

Syror, baser och pH-värde

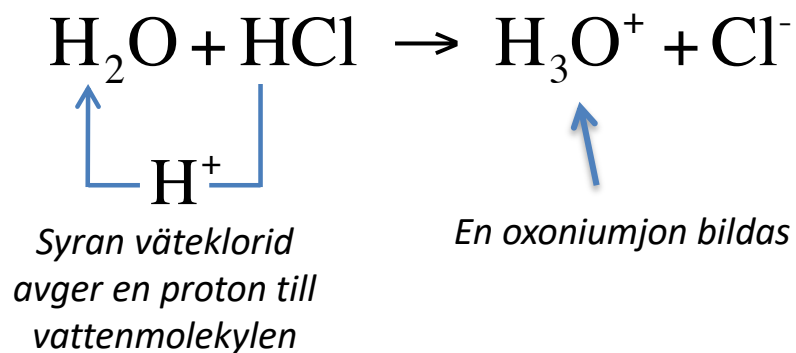
Niklas Dahrén



Syror är protongivare

✓ Syror kännetecknas av följande:

1. De har förmåga att avge vätejoner, H^+ (protoner), vilket leder till en pH-sänkning.
2. De ger upphov till oxoniumjoner i vattenlösningar (när de reagerar med vattenmolekyler).



Kvar av syran blir en negativt laddad jon (i det här fallet en kloridjon)

Obs. Vätejonen kallas ofta för en proton eftersom vätejonen enbart består av en proton (väteatomer har enbart 1 elektron och den finns inte kvar hos vätejonen).

Syrors egenskaper

- ✓ **Syror ger upphov till sura lösningar:** Löser man en syra i vatten så får man en sur lösning (innehåller oxoniumjoner).
- ✓ **Sura lösningar leder ström:** Rena och vattenfria syror leder inte elektrisk ström. Det gör däremot vattenlösningar av syror. I dessa lösningar finns laddade partiklar i form av joner som kan vandra i ett elektriskt fält. Ledningsförmågan påverkas av hur stark syran är (hur bra den är på att avge protoner) och i vilken koncentration den förekommer.
- ✓ **Syror är starkt frätande:** Många syror är starkt frätande och/eller giftiga. Det är protonen som har den frätande (upplösande egenskapen). När protonen friges kan den reagera med olika ämnen på olika sätt.
- ✓ **Syror löser upp oädla metaller och ger upphov till vätgas:** Läger man oädla metaller som magnesium, aluminium, järn eller zink i saltsyra så kommer dessa metaller lösas upp (bilda metalljoner som löser sig i vattnet) samtidigt som det bildas bubblor av vätgas.
- ✓ **Syror löser upp karbonatföreningar och ger upphov till koldioxid:** Syror bildar koldioxid i reaktion med karbonatföreningar. Syror reagerar med karbonatjoner CO_3^{2-} så att dessa bildar gasen koldioxid, CO_2 . Därför kan man utnyttja syror till att avlägsna kalkbeläggningar, dvs. beläggningar av kalciumkarbonat CaCO_3 .

Vad krävs för att ett ämne ska kunna vara en syra?

1. Måste innehålla minst en väteatom.
2. Väteatomen (eller egentligen väteprotonen) måste sitta tillräckligt löst (t.ex. genom att den binder till en elektronegativ atom och/eller en atom med stor radie).

Syror:	Ej syror:
HNO ₃	CH ₄
HCl	H ₂
H ₂ SO ₄	O ₂
H ₂ O (svag syra)	CO ₂
HClO ₄	NaCl
HBr	C ₂ H ₆

Starka och svaga syror

- ✓ **Starka syror:** Stor förmåga att avge protoner.
 - Protonen sitter väldigt löst (lossnar lätt) och/eller den negativa jon som bildas är mycket stabil ("trivs" bra i vattenlösningen utan protonen) och kommer därför inte ta tillbaka protonen.
- ✓ **Svaga syror:** Kan avge protoner, men är inte lika bra på det som starka syror.
 - Protonen sitter fast relativt hårt och/eller den negativa jon som bildas är relativt ostabil ("trivs" inte så bra i vattenlösningen utan protonen) och tar därför gärna tillbaka protonen igen.

