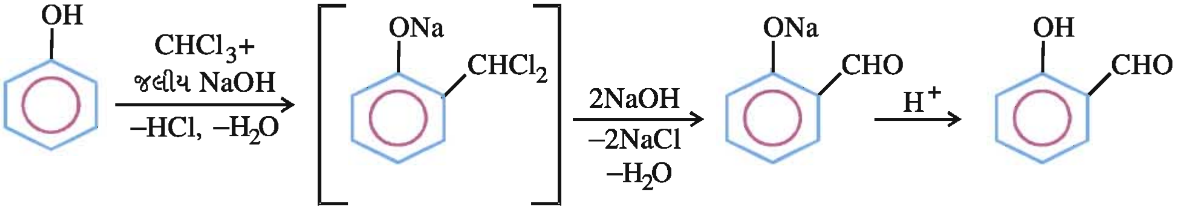


ફિનૉલ — સોડિયમ ફિનૉક્સાઇડ — ફિનૉક્સિ સોડિયમ ફોર્મેટ (અસ્થાયી)



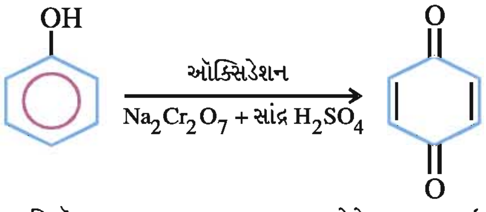
સોડિયમ-2-હાઇડ્રૉક્સિબેન્ઝોએટ (સોડિયમ સેલિસિલેટ) — 2-હાઇડ્રૉક્સિબેન્ઝોઇક ઍસિડ (સેલિસિલિક ઍસિડ)

(iv) રીમર-ટિમાન પ્રક્રિયા : ફિનૉલને જલીય સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણની હાજરીમાં ટ્રાયક્લોરો મિથેન (ક્લોરોફૉર્મ) સાથે ગરમ કરતાં, ઍરોમેટિક વલયમાં આલ્ડિહાઇડ સમૂહ દાખલ થાય છે. આ પ્રક્રિયાને રીમર-ટિમાન પ્રક્રિયા (Reimer–Tiemann reaction) કહે છે. મધ્યસ્થી સંયોજન તરીકે બનતા વિસ્થાપિત ડાયક્લોરો ફિનાઇલ મિથેન(બેન્ઝાલ ક્લોરાઇડ)નું આલ્કલાઇન માધ્યમમાં જળવિભાજન થઈ 2–હાઇડ્રૉક્સિ બેન્ઝાલ્ડિહાઇડ (સેલિસાલ્ડિહાઇડ) બને છે.



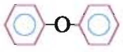
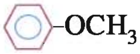
ફિનૉલ — મધ્યસ્થી સંયોજન — સોડિયમ-2-હાઇડ્રૉક્સિ બેન્ઝાલ્ડિહાઇડ — 2-હાઇડ્રૉક્સિબેન્ઝાલ્ડિહાઇડ (સેલિસાલ્ડિહાઇડ)

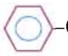
(v) ફિનૉલનું ઑક્સિડેશન : ક્રોમિક ઍસિડ ($Na_2Cr_2O_7$ + સાંદ્ર H_2SO_4) વડે ફિનૉલનું ઑક્સિડેશન થઈ 1,4–બેન્ઝોક્વિનોન બને છે.



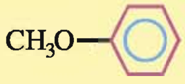
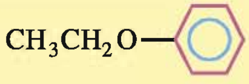
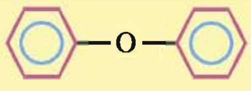
ફિનૉલ — સાયક્લોહેક્ઝા-2,5-ડાઇન-1,4-ડાયોન (1,4-બેન્ઝોક્વિનોન)

7.13 ઈથર સંયોજનોનું નામકરણ (Nomenclature of Ether Compounds)

ઈથરનું સામાન્ય સૂત્ર $R_1/Ar_1–O–R_2/Ar_2$ છે એ આપણે આ એકમની શરૂઆતમાં સમજ્યા. જ્યાં R_1 અને R_2 = આલ્કાઇલ અથવા આલ્કીનાઇલ અથવા આલ્કાઇનાઇલ સમૂહ તથા Ar_1 અને Ar_2 = ઍરાઇલ સમૂહ છે. જો ઈથર સંયોજનોમાંના ઑક્સિજન સાથે જોડાયેલા બંને હાઇડ્રોકાર્બન સમૂહ સમાન હોય, તો તેને **સાદા અથવા સમમિતીય ઈથર (Symmetrical ether)** કહેવાય છે. દા.ત., CH_3OCH_3, $C_2H_5OC_2H_5$,  વગેરે. જો ઈથરમાંના ઑક્સિજન સાથે જોડાયેલા બંને હાઇડ્રોકાર્બન સમૂહ જુદા હોય, તો તેને **મિશ્ર અથવા અસમમિતીય ઈથર (Unsymmetrical ether)** કહેવાય છે. દા.ત., $CH_3OCH_2CH_3$, $CH_3OCH_2CH_2CH_3$,  વગેરે.

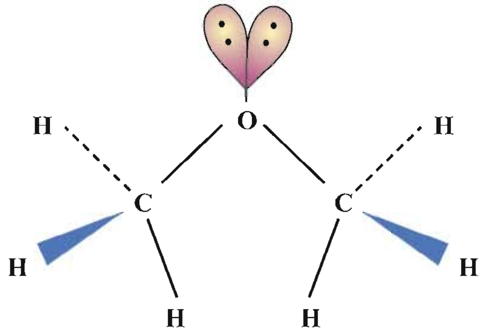
ઈથરના સામાન્ય નામકરણમાં ઑક્સિજન સાથે જોડાયેલા બે હાઇડ્રોકાર્બન સમૂહોને અંગ્રેજી મૂળાક્ષરોના ક્રમમાં લખ્યા બાદ અંતે 'ઈથર' શબ્દ મૂકવામાં આવે છે. જો બંને સમૂહ સમાન હોય તો નામ પહેલાં 'ડાય' પૂર્વગ જોડ્યા પછી અંતમાં 'ઈથર' શબ્દ મૂકવામાં આવે છે (જુઓ કોષ્ટક 7.5). **ઈથરના IUPAC નામકરણમાં ઈથરને આલ્કોક્સિ (RO–) અથવા ફિનૉક્સિ (ArO–) સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત થયેલ હાઇડ્રોકાર્બન તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે.** આલ્કોક્સિ અથવા ફિનૉક્સિ સમૂહના નામ માટે આલ્કાઇલ કે ફિનાઇલ સમૂહના નામના અંતેથી 'આઇલ (yl)' દૂર કરી 'ઑક્સિ (oxy)' પ્રત્યય લગાવવામાં આવે છે. દા.ત., CH_3O–(મિથૉક્સિ), C_2H_5O–(ઇથૉક્સિ), –(ફિનૉક્સિ). આમ, ઈથરમાંના ઑક્સિજન સાથે જોડાયેલી દીર્ઘતમ કાર્બનશૃંખલા ધરાવતા હાઇડ્રોકાર્બન નામની પૂર્વે વિસ્થાપક આલ્કોક્સિ અથવા ફિનૉક્સિ સમૂહના નામને પૂર્વગ તરીકે જોડીને ઈથરનું IUPAC નામ લખવામાં આવે છે. (જુઓ કોષ્ટક 7.5)

કોષ્ટક 7.5 ઈથર સંયોજનો

બંધારણીય સૂત્ર	IUPAC નામ	સામાન્ય નામ	પ્રકાર
$CH_3–O–CH_3$	મિથૉક્સિમિથેન	ડાયમિથાઇલ ઈથર	સમમિતીય
$CH_3–O–CH_2CH_3$	મિથૉક્સિઇથેન	ઇથાઇલ મિથાઇલ ઈથર	અસમમિતીય
$CH_3CH_2–O–CH_2CH_3$	ઇથૉક્સિઇથેન	ડાયઇથાઇલ ઈથર	સમમિતીય
	મિથૉક્સિબેન્ઝિન અથવા એનિસોલ	મિથાઇલ ફિનાઇલ ઈથર (એનિસોલ)	અસમમિતીય
	ઇથૉક્સિબેન્ઝિન	ઇથાઇલ ફિનાઇલ ઈથર (ફેનિટોલ)	અસમમિતીય
	ફિનૉક્સિબેન્ઝિન	ડાયફિનાઇલ ઈથર	સમમિતીય
$H_2C=CHCH_2OCH_3$	3–મિથૉક્સિપ્રોપ્–1–ઈન	મિથાઇલ પ્રોપીનાઇલ ઈથર	અસમમિતીય
$HC≡CCH_2OCH_3$	3–મિથૉક્સિપ્રોપ્–1–આઇન	મિથાઇલ પ્રોપાઇનાઇલ ઈથર	અસમમિતીય
$CH_2=CH–O–CH=CH_2$	ઇથિનૉક્સિઇથિન	ડાયવિનાઇલ ઈથર	સમમિતીય
$CH_3CH_2OCH(CH_3)CH_3$	2–ઇથૉક્સિપ્રોપેન	ઇથાઇલ આઇસોપ્રોપાઇલ ઈથર	અસમમિતીય

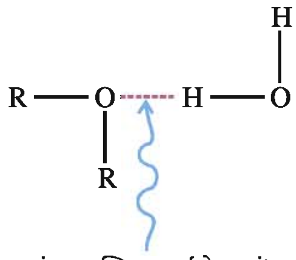
7.14 ઈથરનું ઇલેક્ટ્રૉનીય બંધારણ (Electronic Structure of Ether)

C–O	σ–બંધ
C અને O	sp^3 સંકરણ
C–O–C ખૂણો	111.7^0



7.15 ઈથરના ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical Properties of Ether)

સમાન આણ્વિયદળ ધરાવતા આલ્કોહૉલ કરતાં ઈથરના ઉત્કલનબિંદુ ખૂબ નીચાં હોય છે. કારણ કે ઈથરમાં આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ હોતા નથી. દા.ત., ઇથેનોલ (આણ્વિયદળ = 46 ગ્રામ મોલ$^{-1}$, ઉત્કલનબિંદુ = 351 K) કરતા મિથૉક્સિમિથેનનું (આણ્વિયદળ = 46 ગ્રામ મોલ$^{-1}$, ઉત્કલનબિંદુ = 248 K) ઉત્કલનબિંદુ અને બ્યુટેન્–1–ઑલ (આણ્વિયદળ = 74 ગ્રામ મોલ$^{-1}$, ઉત્કલનબિંદુ = 390 K) કરતા ઈથૉક્સિઇથેન (આણ્વિયદળ = 74 ગ્રામ મોલ$^{-1}$, ઉત્કલનબિંદુ = 308 K)નું ઉત્કલનબિંદુ ખૂબ નીચું હોય છે. ઈથર, પાણીના અણુ સાથે આલ્કોહૉલની જેમ આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ બનાવે છે. તેથી ઈથરની પાણીમાં દ્રાવ્યતા તેને સમાન આણ્વિયદળ ધરાવતાં આલ્કોહૉલ જેટલી હોય છે. દા.ત., 298 K તાપમાને, સમાન આણ્વિયદળ ધરાવતા બ્યુટેન્–1–ઑલ અને ઈથૉક્સિઇથેનની 100 ગ્રામ પાણીમાં દ્રાવ્યતા આશરે 8 ગ્રામ જેટલી છે.



