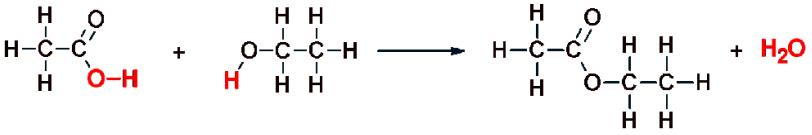
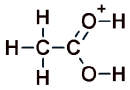
Estrite süntees ja hüdrolüüs

Estrid tekivad karboksüülhappe ja alkoholi reageerimisel ning eraldub vesi. Seega on estri tekke reaktsioon tüüpiline kondensatsioonireaktsioon. Näitena vaatleme etüületanaadi saamise reaktsiooni.

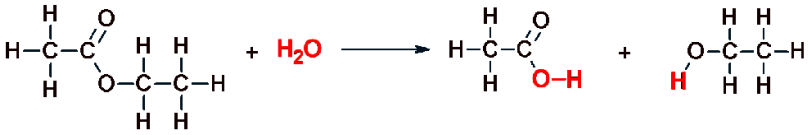


Punasega on märgitud aatomid, millest tekib kondensatsioonireaktsiooni teine produkt vesi. Selline reaktsioon on aeglane, sest alkoholi ja karboksüülhappe reaktsioonivõime on madal. Reaktsiooni kiirendamiseks lisatakse reaktsioonisegusse tugevat hapet, näiteks väävelhapet, mis on reaktsiooni katalüsaatoriks. Katalüüs toimub nii, et väävelhape kui väga tugev hape annab prootoni karboksüülhappe karbonüülrühma hapnikule, mis esineb aluse rollis ning tekib positiivse laenguga osakene:



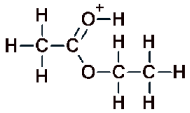
See tugeva happe juuresolekul tekkiv katioon on väga reaktsioonivõimeline ühend ja reageerib kiiresti alkoholiga ning moodustub ester.

Estri tekke reaktsioon on pöörduv. See tähendab, et estri reaktsioonil veega tekib tagasi karboksüülhape ja alkohol.



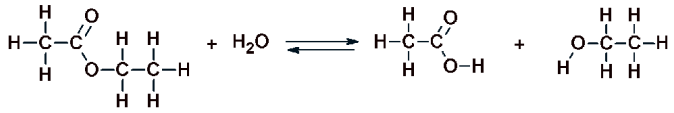
Seda reaktsiooni nimetatakse estri **hüdrolüüsiks** ehk vee toimel lagunemiseks, sest kreeka keeles tähendab *hydro* vett ja lysis lagunema. Punasega on märgitud aatomid, mis siirduvad reaktsiooni käigus vee molekulist karboksüülhappesse ja alkoholi. Pane tähele, et osakeste ümberpaiknemine toimub sarnaselt estri sünteesi reaktsiooniga.

Ilma katalüsaatori osavõtuta on ka hüdrolüüsi reaktsioon aeglane. Tugeva happe lisamine tekitab aga estrist reaktsioonivõimelise katiooni,



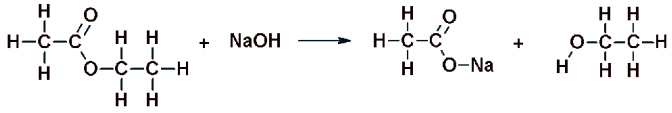
mistõttu happe juuresolekul reaktsioon kiireneb.

Kokkuvõttes on estri teke ja hüdrolüüs pöördreaktsioonid ja sellist olukorda tähistatakse reaktsiooniskeemis kahe vastassuunalise noole abil.



Selle skeemi kohaselt saabub teatud aja möödudes olukord, kus estri teke ja hüdrolüüs kulgevad sama kiirusega ning estri kogus reaktsioonisegus enam ei muutu. Tekib reaktsiooni ja pöördreaktsiooni tasakaal. Kuna katalüsaator kiirendab mõlemat reaktsiooni, siis happe lisamisel saame muuta tasakaalu saabumiseks kuluvat aega, aga mitte seda, kui palju tekib reaktsioonil estrit. Selline olukord ei ole soodus juhul, kui reaktsiooni eesmärgiks on estri valmistamine. Tasakaalulise reaktsiooni saaduse hulga suurendamiseks avaneb võimalus siis, kui ühte reaktsioonil tekkivat ainet õnnestub reaktsiooni toimumise ajal reaktsiooninõust eemaldada. See on võimalik näiteks estri destillatsiooni teel või vett siduva aine abil. Reaktsioonil saadava aine koguse ehk reaktsiooni "saagise" suurendamine on oluline eelkõige tööstuslikes protsessides.

Estri lagunemist saab kiirendada ka leeliste (NaOH, KOH jne) lisamisel, sest nende vesilahuses moodustuvad hüdroksiidioonid on palju aktiivsemad kui vee molekulid.



Kuna see protsess toimub vesilahuses, siis seda reaktsiooni nimetatakse sageli ka estri leeliseliseks hüdrolüüsiks, kuigi vee molekulid selles protsessis otseselt ei osale. Reaktsiooni tulemusena tekib alkohol ja karboksüülhappe sool, mida ei saa kasutada estri saamiseks. Seetõttu on leeliseline hüdrolüüs pöördumatu reaktsioon. Estrite hüdrolüüsi leeliste toimel kasutati rasvast seebi valmistamiseks, mistõttu see reaktsioon on tuntud ka kui estri ?seebistamine?.

Vee asemel võib ester reageerida ka teise alkoholiga. Sellisel juhul saame asendada estris alkoholist pärineva alküülrühma ning seda reaktsiooni nimetatakse **ümberesterdamiseks**.



Toodud näites asendub alküülrühm R^1 alküülrühmaga R^2. See reaktsioon on tähtis mitmete keemiatööstuse produktide valmistamisel. Nii kasutatakse ümberesterdamist näiteks biodiisli tootmisel, kus rasvhapete glütserooli estritest (rasvadest) valmistatakse nende hapete etüülestrid, mis põlevad diiselmootoris paremini.

Õppematerjalid on valminud Eesti Teadusagentuuri programm TeaMe raames ning rahastatud Euroopa Sotsiaalfondist. TeaMe on teadust ja tehnoloogiat populariseeriv programm, mille üheks eesmärgiks on uute loodus-, täppis- ja tehnikateaduste valdkonna õppematerjalide väljatöötamine üldhariduskoolile. Lisainfo: www.etag.ee/teame







