

Carbonzuren en carbonzuurderivaten	2
1. Karakteristieke groep en naamgeving.....	2
2. Toepassingen en voorkomen.....	2
3. Fysische eigenschappen.....	3
3.1. Kook- en smeltpunt	3
3.2. Oplosbaarheid	4
4. Chemische eigenschappen.....	4
4.1. Zuur karakter.....	4
4.2. Reacties van carbonzuren	5
4.2.1. Algemeen.....	5
4.2.2. Synthese van zuurhalogeniden.....	7
4.2.3. Synthese van esters	8
4.2.4. Reductie.....	10
4.2.5. Reacties van carbonzuurderivaten.....	11
4.2.6. Synthese zuuranhydriden.....	12
4.2.7. Synthese zuoramiden.....	12

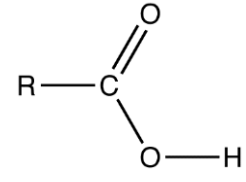
	LEERPLANDOELSTELLINGEN leerplan 2014007 De leerlingen kunnen		LEERINHOUDEN
C1	54	de stofklassen op basis van de functionele groep herkennen.	Alkanen, alkenen, alkynen, alcoholen, halogeenalkanen, aminen, aldehyden, ketonen, carbonzuren, esters, amiden, ethers, aromatische koolwaterstoffen, cyclische koolwaterstoffen
W4	55	op basis van de structuurformule de naam toekennen en de structuurformule geven op basis van de naam.	Naamgeving Structuurformule: o.a. zaagtandformule Alkanen, alkenen, alkynen, alcoholen, halogeenalkanen, aminen, aldehyden, ketonen, ethers, carbonzuren, esters, aromatische koolwaterstoffen, cycloalkanen
C1	56	het begrip isomerie uitleggen aan de hand van voorbeelden.	Structuurisomerie: ketenisomerie, plaatsisomerie Stereo-isomerie: cis-trans isomerie, spiegelbeeldisomerie
C1 W7 SET 27	57	van een aantal stoffen of mengsels een typische toepassing of eigenschap aangeven.	Toepassingen (per stofklasse) vb. methaan, white spirit, paraffine, methanol, ethanol, glycerol, glycol, azijnzuur, citroenzuur, springstoffen, kleurstoffen, wasmiddelen, geneesmiddelen, aceton (nagellakremover), cafeïne, aspirine (acetylsalicylzuur), benzaldehyde (amandelgeur), benzine, campinggas, diethylether (ether te koop bij apotheker), chloroform, ...
C1 SET 1,3	58	per stofklasse de gegeven eigenschappen in verband brengen met de karakteristieke groep en het koolstof-skelet.	Per stofklasse: Fysische eigenschappen Chemische eigenschappen

C2	65	een verestering van een carbonzuur schrijven en de verschillende stappen in het reactiemechanisme toelichten.	Carbonzuren Verestering
----	----	---	-----------------------------------

Carbonsuren en carbonzuurderivaten

1. Karakteristieke groep en naamgeving

De kenmerkende groep voor carbonsuren is de carboxylgroep (-COOH). De carboxylgroep is een samentrekking van enerzijds de carbonylgroep (kenmerken voor aldehyden en ketonen) en de hydroxyl (of hydroxy) groep (kenmerkend voor alcoholen).

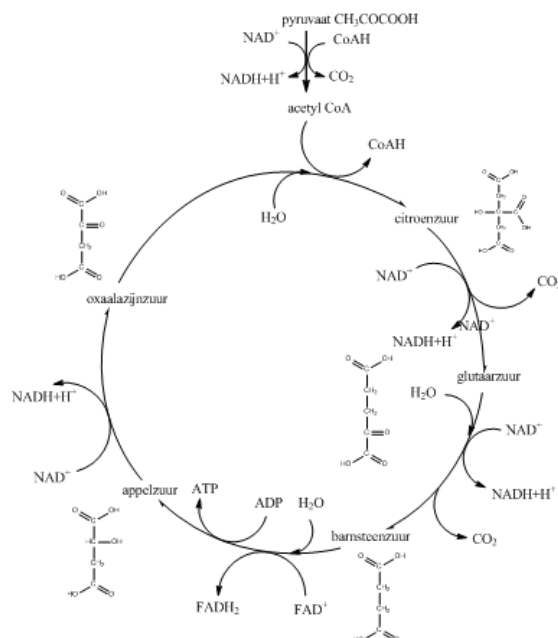


De naam van een carbonzuur wordt gevormd door na de naam van het corresponderende alkaan 'zuur' te plaatsen. Wanneer zijketens aanwezig zijn, moeten deze in alfabetische volgorde, voorzien van een plaatsnummer, de naam van het carbonzuur voorafgaan.