Starka syror:	Svaga syror:
Salpetersyra	Citronsyra
Saltsyra (väteklorid)	Kolsyra
Svavelsyra	Ättiksyra

Protolysreaktioner

- ✓ En **protolysreaktion** är en kemisk reaktion som innebär att protoner (H^+) avges respektive upptas. När en syra har avgett sin proton (eller protoner) säger man att den är protolyserad.
- ✓ **Väteklorids protolysreaktion i vattenlösning:**



*Vattenlösningen med protolysprodukterna
av väteklorid (oxoniumjoner och
kloridjoner) kallas för saltsyra*

- ✓ Vi kan även skriva protolysreaktionen på ett förenklat sätt (vi bortser från vattenmolekylen):



Protolys av svaga resp. starka syror

Protolys av en stark syra (väteklorid/saltsyra):



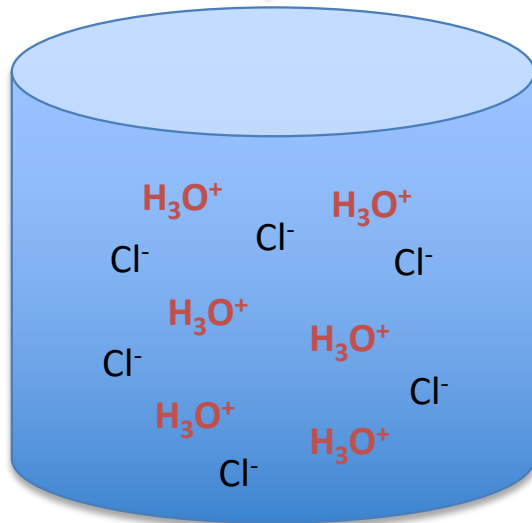
Protolys av en svag syra (ättiksyra):



- ✓ **Starka syror är fullständigt protolyserade:** Om vi blandar vätekloridmolekyler med vatten så kommer efter en viss tid alla vätekloridmolekyler ha protolyserats. Reaktionen har enbart gått i en riktning. Man säger därför att väteklorid och andra starka syror är *fullständigt protolyserade* i vattenlösningar.
- ✓ **Svaga syror är ofullständigt protolyserade:** Om vi blandar ättiksyramolekyler med vatten så kommer efter en viss tid bara en mindre andel ättiksyramolekyler ha protolyserats (en stor andel av molekylerna har nämligen tagit tillbaka sin proton eller överhuvudtaget aldrig släppt iväg den). Reaktionen har gått i båda riktningarna. Man säger därför att ättiksyra och andra svaga syror är *ofullständigt protolyserade* i vattenlösningar.

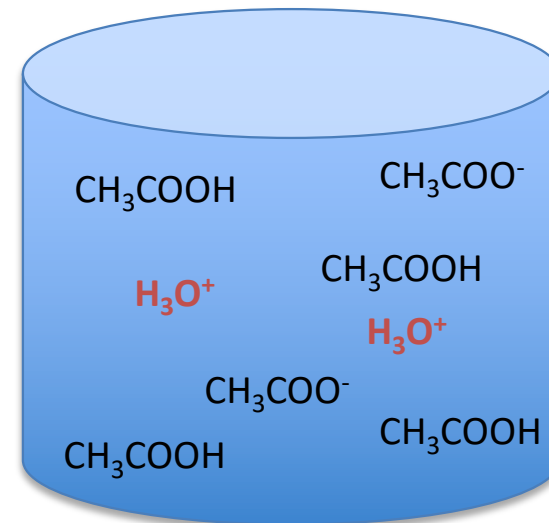
HCl är en stark syra medan HAc (CH_3COOH) är en svag syra

6 molekyler HCl i
vattenlösning



HCl protolyseras fullständigt
(reaktionen går bara åt ett håll)

