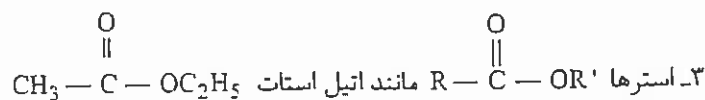
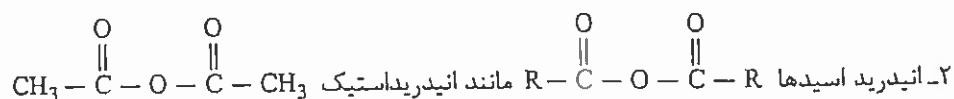
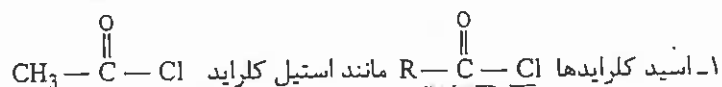


فصل هشتم

اسیدهای کربوکسیلیک

اسیدهای کربوکسیلیک و مشتقات آنها

اسیدهای کربوکسیلیک ترکیباتی به فرمول ساختاری $R - \overset{\text{O}}{\parallel}{C} - OH$ هستند. بهترین مشتقات آن عبارتند از:

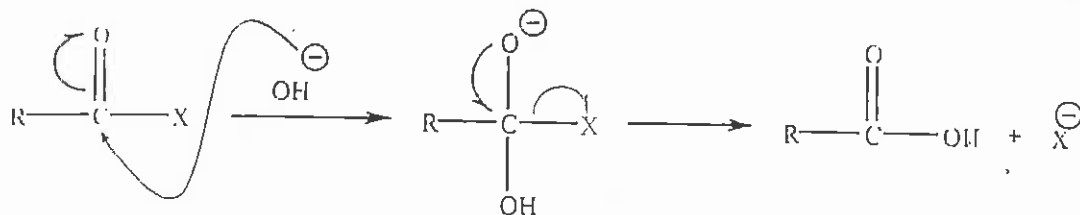


اسیدهای کربوکسیلیک:

روش‌های تهیه آن عبارتند از:

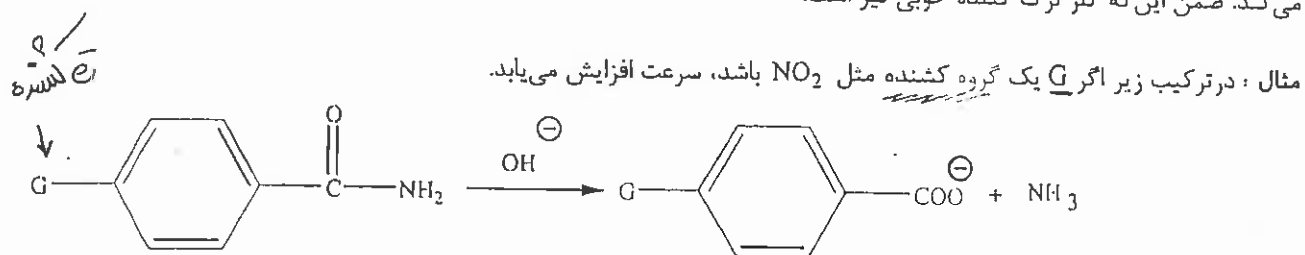
۱- هیدرولیز مشتقات اسیدها: یعنی اسید کلرایدها، انیدریدها، استرها و آمیدها: هیدرولیز این ترکیبات در دو محیط

اسیدی و قلیایی در حضور حرارت انجام می‌شود.

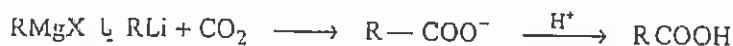


نکات

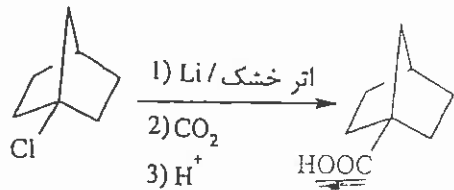
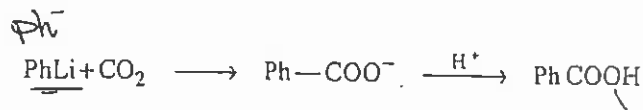
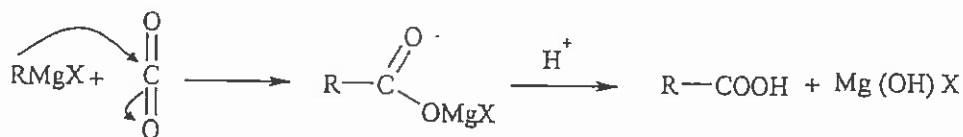
- ۱- هر چه کربن کربونیل مثبت تر باشد، سرعت هیدرولیز بیشتر است. چون حمله نوکلئوفیل به جای مثبت تر، بهتر صورت می گیرد.
- ۲- در فرآیند هیدرولیز، اسیدکلرایدها، فعال ترین و آمیدها غیرفعال ترین هستند. زیرا Cl با کشندگی الکترون کربن کربونیل را مثبت می کند. ضمن این که کلر ترک کنندده خوبی نیز است.



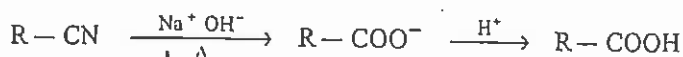
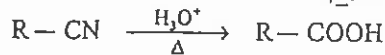
۲- افزایش معرف گرینیارد به گاز CO₂:



مکانیسم:

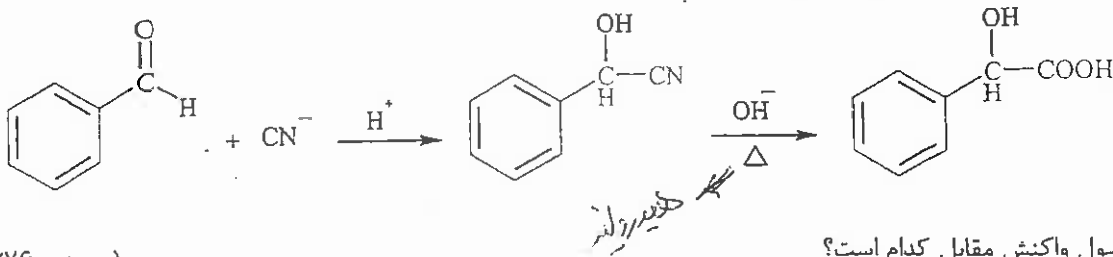


۳- هیدرولیز نیتریلها در محیطهای اسیدی و قلیایی:



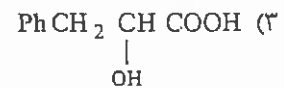
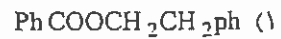
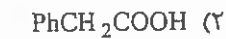
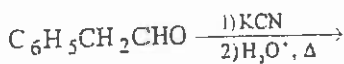
قلیایی و قلیایی

مثال :

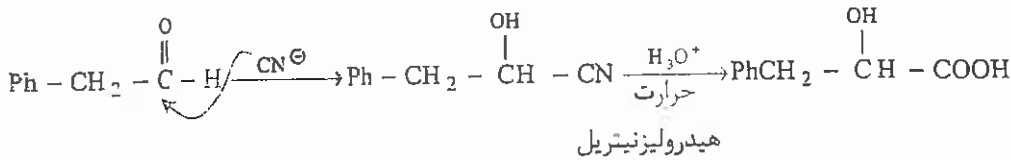


(ورودی ۷۶)

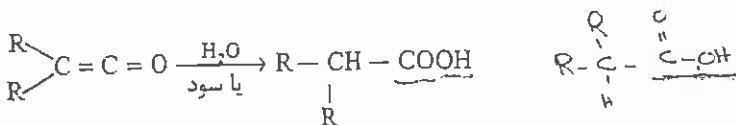
تمرین : محصول واکنش مقابل کدام است؟



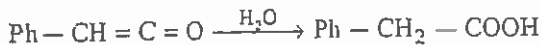
حل : گزینه ۳ صحیح می باشد.



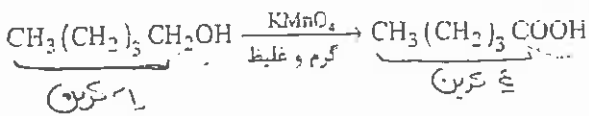
۴- هیدرولیز کیتین ها:



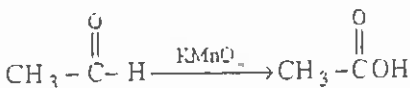
مثال :



۵- اکسایش الکل های نوع اول در حضور اکسندهای قوی مثل KMnO_4 ، $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ، $\text{CrO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ و ...



اکسایش آلدهیدها نیز منجر به اسیدهای کربوکسیلیک می شود.



نکته : اسیدتریک جز به عنوان اکسید کننده قادر به اکسایش آلدهیدها است.

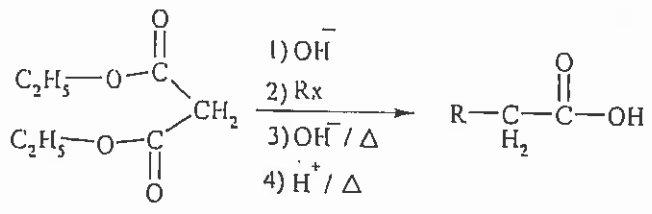
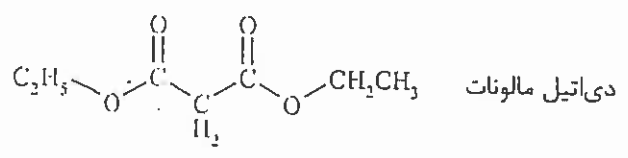
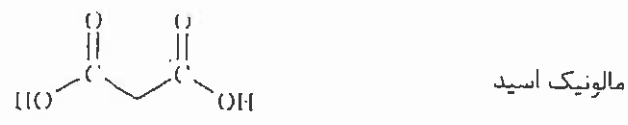
۶- اکسایش الکل ها با KMnO_4 گرم و غلیظ



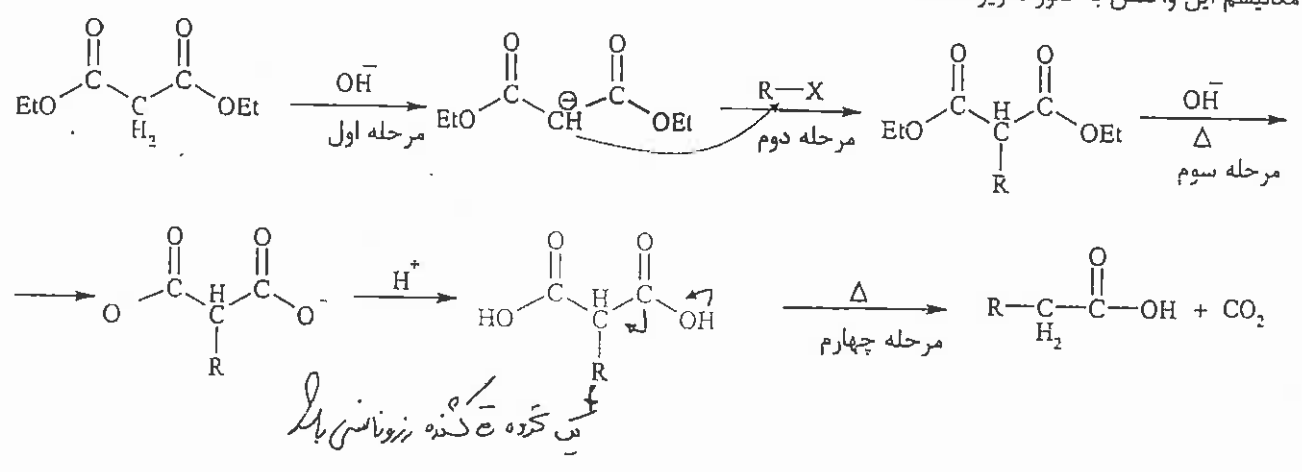
یادآوری : اگر KMnO_4 سرد و رقیق باشد می شود.

۷- استفاده از استر مالوئیک اسید : مالونیک اسید و استر آن دارای ساختار زیر هستند. هیدروژن روی کربن α نسبت به دو

گروه کربونیل سنبداً اسیدی است و در حضور بازکننده می‌شود.



مکانیسم این واکنش به صورت زیر است:

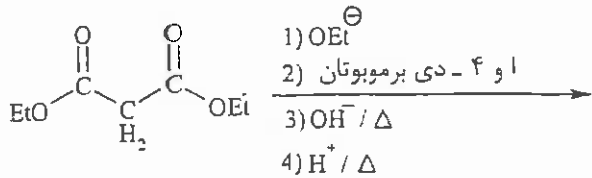


نکات :

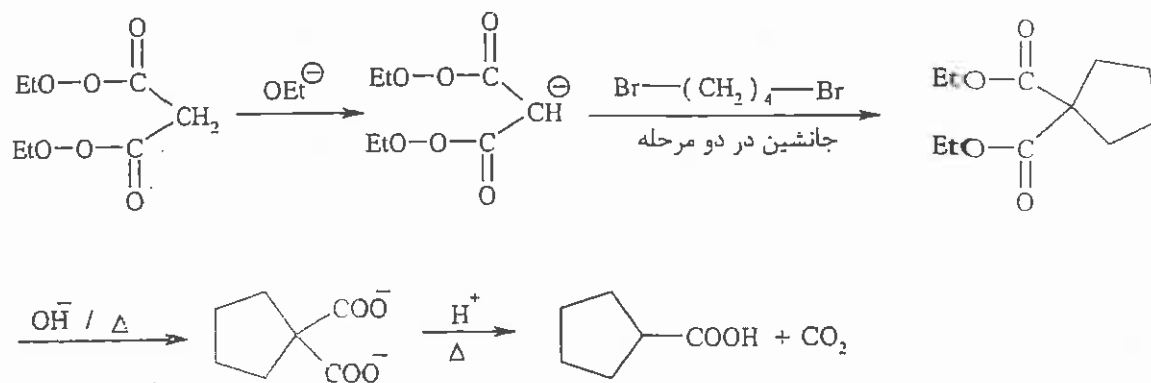
۱- مرحله اول این مکانیسم شامل کندن شدن هیدروژن اسیدی کربن متصل به دو گروه کربونیل و ایجاد یک کربانیون است که در مرحله دوم حمله نوکلئوفیلی روی آلکیل‌هالید را انجام می‌دهد. مرحله سوم واکنش هیدرولیز استرها را در محیط قلیایی نشان می‌دهد. مرحله چهارم شامل حذف CO_2 است.

- ۲- ترکیباتی CO_2 از دست می‌دهند که به کربن α آن‌ها گروه کشنده رزونانسی مثل NO ، CN ، $-\text{C}(=\text{O})-$ ، NO_2 متصل باشد.
- ۳- حذف CO_2 در محیط‌های قلیایی بسیار مشکل است.

تمرین : محصول واکنش زیر چیست؟



حل :



(ورودی ۶۹)

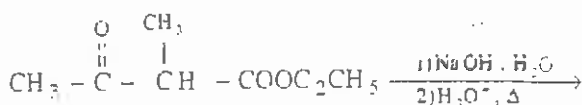
تمرین : کدام یک از ترکیبات زیر سریع تر CO₂ از دست می‌دهد؟



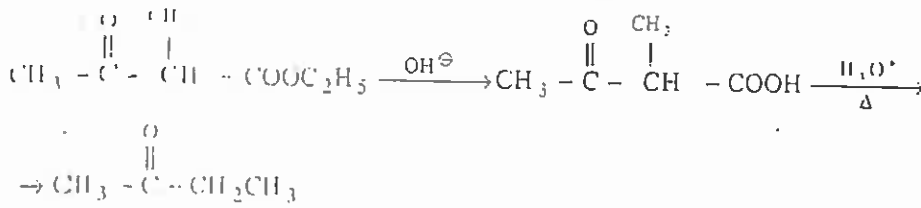
حل : گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

تمرین : محصول نهایی واکنش مقابل کدام است؟

(ورودی ۷۱)

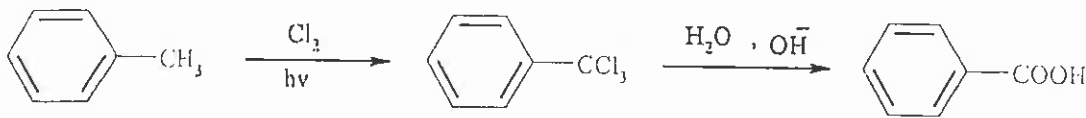


حل : گزینه ۲ صحیح می باشد.



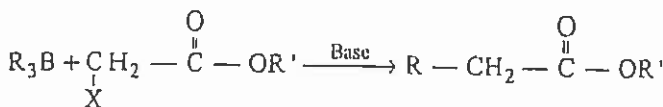
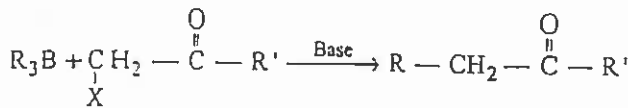
حذف CO₂ (کربوکسیل زدایی)

۸- تهیه کربوکسیلیک اسیدهای آروماتیک :



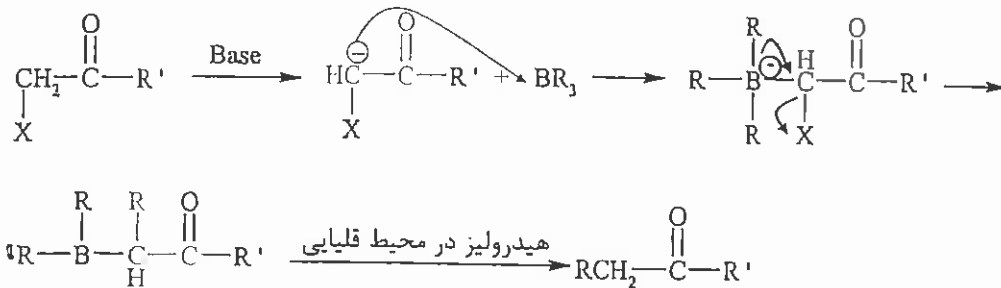
۹- سنتز استرها و کتونها از بورانهای آلی :

بور تمایل زیادی به گرفتن جفت الکترون دارد ولی به محض گرفتن الکترون گروه دیگری را از دست می دهد تا بار منفی حاصل را جبران کند. از این خاصیت در موارد زیادی از جمله آب دهی به آلکنها، احیاء کربونیل ها و ... استفاده شده است. در این جا از بورانهای آلی در سنتز کتونها و استرها استفاده می شود.

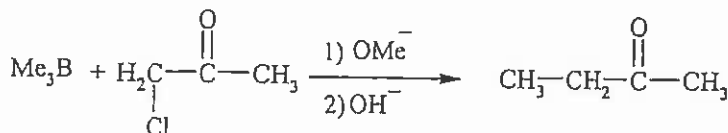


در موقعیت α نسبت به C
R از بوران جایگزین می شود

مکانیسم این واکنش به صورت زیر است :

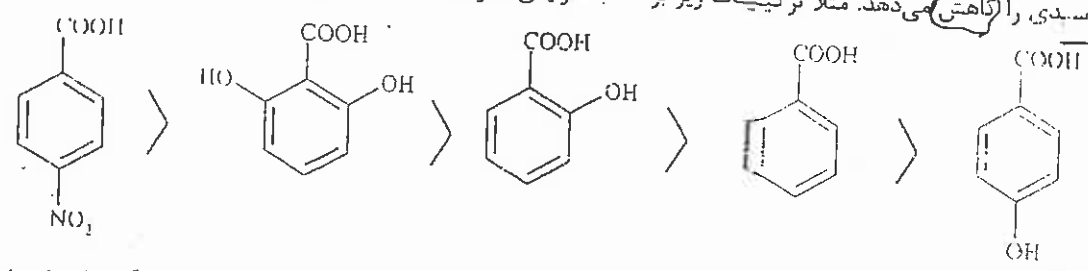


مثال :



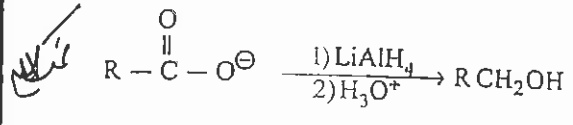
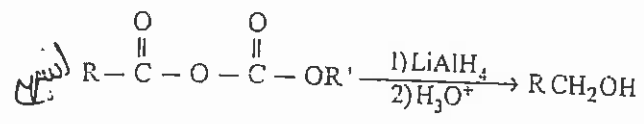
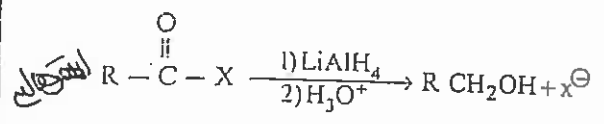
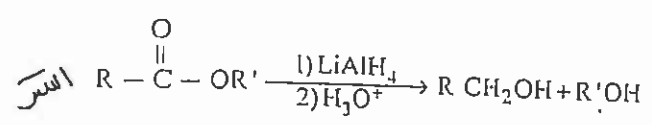
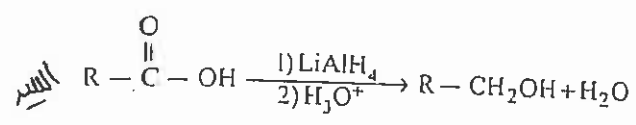
موقعیت -O-P

در اسیدهای آروماتیک: اگر گروه‌های الکترون کشنده در حلقه باشد قدرت اسیدی را افزایش می‌دهد به خصوص اگر در موقعیت اورتو یا پارا باشد. همچنین در مورد گروه‌های الکترون دهنده اگر در موقعیت اورتو باشد باعث افزایش قدرت اسیدی می‌شود اما در موقعیت پارا قدرت اسیدی را کاهش می‌دهد. مثلاً ترکیبات زیر بر حسب افزایش قدرت اسیدی به صورت زیر مرتب می‌شوند.



