కార్బోనైల్ సమ్మేళనాల ప్రత్యేక చర్యలు - ఆల్డోల్, కెన్నిజారో చర్యలు

Learn more at: http://ccelms.ap.gov.in

విషయ సూచిక

1. అభ్యాసన ఫలితాలు

2. పరిచయం

3. ఆల్డోల్ చర్య

   3.1 ఆల్డోల్ చర్య యొక్క అభిలక్షణాలు

   3.2 ఆల్డోల్ చర్య యొక్క చర్యావిధానం

   3.3 ఆల్డోల్ ఉత్పన్న నిర్జలీకరణం

   3.4 వ్యత్యస్థ – ఆల్డోల్ చర్య

   3.5 అణు అంతర ఆల్డోల్ చర్య

4. కెన్నిజారో చర్య

   4.1 కెన్నిజారో చర్య యొక్క చర్యావిధానం

1. అభ్యాసన ఫలితాలు

ఈ అంశాన్ని అధ్యయనం చేసిన తర్వాత, విద్యార్థులు

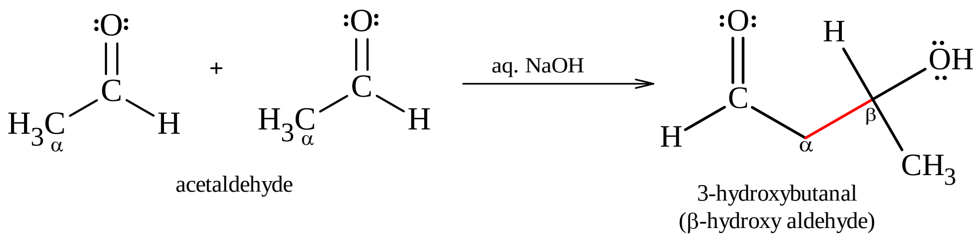
1. ఆల్డోల్ చర్య మరియు కెన్నిజారో చర్యలను వ్రాయగలరు.
2. క్షార సమక్షంలో ఆల్డోల్ చర్యావిధానాన్ని వివరించగలరు.
3. వ్యత్యస్థ ఆల్డోల్ చర్యను వివరించగలరు.
4. అణు అంతర ఆల్డోల్ చర్యను వివరించగలరు.
5. కెన్నిజారో చర్య యొక్క చర్యావిధానాన్ని వివరించగలరు.

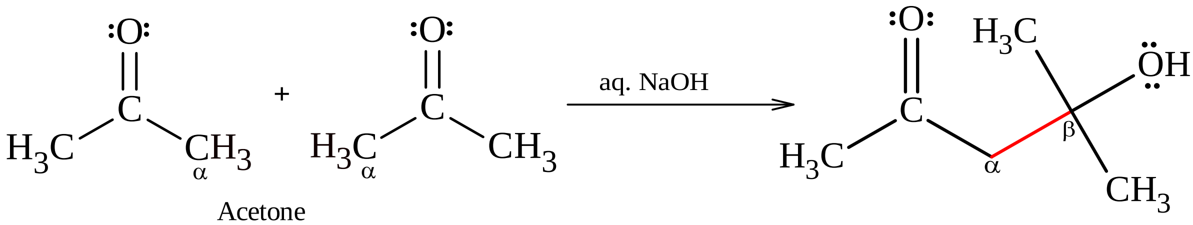
2. పరిచయం

ఆల్డోల్ చర్య కార్బన్-కార్బన్ బంధాలను ఏర్పరచటానికి అనువైన చర్య. క్షార సమక్షంలో కార్బోనైల్ సమ్మేళనం యొక్క α-కార్బన్ [గమనిక: కార్బోనైల్ కార్బన్‌కు ప్రక్కనే ఉన్న కార్బన్ అణువును α- కార్బన్ అని సూచిస్తారు మరియు α -కార్బన్‌పై ఉన్న హైడ్రోజెన్లను α - హైడ్రోజెన్లుగా పిలుస్తారు] నుండి హైడ్రోజెన్ ను తొలగించడం ద్వారా రెజొనెన్స్ స్థిరీకృత α-కార్బనయాను(carbanion) ఏర్పడుతుంది. ఇది మరొక కార్బోనైల్ అణుసమూహంతో చర్య జరిపినప్పుడు β-హైడ్రాక్సీ ఆల్డిహైడ్ లేదా కీటోన్ ఉత్పన్నమవుతుంది. దీనినే ఆల్డోల్ చర్య అంటారు. కెన్నిజారో చర్య క్షార -ఉత్ప్రేరక చర్య. ఇది ఒక అననుపాత చర్య (disproportionation reaction).

3. ఆల్డోల్ చర్య (Aldol Reaction)

- ఆల్డిహైడ్ లు మరియు కీటోన్ లు ఆల్డోల్ చర్యకు లోనవుతాయి.
- కనీసం ఒక α- హైడ్రోజెన్ ఉన్న ఆల్డిహైడ్ మరియు కీటోన్ లు, సజల క్షార (dil. NaOH, $Ba(OH)_2$, K_2CO_3) సమక్షంలో, గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద సంయోగం చెంది β- హైడ్రాక్సీ ఆల్డిహైడ్ లేదా β- హైడ్రాక్సీ కీటోన్ లను ఏర్పరుస్తాయి.
- కార్బోనైల్ సమ్మేళనం ఆల్డిహైడ్ అయితే ఏర్పడే β- హైడ్రాక్సీ ఆల్డిహైడ్ ను ఆల్డోల్ (Aldol) అనవచ్చు.





Acetone

4-hydroxy-4-methylpentan-2-one
(β- hydroxy ketone)

- β - హైడ్రాక్సీ ఆల్డిహైడ్ లేదా β- హైడ్రాక్సీ కీటోన్ నుండి నీటి అణువు కోల్పోవడం ద్వారా α, β - అసంతృప్త ఆల్డిహైడ్ లేదా కీటోన్ ఉత్పన్నమవుతుంది.

- ఆల్డోల్ చర్య మరియు నిర్జలీకరణ దశలు క్షారం లేదా ఆమ్లం సమక్షంలో జరుగును.

3.1 ఆల్డోల్ చర్య యొక్క అభిలక్షణాలు (Characteristics of Aldol Reaction)

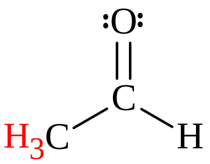
1. ఆల్డోల్ చర్య ఒక న్యూక్లియోఫిలిక్ సంకలన (Nucleophilic addition reaction) చర్య, దీనిలో కార్బేనయాన్ న్యూక్లియోఫైల్ గా పని చేస్తుంది.

2. ఆల్డిహైడ్ లేదా కీటోన్ యొక్క ఒక అణువు కార్బేనయాన్ (ఎలక్ట్రాన్ లు అధికంగా కలిగినటువంటి న్యూక్లియోఫైల్) అవుతుంది

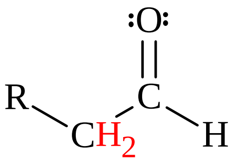
3. మరొక అణువు ఎలక్ట్రోఫైల్‌గా పనిచేస్తుంది.

4. ఆల్డిహైడ్ లేదా కీటోన్‌లో α- హైడ్రోజెన్ ఉండటం ఆల్డోల్ చర్యకు ప్రధాన నిబంధన, ఎందుకంటే ఇటువంటి కార్బోనైల్ సమ్మేళనాలు మాత్రమే కార్బేనయాన్ లను (న్యూక్లియోఫైల్స్) ఏర్పరుస్తాయి.

