

Glósur úr 14.2

Þessi kafli fjallar alfarið um hvarfhraða.

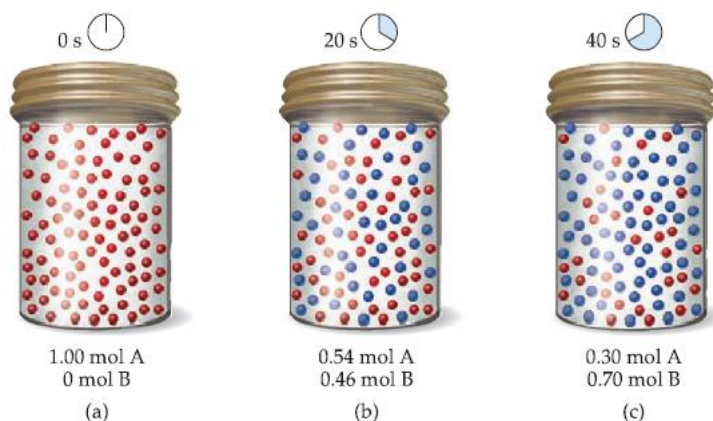
Hvað er hvarfhraði?

Hraði (speed) er skilgreindur sem einhver breyting sem verður á ákveðnu tímabili. Bíll sem er á 100km/klst mun á þeim hraða fara 100km og það mun taka hann eina klst, hvort hann haldi svo þeim hraða alla þá klukkustund er allt annað mál. Að sama skapi er hraði efnhvarfs breyting á mólstyrk miðað við breytingu á tíma. M/s eða mólur deilt með sekúndum.

Skoðum efnahvarf sem væri eitthvað efni A sem er að breytast í annað efnasamband B.



Gefum okkur að við séum með ílát sem rúmar 1,0 L og er í upphafi bara fullt af efni A en hægt og rólega myndast efni B, sjá mynd :



Hver rauð kúla táknar 0,01 mól af efni A og hver blá kúla er 0,01 mól af B. Svo að í upphafi er 1 mól af A í 1,0 L svo að mólstyrkurinn er 1 M.

Eftir 20 sekúndur er mólstyrkur A búinn að minnka samhliða því að B er farið að myndast, ekkert fór í eða úr ílátinu svo að $[A] + [B] = 1 \text{ M}$

Eftir 40 sekúndur er svo orðið meira af B en af A.

Þá getum við sagt að hraði efnahvarfsins sé annaðhvort háð því hversu hratt A eyðist upp eða hversu hratt B myndast. Það er í raun og veru sami hluturinn. Setjum myndun B upp stærðfræðilega :

$$\text{Myndun } B = \frac{\text{breyting í mólstyrk } B}{\text{breyting í tíma}} = \frac{[B]_{\text{við } t_2} - [B]_{\text{við } t_1}}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$

Setjum inn tölurnar úr myndinni :

$$\text{Myndun } B = \frac{0,46 \text{ M} - 0,00 \text{ M}}{20 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 2,3 * 10^{-2} \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

Gætum líka alveg eins skoðað hraðann sem hversu mikið af A eyðist :

$$\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{0,54 \text{ M} - 1,00 \text{ M}}{20 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 2,3 * 10^{-2} \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

Það er hinsvegar hefð fyrir því að hraði sé allaf jákvæð tala og þess vegna er mínus í jöfnunni.

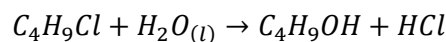
Sýnidæmi 1

Með sömu mynd hér að ofan, hver er meðalhvarfhraði myndunar efnis B frá $t = 20\text{s}$ til $t = 40\text{s}$?

$$\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{0,70 \text{ M} - 0,46 \text{ M}}{40 - 20} = 1,2 * 10^{-2} \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

Undirkafli : Breyting á hraða með tíma.

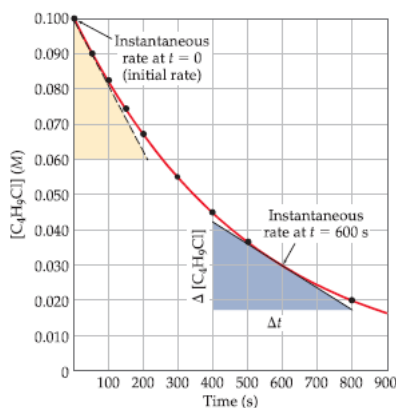
Núna skulum við skoða almennilegt hvarf og sleppa A og B bullinu. Bútýlklóríð hvarfast við vatn til að mynda butýl akohól og saltsýru.



Útbúum 0,1000 M lausn og setjum hvarfið í gang og fáum eftirfarandi mælipunkta og graf :

TABLE 14.1 ■ Rate Data for Reaction of C_4H_9Cl with Water

Time, t (s)	$[C_4H_9Cl](M)$	Average Rate (M/s)
0.0	0.1000	1.9×10^{-4}
50.0	0.0905	1.7×10^{-4}
100.0	0.0820	1.6×10^{-4}
150.0	0.0741	1.4×10^{-4}
200.0	0.0671	1.22×10^{-4}
300.0	0.0549	1.01×10^{-4}
400.0	0.0448	0.80×10^{-4}
500.0	0.0368	0.560×10^{-4}
800.0	0.0200	
10,000	0	



Við sjáum að meðalhraði hvarfsins minnkar með tíma og á grafinu sést það sem minni hallatala því lengra sem líður x-ásinn. Þetta er mjög eðlilegt þar sem minna og minna er af hvarfefnum, mólstyrkurinn á bútýlklóríðinu er að minnka til að mynda alkohólið. Því minna sem er af hvarfefnunum því lengra verður á milli þeirra og því erfiðara fyrir bútýlklóríðið að hitta á vatnssameind til að hvarfast. Alveg eins og núna í samkomubanninu hittum við mun færri fólk svo minna af hlutum gerist !