احیا: اسیدها، استرها، اسیدکلرایدها، ایدرید اسیدها و نمک اسیدهای کربوکسیلیک با واکنشگرهای احیا کننده: در همه موارد الکل به عنوان محصول واکنش حاصل می‌شود.

در اسیدها آروماتیک؟



۱- گروه‌ها e-کشنده: در موقعیت -O-P و -OR' نسبت افزایش قدرت اسیدی

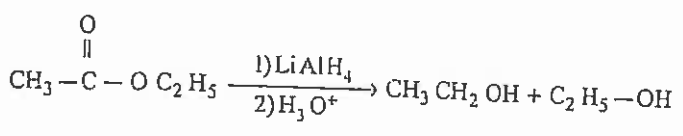
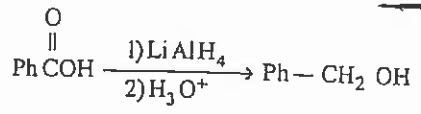
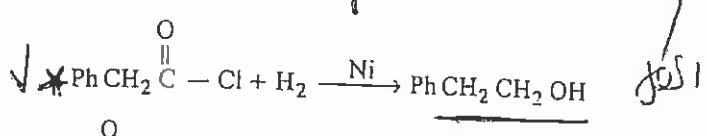
۲- گروه‌ها e-دهنده: در موقعیت -O-P نسبت کاهش

نکات:

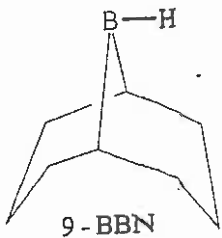
۱- هیدروژناسیون کاتالیزوری H_2/Cat در فشار بالا قادر به انجام این عمل می‌باشد و احیا کننده است.

۲- کتون‌ها در برابر واکنش احیا از استرها فعال‌ترند.

مثال ۱

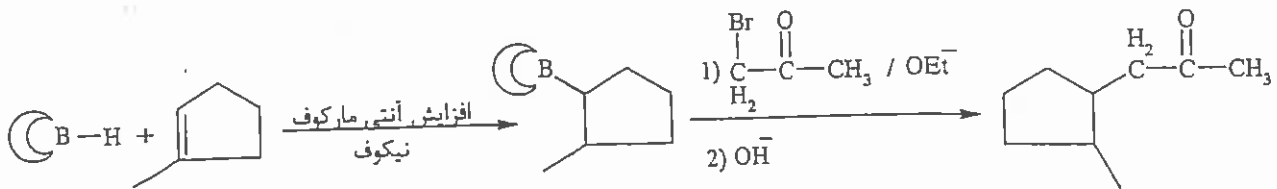


نکته : معمولاً برای جایگزینی کردن یک گروه آلکیل خاص به جای هالوزن در این روش از ترکیب بوران 9-BBN استفاده می کنند.

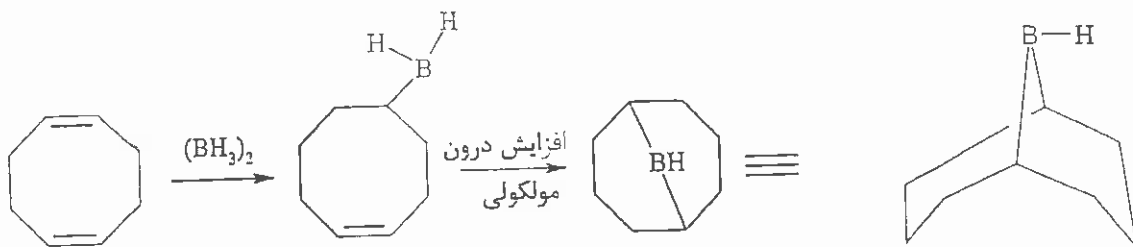


برای راحتی آن را به صورت $\text{C} \text{---} \text{B} \text{---} \text{H}$ نمایش می دهند.

مثال :

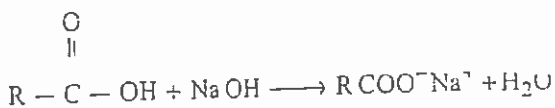


تذکر : 9-BBN را از واکنش هیدروبوئردار شدن متوالی آلکن زیر تهیه می کنند.

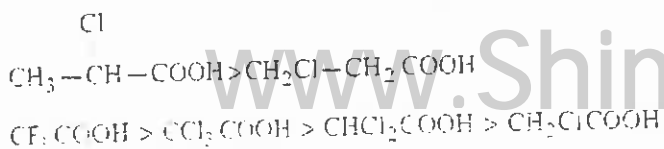


واکنش های اسیدها

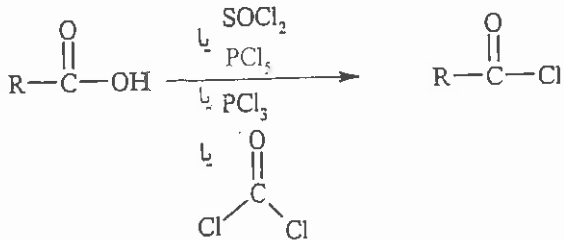
۱- واکنش با بازها :



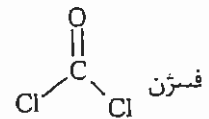
* در اسیدهای آلیفاتیک هر (چه) به R گروه های الکترون کشنده متصل باشد خاصیت اسیدی بیشتر است. مثلاً CCl_3COOH اسیدی تر از CH_3COOH است. اسیدینه هم جیس به تعداد گروه های الکترون کشنده و فاصله آنها از عامل اسیدی و الکترون گاتیوی نیز بستگی دارد. به عنوان مثال :



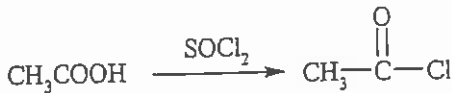
۳- تبدیل اسیدهای کربوکسیلیک به اسید کلرایدها :



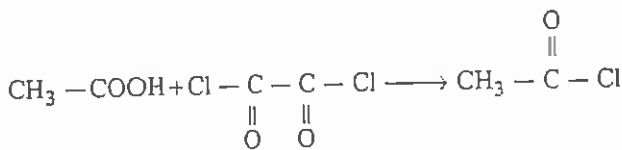
تیونیل کلراید SOCl_2



مثال :



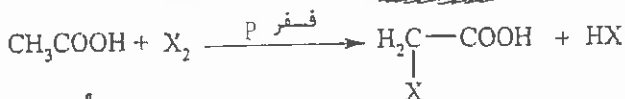
نکته : اگزالیک کلراید نیز واکنشگر مناسبی برای تبدیل کربوکسیلیک اسیدها به اسید کلرایدها است.



اگزالیک کلراید

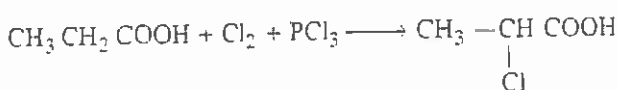
۴- واکنش هل - ولهارد - زلینسکی :

اسیدهای کربوکسیلیک با هالوژن‌ها در حضور فسفر یا PX_3 واکنش می‌دهند تا هیدروژن α آن‌ها با هالوژن جانشین شوند.



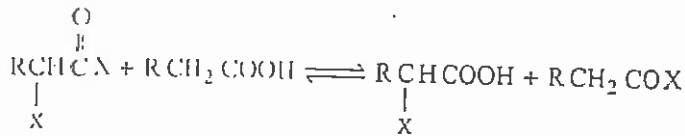
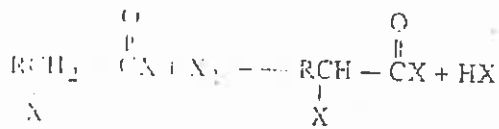
α - استغلیفی جایگزینی H یا X

مثال :

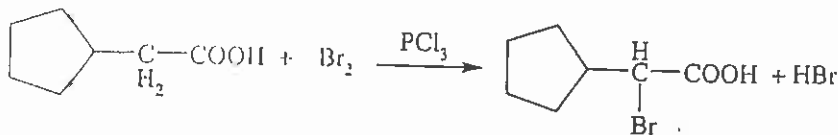


مکانیسم واکنش هل ولهارد زلینسکی به صورت زیر است :



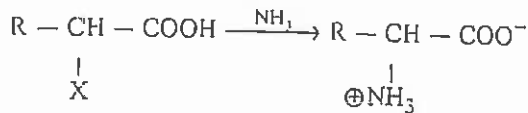


مثال



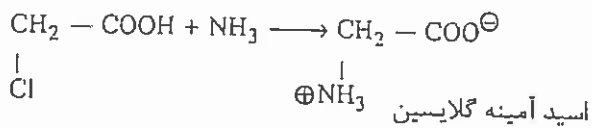
نکته: از α - هالواسیدها $R - \overset{\overset{X}{\mid}}{CH} - COOH$ می توان در موارد زیر استفاده کرد:

۱- تهیه اسیدهای آمینه (آمینواسیدها):

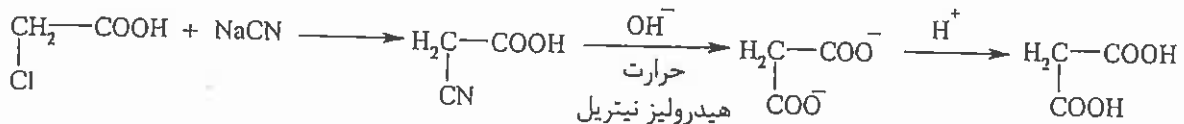


NH_3 : به جای هالوژن قرار می گیرد.

مثال:



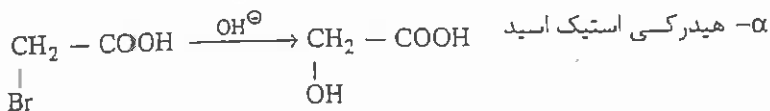
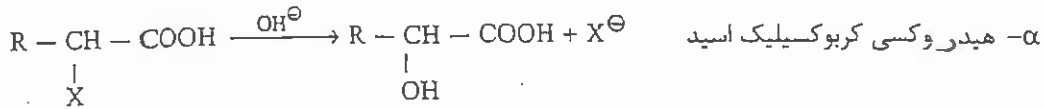
۲- تهیه مالونیک اسید و مشتقاتش:



مالونیک اسید

تذکره: اگر از H^+ همراه با حرارت استفاده کنیم CO_2 حذف می شود.

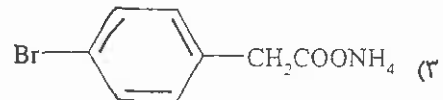
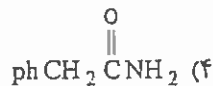
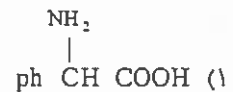
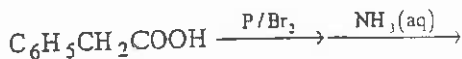
۳- تهیه α - هیدروکسی اسیدها =



مثال :

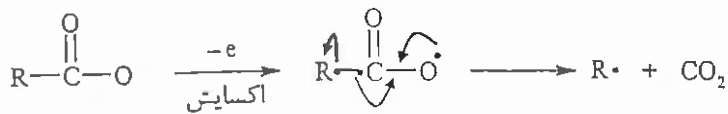
(ورودی ۷۶)

تمرین : محصول نهایی واکنش مقابل کدام است؟



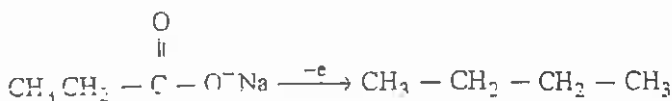
حل : گزینه ۱ صحیح می باشد.

۵- کربوکسیل زدایی از کربوکسیلیک اسیدها توسط انتقال الکترون :

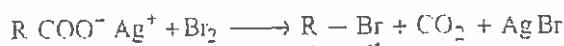


با انجام فرآیند اکسایش روی آنیون کربوکسیلات رادیکال بسیار ناپایدار $R - COO^\bullet$ حاصل می شود که با از دست دادن CO_2 به

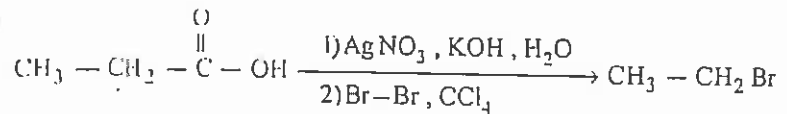
رادیکال R^\bullet تبدیل می شود که می تواند با رادیکال مشابه جفت شود. مثال:



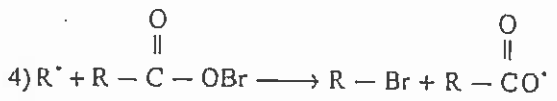
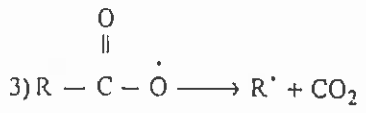
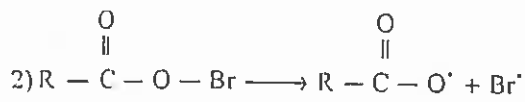
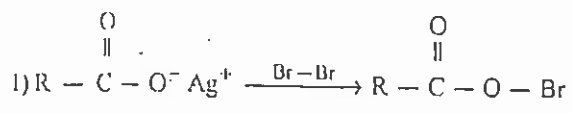
نکته : در اکسایش از طریق شمشایی، نمک نقره کربوکسیلیک اسید یا مغلولز که معمولاً برم است واکنش می دهد و برم الکان حاصل می شود. این واکنش به نام واکنش هانزدبکر معروف است.



مثال :



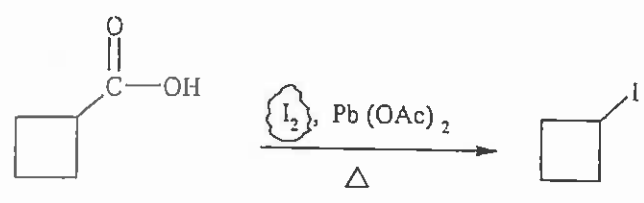
مکانیسم واکنش همانند دیگر به صورت زیر است:



$\text{R} - \text{X}$
 حاصله است و معمولاً X_2 دهند
 یا $\text{AgNO}_3, \text{KOH}$ یا Pb(OAc)_2

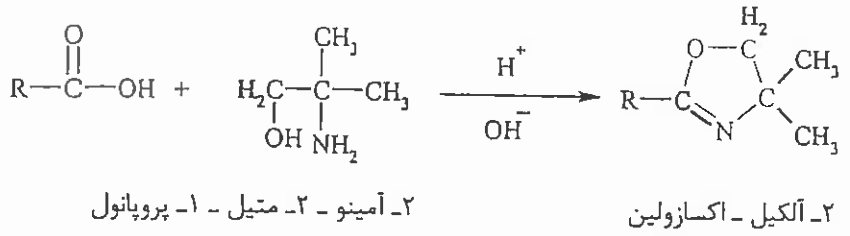
*2

نکته: این واکنش در حضور Pb(OAc)_2 نیز انجام پذیر است. مثال:

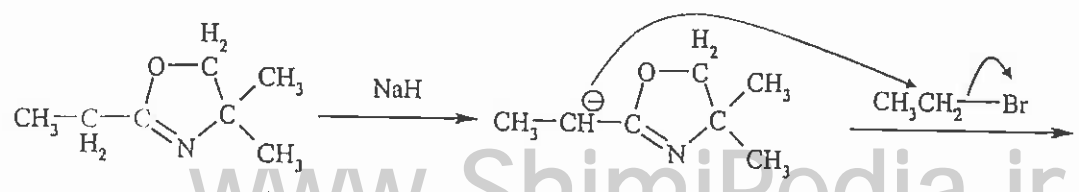


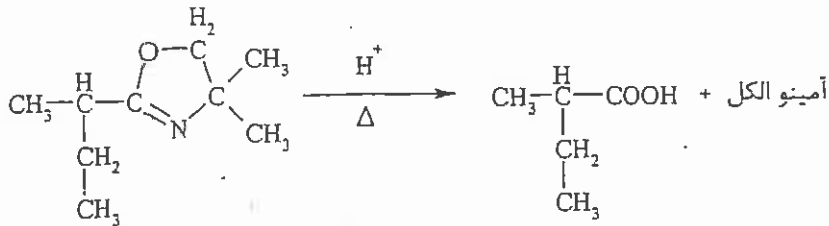
۶- محافظت عامل اسیدی:

برای محافظت از عامل اسیدی، آنرا با ۲- آمینو - ۲- متیل - ۱- پروپانول واکنش می دهند.



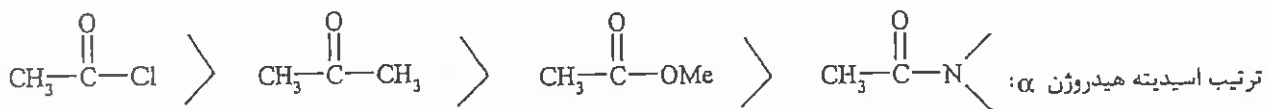
در ترکیب اکسازولین هیدروژنهای روی R خاصیت اسیدی دارند و در حضور بازهای قوی کنده می شوند. می توان بعد از انجام این واکنش یا هر واکنش دیگری روی R عامل محافظت کننده را جدا کرد (محافظت زدایی).





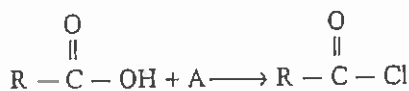
اسید کلرایدها :

این ترکیبات فعال‌ترین مشتقات اسیدهای کربوکسیلیک هستند. ضمن این‌که هیدروژن α آن‌ها اسیدی‌ترین هیدروژن α در بین ترکیبات $\text{C}=\text{O}$ دار است.



نکته : اسیدیته پروتونهای α استرها بیشتر از آمیدها است.

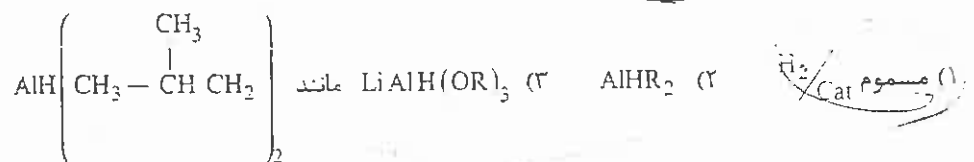
طرز تهیه اسید کلرایدها :



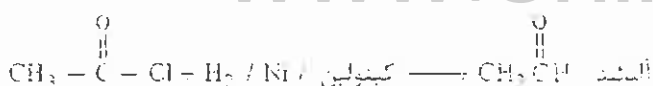
A : واکنشگرهایی از قبیل تیونیل کلرایدها SOCl_2 ، PCl_5 ، PCl_3 ، فسژن $\text{Cl}_2\text{C=O}$ و اگزالیک کلراید Cl-C(=O)-C(=O)-Cl است.