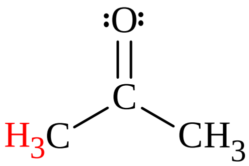
ఆల్డోల్ చర్యకు గురయ్యే ఆల్డిహైడ్ మరియు కీటోన్‌ల యొక్క కొన్ని ఉదాహరణలు క్రింద ఇవ్వబడ్డాయి



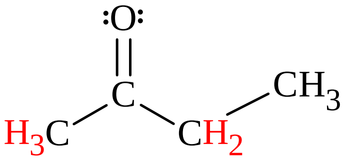
Acetaldehyde



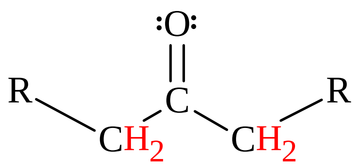
Where R= -H or -CH_3 or -phenyl group



Acetone



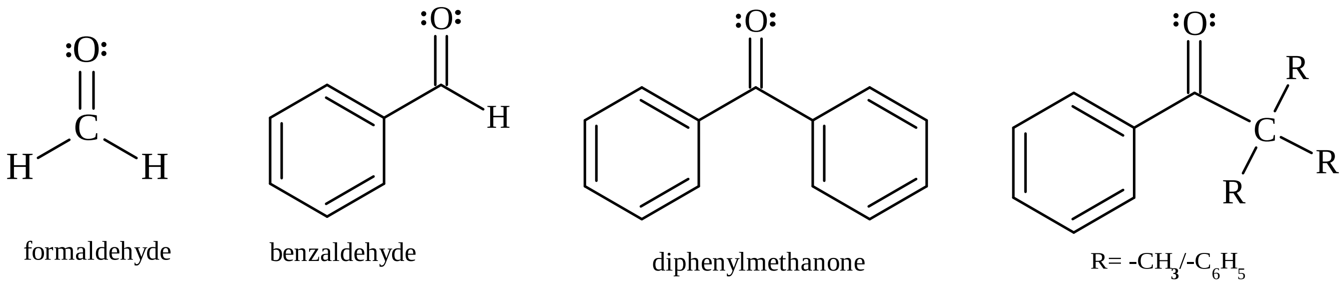
butan-2-one



Where R= -H or -CH_3 or -phenyl group

[గమనిక: ఎరుపు రంగులో గుర్తించబడిన హైడ్రోజెన్ అణువులు α- హైడ్రోజెన్లు]

కనీసం ఒక α- హైడ్రోజెన్ కూడా లేని ఆల్డిహైడ్ మరియు కీటోన్ లు ఆల్డోల్ చర్యకు గురికావు.

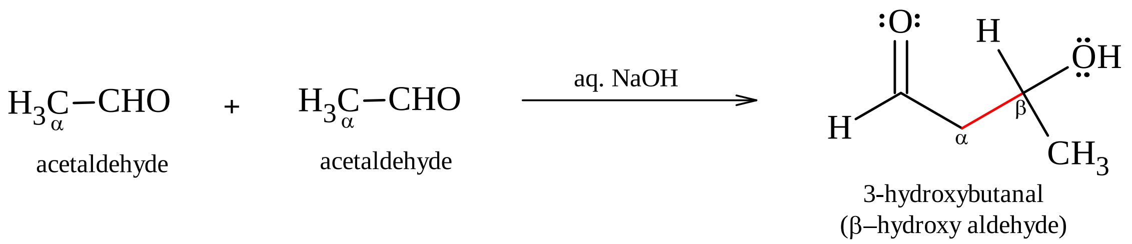


పై సమ్మేళనాలలో α- హైడ్రోజెన్ లేనందున, ఇవి ఆల్డోల్ చర్యకు గురికావు. అయినప్పటికీ, గాఢ క్షార సమక్షంలో, ఇవి కెన్నిజారో చర్యకు లోనవుతాయి.

3.2 ఆల్డోల్ చర్య యొక్క చర్యావిధానం: (Mechanism of Aldol Reaction)

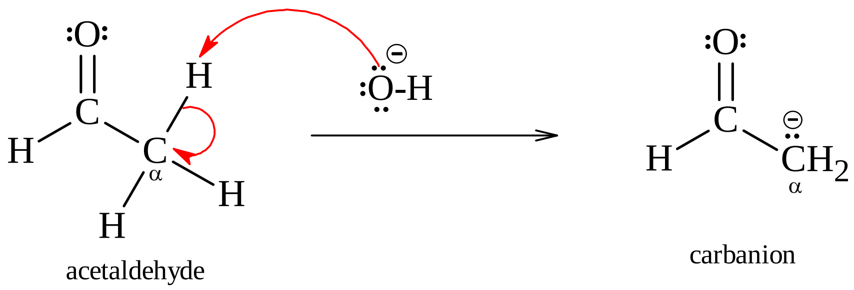
ఆల్డోల్ చర్యలో, ఆల్డిహైడ్ లేదా కీటోన్ యొక్క రెండు అణువులు ఒకదానితో ఒకటి క్షార సమక్షంలో చర్యను జరిపి β - హైడ్రాక్సీ కార్బొనైల్ సమ్మేళనమును ఏర్పరుస్తాయి.

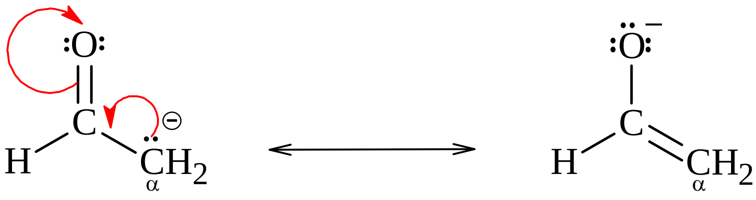
ఉదాహరణ: ఎసిటాల్డిహైడ్ సజల క్షార సమక్షంలో 3-హైడ్రాక్సీ బ్యూటనాల్ (β- హైడ్రాక్సీ ఆల్డిహైడ్) ను ఏర్పరుస్తుంది.



ఆల్డోల్ చర్య యొక్క చర్యావిధానం మూడు దశల్లో జరుగుతుంది.

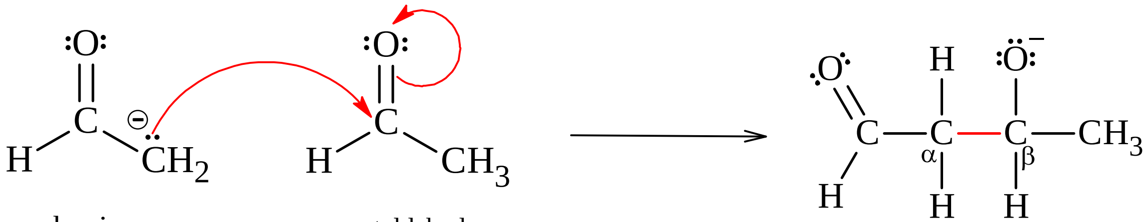
దశ-1: క్షార సమక్షంలో ఎసిటాల్డిహైడ్, ఆల్ఫా-కార్బన్ (Cα) నుండి హైడ్రోజెన్ ను కోల్పోయి రెజొనెన్స్ స్థిరీకృత కార్బేనయాన్ ను ఏర్పరుస్తుంది.



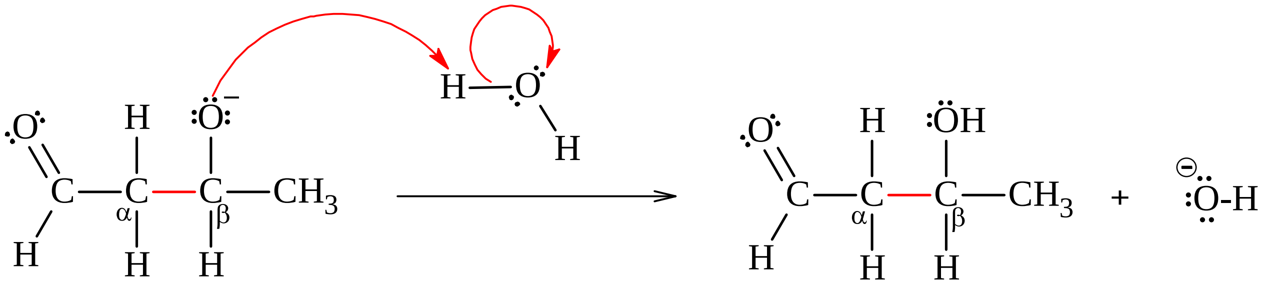


carbanion   enolate ion

దశ- 2: న్యూక్లియోఫిలిక్ కారకమైన ఈ కార్బేనయాన్ రెండవ ఆల్డిహైడ్ అణువు యొక్క కార్బోనైల్ కార్బన్ తో న్యూక్లియోఫిలిక్ సంకలనం చెందుతుంది తద్వారా కొత్త కార్బన్-కార్బన్ బంధం ఏర్పడుతుంది..