2. Toepassingen en voorkomen

Het kleinste carbonzuur is methaanzuur of mierenzuur. Mieren, wespen, bijen en hommels verdedigen zich met dit zuur. Het wordt ook gebruikt als looi- of beitsmiddel en industrieel wordt het gebruikt in de synthese van heel wat organische stoffen, waaronder esters voor oplosmiddel of geurstoffen.

Azijnzuur of ethaanzuur wordt gebruikt in de voeding als smaakstof, conserveermiddel of zuurteregelaar. Het wordt ook gebruikt om kalkaanslag en onkruid te verwijderen. Met alcoholen worden er esters mee gebruikt die als oplosmiddel of geurstof worden gebruikt. Ook heel wat polymeren worden gemaakt op basis van azijn.



Oxo-propaanzuur of pyruvaat (zie biologie) ontstaat als eindproduct van de glycolyse. In anërobe omstandigheden fungeert het als elektronen- en protonenacceptor, zodat terug $\text{NADH} + \text{H}^+$ geregenereerd kan worden (dit is een oxidatie).

Heel wat intermediären van de citroenzuurcyclus zijn ook carbonzuren (zie biologie).

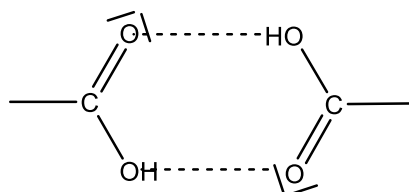
3. Fysische eigenschappen

Het carbonyl-zuurstofatoom oefent door haar negatief inductief effect een polariserende invloed uit op de C-OH functie. Deze groep is aldus sterker gepolariseerd dan bij alcoholen.



3.1. Kook- en smeltpunt

Carbonzuren hebben een hoger kook- en smeltpunt dan alcoholen met eenzelfde aantal koolstofatomen, als gevolg van een sterkere polarisatie (sterkere H-bruggen) en een hogere massa. Bovendien kunnen carbonzuren dimeren vormen (2-aan-2 associatie van moleculen).



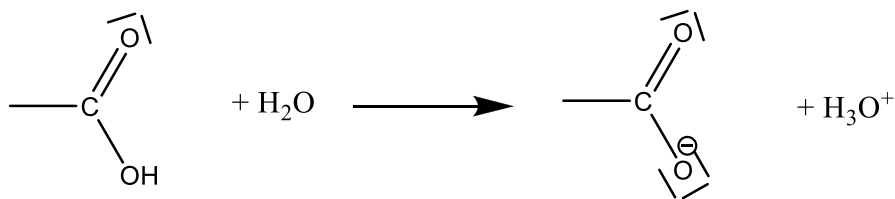
3.2. Oplosbaarheid

Carbonzuren met een korte koolstofketen zijn goed oplosbaar in polaire oplosmiddelen omdat de polaire carboxylgroep overheerst. Wanneer de koolstofketen langer wordt, neemt het effect van de karakteristieke groep snel af en daalt de oplosbaarheid in polaire oplosmiddelen. Dergelijke carbonzuren lossen wel op in apolaire oplosmiddelen.

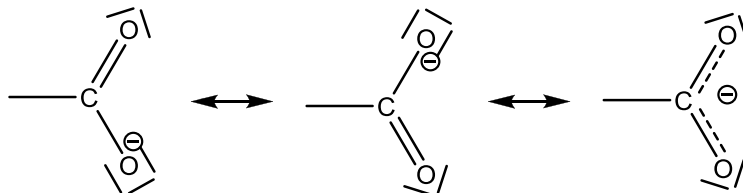
4. Chemische eigenschappen

4.1. Zuur karakter

Carbonzuren gedragen zich als Brønstedzuur (protondonor) ten opzichte van water:



Door het negatief inductief effect van de carbonylgroep wordt het waterstofatoom afgesplitst en overgedragen op water. Het anion (het carboxylaation) dat op deze manier ontstaat, wordt gestabiliseerd door mesomerie.