احیای اسید کلرایدها :

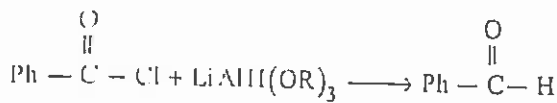
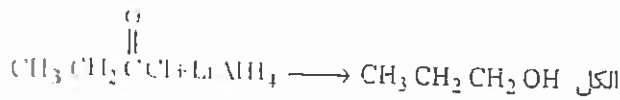
اسید کلرایدها در حضور احیا کننده‌های قوی به الکل احیا می‌شوند ولی در حضور احیا کننده ضعیف به آلدئید تبدیل می‌گردند. واکنشگرهای احیا کننده ضعیف واکنش‌گرهایی مانند :



* و واکنشگرهای احیا کننده قوی مانند LiAlH_4 (1) H_2/Cat (2) هستند.

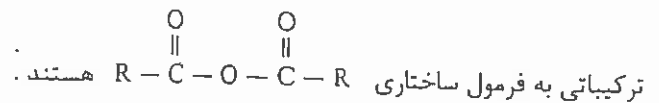


نکته : کیولین هم کاتالیزور است.



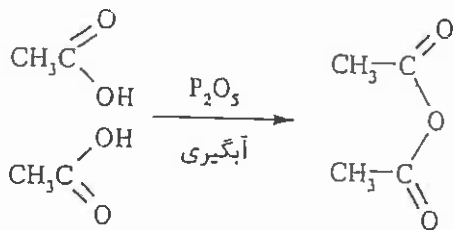
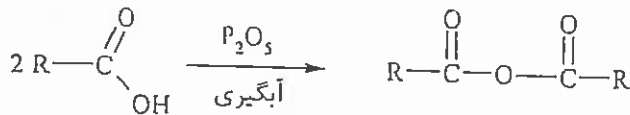
به واکنشگر $\text{AlH}\left(\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_2\right)_2$ دی ایزوبوتیل آلومینیوم هیدراید (اختصاراً DIBAL) گفته می‌شود.

انیدرید اسیدها :

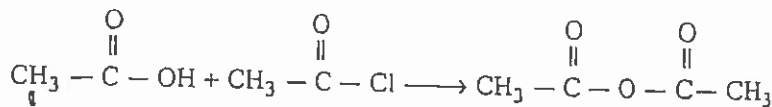


تشکیل انیدرید اسیدها :

۱- آبدگیری از کربوکسیلیک اسیدها در حضور P_2O_5 :



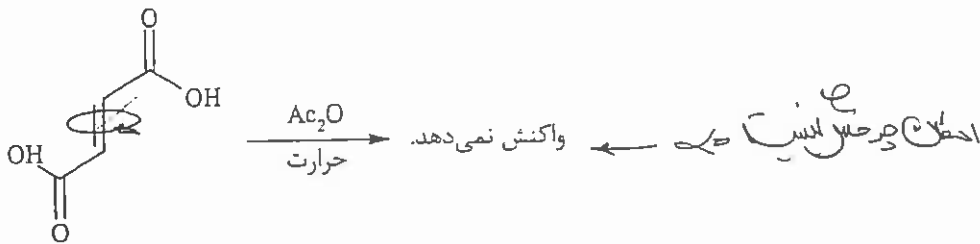
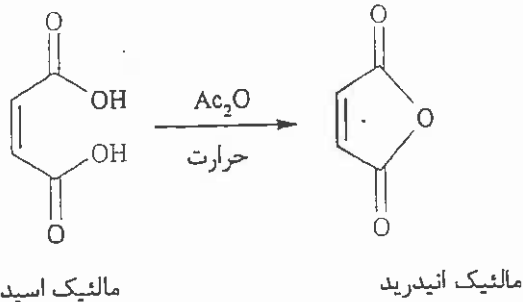
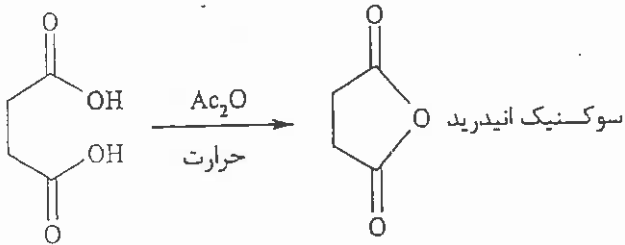
۲- واکنش کربوکسیلیک اسیدها با اسید کلرایدها:



از آنجایی که اسید کلراید مشتقات بسیار واکنش پذیر اسیدها هستند این واکنش سریع انجام می‌شود.

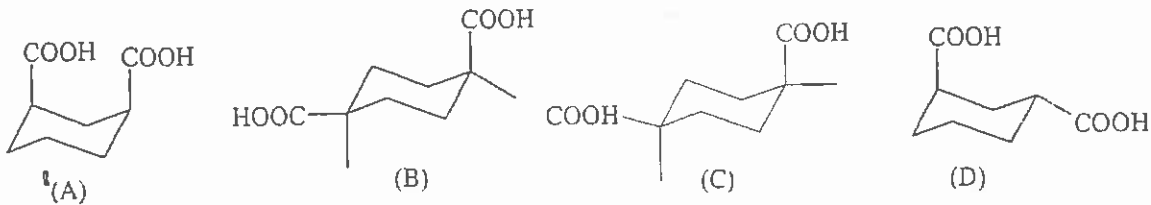
۳- استفاده از انیدریداستیک در تشکیل انیدریدهای حلقوی :

مثال :



(ورودی ۷۲)

تمرین : کدام ترکیب قادر به ایجاد حلقه انیدریدی است؟



A و B و C و D (۴)

A و B و C (۳)

A و B (۲)

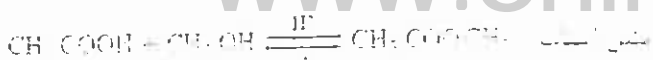
A (۱)

حل : گزینه ۱ صحیح می‌باشد.

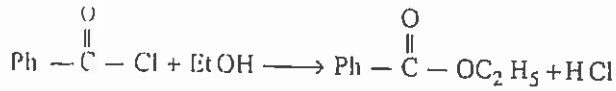
برای تشکیل حلقه انیدریدی باید گروه اسیدی (COOH) نسبت به هم سین باشند تا امکان تشکیل انیدرید باشد.

استرها:

www.ShimiPedia.ir

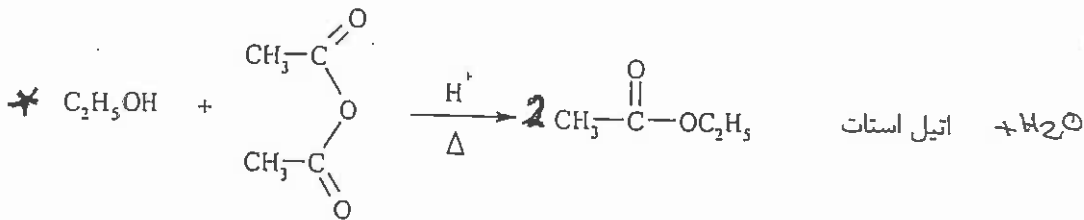
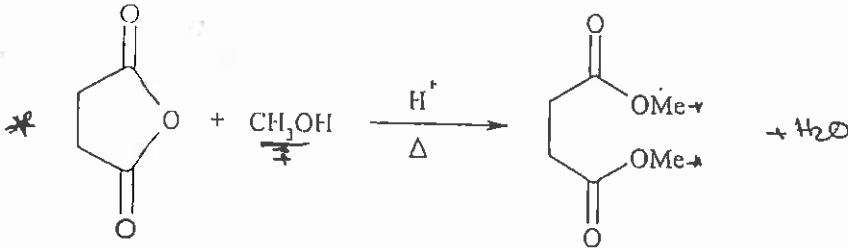


این واکنش یک واکنش تعادلی است و سرعت تشکیل استر در آن کم است و نیاز دارد که محمولات از محیط واکنش خارج شوند تا واکنش به سمت راست برود. به جای اسید از مشتق فعال ترش یعنی اسید کلراید استفاده می کنند تا سرعت واکنش افزایش یابد.

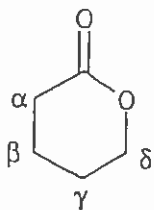


اتیل بنزوات

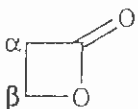
همچنین می توان از انیدرید اسیدها به عنوان مشتقات فعال در فرآیند استری شدن استفاده کرد.



به استرهای حلقوی لاکتون گفته می شود. برای نامگذاری آن ها از حروف یونانی استفاده می شود و کربنی که به اکسیژن استری متصل می شود را در نظر می گیریم.

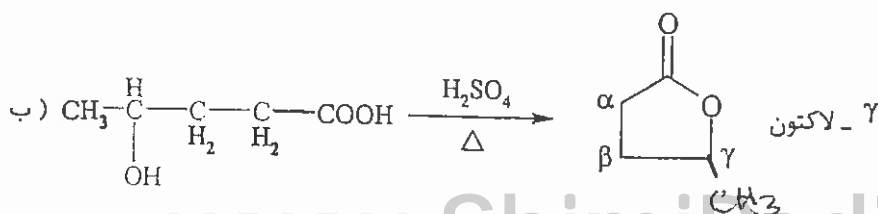
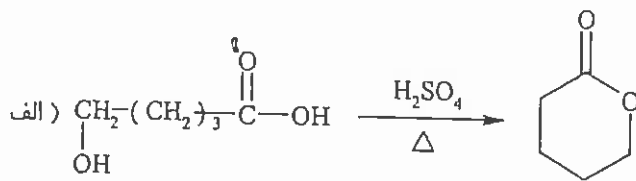


δ - لاکتون



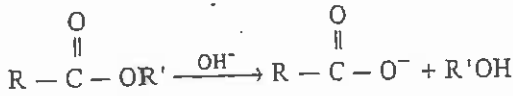
β - لاکتون

مثال :

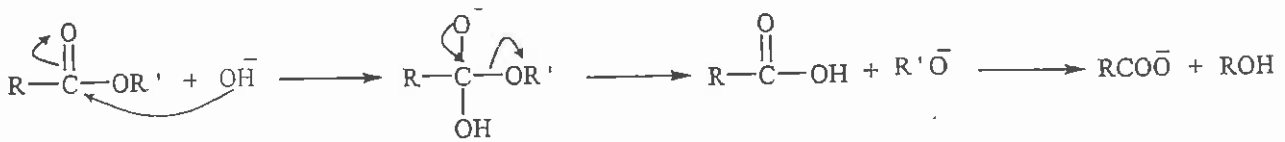


واکنش‌های استرها :

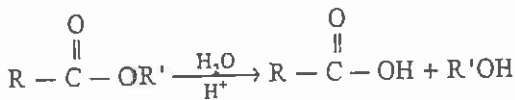
۱- هیدرولیز استرها : استرها در محیط‌های اسیدی و قلیایی دچار هیدرولیز می‌شوند و به الکل و اسید سازنده خود تبدیل می‌گردند. هر چه ازدحام فضایی استر بیشتر باشد سرعت هیدرولیز کمتر است.



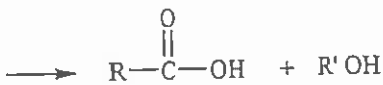
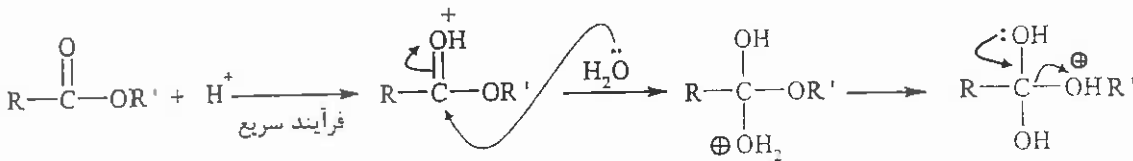
مکانیسم این واکنش به صورت زیر است :



و در محیط‌های اسیدی



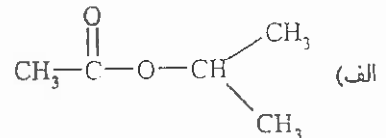
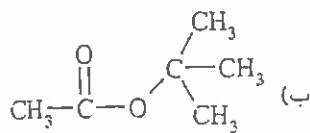
که مکانیسم آن به صورت زیر است :



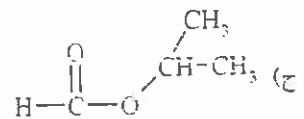
با توجه به مکانیسم هیدرولیز مشاهده می‌شود که اگر الکل (R') کایرال باشد در اثر هیدرولیز هم در محیط قلیایی و هم در

محیط اسیدی کنفیگوراسیون آن حفظ می‌شود.

تمرین : کدام یک سریع‌تر در محیط قلیایی هیدرولیز می‌شود؟



(د) هر سه یکسان است.



حل : گزینه ج

گروه C=O الکنده = به سرعت هیدرولیز می‌شود

تمرین : کدام استخلاف سرعت هیدرولیز استر زیر را افزایش می‌دهد؟



(ب) OMe

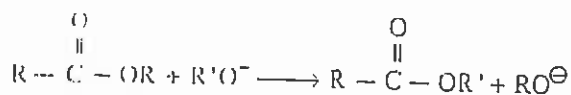
(الف) CH₃

(د) Cl

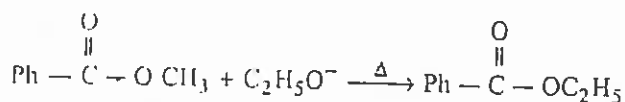
(ج) H

حل : گزینه ج

۲- واکنش تبادل استری (ترانس استریفیکاسیون) : در این واکنش قسمت الکنی استر با یک اتیل دیگر مبادله می‌شود.

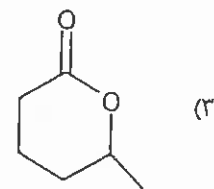
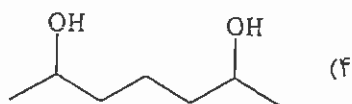
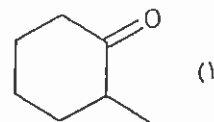
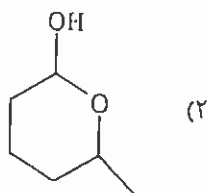
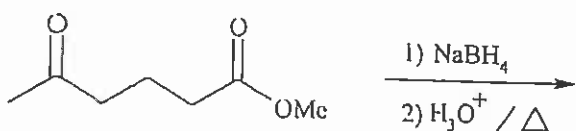


مثال :



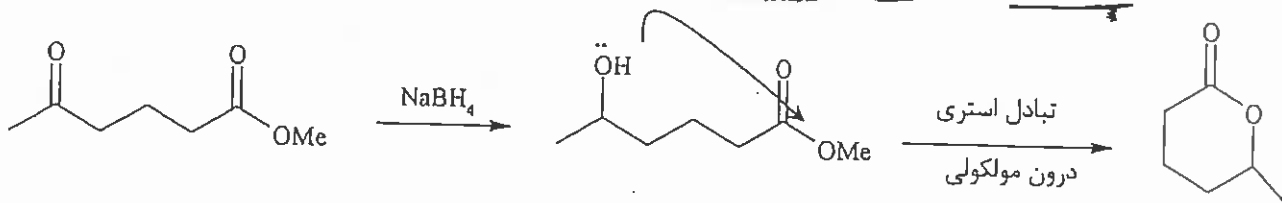
(ورودی ۷۶)

تمرین : محصول نهایی واکنش مقابل کدام است؟



حل : گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

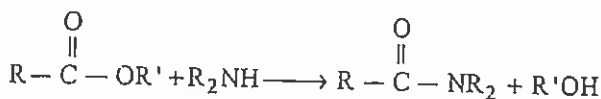
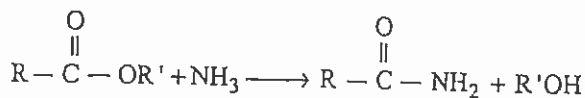
واکنش احیای گروه کربونیل و تبادل استری درون مولکولی و تشکیل استر حلقوی را نشان می‌دهد.



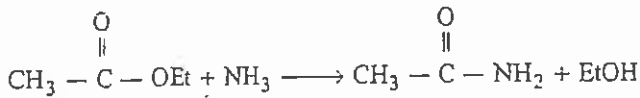
۳- آمونولیز استرها :

استرها با آمونیاک، آمین نوع اول و دوم واکنش می‌دهند و تبدیل به آمید می‌شوند به این واکنش آمونولیز استر (شکستن استر توسط

آمونیاک) گفته می‌شود.

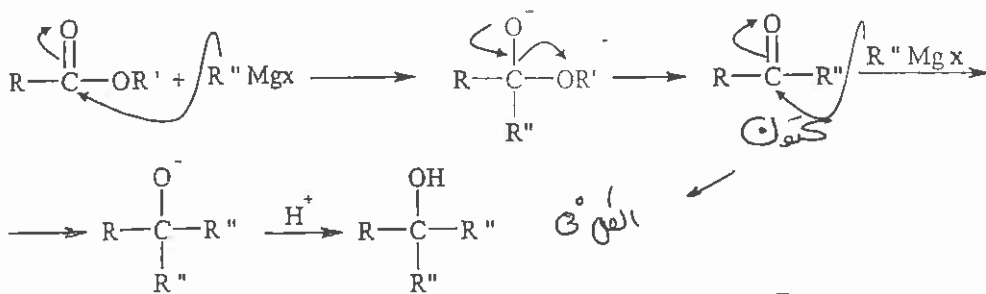


مثال :



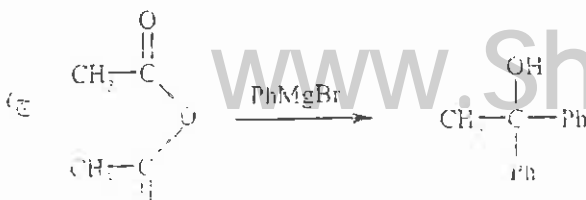
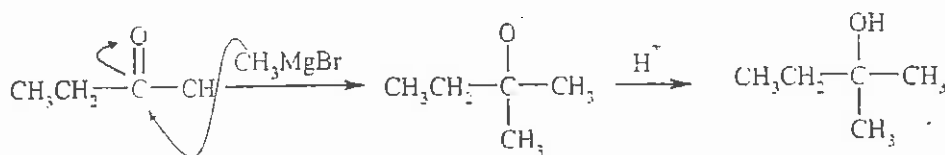
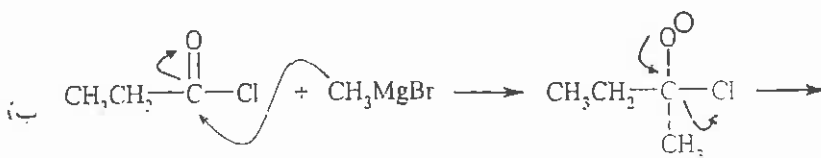
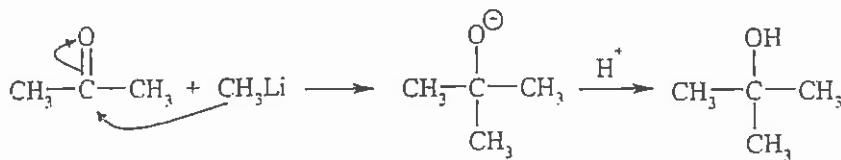
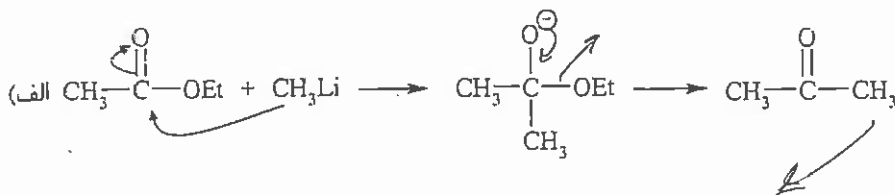
۴- واکنش استرها با واکنشگرهای گرینیارد و واکنشگر آلی فلزی لیتیم (RLi) :

واکنش گرهای گرینیارد و آلی فلزی لیتیم RLi با استرها و اسید کلرایدها واکنش می دهند و آن‌ها را به الکل‌های نوع سوم تبدیل می کنند.



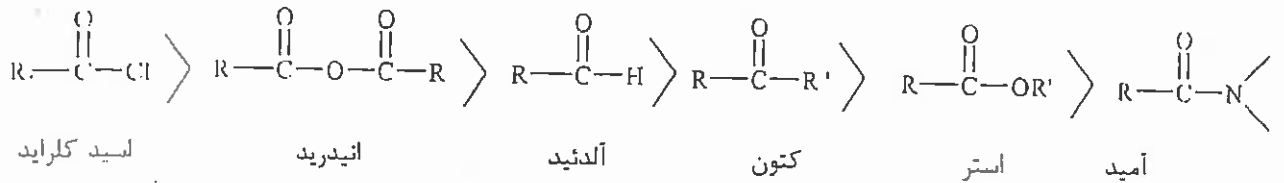
واکنشگرهای گرینیارد و آلی فلز لیتیم با انیدرید اسیدها و اسید کلرایدها نیز به همین گونه است.