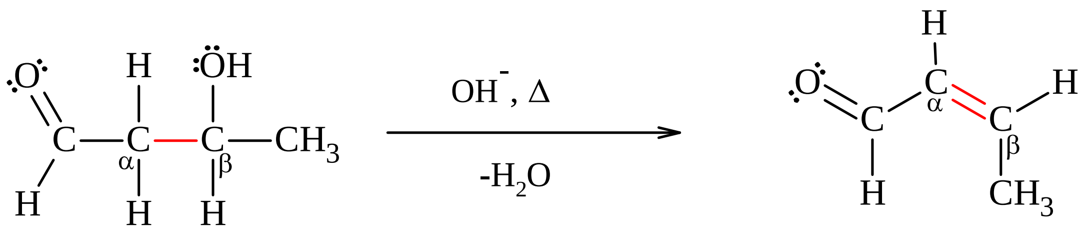
దశ- 3: రెండవ దశలో ఏర్పడిన ఆల్కాక్సైడ్ అయాన్, ప్రొటొనేషన్ చెంది β- హైడ్రాక్సీ ఆల్డిహైడ్ ను(ఆల్డోల్) ఏర్పరుస్తుంది



β-hydroxy aldehyde

3.3 ఆల్డోల్ ఉత్పన్న నిర్జలీకరణం (Dehydration of Aldol Product)

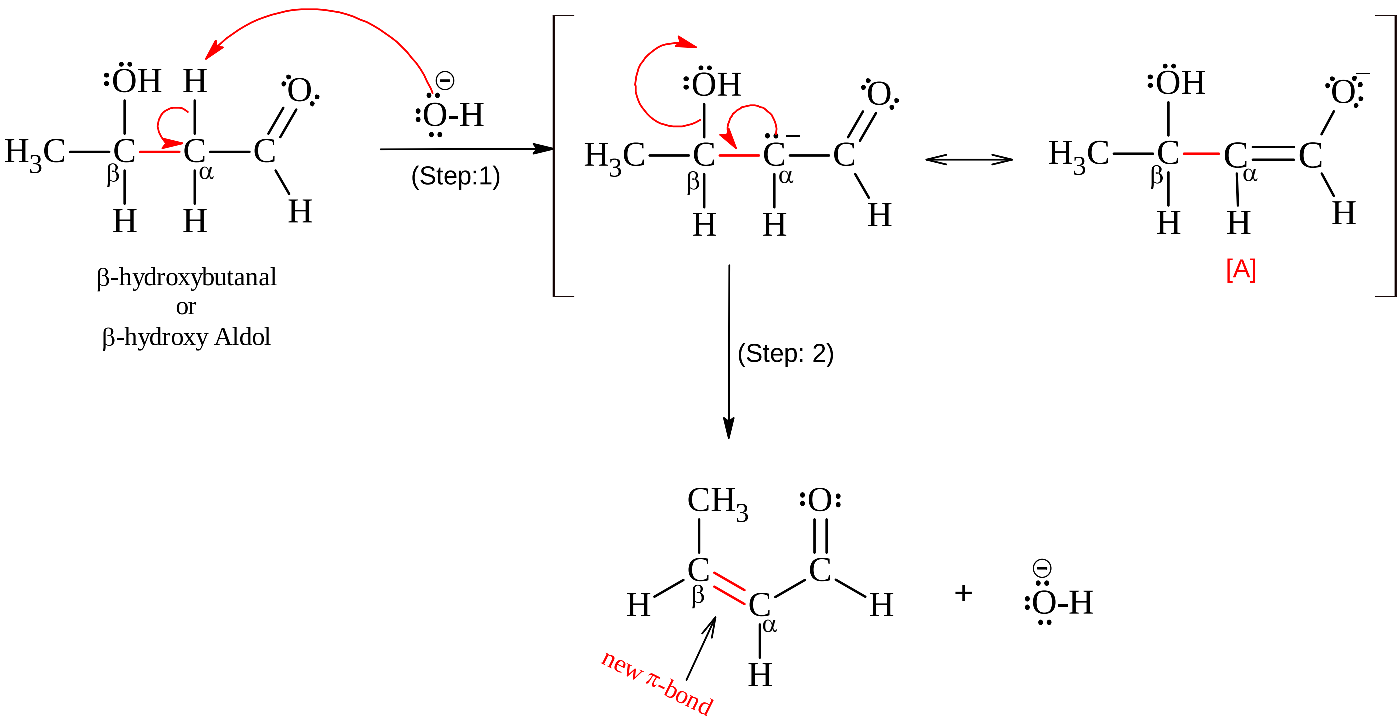
ఆల్డోల్ చర్యలో ఏర్పడిన β- హైడ్రాక్సీ ఆల్డిహైడ్ క్షార సమక్షంలో మరింత సులభంగా నిర్జలీకరణం చెంది, α,β- అసంతృప్త ఆల్డిహైడ్ (α,β -unsaturated aldehyde) ను ఏర్పరుస్తుంది.



β-hydroxy aldehyde

α,β- unsaturated aldehyde
IUPAC Name: (2*Z*)-but-2-enal

నిర్జలీకరణ విధానం రెండు దశల్లో పూర్తవుతుంది. మొదటిదశ (step-1) లో, క్షారం α- కార్బన్ నుండి హైడ్రోజెన్ ను తొలగిస్తుంది, తద్వారా రెజొనెన్స్ స్థిరీకృత కార్బేనయాన్ ఏర్పడుతుంది. రెండవదశ (step-2) లో, OH^- తొలగించబడినందున కార్బేనయాన్ యొక్క ఎలక్ట్రాన్ జంట π- బంధాన్ని ఏర్పరుస్తుంది.

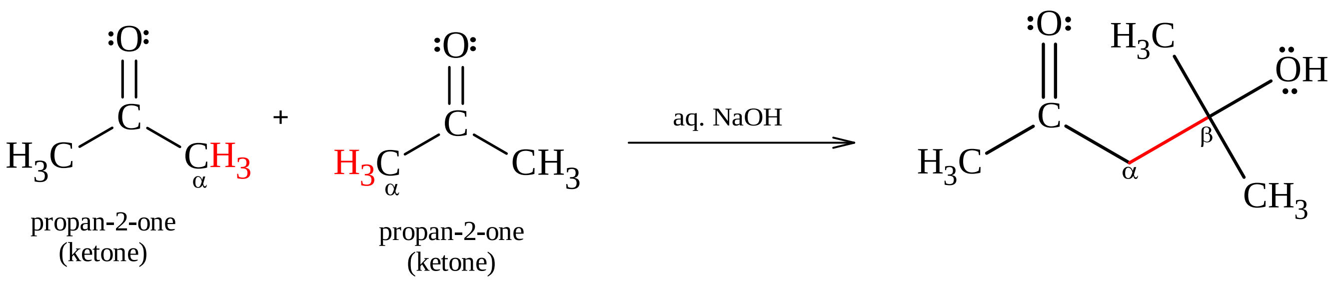


(2*E*)-but-2-enal

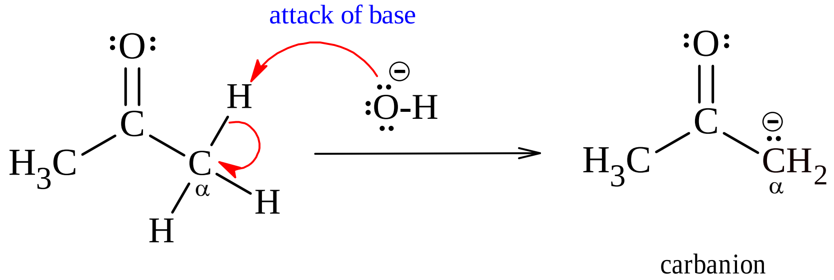
గమనిక: చర్యావిధానం 1 నుండి 3 దశలను మాత్రమే కలిగి ఉంటే, దానిని ఆల్డోల్ చర్యగా పిలుస్తారు. వాటితోపాటు నిర్జలీకరణ దశ జరిగితే, అది ఆల్డోల్ సంఘనన చర్యగా మారుతుంది

కీటోన్ లు క్రింద చూపిన విధంగా చర్యావిధానాన్ని అనుసరిస్తాయి.

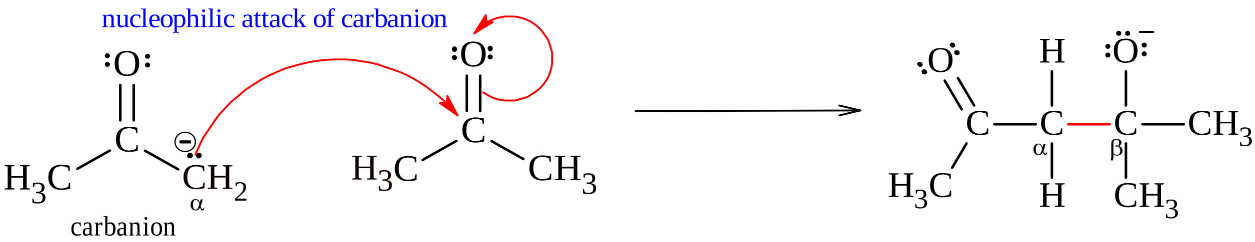
ఉదా- ఎసిటోన్ నుంచి β- హైడ్రాక్సీ కీటోన్ ఏర్పడటం



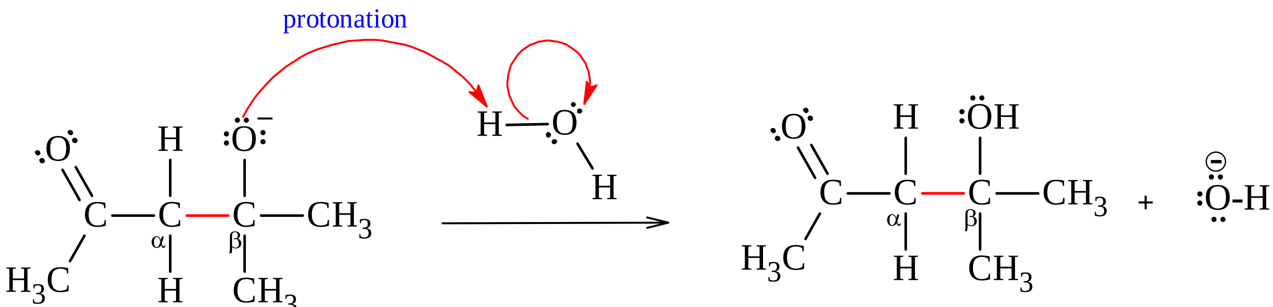
దశ: 1 క్షార సమక్షంలో ఎసిటోన్, ఆల్ఫా-కార్బన్ (Cα) నుండి హైడ్రోజెన్ ను కోల్పోయి రెజొనెన్స్ స్థిరీకృత కార్బేనయాన్ ను ఉత్పత్తి చేస్తుంది.