ઈથર અને પાણીના અણુઓ વચ્ચે આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ

7.16 ઈથરની બનાવટ (Preparation of Ethers)

ઈથરની બનાવટ માટે મુખ્યત્વે બે પદ્ધતિઓ પ્રચલિત છે :

(1) આલ્કોહૉલના નિર્જળીકરણ દ્વારા : આલ્કોહૉલનું નિર્જળીકરણ ઍસિડની હાજરીમાં શક્ય બને છે. આ પ્રક્રિયાની નીપજ આલ્કીન હશે કે ઈથર તેનો આધાર પ્રક્રિયાની પરિસ્થિતિ પર રહેલો છે. દા.ત., ઇથેનોલનું સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની હાજરીમાં 443 K તાપમાને નિર્જળીકરણ કરવાથી ઇથિન બને છે અને 413 K તાપમાને કરવાથી મુખ્ય નીપજ તરીકે ઇથૉક્સિઇથેન મળે છે.

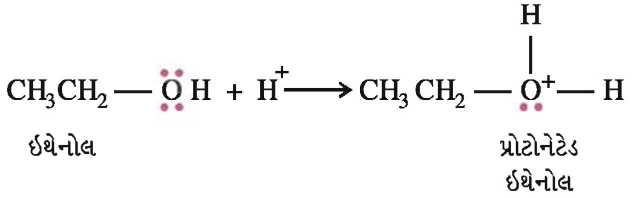
$$\underset{\text{ઇથેનોલ}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow[443\ K]{\text{વધુ સાંદ્ર } H_2SO_4} \underset{\text{ઇથિન}}{H_2C{=}CH_2}$$

$$\underset{\text{ઇથેનોલ}}{2CH_3CH_2OH} \xrightarrow[413\ K]{\text{સાંદ્ર } H_2SO_4} \underset{\substack{\text{ઇથૉક્સિઇથેન} \\ \text{(ડાયઇથાઇલ ઈથર)}}}{C_2H_5OC_2H_5}$$

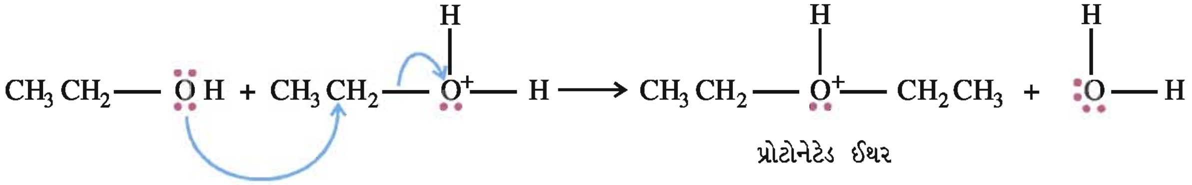
બે મોલ ઇથેનોલ અને સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની 413 K તાપમાને પ્રક્રિયા થવાથી મળતા ઇથૉક્સિઇથેનનું ઉત્કલનબિંદુ 308 K જેટલું નીચું હોવાથી પ્રક્રિયાના તાપમાને તે બાષ્પ સ્વરૂપે મળે છે. બાષ્પને જળશીતકમાંથી પસાર કરી ઠંડી પાડતાં પ્રવાહી ઈથર મળે છે. આ પ્રક્રિયામાં જો એક તરફથી ઇથેનોલ સતત ઉમેરવામાં આવે અને બીજી તરફથી સતત પ્રવાહી ઇથૉક્સિઇથેન મળે તેવું આયોજન કરવામાં આવે, તો આ પદ્ધતિને સતત ઈથરીકરણ કહે છે. ઈથરનું ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન આ પદ્ધતિ વડે થાય છે.

ક્રિયાવિધિ :

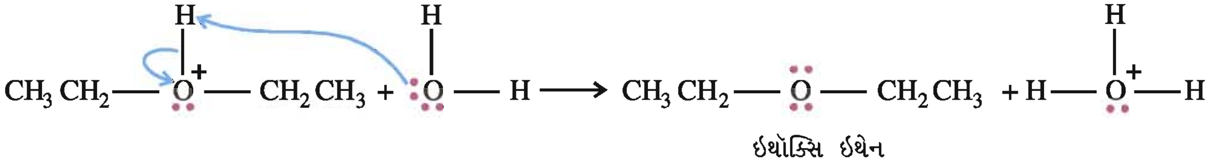
તબક્કો 1 : આલ્કોહૉલ, સલ્ફ્યુરિક ઍસિડનો પ્રોટોન સ્વીકારી પ્રોટોનેટેડ આલ્કોહૉલ બને છે.



તબક્કો 2 : આલ્કોહૉલનો બીજો અણુ કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયક તરીકે વર્તી પ્રોટોનેટેડ આલ્કોહૉલ પર હુમલો કરે છે.



તબક્કો 3 : પ્રોટોનેટેડ ઈથરમાંથી પ્રોટોન દૂર થઈ ઈથર બને છે.

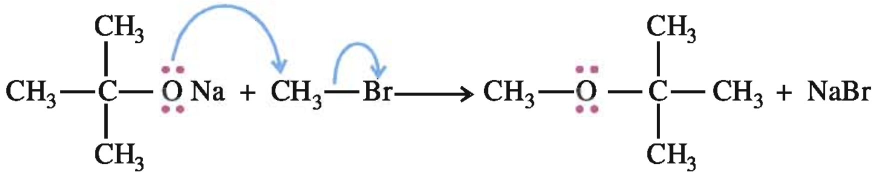


(2) વિલિયમસન સંશ્લેષણ દ્વારા : અંગ્રેજ રસાયણવિજ્ઞાની ઍલેક્ઝાન્ડર વિલિયમ વિલિયમસન્સે (Alexander William Williamson) અસમમિતીય ઈથરના સંશ્લેષણ માટેની કેન્દ્રાનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયા શોધી હતી. આ પ્રક્રિયાને વિલિયમસન સંશ્લેષણ કહે છે. આ સંશ્લેષણ, સોડિયમ આલ્કોક્સાઇડ અને હેલોઆલ્કેનની દ્વિઆણ્વિય કેન્દ્રાનુરાગી વિસ્થાપન (SN^2) પ્રક્રિયા છે.

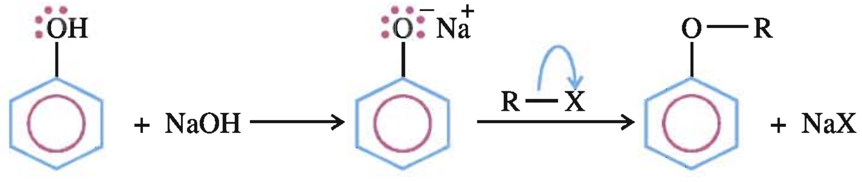
$$R-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}Na + R'-X \longrightarrow R-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}-R' + NaX$$

સોડિયમ આલ્કોક્સાઇડ   હેલો આલ્કેન   અસમમિતીય ઈથર

સોડિયમ આલ્કોક્સાઇડમાં –R તરીકે દ્વિતીયક કે તૃતીયક આલ્કાઇલ સમૂહ હોય તોપણ ઈથરનું સંશ્લેષણ આ પ્રક્રિયાથી થઈ શકે છે.



પ્રાથમિક હેલોઆલ્કેન જ ઈથરનું સંશ્લેષણ સરળતાથી કરી શકે છે. જો દ્વિતીયક કે તૃતીયક હેલોઆલ્કેન વાપરવામાં આવે તો વિલોપન (elimination) પ્રક્રિયા થઈ આલ્કીન બને છે. આ પ્રક્રિયાથી ફિનોલમાંથી પણ ઈથર બનાવી શકાય છે.



ફિનોલ આલ્કોક્સિ બેન્ઝિન

7.17 ઈથરની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ (Chemical Reactions of Ether)

ઈથર સંયોજનોની રાસાયણિક ક્રિયાશીલતા પ્રમાણમાં ઓછી હોવાથી તેનું ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન થતું નથી. ઉપરાંત સક્રિય ધાતુ કે બેઇઝ સાથે પણ પ્રક્રિયા થતી નથી. પરંતુ પ્રબળ ઍસિડ સાથે કેટલીક પ્રક્રિયાઓ આપે છે. સામાન્ય રીતે ઈથરમાં બે પ્રકારની પ્રક્રિયાઓ થાય છે :

(1) C–O બંધ તૂટવાથી થતી પ્રક્રિયાઓ

(2) ઍરોમેટિક વલયમાં થતી ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ

(1) C–O બંધ તૂટવાથી થતી પ્રક્રિયાઓ :

(i) મંદ ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયા : ઇથૉક્સિઇથેન (ડાયઇથાઇલ ઈથર) અને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના મિશ્રણને બંધ પાત્રમાં દબાણ હેઠળ ગરમ કરતાં જળવિભાજનથી બે મોલ ઇથેનોલ મળે છે.

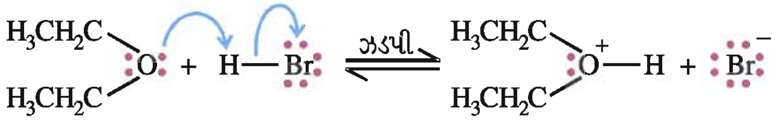
$$\underset{\text{ઇથૉક્સિઇથેન}}{CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3}+H_2O \xrightarrow[\Delta,\ \text{દબાણ}]{\text{જળવિભાજન, મંદ } H_2SO_4} \underset{\text{ઇથેનોલ}}{2CH_3CH_2OH}$$

(ii) હાઇડ્રોજન હેલાઇડ સાથે પ્રક્રિયા : ઇથૉક્સિઇથેન અને બે મોલ સાંદ્ર હાઇડ્રોબ્રોમાઇડના મિશ્રણને ઊંચા તાપમાને ગરમ કરતાં બે મોલ બ્રોમોઇથેન મળે છે.

$$\underset{\text{ઇથૉક્સિ ઇથેન}}{CH_3CH_2OCH_2CH_3} + \underset{\text{હાઇડ્રોજન બ્રોમાઇડ}}{2HBr} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{બ્રોમોઇથેન}}{2CH_3CH_2Br} + H_2O$$

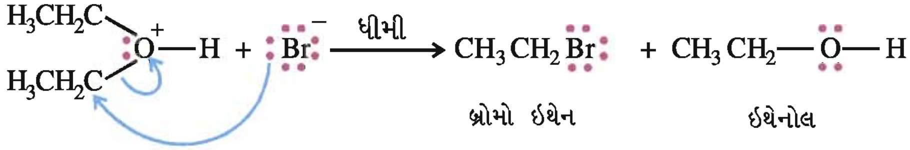
ક્રિયાવિધિ :

તબક્કો 1 : ઇથૉક્સિઇથેન, હાઇડ્રોજન બ્રોમાઇડનો પ્રોટોન સ્વીકારી પ્રોટોનેટેડ ઈથરમાં ફેરવાય છે.