مثال :

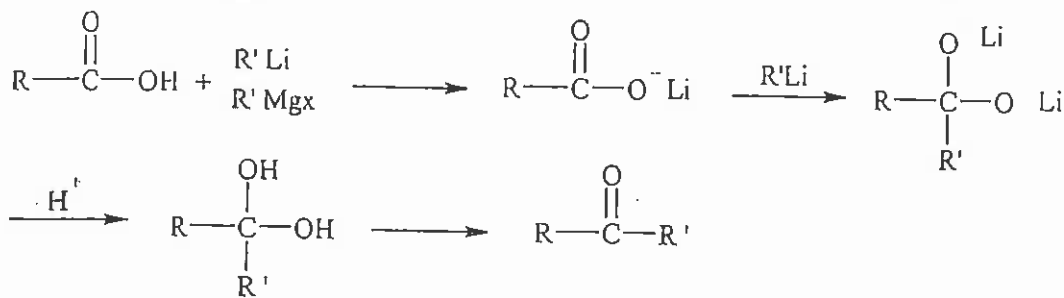


نکات :

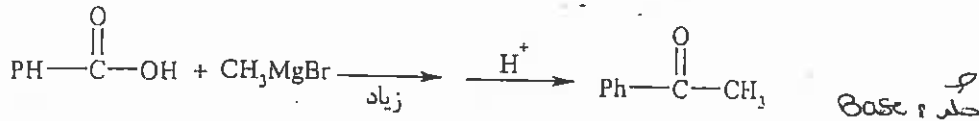
۱- ترتیب واکنش پذیری مشتقات اسیدها و ترکیبات کربونیل با واکنش گرهای گرینیارد به صورت زیر است:



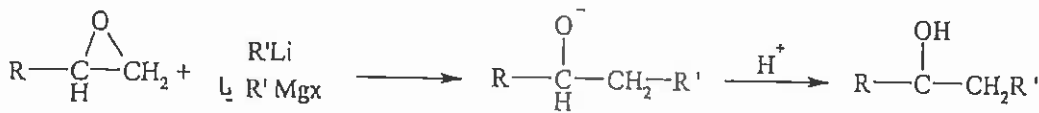
۲- اسیدهای کربوکسیلیک نیز با ترکیبات آلی فلزی لیتیم و معرف گرینیارد واکنش می دهند. \leftarrow **گروه کتون Ketone**



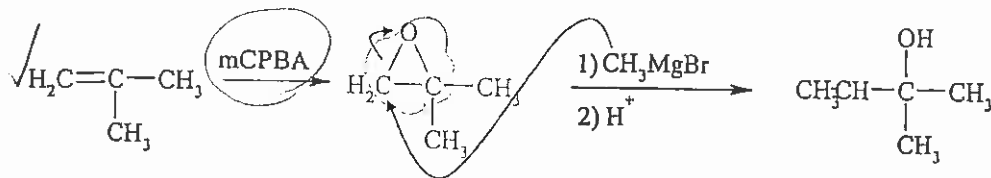
مثال :



۳- واکنشگرهای گرینیارد یا ترکیب آلی فلزی لیتیم با اپوکسیدها نیز واکنش می دهند و از جایی به حلقه اپوکسیدی حمله می کنند که مزاحمت فضایی کمتر است.



مثال :

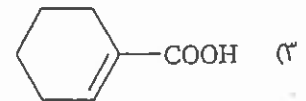
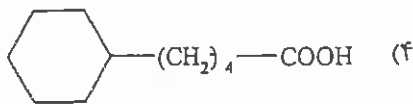
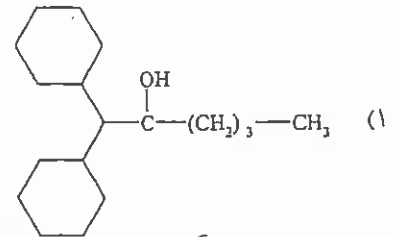
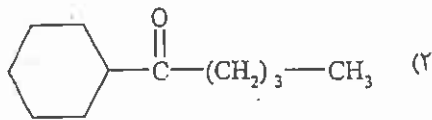
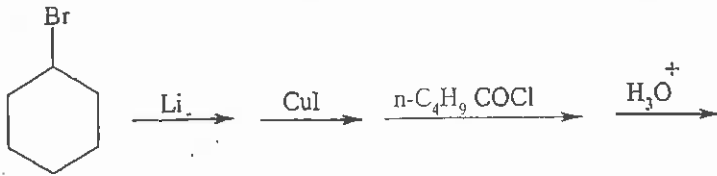


در مرحله اول کتون و در مرحله دوم الکل

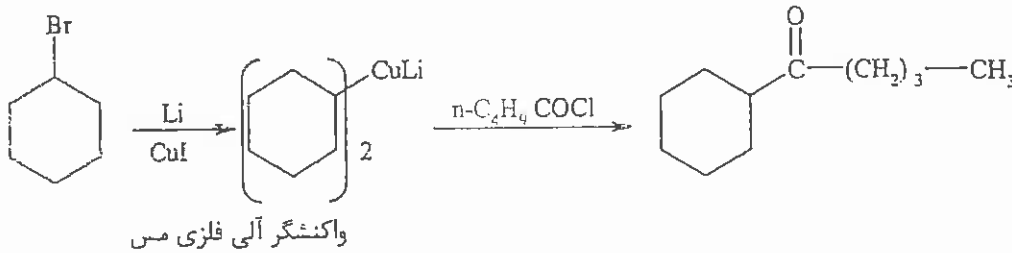
$\text{R}_2\text{C}=\text{C}(\text{R}')-\text{R}'' \xrightarrow{\text{mCPBA}} \text{R}_2\text{C}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{R}'' \xrightarrow[2) \text{H}^+]{1) \text{R}_3\text{C-MgX}} \text{R}_2\text{C}(\text{OH})-\text{C}(\text{R}')-\text{R}''$
 با ترکیب اسید کتون در مرحله اول و الکل در مرحله دوم
 با الکل در مرحله اول و اسید کتون در مرحله دوم

تمرین : محصول واکنش مقابل چیست؟

(ورودی ۷۱)

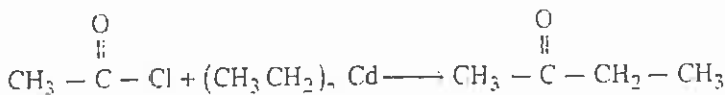
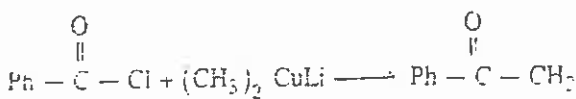
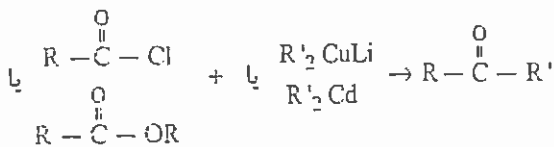


حل : گزینه ۲ صحیح می باشد.

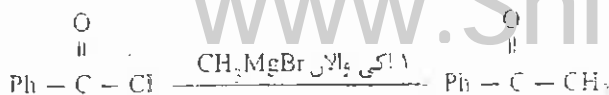


۵- واکنش ترکیبات آلی فلزی مس و کادمیم با اسید کلرایدها و استرها

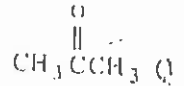
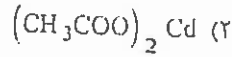
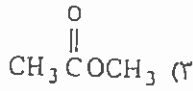
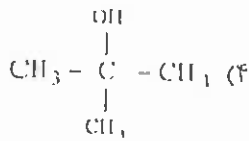
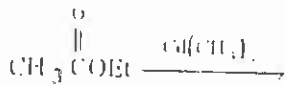
ترکیبات آلی فلزی مس (R_2CuLi) و آلی فلزی کادمیم R_2Cd با اسیدکلرایدها و استرها واکنش می دهند و آنها را به کتون تبدیل می کنند.



نکته : اگر از یک اکی والان واکنشگر گرینیارد نر استفاده کنیم واکنش فقط تا مرحله کتون پیش می رود.



(۷۰ ورودی)

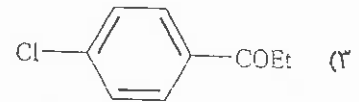
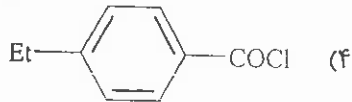
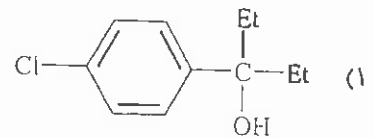
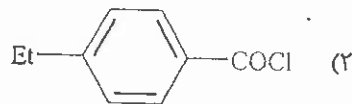
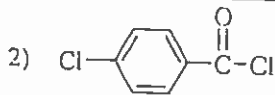


تسرين محصول اسلي واکنش مقابل کدام است؟

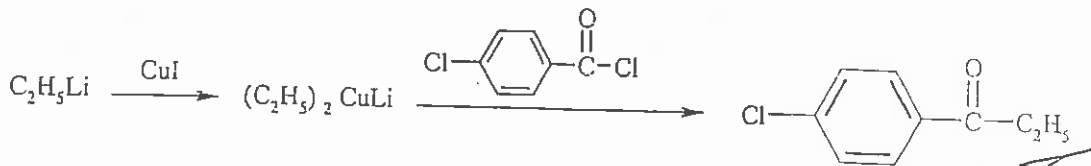
حل : گزینه ۱ صحیح می باشد.

محصول واکنش زیر کدام است؟

(۷۶ ورودی)

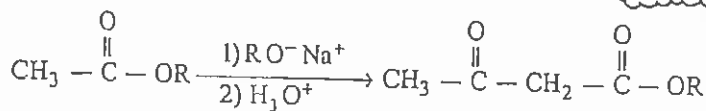


حل : گزینه ۳ صحیح می باشد.

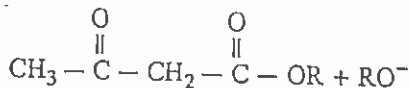
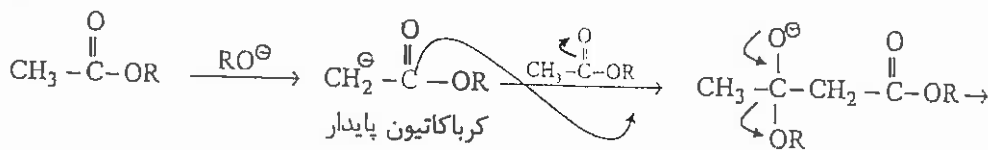


۶- تراکم کلایزن *ترانه* *سه الیتر*

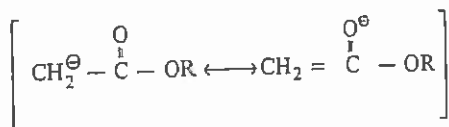
اگر استرهای دارای هیدروژن α را در حضور یک باز حرارت دهیم، این تراکم اتفاق می افتد. برای جلوگیری از واکنش تبادل استری و ایجاد محصولات جانبی بهتر است باز مورد استفاده از جنس الکل استر باشد.



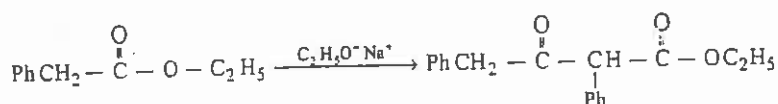
مکانیسم:



کربانیون حاصل شده از جدا شدن هیدروژن α استر پایدار است، زیرا دو فرم رزونانسی دارد.



مثال :

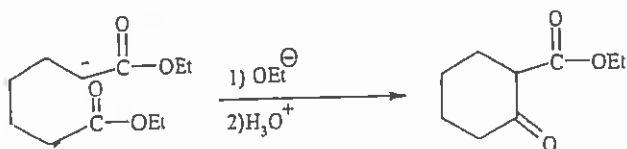


نکته : تراکم کلایزن فقط در محیط قلیایی صورت می گیرد. هم چنین می توان از باز NaH نیز استفاده کرد.

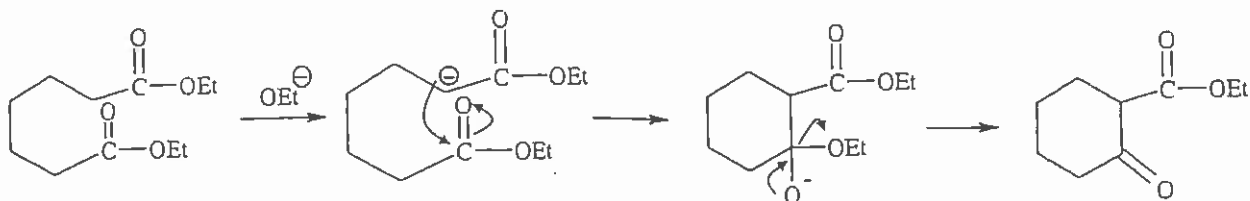
۷- تراکم کلایزن درون مولکولی (تراکم دیکمن) :

تراکم کلایزن درون مولکولی هنگامی روی می دهد که در قسمتی از مولکول هیدروژن α اسیدی و در قسمت دیگر عامل استری وجود داشته باشد. ضمن اینکه در این فرایند حلقه با اندازه 5 یا 6 عضو حاصل می شود.

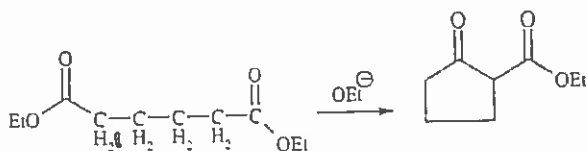
مثال :



مکانیسم این واکنش به صورت زیر است:

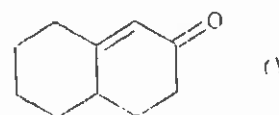
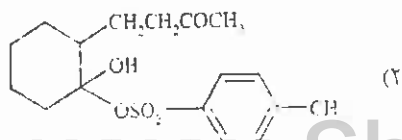
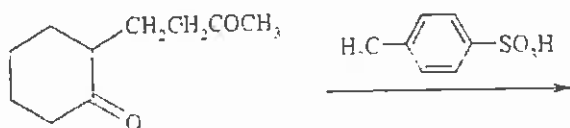


مثال :



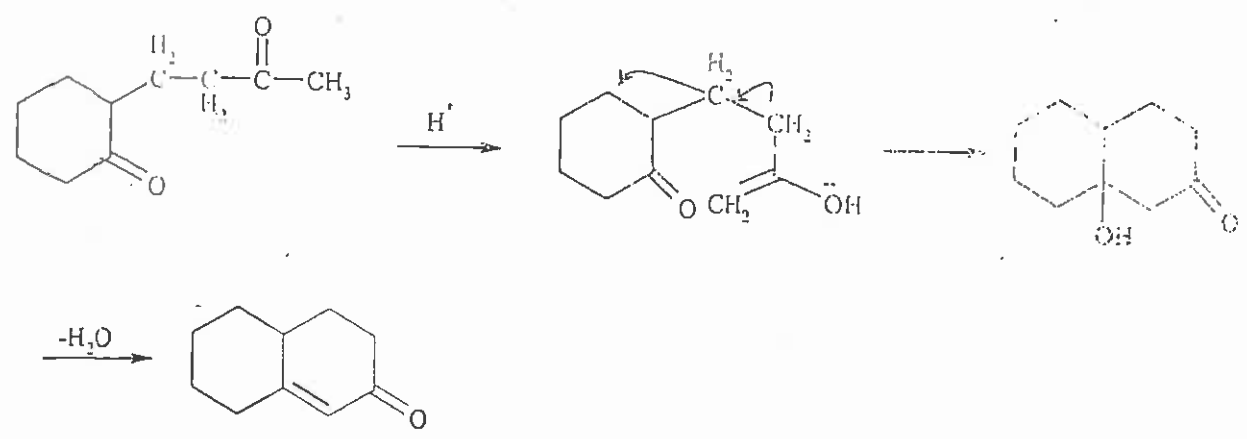
(برودی ۷۷)

نمرین : محصول صحیح واکنش مقابل کدام است؟



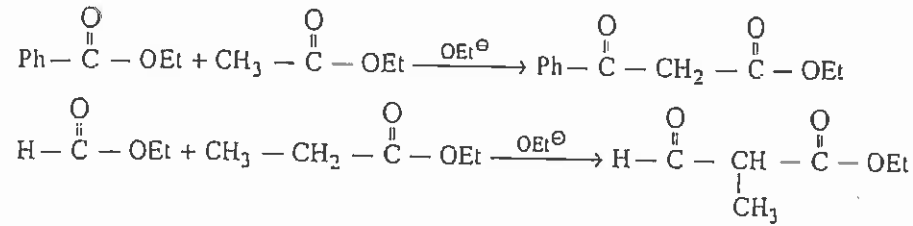
www.ShimiPedia.ir

بنابراین در اصلاح می‌باشد.
تراکم الکترونی درون سیکلوتولی:

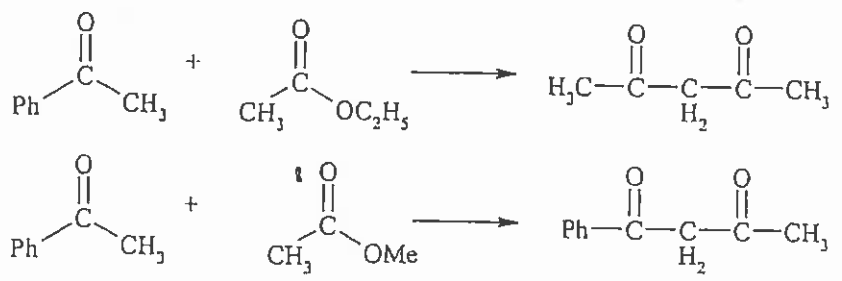


۸- تراکم کلایزن متقاطع :

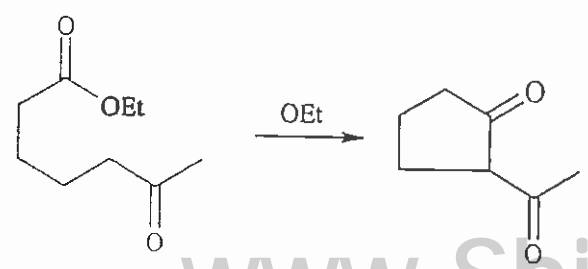
اگر دو استر متفاوت که هیدروژن α دارند را با هم مخلوط کنیم و تحت واکنش تراکم کلایزن قرار دهیم چهار محصول متفاوت به دست می‌آید که جدا کردن آن‌ها مشکل است و از راندمان واکنش کم می‌کند. اما اگر یکی از استرها هیدروژن α نداشته باشد، نتیجه واکنش کلایزن متقاطع یک محصول خواهد بود.



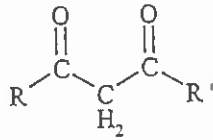
نکته: به دلیل این که هیدروژن α کتون‌ها اسیدی‌تر از استرها است می‌توان آن‌ها را نیز در واکنش تراکم کلایزن شرکت داد که ابتدا در حضور باز هیدروژن α کتون‌ها کنده می‌شود و تراکم کلایزن روی استر صورت می‌گیرد. مثال:



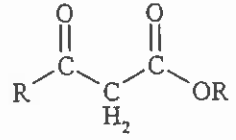
ابتدا کتون کنده می‌شود



نکته: محصول تراکم کلایزن 1 و 3 دی کتون و یا β -کتواستر است.

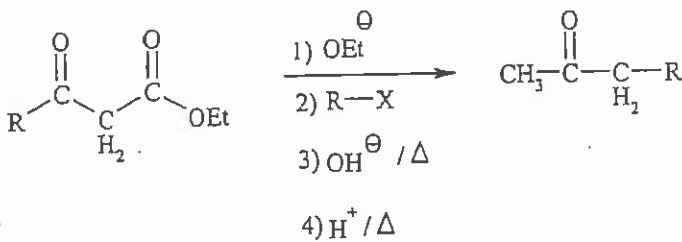


1 و 3-دی کتون

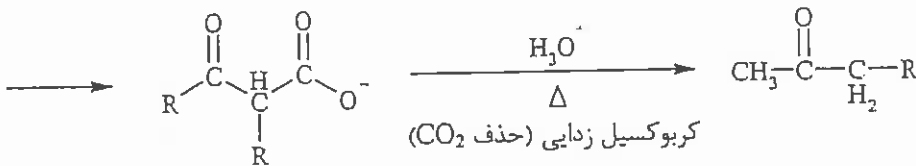
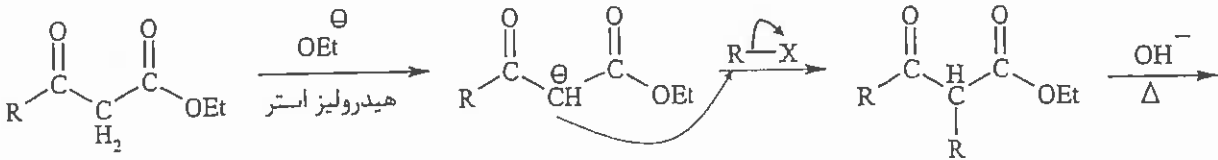


β -کتواستر

از این ترکیبات می‌توان کتون‌های دیگر نیز به دست آورد.

