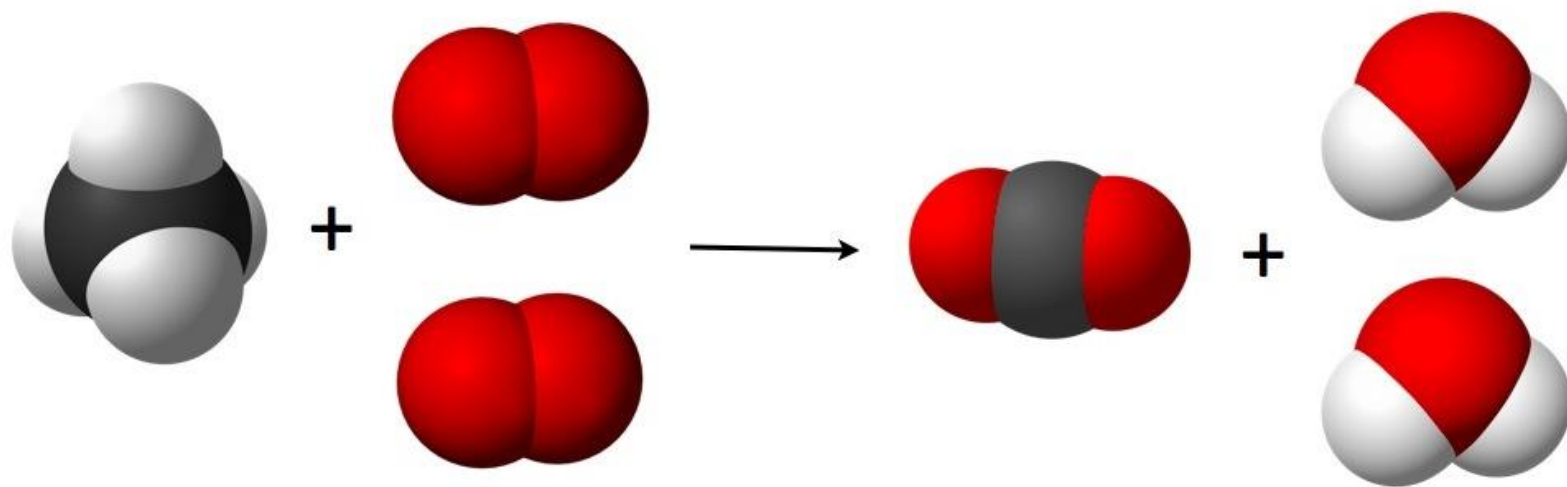
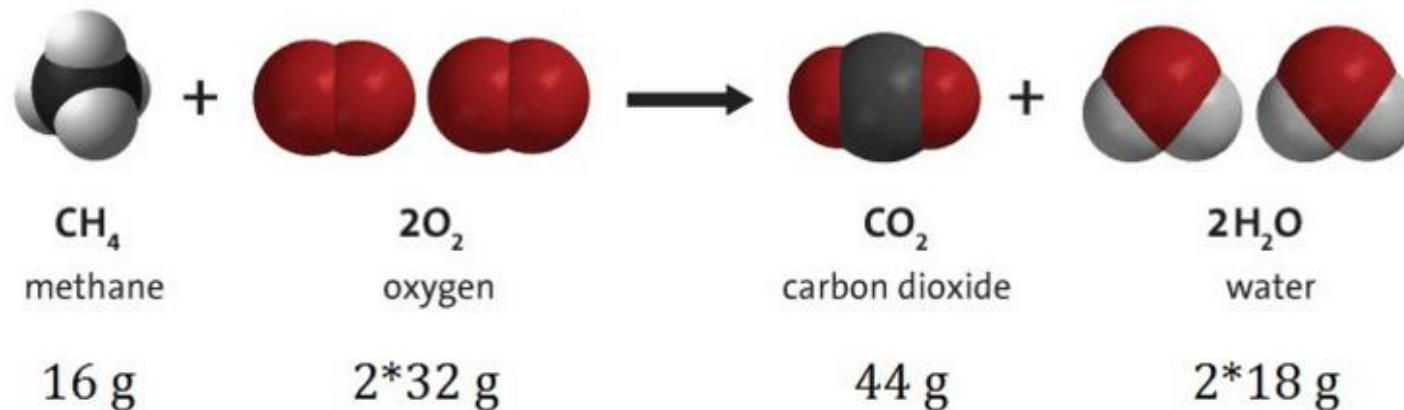


### Kafli 3

Hlutfallareikningur: Að reikna út frá formúlum  
og efnajöfnum

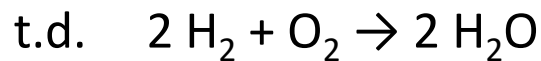
## 3.1 Efnajöfnur

- Í þessum kafla lærum við hvernig nota má efnajöfnur þegar reikna á magn efna sem hvarfast eða myndast í efnahvörfum.
  - Byggir á lögmálinu um varðveislu massans: Heildarmassi allra efna sem eru til staðar fyrir efnahvarf er sá sami og heildarmassi efnanna eftir efnahvarf (Lavoisier, 1789)
  - Atómkenningin: Atóm hvorki myndast né eyðast við efnahvarf heldur endurraðast þau og mynda þannig ný efni.

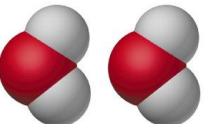
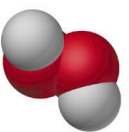


# 3.1 Efnajöfnur

- Efnajafna sýnir í hvaða hlutföllum efni hvarfast saman (hvarfefni: vinstra megin við örina) og í hvaða hlutföllum ný efni myndast (myndefni: hægra megin við örina).