6 molekyler CH_3COOH
i vattenlösning

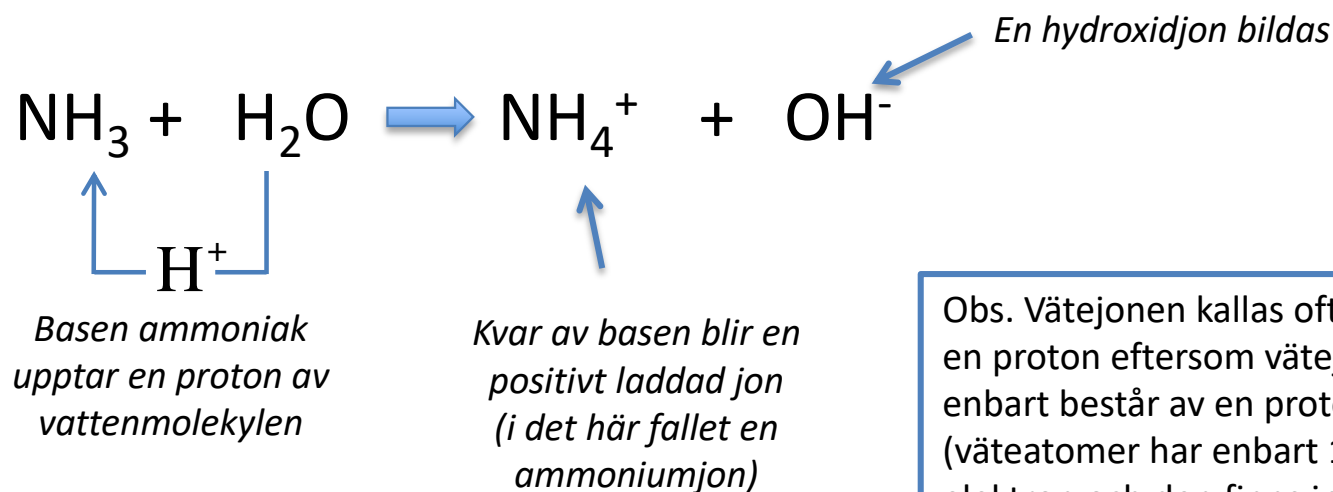


CH_3COOH protolyseras ofullständigt
(reaktionen går i båda riktningarna)

Baser är protontagare

✓ Baser kännetecknas av följande:

1. De har förmåga att uppta vätejoner, H^+ (protoner), vilket leder till en pH-ökning.
2. De innehåller eller ger upphov till hydroxidjoner i vattenlösningar (när de reagerar med vattenmolekyler).



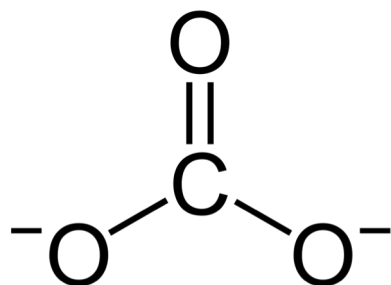
Obs. Vätejonen kallas ofta för en proton eftersom vätejonen enbart består av en proton (väteatomer har enbart 1 elektron och den finns inte kvar hos vätejonen).

Basers egenskaper

- ✓ **Baser ger upphov till basiska lösningar:** Löser man en bas i vatten så får man en basisk lösning (innehåller hydroxidjoner).
- ✓ **Basiska lösningar leder ström:** Rena och vattenfria baser leder inte elektrisk ström. Det gör däremot vattenlösningar av baser. I dessa lösningar finns laddade partiklar i form av joner som kan vandra i ett elektriskt fält. Ledningsförmågan påverkas av hur stark baser är (hur bra den är på att uppta protoner) och i vilken koncentration den förekommer.
- ✓ **Baser är starkt frätande:** Många baser är starkt frätande och/eller giftiga. Om du får en bas på handen så känns den tvålig, det beror på att basen löser upp fett i huden via basisk esterhydrolys så att det bildas fettsyror (ungefär samma som finns i tvål). På samma sätt används starka baser vid tvåltillverkning. Det är hydroxidjonerna som har den frätande (upplösande egenskapen). Hydroxidjonen kan reagera med olika ämnen på olika sätt. När du arbetar med baser ska du alltid bära skyddsglasögon då baser otroligt snabbt kan förstöra ögonen, även i mindre koncentrationer.

Vad krävs för att ett ämne ska kunna vara en bas?

1. Måste innehålla en atom med ett fritt elektronpar (som kan ta emot och binda protonen).
2. Den protonbindande atomen måste ha relativt liten radie så att protonen attraheras tillräckligt mycket till det fria elektronparet.