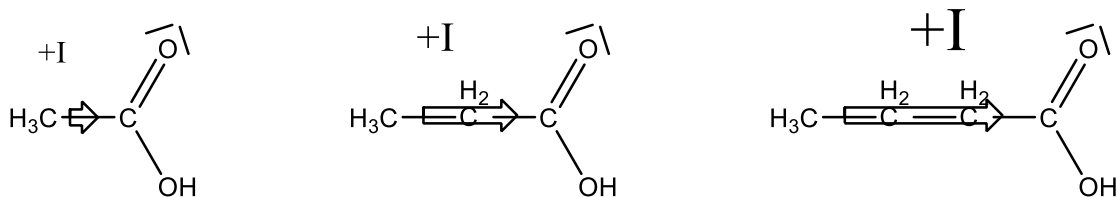
Zowel door dit mesomere als het negatief inductief effect zijn carbonzuren sterkere zuren dan alcoholen. Toch zijn het nog relatief zwakke zuren.

Carbonzuren reageren met basen tot zouten.

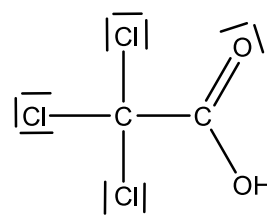


De vorming van zepen berust op de reactie van carbonzuren met basen (zie verder).

Carbonzuren met lange koolstofketens zijn zwakkere zuren dan carbonzuren met korte ketens. De koolstofketen oefent immers een positief inductief effect uit op het carboxyl-C-atoom, waardoor de partiële positieve lading op dit koolstofatoom kleiner wordt, en het waterstofatoom van de OH-groep minder snel wordt afgesplitst.



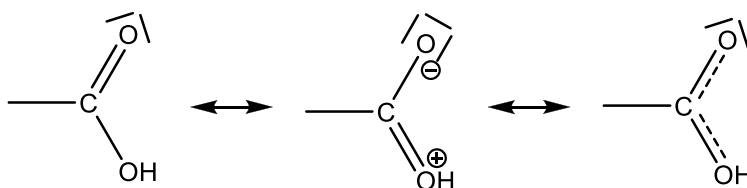
Aanwezigheid van elektronenzuigers op naburige C-atomen versterkt het zure karakter van een carbonzuur (door het negatief inductief effect).



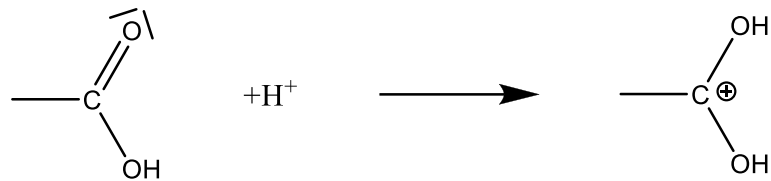
4.2. Reacties van carbonzuren

4.2.1. Algemeen

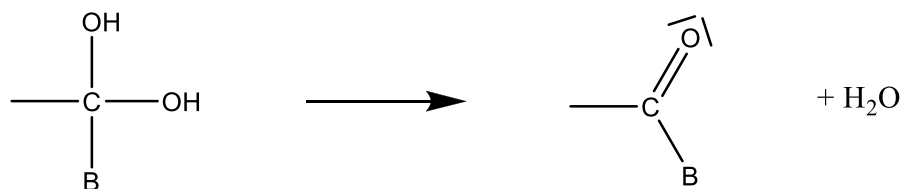
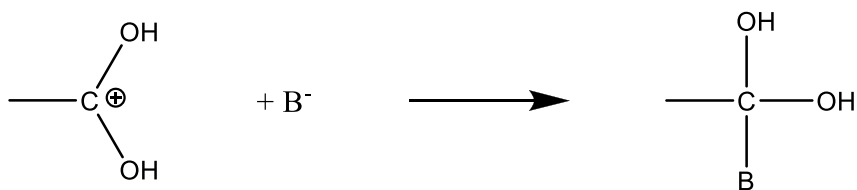
De carbonylgroep van de carboxylfunctie leent zich tot nucleofiele addities. Deze reactiviteit vinden we dus ook terug bij carbonzuren. De OH-groep maakt de aanval op het koolstofatoom echter minder gemakkelijk: door het mesomeer effect wordt de positieve deellading van het koolstofatoom van de carboxylfunctie afgezwakt.