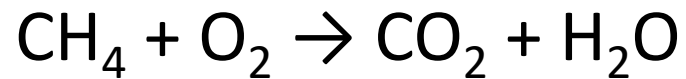


- Að stilla efnajöfnu: Fjöldi atóma er hafður sá sami beggja megin við örina. Hlutfallsstuðlar (oftast lægstu mögulegu heiltölur) eru settar fyrir framan efnatáknin til að ákvarða fjölda sameinda/atóma.
  - ATH! Aldrei á að breyta fótskriftinni í sameindunum!

| Chemical symbol        | Meaning                            |                                                                                      | Composition                  |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| $\text{H}_2\text{O}$   | One molecule of water:             |   | Two H atoms and one O atom   |
| $2\text{H}_2\text{O}$  | Two molecules of water:            |   | Four H atoms and two O atoms |
| $\text{H}_2\text{O}_2$ | One molecule of hydrogen peroxide: |  | Two H atoms and two O atoms  |

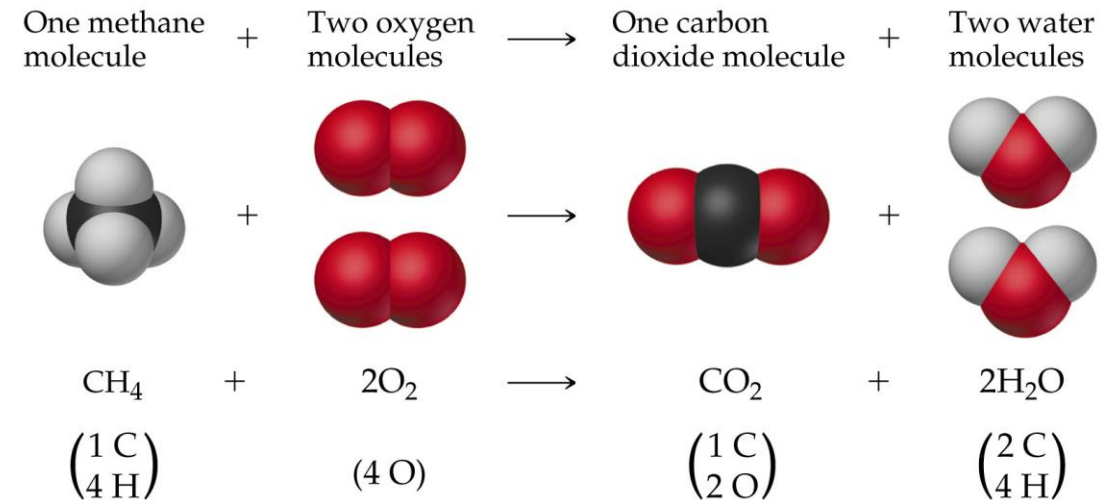
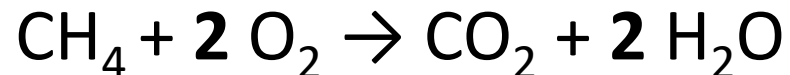
## 3.1 Efnajöfnur

- Skoðum efnajöfnuna sem lýsir bruna metangass í súrefni:



- Þessi efnajafna er ekki stillt, það er ekki sami fjöldi atóma af hverri gerð vinstra megin og hægra megin við örina.

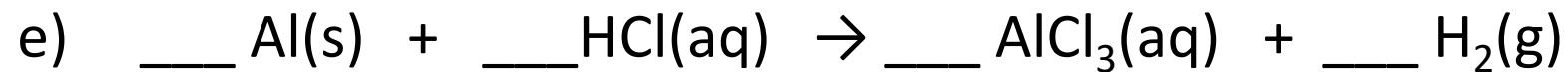
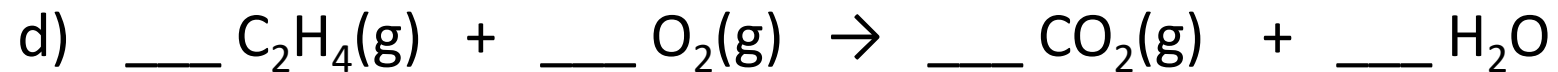
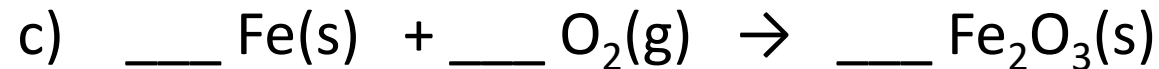
- Stillt efnajafna fyrir bruna metangass í súrefni:



Ástandsform efna er mjög oft sýnt í efnajöfnum:  
g : gas , l : vökvi , s : fast efni , aq : uppleyst í vatni

## 3.1 Efnajöfnur

Dæmi: Stilltu eftirfarandi efnajöfnur með lægstu heiltölustuðlum:



## 3.1 Efnajöfnur

Dæmi: Skrifaðu stilltar efnajöfnur fyrir eftirfarandi lýsingar:

- a) Vetrissúlfíðsýra (brennisteinsvetni) í gasformi hvarfast við járn(III)hydroxíð í föstu formi og myndar fasta efnið járn(III)súlfíð og vatnsgufu.
  
- b) Kalsínfosfíð í föstu formi hvarfast við vatn og við það myndast kalsínoxíð í föstu formi og vatnslausn af fosfíni ( $\text{PH}_3$ ).

## 3.2 Nokkur einföld dæmi um hvarfgirni

- Skoðum þrjár algengar tegundir efnahvarfa:

1. Samrunaefnahvörf
2. Sundrunarefnahvörf
3. Brunaefnahvörf

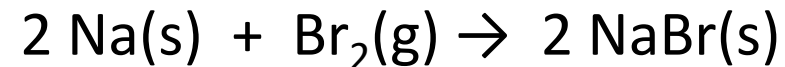
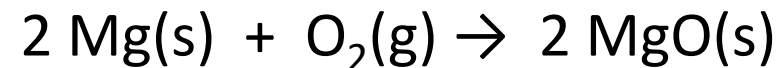
## 3.2 Nokkur einföld dæmi um hvarfgirni

### 1. Samrunaefnahvörf

- Þegar tvö eða fleiri efni hvarfast saman og eitt myndefni fæst.



- Til dæmis myndun jónaefnis í föstu formi úr málm og málmleysingja, s.s.



## 3.2 Nokkur dæmi um hvarfgirni

### 2. Sundrunarefnahvörf

- Þegar tvö eða fleiri efni myndast úr einu hvarfefni.



- Til dæmis sundrast mörg efni við hitun eða aukinn þrýsting, s.s.



## 3.2 Nokkur dæmi um hvarfgirni

### 3. Brunaefnahvörf

- Bruni er efnahvarf við súrefni (sem oftast kemur úr andrúmsloftinu).
- Þegar lífræn efni brenna hvarfast þau við súrefni og mynda koldíoxíð og vatn.



