Lennart Skoglund

Enkla kemiska räkneuppgifter

En självinstruerande introduktion

Till läsaren

Föreliggande lärobok är avsedd för elever i grundskolans årskurs 9, samt för dem som på egen hand vill tillägna sig elementära färdigheter i kemisk problemlösning.

Läroboken är så utformat att den utan lärarinformation skall kunna studeras av den enskilde eleven. Varje avsnitt är uppställt enligt följande mönster:

1. Presentation av problemtypen.
2. Fullständigt lösta typexempel.
3. Uppgifter där ledfrågor ställs och där utförliga svar återfinns i facit.
4. Blandade övningsuppgifter av skiftande svårighetsgrad.

I slutet av boken återfinns två avsnitt, vilka kan tjänstgöra som exempel på problemkomplex aktuella inom kemisk-tekniska industrin.

Göteborg i november 1967
Lennart Lundskog

Tillägg i den digitala upplagan

Det har gått 50 år sedan Lennart Skoglund skrev *Enkla kemiska räkneuppgifter*. Och det har gått drygt 15 år sedan jag hittade boken på skolan jag arbetade på. Jag testade boken med elever som ville ha högt betyget i kemi på högstadiet. Dialogen som uppstod med eleverna var klart över förväntan. Dels förstärktes atombegreppet och elevernas färdigheten att skriva reaktioner och dels ökade elevernas förståelse och intresse för kemi.

En intressant effekt av att jag gärna gör överslagsberäkningar för att se att vi räknat och tänkt rätt, så började många elever göra det samma. Man kunde se hur de räknat ut och skrivit klart i skrivboken för att sedan kontrollräkna med miniräknare efteråt.

2012 kontaktade jag Lennart Lundskog och jag fick tillstånd att skapa en digitalversion, och göra den tillgängligt via Internet. Denna version är trogen första versionen. Jag har bara lagt till en förtydligande mening, samt valt att skriva molekylernas massa under reaktionsformlerna istället för ovanför.

Lerum i november 2017
Truls Cronberg

Inledning och begreppsförklaringar

Kemin kan indelas i teoretisk och praktisk kemi.

Den teoretiska kemin behandlar de olika grundämnenas egenskaper och lär oss varför och hur olika ämnen reagerar med varandra. Den praktiska kemin ger oss svar på olika frågor, som har direkt praktisk betydelse. Den lär oss bland annat att ta reda på hur stora mängder av de olika ämnena, som omsätts vid de olika reaktionerna. Dessa båda delar av kemin kompletterar varandra och kan inte i något väsentligt utesluta varandra. Här följer ett exempel.

Järnmalm förekommer bland annat som järnglans eller hematit, Fe_2O_3. Den teoretiska kemin säger oss att denna malm, kan reduceras enligt följande:

$$2\ Fe_2O_3 + 6\ C \rightarrow 4\ Fe + 6\ CO$$

Den praktiska följden av reaktionen, förstår man, om man exempelvis ställer följande frågor: Hur mycket järn får man ut ur 1 ton järnmalm av typen Fe2O3? Hur mycket kol förbrukas vid reduktionen? För att kunna ge svar på dessa frågor måste man bland annt känna till processens kemiska reaktionsformel och den lär man sig genom den teoretiska kemin. Så kopplas den teoretiska och den praktiska kemin ihop när man skall lösa ett praktiskt problem.

Vid alla kemiska beräkningar har man användning för en *korrekt formelskrivning*. Formeln skall inte bara upplysa om vilka ämnen som deltar i reaktionen, utan också i vilka mängdförhållanden ämnena ingår. Därför brukar man, när man löser ett problem, alltid skriva upp den aktuella formeln och tillfoga ämnenas atom- och molekylvikter.

Innan vi börjar med problemlösning, skall några väsentliga begrepp förklaras.

Atomvikt

En atoms massa är mycket liten och skulle vi uttrycka den i den konventionella massenheten gram, skulle vi få tal som var mycket små och ohanterliga.

För den skull har man infört enheten u, den universella massenheten, som är särskilt lämplig för de små massor, som det här rör sig om. I denna enhet, u, anges de olika atomernas massor.

Ex. Kopparatomernas genomsnittliga massa = koppars atomvikt = 63,5 u.
Svavelatomernas genomsnittliga massa = svavels atomvikt = 32,1 u.
Försök att med hjälp av atomviktstabellen (sist i boken) ta reda på och lär in följande ämnens atomvikter: väte, syre, kol, kväve, klor och järn.

Molekylvikt

Molekylen består som bekant av två eller flera atomer. Massan av en molekyl är lika med summan av de i molekylen ingående atomernas massor. Enheten för molekylvikt är densamma som för atomvikt, dvs u.

Ex. CuS = 63,5 u + 31,1 u = 95,6 u

H_2O = 2 • 1 u + 16 u = 18 u

H_2SO_4 = 2 • 1 u + 32,1 u + 4 • 16 u = 98,1 u

Formelenhet

I en del föreningar existerar ej fri molekyler. Natriumklorid, koksalt, är en sådan förening. I detta salt som är uppbyggt av natrium- och kloratomer, är det omöjligt att avgöra, vilken kloratom hör ihop med en speciell natriumatom. Däremot kan vi med bestämdhet säga att det i en koksaltkristall finns lika många kloratomer som natriumatomer. Vi säger att natriumklorid har formelenheten NaCl.

Massan för formelenhet beräknas på samma sätt som molekylvikten.

Formelvikt

Som en gemensam benämning på atomvikt, molekylvikt och massan av formelenheten använder vi ordet formelvikt.

Mol

Den kemiska formeln talar om för oss i vilka viktproportioner de olika ämnena deltar i den kemiska reaktionen. Vid kemiska beräkningar är det opraktiskt att räkna med de reagerande ämnenas formelvikter. Massenheten u är ju så liten. Vi har behov av att finna ett tal, med vars hjälp vi kan multiplicera de reagerande ämnenas formelvikter och få mängder som är praktiskt hanterbara.

Det visar sig att 6,023 • 10^{23} st atomer eller molekyler av ett ämne, väger lika många *gram* som atom- respektive molekylvikten anger.

Ex. En svavelatom väger 32,1 u.
6,023 • 10^{23} svavelatomer väger 32,1 g.

En vattenmolekyl väger 18 u.
6,023 • 10^{23} vattenmolekyler väger 18 g.

Antalet 6,023 • 10^{23} st kallas en mol. Således väger en mol svavelatomer 32,1 g och en mol vattenmolekyler 18 g.

Samtidigt som mol betecknar ett givet tal, 6,023 • 10^{23} st, kan begreppet mol också användas som en för varje ämne karakteristiskt mängdenhet.

Ex. En mol svavel väger 32,1 g.
En mol vatten väger 18 g.

En mol av ett ämne är alltså så många gram av ett ämnet som formelvikten anger.

Av vad som ovan sagts framgår att en mol olika ämnen alltid innehåller samma antal atomer eller molekyler, nämligen 6,023 • 10^{23} st. Detta tal kallas Avogadros tal.

Observera dubbelbetydelsen av begreppet mol:

I satsen: ”En mol svavelatomer väger 32,1 gram”, står mol för *antalet* 6,023 • 10^{23} st (Avogadros tal).

I satsen: ”En mol svavel väger 32,1 gram”, står mol för en *viktsmängd*, som är lika många gram av ämnet som formelvikten anger (molvikt).

Molvolym

Det har visat sig att en mol av ämnen i gasform intar en volym av 22,4 l vid normal temperatur och normal tryck, NTP.

Väte förekommer i gasform som molekylen H_2. En mol vätgas väger 2 g och intar volymen 22,4 l vid NTP. En mol koldioxid, CO_2, väger 44 g och intar volymen 22,4 l vid NTP.

Molaritet – Halt

Man använder sig av begreppet mol för att ange antalet partiklar (atomer, joner, molekyler osv.) i en lösning. Om det exempelvis finns 6,023 • 10^{23} joner per liter av lösningen, säger man att lösningen är 1-molar (1 M) med anseende på jonslaget. En jon är ju som bekant en atom eller atomgrupp som avgivit eller upptagit en eller flera elektroner.

Löses 3 moler koksalt, NaCl (3 • 58,5 g = 175,5 g) i vatten så att lösningens volym blir 1 liter, så erhålls en 3-molar (3 M) koksaltlösning.

Sammanfattning

Den kemiska formeln talar om för oss
a) vilka ämnen som deltar i den kemiska reaktionen
b) i vilka proportioner de olika ämnena deltar

Atomvikt är den genomsnittliga massan hos ett ämnes atom uttryckt i enheten u.

Molekylvikt är summan av de i molekylen ingående atomernas massor. Finns ej fria molekyler, beräknas *massan av formelenheten* på motsvarande sätt.

Formelvikt är den gemensamma benämningen för atomvikt, molekylvikt och massa av formelenhet.

Mol
a) En mol = 6,023 • 10^{23} st (Avogadros tal).
b) En mol av ett ämne är så många gram som formelvikten anger (molvikt).

Molvolym. En mol av ett ämne i gasform intar vid normal temperatur och normal tryck, NTP, en för alla gaser gemensamma volym, 22,4 l.

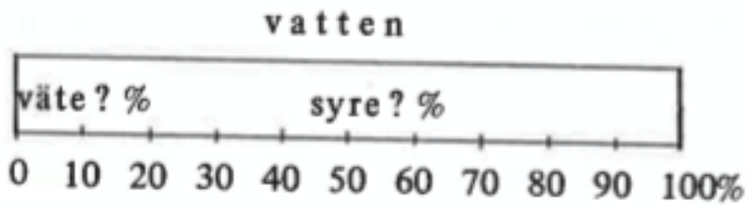
Molaritet – Halt. En lösning sägs vara 1-molar (1M) om den per liter innehåller 1 mol av det lösta ämnet. 1 M = 1 mol/liter lösning.

Den kemiska formelns kvantivativa betydelse

Inledningsvis nämndes, att en kemisk formel säger oss två saker, nämligen
a) vilka ämnen som deltar i reaktionen
b) i vilka proportioner de olika ämnena ingår.