Karbonatjonen är en bas eftersom den innehåller fria elektroner som är bra på att attrahera och binda protoner.

Baser:	Ej baser:
Jonföreningar som innehåller hydroxidjoner (OH^-), t.ex. NaOH, KOH och CaOH_2 .	HCl
NH_3 (ammoniak)	H_2SO_4
Jonföreningar som innehåller karbonatjoner (CO_3^{2-}), t.ex. CaCO_3 och NaCO_3 .	CH_4

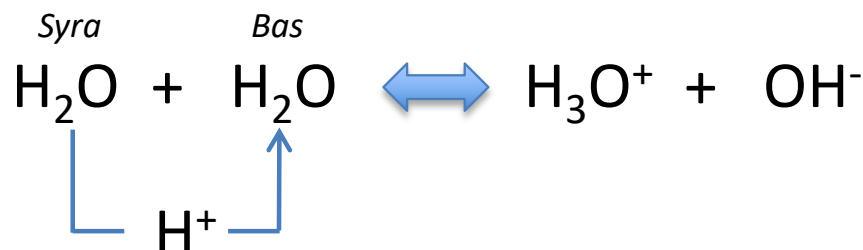
Starka och svaga baser

- ✓ **Starka baser:** Stor förmåga att uppta och hålla kvar protoner.
 - Är bra på att attrahera protoner (fritt elektronpar och ofta en negativ laddning) och/eller det ämne som bildas är mycket stabilt ("trivs" bra i vattenlösningen med protonen) och kommer därför inte släppa protonen igen.
- ✓ **Svaga baser:** Kan uppta och hålla kvar protoner, men är inte lika bra på det som starka baser.
 - Är inte lika bra på att attrahera protoner och/eller det ämne som bildas är relativt ostabilt ("trivs" inte så bra i vattenlösningen med protonen) och kommer därför kunna släppa protonen igen.

Starka baser:	Svaga baser:
Jonföreningar som innehåller hydroxidjoner (OH^-), t.ex. NaOH , KOH och CaOH_2 .	NH_3 (ammoniak)
	Jonföreningar som innehåller karbonatjoner (CO_3^{2-}), t.ex. CaCO_3 och NaCO_3 .

Vattnets autoprotolysreaktion

- ✓ **Vattenmolekylen är en amfolyt** vilket innebär att den kan reagera både som en syra och som en bas (dock svag syra och svag bas).
- ✓ **En vattenmolekyl kan dels reagera med andra syror och baser** men en vattenmolekyl kan även reagera med en annan vattenmolekyl.
- ✓ **När 2 vattenmolekyler reagerar med varandra** och överför en proton från den ena vattenmolekylen till den andra så kallas reaktionen för "vattnets autoprotolysreaktion". Produkterna som bildas är 1 oxoniumjon och 1 hydroxidjon. Detta innebär att det alltid i vattenlösningar eller i dest. vatten finns ett visst antal (dock lågt) oxoniumjoner och hydroxidjoner även om det enbart ingår vattenmolekyler från första början (inga andra syror eller baser).



Sur, neutral och basisk lösning

Sur lösning:	Neutral lösning:	Basisk lösning:
$\text{H}_3\text{O}^+ > \text{OH}^-$	$\text{H}_3\text{O}^+ = \text{OH}^-$	$\text{H}_3\text{O}^+ < \text{OH}^-$
$\text{pH} < 7$	$\text{pH} = 7$	$\text{pH} > 7$

pH-värde

- ✓ **pH är ett mått på oxoniumjonkoncentrationen** (eller vätejonkoncentrationen) fast uttryckt på ett "smidigare sätt". Enheten är mol/dm³.
- ✓ **pH-skalan är logaritmisk** vilket innebär att koncentrationen ökar (eller minskar) med 10 ggr för varje steg.
- ✓ **Neutralt:** Ett pH-värde på 7.
- ✓ **Surt:** Ett pH-värde under 7.
- ✓ **Basiskt:** Ett pH-värde över 7.



pH	[H ₃ O ⁺]
0	1,0 · 10 ⁰
1	1,0 · 10 ⁻¹
2	1,0 · 10 ⁻²
3	1,0 · 10 ⁻³
4	1,0 · 10 ⁻⁴
5	1,0 · 10 ⁻⁵
6	1,0 · 10 ⁻⁶
7	1,0 · 10 ⁻⁷
8	1,0 · 10 ⁻⁸
9	1,0 · 10 ⁻⁹
10	1,0 · 10 ⁻¹⁰
11	1,0 · 10 ⁻¹¹
12	1,0 · 10 ⁻¹²
13	1,0 · 10 ⁻¹³
14	1,0 · 10 ⁻¹⁴

Sambandet mellan pH-värdet och oxoniumjonkoncentrationen

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

Uppgift 1:

Vilket pH har en saltsyralösning vars koncentration är 0,016 mol/dm³?