Dæmi: Bruni própangass:



## 3.2 Nokkur dæmi um hvarfgirni

Dæmi: Flokkaðu eftirfarandi efnahvörf sem samruna-, sundrunar- eða brunaefnahvörf.

| Efnahvarf                                                                                                                           | Samruna-hvarf | Sundrunar-hvarf | Bruna-hvarf |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-------------|
| $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightarrow \text{CuO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$                                  |               |                 |             |
| $2 \text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$    |               |                 |             |
| $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$                                                 |               |                 |             |
| $\text{PbCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{PbO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$                                                  |               |                 |             |
| $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$                                  |               |                 |             |
| $\text{C}_9\text{H}_{20}(\text{l}) + 14 \text{O}_2(\text{l}) \rightarrow 9 \text{CO}_2(\text{g}) + 10 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ |               |                 |             |

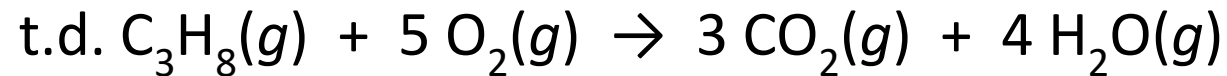
## 3.2 Nokkur dæmi um hvarfgirni

Dæmi: Skrifaðu stillta efnajöfnu fyrir eftirfarandi efnahvörf:

- a) Samrunahvarf á milli litínmalms og flúorgass ( $F_2$ ).
- b) Þegar barínkarbónat er hitað sundrast það í barínoxíð(s) og koldíoxíðgas.
- c) Álmálmur hvarfast með samrunahvarfi við súrefni andrúmsloftsins.
- d) Bruni etanóls ( $C_2H_5OH(l)$ ) í súrefni andrúmsloftsins.

## 3.3 Formúlumassi

- Efnaformúlur og efnajöfnur segja til um magn.
  - Fjölda atóma í sameind.
  - Magn efna sem hvarfast og myndast í efnahvarfi.



- Ekki er hægt að telja fjölda atóma eða sameinda sem taka þátt í efnahvarfi en hægt er að mæla massa þeirra.
  - Út frá massa atóma og sameinda má svo finna fjölda atóma eða sameinda (kafla 3.4).

## 3.3 Formúlumassi

- **Formúlumassi** efnis er summa atómmassa hvers atóms í efnaformúlu.

- t.d. formúlumassi vatns,  $\text{H}_2\text{O}$  :

$$2 * 1,01 \text{ amu} + 16,00 \text{ amu} = 18,02 \text{ amu}$$

- t.d. formúlumassi glúkósa,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  :

$$6 * 12,01 \text{ amu} + 12 * 1,01 \text{ amu} + 6 * 16,00 \text{ amu} = 180,18 \text{ amu}$$

- Góð venja er að nota tvo aukastafi fyrir atómmassa hvers frumefnis.
- Formúlumassi sameinda er einnig nefndur **sameindarmassi**.

## 3.3 Formúlumassi

Dæmi. Finndu formúlumassa:

a) Álhýdroxíðs,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  :

b) Súkrósa,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  :

c) Ammoníumsýaníðs,  $\text{NH}_4\text{CN}$  :

## 3.3 Formúlumassi

- Stundum þarf að finna massaprósentu hvers frumefnis í ákveðnu efni
  - t.d. þegar verið er að ákvarða hreinleika efna eða við efnagreiningar.
- Ef efnaformúla efnisins er þekkt er massaprósenta frumefnis reiknuð:

$$\% \text{ frumefnis} = \frac{(\text{fjöldi atóma frumefnis}) * (\text{atómmassi frumefnis})}{\text{formúlumassi efnasambandsins}} * 100$$

## 3.3 Formúlumassi

- Dæmi: Reiknaðu massaprósentu kolefnis í súkrósa,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ :
- Dæmi: Reiknaðu massaprósentu niturs í ammoníumsýaníð,  $NH_4CN$ :
- Dæmi: Reiknaðu massaprósentu allra frumefna í metanóli,  $CH_3OH$ :

## 3.4 Mól

- Mólfjöldi er fjöldahugtak sem er aðallega notað um smáar eindir á stærð við atóm, sameindir og jónir.
- Mólfjöldi er táknað með  $n$  og eining þess er mól.
- Einingin mól er skilgreind út frá kolefnissamsætunni  $^{12}\text{C}$ . Þannig er eitt mól sá fjöldi einda sem samsvarar fjölda atóma í 12 grömmum af kolefnissamsætunni  $^{12}\text{C}$ .
  - Það er,  $1 \text{ mól} = 6,0221421 \times 10^{23}$
  - Þessi tala,  $6,0221421 \times 10^{23}$ , kallast Avogadros talan og er táknuð með  $N_A$ .

## THE MOLE: $6.022 \times 10^{23}$



### What is a Mole?

One mole is the amount of a substance that contains  $6.022 \times 10^{23}$  atoms or molecules. It is specifically defined as the number of atoms contained in 12 grams of carbon-12. This is also known as 'Avogadro's Number' ( $N_A$ ); it is named after the Italian scientist Amedeo Avogadro (left), a suggestion put forward by French scientist Jean Perrin to recognise Avogadro's work.



One mole is essentially

**602,214,179,000,000,000,000,000**

of something - in chemistry, atoms or molecules



Water



Iron



Oxygen



Table Salt



Gold



Helium

### ONE MOLE IS A DIFFERENT MASS FOR DIFFERENT ELEMENTS & COMPOUNDS

This may seem confusing; however, it's similar to comparing a dozen elephants to a dozen mice. Although their masses may be very different, you still have a dozen of each!



*A mole is often referred to as 'a chemist's dozen'*

IT'S JUST AN EASIER WAY TO COUNT LARGE NUMBERS OF ATOMS & MOLECULES

$$\text{NO. OF MOLES} = \text{MASS (g)} \div \text{MASS OF 1 MOLE (g)}$$



© COMPOUND INTEREST 2015 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | @COMPOUNDCHEM  
Shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.



## 3.4 Mól

Dæmi:

1. Hve margar  $\text{CO}_2$  sameindir eru í 2,0 mólum af  $\text{CO}_2$ ?
2. Hve margar  $\text{N}_2\text{O}$  sameindir eru í 0,275 mólum af  $\text{N}_2\text{O}$ ?
3. Hve mörg mól af  $\text{CH}_4$  eru í  $2,35 \cdot 10^{22}$  sameindum af  $\text{CH}_4$ ?
4. Hve mörg mól af H atómum eru í 0,350 mólum af  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ?

