

Glærur úr kafla 5

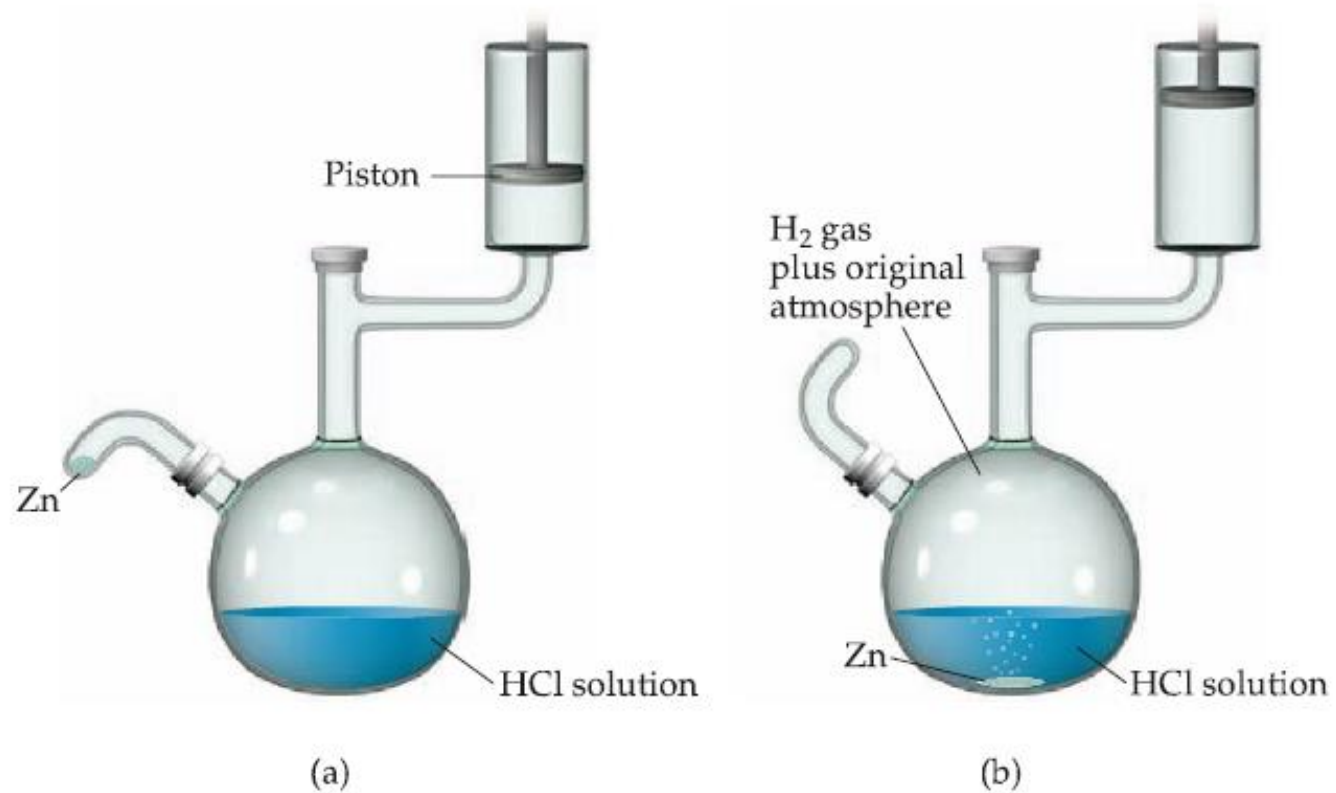
15.3 og 15.4

5.3 - Vermir

- ▶ Vermir er íslenska heitið yfir Enthalpy
 - ▶ Táknað með H
 - ▶ Munum nota þetta mjög mikið út kafla 5 og í 6.bekk
- ▶ Flest öll efnahvörf og ferlar í náttúrunni skila frá sér varma eða taka til sín varma. Að sama skapi geta þau unnið vinnu eða tekið á sig vinnu.
 - ▶ Sem eru einu ferlarnir sem millifæra orku, svo við getum sagt að náttúrulegir ferlar annaðhvort skila frá sér orku eða taka orku til sín.
- ▶ Við þekkjum mörg dæmi um hitabreytingar í náttúrulegum ferlum
 - ▶ T.d bruna eða orkuna sem myndast í ljóstillífun
 - ▶ Hvað með vinnuna ?