Omdat nucleofiele deeltjes geneigd zijn te binden met het zure proton van de carboxylgroep (brönstedzuur), wordt meestal gewerkt in zuur midden. In een zuur midden wordt de carbonyl-O geprotoneerd en ontstaat een carbokation dat geen mesomerie meer vertoont (geen n -elektronen meer). Bovendien draagt het koolstofatoom nu een positieve, formele lading (die groter is dan een partiële lading).



Na protonering in zuur milieu, kan het nucleofiel aanvallen op het koolstofatoom.



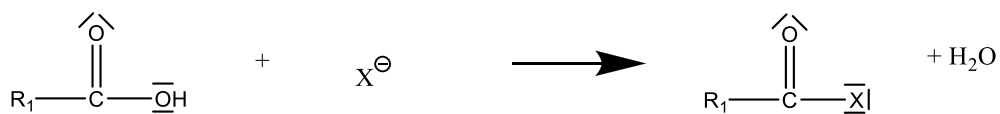
De gevormde stof splitst onmiddellijk water af (regel van Erlenmeyer).

Deze reactie is bijgevolg een nucleofiele substitutie. Deze nucleofiele substitutie bestaat uit een nucleofiele additie die gevolgd wordt door een eliminatie. Merk op dat de nucleofiele substitutie bij carbonzuren fundamenteel verschilt van de nucleofiele substitutie van halogeenalkanen, waar de eliminatie de nucleofiele additie vooraf gaat.

Heel wat derivaten van carbonzuren kunnen bereid worden op basis van hoger gegeven schema (zie verder).