## 3.4 Mól

Dæmi frh.

5. Hve mörg O atóm eru í 0,25 mólum af  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ?

6. Sýni af  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  inniheldur  $2,75 \cdot 10^{23}$  O atóm. Hve mörg mól af  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  eru í sýninu?

7. Raðaðu þessum sýnum eftir vaxandi fjölda kolefnisatóma: 12 g af  $^{12}\text{C}$ , 1 mól af  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $9 \cdot 10^{23}$  sameindir af  $\text{CO}_2$

## 3.4 Mól

- Mælingar sýna að eitt mól atóma frumefnis vegur jafn mikið í grömmum og atómmassi frumefnisins er í amu.
- Það er, 1 mól er jafn mörg grömm og tölugildi atóm- eða sameindamassa efnisins segir til um.
  - T.d. Eitt Cl atóm vegur 35,45 amu ; eitt mól af Cl atómum vegur 35,45 g
  - T.d. Ein H<sub>2</sub>O sameind vegur 18,02 amu ; eitt mól af H<sub>2</sub>O sameindum vegur 18,02 g.

## 3.4 Mól

- Mólmassi er massi á einu móli af efni mælt í grömmum.
  - Einingin er g/mól.
  - T.d. Mólmassi Cl : 35,45 g/mól
  - T.d. Mólmassi H<sub>2</sub>O : 18,02 g/mól

Dæmi: Hver er mólmassi borðsykurs, C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> ?

Dæmi: Hver er mólmassi matarsalts, NaCl ?

## 3.4 Mól

- Þegar breyta á einni stærð í aðra er gott að hafa í huga:



## 3.4 Mól

Dæmi:

1. Hversu mörg mól af glúkósa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) eru í 5,830 g af glúkósa?
2. Hversu mörg mól af vatni eru í 255 g af vatni?
3. Hver er massi 0,433 móla af  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ?
4. Hver er massi 2,52 móla af  $\text{B}(\text{OH})_3$ ?

## 3.4 Mól

Dæmi frh.

5. Hvað eru mörg koparatóm í 3,0 g af kopar?

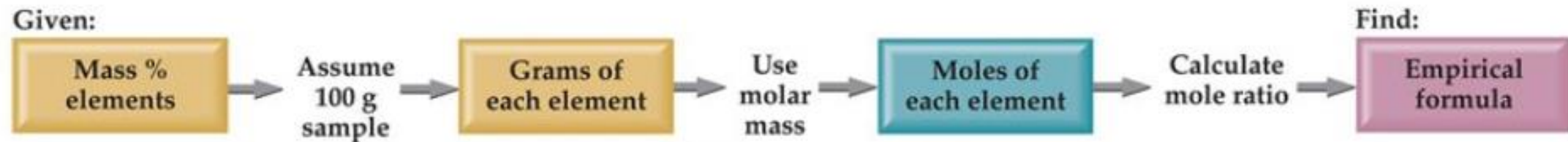
6. Hversu mörg H atóm eru í 5,23 g af  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ?

## 3.5 Reynsluformúla fundin með tilraun

- Efnaformúla segir til um fjölda atóma.
  - T.d. Ein  $C_6H_{14}$  sameind inniheldur 6 C-atóm og 14 H-atóm.
  - T.d. Eitt mól af  $C_6H_{14}$  sameindum inniheldur 6 mól af C-atómum og 14 mól af H-atómum.
- Reynsluformúla efnis segir til um lægsta heiltöluhlutfall atómanna í efnasambandinu.
  - T.d. Reynsluformúla  $C_6H_{14}$  er  $C_3H_7$ .

## 3.5 Reynsluformúla fundin með tilraun

- Hægt er að nota mólhugtakið til að reikna reynsluformúlu efnasambanda.
  - Hlutfall mólfjölda allra frumefna í efnasambandi gefur fjölda atóma í reynsluformúlunni.



## 3.5 Reynsluformúla fundin með tilraun

- Dæmi: Kvikasilfur myndar efnasamband með klór. Massaprósenta frumefnanna í efnasambandinu er: 73,9% Hg og 26,1% Cl. Hver er reynsluformúla efnasambandsins?

1. Gerum ráð fyrir 100 g sýni. Í efnasambandinu eru þá 73,9 g Hg og 26,1 g Cl.

2. Reiknum mólfjölda af hvoru frumefninu í efnasambandinu:

$$\text{Mól Hg} = \frac{73,9 \text{ g}}{200,6 \text{ g/mól}} = 0,368 \text{ mól}$$

$$\text{Mól Cl} = \frac{26,1 \text{ g}}{35,45 \text{ g/mól}} = 0,735 \text{ mól}$$

3. Finnum mólhlutfall frumefnanna (notum lægstu útkomuna úr skrefi númer tvö sem nefnara):

$$\text{Hg} = \frac{0,368 \text{ mól}}{0,368 \text{ mól}} = 1$$

$$\text{Cl} = \frac{0,735 \text{ mól}}{0,368 \text{ mól}} \approx 2$$

4. Skrifum reynsluformúlu efnasambandsins: **HgCl<sub>2</sub>**

## 3.5 Reynsluformúla fundin með tilraun

- Dæmi: Í askorbínsýru (C-vítamín) eru massahlutföll frumefnanna: 40,92% C, 4,58% H og 54,50% O. Hver er reynsluformúla askorbínsýru?