Vinna í efnahvörfum

- ▶ Vinnan sem efnahvörf framkvæma er ekki svo augljós.
- ▶ En það er mjög algengt að efnahvörf innihalda gasmyndun
 - ▶ Sem sagt eitt af myndefnunum er gastegund.
 - ▶ Einnig eru mörg hvörf sem nýta gas sem hvarfefni, skulum ekki gleyma þeim.
- ▶ En þegar gas myndast þá þarf það að ýta til hliðar andrúmsloftinu sem er nú þegar til staðar !
 - ▶ Þegar við færum gasið sem er til staðar þá erum við að framkvæma vinnu ($w = F \times d$)
 - ▶ Getum séð þetta t.d. Sem hitamynstur frá kertum eða þegar við erum að grilla.
 - ▶ Allar gastegundir reyna að fylla upp í rúmmál og gastegundirnar blandast mjög auðveldlega með tíma.



Skilgreinum PV - vinnu

- ▶ Þessi vinna sem efnahvörf vinna er kölluð PV- vinna
 - ▶ Vinnan sem fer í að ýta öðru gasi til hliðar hefur áhrif á bæði þrýstinginn P og Rúmmálið V
- ▶ T.d. Í dæminu okkar á glærunni á undan þá myndaðist vetnissgas sem ýtir strokknum áfram og hækkar rúmmálið með því að auka þrýstinginn
 - ▶ Strokkurinn gefur undan þrýstingi með því að hækka rúmmálið
 - ▶ Lögmál Boyle's : $P \times V = \text{fasti}$
- ▶ Við skrifum þessa vinnu sem : $w = -P\Delta V$ þar sem $\Delta V = V_f - V_i$
 - ▶ Mínusinn er til staðar því að ef við aukum rúmmálið þá er ΔV jákvæð stærð. En við erum að vinna vinnu með því að auka rúmmálið og þá verður vinnan að vera í mínus.
 - ▶ Af því að við erum að missa orku með því að vinna vinnu.

Færum okkur þá loksins yfir í meiri efnafræði

- ▶ Við erum búin að komast að ýmsu nýju í þessum kafla
 - ▶ Öll kerfi hafa innri orkuna E
 - ▶ E er ekki mjög gagnlegt stærð og við viljum skoða hvernig innri orka breytist ΔE
 - ▶ Innri orkan breytist með því að fá eða missa varma og með því að framkvæma eða fá á sig vinnu
 - ▶ Vinnan sem efnahvörf vinna má skilgreina nánar yfir í PV-vinnu því að hefðbundin eðlisfræði á stundum illa við. (t.d. Útreikningar á hreyfiorku)
- ▶ Því ætlum við að skilgreina nýja breytu !
- ▶ Vermið H
 - ▶ Vermí er hitaflæðið í efnaferlum sem gerast við fastan þrýsting (oftast loftþrýsting)

Vermið H

- ▶ Vermíð H er því auðvitað háð innri orkunni E og því hversu mikla vinnu efnaferillinn sem við erum að skoða fær á sig eða vinnur á umhverfið sitt.

$$H = E + PV$$

- ▶ Alveg eins og með E þá er lítið gagn í því að skoða H og við viljum mikið frekar skoða ΔH

$$\Delta H = \Delta E + P\Delta V$$

- ▶ En við höfum P fyrir utan Δ því að við skilgreindum H sem hitaflæði við fastan þrýsting og því er engin breyting á P .