Lösning:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{pH} = -\lg(0,016) = 1,8$$

Svar: pH-värdet i saltsyralösningen är 1,8.

Uppgift 2:

Vilken koncentration har en saltsyralösning vars pH-värde är 1,8?

Lösning:

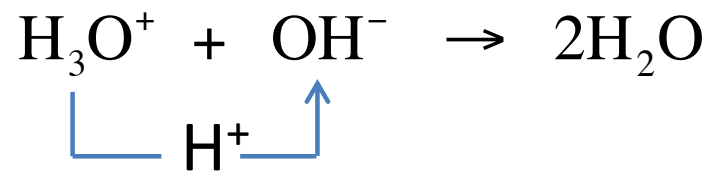
$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1,8} = 0,016$$

Svar: Koncentrationen är 0,016 mol/dm³.

Neutralisation

- ✓ Om vi blandar en sur lösning (syra löst i vatten) med en basisk lösning (bas löst i vatten) så sker följande neutralisation:

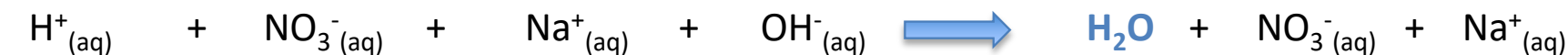


- ✓ Om koncentrationen av oxoniumjoner och hydroxidjoner är lika hög kommer vi få en neutral lösning som innehåller enbart vattenmolekyler (vi bortser från vattnets autoprotolys) och med pH-värdet 7.
- ✓ Oxoniumjonerna avger protoner och fungerar därför som syror.
- ✓ Hydroxidjonerna tar upp protoner och fungerar därför som baser.

Olika sätt att skriva neutralisationsreaktionen mellan $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ och $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$

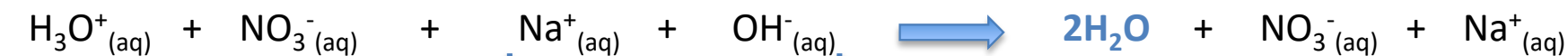


Salpetersyra *Natriumhydroxid*



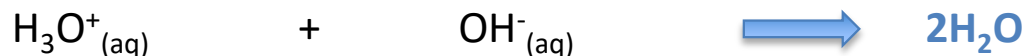
Från salpetersyran

Från natriumhydroxiden



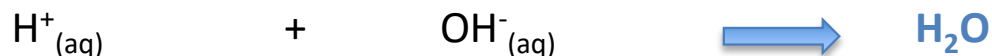
Från salpetersyran

Från natriumhydroxiden



Från salpetersyran

Från natriumhydroxiden



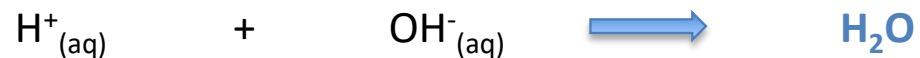
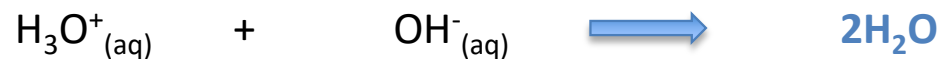
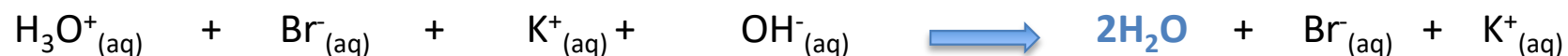
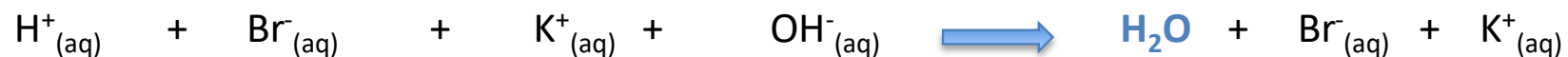
Från salpetersyran

Från natriumhydroxiden

Uppgift 3:

Skriv neutraliseringsreaktionen mellan $\text{HBr}_{(\text{aq})}$ och $\text{KOH}_{(\text{aq})}$. Skriv på flera olika sätt!