Undirkafli : Augnablikshraði (Instantaneous Rate)

Gröf eins og við vorum að skoða leyfa okkur ekki aðeins að skoða hraðann sem viðmið af tíma heldur líka hver hraðinn er á ákveðnum augnablikum í ferlinu. Á grafinu hér að ofan sjáum að búið er að teikna tvo snertifleti við $t = 0$ og $t = 600$ s. En það eru þeir punktar sem eru mest áhugaverðir, í $t = 0$ er hvarfið rétt að byrja og í $t = 600$ er hvarfið komið vel í gang og ekki enn búið.

Hallatala þessara snertifleta gefur okkur hraða á þessu augnabliki samkvæmt :

$$-\frac{\Delta [C_4H_9Cl]}{\Delta t} = -\frac{0,017 M - 0,042 M}{800 s - 400 s} = 6,3 \times 10^{-5} \frac{M}{s}$$

En þessar tölur voru lesnar af grafinu.

Augnablikshraðinn er þá hraðinn einmitt á þessu augnabliki alveg eins og hraðamælir í bílunum okkar mælir alltaf nýja og nýja augnablikshraða en síðan má reikna meðalhraða þegar við erum komin á áfangastað. En það er mun minna spennandi stærð og því hérestir þegar við tölum um hraða efnahvarfs þá erum við alltaf að tala um augnablikshraða en ekki meðalhraða alls hvarfsins. Fyrir okkur sem búum í Grafarvogi þá vitum við það að hraðinn í Ártúnsbrekku og við Klambratún er eini hraðinn sem mun hafa einhver áhrif á það hvort við mætum seint eða ekki, ekki meðalhraðinn.

Hraði í $t=0$ er kallaður upphafshraði.

Sýnidæmi 2

Með því að nota gögnin úr sýnitrauninni hér að ofan. Hver er upphafshraði hvarfsins?

Það er búið að teikna fyrir okkur snertiflötinn svo eina sem við þurfum að gera er að lesa af ásunum og setja það inn í jöfnuna :

$$-\frac{\Delta[C_4H_9Cl]}{\Delta t} = -\frac{0,060\text{ M} - 0,100\text{ M}}{210\text{ s} - 0\text{ s}} = 1,9 * 10^{-4} \frac{\text{M}}{\text{s}}$$

Sem er töluvert hraðara en við fengum áðan í $t = 600$. Og það meikar fullkominn sense, í byrjun er rosalega mikið af hvarfefnunum svo það er auðvelt fyrir þau að rekast hvort á annað og mynda myndefnin. Þegar þeim fer svo fækkandi þá hægist á hvarfinu.

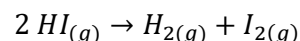
Þriðji og síðasti undirkaflinn : Hvarfhraði og stuðlar í efnajöfnum.

Í báðunum dæmunum sem við erum búin að skoða var hlutfallið 1:1 . Eitt B myndaðist úr hverju A og eitt C_4H_9OH myndaðist úr einu C_4H_9Cl . Þá gildir :

$$-\frac{\Delta[C_4H_9Cl]}{\Delta t} = \frac{\Delta[C_4H_9OH]}{\Delta t}$$

Skoðum núna hver breytingin er þegar hlutfallið er ekki 1:1

Skoðum hvarfið :



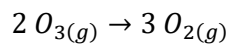
Þá myndast eitt mól af vetnigasi og eitt mól af joðgasi fyrir hver tvö mól af vetnisjoði sem hvarfast. Þá er meikar sense að vetnisjoðið sé að eyðast tvöfalt hraðar en vetnigasi og joðgasið er að myndast.

$$-\frac{1}{2} * \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[I_2]}{\Delta t}$$

Þar sem 2 er af því að stuðullinn er 2 og væri því 3 ef að stuðullinn í efnajöfnunni væri 3 og etc.

Sýnidæmi 3

- a) Hver er hraði eyðingar ósons samanborið við hraða myndunar súrefnis í hvarfinu :



Lausn :

Setjum upp jöfnu alveg eins og við vorum að skoða fyrir ofan nema að núna erum við með tvo ólíka stuðla :

$$-\frac{1}{2} \frac{\Delta[O_3]}{\Delta t} = \frac{1}{3} \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} =$$

- b) Ef hraði myndunar súrefnis er $6,0 \times 10^{-5} \text{ M/s}$ á ákveðnu augnabliki, hversu hratt er óson að eyðast á sama tíma ?

Setjum inn í jöfnuna okkar :

$$\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = 6,0 * 10^{-5} \frac{M}{s}$$

Þá er :

$$-\frac{1}{2} \frac{\Delta[O_3]}{\Delta t} = \frac{1}{3} 6 * 10^{-5} \frac{M}{s} \Rightarrow \frac{\Delta[O_3]}{\Delta t} = \frac{2}{3} * 6,0 * 10^{-5} = 4,0 * 10^{-5} \frac{M}{s}$$

Næsti glósupakkar í næstu viku verða úr 14.3 og 14.5 og eru frekar þyngri en þessi og byggja mjög á 14.2. Svo endilega verið í bandi ef eitthvað er óljóst !