Höldum áfram að skilgreina vermi

- ▶ Vermisbreytingin er því innri orkubreyting efnaferlis auk PV-vinnunnar sem verið er að vinna. Við getum brotið það enn frekar niður og við vitum að innri orkubreytingin er háð varma og vinnu.

$$\Delta H = (q + w) + P\Delta V$$

- ▶ Ef við hugsum síðan nokkrar glærur til baka þá munum við að $P\Delta V$ er vinna og að $w = -P\Delta V$ og því getum við sett það inn í vermisjöfnuna sem :

$$\Delta H = q + w - w \Rightarrow \Delta H = q_p$$

- ▶ Sem þýðir að vermisbreytingin er jöfn varmanum sem annaðhvort fæst eða tapast í efnahvarfinu! (þ-ið í q_p er bara til að muna að þetta gildir bara við fastan þrýsting)

Útleiðslan á vermisbreytingunni

$$H = E + PV$$

$$\Delta H = \Delta E + P\Delta V$$

$$\Delta H = (q + w) + P\Delta V$$

$$\Delta H = q + w - w$$

$$\Delta H = q_p$$

Skoðum ΔH nánar

- ▶ Eftir að hafa skoðað útleiðsluna á ΔH þá skiljum við betur skilgreininguna:
- ▶ Vermisbreytingin ΔH er hitaflæðið annað hvort frá eða til kerfis sem vinnur eða fær á sig PV vinnu við fastan þrýsting.
 - ▶ Í rauninni er PV vinna oft mjög lítil svo að nálgunin $\Delta E = \Delta H$ á rétt á sér í mörgum tilfellum og þá er vermisbreytingin sú sama og heildarorkubreytingin.
- ▶ **Helsti kosturinn við breytuna ΔH er að það er auðvelt að mæla hitaflæði sem hitastigsbreytingu!**
 - ▶ Sem þýðir að einfaldur hitamælir getur sagt okkur heilmikið!
- ▶ Þá gildir líka að
 - ▶ $\Delta H < 0$ þýðir að efnaferlið sem við erum að skoða er útvermið
 - ▶ $\Delta H > 0$ þýðir að efnaferlið se innvermið

Sýnidæmi 5.3

- ▶ Segðu til um hvort ΔH í eftirfarandi efnaferlar sé jákvæð eða neikvæð stærð, og þá einnig í leiðinni segðu til um hvort að efnaferlarnir séu innvermnir eða útvermnir.
- ▶ A) ísmoli bráðnar
- ▶ B) 1g af bútani (C_4H_{10}) er brennt í súrefni til að gefa frá sér CO_2 og H_2O

Sýnidæmi 5.3 - lausn

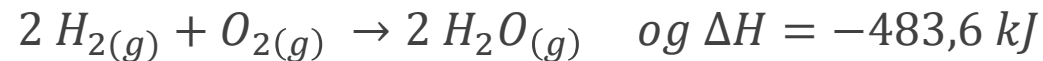
- ▶ A) ísmoli bráðnar
 - ▶ Ísmolinn er það sem við höfum áhuga á svo að við skilgreinum ísmolann sem kerfið okkar. Allt annað er þá umhverfið. Ísmolinn bráðnar við það að umhverfið sé heitara en hann er og varmi flæðir því til ísmolans. Hann er þá að fá varma q sem væri jákvæð stærð og því er $\Delta H > 0$ og ferlið innvermið
- ▶ B) 1g af bútani (C_4H_{10}) er brennt í súrefni til að gefa frá sér CO_2 og H_2O
 - ▶ Brunahvörf gefa alltaf frá sér varma enda erum við að taka stóra sameind og brjóta hana niður í orkumeiri minni sameindir. Ferli sem gefa frá sér varma eru því útvermin og $\Delta H < 0$

5.4 - Vermisbreyting efnahvarfa

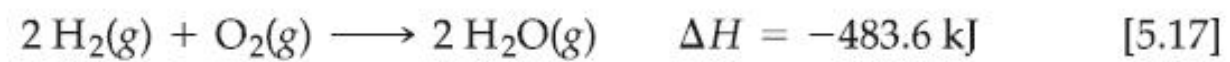
- ▶ Þegar við erum að skoða vermisbreytingu efnahvarfa getum við sagt að :

$$\Delta H = H_{final} - H_{initial} \Rightarrow \Delta H = H_{myndefni} - H_{hvarfefni}$$