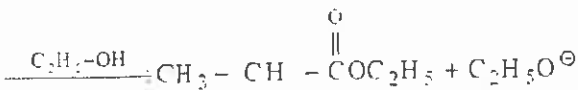
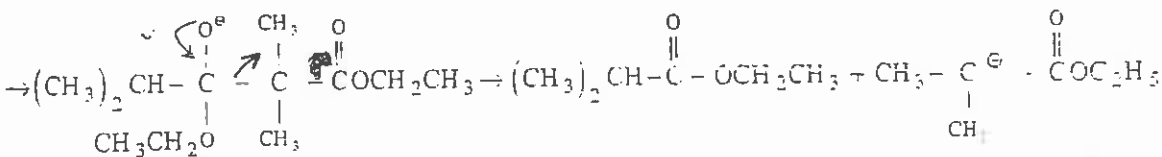
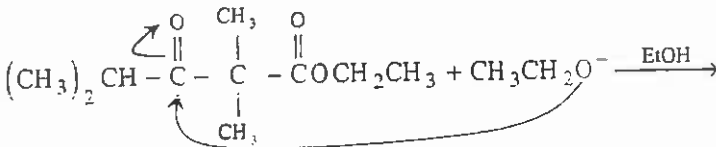


مراحل این واکنش به صورت زیر است:

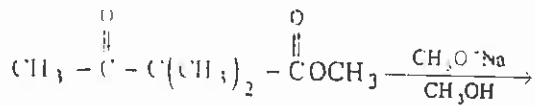


9- تراکم کلایزن معکوس: در مورد β دی کربونیل‌هایی که کربن بین (دو) گروه کربونیل آن‌ها هیدروژن اسیدی ندارد) تراکم

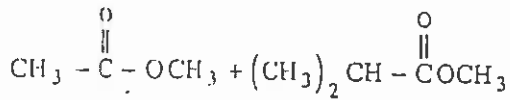
کلایزن معکوس صورت می‌گیرد. یعنی باز به جای کندن هیدروژن اسیدی به کربن کربونیل حمله می‌کند. مثال:



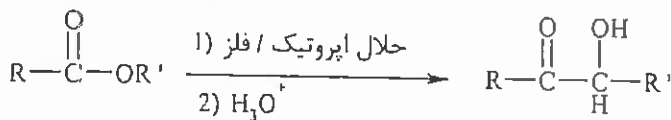
تمرین: محاسبه و اتمس ربر چیست؟



مثال:

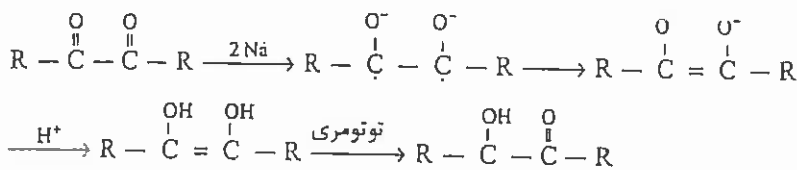
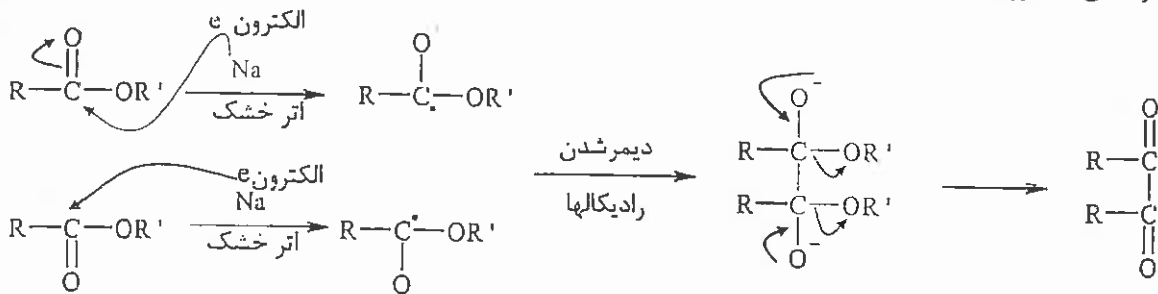


۱- واکنش آسیلوئین

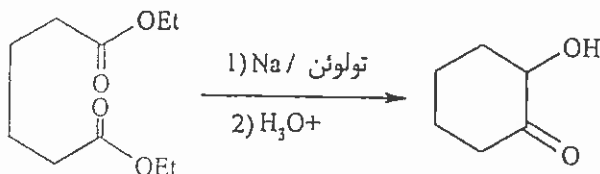
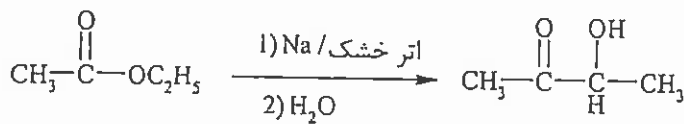


α- هیدروکسی کربونیل ✓

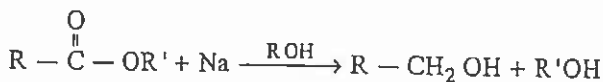
مکانیسم این واکنش به صورت زیر است:

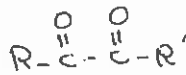


مثال:



تذکر: استرها در حضور فلز در حلال پروتیک به الکل احیا می‌شوند.

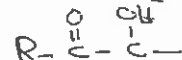




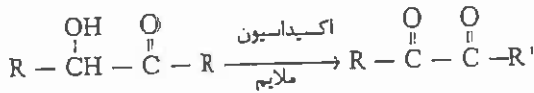
۱- آلفا کتون (ملائم) : α - دی کتون

α هیدروکسی کتون

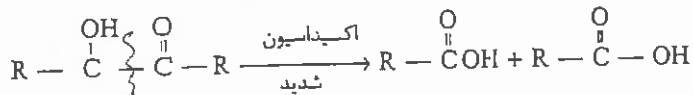
۲- آلفا هیدروکسی کتون : α - هیدروکسی کتون



نکته : α - هیدروکسی کتون ها توسط اکسید کننده های ملایم به α دی کتون مربوطه اکسید می شوند.



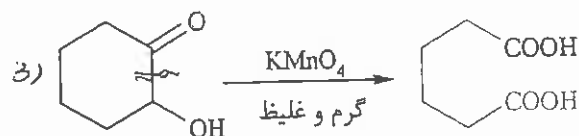
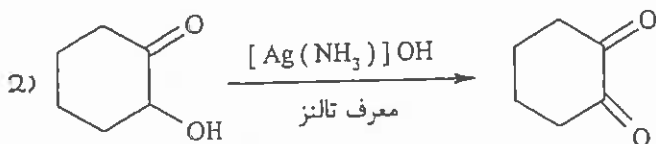
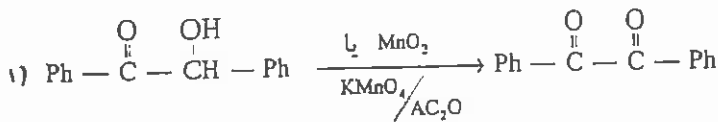
ولی در اثر اکسایش شدید که دی اسید شکسته می شوند.



نکته : معرف های شناسایی آلدئیدها از کتون ها، $KMnO_4/AC_2O$ ، MnO_2 ، اکسید کننده ملایم هستند ولی $KMnO_4$ گرم غلیظ

اکسید کننده شدید است. + تولنس هم معرف ملایم است $(AgNO_3)/OH$

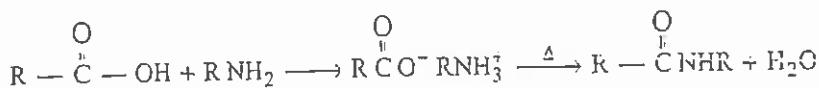
مثال :



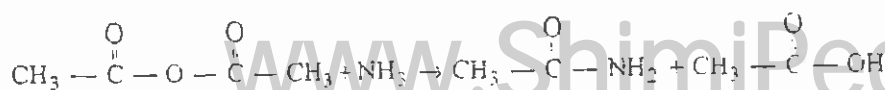
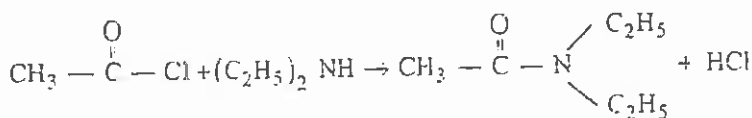
آمیدها

ترکیباتی به فرمول ساختاری $R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-N$ هستند.

روش تهیه آمیدها: عبارت از واکنش اسید با آمونیاک یا آمینهای نوع اول و دوم است.



برای سریع تر شدن این واکنش می توان به جای اسید از مشتق اسید کلراید یا انیدرید اسید استفاده کرد.

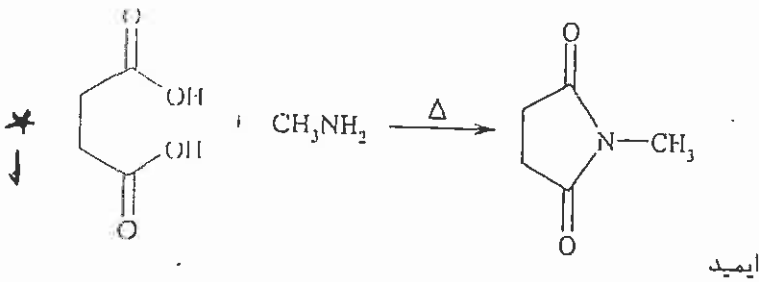


انیدرید استیک

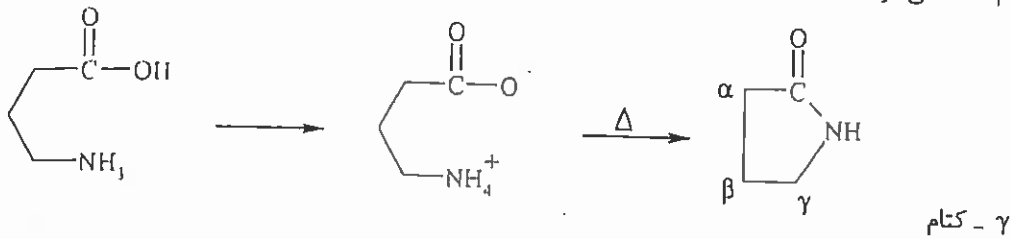
استامین

۱- هیدروکسی کتون

مثال :



نکته : به ایمید حلقوی لاکتام گفته می شود که نامگذاری آنها مانند لاکتون ها (استرهای حلقوی) است :



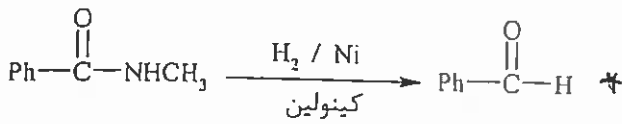
واکنش های آمیدها :

۱- احیا شدن آمیدها :

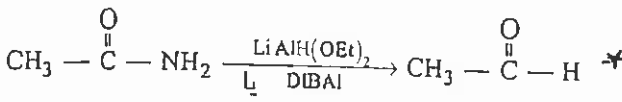
آمیدها توسط واکنش گرهای احیا کننده ضعیف مانند : (۱) گاز هیدروژن در حضور کاتالیزور مسموم (۲) $LiAlH(OR)_3$ (۳)

مانند $AlHR_2$ یا $AlH(CH_2CH(CH_3)-CH_2)_2$ یا DIBAL به (آلدئیدها) احیا می شوند.
 و در حضور احیا کننده های قوی مثل $LiAlH_4$ به آمین مربوطه احیا می شوند.

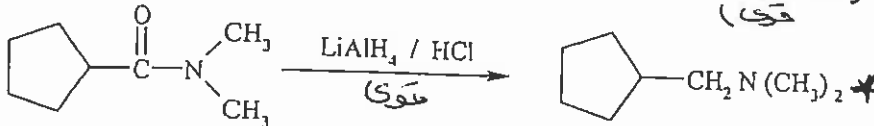
در حفر احیا کننده ضعیف



مثال :
 در حفر احیا کننده ضعیف
 $R-C(=O)-N$ به $R-C(=O)-H$ تبدیل می شود



بالله به عمل الکول است و در حفر احیا کننده ضعیف
 تبدیل می شود به ساله خواهد شد

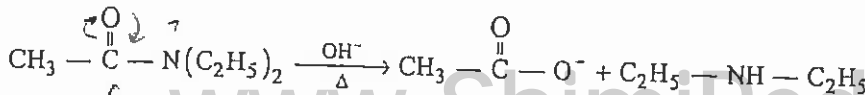


اکسین نوع قوی

۲- هیدرولیز آمیدها :

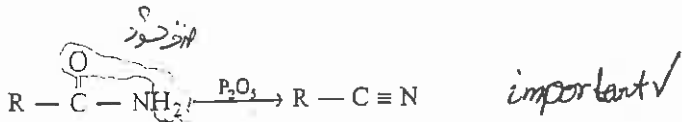
آمیدها در محیط های اسیدی و بازی شدید در حضور حرارت هیدرولیز می شوند. زیرا رزونانس جفت الکترون نیتروژن با گروه

کربونیل سرعت هیدرولیز آنها را کاهش داده است.



۳- آگیری از آمیدها:

آگیری از آمیدها ترکیب نیتریل مربوط را می‌دهد.

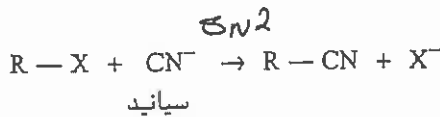


نیتریل‌ها:

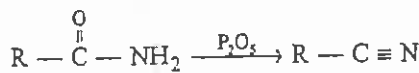
نیتریل‌ها از مشتقات دیگر کربوکسیلیک اسیدها هستند و فرمول ساختاری کلی $R - C \equiv N$ را دارند.

روش تهیه نیتریل‌ها:

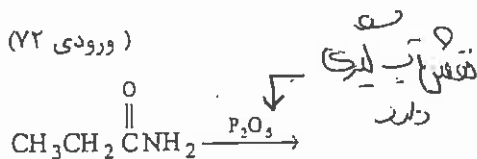
۱- جایگزینی نوکلئوفیلی روی آلکیل هالیدها



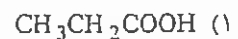
۲- آگیری از آمیدها توسط P_2O_5



(ورودی ۷۲)



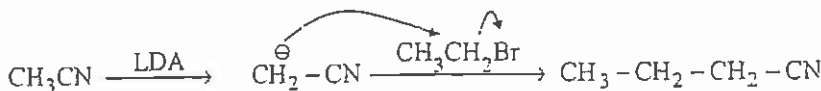
تمرین: محصول واکنش مقابل کدام است؟



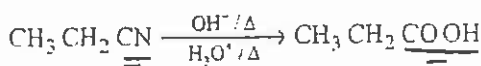
حل: گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

واکنش‌های نیتریل‌ها:

۱- استفاده از خاصیت اسیدی هیدروژن α : در نیتریل‌ها هیدروژن α خاصیت اسیدی دارد.



۲- هیدرولیز نیتریل‌ها: نیتریل‌ها در محیط اسیدی و بازی هیدرولیز می‌شوند و کربوکسیلیک اسید مربوط را می‌دهند.

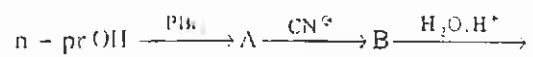


نیتروژن: کربونیل‌ها نیتروژن مربوطه

نکته: برای هیدرولیز نیتریل‌ها حتماً باید آب در محیط باشد در غیر این صورت نیتریل هیدرولیز نمی‌شود. به عنوان مثال در حضور

H^+ حنک عمل هیدرولیز صورت نمی‌گیرد.

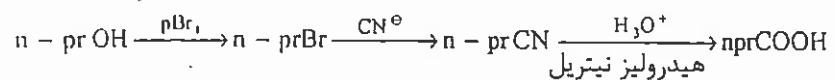
تمرین : در سری واکنش‌های زیر اجسام A و B و C به ترتیب کدام است؟



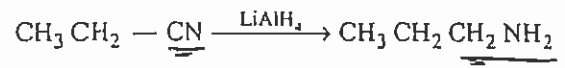
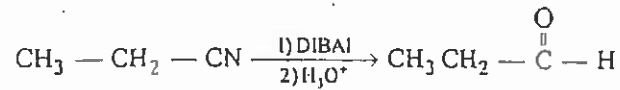
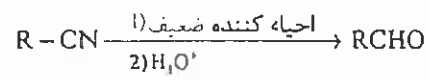
(ا) $\Lambda = n - \text{pr Br}$ و $\text{B} = n - \text{pr CN}$ و $\text{C} = n - \text{pr CH}_2\text{NH}_2$ (ب) $\Lambda = n - \text{pr Br}$ و $\text{B} = n - \text{pr CN}$ و $\text{C} = n - \text{pr CH}_2\text{OH}$

(ج) $\Lambda = n - \text{pr PBr}_3$ و $\text{B} = n - \text{pr CN}$ و $\text{C} = n - \text{pr COOH}$ (د) $\Lambda = n - \text{pr Br}$ و $\text{B} = n - \text{pr CN}$ و $\text{C} = n - \text{pr COOH}$

حل : گزینه ۴ صحیح می‌باشد.



۳- احیا نیتریل‌ها : معرف‌های احیاکننده ضعیف مثل DIBAL نیتریل را به آلدهید و احیاکننده‌های قوی آن را به آمین نوع اول احیا می‌کنند.

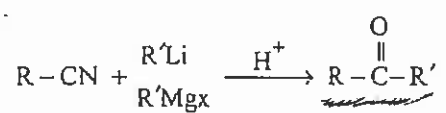


۱- ضعیف : $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{H}$ آلدهید

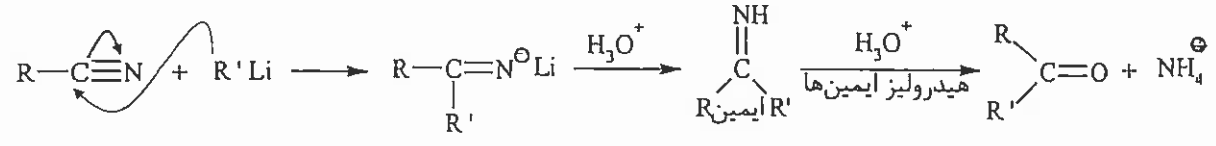
تجدید نیتریل‌ها : $\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$

۲- قوی : $\text{R}-\text{NH}_2$ آمین نوع ۱

۴- افزایش واکنش‌گرهای آلی فلزی به نیتریل‌ها :
 $\text{R}-\overset{\text{C}}{\parallel}-\text{R}'$ حاصل کربن است

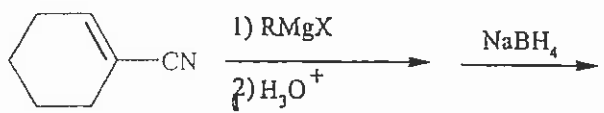


مکانیسم این واکنش به صورت زیر است:



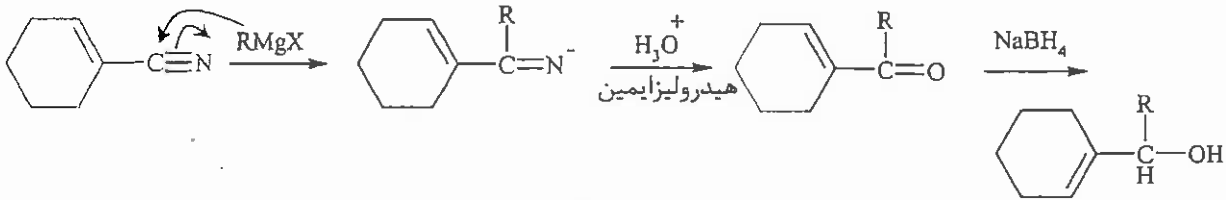
(ورودی ۷۵)

تمرین : محصول نهایی واکنش مقابل کدام است؟



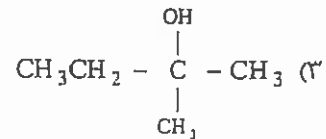
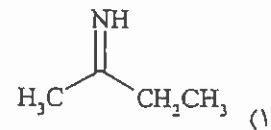
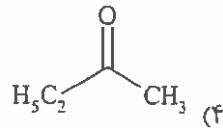
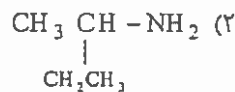
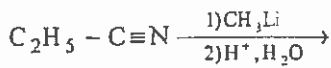
- (۱)
- (۲)
- (۳)
- (۴)

حل : گزینه ۴ صحیح می باشد.