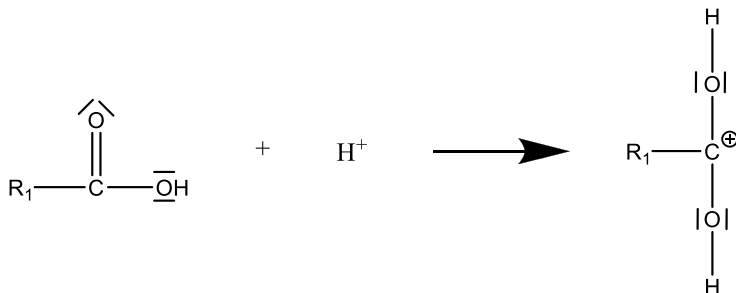
4.2.2. Synthese van zuurhalogeniden

Reactievergelijking

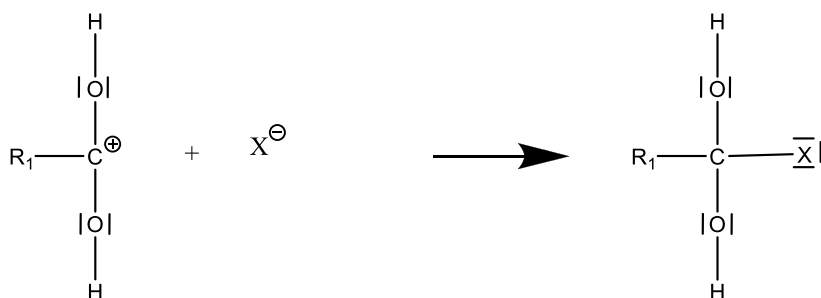


Reactiemechanisme

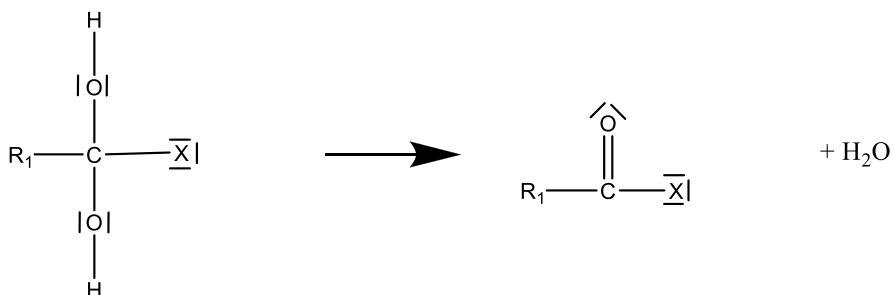
a) Protonering



b) Additie van het nucleofiel



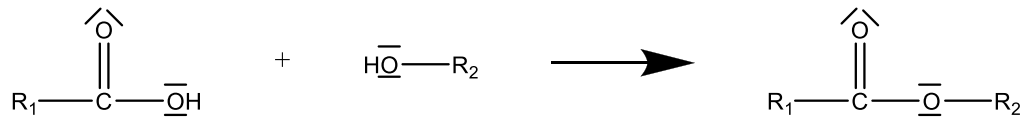
c) Eliminatie van water



Zuurhalogeniden zijn veel reactiever dan carbonzuren wat betreft nucleofiele aanval, omdat het mesomeer effect van het halogenide in de meeste gevallen kleiner is dan de hydroxy-functie (omdat het halogenide meer schillen heeft). Omdat zuurhalogeniden reactiever zijn, worden ze veel gebruikt bij synthese van andere verbindingen.

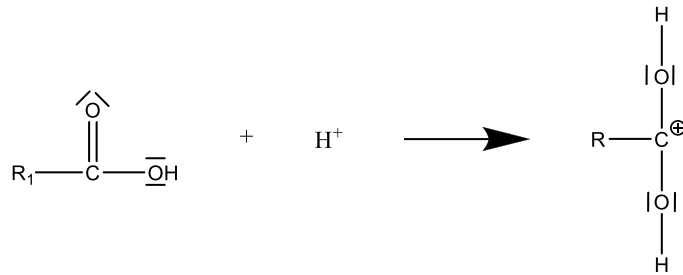
4.2.3. Synthese van esters

Reactievergelijking

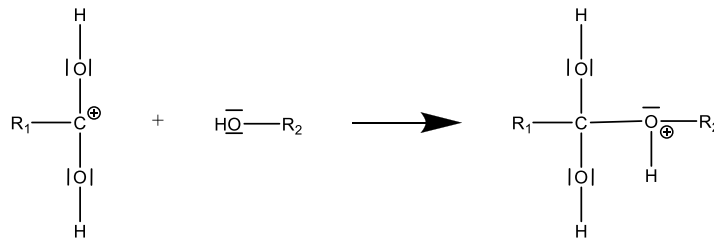


Reactiemechanisme

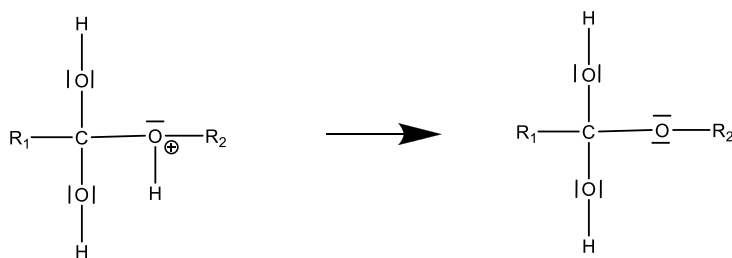
a) Protonering



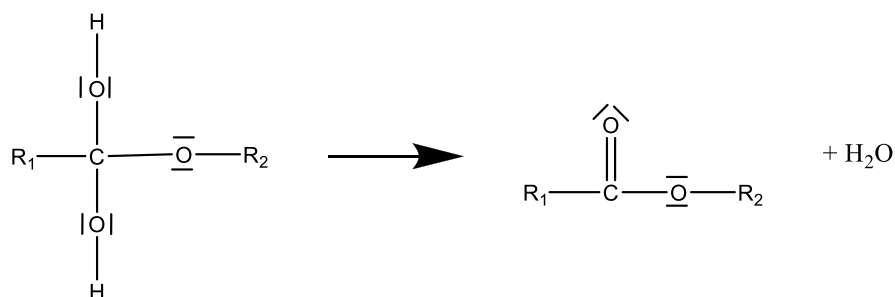
b) Additie van het nucleofiel (het alcohol)



c) Deprotonering



d) Eliminatie van H₂O



De reactie verloopt sneller indien vertrokken wordt van een zuurhalogenide (zie verder).