దశ- 2: న్యూక్లియోఫిలిక్ కారకమైన ఈ కార్బేనయాన్ రెండవ ఆల్డిహైడ్ అణువు యొక్క కార్బోనైల్ కార్బన్ తో న్యూక్లియోఫిలిక్ సంకలనం చెందుతుంది తద్వారా కొత్త కార్బన్-కార్బన్ బంధం ఏర్పడుతుంది..

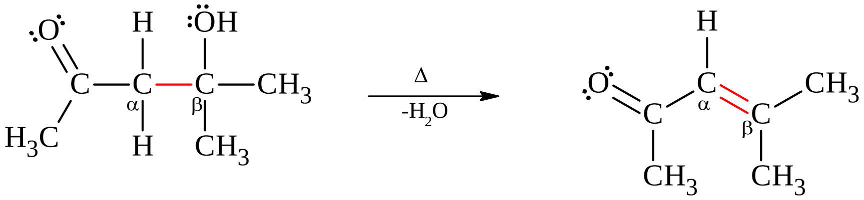


దశ- 3: రెండవ దశలో ఏర్పడిన ఆల్కాక్సైడ్ అయాన్, ప్రోటొనేషన్ చెంది β- హైడ్రాక్సీ కీటోన్ (β-hydroxy ketone)ను ఏర్పరుస్తుంది



4-hydroxy-4-methylpentan-2-one
β-hydroxy ketone

దశ: 4: α, β- అసంతృప్త కీటోన్ (α, β- unsaturated ketone) ఇవ్వడానికి β- హైడ్రాక్సీ కీటోన్ (β-hydroxy ketone) నిర్జలీకరణం చెందుతుంది.



4-hydroxy-4-methylpentan-2-one
β–hydroxy ketone

α,β- unsaturated ketone
IUPAC Name: 4-methylpent-3-en-2-one

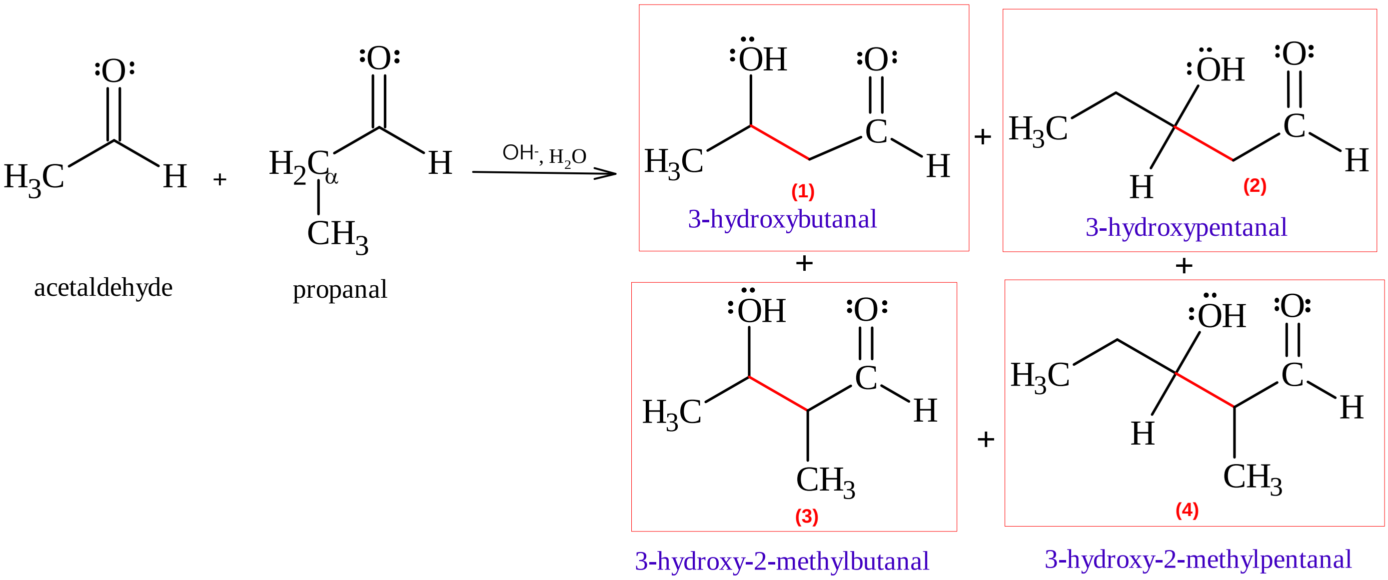
3.4 వ్యత్యస్థ ఆల్డోల్ చర్య: (Crossed Aldol Reaction)

ఇప్పటివరకు చర్చించిన ఆల్డోల్ చర్యలలో, న్యూక్లియోఫిలిక్ కారకమైన కార్బేనయాన్ మరియు ఎలక్ట్రోఫిలిక్ కారకమైన కార్బోనైల్ భాగాలు ఒకే ఆల్డిహైడ్ లేదా ఒకే కీటోన్ నుండి ఉద్భవించాయి. కొన్నిసార్లు, రెండు వేర్వేరు కార్బోనైల్ సమ్మేళనాల మధ్య ఆల్డోల్ చర్యను నిర్వహించడం సాధ్యపడుతుంది.

రెండు వేర్వేరు కార్బోనైల్ సమ్మేళనాల మధ్య జరిగే ఆల్డోల్ చర్యను వ్యత్యస్థ ఆల్డోల్ లేదా మిశ్రమ ఆల్డోల్ చర్య అంటారు.

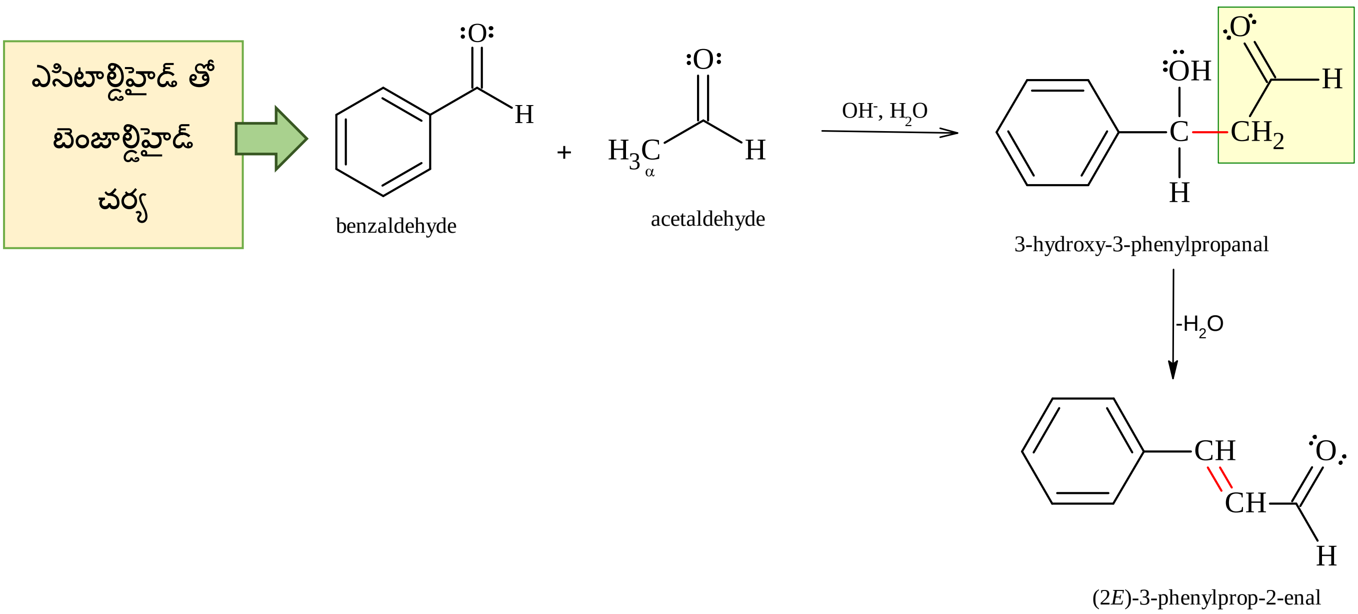
ఉదాహరణకు, α-హైడ్రోజెన్ లను కలిగి ఉన్న రెండు వేర్వేరు ఆల్డిహైడ్ లు ఆల్డోల్ చర్యలో సంయోగం చెందినపుడు, నాలుగు వేర్వేరు β- హైడ్రాక్సీ కార్బోనైల్ సమ్మేళనాలు ఏర్పడతాయి. రెండు ఆల్డిహైడ్ లు తమ తమ ఆమ్ల α-హైడ్రోజెన్ లను కోల్పోవడం వలన నాలుగు ఉత్పత్తులు ఏర్పడతాయి.