Lösning:



Sammanfattning – Syror och baser

SYROR:

- Protongivare.
- Ger upphov till oxoniumjoner (H_3O^+) i vattenlösningar.

BASER:

- Protontagare.
- De innehåller eller ger upphov till hydroxidjoner (OH^-) i vattenlösningar.

BUSA-regeln:

Baser Upptar - Syror Avger

Sammanfattning – Sura och basiska lösningar

SURA LÖSNINGAR:

- Hög koncentration av oxoniumjoner (H_3O^+) vilket ger ett lågt pH-värde.
- Låg koncentration av hydroxidjoner (OH^-).

BASISKA LÖSNINGAR:

- Låg koncentration av oxoniumjoner (H_3O^+) vilket ger ett högt pH-värde.
- Hög koncentration av hydroxidjoner (OH^-).

Se gärna fler filmer av Niklas Dahrén:

<http://www.youtube.com/Kemilektioner>

<http://www.youtube.com/Medicinlektioner>



Vad krävs för att ett ämne ska kunna vara en bas?

1. Måste innehålla minst ett fritt elektronpar (som kan ta emot och binda protonen).

Bild på NH₃
med fria
elektroner och
en H⁺ som
närmar sig

Baser:	Ej baser:
	CH ₄
	HCl
	H ₂ SO ₄
	H ₂ O (svag bas)
HClO ₄	NaCl
HBr	C ₂ H ₆

Starka och svaga baser

- ✓ **Starka baser:** Stor förmåga att uppta protoner.
 - Protonen sitter väldigt löst (lossnar lätt) och/eller den negativa jon som bildas är mycket stabil ("trivs" bra utan protonen) och kommer därför inte ta tillbaka protonen.
- ✓ **Svaga baser:** Kan uppta protoner, men är inte lika bra på det som starka baser.
 - Protonen sitter fast relativt hårt och/eller den negativa jon som bildas är relativt ostabil ("trivs" inte så bra utan protonen) och därför är bra på att ta tillbaka protonen igen.

Starka baser:	Svaga baser:
OH ⁻ (finns i NaOH, CaOH ₂ , KOH etc.)	NH ₃
	CO ₃ ²⁻ (finns i CaCO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ²⁻ , NaCO ₃ ²⁻ etc.

Baser och tvåltillverkning

- ✓ Bild på esterhydrolys

pH-indikatorer

- ✓ BTB
- ✓ Fenolftalein
- ✓ Lackmus
- ✓ Te

Uppkomsten av oxoniumjoner

- ✓ Syror avger protoner till ämnen som kan uppta protonerna (dessa kallas för baser, men mer om dessa senare).
- ✓ Eftersom protonerna saknar elektroner så krävs det att "protontagarna" har fria elektronpar som kan binda protonerna (genom polära kovalenta bindningar).
- ✓ Vattenmolekylen har 2 fria elektronpar vilket gör att vattenmolekyler kan binda protoner.
- ✓ När en syra avger en proton till vattenmolekylen så bildas en oxoniumjon.
- ✓ Bild på hur oxoniumjonen bildas (elektronparet binder protonen).

SIV

s. 166 i Henrikssons Kemi 1.

Baser är protontagare

Basers egenskaper

- En bas är frätande för det mesta som består av organisk vävnad. Om du får en bas på handen så känns den tvålig, och detta beror på att basen löser upp fett i huden via basisk esterhydrolys, och bildar fettsyror i stil med de som finns i tvål.
- När du arbetar med baser ska du alltid bära skyddsglasögon då baser otroligt snabbt kan förstöra ögonen, även i mindre koncentrationer.

