

Forord

Dette hjælpeark til mol og molberegninger er lavet af Pierre Dahl til brug på Nørre Åby Efterskole. Man er som studerende/elev meget velkommen til at hente og bruge arket.

Undervisere kan bruge arket ved først at kontakte pierre@naae.dk og få et skriftligt tilsagn.

Dokumentet opdateres løbende. Denne udgave er fra 10. juni 2012.

Pierre Dahl
Nørre Åby Efterskole
www.naae.dk

Mol og molberegninger

Et mol er når man har $6,02 \cdot 10^{23}$ af noget. Det kunne fx være atomer (eller bananer eller folk fra Randers). $6,02 \cdot 10^{23}$ er det samme som 602 trillioner, altså lidt mere end meget. Tallet $6,02 \cdot 10^{23}$ kalder man for Avogadros tal og det har forkortelsen N_A . Hvis man fx har 2 mol H_2O (vand) har man altså 1204 trillioner vandmolekyler. Et mol er altså bare en angivelse af en mængde ligesom et dusin (12), en snes (20) eller en kasse øl (30 øl eller 24 hvis man har købt dem i en grænsebutik). Man forkorter mol med bogstavet n (lille n) og kalder det i kemi for stofmængden. Det er svært at forestille sig hvor meget 602 trillioner er, men et billede kunne være at hvis man dækkede hele Danmark med 602 trillioner sandkorn, så ville det danne en bunke som var $1\frac{1}{2}$ kilometer høj.

Hvis man forestiller man har 602 trillioner tændstikker og 602 trillioner biler, så kræver det ikke megen forestillingsevne at vide hvad der vejer mest. På samme måde som tændstikker og biler vejer noget forskelligt, så vejer grundstofferne også noget forskelligt. Hydrogen (grundstof 1) vejer $1,0 \frac{gram}{mol}$ dvs at 602 trillioner hydrogen atomer vejer 1,0 gram.

Man kan se hvor mange gram et grundstof vejer per mol, ved at kigge i det periodiske system. Hvor meget et mol vejer kalder man for **molmassen** og det kan aflæses som atommassen i det periodiske system. Man har som forkortelse for molmassen valgt M (store m).

Kemisk tegn	→	H	1
Kemisk navn	→	Hydrogen	-
Atommasse	→	1,0	-
Grundstofnummer	→	1	-

Hvis man har en mængde hydrogen og vejer det, kalder man i kemi for **massen** og forkorter det med m (lille m).

Det er vildt herre røv belastende at man i kemi har valgt at navngive stofmængden (antal mol), massen (gram) og molmassen ($\frac{gram}{mol}$) for n, m og M. Det er nok ikke noget man lige ændrer foreløbigt, så lær at leve med det. ☺

Opgave 1

Sig forkortelserne for dig selv 10 gange, 100 eller endnu bedre indtil du kan dem. Skrig undervejs hvis det hjælper.

Molmassen er $\frac{gram}{mol}$ og forkortes "M"
Massen er antal gram og forkortes "m"
Stofmængden er antal mol og forkortes "n".

Opgave 2

Hvad er molmassen for Klor (Cl), Natrium (Na), Kulstof (C) og Oxygen (O)?

Husk at skrive enheden $\frac{gram}{mol}$ efter tallet. Hvis du vil hjælpe dig selv mest muligt så skriv svaret sådan her:

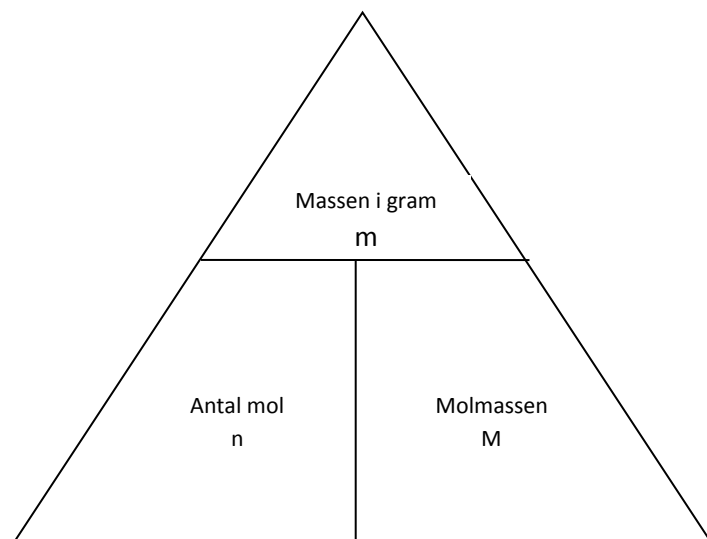
Molmassen (M) for Cl er _____ $\frac{gram}{mol}$, så hjælper du dig selv med huske forkortelsen M og den rigtige enhed.