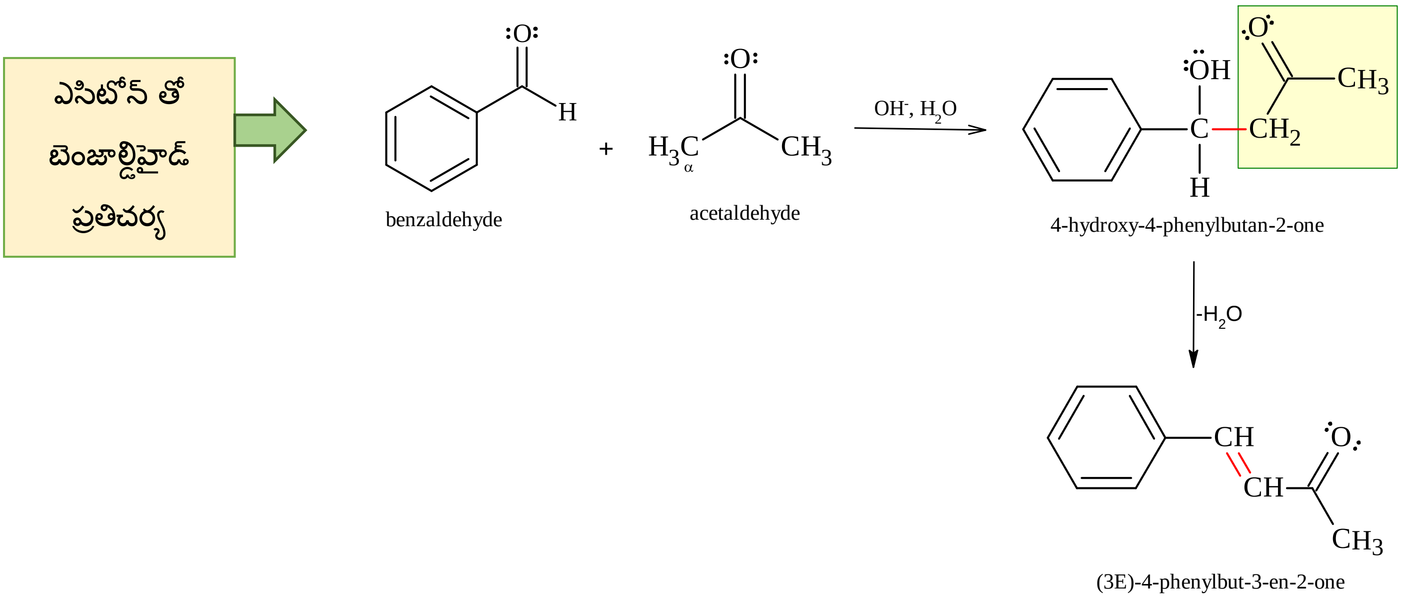
ఉదా: ఎసిటాల్డిహైడ్ మరియు ప్రొపనాల్ మధ్య చర్య



రెండు కార్బోనైల్ సమ్మేళనాళలో ఒక సమ్మేళనం α-హైడ్రోజెన్ లను కలిగి లేనప్పుడు, వ్యత్యస్థ ఆల్డోల్ చర్య ఒక ఉత్పన్నానికి దారితీస్తుంది.

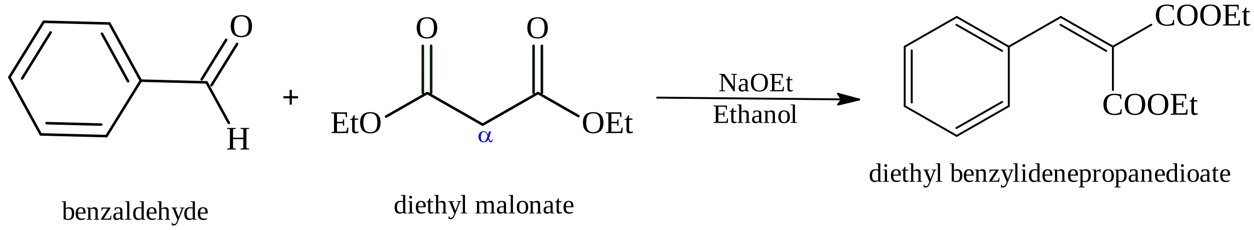
ఉదాహరణకు, బెంజాల్డిహైడ్ (C_6H_5CHO) మరియు ఎసిటాల్డిహైడ్ (CH_3CHO) లేదా ఎసిటోన్ (CH_3COCH_3) లతో జరిగే చర్యలో క్షార ఉత్ప్రేరకం సమక్షంలో బెంజాల్డిహైడ్ ఎలక్ట్రోఫైల్‌గా పనిచేస్తుంది మరియు ఎసిటాల్డిహైడ్ / ఎసిటోన్ న్యూక్లియోఫైల్ వలె పనిచేస్తాయి. నిర్జలీకరణ దశ తర్వాత ఒక α,β- అసంతృప్త కార్బోనైల్ సమ్మేళనం ఉత్పన్నమవుతుంది.



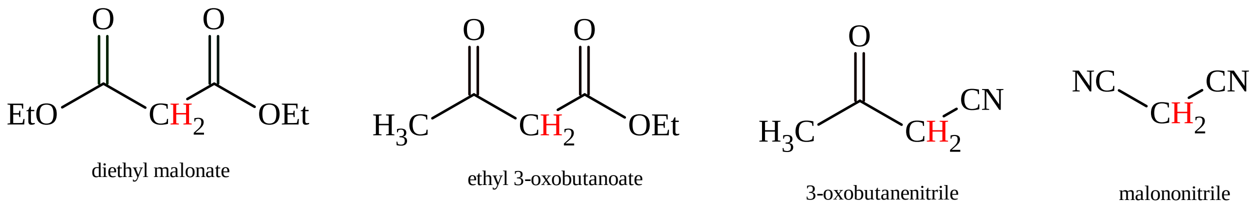


ఒక కార్బోనైల్ అణువు ఆమ్ల ఆల్ఫా హైడ్రోజెన్ ను కలిగి ఉన్నప్పుడు వ్యత్యస్థ ఆల్డోల్ చర్య సులభంగా జరుగుతుంది.

ఉదాహరణకు, ఆల్డిహైడ్ లేదా కీటోన్ మరియు β- డైకార్బోనైల్ సమ్మేళనం మధ్య జరిగే వ్యత్యస్థ ఆల్డోల్ చర్య