Definitionen av baser

Brønsted–Lowry[[redigera](#) | [redigera wikitext](#)]

[Johannes Brønsted](#) och [Martin Lowry](#) utvidgade Arrhenius definition genom att definiera en bas som en [protonmottagare](#). En stark bas är fullständigt [protonerad](#) i vatten, en svag bas är bara delvis protonerad i vatten. Med denna definition blir hydroxidjonen i sig en bas (liksom oxidjonen), snarare än de ämnen som ger ifrån sig hydroxidjoner i lösning. Hydroxidjoner från magnesiumhydroxid och berylliumhydroxid är lika starka Brønstedbaser som hydroxidjoner från natriumhydroxid. Flera andra ämnen, till exempel [ammoniak](#) och [aminer](#), som inte var baser enligt Arrhenius definition är också baser enligt Brønsted och Lowry. Denna definition är vanligast idag.

Exempel på starka syror

hydrochloric acid: $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

nitric acid: $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$

sulfuric acid: $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

hydrobromic
acid (HBr), perchloric
acid (HClO_4),
hydroiodic acid (HI),

Svaga syror

carbonic acid (H_2CO_3)
(CH_3COOH).

Förklaring varför vissa syror är starkare än andra

✓ Starka syror:

✓ Protonen binder till en elektronegativ atom med stor radie (t.ex. Cl, I, .

✓ Starka syror:

✓ Protonen binder till en elektronegativ atom med relativt liten radie.

Förklaring varför vissa syror är starkare än andra

Two key factors that contribute to the ease of deprotonation are the [polarity](#) of the H—A bond and the size of atom A, which determines the strength of the H—A bond. Acid strengths also depend on the stability of the conjugate base.

In the case of acid base theory, chloride ion is a much weaker base than hydroxide. Why is this so? The hydroxide is much smaller, and what is referred to as 'harder'. The guts of the issue is that in order for a base to deprotonate anything it has to donate two electrons to a bonding region near a proton (and in doing such render the orbital manifest, and the bond existent). In oxygen based anions, those two electrons are more likely to be in a confined region, and hence more likely to donate to the putative HO—HHO—H bond that is forming, while Cl—ClX⁻, being larger has a harder time getting two electrons into the bonding space required to form a Cl—HCl—H bond. So hydroxide is a stronger base. This means that when donating a proton, it is likely to just yank it back again from whatever it just gave it up to, as compared to Cl—ClX⁻. HClHCl gives up the proton and is more likely to not recapture it.

Groovy? Back to acetate. The resonance in acetate creates some diffusion of the negative charge and makes it harder to form said AcO—HAcO—H bond, and as such it is a weaker base than hydroxide. However, the smaller oxygen atoms are still better and forming bonds than Cl—ClX⁻ and as such it is a stronger base than chloride, and therefore its conjugate acid is less acidic.





Förklaring varför vissa syror är starkare än andra

- ✓ Starka syror:

- ✓ Protonen binder till en elektronegativ atom med stor radie (t.ex. Cl, I, .

- ✓ Starka syror:

- ✓ Protonen binder till en elektronegativ atom med relativt liten radie.

Protolys av svaga resp. starka syror

Protolys av en stark syra (väteklorid/saltsyra):



Fullständigt protolyserade: Om vi blandar vätekloridmolekyler med vatten så kommer efter en viss tid alla vätekloridmolekyler ha protolyserats. Man säger därför att väteklorid och andra starka syror är *fullständigt protolyserade* i vattenlösningar.

Varför När en vätekloridmolekyl släpper sin proton så bildas en negativ kloridjon. Den negativa kloridjonen är väldigt "stabil" (klarar sig bra själv och kan binda bra till vattenmolekylerna i vattenlösningen) och kommer därför inte ta tillbaka protonen.

Protolys av en svag syra (ättiksyra):



Om vi blandar ättiksyramolekyler med vatten så kommer efter en viss tid bara en mindre andel ättiksyramolekyler ha protolyserats. Man säger därför att ättiksyra och andra svaga syror är *ofullständigt protolyserade* i vattenlösningar.

När en ättiksyramolekyl släpper sin proton så bildas en negativ acetatjon som är ganska "instabil" (trivs inte så bra själv i vattenlösningen). Acetatjonen tar därför gärna tillbaka protonen igen. Reaktionen kommer därför kunna gå åt båda hållen.