تمرین: محصول واکنش زیر چیست؟

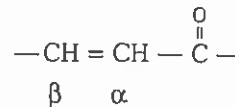
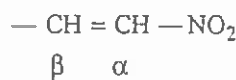
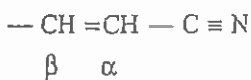
(ورودی ۸۱)



حل ۱ گزینه ۴ صحیح می باشد.

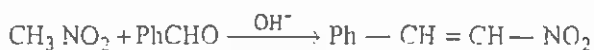
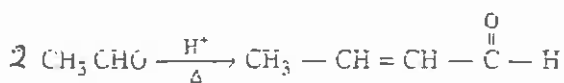
ترکیبات α و β - غیر اشباعی

در این ترکیبات پیوند دوگانه آلکن مزدوج با گروه کشنده مانند $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ قرار دارد.

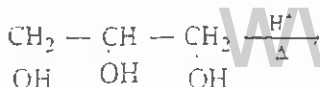


روش تهیه ترکیبات α و β - غیر اشباعی :

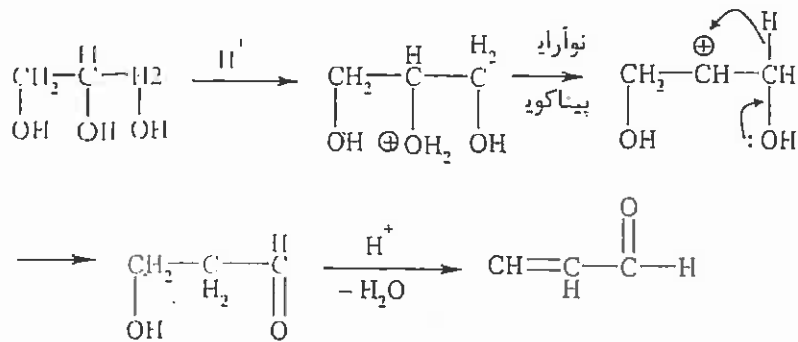
این ترکیبات را از تراکم های آلدولی و برکین می توان تهیه نمود.



تمرین : محصول واکنش زیر چیست؟



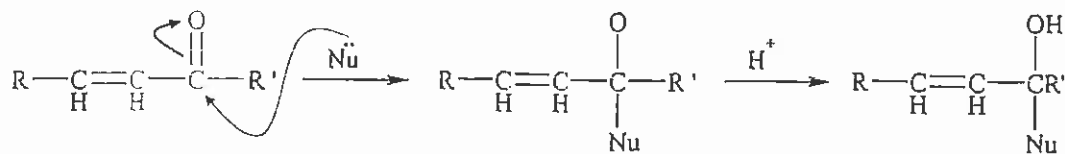
حل :



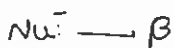
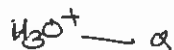
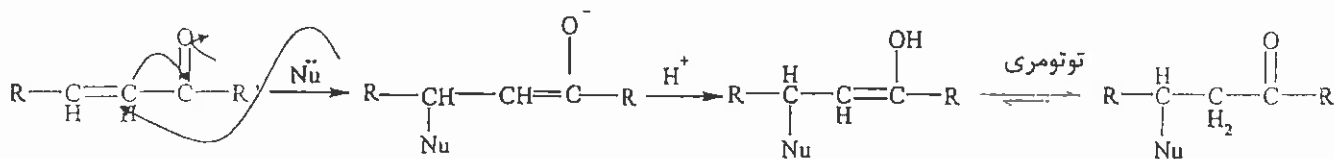
واکنش‌های ترکیبات α و β - غیر اشباعی :

در این ترکیبات پیوند دوگانه آلکن متصل به گروه کشنده الکترون است. پس دانسیته الکترون روی آلکن‌ها برای جذب الکتروفیل کم است یعنی واکنش‌های افزایشی الکتروفیلی را انجام نمی‌دهند. ولی واکنش‌های افزایشی نوکلئوفیلی را به راحتی انجام می‌دهند. نوکلئوفیل می‌تواند به دو موقعیت اضافه شود :

۱- افزایش به گروه کربونیل:



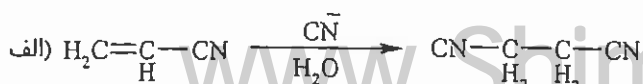
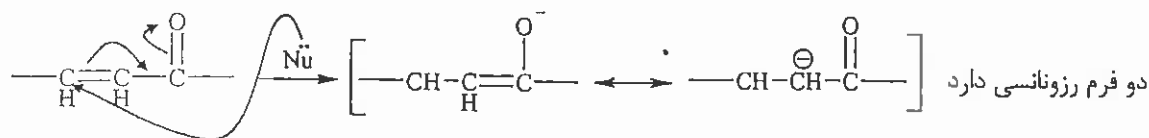
۲- افزایش به کربن β یعنی کربن سیستم مزدوج آلکنی :

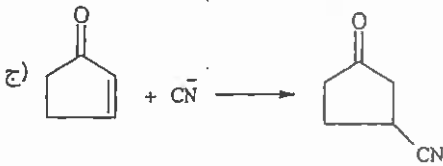
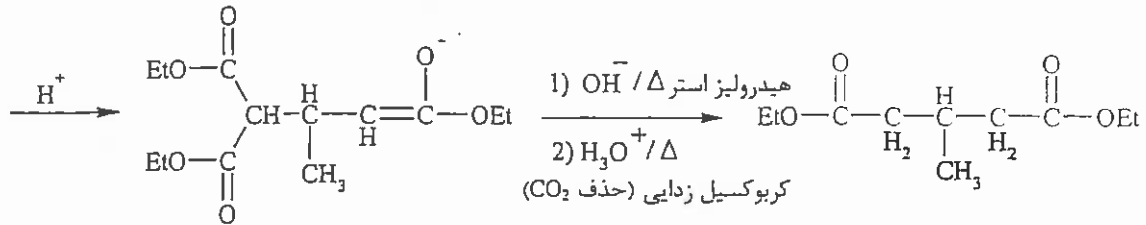
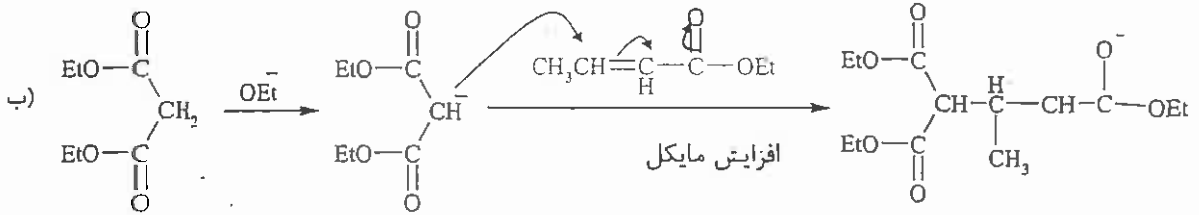


افزایش می‌شود

نکات :

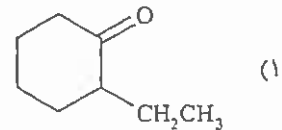
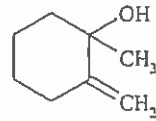
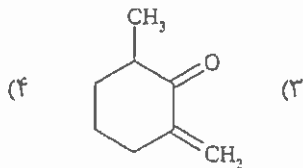
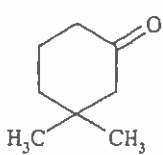
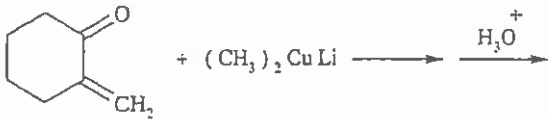
- ۱- به افزایش به کربن β در سیستم مزدوج افزایش مایکل گفته می‌شود.
- ۲- حد واسط افزایش مایکل پایدارتر از حد واسط افزایش مستقیم روی کربن کربونیل است. زیرا در افزایش مایکل دو فرم رزونانسی وجود دارد که کربانیون حاصل را پایدار می‌کند ولی در افزایش مستقیم روی کربن کربونیل بار منفی روی اکسیژن متمرکز است و ناپایدار است. بنابراین بیشتر نوکلئوفیل‌ها افزایش مایکل را در این سیستم انجام می‌دهند.



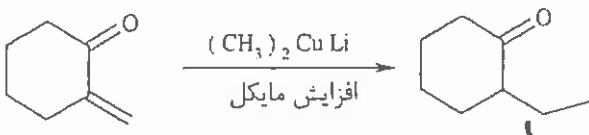


(ورودی ۶۹)

تمرین : ترکیب حاصل از واکنش زیر کدام است؟

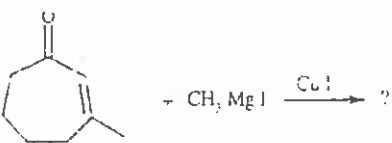


حل : گزینه ۱ صحیح می باشد.

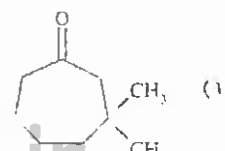
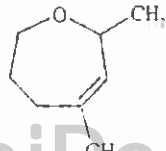
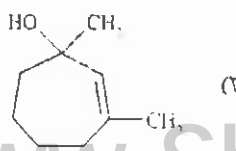
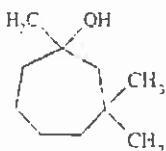


(ورودی ۷۶)

تمرین : محصول واکنش زیر کدام است؟



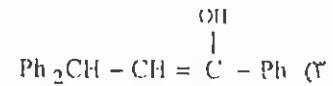
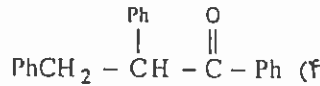
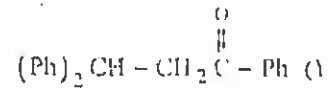
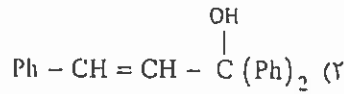
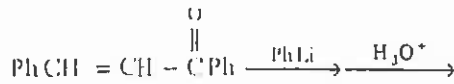
* واکنش درینبارد R-MgX به موقعیت C درینش حمله می کند
نه به alpha و beta غیر اسید. توجه به موقعیت



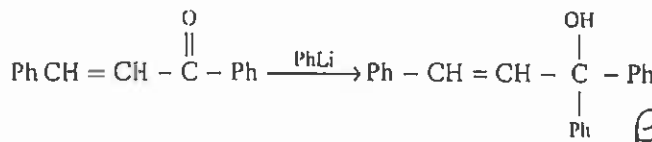
حل : گزینه ۲ صحیح می باشد.

(در وی ۷۷)

تمرین: محصول اصلی واکنش زیر کدام است؟



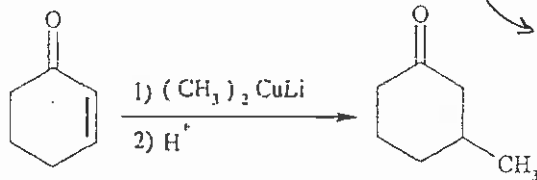
پاسخ: گزینه ۲ صحیح می باشد.



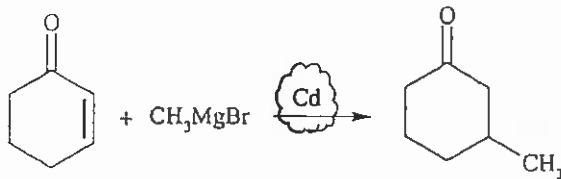
حاصل می شود

(Very important)

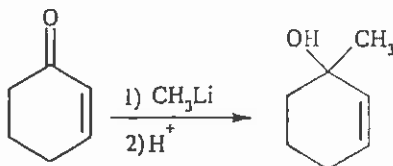
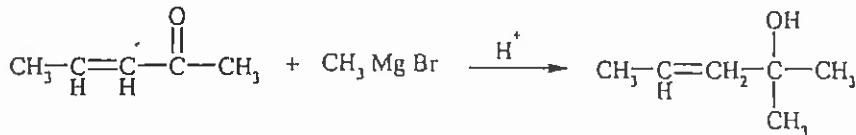
۲- ترکیبات آلی فلزی مس R_2CuLi و کادمیم R_2Cd افزایش مایکل را انجام می دهند. زیرا فعالیت R^\ominus در کنار فلز واسطه کم می شود ولی ترکیبات آلی فلزی لیتیم (RLi) و واکنش گر گرینارد (RMgX) به کربن کربونیل اضافه می شوند. مثال:



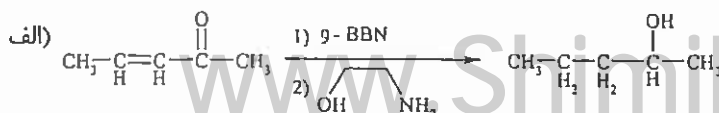
تذکره: CH_3MgBr با فلز Cd تبدیل به ترکیب آلی فلزی کادمیم می شود.

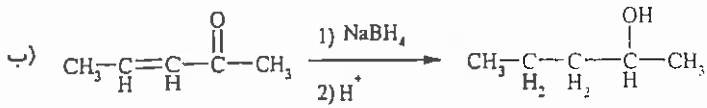


یعنی حاصل می شود افزایش مایکل



۴- ترکیبات احیا کننده LiAlH_4 ، NaBH_4 ، AlHR_2 ، 9-BBN ، B_2H_6 ، $\text{LiAlH}(\text{OR})_3$ به گروه کربونیل را انجام می دهند. مثال:

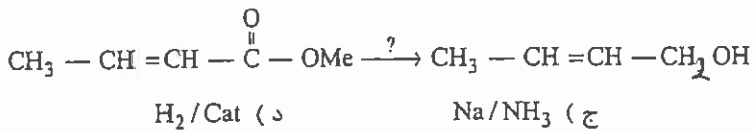




تذکر ۱: فلزات گروه اول یا ملغمه آن‌ها در حلال پروتیک مثل الکل پیوند دوگانه مزدوج با گروه کربونیل را به طور انتخابی احیا می‌کنند ولی قادر به احیای پیوند دوگانه (غیر مزدوج) نیستند.

تذکر ۲: H_2 در حضور کاتالیزور هم پیوند دوگانه و هم گروه کربونیل را اشباع می‌کند.

تمرین ۱: واکنش‌گر مناسب واکنش زیر چیست؟



H_2/Cat (د)

Na/NH_3 (ج)

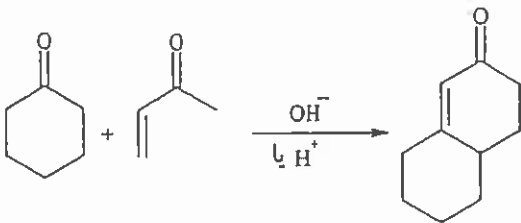
NaBH_4 (ب)

LiAlH_4 (الف)

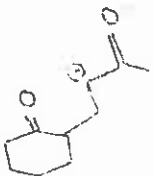
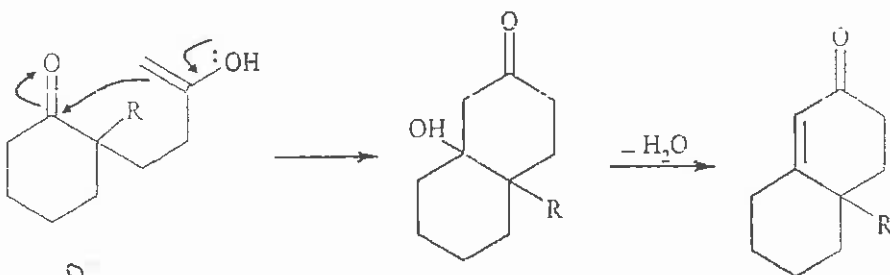
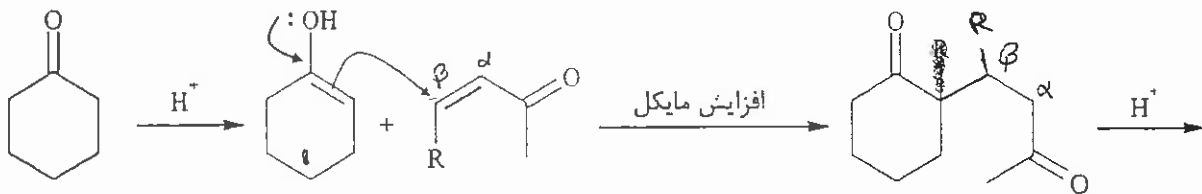
حل: گزینه الف

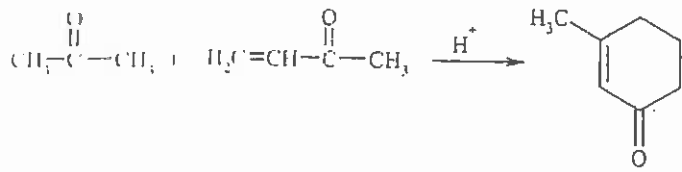
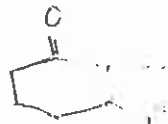
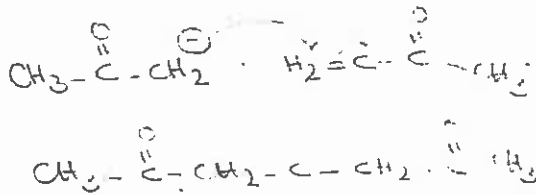
واکنش حلقه‌زایی رابینسون:

به واکنش متوالی افزایش مایکل و تراکم آلدولی درون مولکولی حاصل از یک انول یا انولات و یک سیستم α و β -غیراشباعی واکنش حلقه‌زایی رابینسون گفته می‌شود.



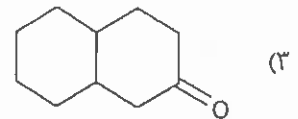
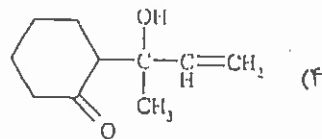
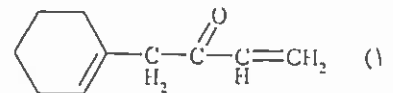
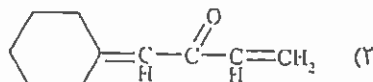
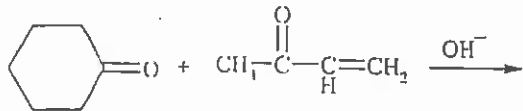
مکانیسم این واکنش به صورت زیر است:





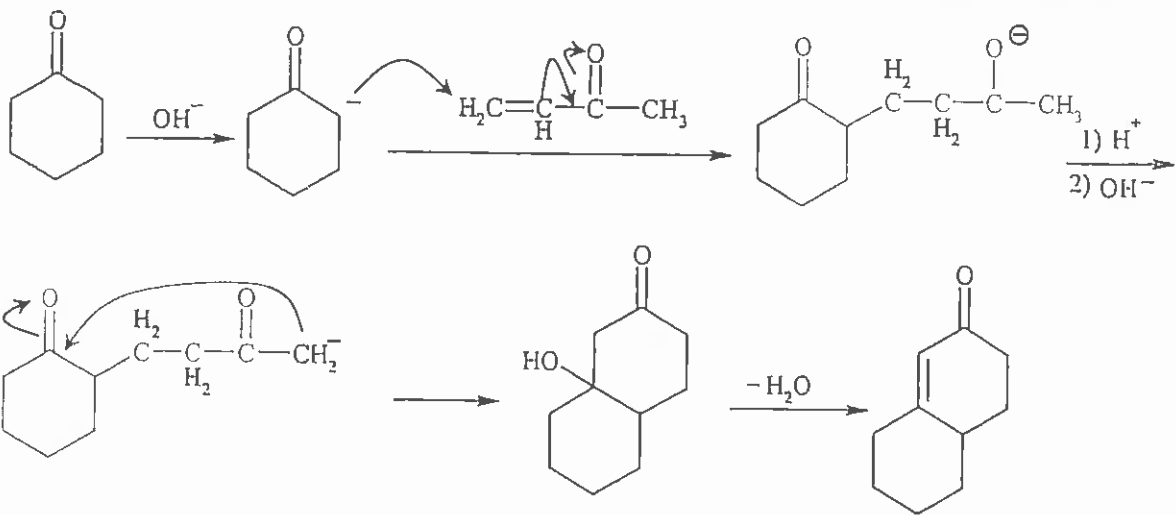
تمرین : محصول اصلی واکنش زیر کدام است؟

(ورودی ۶۹)



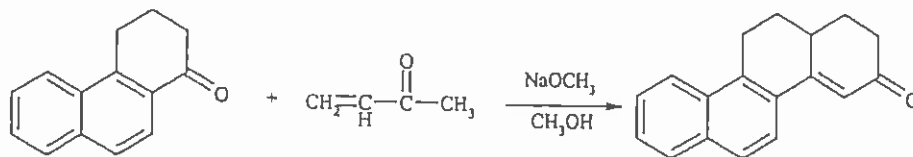
حل :

واکنش حلقه‌زایی رابینسون را نشان می‌دهد.