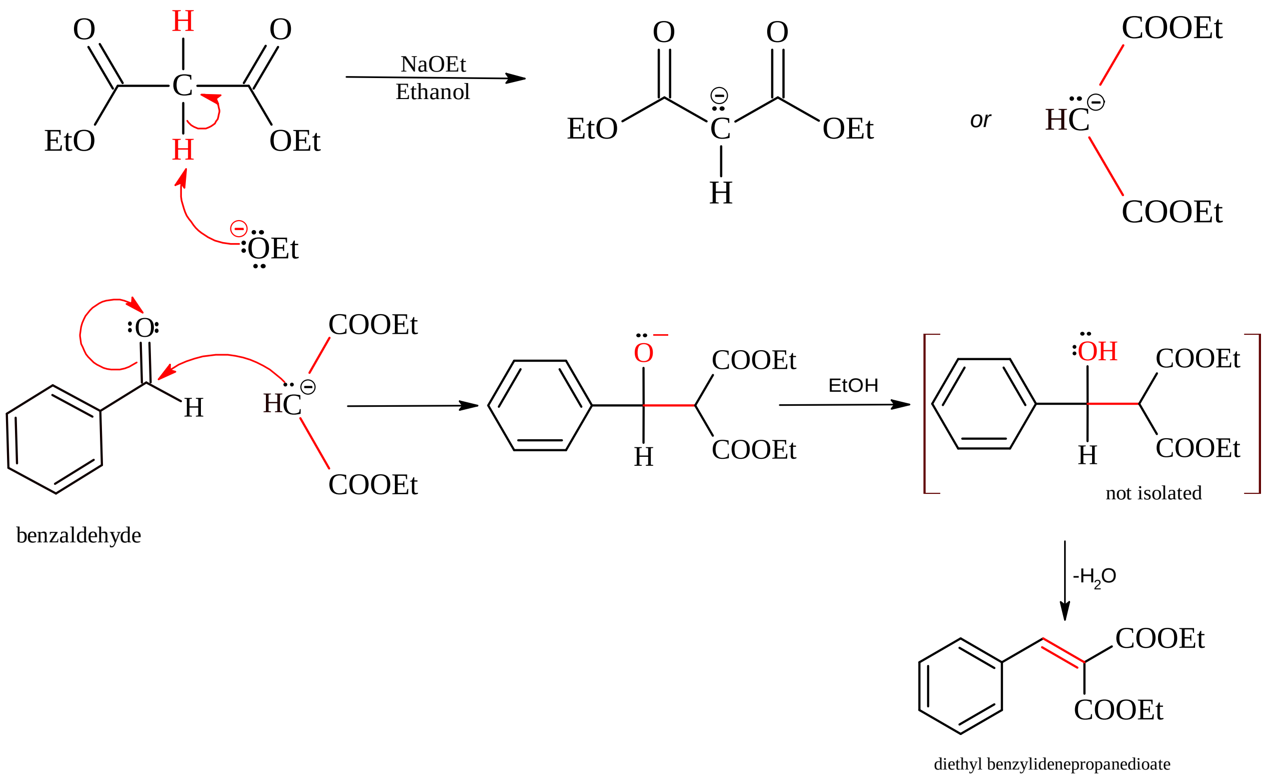


β- డైకార్బోనైల్ సమ్మేళనాలను కొన్నిసార్లు క్రియాశీల మిథిలీన్ సమ్మేళనాలు (active methylene compounds) అని పిలుస్తారు, ఎందుకంటే ఇవి క్షార ఉత్ప్రేరకం సమక్షంలో ఇతర కార్బోనైల్ సమ్మేళనాల కంటే మరింత ప్రతిస్పందనాత్మకంగా ఉంటాయి.



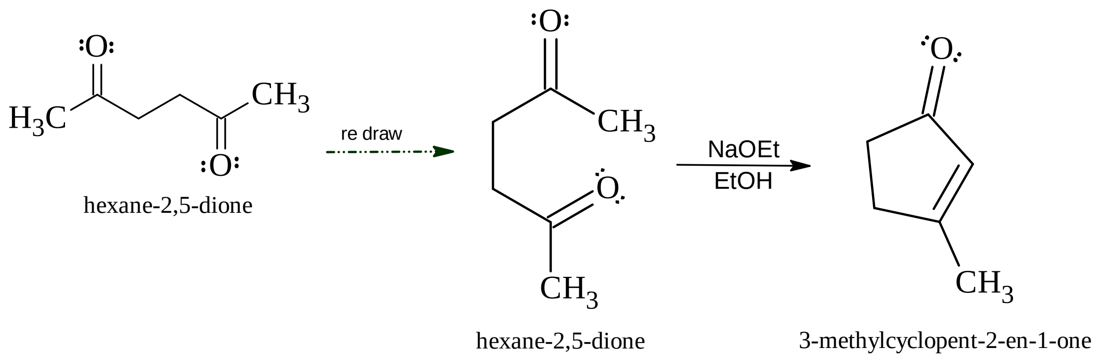
β- డైకార్బోనైల్ సమ్మేళనాల యొక్క రెండు కార్బోనైల్ సమూహాల మధ్య ఉన్న α- హైడ్రోజెన్ లు అధిక ఆమ్లతను కలిగి ఉంటాయి, అందువల్ల ఇవి క్షార సమక్షంలో ఇతర కార్బోనైల్ సమ్మేళనాల α- హైడ్రోజెన్ ల కంటే సులభంగా తొలగించబడతాయి. తత్ఫలితంగా, β- డైకార్బోనైల్ సమ్మేళనం ఎల్లప్పుడూ ఆల్డోల్ చర్యలో కార్బేనయాన్ పాత్రను పోషిస్తుంది.

చర్యావిధానం



3.5 అణు అంతర ఆల్డోల్ చర్య (Intramolecular Aldol Reaction):

డై కార్బోనైల్ సమ్మేళనాలు అణు అంతర ఆల్డోల్ చర్యలో పాల్గొన్నప్పుడు పంచ లేదా షష్ఠ పరమాణు వలయ సమ్మేళనాలను ఏర్పరుస్తాయి. ఒక కార్బోనైల్ సమూహం నుండి ఏర్పడిన కార్బేనయాన్ న్యూక్లియోఫైల్ గానూ మరియు మరొక కార్బోనైల్ సమూహం ఎలక్ట్రోఫైల్ గానూ వ్యవహరిస్తాయి. ఉదాహరణకు, క్షార సమక్షంలో 2,5 హెక్సాడయోన్ పంచ పరమాణు వలయాన్ని ఏర్పరుస్తుంది.



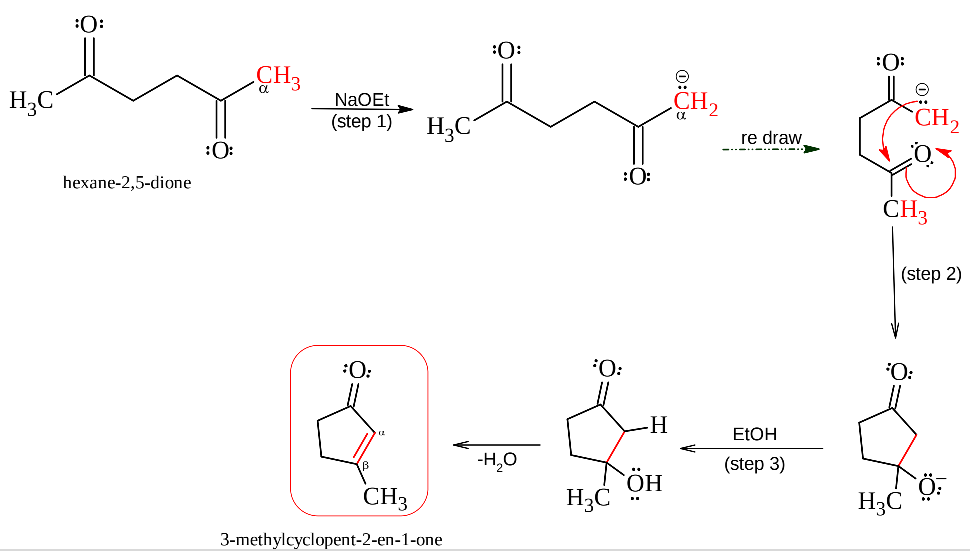
చర్యావిధానం

దశ: 1: కార్బేనయాన్ ఏర్పడటం:

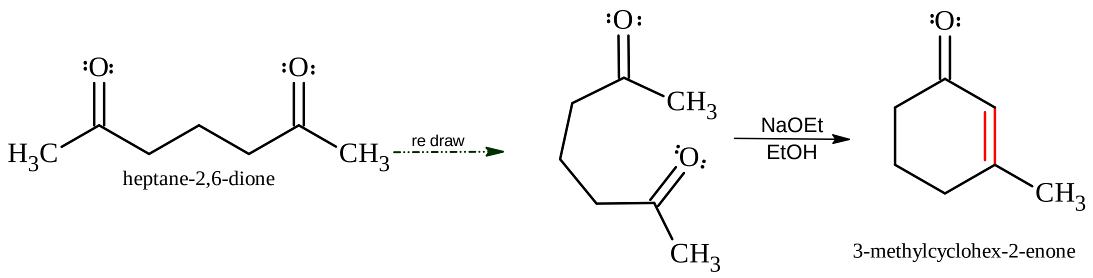
ఈ దశలో, క్షార సమక్షంలో మిథైల్ సమూహం ఒక హైడ్రోజెన్ ను కోల్పోయి న్యూక్లియోఫిలిక్ కార్బేనయాన్ ను ఏర్పరుస్తుంది.

దశ: 2: కార్బేనయాన్ యొక్క న్యూక్లియోఫిలిక్ దాడి: ఈ దశలో న్యూక్లియోఫిలిక్ కార్బేనయాన్ అదే అణువులోని ఎలక్ట్రోఫిలిక్ కార్బోనైల్ కార్బన్‌పై దాడి చేసి కొత్త కార్బన్-కార్బన్ సిగ్మా బంధాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. తద్వారా పంచ పరమాణు వలయం ఉత్పన్నమవుతుంది.