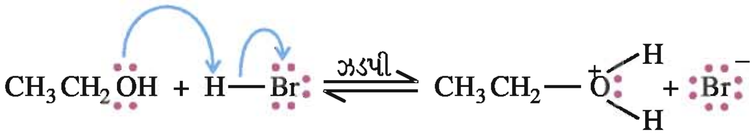
પ્રોટોનેટેડ ઈથર

તબક્કો 2 : બ્રોમાઇડ આયન કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયક તરીકે વર્તી પ્રોટોનેટેડ ઈથરના કાર્બન પર હુમલો કરે છે. આ તબક્કા દરમિયાન એક મોલ બ્રોમોઇથેન (ઇથાઇલ બ્રોમાઇડ) અને એક મોલ ઇથેનોલ બને છે.



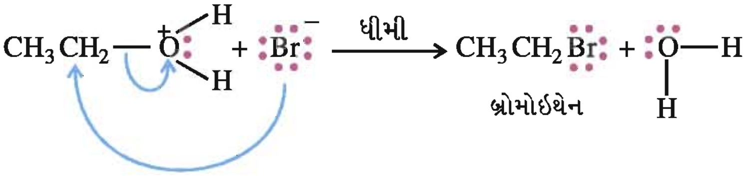
બ્રોમો ઇથેન ઇથેનોલ

તબક્કો 3 : ઇથેનોલ, હાઇડ્રોજન બ્રોમાઇડનો પ્રોટોન સ્વીકારી પ્રોટોનેટેડ ઇથેનોલમાં ફેરવાય છે.



પ્રોટોનેટેડ ઇથેનોલ

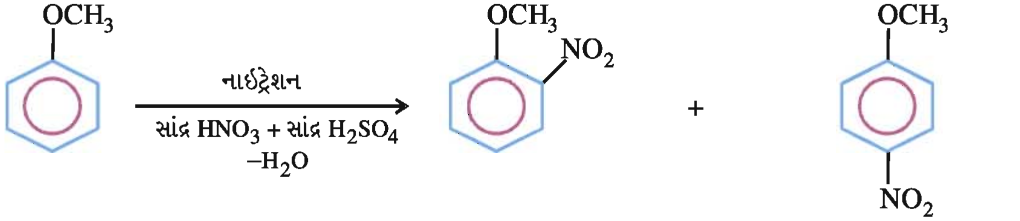
તબક્કો 4 : બ્રોમાઇડ આયન કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયક તરીકે વર્તી પ્રોટોનેટેડ ઇથેનોલના કાર્બન પર હુમલો કરે છે. આ તબક્કા દરમિયાન બ્રોમોઇથેન અને પાણી બને છે.



બ્રોમોઇથેન

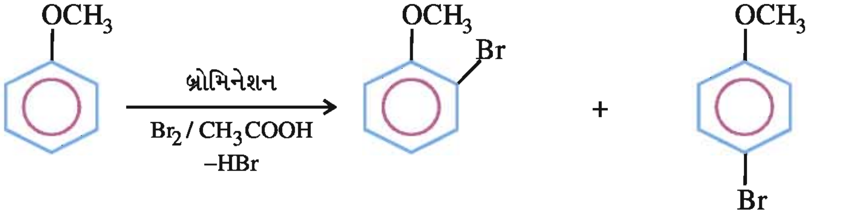
(2) ઍરોમેટિક વલયમાં થતી ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ : આલ્કોક્સિ એરિન (આલ્કાઇલ એરાઇલ ઈથર) સંયોજનોમાં –OR સમૂહ ઑર્થો-પૅરાનિર્દેશક હોવાથી, તેની ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ દરમિયાન ઑર્થો-પૅરા નીપજનું મિશ્રણ મળે છે. આ પ્રક્રિયાઓ એનિસોલના ઉદાહરણ દ્વારા સમજીએ.

(i) નાઇટ્રેશન : એનિસોલની સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડ અને સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના મિશ્રણ સાથેની નાઇટ્રેશન પ્રક્રિયાથી 1–મિથૉક્સિ–2–નાઇટ્રોબેન્ઝિન (o–નાઇટ્રોએનિસોલ) અને 1–મિથૉક્સિ –4–નાઇટ્રોબેન્ઝિન(p–નાઇટ્રોએનિસોલ)નું મિશ્રણ મળે છે.



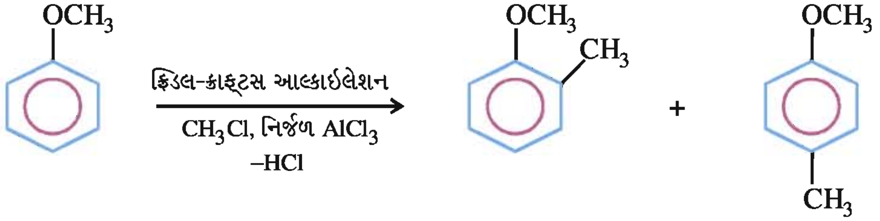
એનિસોલ | 1-મિથૉક્સિ-2-નાઇટ્રોબેન્ઝિન (o-નાઇટ્રોઍનિસોલ) | 1-મિથૉક્સિ-4-નાઇટ્રોબેન્ઝિન (p-નાઇટ્રોઍનિસોલ)

(ii) બ્રોમિનેશન : એનિસોલની એસિટિક એસિડમાં બ્રોમિન સાથેની બ્રોમિનેશન પ્રક્રિયાથી 1–બ્રોમો–2–મિથૉક્સિબેન્ઝિન (o–બ્રોમોએનિસોલ) અને 1–બ્રોમો–4–મિથૉક્સિબેન્ઝિન (p–બ્રોમોએનિસોલ) મળે છે.



એનિસોલ | 1-બ્રોમો-2-મિથૉક્સિબેન્ઝિન (o-બ્રોમોએનિસોલ) | 1-બ્રોમો-4-મિથૉક્સિબેન્ઝિન (p-બ્રોમોઍનિસોલ)

(iii) ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ આલ્કાઈલેશન : નિર્જળ ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડની હાજરીમાં ઍનિસોલની ક્લોરોમિથેન (મિથાઇલ ક્લોરાઇડ) સાથેની ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ આલ્કાઈલેશન પ્રક્રિયાથી 1-મિથૉક્સિ-2-મિથાઇલબેન્ઝિન (o-મિથૉક્સિટૉલ્યુઇન) અને 1-મિથૉક્સિ-4-મિથાઇલબેન્ઝિન (p-મિથૉક્સિ ટૉલ્યુઇન) મળે છે.

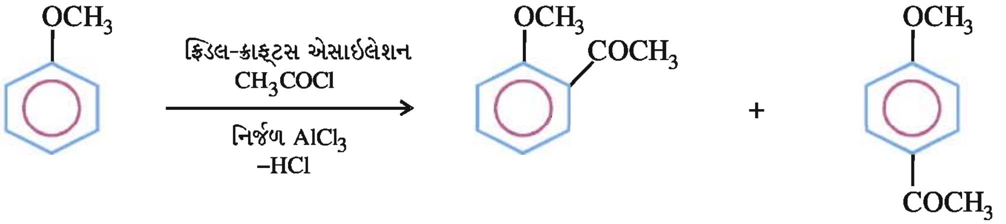


ઍનિસોલ

1-મિથૉક્સિ-2-મિથાઇલબેન્ઝિન (o-મિથૉક્સિ ટૉલ્યુઇન)

1-મિથૉક્સિ-4-મિથાઇલબેન્ઝિન (p-મિથૉક્સિ ટૉલ્યુઇન)

(iv) ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ એસાઈલેશન : નિર્જળ ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડની હાજરીમાં ઍનિસોલની ઇથેનોઇલક્લોરાઇડ (ઍસિટાઇલ ક્લોરાઇડ) સાથેની ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ એસાઈલેશન પ્રક્રિયાથી 1-(2-મિથૉક્સિફિનાઇલ) ઇથેન્-1-ઑન (o-મિથૉક્સિ એસિટોફિનોન) અને 1-(4-મિથૉક્સિફિનાઇલ) ઇથેન્-1-ઑન (p-મિથૉક્સિ એસિટોફિનોન) મળે છે.



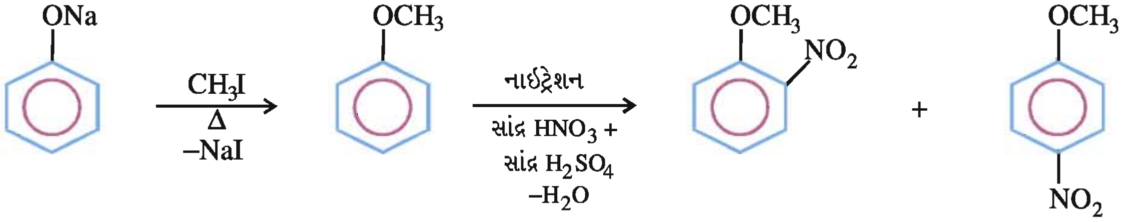
ઍનિસોલ

1-(2-મિથૉક્સિફિનાઇલ)ઇથેન્-1-ઑન (o-મિથૉક્સિ ઍસિટોફિનોન)

1-(4-મિથૉક્સિફિનાઇલ)ઇથેન્-1-ઑન (p-મિથૉક્સિ ઍસિટોફિનોન)

કેટલાંક કાર્બનિક પરિવર્તનો :

(1) સોડિયમ ફિનૉક્સાઇડમાંથી 1-મિથૉક્સિ-2-નાઇટ્રોબેન્ઝિન અને 1-મિથૉક્સિ-4-નાઇટ્રોબેન્ઝિન :



સોડિયમ ફિનૉક્સાઇડ

ઍનિસોલ

1-મિથૉક્સિ-2-નાઇટ્રોબેન્ઝિન (o-નાઇટ્રોઍનિસોલ)

1-મિથૉક્સિ-4-નાઇટ્રોબેન્ઝિન (p-નાઇટ્રોઍનિસોલ)