(ورودی ۷۹)

تمرین : واکنش‌های معرف تبدیل زیر کدام‌اند؟



(۲) افزایش مایکل، آسیل‌دار شدن فریدل - کرافتس

(۱) تراکم آلدولی، افزایش مایکل

(۴) افزایش مایکل، تراکم آلدولی

(۳) تراکم آلدولی، حلقوی شدن رابینسون

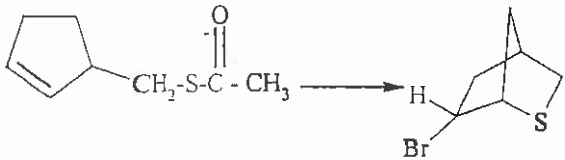
حل : گزینه ۴ صحیح می‌باشد.

مرحله اول شامل افزایش مایکل و مرحله دوم شامل تراکم آلدولی است.

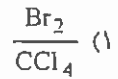
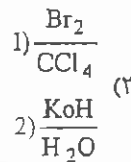
سوالات پایان فصل هشتم

۱ - چگونه می توان تبدیل مقابل را انجام داد؟

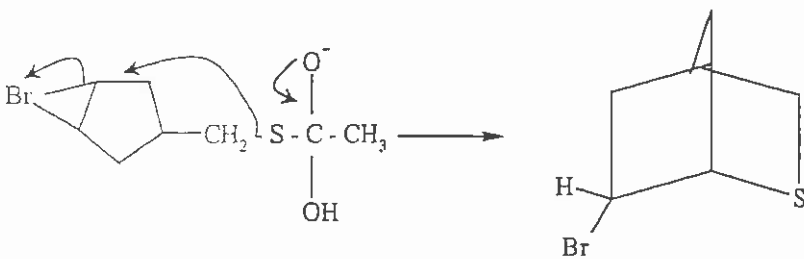
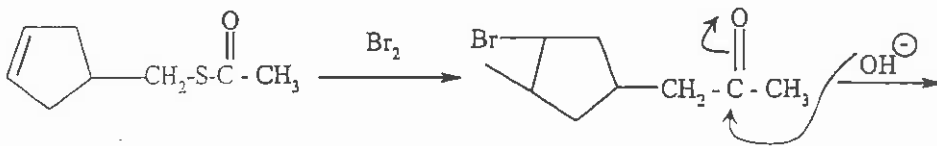
(ورودی ۲۳)



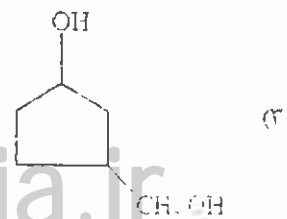
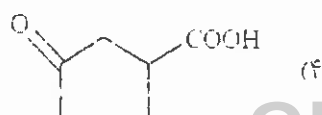
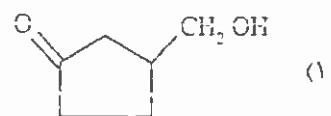
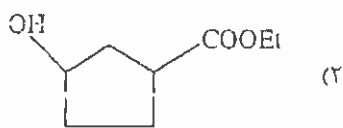
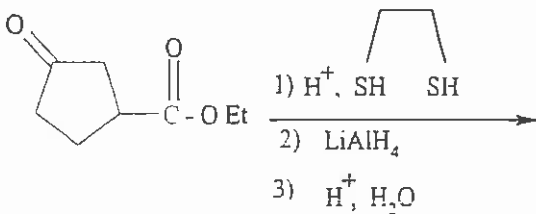
NBs (۳)



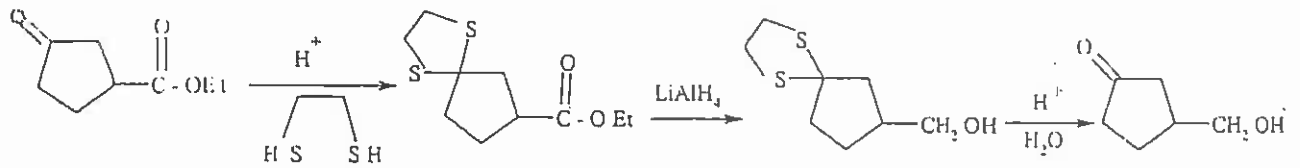
حل ۱ گزینه ۲ صحیح می باشد.



۲ - محصول نهایی واکنش زیر کدام است؟

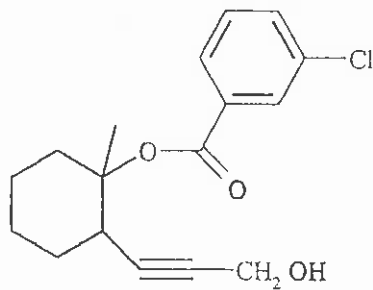
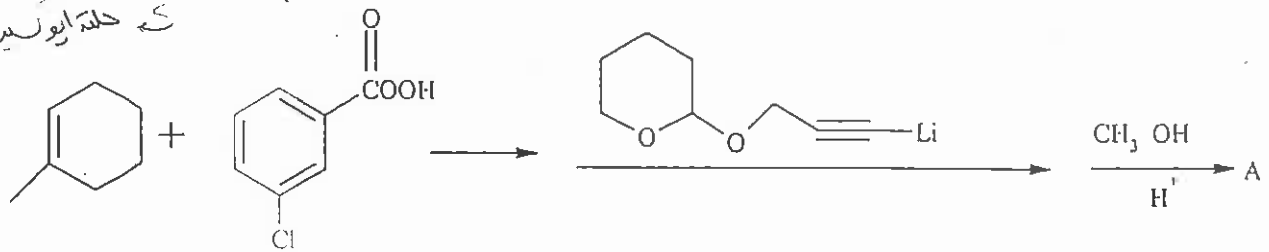


حل : گزینه ۱ صحیح می باشد.

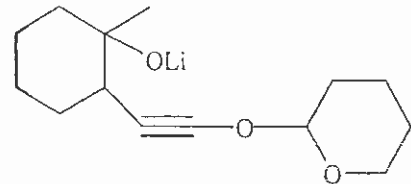


۳- A کدام است؟

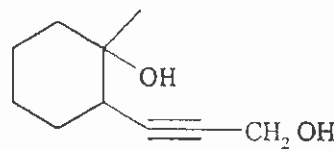
پیراسیر + نانه = (ورودی ۸۴)
 ← حلقه ایولین



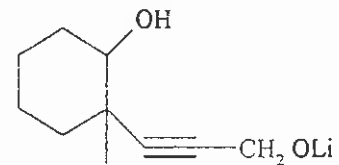
(۲)



(۱)

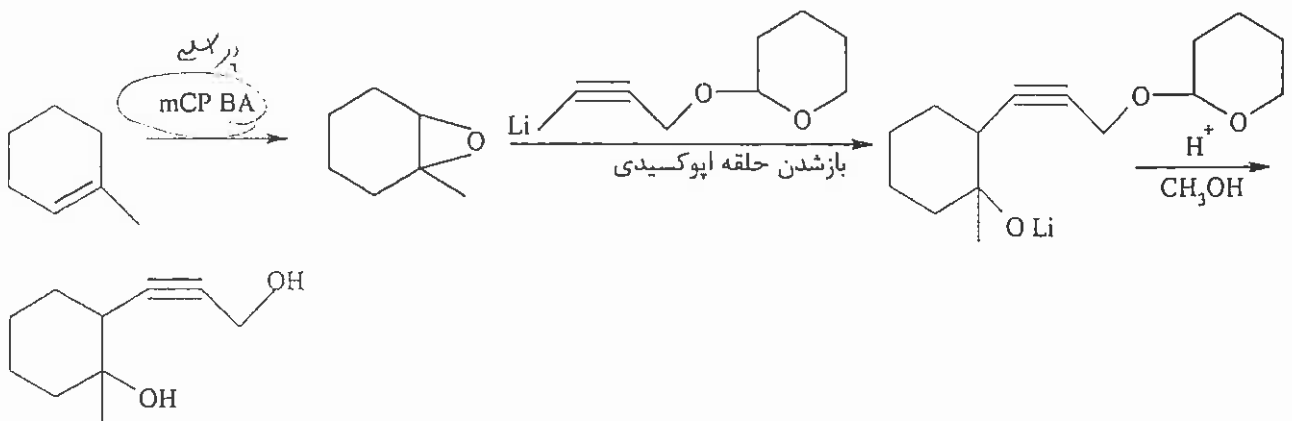


(۴)

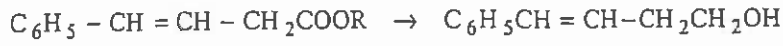


(۳)

حل : گزینه ۴ صحیح می باشد.



(ورودی ۶۹)



$LiAlH_4$ (۴)

Na, NH_3 (۳)

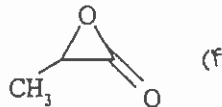
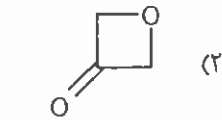
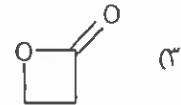
$\frac{H_2}{Ni}$ (۲)

$\frac{H_2}{Pt}$ (۱)

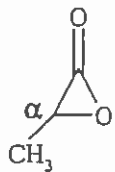
۴ - شرایط تبدیل زیر کدام است؟

حل ۱ گزینه ۴ صحیح می باشد.

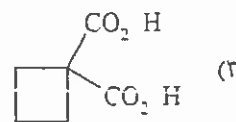
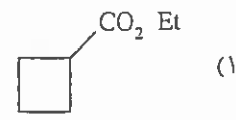
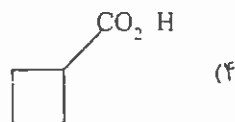
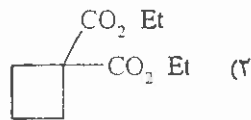
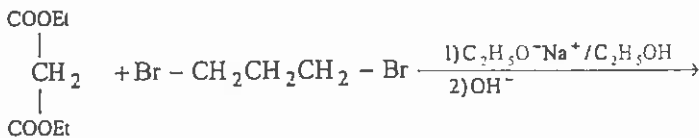
۵ - آلفا - لاکتون کدام است؟



حل : گزینه ۴ صحیح می باشد.

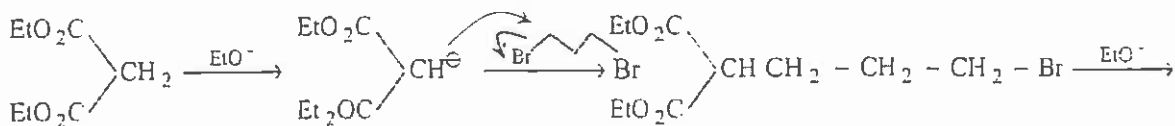


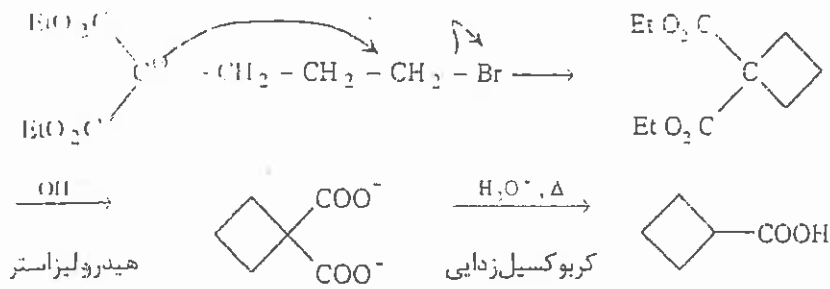
(ورودی ۶۸)



۶ - محصول نهایی واکنش مقابل کدام است؟

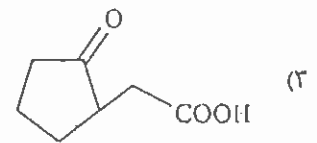
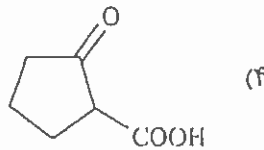
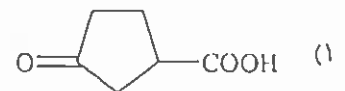
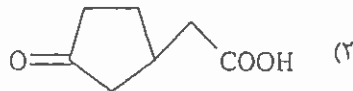
حل : گزینه ۴ صحیح می باشد.





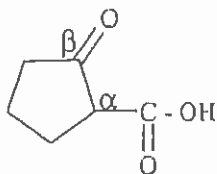
(ورودی ۸۰)

۷- کدام ترکیب در اثر حرارت سریع تر CO_2 از دست می‌دهد؟



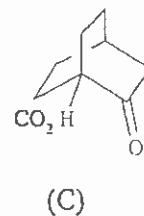
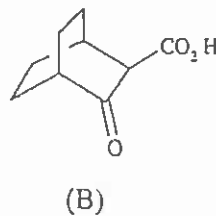
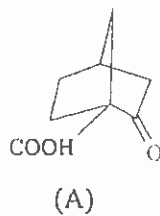
حل : گزینه ۴ صحیح می‌باشد.

اگر روی کربن β نسبت به گروه اسیدی گروه کشنده رزونانسی مثل $-NO_2$ و $C=O$... باشد به راحتی CO_2 از دست می‌دهد.



(ورودی ۸۴)

۸- ترتیب سرعت حذف گروه کربوکسیل ($COOH$) در ترکیب‌های زیر کدام است؟



$c > a > b$ (۴)

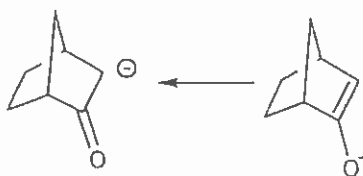
$b > c > a$ (۳)

$b > a > c$ (۲)

$a > c > b$ (۱)

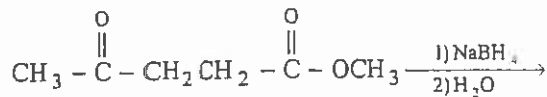
حل : گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

هر کدام بتواند بار منفی حاصل از گروه کربوکسیل را بهتر مستقر و پایدار کند راحت تر CO_2 از دست می‌دهد.

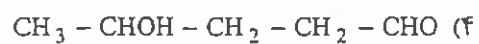
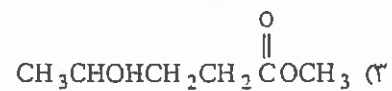
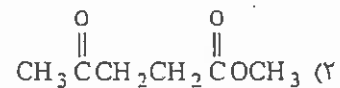
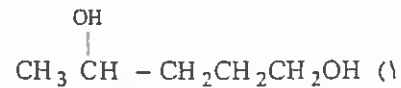


در مورد ترکیب a و c امکان فرم رزونانسی نشان داده شده وجود ندارد زیرا روی پل نمی‌تواند باند دوگانه قرار بگیرد. این امکان برای ترکیب a به دلیل کوچک‌تر بودن پل، کمتر است.

(ورودی ۷۹)



۹ - محصول واکنش مقابل کدام است؟

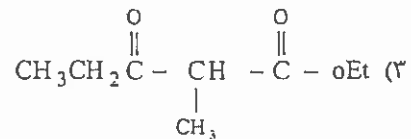
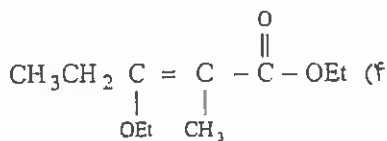
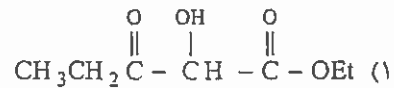
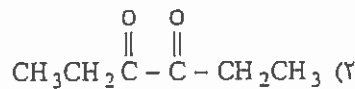


حل : گزینه ۳ صحیح می باشد.

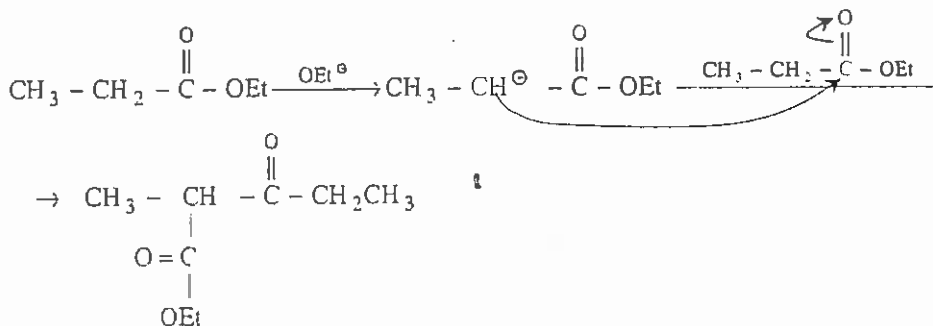
سدیم بورهیدرید (الذئیدها و کتون‌ها) را به طور انتخابی در حضور استرها احیاء می کند.

(ورودی ۶۹)

۱۰ - محصول اصلی واکنش تراکمی کلایزن ترکیب اتیل پروپیونات در مجاورت سدیم اتوکسید کدام است؟

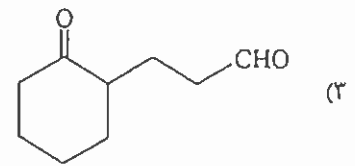
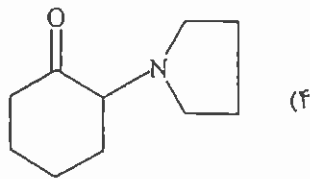
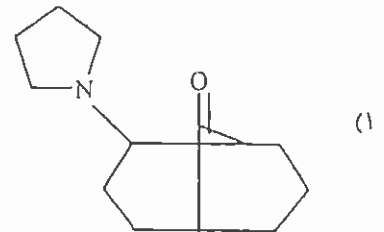
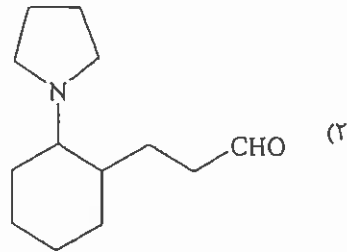
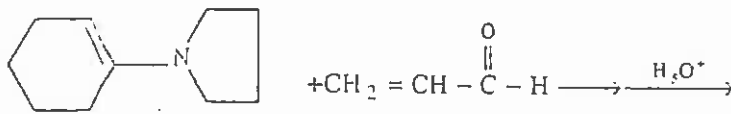


حل : گزینه ۳ صحیح می باشد.