దశ: 3: మూడవ దశలో ఆక్సైడ్ వద్ద హైడ్రోజెన్ కలుపబడి నీటి అణువును కోల్పోవడం ద్వారా కార్బన్-కార్బన్ π- బంధం ఏర్పడుతుంది.



ఇదే పద్ధతిలో 1, 5 డైకార్బోనైల్ సమ్మేళనాల అణు అంతర ఆల్డోల్ చర్య నుండి షష్ఠ పరమాణు వలయాలు(6 membered rings) ఏర్పడతాయి.

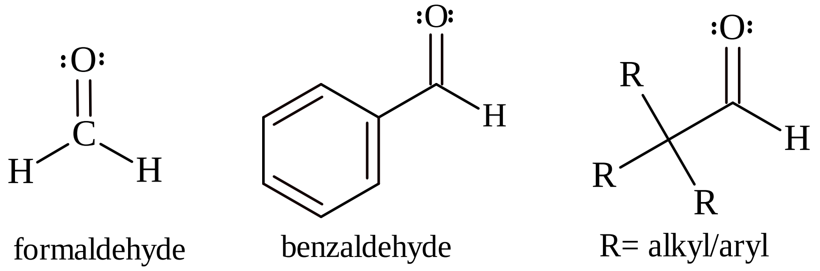


4. కెన్నిజారో చర్య (Cannizzaro Reaction)

α- హైడ్రోజెన్లు లేని ఏరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్ లు మరియు ఏలిఫాటిక్ ఆల్డిహైడ్ లు గాఢమైన NaOH లేదా ఇతర బలమైన క్షారములతో చర్య జరిపి కెన్నిజారో చర్యను ఇస్తాయి. ఈ చర్యలో ఒక ఆల్డిహైడ్ అణువు ఆక్సీకరణం చెంది కార్బాక్సిలిక్ ఆమ్ల లవణమును ఏర్పరచగా మరొక ఆల్డిహైడ్ ప్రైమరీ ఆల్కహాల్‌గా క్షయకరణం చెందుతుంది. ఆల్డిహైడ్ యొక్క ఈ ఏకకాల ఆక్సీకరణ మరియు క్షయాకరణచర్య (అననుపాత చర్య)ను కెన్నిజారో చర్య అంటారు.

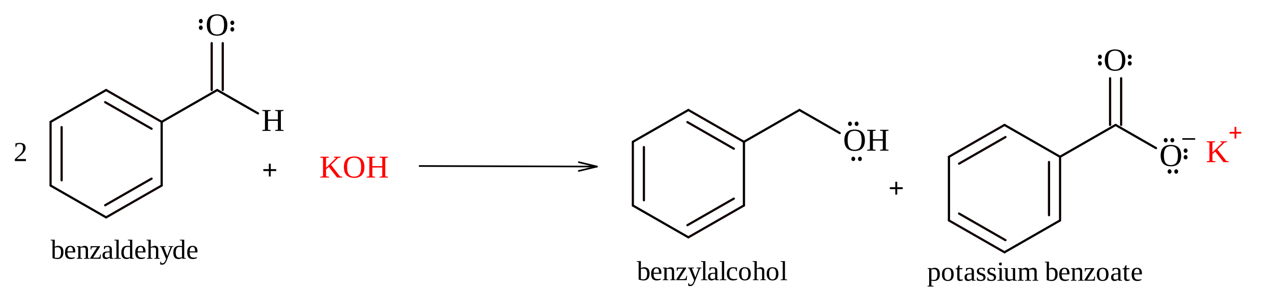
కెన్నిజారో చర్య ఆవిష్కర్త స్టానిస్లావ్ కెన్నిజారో (Stanislao Cannizzaro). 1853 లో ఈ చర్య ద్వారా కెన్నిజారో, మొదటిసారి బెంజాల్డిహైడ్ ను పొటాష్ (పొటాషియం కార్బోనేట్) తో చర్య జరిపి బెంజైల్ ఆల్కహాల్ మరియు పొటాషియం బెంజోయేట్ లను సాధించారు.

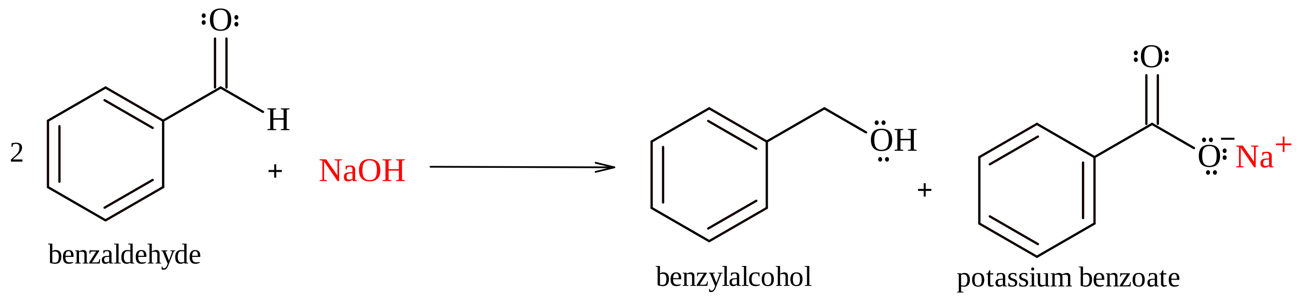
కెన్నిజారో చర్యకు గురయ్యే ఆల్డిహైడ్‌లు క్రింద ఇవ్వబడ్డాయి.



సాధారణంగా, ఈ చర్య సోడియం లేదా పొటాషియం హైడ్రాక్సైడ్‌తో నిర్వహించబడుతుంది: ఈ చర్యలో ఆక్సీకరణ ఉత్పన్నం(Oxidised product) కార్బాక్సిలిక్ ఆమ్లలవణం (salt of carboxylic acid) మరియు క్షయకరణ ఉత్పన్నం (Reduced product) ఆల్కహాల్ (alcohol).

Example: $2\ RCHO + KOH \rightarrow RCH_2OH + RCOOK$

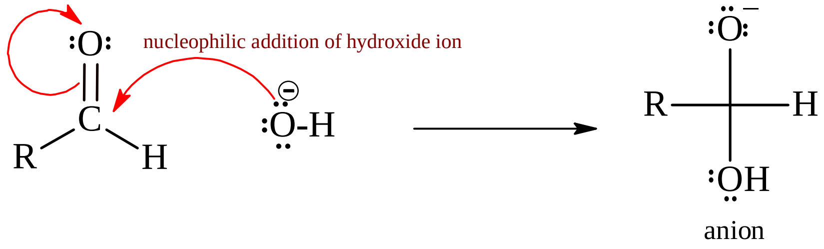




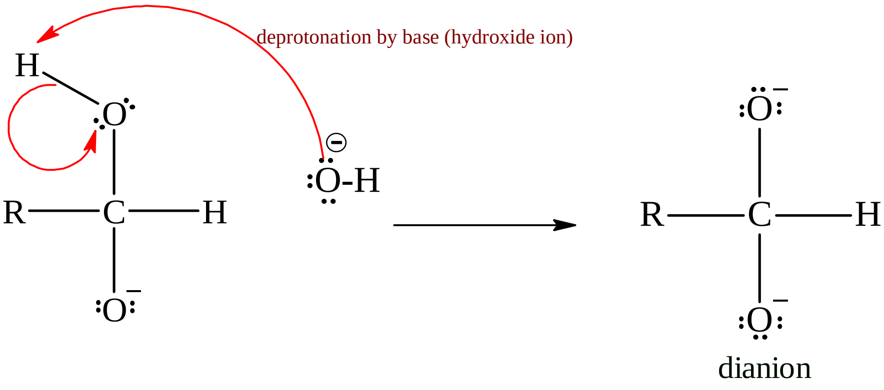
4.1 కెన్నిజారో చర్య యొక్క చర్యావిధానం (Mechanism of Cannizzaro Reaction)

ఆల్డిహైడ్ అణువు లోని కార్బోనైల్ కార్బన్ పై హైడ్రాక్సైడ్ అయాన్ న్యూక్లియోఫిలిక్ దాడి ద్వారా ఆనయాన్(anion) ఏర్పడుతుంది. ఏర్పడిన ఆనయాను(anion) బలమైన క్షార సమక్షంలో హైడ్రోజెన్ ను కోల్పోయి డై-ఆనయాన్ని(dianionic species) ఇస్తుంది(**step -2**). ఆనయాన్ మరియు డై ఆనయానుల సమూహం అస్థిరంగా ఉంటాయి. హైడ్రైడ్ అయాన్‌ను ఇతర ఆల్డిహైడ్‌కు బదిలీ చేయడం ద్వారా ఇవి స్థిరత్వాన్ని పొందుతాయి మరియు కార్బాక్సిలిక్ ఆమ్లం యొక్క సంబంధిత లవణమునకు ఆక్సీకరణం చెందుతాయి. ఆల్డిహైడ్ యొక్క రెండవ అణువు ఆల్కహాల్ గా క్షయకరణం చెందుతుంది. ఒకటి లేదా రెండు O^- జాతుల యొక్క బలమైన ఎలక్ట్రాన్-విరాళ ప్రభావం వలన (electron donating effect) హైడ్రైడ్ అయాన్ (H^-) మరొక ఆల్డిహైడ్ అణువుపైకి సులభంగా బదిలీ అవుతుంది. అందువల్ల, కెన్నిజారో చర్యా విధానంలో ముఖ్యమైన దశ హైడ్రైడ్ బదిలీ.