- Lausn:

1. G.r.f. 100 g sýni.

2. Finnum mólfjölda allra frumefna:

$$\text{Mól C} = \frac{40,92 \text{ g}}{12,01 \text{ g/mól}} = 3,407 \text{ mól}$$

$$\text{Mól H} = \frac{4,58 \text{ g}}{1,01 \text{ g/mól}} = 4,53 \text{ mól}$$

$$\text{Mól O} = \frac{54,50 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mól}} = 3,406 \text{ mól}$$

3. Finnum mólhlutfall frumefnanna (nota lægstu útkomuna úr skrefi 2 sem nefnara):

$$C = \frac{3,407 \text{ mól}}{3,406 \text{ mól}} \approx 1$$

$$H = \frac{4,53 \text{ mól}}{3,406 \text{ mól}} \approx 1,33$$

$$O = \frac{3,406 \text{ mól}}{3,406 \text{ mól}} = 1$$

3 frh. Hlutfallið fyrir vetni er of langt frá heillri tölu. Við margföldum því öll hlutföllin með tölu sem gefur heilar tölur fyrir öll mólhlutföllin. Í þessu dæmi getum við margfaldað með 3:

$$C = 1 \cdot 3 = 3$$

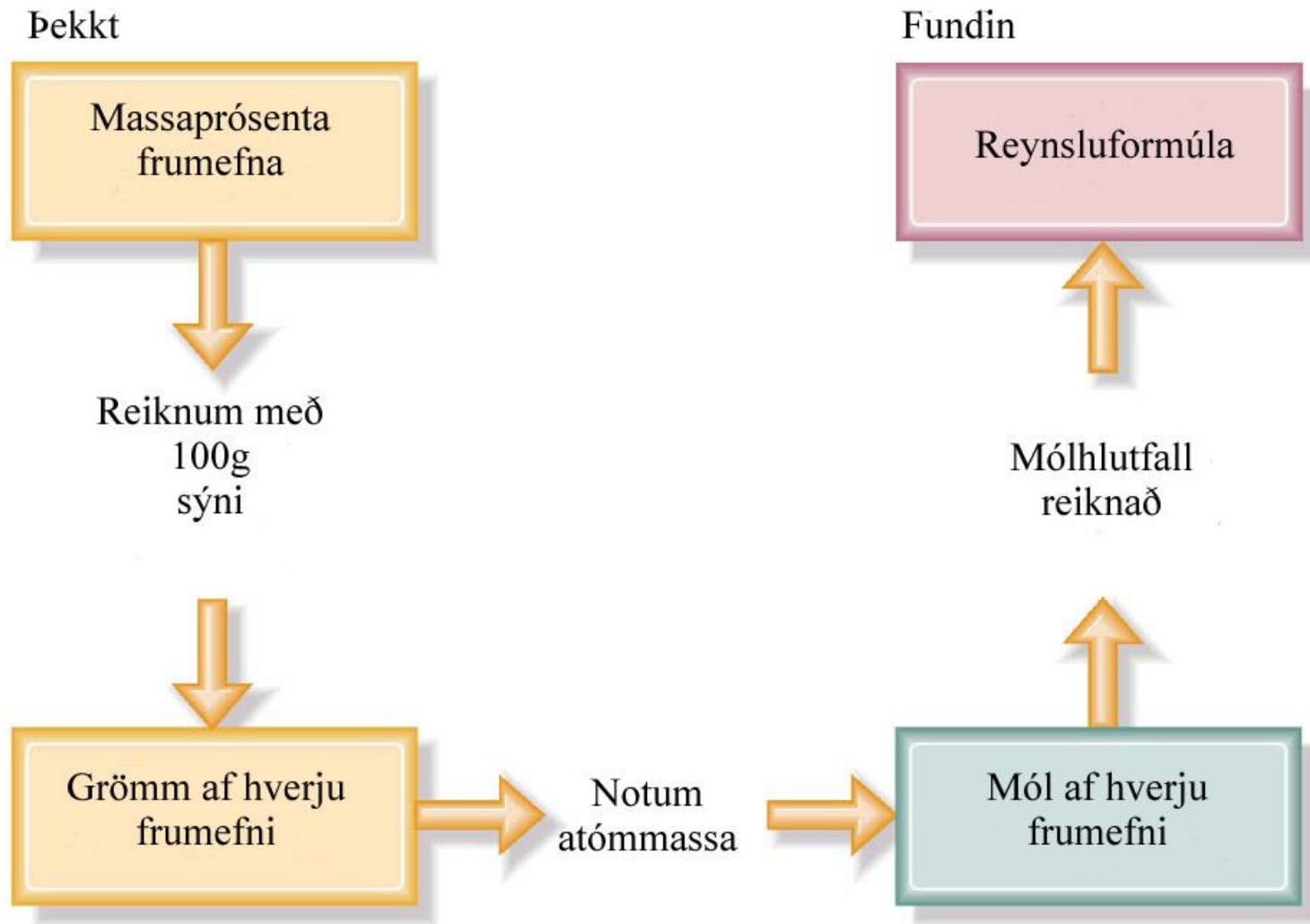
$$H = 1,33 \cdot 3 \approx 4$$

$$O = 1 \cdot 3 = 3$$

4. Skrifum reynsluformúlu askorbínsýru:  $C_3H_4O_3$

## 3.5 Reynsluformúla fundin með tilraun

Til minnis: Leiðin sem farin er til  
að finna reynsluformúluna:



## 3.5 Reynsluformúla fundin út frá tilraun

### Sameindarformúla fundin út frá reynsluformúlu:

- Ef mólmassi efnasambandsins er þekktur, er hægt að finna sameindarformúluna út frá reynsluformúlunni.
  - Fótskrift í sameindarformúlu er alltaf heiltölumargfeldi af fótskrift í reynsluformúlu.

$$\textit{Heiltölumargfeldi} = \frac{\textit{mólmassi efnasambandsins}}{\textit{mólmassi reynsluformúlunnar}}$$

## 3.5 Reynsluformúla fundin út frá tilraun

### Sameindarformúla fundin út frá reynsluformúlu:

- Dæmi: Reynsluformúla askorbínsýru er  $C_3H_4O_3$ . Samkvæmt mælingum er mólmassi askorbínsýru 176 g/mól. Hver er sameindarformúla askorbínsýru?
- Lausn:  $\frac{176 \text{ g/mól}}{88,07 \text{ g/mól}} \approx 2$ 
  - Því þarf að margfalda fótskriftina í reynsluformúlunni með 2 og þannig fæst sameindarformúlan:  **$C_6H_8O_6$**

## 3.5 Reynsluformúla fundin út frá tilraun

### **Sameindarformúla fundin út frá reynsluformúlu:**

- Dæmi: Mesitylen hefur reynsluformúluna  $C_3H_4$ . Mólmassi efnisins er 121 g/mól. Hver er sameindarformúla mesitylens?