Exempel 1

Vatten skrivs med kemiska formel H2O. Det finns alltså två väteatomer och en syreatom i varje vattenmolekyl. Väteatomerna utgör 2/3 av *antalet* atomer i vattenmolekylen, men hur stor *viktsdel* utgör vätet respektive syret av vattenmolekylen?



För att få reda på *hur stor del av vattenmolekylens massa* som är väte respektive syre, gör vi följande beräkningar:

a) Skriv den kemiska formeln för vatten, samt de ingående ämnenas atomvikter ovanför formeln.

2 • 1 u 16 u
H_2O

b) I en vattenmolekyl är alltså
vätets massa = 2 u
syrets massa = 16 u

c) Beräkna vattenmolekylens massa.
2 u + 16 u = 18 u

d) Beräkna hur stor del av vattenmolekylens massa som utgörs av väte respektive syre.

väte: $\frac{2H}{H_2O} = \frac{2u}{18u} = \frac{1}{9}$

syre: $\frac{O}{H_2O} = \frac{16u}{18u} = \frac{8}{9}$

e) Den procentuella viktsammansättningen blir

väte: $\frac{1}{9} \approx 0{,}11 = 11\%$

syre: $\frac{8}{9} \approx 0{,}89 = 89\%$

Svar: Vattenmolekylen består av 11% väte och 89% syre.

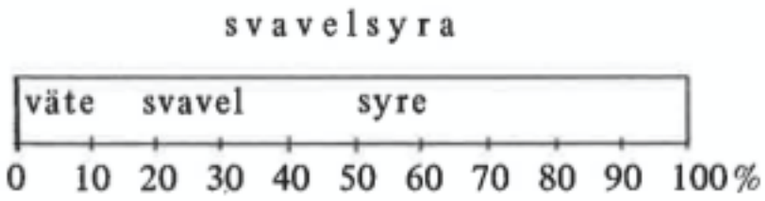
Beräkningarna i d) och e) gäller naturligtvis för varje vattenmängd eftersom vatten är uppbyggt av idel vattenmolekyler, alla med samma sammansättning.

Nu följer uppgifter av samma slag. I den första uppgiften är uppställningen av lösningsmetoden redan gjord efter samma

mönster som i exempel 1, varför du endast behöver göra beräkningarna själv. Kontrollera del- och slutsvar i facit. Den andra uppgiften skall du lösa på samma sätt, men här får du också göra uppställningen själv.

Uppgift 1

Beräkna hur stor del av svavelsyrans molekylvikt, som utgörs av väte, svavel respektive syre.



a) skriv den kemiska formeln för svavelsyra, sam de ingående ämnenas atomvikter över formeln.

b) Hur stor *massa* har respektive väte, svavlet och syret i svavelsyramolekylen?

c) Beräkna hur stor *del* av svavelsyramolekylens massa som utgörs av väte, svavel, respektive syre.

d) Beräkna den procentuella viktsammansättningen.

Svar: (Kontrollera del- och slutsvar i facit.)

Lös följande uppgift efter samma mönster.

Uppgift 2

Beräkna den procentuella viktsammansättningen hos

a) Koldioxid, CO_2

b) Kolmono-oxid, CO

c) kolsyra, H_2CO_3

I ovanstående beräkningar har vi använt massenheten u. Vi hade naturligtvis fått exakt samma resultat om vi i stället använt enheten gram, eftersom det var andelen, procentsatsen, som söktes. Enheten gram är ju bara en större enhet, närmare bestämt $6{,}023 \cdot 10^{23}$ gånger större än u. När man bestämmer ett ämnes massa, måste man av praktiska skäl, använda en större enhet än u. exempelvis gram. Det är då lämpligt att införa begreppet *mol*, eftersom en mol av ett ämne är så många gram av ämnet, som molekylvikten anger.

Exempel 2

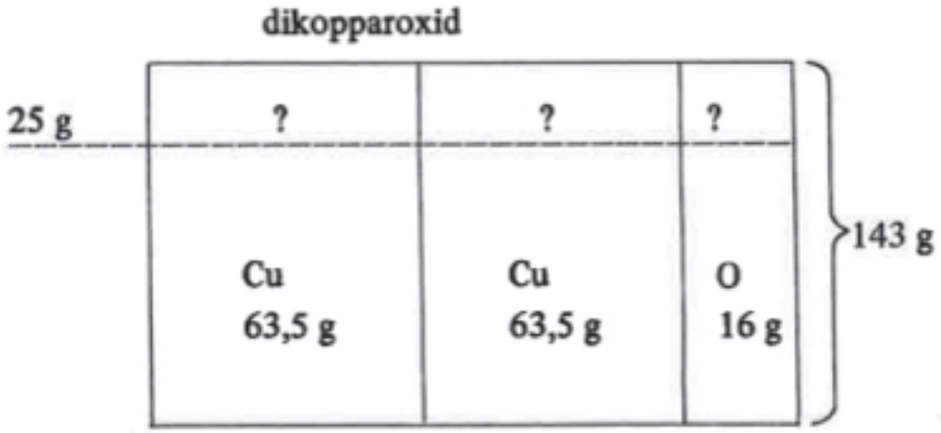
Hur många gram av de olika grundämnena finns i 25 g dikopparoxid, Cu_2O?

a) Skriv den kemiska formeln för dikopparoxid och tillfoga de ingående ämnenas massa, uttryckt i gram, över formeln. Beräkningarna görs då på en mol av dikopparoxiden.

$2 \cdot 63{,}5$ g 16 g

Cu_2O

b) En mol dikopparoxid väger alltså
$2 \bullet 63{,}5\ \text{g} + 16\ \text{g} = 143\ \text{g}$



c) Beräkna hur många gram koppar det finns i 25 g dikopparoxid.

143 g dikopparoxid innehåller $2 \bullet 63{,}5$ g koppar

1 g dikopparoxid innehåller $\frac{2 \cdot 63{,}5}{143}$ g koppar

25 g dikopparoxid innehåller $25 \cdot \frac{2 \cdot 63{,}5}{143} \approx 22{,}2$ g koppar

d) Beräkna hur många gram syre det finns i 25 g dikopparoxid.

143 g dikopparoxid innehåller 16 g syre

1 g dikopparoxid innehåller $\frac{16}{143}$ g syre

25 g dikopparoxid innehåller $25 \cdot \frac{16}{143} \approx 2{,}8$ g syre

Svar: 25 g dikopparoxid innehåller 22,2 g koppar och 2,8 g syre.

Lös på samma sätt nedanstående uppgifter.

Uppgift 3

På laboratoriet hos Luossavaara-Kirunavaara AB (LKAB), fick man i uppgift att beräkna mängden järn i en viss mängd järnmalm.

Järnmalmen undersöktes och befanns vara s.k. magnetit, Fe_3O_4.

Hur mycket rent järn kan utvinnas ur varje ton malm?

Kemisk reningsprocess

a) Skriv upp den kemiska formeln för magnetit, samt de ingående ämnenas massa, uttryckt i gram, över formeln. Beräkningen görs på en mol av magnetiten.

b) En mol megnetit väger alltså?

c) Beräkna hur mycket järn det finns i 1 g magnetit.

d) Beräkna hur mycket järn det finns i 1 ton magnetit.
1 ton = 1 000 000 g = 10^6 g

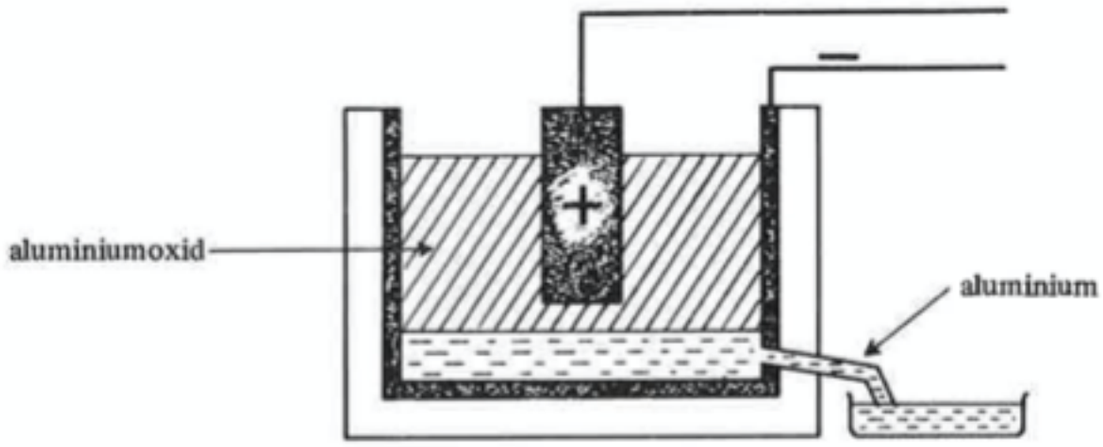
Svar: (Kontrollera del- och slutsvar i facit.)