Lipiden ontstaan door een verestering van drie vetzuren met glycerol (zie biologie), waarbij de vetzuren verzadigd of onverzadigd kunnen zijn.

Esters komen in de natuur vooral voor als geur- en smaakstoffen:

- methylbutanoaat: appelgeur
- propylethanoaat: peer
- 2-methylbutylacetaat (2-methylbutylethanoaat): banaan
- Benzylacetaat (of benzylethanoaat): perzik

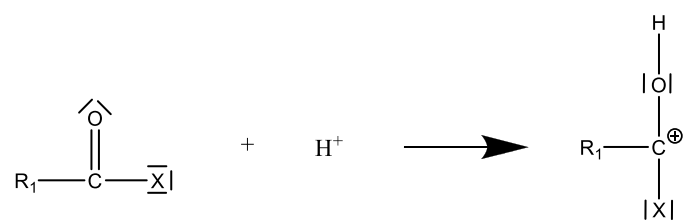
Ook vormen het belangrijke grondstoffen voor de productie van polyesters (kunststoffen, zie later).

De omgekeerde reactie, waarbij een ester wordt opgesplitst tot een carbonzuur en alcohol, noemen we een hydrolyse (zie verder). Deze hydrolyse kan zowel in zuur als in basisch milieu gebeuren.

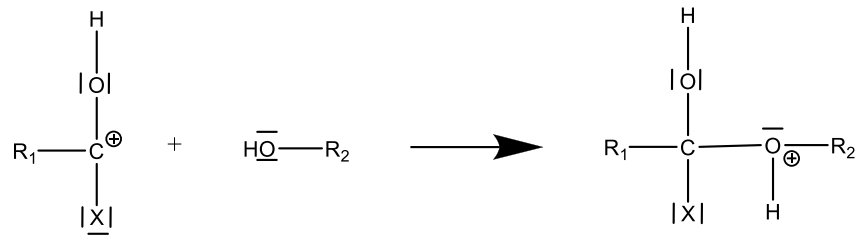
Zuurhalogeniden zijn veel reactiever dan carbonzuren wat betreft nucleofiele aanval, omdat het mesomeer effect van het halogenide in de meeste gevallen kleiner is dan de hydroxy-functie (omdat het halogenide meer schillen heeft). Omdat zuurhalogeniden reactiever zijn, worden ze veel gebruikt bij synthese van andere verbindingen.

Vb. synthese van esters.

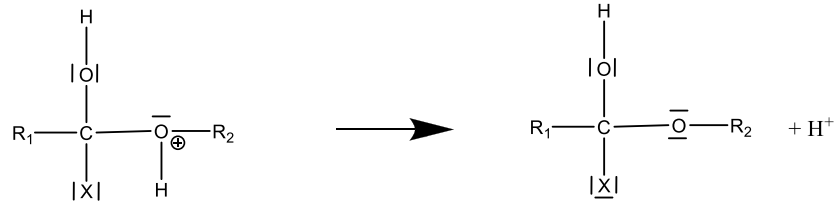
a) Protonering



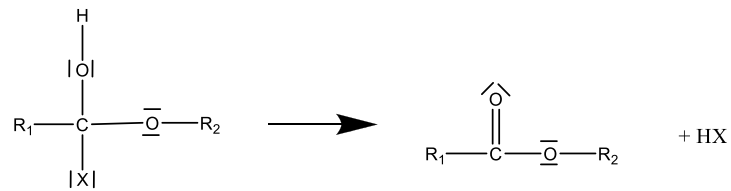
b) Additie van het nucleofiel (alcohol)



c) Deprotonering



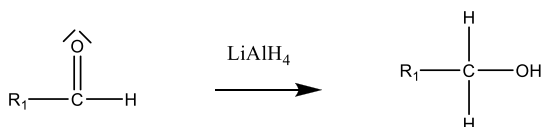
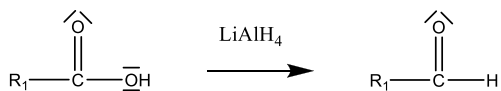
d) Eliminatie HX



De reactie wordt meestal in licht basisch milieu uitgevoerd (de reactie loopt dan af naar rechts).