## 3.5 Reynsluformúla fundin út frá tilraun

### **Sameindarformúla fundin út frá reynsluformúlu:**

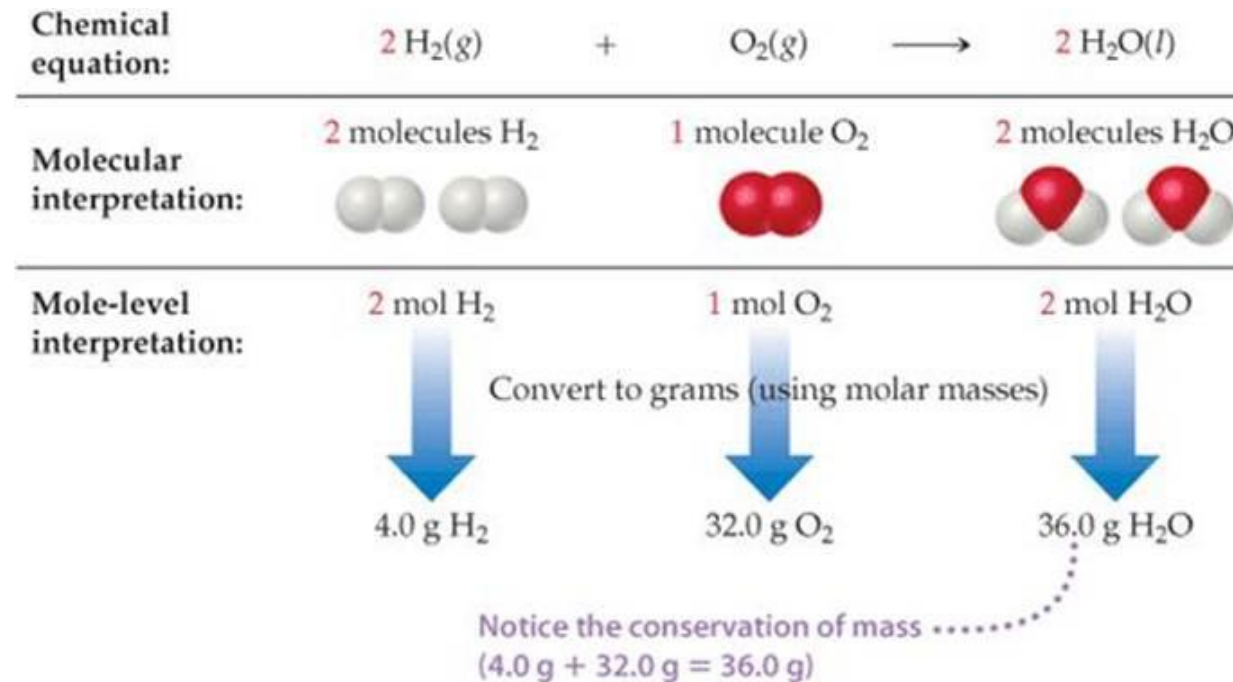
- Dæmi: Sýni af etýlenglýkól inniheldur 38,7% C, 9,7% H og 51,6% O.

a) Hver er reynsluformúla etýlenglýkóls?

b) Mólmassi etýlenglýkóls er 62,1 g/mól. Hver er sameindarformúla etýlenglýkóls?

## 3.6 Magnbundnar upplýsingar út frá stilltum efnajöfnum

- Hlutfallsstuðlar í stilltri efnajöfnu sýna bæði fjölda sameinda og fjölda móla sem taka þátt í efnahvarfi.



- Hlutfallsstuðlarnir eru notaðir til útreikninga í efnahvörfum.

## 3.6 Magnbundnar upplýsingar út frá stilltum efnajöfnum

Dæmi 1: Gefin er efnajafnan:  $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

- a) Hve mörg mól af vatni geta myndast úr 6,0 mólum af  $\text{O}_2$  ?
- b) Hve mörg mól af súrefni þarf ef notuð eru 4,0 mól af  $\text{H}_2$  ?
- c) Hver mörg mól af vatni geta myndast úr 1,57 móli af  $\text{O}_2$  og nóg af  $\text{H}_2$ ?

## 3.6 Magnbundnar upplýsingar út frá stilltum efnajöfnum

Dæmi 2: Gefin er efnajafnan:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{CO} \rightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$

Hversu mörg mól þarf af CO til að hvarfast við 0,073 mól af  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?

## 3.6 Magnbundnar upplýsingar út frá stilltum efnajöfnum

Dæmi 3: Gefin er efnajafnan:  $2 \text{ C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{ O}_2 \rightarrow 8 \text{ CO}_2 + 10 \text{ H}_2\text{O}$

Hversu mörg grömm af  $\text{CO}_2$  myndast þegar 1,00 g af  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  hvarfast við nóg af súrefni?

Lausn:

1. Breyta grömmum af  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  í mól:  $\frac{1,00 \text{ g}}{58,12 \text{ g/mól}} = 0,0172 \text{ mól}$