Uppgift 4

Hur många gram av de olika grundämnena finns i ett kg av
a) svaveldioxid, SO_2
b) propan, C_3H_8
c) Kaliumnitrat, KNO_3
d) Kopparnitralt, $Cu(NO_3)_2$

Uppgift 5

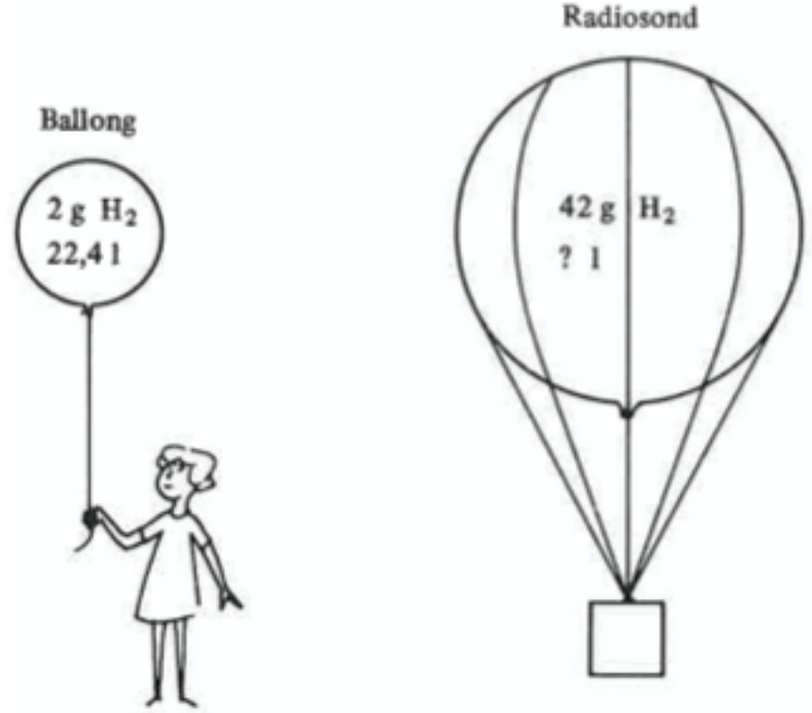
ALuminium framställs genom elektrolys av aluminiumoxid, Al_2O_3. Hur mycket aluminium ger ett ton aluminiumoxid?



När man vet att en mol av en gas vid normal temperatur och normalt trycka (NTP) har volymen 22,4 l kan man beräkna hur stor volym en viss gasmassa intar och tvärtom.

Exempel 3

Hur stor volym upptar 42 g vätgas vid NTP, om 2 g vid NTP upptar volymen 22,4 liter?



a) Skriv upp den kemiska formeln för väte och tillfoga vätets massa uttryckt i gram över formeln.

2 g
H_2

b) En mol väger alltså 2 g.

c) Beräkna hur många moler väte som finns i 42 g väte.

$$\frac{42g}{2g} = 21 \text{ moler}$$

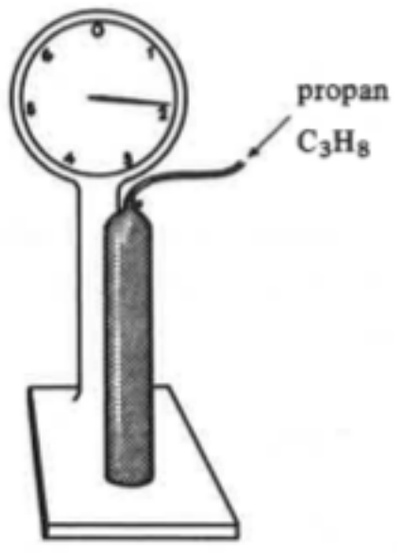
d) Beräkna hur stor volym 21 moler väte intar, då du vet att en mol intar volymen 22,4 liter.

21 • 22,4 l = 470,4 liter

svar: 42 g vätgas intar vid NTP volymen 470,4 liter.

Uppgift 6

När man fyllde en behållare med propan (gasol), C3H8, ökade behållarens massa med 1,9 kg. Hur många liter propan (NTP) hade pressats in i behållaren?



Fyllning av propan.

a) Skriv upp formeln för propan samt tillfoga molvikten över formeln.

b) En mol propan väger alltså ?

c) Hur många moler propan finns i 1900 g propan?

d) Hur stor volym intar dessa moler, då en mol intar volymen 22,4 liter?

Svar: (Kontrollera del- och slutsvar i facit.)

Uppgift 7

En syrgastub vägde före fyllningen 20 kg och efter fyllningen 23 kg.

Hur många liter syrgas (NTP), hade pressats in i tuben?

Uppgiften löses efter samma mönster som de två föregående uppgifterna.

Blandade uppgifter

8. Tenn framställs ur en tennmalm, som kallas tennsten, SnO_2. Malmen finns bland annat i England och Australien. Beräkna hur många procent tenn, som tennstenen innehåller.

9. Hur mycket väger kolet i 1 m^3 luft om koldioxidhalten är 0,06 % (viktprocent)? 1 m^3 luft väger 1293 g.

10. Det är vanligt, att man under en laboration i skolan framställer svaveljärn, FeS, (se figur i exempel i nästa kapitel). Hur många gram svavel skall man ta för att fullständigt förbruka 11 g järn?

11. Hur många procent klor finns det i 30-procentig saltsyra?

12. Hur mycket kopparoxid, CuO, behövs för att framställa 7 g ren koppar?

13. Vid framställning av magnesium kan man bland annat utgå från bränd dolomit (CaO + MgO). Antag att man kan

utvinna magnesiumoxiden för sig. Hur mycket magnesium skulle man då kunna utvinna ur 1 kg magnesiumoxid?

14. Det för kopparframställning viktigaste mineralet är kopparkis, $CuFeS_2$. Kopparkis förekommer i de flesta malmfält med kismalmer (Falun, Sulitelma, Rörås). Hur många kg ren koppar kan utvinnas ut varje ton malm?

15. Vid ett tillfälle var man i behov av 5 g kvicksilver. Då man ej hade något fritt kvicksilver, beslöt man att framställa kvicksilver ur kvicksilveroxid, HgO. Hur många gram kvicksilveroxid behövdes?

16. I skolorna använder man sig ofta av vätgasutvecklingsapparater för att framställning av väte (se figur i uppgift 3 nästa kapitel). Man låter en syra påverka en lämplig metall varvid vätgas frigörs. Vilken syra ger mest väte per gram, saltsyra eller svavelsyra, om man förutsätter att molariteten är den samma hos de båda syrorna?

17. Såväl kaliumklorat, $KClO_3$, som kaliumnitrat, KNO_3, kan lätt avge syre. Vilken av dessa är den billigaste syrebildaren, om kilo-priset är 19kr för kaliumklorat och 14,50 kr för kaliumnitrat? Kaliumnitrat avger syre enligt
$2\ KNO_3 \rightarrow 2\ KNO_2 + O2$
och kaliumklorat enligt
$2\ KClO_3 \rightarrow 2\ KCl + 3\ O_2$.

18. Många malmer är blandningar av olika slags svavelföreningar. Sålunda innehöll en viss malm 20% kopparkis, $CuFeS_2$, samt 80% zinkblände, ZnS. Hur mycket svavel finns i ett ton av malmen?

19. Salpeter, $NaNO_3$, samt ammoniumsulfat, $(NH_4)_2SO_4$, är båda förträffliga konstgödselprodukter. Båda tillför jorden kväve. Vilket ämne ger mest kväve per kg?

20. Man skiljer i huvudsak på två sorters glas;
natronglas, $Na_2O + CaO + 6\ SiO_2$
och kaliglas, $K_2O + CaO + 6\ SiO_2$.
Vilken molekylkombination är tyngst?

21. Följande två mineral, Na_3AlF_6 och $KAlSi_3O_8$, ligger båda till grund för aluminiumframställning. Vilken av de båda mineralen innehåller störst andel aluminium?

22. Hur mycket förlorar ett kg vattenhaltig kopparklorid i vikt, om vattnets avlägsnas? Kopparkloridens formelenhet kan skrivas $CuCl_2 \bullet 2H_2O$.

23. Kalciumklorid, $CaCl_2$, kan med lätthet ta upp vatten och användas för den skull att torka gaser. Hur många kg vatten kan 10 kg kalciumklorid uppta, om varje kalciumkloridmolekyl kan binda 6 vattenmolekyler?

24. Mineralet gips, $CaSO_4 \bullet 2H_2O$, avger vid 120°C 3/4 av krsitallvattnet. Hur mycket lättar härvid 3 kg gips?

25. Formelenheten för järnsulfat, järnvitriol, kan skrivas $FeSO_4 \bullet XH_2O$. Bestäm X då det visar sig att vattenhalten är 45%.

Beräkning av viktsmängder vid kemiska reaktioner

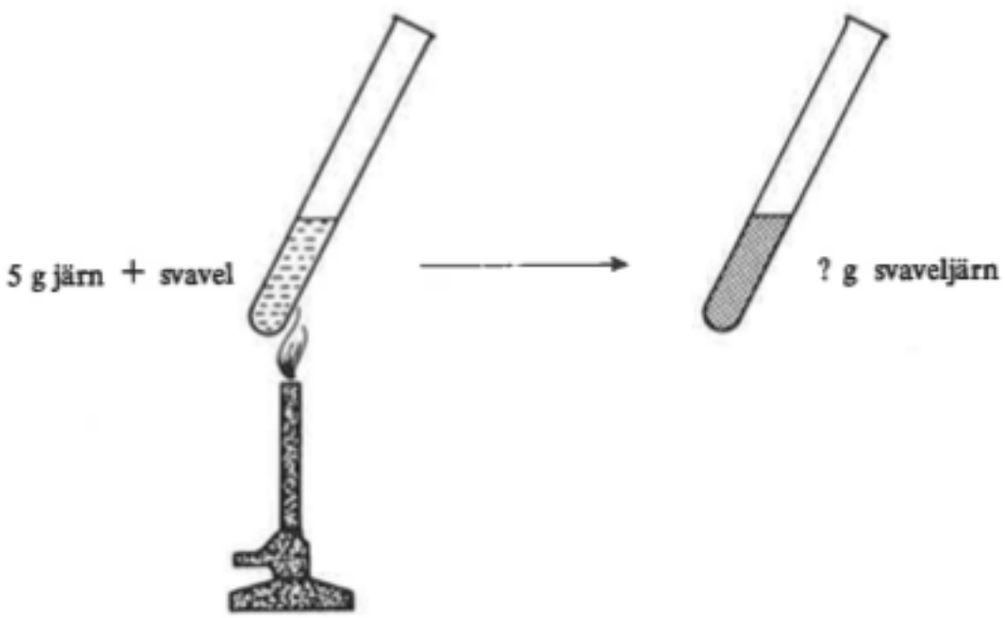
Då det gäller att beräkna de viktsmängder som omsätts vid kemiska reaktioner, är det nödvändigt att den kemiska reaktionsformeln, som ligger till grund för beräkningarna är riktig.