(2) ઍસિટિક ઍસિડમાંથી ઇથેનાલ (ઍસિટાલ્ડિહાઇડ) :

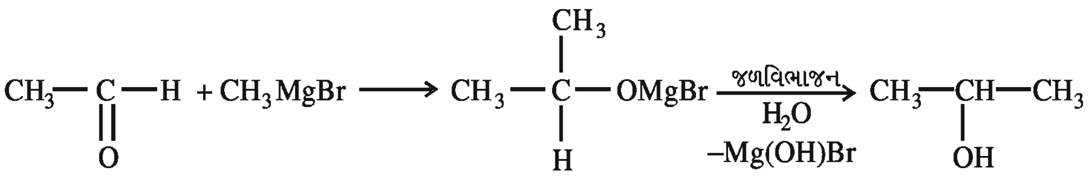
$$\underset{\text{ઍસિટિક ઍસિડ}}{CH_3COOH} \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } LiAlH_4} \underset{\text{ઇથેનોલ}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow[CH_2Cl_2]{\text{પિરિડિનિયમ ક્લોરો ક્રોમેટ (PCC)}} \underset{\text{ઇથેનાલ (ઍસિટાલ્ડિહાઇડ)}}{CH_3CHO}$$

(3) ઈથેનોલમાંથી બ્રોમોઈથેન :

$$2CH_3CH_2OH \xrightarrow[413\,K,\ -H_2O]{H_2SO_4} C_2H_5OC_2H_5 \xrightarrow[\Delta]{2HBr} 2CH_3CH_2Br + H_2O$$

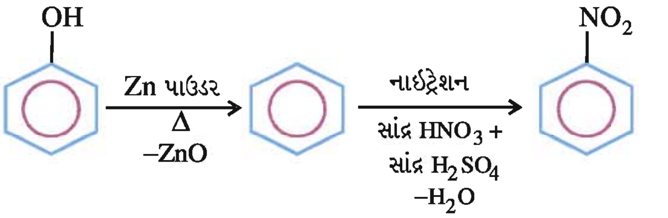
ઈથેનોલ ઈથૉક્સિઈથેન બ્રોમોઈથેન

(4) ઈથેનાલમાંથી પ્રોપેન્-2-ઑલ :



ઈથેનાલ મિથાઇલ મૅગ્નેશિયમ બ્રોમાઇડ પ્રોપેન્-2-ઑલ

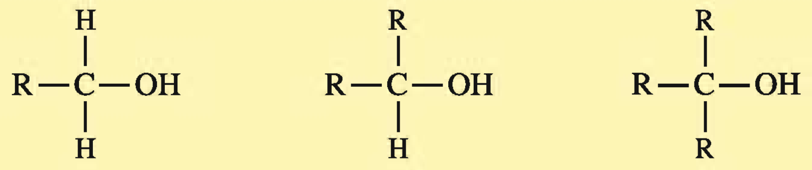
(5) ફિનૉલમાંથી નાઇટ્રોબેન્ઝિન :



ફિનોલ બેન્ઝિન નાઇટ્રોબેન્ઝિન

સારાંશ

- હાઇડ્રોકાર્બનના સંતૃપ્ત કાર્બન સાથે જોડાયેલા હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ (–OH) વડે થાય તો આલ્કોહૉલ બને છે. આલ્કોહૉલનું સામાન્ય સૂત્ર R–OH છે. જ્યાં R = આલ્કાઇલ (alkyl) અથવા આલ્કીનાઇન (alkenyl) અથવા આલ્કાઇનાઇલ (alkynyl) અથવા ઍરાઇલ આલ્કાઇલ (aryl alkyl) છે.
- જો ઍરોમેટિક કેન્દ્રના કાર્બનના હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ વડે થાય તો ફિનૉલ બને છે. ફિનૉલનું સામાન્ય સૂત્ર Ar–OH છે. જ્યાં Ar = ઍરાઇલ સમૂહ છે.
- જે આલ્કોહૉલ અથવા ફિનૉલના હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહમાંના હાઇડ્રોજનનું વિસ્થાપન આલ્કાઇલ અથવા આલ્કીનાઇન અથવા આલ્કાઇનાઇલ અથવા ઍરાઇલ સમૂહ વડે થાય તો ઈથર બને છે. ઈથરનું સામાન્ય સૂત્ર R_1/Ar_1–O–R_2/Ar_2 છે, જ્યાં R_1 અને R_2 = આલ્કાઇલ અથવા આલ્કીનાઇલ અથવા આલ્કાઇનાઇલ તથા Ar_1 અને Ar_2 = ઍરાઇલ સમૂહ છે.
- જે આલ્કોહૉલમાં હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ પ્રાથમિક કાર્બન સાથે જોડાયેલો હોય તેને પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ, દ્વિતીયક કાર્બન સાથે જોડાયેલો હોય તેને દ્વિતીયક આલ્કોહૉલ અને તૃતીયક કાર્બન સાથે જોડાયેલા હોય તેને તૃતીયક આલ્કોહૉલ કહે છે.



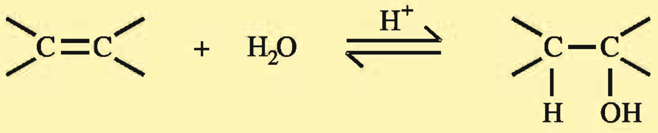
પ્રાથમિક (1^0) આલ્કોહૉલ   દ્વિતીયક (2^0) આલ્કોહૉલ   તૃતીયક (3^0) આલ્કોહૉલ

આલ્કોહૉલના ભૌતિક ગુણધર્મો : લગભગ સમાન આણ્વિયદળ ધરાવતા આલ્કેન કરતા આલ્કોહૉલના ઉત્કલનબિંદુ ઊંચા હોય છે. પ્રાથમિક આલ્કોહૉલની રેખીય શ્રેણીમાં જેમ કાર્બનસંખ્યા ક્રમશઃ વધે તેમ આલ્કોહૉલનું ઉત્કલનબિંદુ ક્રમશઃ વધે છે. સમાન આણ્વિય સૂત્ર ધરાવતા પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ કરતાં દ્વિતીયક આલ્કોહૉલનું અને દ્વિતીયક આલ્કોહૉલ કરતાં તૃતીયક આલ્કોહૉલનું ઉત્કલનબિંદુ નીચું હોય છે. આલ્કોહૉલમાં હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહની સંખ્યા વધે તેમ ઉત્કલનબિંદુ અને પાણીમાં દ્રાવ્યતામાં વધારો થાય છે.

આલ્કોહૉલની બનાવટ :

(1) આલ્કીન સંયોજનોમાંથી આલ્કોહૉલ :

(i) ઍસિડ ઉદ્દીપકીય હાઇડ્રેશન દ્વારા :



આલ્કીન   આલ્કોહૉલ

(ii) હાઇડ્રોબોરેશન–ઑક્સિડેશન દ્વારા :

$$3(CH_3CH{=}CH_2) \xrightarrow[\text{હાઇડ્રોબોરેશન}]{(BH_3)_2} (CH_3CH_2CH_2)_3\,B \xrightarrow[\text{ઑક્સિડેશન}]{H_2O_2/OH^-} 3CH_3CH_2CH_2OH$$

પ્રોપીન   ટ્રાયપ્રોપાઇલ બોરેન   પ્રોપેન્ -1-ઑલ

(2) કાર્બોનિલ સંયોજનોમાંથી આલ્કોહૉલ :

(i) આલ્ડિહાઇડ અને કિટોનના રિડક્શન દ્વારા :

$$4RCHO \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } NaBH_4} 4RCH_2OH$$

આલ્ડિહાઇડ 1^0 આલ્કોહૉલ

$$4R_1COR_2 \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } NaBH_4} 4R_1-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-R_2$$

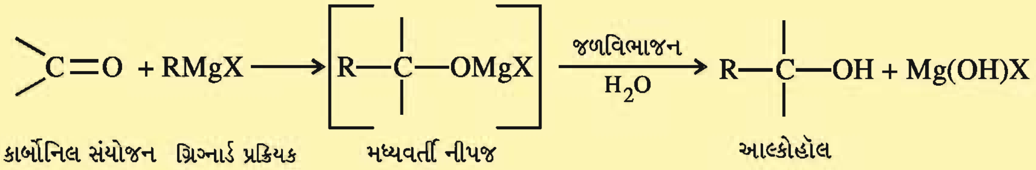
કિટોન 2^0 આલ્કોહૉલ

(ii) કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ અથવા એસ્ટરના રિડક્શન દ્વારા :

$$\underset{\text{કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ}}{RCOOH} \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } LiAlH_4} \underset{1^0\text{ - આલ્કોહૉલ}}{RCH_2OH}$$

$$\underset{\text{ઍસ્ટર}}{R_1COOR_2} \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } LiAlH_4} \underset{1^0\text{આલ્કોહૉલ}}{R_1CH_2OH} + \underset{1^0\text{આલ્કોહૉલ}}{R_2OH}$$

(3) ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક દ્વારા આલ્કોહૉલ :



(4) આથવણ પદ્ધતિ દ્વારા :

$$\underset{\text{ખાંડ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[\text{ઉત્સેચક}]{\text{ઇન્વર્ટેઝ}} \underset{\text{ગ્લુકોઝ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ફ્રુક્ટોઝ}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$\underset{\text{ગ્લુકોઝ અથવા ફ્રુક્ટોઝ}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[\text{ઉત્સેચક}]{\text{ઝાયમેઝ}} \underset{\text{ઇથેનોલ}}{2C_2H_5OH} + 2CO_2$$

આલ્કોહૉલની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ :

(1) O–H બંધ તૂટવાથી થતી પ્રક્રિયાઓ :

(i) સક્રિય ધાતુ સાથેની પ્રક્રિયા :

$$\underset{\text{મિથેનોલ}}{2CH_3OH} + \underset{\text{સોડિયમ ધાતુ}}{2Na} \longrightarrow \underset{\text{સોડિયમ મિથોક્સાઇડ}}{2CH_3ONa} + H_2(g)$$

$$\underset{\text{ઇથેનોલ}}{2CH_3CH_2OH} + \underset{\text{મૅગ્નેશિયમ ધાતુ}}{Mg} \longrightarrow \underset{\text{મૅગ્નેશિયમ ઇથૉક્સાઇડ}}{(CH_3CH_2O)_2Mg} + H_2(g)$$

(ii) ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયા :

$$\underset{\text{આલ્કોહૉલ}}{R-OH} + \underset{\text{ઍસિડ}}{R'-COOH} \overset{H^+}{\rightleftharpoons} \underset{\text{ઍસ્ટર}}{R'COOR} + H_2O$$