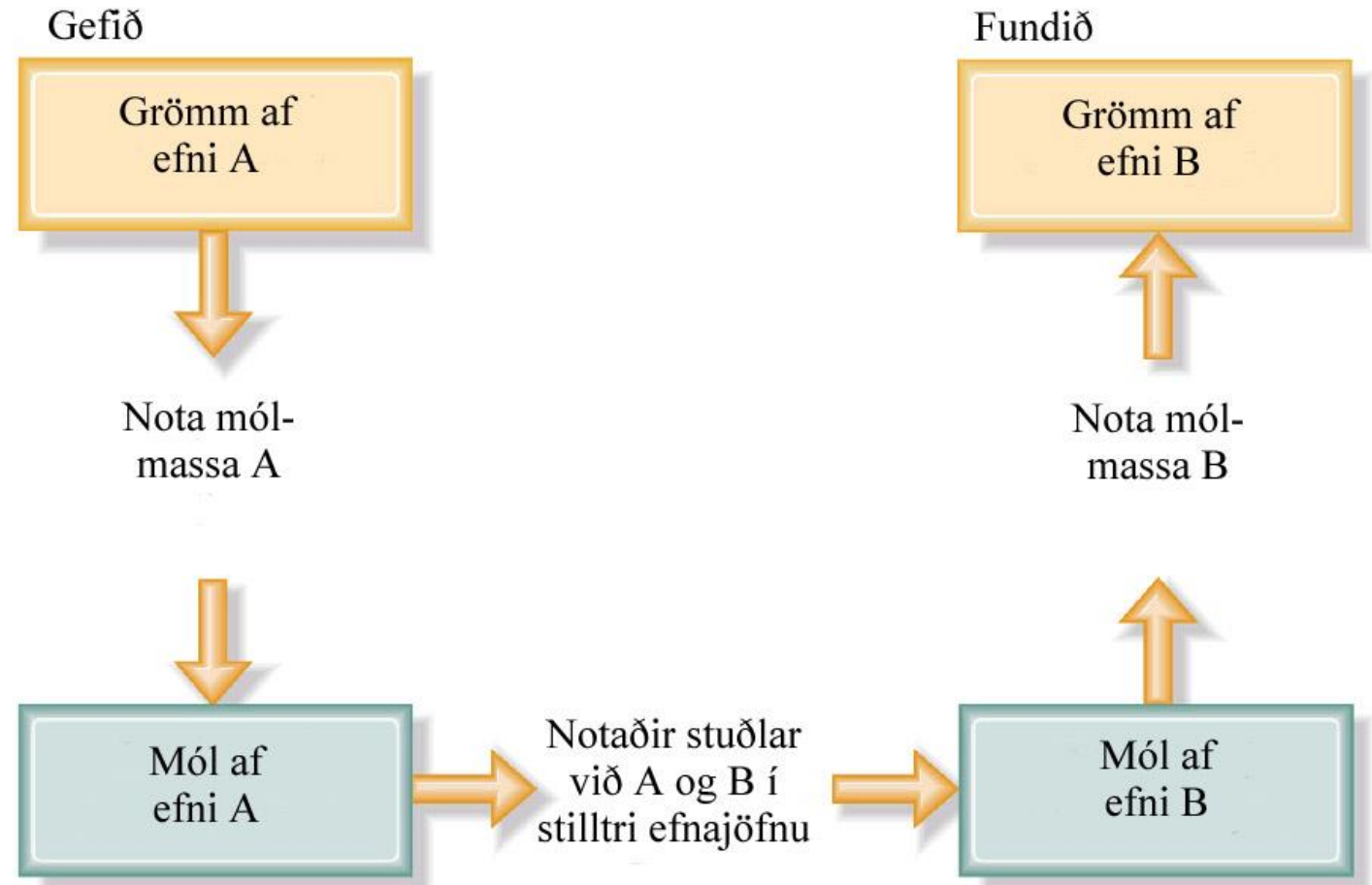
2. Finna mólín af  $\text{CO}_2$  (nota stuðla í efnajöfnu):

$$0,0172 \text{ mól } \text{C}_4\text{H}_{10} \cdot \frac{8 \text{ CO}_2}{2 \text{ C}_4\text{H}_{10}} = 0,0688 \text{ mól } \text{CO}_2$$

3. Breyta mólum af  $\text{CO}_2$  í grömm:  $0,0688 \text{ mól } \text{CO}_2 \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mól}} = \mathbf{3,03 \text{ g } \text{CO}_2}$

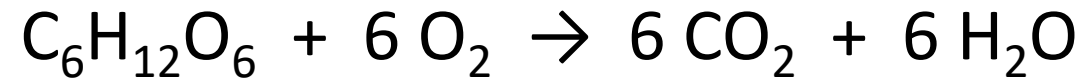
### 3.6 Magnbundnar upplýsingar út frá stilltum efnajöfnum

- Leiðin til að leysa þessi  
dæmi:



## 3.6 Magnbundnar upplýsingar út frá stilltum efnajöfnum

Dæmi 4: Hve mörg grömm af vatni myndast við bruna 1,00 g af glúkósa,  $C_6H_{12}O_6$  ?



## 3.6 Magnbundnar upplýsingar út frá stilltum efnajöfnum

Dæmi 5: Hver mörg grömm af  $\text{CO}_2$  þarf til að hvarfast við 3,50 g af LiOH samkvæmt efnajöfnunni:



## 3.7 Takmarkandi efni

- Dæmi 1: Ef búa á til samloku með ostsneið, þarf tvær brauðsneiðar og eina ostsneið í hverja og eina samloku. Hvað er hægt að búa til margar samlokur úr 10 brauðsneiðum og 7 ostsneiðum?
  - Lausn: 5 samlokur. 2 ostsneiðar verða afgangs. Brauðsneiðarnar eru takmarkandi, þ.e. þær takmarka þann fjölda samloka sem hægt er að búa til.
  - Svipað gerist oft við efnahvörf. Eitt hvarfefnið klárast en afgangur verður af hinu(m), þ.e. það er ofgnótt af einhverju hvarfefni(-um). Hvarfið stöðvast um leið og eitt hvarfefnanna klárast.
    - Það hvarfefni sem klárast fyrst er **takmarkandi hvarfefni**. Afgangur verður af hinum hvarfefnunum, þ.e. **ofgnótt**.

## 3.7 Takmarkandi efni

Dæmi 2:  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

Ef til eru 10 mól af  $\text{H}_2$  og 7 mól af  $\text{O}_2$ , er þá ofgnótt af öðru hvoru efninu?

Lausn: Skoðum hlutföllin. Ef notuð eru 10 mól af  $\text{H}_2$ , hvað þarf að nota af  $\text{O}_2$ ?

$$10 \text{ mól } \text{H}_2 \cdot \frac{1 \text{ O}_2}{2 \text{ H}_2} = 5 \text{ mól } \text{O}_2$$