4.2.4. Reductie

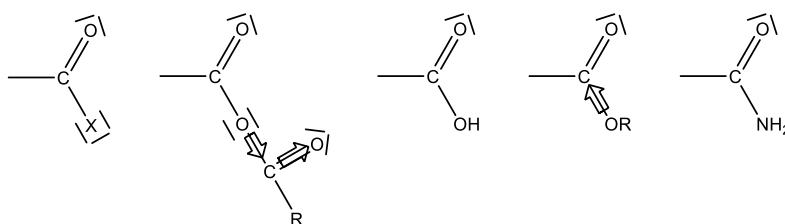
Carbonsuren kunnen met lithiumtetrahydrolalumiinaat (LiAlH_4) gereduceerd worden. Zo ontstaat een aldehyde, dat verder kan reduceren tot een primair alcohol.



4.2.5. Reacties van carbonzuurderivaten

Niet alleen carbonzuren, maar ook de carbonzuurderivaten ondergaan nucleofiele substituties.

De reactiviteit van de verschillende carbonzuurderivaten hangt af van de grootte van de partiële lading van het koolstofatoom van de carboxylgroep.



De reactiviteit van de verschillende carbonzuurderivaten daalt in bovenstaande reeks van links naar rechts. Zuurhalogeniden zijn vrij reactief, niet alleen omwille van de grotere elektronegativiteit van de halogeenatomen, maar vooral door het ontbreken van een mesomeer effect (de meeste halogenen hebben meer elektronenschillen dan het zuurstofatoom, waardoor mesomerie niet kan plaatsgrijpen). Omwille van hun grotere reactiviteit in vergelijking tot carbonzuren, worden heel wat reacties uitgevoerd vertrekkende van zuurhalogeniden.

Zuuranhydriden zijn minder reactief dan zuurhalogeniden, maar reactiever dan carbonzuren, omdat de carbonylgroep een bijkomend negatief inductief effect uitoefent, waardoor de partieel positieve lading groter wordt.

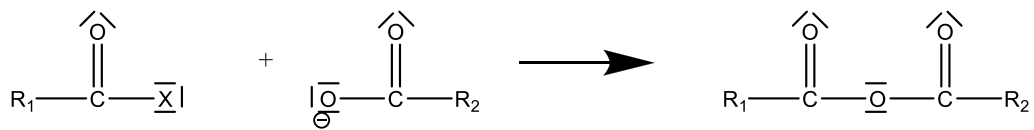
Esters zijn minder reactief dan carbonzuren, omdat de alkylketen een positief inductief effect uitoefent en de partiële lading op het carboxylatomen kleiner wordt.

Amiden vertonen een groot mesomeer effect, waardoor de partieel positieve lading van het carboxyl-C-atoom klein wordt. Amiden zijn minder reactief dan esters.

4.2.6. Synthese zuuranhydriden.

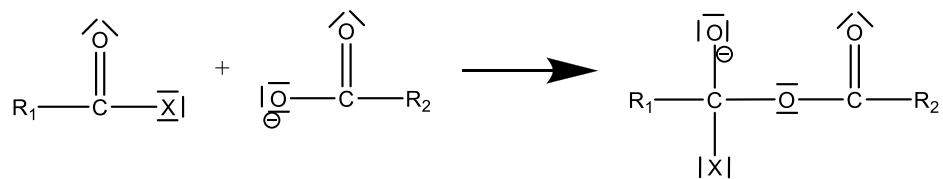
Voor de synthese van zuuranhydriden vertrekt men meestal van een zout van een carbonzuur en een zuurhalogenide. Men kan echter ook vertrekken van twee carbonzuren (probeer dit zelf!).