Tillvägagångssättet vid lösning av problem av ovanstående typ illustreras bäst genom lösningar till konkreta exempel.

Exempel 1

Hur många gram svaveljärn, FeS, kan maximalt bildas av 5 g järn?

Det förutsättes, att tillgången på svavel är tillräcklig.



Svavel och järn reagerar med varandra till svaveljärn.

a) Skriv reaktionsformeln och tillfoga de ingående ämnenas atomvikter.

Fe	+	S	->	FeS
55,8 u		32,1 u		87,9 u

Reaktionsformeln, sådan som vi skrivit den, säger oss, att 55,8 u järn tillsammans med 32,1 u svavek ger oss 87,9 u svaveljärn. På så sätt ger 55,8 g järn tillsammans med 32,1 g svavel 87,9 g svaveljärn.

Beräkningarna kan med fördel göras på de ingående ämnenas molvikter.

Alltså skriver vi:

Fe	+	S	->	FeS
55,8 g		32,1 g		87,9 g

b) Komplettera formeln med de masstal du känner samt kall den massa du söker för x g.

Fe	+	S	->	FeS
55,8 g		32,1 g		87,9 g
5 g				x g

Den sökta massan FeS kan nu erhållas på två olika sätt, antingen genom reguladetri eller analogi.

Vi utför båda lösningarna.

c1) Reguladetri

55, 8 g järn kan bilda 87,9 g svaveljärn.

1 g järn kan bilda $\frac{87,9}{55,8}$ g svaveljärn

5 g järn kan bilda $5 \cdot \frac{87,9}{55,8}$ g $\approx$ 7,9 g svaveljärn

c2) Analogi

Om vi utgår från lagen om konstanta viktproportioner ser vi att följande analogi gäller.

$$\frac{55,8}{5} = \frac{87,9}{x}$$

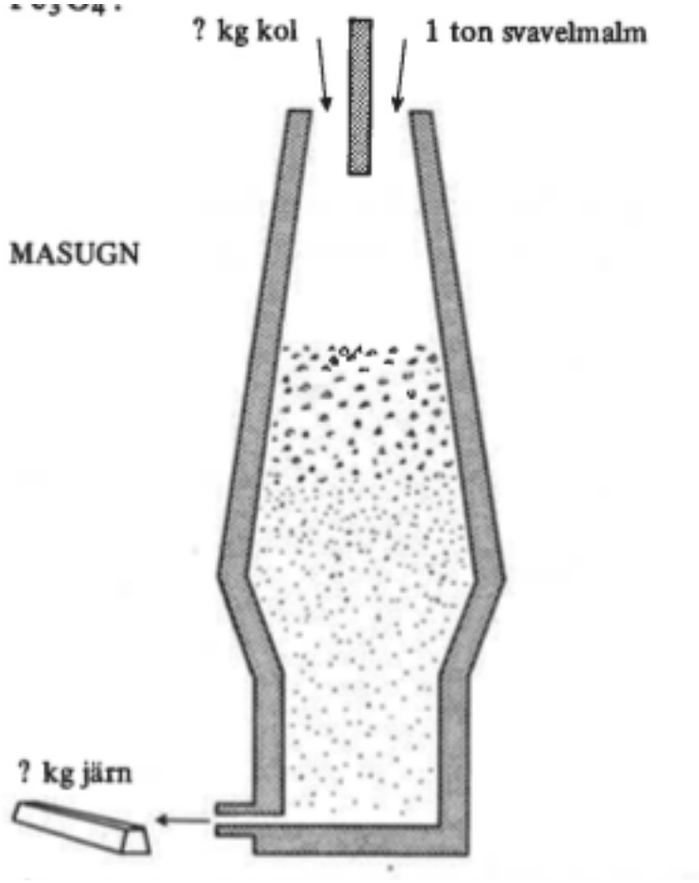
$$x = \frac{87,9 \cdot 5}{55,8}$$

$$x \approx 7,9$$

svar: av 5 g järn kan man maximalt bilda 7,9 g svaveljärn.

Uppgift 1

Hur mycket kol åtgår för att fullständigt reducera 1 ton svartmalm, Fe_3O_4?



a) Skriv upp reaktionsformeln och beräkna med hjälp av atomviktstabellen de erforderliga molvikterna.

b) Komplettera formeln med de kända masstalen och det sökta (x).

Nu kan du erhålla kolets massa (x) på två olika sätt. Använd det räknesätt som du tycker passar bäst.

c1) Reguladetri

Beräkna hur mycket kol som åtgår för att reducera 1 g järnmalm.

Beräkna hur mycket kol som åtgår för att reducera 1 ton järnmalm.

c2) Analogi

$$\frac{järnmalmensmassa}{Fe_3O_4} = \frac{koletsmassa}{2C}$$

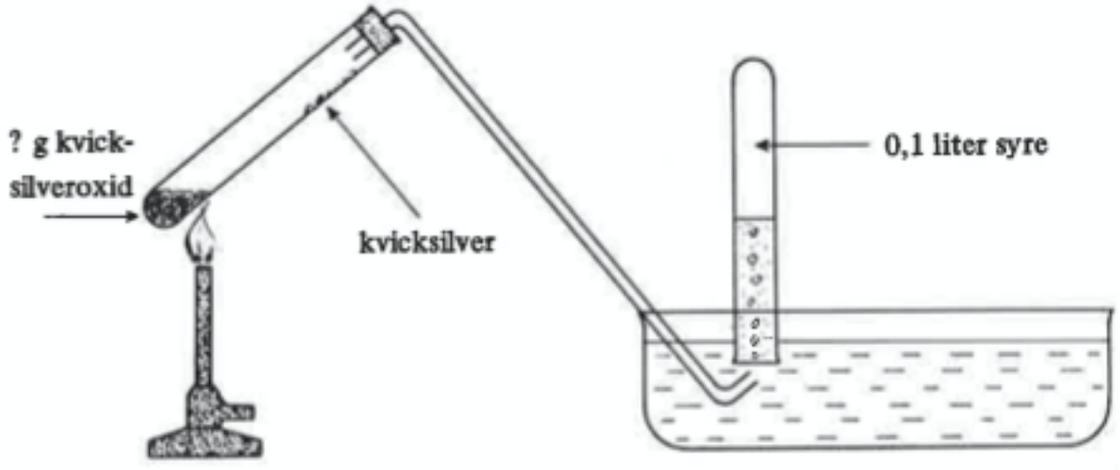
Svar: (kontrollera del- och slutsvar i facit.)

Uppgift 2

Beräkna med ledning av föregående uppgift hur mycket järn som utvinnes vid reduktionen.

Exempel 2

Hur mycket kvicksilveroxid åtgår för att framställa 0,1 liter syrgas vid NTP, om kvicksilveroxidens sönderfaller fullständigt?



a) Skriv reaktionsformeln samt molvikterna.

2HgO	->	2Hg	+	O_2
433,2 g		401,2 g		32 g

Beräkna vikten av 0,1 liter syrgas.

Observera att gasen alltid förekommer som molekyler O_2. En mol molekyler av en gas upptar, som vi tidigare påpekat en volym av 22,4 liter vid NTP. En mol syre, O_2, som väger 32 g intar alltså volymen 22,4 l.

22,4 l syrgas väger 32 g

1 l syrgas väger $\frac{32}{22,4}$ g

0,1 l syrgas väger $0,1 \cdot \frac{32}{22,4}$ g ≈ 0,143 g

0,1 l syrgas väger alltså 0,143 g.

c1) Beräkna på vanligt sätt den mängd kvicksilveroxid, som ger oss 0,143 g syre.

2HgO	->	2Hg	+	O_2
433,2 g		401,2 g		32 g
x g				0,143 g

Analogi.

$$\frac{433{,}2}{x} = \frac{32}{0{,}143}$$

x ≈ 1,94 eller x ≈ 2

c2) En betydligt enklare lösning får, om man resonerar på följande sätt: Med utgångspunkt från att molvikten för syre är 32 g och motsvarar 22,4 l kan den sökta mängden direkt beräknas.

2HgO	->	2Hg	+	O_2
433,2 g				22,4 l
x g				0,1 l

Analogi.

$$\frac{433{,}2}{x} = \frac{22{,}4}{0{,}1}$$

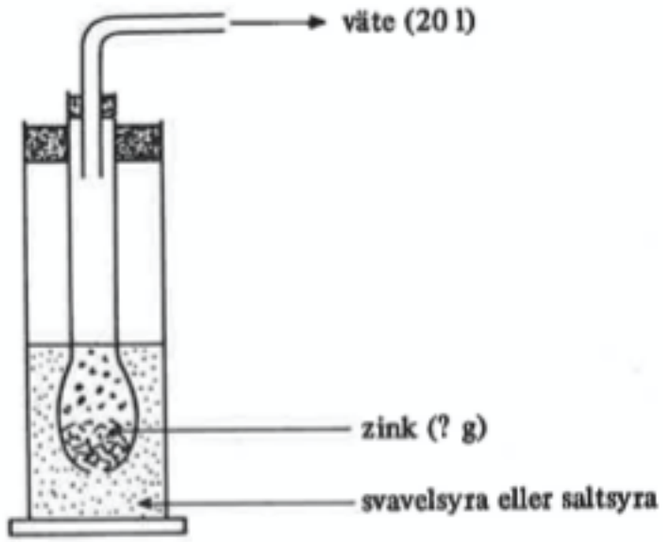
$$x = \frac{433{,}2 \cdot 0{,}1}{22{,}4}$$

x ≈ 1,94 eller x ≈ 2

Svar: 2 g kvicksilver åtgår för att framställa 0,1 liter syrgas om kvicksilveroxiden sönderfaller fullständigt.

Uppgift 3

Hur många gram zink åtgår för att med hjälp av svavelsyra framställa 20 liter vätgas vid NTP?



Gasutvecklingsapparat.

a) Skriv upp reaktionsformeln och tillfoga de aktuella molvikterna.

b) Beräkna vikten av 20 liter vätgas, då du vet at en mol vätgas, 2 g, intar volymen 22,4 liter.

c) Beräkna på vanligt sätt den mängd zink som krävs för att framställa den under b) framräknade mängden väte.