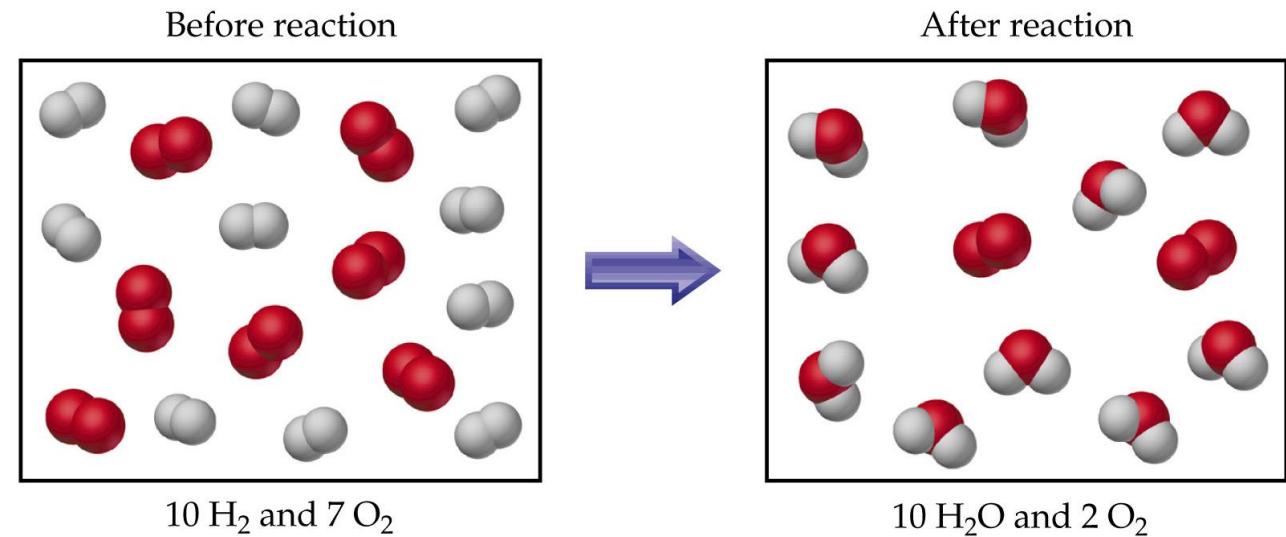
Hér sést að ef nota á öll 10 mólin af  $\text{H}_2$ , þarf að nota 5 mól af  $\text{O}_2$ . Til eru í upphafi 7 mól af  $\text{O}_2$  (skv. dæmatextanum) og því verða tvö mól af  $\text{O}_2$  til afgangs, þ.e. ofgnótt er af  $\text{O}_2$ .

$\text{H}_2$  klárast alveg, ekkert verður eftir af því.  $\text{H}_2$  er því takmarkandi hvarfefni.

## 3.7 Takmarkandi efni

Framhald af dæmi 2:

Takmarkandi hvarfefnið stjórnað hversu mikið magn af myndefnum getur myndast í hvarfinu.



|                      | 2 H <sub>2</sub> | + | O <sub>2</sub> | → | 2 H <sub>2</sub> O |
|----------------------|------------------|---|----------------|---|--------------------|
| Magn í byrjun:       | 10 mól           |   | 7 mól          |   | 0 mól              |
| Breyting / Notkun:   | -10 mól          |   | -5 mól         |   | + 10 mól           |
| <b>Magn í lokin:</b> | <b>0 mól</b>     |   | <b>2 mól</b>   |   | <b>10 mól</b>      |

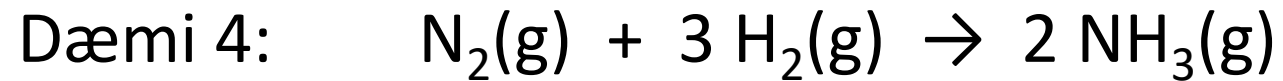
## 3.7 Takmarkandi efni



Blandað er saman 1,50 mól Al og 3,00 mól  $\text{Cl}_2$  og efnin lútin hvarfast.

- a) Hvort hvarfefnið er takmarkandi?
- b) Hversu mörg mól af  $\text{AlCl}_3$  geta myndast?
- c) Hversu mikill afgangur verður eftir af efninu sem ofgnótt er af?

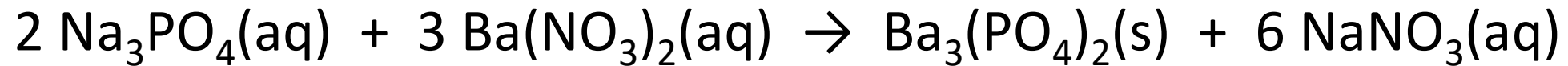
## 3.7 Takmarkandi efni



Hve mörg mól af  $\text{NH}_3$  er hægt að mynda úr 3,0 mól  $\text{N}_2$  og 6,0 mól  $\text{H}_2$ ?

## 3.7 Takmarkandi efni

Dæmi 5:



Blandað er saman lausnum sem hafa:

3,50 g  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  og 6,40 g  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

Hvað er hægt að mynda mörg grömm af  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ ?

## 3.7 Takmarkandi efni

### Fræðileg nýtni

- Það magn myndefna sem við reiknum að hægt sé að fá út úr efnahvarfi, miðað við takmarkandi hvarfefni, kallast **fræðileg nýtni**.
- **Raunveruleg nýtni** er það magn sem fæst í raun og veru þegar efnahvarfið er framkvæmt.
  - Það er nær alltaf lægra en fræðilega nýtnin. T.d. tapast efni við ýmsar aðgerðir eins og við hreinsun, kristöllun og fleira. Stundum klárast efnahvarfið ekki alveg og stundum eiga sér stað hliðarhvörf.
- **Prósentunýtni** er hlutfallið á milli raunverulegrar nýtni og fræðilegrar nýtni

$$\%nýtni = \frac{\text{Raunveruleg nýtni}}{\text{Fræðileg nýtni}} \cdot 100\%$$

## 3.7 Takmarkandi efni

### Fræðileg nýtni

- Dæmi 6: Efnafræðingur reiknar út að hægt sé að mynda 4,92 g af  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$  ef blandað er saman 3,50 g af  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  og 6,40 g af  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ . Efnafræðingurinn framkvæmir svo efnahvarfið á tilraunastofu og nær að mynda 4,70 g af  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ . Hver er prósentunýtnin?

- Lausn:

$$\%n\acute{y}tni = \frac{4,70 \text{ g}}{4,92 \text{ g}} \cdot 100\% = 95,5\%$$

## 3.7 Takmarkandi efni

Dæmi 7: Adipicsýra ( $\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4$ ) er notuð í nylonframleiðslu. Hún er útbúin á eftirfarandi hátt:



- a) Ef 25,0 g af  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ , sem er takmarkandi hvarfefnið, er látið hvarfast við súrefni, hver er þá fræðileg nýtni adipicsýru?
- b) Það myndast 33,5 g af adipicsýru í raun og veru. Hver er prósentunýtnin?