(iii) ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયા :

$$\underset{1^0\ \text{આલ્કોહૉલ}}{R-CH_2OH} \xrightarrow[\substack{Na_2Cr_2O_7/H_2SO_4 \\ H_2O}]{[O]} \underset{\text{આલ્ડિહાઇડ}}{R-CHO} \xrightarrow[Na_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[O]} \underset{\text{કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ}}{R-COOH}$$

$$\underset{1^0\text{આલ્કોહૉલ}}{R-CH_2OH} \xrightarrow[CH_2Cl_2]{PCC\,[O]} \underset{\text{આલ્ડિહાઇડ}}{R-CHO}$$

$$\underset{2^0\ \text{આલ્કોહૉલ}}{R-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-R'} \xrightarrow[Na_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[O]} \underset{\text{કિટોન}}{R-\underset{O}{\underset{\|}{C}}-R'}$$

(2) C–O બંધ તૂટવાથી થતી પ્રક્રિયાઓ :

(i) હેલોજન ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયા (લ્યુકાસ કસોટી) :

$$\underset{\text{આલ્કોહૉલ}}{R-OH} + \underset{\text{સાંદ્ર હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ}}{HCl} \xrightarrow[\Delta]{\text{નિર્જળ } ZnCl_2} \underset{\text{ક્લોરો આલ્કેન}}{R-Cl} + H_2O$$

(ii) ફૉસ્ફરસ ટ્રાયબ્રોમાઇડ સાથેની પ્રક્રિયા :

$$\underset{\substack{1^0 \text{ અને } 2^0 \\ \text{આલ્કોહૉલ}}}{3(R-OH)} + \underset{\text{ફૉસ્ફરસ ટ્રાયબ્રોમાઇડ}}{PBr_3} \xrightarrow[\Delta]{} \underset{\text{બ્રોમો આલ્કેન}}{3(R-Br)} + \underset{\text{ફૉસ્ફરસ ઍસિડ}}{H_3PO_3}$$

(iii) આલ્કોહૉલનું નિર્જળીકરણ :

$$\underset{\text{આલ્કોહૉલ}}{-\underset{H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}-\underset{OH}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}-} \xrightarrow[373 - 473\ K]{\substack{85\ \%\ H_3PO_4/ \\ \text{સાંદ્ર}\ H_2SO_4}} \underset{\text{આલ્કીન}}{>C=C<} + H_2O$$

આલ્કોહૉલની નિર્જળીકરણ પ્રક્રિયા થવાની સરળતાનો ક્રમ

3^0 આલ્કોહૉલ > 2^0 આલ્કોહૉલ > 1^0 આલ્કોહૉલ

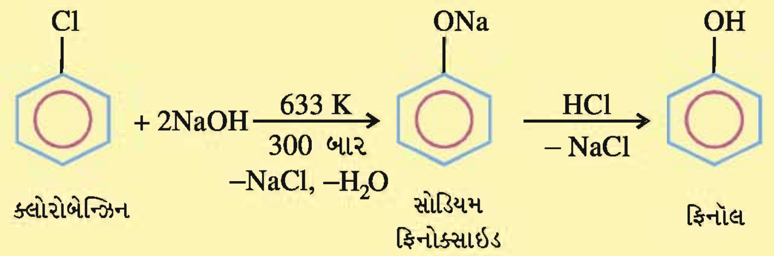
(iv) આલ્કોહૉલનું રિડક્શન :

$$\underset{\text{આલ્કોહૉલ}}{R-OH} + \underset{\substack{\text{સાંદ્ર હાઇડ્રો} \\ \text{આયોડિક ઍસિડ}}}{2HI} \xrightarrow[\Delta]{\text{લાલ ફૉસ્ફરસ}} \underset{\text{આલ્કેન}}{R-H} + I_2 + H_2O$$

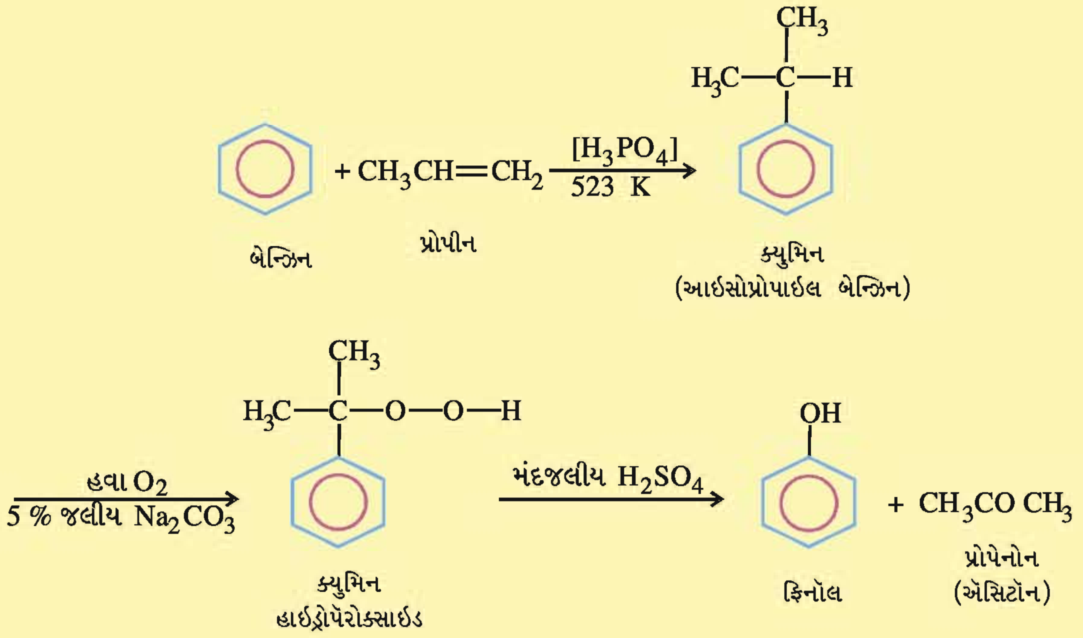
ફિનૉલના ભૌતિક ગુણધર્મો : લગભગ સમાન આણ્વિયદળ ધરાવતા ટૉલ્યુઇન (એરિન સંયોજનો) અને ફ્લૉરોબેન્ઝિન (હેલોએરિન સંયોજનો) કરતાં ફિનૉલનું ઉત્કલનબિંદુ તથા પાણીમાં દ્રાવ્યતા વધુ હોય છે. નાઇટ્રોફિનૉલ જેવા ઑર્થોવિસ્થાપિત ફિનૉલનું ગલનબિંદુ તથા પાણીમાં દ્રાવ્યતા તેના મેટા– અને પૅરા–સમઘટકો કરતાં ઓછી જોવા મળે છે. ફિનૉલનું જલીય દ્રાવણ ઍસિડિક સ્વભાવ દર્શાવે છે.

ફિનૉલની બનાવટ :

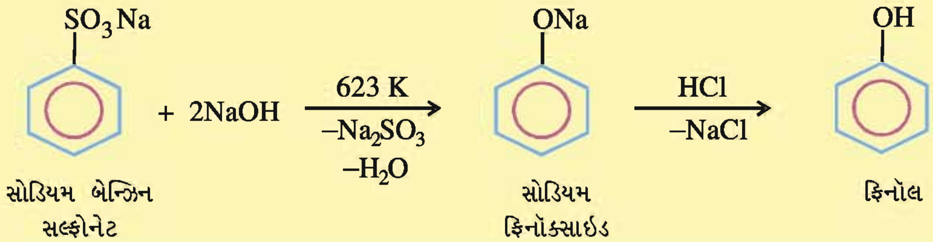
(1) ડાઉ પદ્ધતિ :



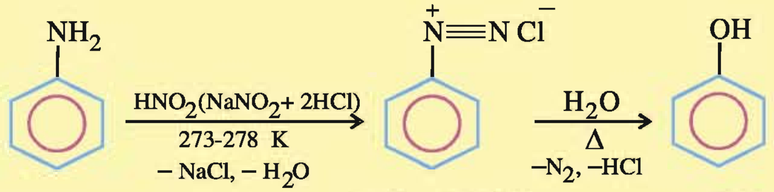
(2) ક્યુમિન પદ્ધતિ :



(3) સોડિયમ બેન્ઝિન સલ્ફોનેટમાંથી :



(4) ડાયએઝોનિયમ ક્ષારમાંથી :

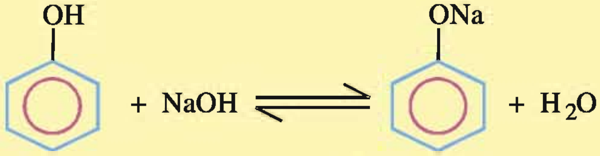


એનિલીન અથવા બેન્ઝિનેમાઇન | બેન્ઝિનડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડ | ફિનૉલ

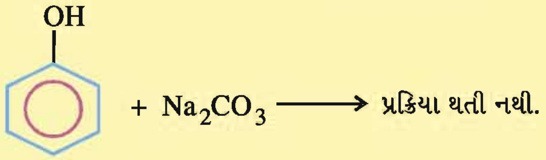
ફિનૉલની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ :

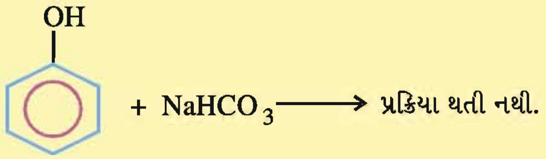
(1) –OH સમૂહને કારણે થતી પ્રક્રિયાઓ :

(i) ક્ષારનું બનવું :



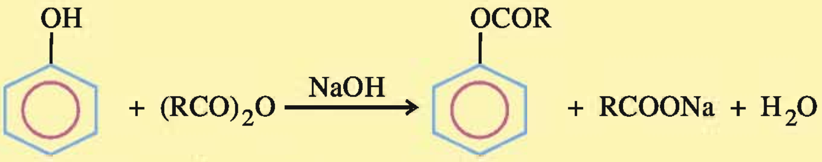
ફિનૉલ | સોડિયમ ફિનોક્સાઇડ



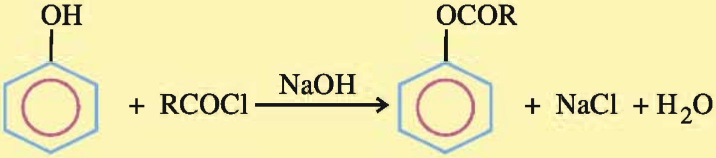


આમ, ફિનૉલનો સ્વભાવ નિર્બળ ઍસિડ જેવો છે.