Svar: (Del- och slutsvar kontrolleras i facit.)

Uppgift 4

Genomför beräkningarna för det fall då syran i uppgift 3 i stället varit saltsyra.

Blandade uppgifter

5. Kopparoxid reduceras ofta med hjälp av vätgas. Vätgasen passerar över uppvärmd kopparoxid, varvid syret rivs bort

från oxiden och i stället förenar sig med vätet och bildar vatten. Hur mycket vatten bildas vid fullständig reduktion av 10 g kopparoxid, CuO?

6. Kalciumoxid framställs genom att kalciumkarbonat bränns i en så kallad kalkugn vid c:a 1000°C. Kalciumoxiden används bland annat vid beredning av murbruk. Hur mycket kalciumoxid utvinns per ton karbonat.

7. Blyoxiden reduceras enligt följande:

$2\ PbO + C \rightarrow 2\ Pb + CO_2$

Hur mycket rent bly kan erhållas ur 1 kg av oxiden och hur mycket kol går det då åt?

8. Zink framställ ur zinkblände, ZnS. Föreklat kan man säga att framställningen går till så här: Man upphettar zinkblände och tillför samtidigt syre. Då bildas svaveldioxid och zinken blir fri.

Beräkna

a) hur mycket zink som kan framställas ur 1 ton zinkblände,

b) hur mycket syre som går åt till detta,

c) hur mycket svaveldioxid som bildas.

9. Järn utvinns bland annat ur järnmalmen hematit, Fe2O3, genom att oxiden reduceras med hjälp av kol. Då bildas rent järn och kol-mono-oxid. Hur mycket kol går det åt för att reducera ett ton hematit?

10. Natriumkarbonat eller soda, Na_2CO_3, används vid framställning av glas och tvål. natriumkarbonat framställs enklast genom att koldioxid inleds i natriumhydroxid. hur mycket natriumhydroxid skall det minst finnas i den lösning, ur vilken man vill kristallisera 1 kg soda?

11. Vid murning används murbruk som bindemedel. Murbruket, som består av släckt kalk, sand och vatten, tar då det torkar upp, koldioxid ur luften och bildar kalciumkarbonat.

$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H2O$

Hur mycket koldioxid hämtas ur luften för att 500kg murbruk ska stelna?

12. Kopparsulfat, $CuSO_4$, används som bad vid elektrolytisk utfällning av koppar. Det används dessutom som träimpregneringsmedel och som besprutningsmedel för fruktträd. Kopparsulfatet framställs genom att koppar löses upp i koncentrerad svavelsyra.

$Cu + 2\ H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2\ H_2O + SO_2$

Hur mycket koppar behövs för att bilda 1 kg vettenfritt kopparsulfat?

13. Hur mycket natriumhydroxid fanns i en lösning, om 35 g koksalt kunde utvinnas ur den vid neutralisation av saltsyra?

14. Kaliumnitrat eller salpeter, KNO_3, används som oxidationsmedel i svartkrut. Salpeter är dessutom ett utmärkt

konstgödselmedel, då det tillför växterna både kalium och kväve. Kaliumnitrat framställs genom att varma lösningar av klorkalium, KCl, och natriumnitrat, $NaNO_3$, blandas. Hur mycket av de båda ämnena krävs för att framställa 100 kg salpeter?

15. Hur många liter väte kan erhållas om 6 g magnesium fullständigt förbruka i en syra?

16. Kaliumkarbonat eller pottaska, K_2CO_3, framställdes förr ur vedaska. Numera erhålls det på liknande sätt som natriumkarbonat (se uppgift 10). Pottaska är ett rå material vi glasframställning. Hur många liter koldioxid krävs för att bilda 1 kg pottaska?

17. Väteperoxid, H_2O_2, har stor praktisk användning. Den kan bland annat användas till att oskadliggöra utströmmande klor. Hur mycket väteperoxid åtgår för att oskadliggöra 112 liter klor?

18. Vid en temperatur av ca 500°C kan man få de båda gaserna kväve och väte att förena sig med varandra och bilda ammoniak, NH_3. Hur många liter vätgas åtgår för att bilda 200 l NH_3?

19. Väte kan framställas genom att vattenånga leds fram över glödande järn, varvid även järnoxid, Fe_3O_4, bildas. Hur mycket vattenånga förbrukas vid utvinnandet av 2240 liter vätgas? Endast 10% av den förbipasserande vattenångan deltar i reaktionen.

20. Hur mycket magnesium och hur mycket 25-procentig saltsyra åtgår för att framställa 100 liter vätgas?

21. Med jäsning menar man i allmänhet den process, vif vilken en sockerart sönderdelas i alkohol och koldioxid. Reaktionen kan i något förneklad form skrivas:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + CO_2$

Hur mycket alkohol kan utvinnas ur varje kg socker?

22. Tvål är egentligen ett natriumsalt. Det bildas genom att natronlut kokas tillsammans med en fettsyra. Hur mycket natriumhydroxid åtgår för att fullständigt förtvåla 1 hg stearinsyra, $C_{17}H_{35}COOH$, och hur mycket tvål utvinnes härvid?

23. Byter man natriumhydroxiden i föregående exempel mot kaliumhydroxid erhåller man istället såpa. Hur mycket såpa kan mest bildas av i kg kaliumhydroxid? Välj själv lämplig fettsyra.

24. Acetylen är ett inom organiska kemin mycket viktigt ämne. Det används bland annat som råmaterial vid framställning av många organiska produkter. Acetylengasen, som är mycket explosiv, förvaras i tuber innehållande en massa, som suger upp gasen och gör den transportofarlig. Acetylen framställs genom at kalciumkarbid får reagera med vatten. Hur många liter acetylen kan 1 kg karbid bilda?

Lösningars halt

I den praktiska kemin använder man i många fall vattenlösningar av ämnen. Man har sålunda sällan bruk av gasen klorväte, HCl, men ofta av gasens vattenlösning, saltsyra.

Ju fler HCl-molekyler som leds ned och löses i vattnet, desto starkare blir syran. Den starka saltsyran har vad man kallar *högre halt* klorväte än den svaga syran.

Halten av klorväte kan anges på så sätt, att man talar om hur många lösta HCl-molekyler som lösningen innehåller per liter. Men det har redan påpekats, att det är olämpligt att ange molekylernas antal i enheten st. En bättre anpassad enhet härför är *molen*. En mol = $6{,}023 \cdot 10^{23}$ st.

Om man lyckas lösa HCl-molekylerna i vatten till ett sådant antal, att *lösningen per liter* kommer att innehålla *1 mol*, $6{,}023 \cdot 10^{23}$ st, säges saltsyran vara *en-molar*, 1M.

Givetvis räknar man inte molekylerna utan istället väger man upp det ämne som skall lösas i lösningsmedlet, vatten eller liknande. Man vet ju att en mol av ett ämne väger lika många gram som formelvikten anger.

Ex. Antag att man vill åstadkomma en koksaltlösning som är en-molar, d.v.s innehåller 1 mol NaCl per liter.

Koksalt, NaCl, har formelvikten (23 u + 35,5 u) = 58,5 u.

En mol koksalt väger då 58,5 g. Om man nu löser denna mol i vatten, så att den slutliga volymen uppgår till en liter, har man fått en en-molar koksaltlösning och på flaskan skriver man: 1 M koksaltlösning.

Hade man istället velat ha en 3-molar koksaltlösning, hade man tagit 3 · 58,5 g koksalt och löst det i vatten till volymen 1 liter.

Lösningsmedlet behöver naturligtvis ej utgöras av vatten, även om detta är det vanligaste lösningsmedlet.

Här ska nu presenteras tre olika typer av uppgifter, som belyser detta avsnittet.

I. Hur mycket ren substans innehåller en lösning?

Exempel 1

Hur mycket koksalt finns löst i en liter 3-molar koksaltlösning?

a) Skriv upp formeln för koksalt och anteckna dess molvikt.

NaCl 58,5 g

b) Beräkna antalet moler.
Lösningen var 3-molar, vilket innebär att det finns 3 moler löst ämne per liter. Här är volymen i liter varför lösningen innehåller 3 moler.

c) Beräkna vikten av det lösta ämnet.
1 mol koksalt väger 58,5 g
3 moler koksalt väger 3 · 58,5 g = 175,5 g

Svar: Lösningen innehåller 175,5 g koksalt.

Exempel 2

Hur mycket rent koksalt innehåller 2,5 liter 3,2 -molar koksaltlösning?

a) Skriv upp formeln för koksalt och anteckna dess molvikt.

NaCl 58,5 g

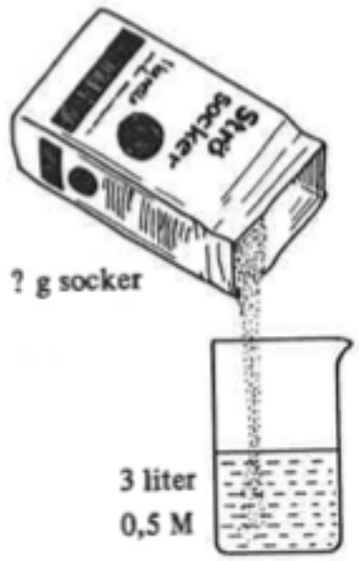
b) Beräkna det antal moler koksalt, som lösningen innehåller.
Lösningen är 3,2-molar, dvs den innehåller 3,2 moler koksalt per liter.
2,5 liter innehåller således 2,5 · 58,5 g = 468 g

Svar: Lösningen innehåller 468 g koksalt.

Man erhåller alltså mängden ren substans i lösningen genom att utföra multiplikationen:
det lösta ämnets molvikt · molariteten · volymen i liter

Uppgift 1

Hur många gram rörsocker, $C_{12}H_{22}O_{11}$, krävs för att göra 3 liter sockerlösning med molariteten 0,5?



Skriv upp formeln och anteckna molvikten.

c) Beräkna antalet moler.

d) Beräkna vikten hos det lösta ämnet.