Hvis man har to eller flere grundstoffer der er gået sammen fx H (hydrogen) og Cl (klor) og har dannet et stof, så kan man finde molmassen (M) ved at lægge de to molmasser (M) sammen. Molmassen (M) for HCl er altså molmassen for H + molmassen for Cl = $1 \frac{gram}{mol} + 35,5 \frac{gram}{mol} = 36,5 \frac{gram}{mol}$. Der er altså sket det at 602 trillioner H atomer er gået sammen med 602 trillioner Cl atomer og har dannet i alt 602 trillioner HCl molekyler. Hver gang man har 602 trillioner HCl molekyler vejer de 36,5 gram.

Opgave 3

Hvad er molmassen for NaCl, H_2O og CO_2 . Du skal være opmærksom på at der i H_2O er to hydrogenatomer og i CO_2 er to oxygenatomer. Skriv svaret grundigt op, så du øver dig i rigtig notation og enheder.

Hvis man kender to ud af de tre enheder kan man beregne den sidste. Det kan være en god ide at huske hjælpetrekanten:



Ud fra trekanten kan man lave følgende tre formler:

Massen i gram = antal mol * molmassen, forkortet: $m = n * M$

Antal mol = $\frac{\text{massen i gram}}{\text{molmassen}}$, forkortet: $n = \frac{m}{M}$

Molmassen = $\frac{\text{massen i gram}}{\text{antal mol}}$, forkortet: $M = \frac{m}{n}$

Eksempler:

Finde massen i gram

En mand har 48 mol Jern (Fe) og har slået op i det periodiske system at det har en molmasse på $55,8 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ hvor mange gram har han?

Massen i gram = antal mol * molmassen = $48 \text{ mol} * 55,8 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} = 2678,4 \text{ gram}$

Finde antal mol

En dame har 13 gram Natrium (Na) og har slået op i det periodiske system at det har en molmasse på $23 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ hvor mange mol har hun?

Antal mol = $\frac{\text{massen i gram}}{\text{molmassen}} = \frac{13 \text{ gram}}{23 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}} = 0,57 \text{ mol}$

Finde molmassen (kan ofte slås op i det periodiske system)

Et rumvæsen har 22 mol af et stof som vejer 151,8 gram, da rumvæsner ikke kender det periodiske system, må det/han/hun/den beregne molmassen. Hvilket grundstof har rumvæsnet?

Molmassen = $\frac{\text{massen i gram}}{\text{antal mol}} = \frac{151,8 \text{ gram}}{22 \text{ mol}} = 6,9 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$

Ved at slå op det i periodiske system kan vi se at det er Litium der har en molmasse på $6,9 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$.

Opgave 4

Du har 24 mol Natrium, hvor meget vejer det?

Du har 17,8 mol Helium, hvor meget vejer det?

Du har 12 gram Kulstof, hvor mange mol har du? Hvor mange kulstofatomer har du?

Du har 19,2 gram Klor, hvor mange mol har du? Hvor mange Kloratomer har du?

Du har 38 mol af et ukendt stof, det vejer 923,4 gram. Hvad er molmassen og hvilket stof er det?

Du har 23,3 mol af et ukendt stof, det vejer 470,66 gram. Hvad er molmassen og hvilket stof er det?

Du har 22 mol H₂O, hvor meget vejer det?

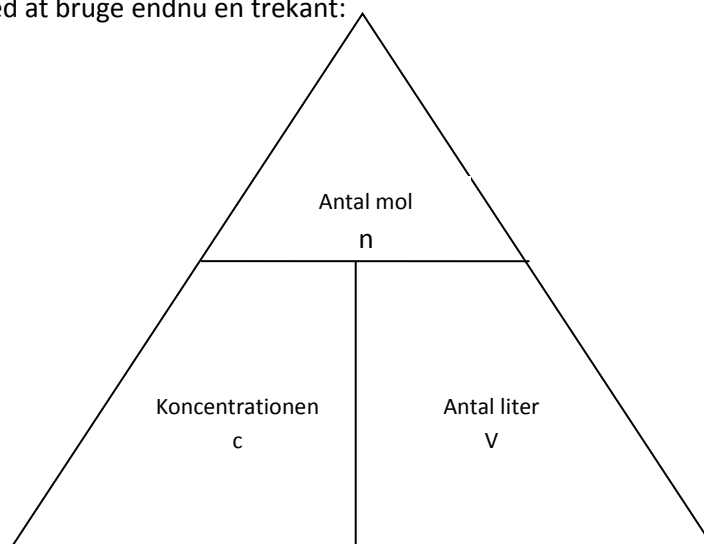
Du har 12,2 mol C₂H₅OH (ethanol), hvor meget vejer det?