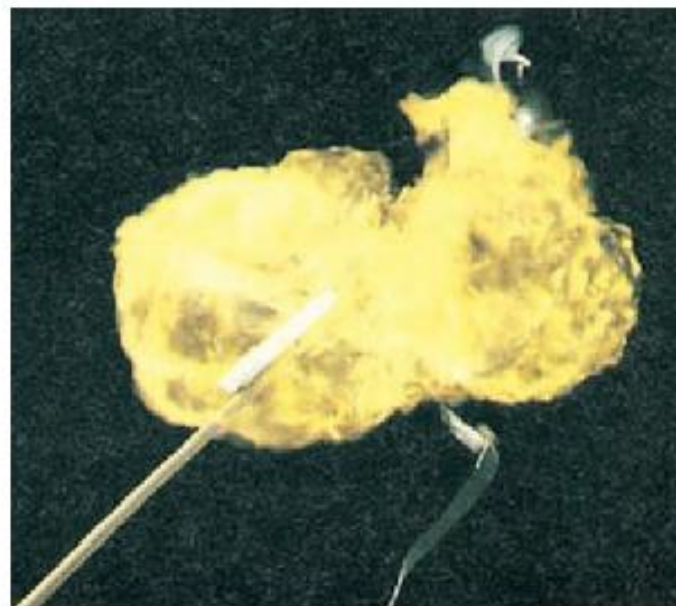
- ▶ Hvert efnahvarf hefur einkennandi gildi ΔH við 25 °C sem hægt er að fletta upp og vinna með.
- ▶ Við skrifum vermisbreytingu efnahvarfa sem Δh_{hvarf}



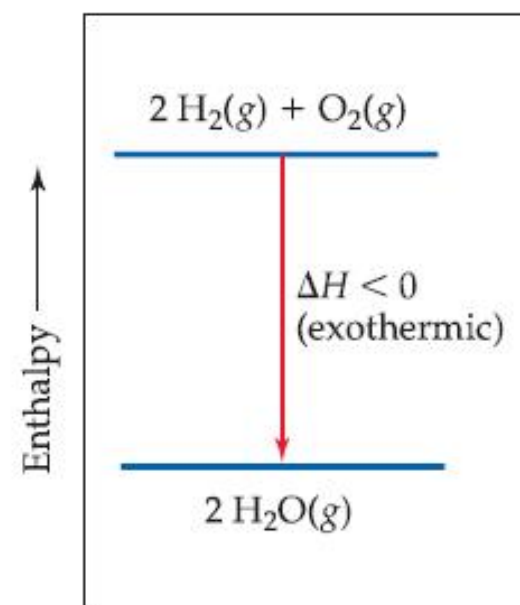
Hvarfið eru útvermið!



(a)



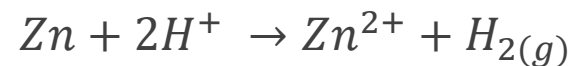
(b)



(c)

Myndband af hvarfinu

- ▶ Hérna er myndband af sprengjugenginu prófa einmitt þetta hvarf með því að éta upp zink húðun á galvanízeruðum nöglum með sterkri sýru :