Svar: (Kontrollera del- och slutsvar i facit.)

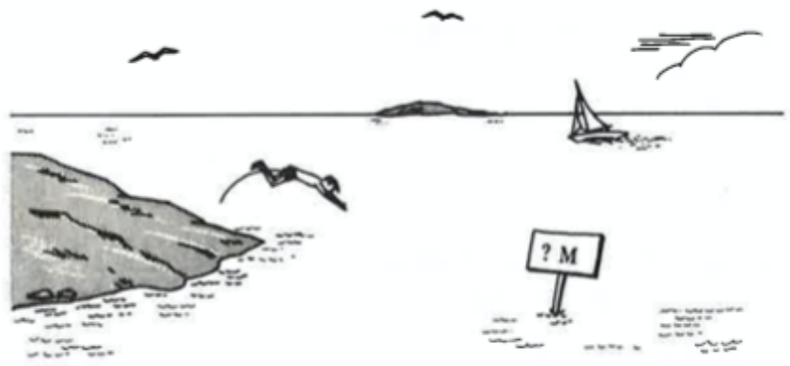
Uppgift 2

Hur många gram natriumhydroxid, NaOH, finns löst i 75 ml 2 molar natronlut?

II. Beräkning av molariteten hos en lösning

Exempel 3

Havsvatten har en salthalt av 3%. Uttryckt halten i mol/liter. Räkna med att en liter havsvatten väger 1000 g.



Beräkna mängden löst salt per liter.

3% av 1000 g = $\frac{3 \cdot 1000}{100}$ = 30 g

e) Skriv upp formeln för koksalt och tillfoga molvikten.

NaCl 58,5 g

f) Beräkna molariteten.

1 mol koksalt väger 58,5 g.

Således utgör 30 g koksalt $\frac{30}{58,5}$ mol/ liter ≈ 0,5 mol/liter

Svar: 0,5 mol/liter eller 0,5 M.

Uppgift 3

En 2-procentig lösning av natriumklorat, $NaClO_3$, används som ogräsbekämpningsmedel. Beräkna molariteten. En liter av lösningen beräknas väga 1000 g.

a) Beräkna mängden löst salt per liter.

b) Skriv upp formeln för natriumklorat och tillfoga molvikten.

c) Beräkna molariteten (M).

$$\text{Molariteten} = \frac{\text{mängden rent ämne i gram}}{\text{detlösta ämnets molvikt} \cdot \text{volymen i liter}}$$

Svar: (Kontrollera del- och slutsvar i facit.)

Uppgift 4

5 g natriumkarbonat, $NaHCO_3$, löses i vatten, varefter lösningen späds till 250 ml. Beräkna molariteten.

a) Beräkna mängden löst salt per liter.

b) Skriv upp formeln för saltet och tillfoga molvikten.

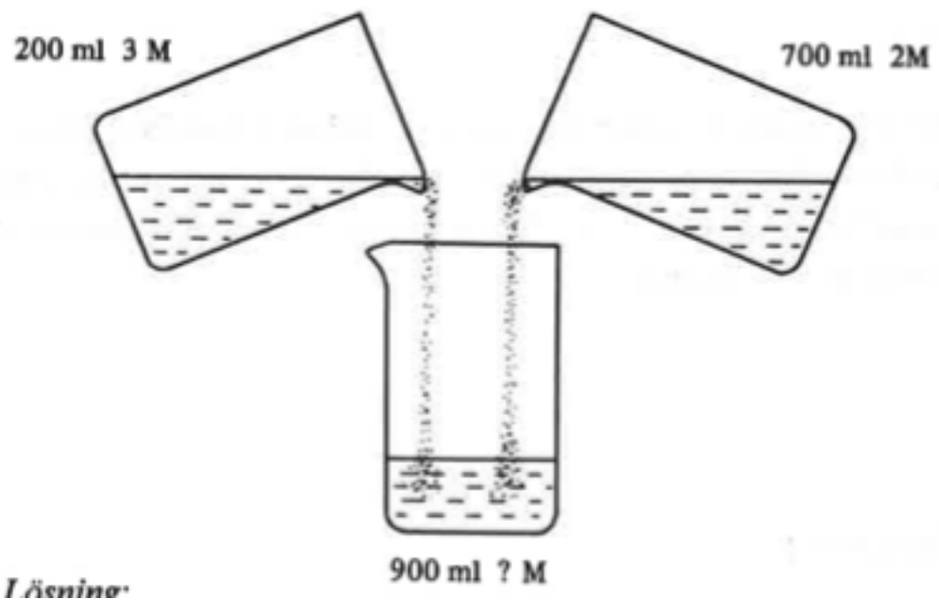
c) Beräkna molariteten (se föregående uppgift).

d) $M = \frac{\text{mängden rent ämne i gram}}{\text{detlösta ämnets molvikt} \cdot \text{volymen i liter}}$

Exempel 4

200 ml 3-molar saltsyra blandas med 700 ml 2-molar saltsyra. Vilken molaritet erhåller blandningen?

Volym i liter	·	Halt i mol/liter	=	Antalet moler
0,2	·	3	=	0,6
+ 0,7	·	2	=	+ 1,4
0,9		x		2



Lösning:

Lösning:

Då vi nu känner den totala volymen av blandningen och antalet moler som den innehåller, kan vi åter tillämpa ovanstående formel för att beräkna blandningens molaritet (halt) som vi kallar för x.

Volym i liter	·	Halt i mol/liter	=	Antalet moler
.....	·	.....	=	.....
+	·	.....	=	+
.....		x		.....

$0{,}9 \cdot x = 2{,}0$

$x = 2{,}222\ldots$

Svar: 2,2 mol/liter.

Uppgift 5

300 ml 1,5-molar svavelsyra blandas med lika mycket 1,2-molar svavelsyra. Vilken molaritet erhåller blandningen?

Svar: (Se facit.)

Uppgift 6

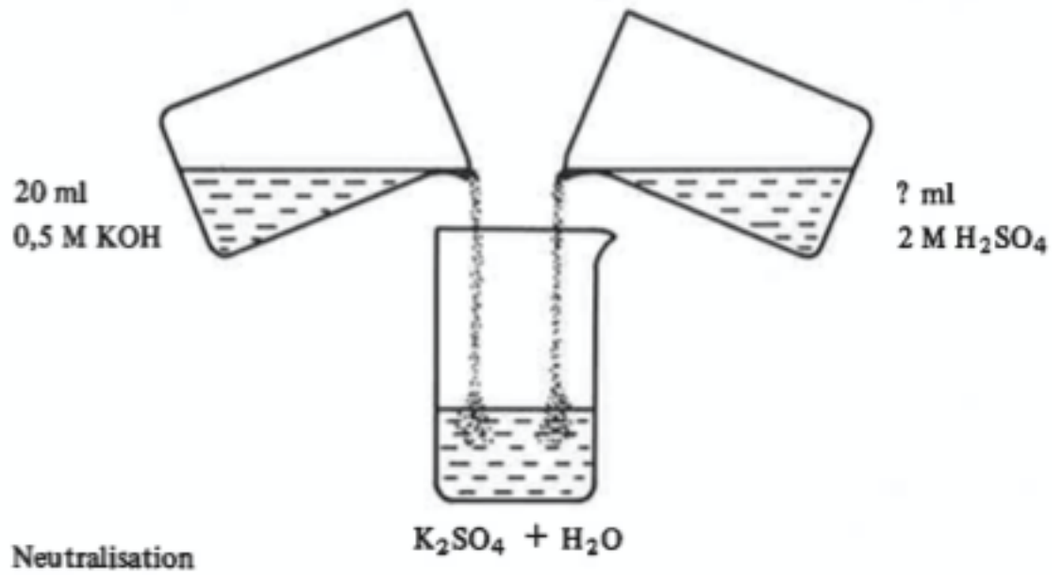
200 ml 1-molar svavelsyra blandas med 300 ml 1,4-molar saltsyra. Beräkna halten vätejoner uttryckt i mol/liter. Syrorna antas fullständigt protolyserade. Observera att för varje svavelsyramolekyl som protolyseras så frigörs två vätejoner, H^+.

III. Titrering

Exempel 5

Det förekommer ofta problem av följande lydelse:

Hur många ml 2-molar svavelsyra åtgår för att neutralisera 20 ml 0,5-molar kaliumhydroxidlösning?



Lösningsmetod 1.

a) Skriv upp reaktionsformeln

$H_2SO_4 + 2\ KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2\ H_2O$

b) Beräkna antalet moler kaliumhydroxid, som deltar i reaktionen.

molariteten	·	volymen i liter	=	antalet moler

H_2SO_4	+	2 KOH	->	K_2SO_4	+	2 H_2O
1 moler		2 moler				
x liter · 2 moler		0,020 l · 0,5 moler				

0,5	·	0,020	=	0,010 moler

c) Beräkna antalet moler svavelsyra som neutraliseras. Formeln säger oss, att varje molekyl H_2SO_4 reagerar med två molekyler KOH.

Antalet moler svavelsyra = $\frac{0{,}010}{2}$ = 0,005 moler svavelsyra.

d) Beräkna den mängd 2-molar svavelsyra som innehåller 0,005 moler ren svavelsyra.

molariteten	· volymen i liter	= antalet moler
2	· x	= 0,005

Ekvation:

$2 \cdot x = 0{,}005$

$x = \frac{0{,}005}{2}$

$x = 0{,}0025$

Svar: Det åtgår 0,0025 l eller 2,5 ml svavelsyra.

Lösningsmetod 2.

Lösning av problemet kan ske direkt med hjälp av formeln. Antag som förut att det åtgår x liter 2-molar svavelsyra.

Ekvation:

$$\frac{1}{2x} = \frac{2}{0{,}010}$$

$4x = 0{,}010$

$x = 0{,}0025$

Svar: 0,0025 liter eller 2,5 ml.

Uppgift 7

Hur många liter 1,2-molar saltsyra åtgår för att neutralisera 20 ml 0,1-molar kalciumhydroxid?