Du har 13 gram CO₂, hvor mange mol har du?

Du har 9,4 gram NaCl, hvor mange mol har du?

Opløsning af et stof i en væske

Man kan se på den saltsyre (HCl) vi har på skolen, at den er 1 molær (1M), det betyder at der i en liter er 1 mol HCl, altså per liter er der 602 trillioner HCl atomer. Resten af indholdet er vand. Man kan udregne hvor mange mol per liter der er ved at bruge endnu en trekant:



Den giver følgende formler:

Antal mol = $c \cdot V$ = koncentrationen * antal liter ,

$$\text{Antal liter} = \frac{\text{antal mol}}{\text{koncentrationen}}$$

$$\text{Koncentrationen} = \frac{\text{antal mol}}{\text{liter}}$$

Det er faktisk altid den sidste man bruger, så de andre er der mest for pynt 😊

Hvis man nu har fx 1 mol HCl og gerne vil opløse det i ½ liter vand, så kan man finde koncentrationen ved:

$$\text{Koncentrationen} = \frac{\text{antal mol}}{\text{liter}} = \frac{1 \text{ mol}}{0,5 \text{ liter}} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \text{ Det kalder vi også for 2 molær (2M).}$$

Opgave 5

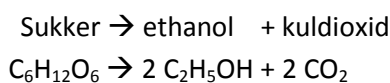
Du opløser 9 mol HCl i 3 liter vand. Hvor mange molær er din opløsning?

Nå, ok og hvad søren kan jeg bruge det til?

Glad for at du spurgte. Her i år kan du ikke bruge det til så meget, kun til at blære dig til prøven, men det er jo heller ikke så ringe. Hvis du skal have kemi næste år, så kommer du til at bruge det. Hver dag i Danmark bliver det brugt til at regne blandingsforhold og reaktioner ud. Det er en utrolig central del af den kemiske viden, så hvis du vil noget inden for den verden, så kommer du til at bruge det. Et eksempel på hvad man kunne bruge det til ville være til at regne ud hvor meget alkohol der kommer ud af vores gæring.

Når vi laver ethanol putter vi sukker ned i en kolbe sammen med gær og vand. Hvis vi går ud fra at alt sukkeret bliver spist og der ikke kommer så meget ethanol i blandingen at gærcellerne dør, hvor meget ethanol kan vi så forvente at få ud af det? Vi putter 10 gram sukker i kolben.

Vi ved at ved gæring af alkohol sker følgende:



En god måde at regne en sådan opgave ud på er ved at lave et skema:

	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	\rightarrow	$2 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	2CO_2
Gram (m)				
Molmassen $\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ (M)				
Mol(n)				

Vi kan udfylde det vi kender nemlig at der er 10 gram sukker:

	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	\rightarrow	$2 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	2CO_2
Gram (m)	10			
Molmassen $\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ (M)				
Mol(n)				

Vi kan slå op i det periodiske system og regne ud at molmassen for sukker er: $6 \cdot 12,0 + 12 \cdot 1,0 + 6 \cdot 16,0 = 180 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$

	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	\rightarrow	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	2CO_2
Gram (m)	10 gram			
Molmassen $\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ (M)	$180 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$			
Mol(n)				

Vi kan nu regne ud hvor mange mol sukker vi har $\frac{\text{massen i gram}}{\text{molmassen}} = \frac{10 \text{ gram}}{180 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}} = 0,05556 \text{ mol}$

	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	\rightarrow	$2 \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	2 CO_2
Gram (m)	10 gram			
Molmassen $\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ (M)	$180 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$			
Mol(n)	0,05556 mol			

Vi kan se i reaktionsligningen at for hver sukker gæren spiser, laver den to "ethanoler", så vi må have dobbelt så mange mol ethanol som sukker. Mol ethanol: $2 * \text{mol sukker} = 2 * 0,05556 \text{ mol} = 0,11132 \text{ mol}$.