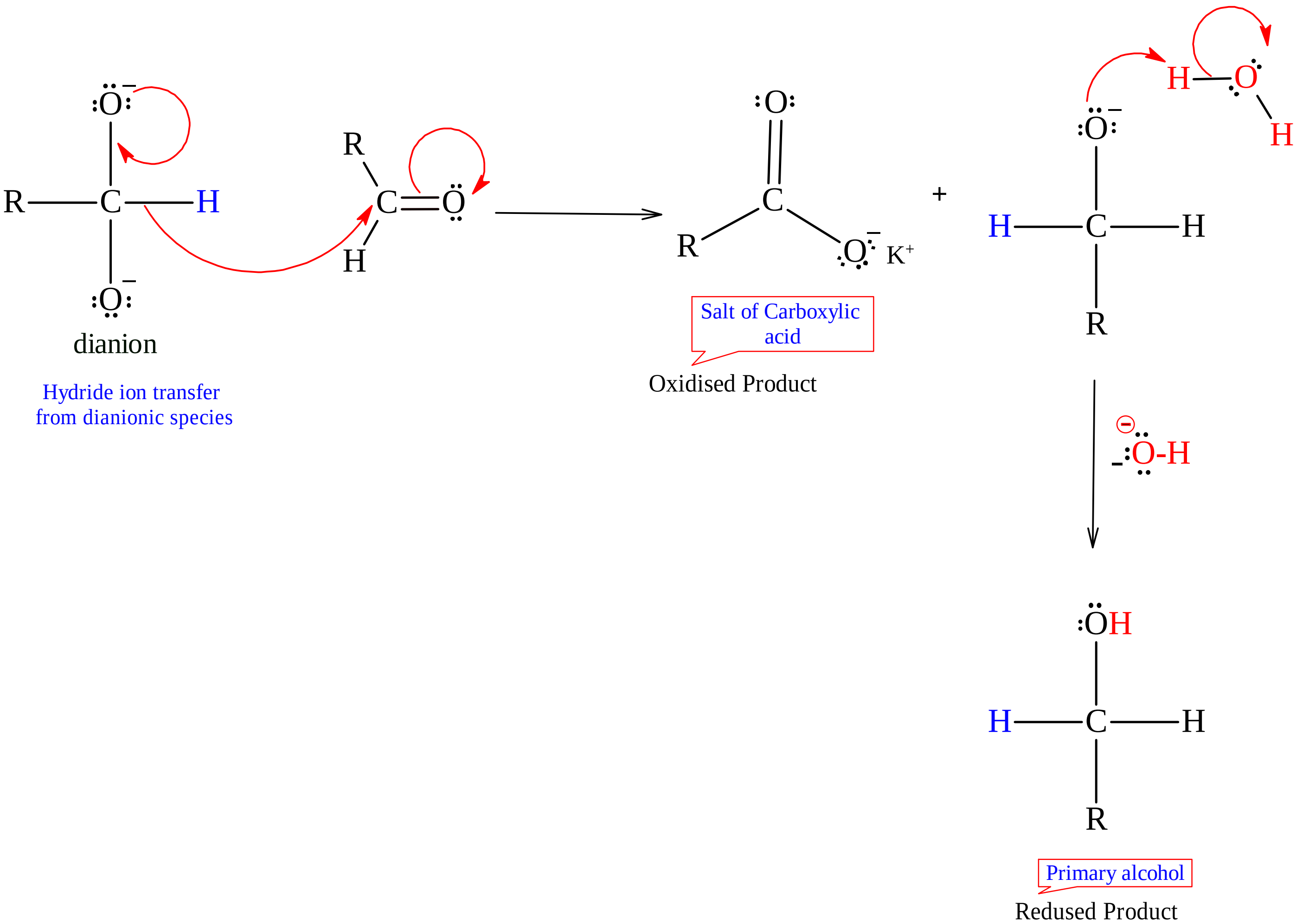
Step-1



Step-2



Step-3



ఆల్డిహైడ్ (నాన్-ఎనోలైజబుల్) బలమైన క్షార మాధ్యమంలో ఇతర చర్యలకు లోనవుతుంటే, కెన్నిజారో చర్య యొక్క వర్తనీయత పరిమితం కావచ్చు. ఉదాహరణకు, బలమైన క్షార మాధ్యమంలో α, α, α - ట్రై హేలో ఎసిటాల్డిహైడ్ (α, α, α trihalo acetaldehyde) లు హేలోఫార్మ్ చర్య (haloform reaction) ప్రకారం ప్రతిస్పందిస్తాయి. కెన్నిజారో చర్యా విధానంతో దగ్గరి సంబంధం ఉన్న బెంజిలిక్ యాసిడ్ పునర్వ్యవస్థీకరణ (Benzylic acid rearrangement) లో హైడ్రోజెన్‌కు బదులుగా ఆల్కైల్ (alkyl) లేదా ఎరైల్ (aryl)సమూహం వలసపోతుంది.

5. సారాంశం

1. α - హైడ్రోజెన్ కలిగిన ఆల్డిహైడ్ లేదా కీటోన్ ల మధ్య జరిగే ఆల్డోల్ చర్య కార్బన్-కార్బన్ బంధాలను తయారు చేయడానికి అనువైన చర్య.
2. కనీసం ఒక α- హైడ్రోజెన్ ఉన్న ఆల్డిహైడ్ మరియు కీటోన్ లు, సజల క్షార (dil. NaOH, $Ba(OH)_2$, K_2CO_3) సమక్షంలో, గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద సంయోగం చెంది β- హైడ్రాక్సీ ఆల్డిహైడ్ లేదా β- హైడ్రాక్సీ కీటోన్ లను ఏర్పరుస్తాయి.
3. సజల క్షార సమక్షంలో రెండు వేర్వేరు కార్బొనైల్ సమ్మేళనాల మధ్య జరిగే చర్యను “వ్యత్యస్థ ఆల్డోల్ చర్య” అంటారు.
4. అణు అంతర ఆల్డోల్ చర్య (Intramolecular Aldol reaction) లో ఐదు లేదా ఆరు పరమాణు వలయాలు ఉత్పన్నమవుతాయి.
5. ఆల్డిహైడ్ యొక్క ఏకకాల ఆక్సీకరణ మరియు క్షయాకరణము (అననుపాత చర్య) ను కెన్నిజారో చర్య అంటారు.
6. α- హైడ్రోజెన్లు లేని ఏరోమాటిక్ ఆల్డిహైడ్ లు మరియు ఏలిఫాటిక్ ఆల్డిహైడ్ లు గాఢమైన NaOH లేదా ఇతర బలమైన క్షారములతో చర్య జరిపి కెన్నిజారో చర్యను ఇస్తాయి.

***

References:

1. Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, by Michael B. Smith; Jerry March, Fourth edition, John Wiley & Sons.
2. Writing Reaction Mechanisms in Organic Chemistry by Audrey Miller, Philippa H. Solomon, Third edition, Elsevier Science & Technology Books.
3. Organic Chemistry by Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren, Second edition, Oxford University press.
4. Advanced Organic Chemistry: Part B: Reactions and Synthesis by Francis A Carey, Richard J. Sundberg, Fifth edition, Springer.
5. Organic Chemistry by T. W. Graham Solomons, Craig B. Fryhle, Tenth edition, John Wiley & Sons.
6. Organic Chemistry (English, Paperback, 7th edition) by Paula Y Bruice, Pearson Education.
7. Organic Chemistry (English, Paperback, 3rd edition) by Janice Gorzynski Smith, McGraw-Hill.

Web Links:

1. https://www.khanacademy.org/test-prep/mcat/chemical-processes/alpha-carbon-chemistry/a/aldol-reactions-in-metabolism
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Aldol_condensation
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Cannizzaro_reaction
4. https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Supplemental_Modules_(Organic_Chemistry)/Reactions/Organic_Reactions/Cannizzaro_Reaction
5. http://www.chem.ucalgary.ca/courses/351/Carey5th/Ch18/ch18-3-4.html