Lösningsmetod 1.

a) Skriv upp reaktionsformeln.

b) Beräkna antalet moler kalciumhydroxid som deltar i reaktionen.

c) Beräkna antalet moler saltsyra som neutraliseras.

d) Beräkna den mängd 1,2-molar saltsyra som innehåller det framräknade antalet moler kalciumhydroxid.

Svar: (Kontrollera del- och slutsvar i facit.)

Uppgift 8

Hur många ml 0,025-molar H_3PO_4 erfordras för att neutralisera 25 ml 0,01-molar $Ca(OH)_2$?

Blandade uppgifter

9. Vilken blir molariteten om 79 g kaliumpermanganat, $KMnO_4$, löses i vatten till volymen 1 liter?

10. Vilken blir molariteten om 20,2 g salpeter, KNO_3, Löses i vatten till volymen 250 ml?

11. Bariumsulfat, $BaSO_4$, är ett mycket svårlösligt salt. I en liter vatten lyckas man endast lösa 2 mg av saltet. Vilken molaritet har i så fall en mättad bariumsulfatlösning?

12. Hur många gram H_3N är löst i 400ml 5-molar ammoniak?

13. Hur många gram koksalt kan utvinnas ur 70 ml 2-molar koksaltlösning?

14. Salthalten i havet är ungefär 0,5 mol/liter. Hur många gram koksalt kan utvinnas ur varje m^3 havsvatten?

15. Hur många gram natriumhydroxid innehåller 3,7 liter 3-molar lösning?

16. Hur mycket blynitrat kan man utvinna ur 20 ml 2-molar blynitratlösning?

17. 25 ml 3-molar kopparsulfatlösning ställs till indunstning. Hur många gram kopparsulfat av typen $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ kan man beräkna att utvinna? (Det finns fem vattenmolekyler ”kopplade” till varje kopparsulfat)

18. Silvernitrat är löst i vatten till molariteten 3. Hur många mg salt innehåller 1 cm^3 av lösningen?

19. Hur mycket 96-procentig alkohol åtgår om man vill åstadkomma 1 liter vätska med sprithalten 42%?

20. Hur många gram koksalt innehåller 100 ml 12-procentig koksaltlösning, vars densitet är 1,10 g/cm^3?

21. Vilken blir koncentrationen natriumjoner uttryckt i mol/liter om 100 g natriumsulfat fullständigt löses i vatten till volymen 1 liter?

22. Vilken blir molariteten kloridjoner, om i en lösning med volymen en liter finns löst 20 g NaCl och 30 g $CaCl_2$? Båda ämnena anses vara fullständigt sönderdelade i joner.

23. Beräkna vätejonerkoncentrationen uttryckt i mol/liter om 30 ml 2-molar svavelsyra blandas med 35 ml 4-molar saltsyra.

24. Vilken blir molariteten vätejoner hos en blandning bestående av 3 liter 2-molar svavelsyra och 5 liter 4-molar saltsyra?

25. Beräkna molariteten hos en blandning som innehåller 3,5 liter 1-molar KNO_3 och 2,5 liter 2-molar KNO_3.

26. Vilken blir molariteten hos en blandning av 200 ml 1,2

Beräkning av formeln för kemisk förening

Det är ofta nödvändigt för kemisten att känna formeln för en kemisk förening, eftersom formeln ligger till grund för fortsatta beräkningar. I formeln anges antalet atomer hos de olika i föreningen ingående grundämnena och därmed de olika ämnenas andelar av föreningen.

Följande gäller:

1. *Viktsammansättningen hos en kemisk förening är alltid konstant.*
   Ex. Dikopparsulfiden, Cu_2S, innehåller alltid 79,9% koppar och 20,1% svavel vare sig vi räknar på en molekyl eller vi räknar på 1 kg dikopparsulfid.

2. *Förhållandet mellan de ingående grundämnenas atomantal kan uttryckas med små hela tal.*
   Ex. I vattenmolekylen, H_2O, förhåller sig antalet syreatomer till antalet väteatomer som 1 : 2. För svavelsyramolekylen, H_2SO_4, gäller H : S : O som 2 : 1 : 4.

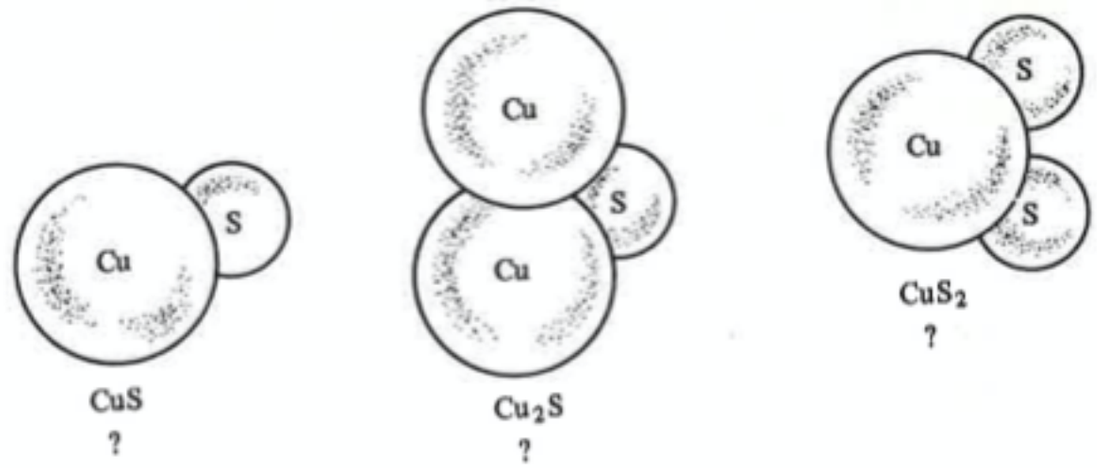
När man skall ta reda på en kemsik förenings sammansättning och formel, kan man använda ett par olika metoder.

Metod I.

Ofta vet man hur många viktprocent de olika ämnena utgör av den kemiska föreningen. Följande exempel bygger på detta.

Exempel 1

En kemisk förening bestående av koppar och svavel befanns innehålla 20 % svavel och 80 % koppar. Vilken var den kemiska föreningens formel?



Skriv upp föreningens formel med indextalen x och y.
Cu_xS_y

a) Tag reda på de ingående ämnenas molvikter.
   1 mol koppar väger 63,5 g
   1 mol svavel väger 32,1 g

b) Beräkna antalet moler av de olika ämnena. Räkna på 100 gram.
   100 g svavelkoppar innehåller 80 g koppar = $\frac{80}{63,5} = 1,25$

moler

100 g svavelkoppar innehåller 20g svavel = $\frac{20}{32,1}$ = 0,63

moler

c) Teckna förhållandet mellan de ingående ämnenas massa uttryckt i moler.

x : y = 1,25 : 0,63

Dividera samtliga tal i högra ledet med det minsta talet.

x : y = $\frac{1,25}{0,63} : \frac{0,63}{0,63}$

x : y = 2 : 1 som ger x = 2 och y = 1

Svar: Svavelkopparens formel kan skrivas Cu_2S.

Uppgift 1

En förening mellan ämnena väte, kol och syre har följande procentiska sammansättning: Väte 3,2 %, kol 19,3 %och syre 77,5 %.
Sök med ledning härav föreningens kemiska formel.

a) Skriv upp föreningens formel med indextalen x, y och z.

b) Tag reda på de ingående ämnenas molvikter.

c) Beräkna antalet moler av de olika ämnena. Räknat på 100 gram.

d) Teckna förhållandet mellan de ingående ämnenas massa uttryck i moler. Dividera sedan samtliga tal i höger led med det minsta talet.

Svar: (Del- och slutsvar kontrolleras i facit.)

Uppgift 2

Sök den kemiska formeln för följande föreningar om den procentiska sammansättningen är

a) Väte 1,25 %
brom 98,75 %

b) silver 87,1 %
svavel 12,9 %

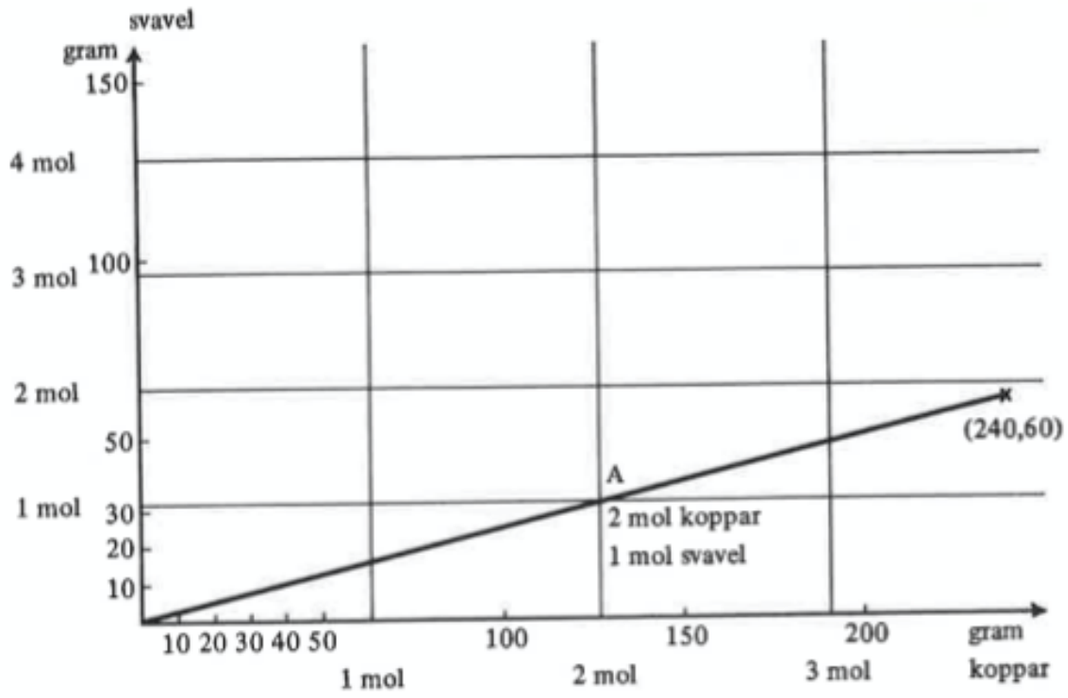
c) silver 63,5 %
kväve 8,3 %
syre 28,2 %

Metod II.