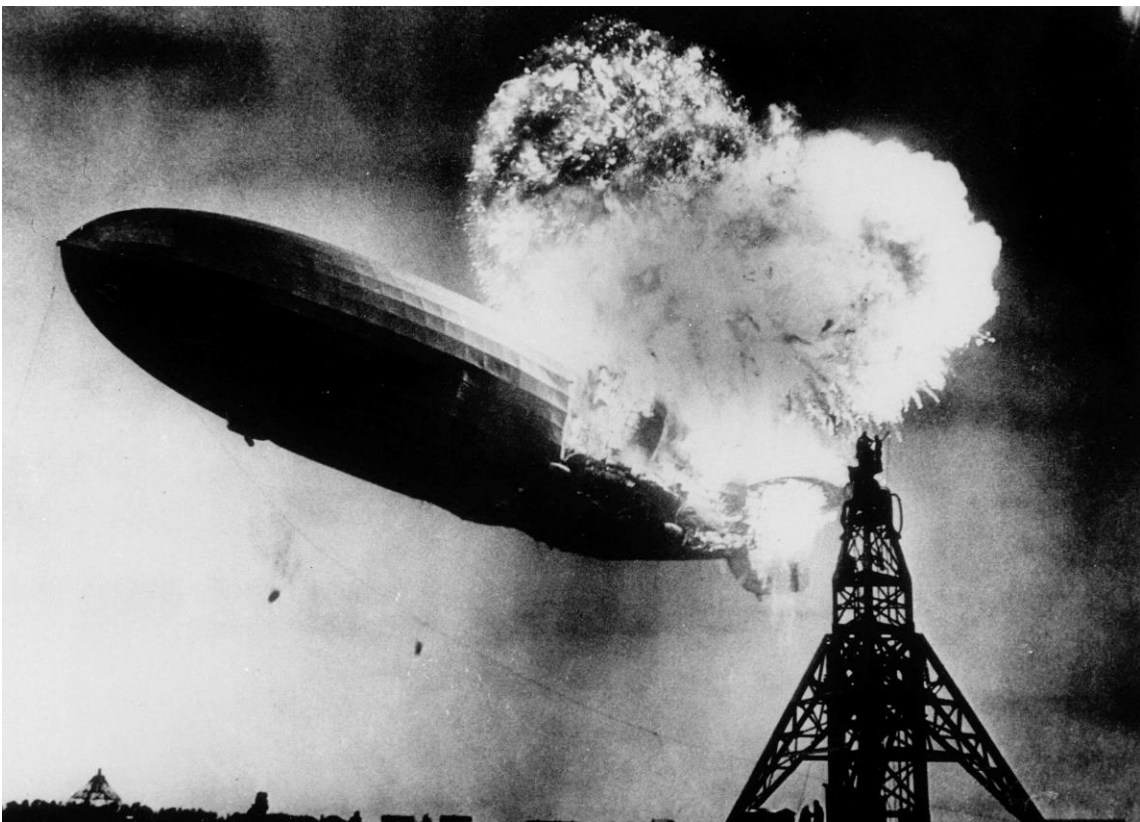


- ▶ Og brenna síðan vetniskgasið í súrefni

<https://www.youtube.com/watch?v=Jfi2vtlynPM>

- ▶ Glöggir taka eftir einhverjum sem þeir eiga að þekkja!

Hindenburg slysið 1937



- ▶ Sama hvarf átti sér stað í hinu fræga Hindenburg slysi.
- ▶ Fyllt af H_2 í stað He því það er léttara
- ▶ Innihélt 140.000 m^3 af vetnisi.
- ▶ Slysið drap alla framför í loftskipum
 - ▶ Vinsælt í parallel universe sci-fi.

Til gamans

- ▶ Nördumst aðeins...
 - ▶ Ef Hindenburg loftfarið innihélt 140.000 m^3 af H_2 má umbreyta því í $1,4 \cdot 10^8 \text{ L}$
- ▶ Gefum okkur bara einföld gildi á loftþrýstingi þennan dag og hitastig.
 - ▶ $P = 1 \text{ atm}$ og $T = 300 \text{ K}$, eða $26,85^\circ \text{C}$
- ▶ Þaðan reiknum við mólin samkvæmt $PV = nRT$
 - ▶ Sem verða 5686896 mól af H_2
- ▶ Samhvæmt jöfnunni þá er hvarfið útvermið og 2 mól af H_2 losa $483,6 \text{ kJ}$ af hita
 - ▶ Þá losa 5686896 mól af H_2 ekki nema $1,37 \cdot 10^9 \text{ kJ}$
- ▶ Upp á flippið
 - ▶ Ef ein caloría er $4,184 \text{ J}$
 - ▶ Þá losnuðu um $3,28 \cdot 10^8 \text{ kcal}$ af hitaorku
 - ▶ Sem er nóg orka til að keyra 164327 manns , m.v. 2000 kcal á dag.