(ii) ફિનાઇલ એસ્ટરનું બનવું :



ફિનૉલ | ઍસિડ એનહાઇડ્રાઇડ | ફિનાઇલ એસ્ટર



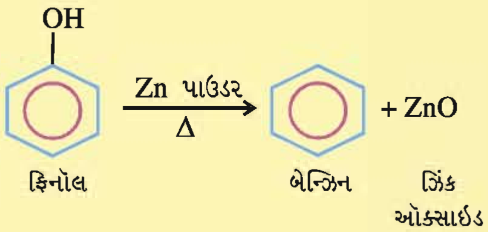
ફિનૉલ | ઍસિડ ક્લોરાઇડ | ફિનાઇલ એસ્ટર

(iii) એરાઇલ ઈથરનું બનવું :

$$ArOH \xrightarrow[-H_2O]{NaOH} ArO^-Na^+ \xrightarrow[\Delta]{R-X} ArOR + NaX$$

એરાઇલ ઈથર

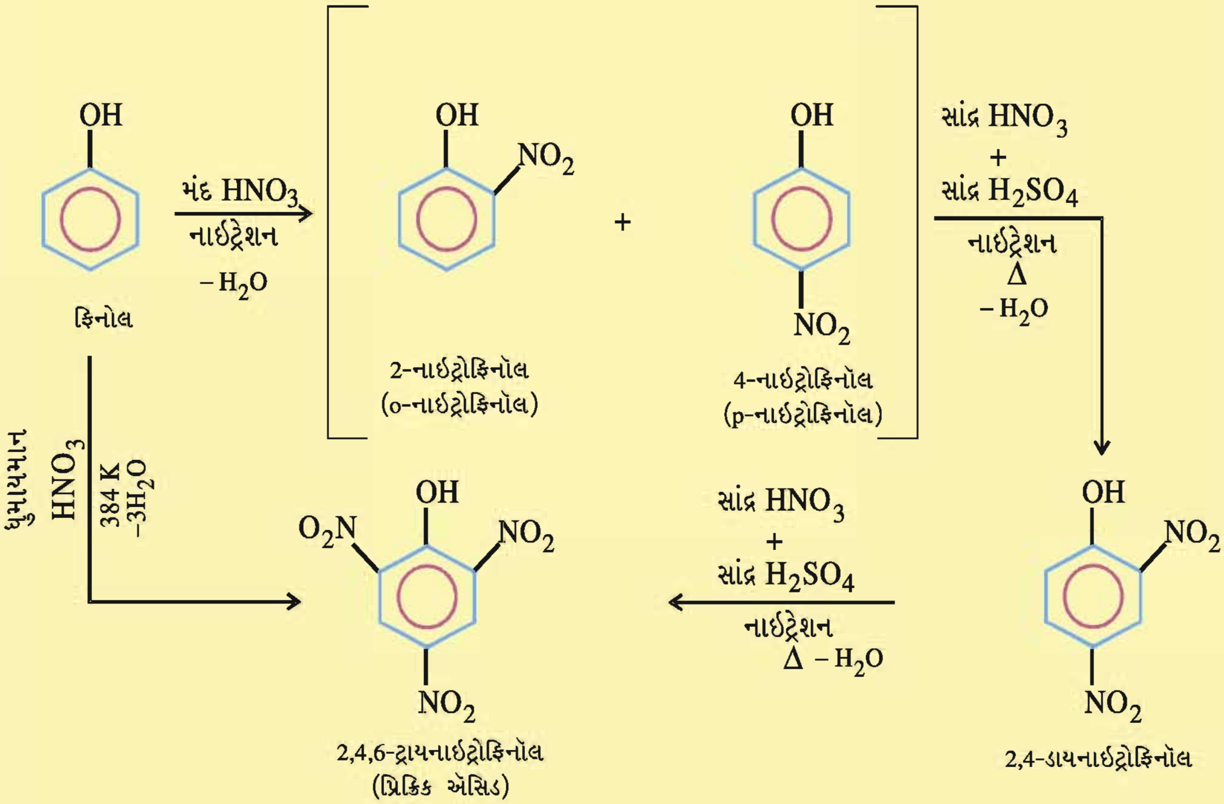
(iv) બેન્ઝિનનું બનવું :



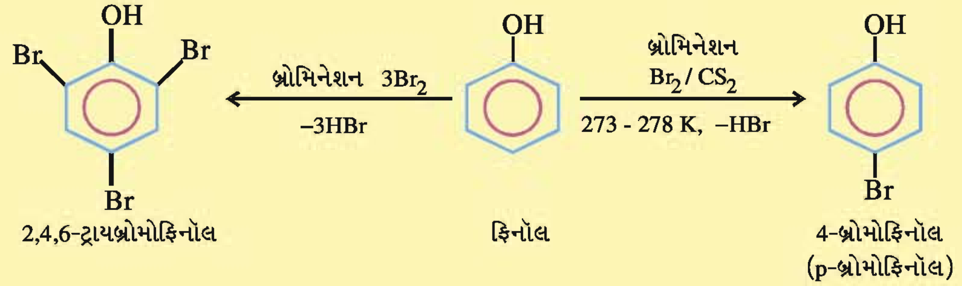
(2) ઍરોમેટિક વલયમાં થતી પ્રક્રિયાઓ :

(i) ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ :

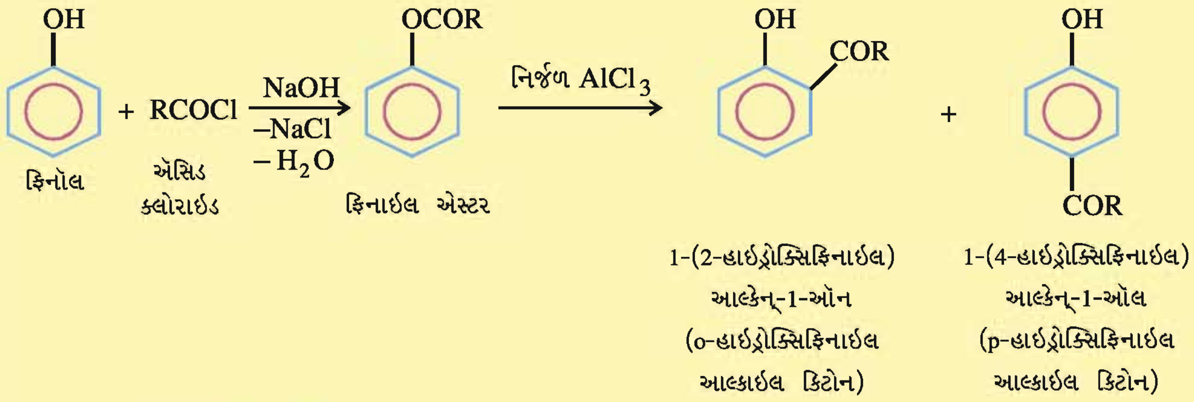
(A) ફિનૉલનું નાઇટ્રેશન :



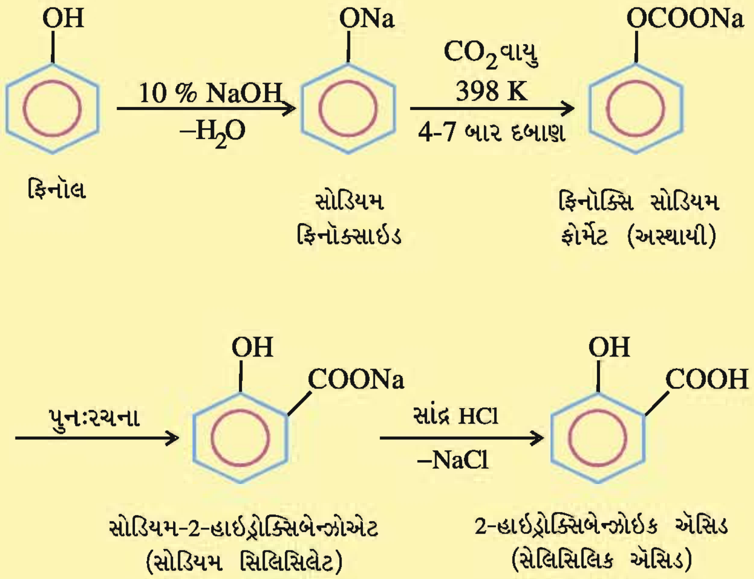
(B) ફિનૉલનું બ્રોમિનેશન :



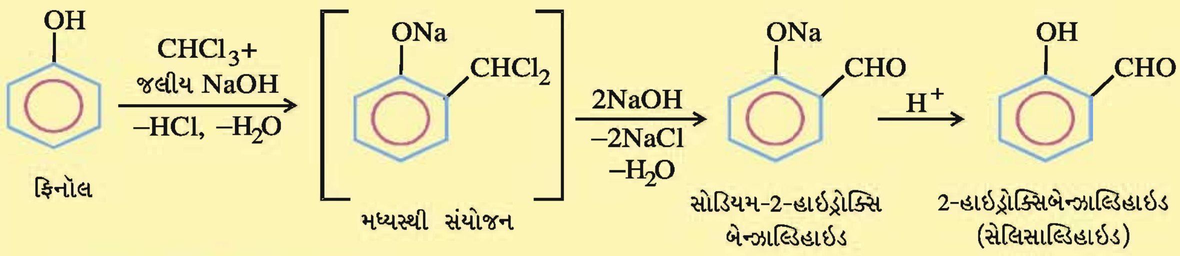
(ii) ફ્રાઈસ પુનર્વિન્યાસ :



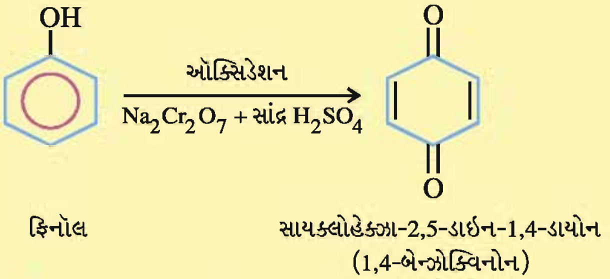
(iii) કૉલ્બે-સ્મિટ્ પ્રક્રિયા :



(iv) રીમર-ટિમાન પ્રક્રિયા :



(v) ફિનૉલનું ઑક્સિડેશન :



ઈથરના ભૌતિક ગુણધર્મો : સમાન આણ્વિયદળ ધરાવતા આલ્કોહૉલ કરતાં ઈથરનાં ઉત્કલનબિંદુ નીચાં હોય છે. કારણ કે ઈથરમાં આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ હોતા નથી.

ઈથરની બનાવટ :

(1) આલ્કોહૉલના નિર્જળીકરણ દ્વારા :

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[443\ K]{\text{વધુ સાંદ્ર } H_2SO_4} H_2C=CH_2$$

ઇથેનોલ → ઇથિન

$$2CH_3CH_2OH \xrightarrow[413\ K]{\text{સાંદ્ર } H_2SO_4} C_2H_5OC_2H_5$$

ઇથેનોલ → ઇથૉક્સિઇથેન (ડાયઇથાઇલ ઈથર)

(2) વિલિયમસન સંશ્લેષણ દ્વારા :

$$R-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}Na + R'-X \longrightarrow R-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}-R' + NaX$$

સોડિયમ આલ્કોક્સાઇડ + હેલો આલ્કેન → અસમમિતીય ઈથર

પ્રાથમિક હેલોઆલ્કેન જ આ પ્રક્રિયા સરળતાથી આપી શકે છે.