	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	\rightarrow	$2 \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	2 CO_2
Gram (m)	10 gram			
Molmassen $\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ (M)	$180 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$			
Mol(n)	0,05556 mol		0,11132 mol	

Vi ved altså at der bliver dannet 0,11132 mol ethanol. Vi finder nu ud af hvad molmassen for ethanol er:

Molmasse for ethanol = $2 * 12,0 + 6 * 1,0 + 1 * 16,0 = 46 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ (ved opslag i periodiske system)

	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	\rightarrow	$2 \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	2 CO_2
Gram (m)	10 gram			
Molmassen $\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ (M)	$180 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$		$46 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$	
Mol(n)	0,05556 mol		0,11132 mol	

Og nu kan vi finde massen af den ethanol der bliver dannet: Ethanol i gram = antal mol * molmassen = $0,11132 \text{ mol} * 46 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} = 5,12 \text{ gram}$

	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	\rightarrow	$2 \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}$	2 CO_2
Gram (m)	10 gram		5,12 gram	
Molmassen $\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ (M)	$180 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$		$46 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$	
Mol(n)	0,05556 mol		0,11132 mol	

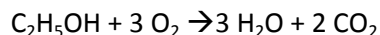
Så hver gang vi putter 10 gram sukker i kolben, får vi 5,12 gram ethanol ud. Resten forsvinder som kuldioxid. Vi kunne regne det ud ved at bruge samme metode, men vi ved jo at vi startede med 10 gram og da vi har 5,12 gram ethanol må vi have 4,88 gram kuldioxid, da ting (atomer) jo ikke forsvinder af sig selv.

Jeg ved godt det er lidt svært det her ... okay meget svært, men tro på dig selv, dyp hovedet i isvand, spørg så meget du har lyst til at og prøv så at løse opgave 5. Jeg tror på dig, du kan godt!

Opgave 6

Hvis vi brænder 20 gram ethanol af sker følgende:

Ethanol + oxygen \rightarrow vand + kuldioxid



Hvor mange gram kuldioxid bliver der udledt i forbrændingen?

Ah shit .. den var alligevel ret så svær. Troede ikke opgave 6 var så svær, de andre opgaver har jo været noget nemmere. Frygt ej, jeg har været så sød at lave et hjælpeskema til dig. Tjuhej!

	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	3O_2	\rightarrow	$3 \text{H}_2\text{O}$	2CO_2
Gram (m)					
Molmassen $\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ (M)					
Mol(n)					

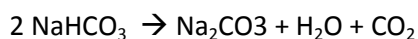
Hvis du er helt på spanden, så kig på eksemplet lige før, det er stort set det samme.

Opgave 7

Hvis det kører for dig og du slet ikke kan stoppe med at regne mol ud, så kommer her lige en ekstraopgave. Hvis du er træt af det hele, så lade være ☺

Natriumhydrogencarbonat er det vi normalt kalder for natron og er det som er i bagepulver. Det har den kemiske formel: NaHCO_3 . Når natriumhydrogencarbonat bliver varmet op, fx under et viskestykke på et lunt sted (når man hæver en dej), så sker følgende kemiske reaktion:

2 natriumhydrogencarbonat \rightarrow natriumcarbonat (soda) + vand + kuldioxid



Hvis vi nu leger at vi putter 20 gram natriumhydrogencarbonat i en dej, og lader den stå og hæve indtil den ikke kan hæve mere, hvor mange gram CO_2 bliver der så dannet? Du får lige et hjælpeskema.

	2NaHCO_3	\rightarrow	Na_2CO_3	H_2O	CO_2
Gram (m)					
Molmassen $\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ (M)					
Mol(n)					

Hvor meget må resten ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$) så veje?

Løsninger til opgaver

Husk på at du kun snyder dig selv 😊

Opgave 1

Doh ... opgaven var jo at kunne dem udenad, hvorfor kigger du så i facitlisten?

Opgave 2

$$\text{Klor: } 35,453 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$$

$$\text{Natrium: } 22,989 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$$

$$\text{Kulstof: } 12,010 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$$

$$\text{Oxygen: } 15,999 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$$

Opgave 3

$$\text{NaCl: } 22,989 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} + 35,453 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} = 58,442 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$$

$$\text{H}_2\text{O: } 2 * 1 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} + 15,999 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} = 17,999 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$$

$$\text{CO}_2: 12,010 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} + 2 * 15,999 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} = 44,008 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$$

Opgave 4

551,736 gram

71,253 gram

0,999 mol – $6,014 * 10^{23}$ kulstofatomer

0,542 mol – $3,263 * 10^{23}$ kloratomer

$24,3 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ så det er Magnesium

$20,2 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$ så det er Neon

395,978 gram

561,432 gram

0,295 mol

0,161 mol

Opgave 5

$$\text{Koncentrationen} = \frac{\text{antal mol}}{\text{liter}} = \frac{9 \text{ mol}}{3 \text{ liter}} = 3 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \text{ Altså er den 3 molær (3M)}$$