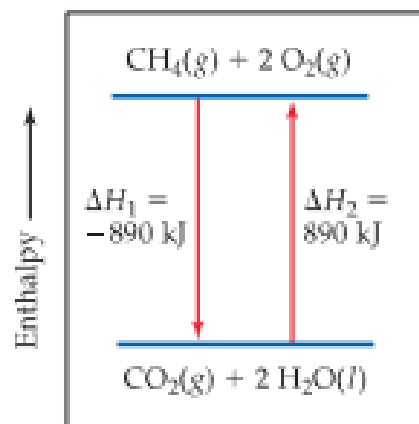
Aftur að námsefninu...

- ▶ Venjum okkur á að hugsa um vermi og hvernig á að reikna það
- ▶ Snögg upprifjun
 - ▶ Innri orka E er heildarorka kerfis, bæði vinna og hiti, w og q
 - ▶ Vermi er hitaflæði til og frá einhverju kerfi. Byggir á innri orkunni sem er til staðar og $P\Delta V$ vinnunni sem er unnin af kerfinu eða á það.
 - ▶ Vermisbreytingin, ΔH er jafnt hitaflæðinu q við fastan þrýsting.

Skoðum nokkrar reglur varðandi vermisbreytingar!

- ▶ Regla #1
 - ▶ Vermisbreyting er magnbundin!
 - ▶ Ef 1 mól lífræns efnis brennur og gefur frá sér 500 kJ ($\Delta H = -500 \text{ kJ}$)
 - ▶ Þá gefa 2 mól frá sér 1000 kJ eða tvöfalt meira.

Regla #2



▲ **Figure 5.15 ΔH for a reverse reaction.** Reversing a reaction changes the sign but not the magnitude of the enthalpy change: $\Delta H_2 = -\Delta H_1$.

- ▶ Vermis er eins hvort sem það er að koma eða fara
- ▶ Fyrir efnahvörf sem ganga í báðar áttir
 - ▶ Þas leita bæði til hægri og vinstri
- ▶ Gildir að hvarfið losar jafn mikinn varma út frá sér og það myndi fá ef það gengi í hina áttina.
- ▶ Stærð vermisins breytist ekki!
 - ▶ Aðeins formerkið

Regla #3



► Vermisbreytingin er háð fasa sameinda

- T.d. Er munur á $\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$ og $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
 - $\text{CH}_{4(\text{g})} + 2\text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$, $\Delta H = -890 \text{ kJ}$
 - $\text{CH}_{4(\text{g})} + 2\text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$, $\Delta H = -802 \text{ kJ}$
 - Munurinn liggur í :
 - $2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$, $\Delta H = 88 \text{ kJ}$
- Það þarf aukaorku til að breyta um fasa
- Mjög mikilvægt að fylgjast með formerkjum og í hvaða fösum mynd og hvarfefnin okkar eru!

Sýnidæmi 5.4

- ▶ Hversu mikinn hita gefur bruni 4.5 g metans frá sér ef það er brennt í kerfi við fastan þrýsting?
- ▶ Gefið er hvarfið : $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$, $\Delta H = -890 \text{ kJ}$
- ▶ Svar :
 - ▶ Vitum útfrá vermisbreytingunni að þegar 1 mól af metani er brennt losna 890 kJ af orku úr kerfinu.
 - ▶ Þurfum því að vita hversu mörg mól við erum með !
 - ▶ $n = m / M \rightarrow n = 4.5 \text{ g} / (12,01 + 4 * 1,008) = 0,280451 \text{ mól}$
 - ▶ Finnum síðan orkuna miðað við 1 mól.
 - ▶ $0,0280451 \text{ mól} * -890 \text{ kJ} / \text{mól} = \underline{\underline{-250 \text{ kJ}}}$