ઈથરના રાસાયણિક ગુણધર્મો :

(1) C–O બંધ તૂટવાથી થતી પ્રક્રિયાઓ :

(i) મંદ ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયા :

$$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta,\ \text{દબાણ}]{\text{જળવિભાજન, મંદ } H_2SO_4} 2CH_3CH_2OH$$

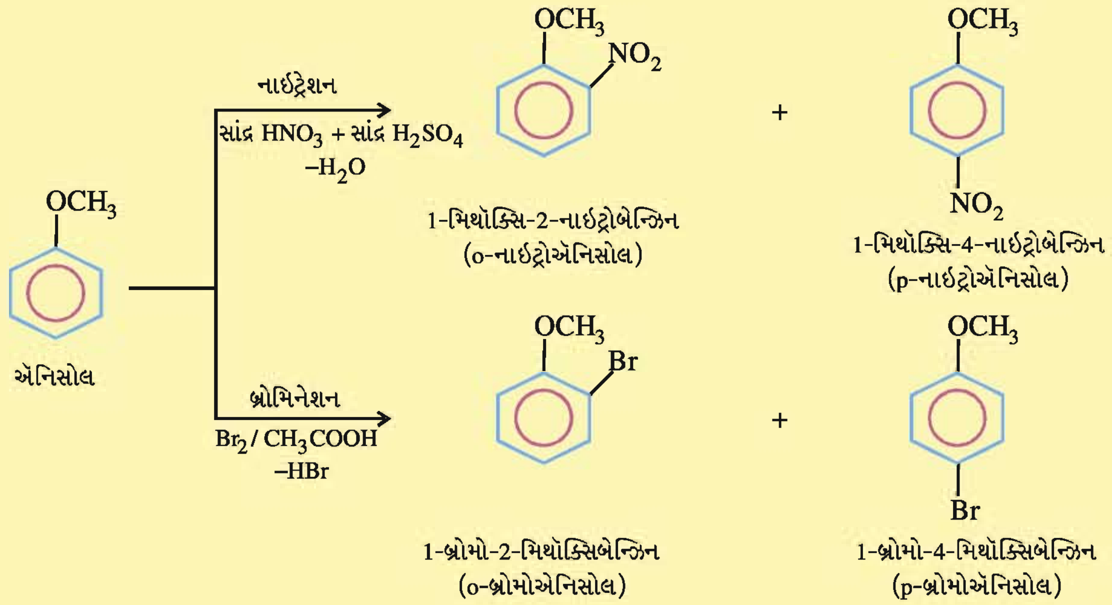
ઇથૉક્સિઇથેન → ઇથેનોલ

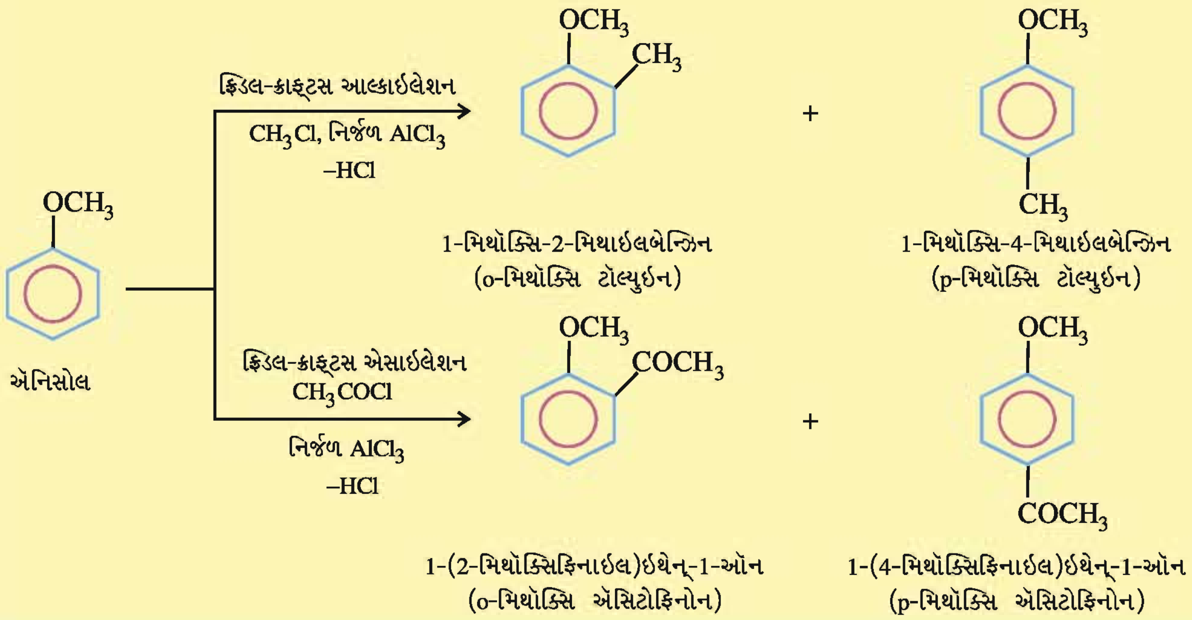
(ii) હાઈડ્રોજન હેલાઇડ સાથેની પ્રક્રિયા :

$$\underset{\text{ઇથૉક્સિ ઇથેન}}{CH_3CH_2OCH_2CH_3} + \underset{\text{હાઇડ્રોજન બ્રોમાઇડ}}{2HBr} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{બ્રોમોઇથેન}}{2CH_3CH_2Br} + H_2O$$

(2) ઍરોમેટિક વલયમાં થતી ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ :

આલ્કાઇલ એરાઇલ ઈથરમાં –OR સમૂહ ઓર્થો-પેરાનિર્દેશક હોવાથી, તેની ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ દરમિયાન ઓર્થો-પેરા નીપજનું મિશ્રણ મળે છે.





સ્વાધ્યાય

1. આપેલા વિકલ્પોમાંથી યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) કયું સામાન્ય સૂત્ર આલ્કોહૉલનું છે ?

(A) $R_1–O–R_2$ (B) Ar–OH (C) R–OH (D) $Ar_1–O–Ar_2$

(2) કયું સૂત્ર તૃતીયક આલ્કોહૉલનું છે ?

(A) CH_3OH (B) $(CH_3)_2CHOH$ (C) $(CH_3)_3COH$ (D) CH_3CH_2OH

(3) ઉત્કલનબિંદુ માટે નીચેના પૈકી કયો ક્રમ સાચો છે ?

(A) ક્લોરોઇથેન < ઈથેન < ઈથેનોલ (B) ઈથેન < ક્લોરોઇથેન < ઈથેનોલ

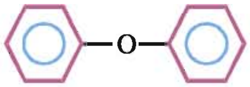
(C) ઈથેનોલ < ઈથેન < ક્લોરોઇથેન (D) ઈથેન > ક્લોરોઇથેન > ઈથેનોલ

(4) નીચેના પૈકી કયો પદાર્થ રિડક્શનકર્તા છે ?

(A) પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ (B) લિથિયમ ઍલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રાઇડ

(C) ક્રોમિક ઍસિડ (D) પિરિડિનિયમ ક્લોરો ક્રોમેટ

(5) નીચેના પૈકી કયો પદાર્થ અસમમિતીય ઈથર છે ?

(A) 

(B) $C_2H_5–O–CH_2CH_3$

(C) $CH_3–O–C_2H_5$ (D) $CH_3–O–CH_3$

(6) 2^0 આલ્કોહૉલનું ક્રોમિક ઍસિડ વડે ઑક્સિડેશન કરતાં શું મળે છે ?

(A) આલ્ડિહાઇડ (B) કિટોન (C) કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ (D) એસ્ટર

(7) નીચેના પૈકી શેમાં આંતરઆણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ નથી ?

(A) આલ્કોહૉલ–આલ્કોહૉલ (B) આલ્કોહૉલ–પાણી

(C) ઈથર–ઈથર (D) ઈથર–પાણી

(8) નીચેના પૈકી કઈ સ્પીસીઝ કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયક છે ?

(A) E (B) E^+ (C) E^- (D) $\dot{E}$

(9) નીચેના પૈકી કયું વિધાન સાચું છે ?

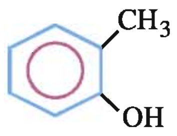
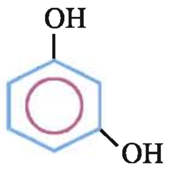
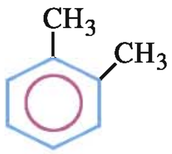
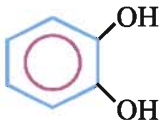
(A) નિર્જળીકરણ પ્રક્રિયા દરમિયાન પ્રક્રિયકમાં H_2O અણુ ઉમેરાય છે.

(B) લ્યુકાસ કસોટી ઈથરની પરખ માટે વપરાય છે.

(C) એસ્ટરીકરણ દરમિયાન ઍસિડ અણુમાંથી OH^- અને આલ્કોહૉલમાંથી H^+ દૂર થાય છે.

(D) એસ્ટરીકરણ દરમ્યાન ઍસિડ અણુમાંથી H^+ અને આલ્કોહૉલમાંથી OH^- દૂર થાય છે.

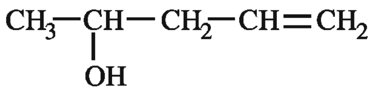
(10) કયું બંધારણીય સૂત્ર o–ક્રેસોલનું છે ?