Reactievergelijking

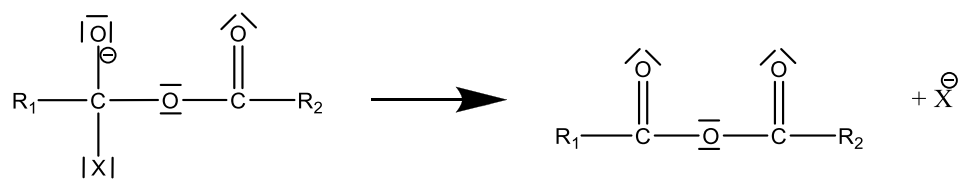


Reactiemechanisme

a) Additie van het nucleofiel

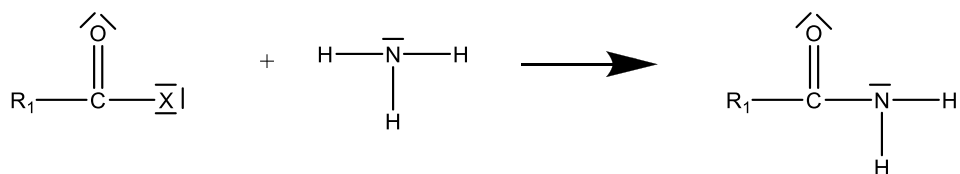


b) Eliminatie HX



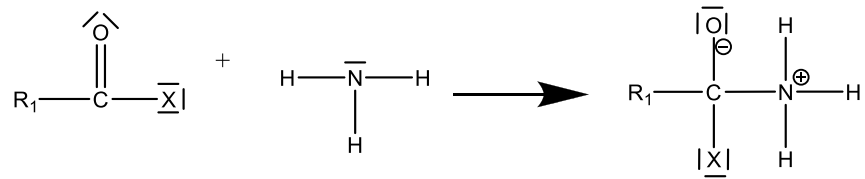
4.2.7. Synthese zuoramiden

Reactievergelijking

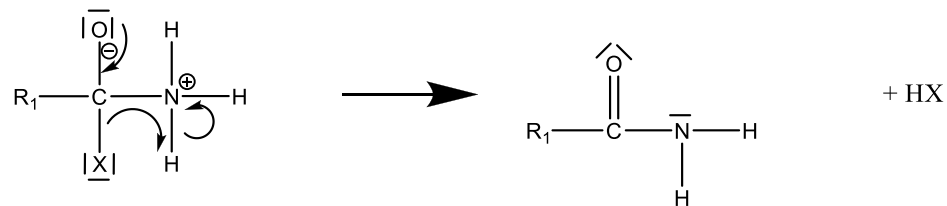


Reactiemechanisme

a) Additie van het nucleofiel



b) Eliminatie HX



Zuuramiden komen onder andere voor in penicille en vitaminen.

Amiden kunnen ook bereid worden vertrekkende van carbozuren, al verloopt dit een stuk moeilijker omdat ammoniak (base) de neiging heeft om een H^+ te onttrekken van het carbozuur.

Niet limitatieve lijst vragen 'carbonszuren'

Wat is de kenmerkende groep van carbonszuren ?

Bespreek de invloed van de kenmerkende groep van carbonszuren op de fysische/chemische eigenschappen van carbonszuren.

Naamgeving carbonszuren/carbonszoorzouten/derivaten van carbonszuren (zuuranhydriden, zuurhalogeniden, amidan, esters).

Bespreek de fysische eigenschappen van carbonszuren.

Vergelijk kookpunt/smelpunt van carbonszuren met alcoholen/aldehyden/ketonen/alkanen/aminan.

Zijn carbonszuren zure of basische stoffen. Zijn ze sterker zuur/basisch dan alcoholen ? Verklaar je antwoord.

Is propaanzuur een sterker zuur dan butaanzuur ? Verklaar het antwoord grondig.

Welk soort reacties zullen carbonszuren ondergaan ? Verklaar waarom ze dit soort reacties zullen ondergaan.

Vergelijk de reactiviteit van carbonszuren met verschillende carbonszoorderivaten. Verklaar ook waarom deze derivaten sneller/trager zullen reageren dan de carbonszuren.

Geef het reactiemechanisme voor de bereiding van een ester.

Geef het reactiemechanisme voor de bereiding van propylmethanoaat, butanyl bromide, ethaanzuurpentaanzuuranhydride, hexaanamide.

Hoe worden carbonszuren bereid ?