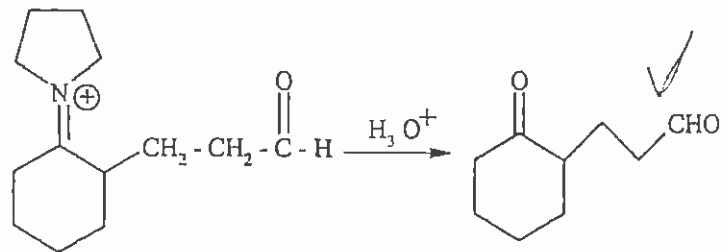
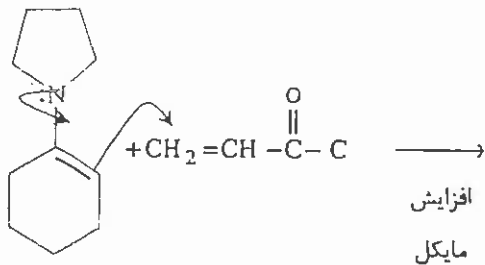


۱۱ - کدام یک از ترکیب‌های زیر است؟

(ورودی ۷۰)

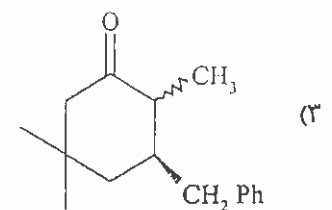
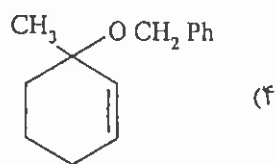
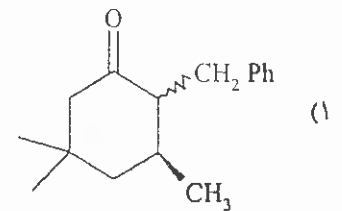
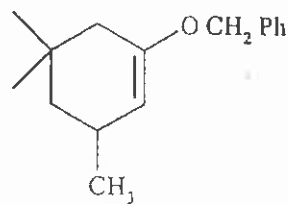
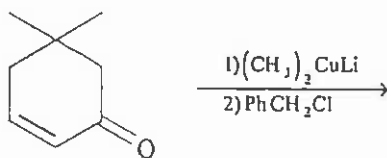


حل : گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

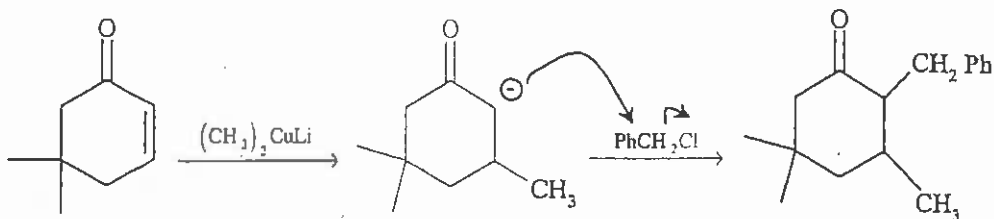


۱۲ - محصول اصلی واکنش مقابل کدام است؟

(ورودی ۷۲)

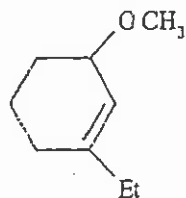
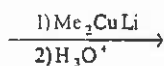
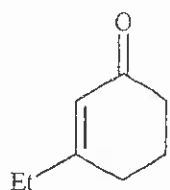


حل : گزینه ۱ صحیح می باشد.

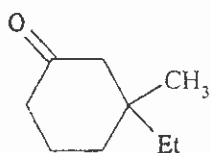


(ورودی ۷۵)

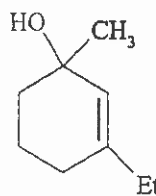
۱۳ - محصول واکنش مقابل کدام است؟



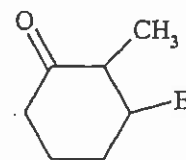
(۴)



(۳)



(۲)



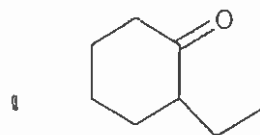
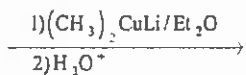
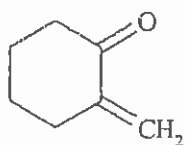
(۱)

حل : گزینه ۳ صحیح می باشد.

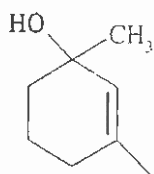
افزایش مایکل انجام شده است.

۱۴ - محصول واکنش زیر چیست؟

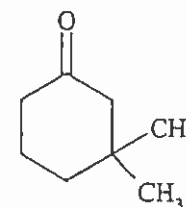
(ورودی ۷۸)



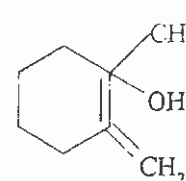
(۲)



(۴)



(۱)



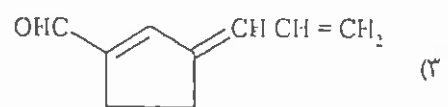
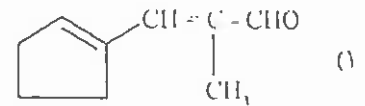
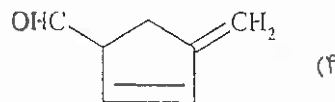
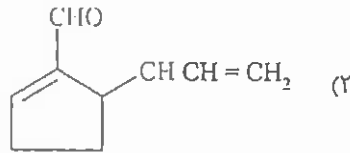
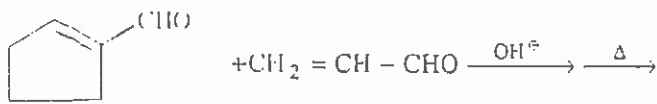
(۳)

حل : گزینه ۲ صحیح می باشد.

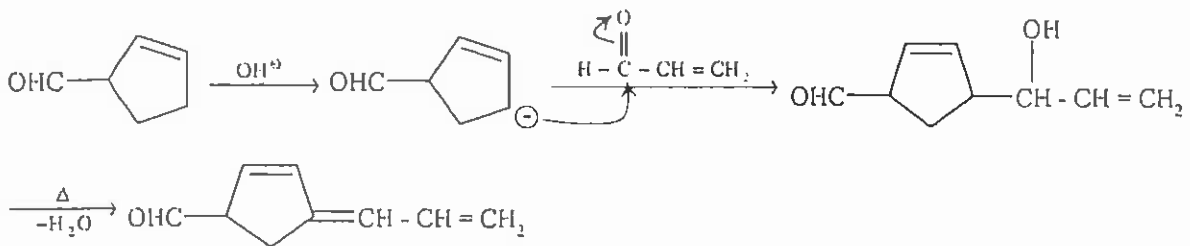
افزایش مایکل انجام شده است.

۱۵ - محصول نهایی واکنش مقابل کدام است؟

(ورودی ۷۴)

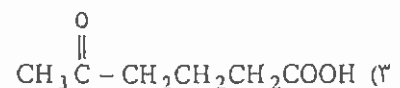
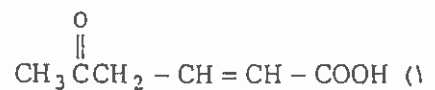
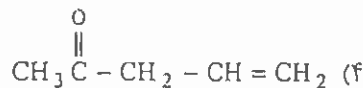
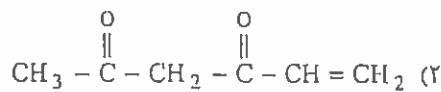
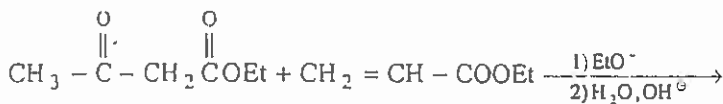


حل : گزینه ۳ صحیح می باشد.

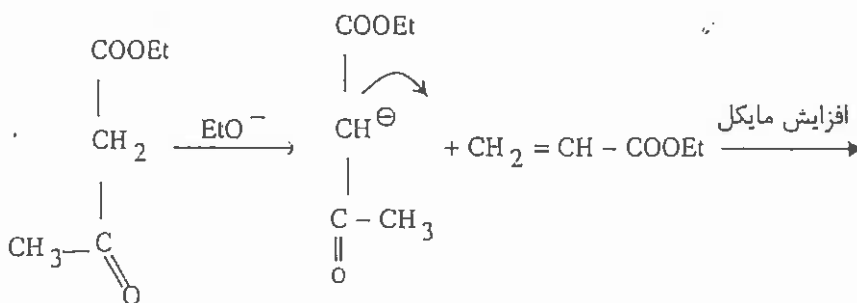


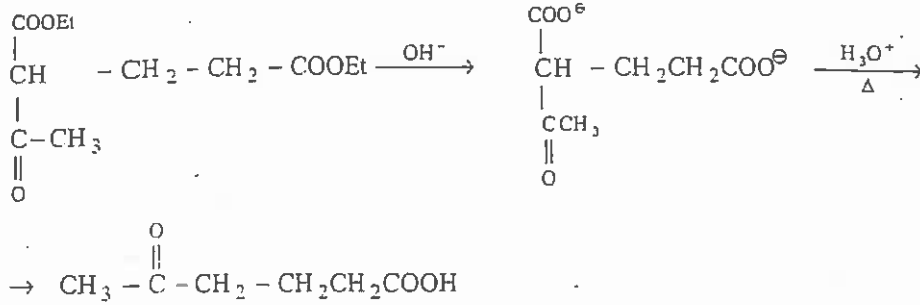
۱۶ - محصول واکنش های مقابل کدام است؟

(ورودی ۷۷)



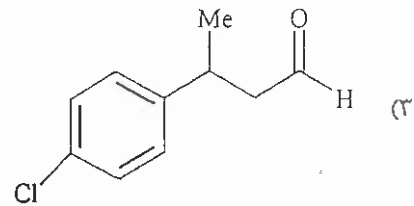
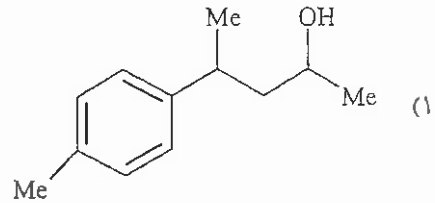
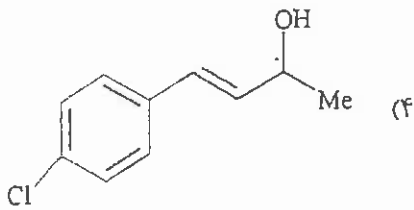
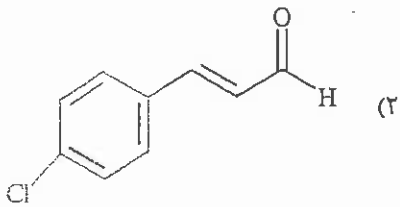
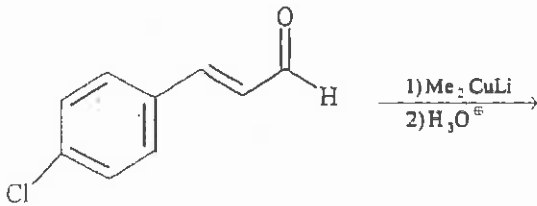
حل : گزینه ۳ صحیح می باشد.





(ورودی ۸۴)

۱۷ - محصول اصلی واکنش‌ها کدام است؟ (Me = متیل)

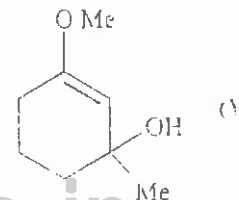
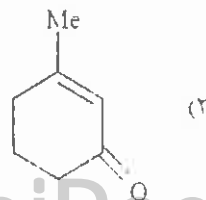
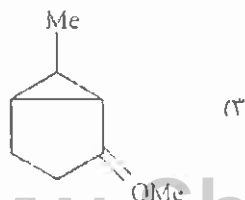
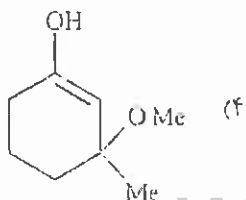
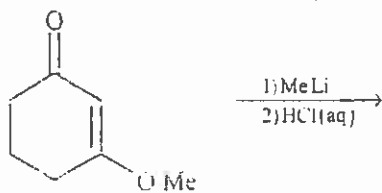


حل : گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

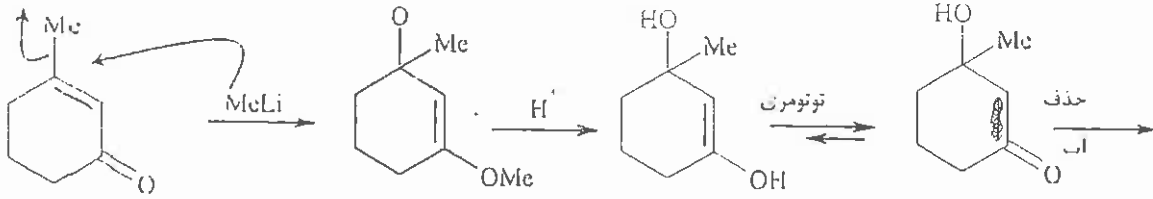
افزایش مایکل انجام شده است.

محصول اصلی واکنش زیر کدام است؟ (۱۸)

(ورودی ۸۴)

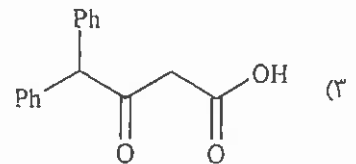
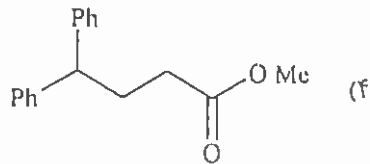
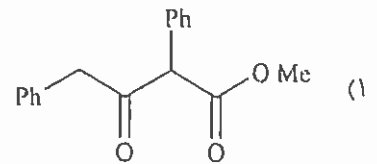
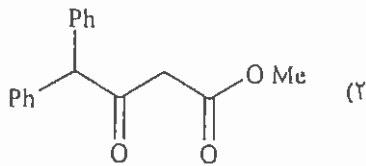
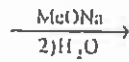
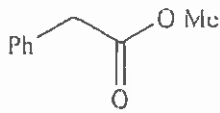


حل : گزینه ۲ صحیح می باشد.

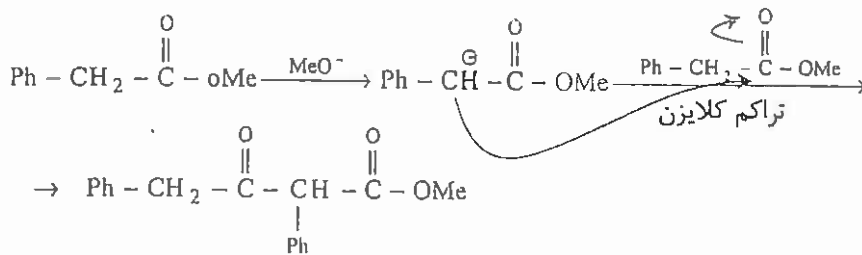


(ورودی ۸۴)

۱۹ - محصول واکنش زیر کدام است؟ (فنیل = Ph و متیل = Me)

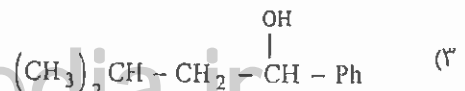
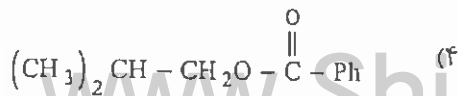
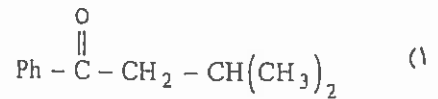
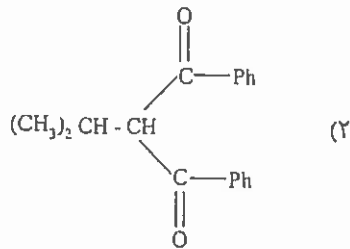
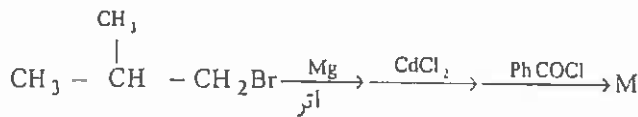


حل : گزینه ۱ صحیح می باشد.

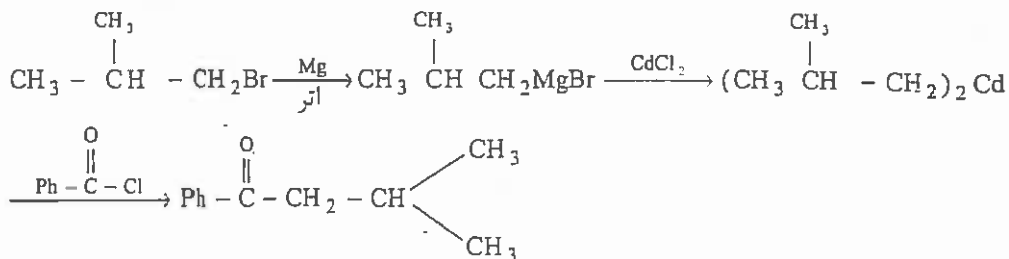


(ورودی ۷۳)

۲۰ - محصول نهایی M در سری واکنش های مقابل کدام است؟

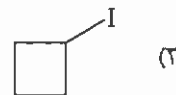
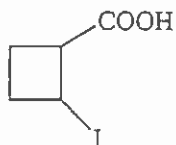
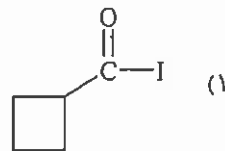
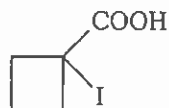
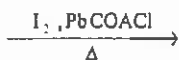
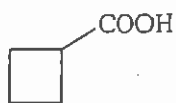


حل : گزینه ۱ صحیح می‌باشد.



(ورودی ۷۲)

۲۱ - محصول اصلی واکنش مقابل عبارت از:

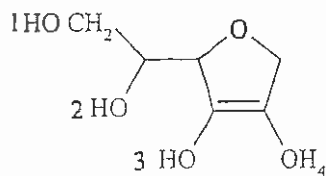


حل : گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

واکنش هانزدیکر (متن درس)

(ورودی ۸۵)

۲۲ - اسیدی‌ترین هیدروژن نشان داده شده در ترکیب زیر کدام است؟



4 (۴)

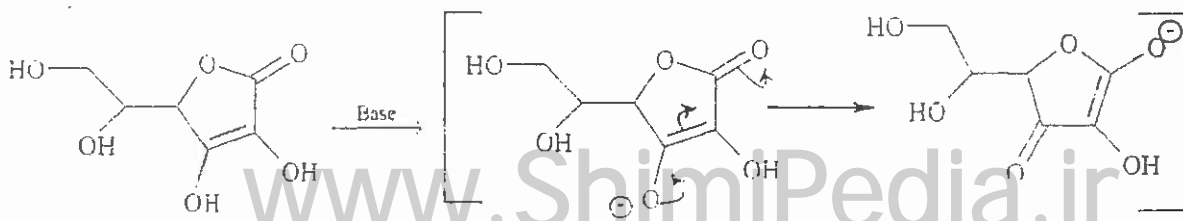
3 (۳)

2 (۲)

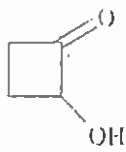
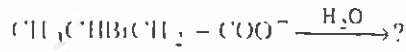
1 (۱)

حل : گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

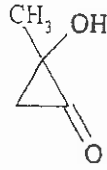
بار منفی حاصل از خروج H^+ (هیدروژن ۳) به راحتی با فرم‌های رزونانسی نمایش داده شده در زیر پابدار می‌شود.



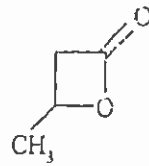
(ورودی ۷۲)



(۴)



(۳)

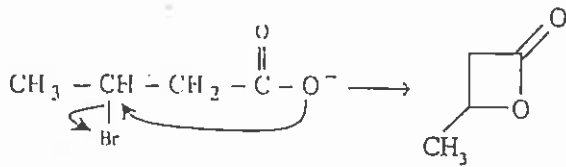


(۲)

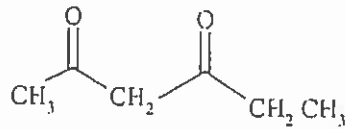


(۱)

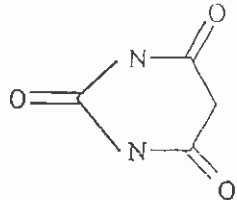
جواب: گزینه ۲ صحیح می باشد.



(ورودی ۶۹)

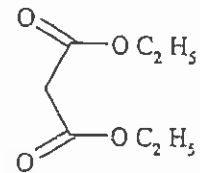
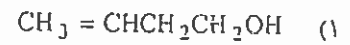


(۲)



(۴)

۲۴ - کدام یک از ترکیبات زیر خاصیت توتومری نشان نمی دهند؟

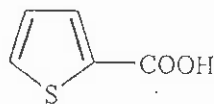
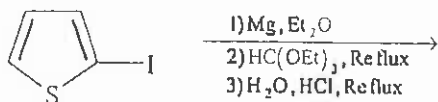


(۳)

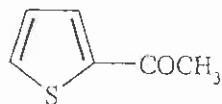
حل: گزینه ۱ صحیح می باشد.

۲۵ - محصول واکنش زیر کدام است؟

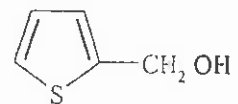
(ورودی ۶۹)



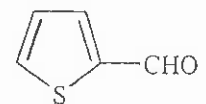
(۲)



(۴)



(۱)



(۳)

حل: گزینه ۱ صحیح می باشد.