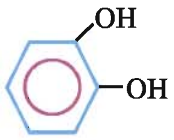
(A)  (B)  (C)  (D) 

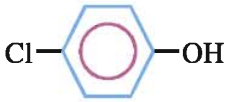
2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં ઉત્તર લખો :

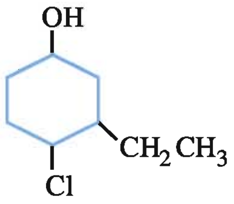
(A) નીચે આપેલાં સંયોજનોનાં IUPAC નામ લખો :

(1) $CH_3OCH(CH_3)_2$

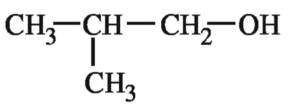
(2) 

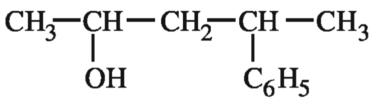
(3) 

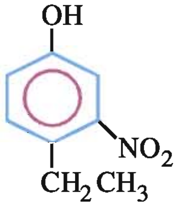
(4) 

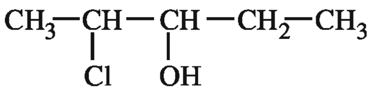
(5) 

(6) $CH_3CH_2CH_2CH(OCH_3)CH_2CH_2CH_3$

(7) 

(8) 

(9) 

(10) 

(B) નીચે જણાવેલ IUPAC નામવાળાં સંયોજનોના બંધારણ દર્શાવો :

(1) 1–ઇથૉક્સિ–3–મિથાઇલપેન્ટેન

(2) 2–ક્લોરોપેન્ટેન્–3–ઑલ

(3) 3–બ્રોમોફિનૉલ

(4) 2–નાઇટ્રોફિનૉલ

(5) સાયક્લોહેક્ઝેન–1,2–ડાયોલ

(6) 2–આઇસોપ્રોપોક્સિપેન્ટેન

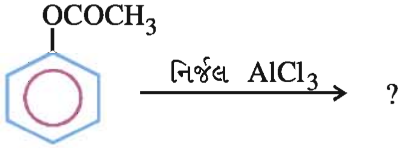
(7) 2,2–ડાયમિથાઇલપ્રોપેન્–1–ઑલ

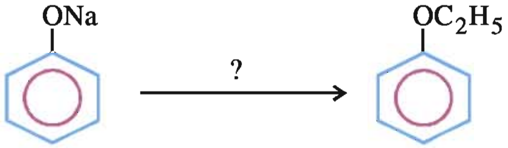
(8) 2,4–ડાયમિથાઇલપેન્ટેન્–1–ઑલ

(9) 2,6–ડાયમિથાઇલફિનૉલ

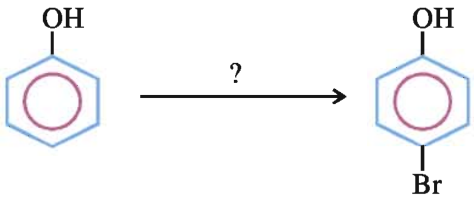
(10) 1,2–ડાયમિથૉક્સિઇથેન

(C) નીચેની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ પૂર્ણ કરો :

(1) 

(2) 

(3) $? + 2HBr \xrightarrow{\Delta} 2CH_3CH_2Br$

(4) 

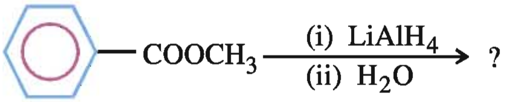
(5) $? + \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } LiAlH_4} 2C_2H_5OH$

(6) $4CH_3CH_2COCH_3 \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } NaBH_4} ?$

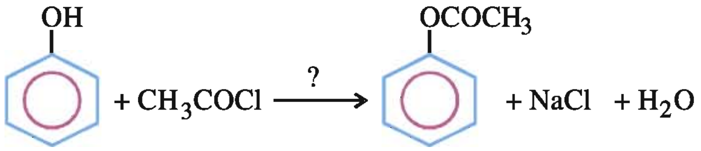
(7) $3CH_3CH_2\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}HCH_2OH \xrightarrow{PBr_3} ?$

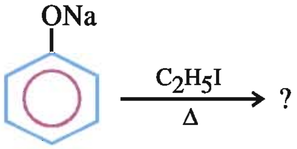
(8) $C_2H_5OH + ? \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$

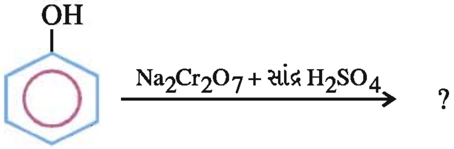
(9) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH = CH_2 \xrightarrow{H_3O^+,\ H_2O} ?$

(10) 

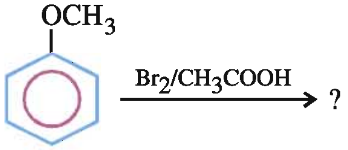
(11) $CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{CH} - CH_2OH \xrightarrow{?} CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{|}}{CH} - COOH$

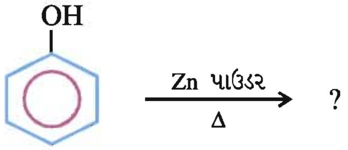
(12) 

(13) 

(14) 

(15) $CH_3CH_2OH \xrightarrow{?} C_2H_5OC_2H_5$

(16) 

(17) 

(18) $CH_3CH_2OH \xrightarrow[443\,K]{\text{વધુ સાંદ્ર } H_2SO_4} ?$

(19) $CH_3CH_2OH + 2HI \xrightarrow{?} C_2H_6 + I_2 + H_2O$

(20) $CH_3CH_2CH_2CH = CH_2 \xrightarrow[(ii)\ H_2O_2,\ OH^-]{(i)\ (BH_3)_2} ?$

3. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં ઉત્તર આપો :

(A) નીચેનાં વિધાનોનાં વૈજ્ઞાનિક કારણો આપી ઉદાહરણ સહિત સમજાવો :

(1) સમાન આણ્વિયદળ ધરાવતા આલ્કેન કરતાં આલ્કોહોલના ઉત્કલનબિંદુ ઊંચા હોય છે.

(2) સમઘટકીય આલ્કોહોલમાં પ્રાથમિકથી તૃતીયક તરફ જતાં તેના ઉત્કલનબિંદુમાં ઘટાડો થાય છે.

(3) લગભગ સમાન આણ્વિયદળ ધરાવતા ટૉલ્યુઇન અને ફ્લોરોબેન્ઝિન કરતાં ફિનોલનું ઉત્કલનબિંદુ ઊંચું હોય છે.

(4) o–નાઇટ્રોફિનૉલનું ગલનબિંદુ અને પાણીમાં દ્રાવ્યતા, m– અને p–નાઇટ્રોફિનૉલ કરતાં ઓછી જોવા મળે છે.

(5) આલ્કોહૉલ કરતાં ફિનૉલનું જલીય દ્રાવ્ય વધુ ઍસિડિક હોય છે.

(6) સમાન આણ્વિયદળ ધરાવતાં આલ્કોહૉલ કરતા ઈથરના ઉત્કલનબિંદુ પ્રમાણમાં ખૂબ નીચાં હોય છે.

(B) નીચેનાં કાર્બનિક સંયોજનોના રાસાયણિક પરિવર્તનનાં સમીકરણ લખો :

(1) પ્રોપીનમાંથી એસિટોન

(2) પ્રોપીનમાંથી પ્રોપેન્–1–ઑલ

(3) હેક્ઝ્–1–ઇનમાંથી હેક્ઝેન્–2–ઑલ

(4) એસિટાલ્ડિહાઇડમાંથી બ્યુટેન્–2–ઑલ

(5) ક્લોરોબેન્ઝિનમાંથી ફિનૉલ

(6) ઍનિલીનમાંથી ફિનૉલ

(7) ફિનૉલમાંથી ઇથૉક્સિબેન્ઝિન

(8) ફિનૉલમાંથી 2, 4–ડાયનાઇટ્રોફિનૉલ

(9) ફિનૉલમાંથી 2–હાઇડ્રૉક્સિબેન્ઝોઇક ઍસિડ

(10) ફિનૉલમાંથી 2–હાઇડ્રૉક્સિબેન્ઝાલ્ડિહાઇડ

(11) સોડિયમ ફિનૉક્સાઇડમાંથી 1-મિથૉક્સિ-2-મિથાઇલબેન્ઝિન અને 1-મિથૉક્સિ-4-મિથાઇલબેન્ઝિન

(12) ફિનૉલમાંથી 1–(2–હાઇડ્રૉક્સિફિનાઇલ) પ્રોપેન્–1–ઑન અને 1–(4–હાઇડ્રૉક્સિફિનાઇલ) પ્રોપેન્–1–ઑન

(C) નીચેની પ્રક્રિયાઓ માટે રાસાયણિક સમીકરણ લખો :

(1) પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક આલ્કોહૉલની ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયા

(2) ઇથેનોલ સાથે (i) Mg (ii) CH_3COOH (iii) PBr_3 (iv) HIની પ્રક્રિયા

(3) ફિનૉલમાંથી (i) ફિનાઇલ એસિટેટ (ii) એનિસોલ (iii) બેન્ઝિન મેળવવાની પ્રક્રિયાઓ

(4) ફિનૉલની નાઇટ્રેશન અને બ્રોમિનેશન પ્રક્રિયા

(5) ઇથૉક્સિઇથેન સાથે (i) મંદ H_2SO_4 (ii) સાંદ્ર HBrની પ્રક્રિયા

(6) એનિસોલની નાઇટ્રેશન અને બ્રોમિનેશન પ્રક્રિયા

(7) એનિસોલની ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ આલ્કાઇલેશન અને એસાઇલેશન પ્રક્રિયા

4. નીચેના પ્રશ્નોના વિગતવાર ઉત્તર આપો :

(A) નીચેની પ્રક્રિયાઓ ક્રિયાવિધિ સહિત સમજાવો :

(1) આલ્કીનમાંથી આલ્કોહૉલ મેળવવાની ઍસિડ ઉદ્દીપકીય હાઇડ્રેશન પ્રક્રિયા

(2) આલ્કીનમાંથી આલ્કોહૉલ મેળવવાની હાઇડ્રોબોરેશન-ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયા

(3) આલ્ડિહાઇડ અને કિટોનના રિડક્શન દ્વારા આલ્કોહૉલ મેળવવાની પ્રક્રિયા

(4) ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયક દ્વારા કાર્બોનિલ સંયોજનોમાંથી આલ્કોહૉલ મેળવવાની પ્રક્રિયા

(5) તૃતીયક આલ્કોહૉલ સાથે હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડની પ્રક્રિયા

(6) આલ્કોહૉલની ફૉસ્ફરસ ટ્રાયબ્રોમાઇડ સાથેની પ્રક્રિયા

(7) ઇથેનોલના નિર્જળીકરણ દ્વારા ઇથિન બનાવવાની પ્રક્રિયા

(8) આલ્કોહૉલના નિર્જળીકરણ દ્વારા ઈથર બનવાની પ્રક્રિયા

(9) $CH_3CH_2OCH_2CH_3 + 2HBr \xrightarrow{\Delta} 2CH_3CH_2Br + H_2O$

(B) નીચેના પર ટૂંક નોંધ લખો :

(1) આથવણ પદ્ધતિ વડે આલ્કોહૉલની બનાવટ

(2) ડાઉ પદ્ધતિ અને ક્યુમિન પદ્ધતિ વડે ફિનૉલનું ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન

(3) લ્યુકાસ કસોટી

(4) ફ્રાઇસ પુનર્વિન્યાસ

(5) કૉલ્બે-સ્મિટ્ પ્રક્રિયા

(6) રીમર-ટિમાન પ્રક્રિયા

(7) વિલિયમસન સંશ્લેષણ

(8) આલ્કોહૉલ અને ઈથરનું વર્ગીકરણ