I detta fall, då en kemis förenings beståndsdelar är givna i enheten gram, kan följande grafiska metod användas:

Exempel 2

Vid analys av 300 g av en svavelkopparförening befanns 240 g utgöra koppar och resten svavel. Vilken är svavelkopparens kemiska formel?



a) Rita upp ett diagram, där en axel kallas ”kopparaxel” och den andra ”svavelaxel”. Gradera de båda axlarna med såväl gram som mol.

b) Lägg in punkten 240 g koppar; 60 g svavel).

c) Sammanbind denna punkt med origo (axlarnas skärningspunkt).
Vi finner då att linjen går genom punkten A (se fig.), som motsvarar 2 mol koppar och 1 mol svavel. Detta ger sambandet Cu_2S.

Svar: Svavelkopparens kemiska formel är Cu_2S.

Linjen kan även användas för att direkt konstatera hur många gram svavel som åtgår för att binda en bestämd mängd koppar och vice versa.

På grund av att diagrammet enbart har två axlar, är denna lösningsmetod fördelaktig endast vid föreningar bestående av två grundämnen.

Uppgift 3

Vid analys av ett ämne befanns det bestå av 280 gram koppar och 35,2 g syre. Bestäm ämnets kemiska formel.

a) Rita upp ett diagram med en ”kopparaxel” och en ”syreaxel”. Gradera i såväl gram som mol

b) Lägg in punkten (280 gram koppar; 35,3 gram syre).

c) Drag linjen som går genom punkten och origo. Sök därefter skärningspunkten mellan linjen och någon av diagrammets ”molpunkter”.

Svar: (Se facit.)

Blandade uppgifter

4. Sök den kemiska formeln för följande föreningar om den procentiska sammansättningen är:

a) kalcium 51 %
fluor 49 %

b) järn 69,8 %
syre 30,2 %

c) fosfor 43,7 %
syre 56,3 %

d) natrium 32,8 %
aluminium 13 %
fluor 54,2 %

e) kol 44,5 %
väte 6,2 %
syre 49,3 %

f) koppar 40 %
svavel 20 %
syre 40 %

5. Bestäm den kemiska formeln för följande ämnen. Värdena är erhållna genom analys av ämnesprov. Använd grafisk lösningsmetod.

a) 7,8 g kalium
7,1 g klor

b) 24,4 g antimon
9,7 g svavel

c) 354 g kobolt
256 g svavel

d) 1,1 kg mangan
640 g syre

e) 28,8 g kol
66 l väte

f) 42 g kol
78,4 l syre

6. Fosgen är en av de farligaste stridsgaserna. Vilken formel har dess molekyl, om man vid analys av ett prov fann 1 g kol, 1,6 g syre och 7,1 g klor.

7. Kvartssanden, som används till glasframställning är en kiseloxid. Vilken är dess sammansättning, om 100 g kiseloxid innehåller 46,7 g kisel?

8. Karbamid eller urinämne används som gödselmedel och vid framställning av karbamidplaster. Vilken är karbamidens kemiska formel då dess procentiska sammansättning är: kol 20 %, syre 26,7 % och NH2 53,3 %?

9. Glykol används ofta som tillsats i kylarvätska för att sänka vattnets fryspunkt. Beräkna den kemiska formeln om följande procentiska sammansättning gäller: kol 38,7 %, väte 6,4 % och OH 54,9%.

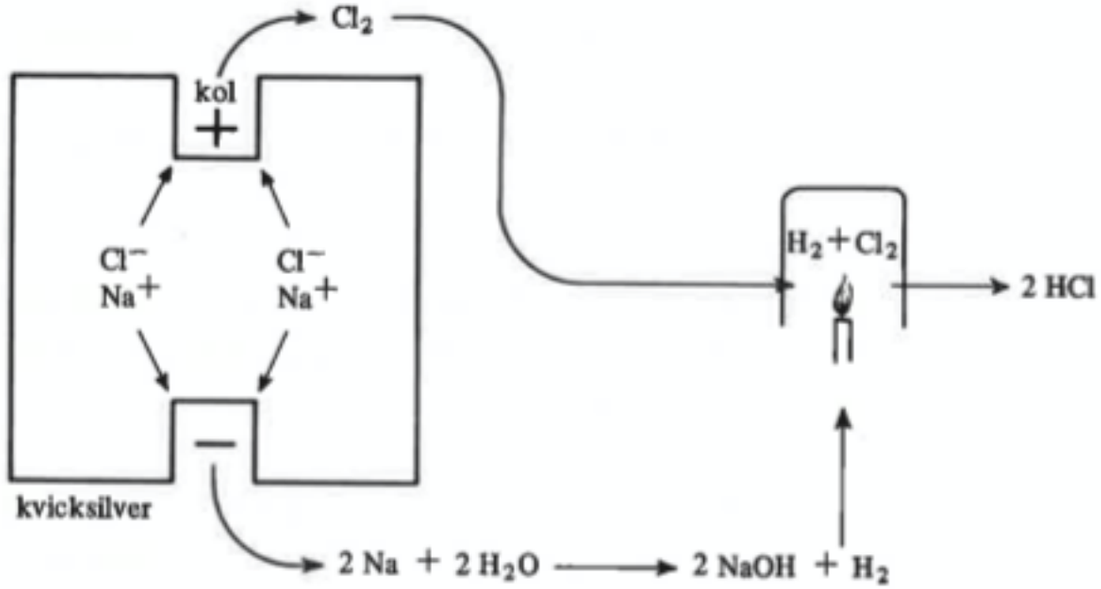
10. Acetylen som fått stor betydelse i samband med gassvetsning, framställs ur kalciumkarbid. 64 g karbid ger 22,4 liter acetylen. Beräkna formeln för karbid.

11. Guldklorid används inom fotograferingstekniken. Om den fotografiska bilden nedläggs i guldkloridlösning, erhålls en kopia som är bruntonig beroende på att guld utfällts. Vilken formel har guldklorid, då 6 g guld utfälls ur 9,24 g guldklorid?

12. Nyputsade silverföremål blir efter någon tid överdragna

Praktiska tillämpningar

Elektro Kemiska AB i Bohus



Vid Elektro Kemiska Aktiebolaget i Bohus använder man sig av koksalt, NaCl, som råvara.

Koksaltet löses i vatten varvid det sönderdelas i Na^+-joner och Cl^--joner.

Lösningen elektrolyseras mellan en kol-anod och en kvicksilver- katod.

Anodreaktion: $2\ Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2\ e^-$

Katodreaktion: $2\ Na^+ + 2\ e^- \rightarrow 2\ Na$

Vid anoden bildas *klorgas*.

Natriet reagerar omedelbart med vattnet, varvid *natriumhydroxid* bildas tillsammans med *vätgas*:

$2\ Na + 2\ H_2O \rightarrow 2\ NaOH + H_2$

Vätgasen kan sedan förbrännas i klorgasen. Härvid bildas klorvätegas:

$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2\ HCl$

Klorvätegasen löses i vatten varvid *saltsyra* bildas.

Slutprodukter blir alltså *klorgas, vätgas, natriumhydroxid och saltsyra*.

Lös följande uppgifter:

1. Beräkna molekylvikterna för H_2, Cl_2, HCl och NaOH.
2. Hur mycket natriumhydroxid kan utvinnas ur 1 ton koksalt?
3. Hur många liter klorgas kan man utvinna ur 1 ton koksalt?
4. Hur många liter vätgas bildas, då natriet som erhållits ur 1 ton koksalt reagerar med vatten?
5. Vilket är det mest lönande att sälja, klorvätegas eller klorgas, om priset för klorvätegas är dubbelt så högt per liter som för klorgasen? Bortse från vatten kostnaden.

6. Klorvätegasen löser sig med lätthet i vatten. I en mättad HCl-lösning utgör klovätet 42 % (Viktprocent). Beräkna molariteten.

7. Hur många liter klorvätegas finns lösta i en liter 7-molar saltsyra?

8. Vätgasen förbrinner i klorgas med en hastighet av 2 g/minut. Hur många liter klorgas skall under varje minut släppas fram för att göra klorvätegasframställningen så ekonomisk som möjligt?

9. Vid ett tillfälle ville man framställa 2240 liter klorgas.

a) Hur många kg natriumhydroxid erhölls samtidigt?

Syre kväve	hämtade direkt från luften
väte koloxid koldioxid	framställda ur bergolja

b) Hur mycket väger den klorvätegas, som finns i en 50 liter 6-molar saltsyra?

1.	väte	+	kväve	->	ammoniak
	$3\ H_2$	+	N_2	->	$2\ NH_3$
2.	ammoniak	+	syre	->	salpetersyra + vatten
	NH_3	+	$2\ O_2$	->	HNO_3 + H_2O
3.	salpetersyra	+	ammoniak	->	ammoniumnitrat
	HNO_3	+	NH_3	->	NH_4NO_3
4.	ammoniak	+	koldioxid	->	karbamid + vatten
	$2\ NH_3$	+	CO_2	->	$(NH_2)_2CO$ + H_2O
5.	Koloxid	+	väte	->	metanol
	CO	+	H_2	->	CH_3OH
6.	metanol	->	formaldehyd	+	väte
	CH_3OH	->	HCHO	+	H_2

Reaktioner mellan gaser och gasprodukter

Inom de tekniska kemin rör man sig i allmänhet med mycket få utgångsämnen. Ämnena är dessutom oftast i gasform, eftersom det är relativt lätt att ren-framställa gaser.

Låt oss se vad man kan åstad komma med hjälp av följande ämnen, samtliga i gasform:

Utgångsämnen:

Produkter

Lös följande uppgifter med hjälp av ovan givna reaktionsformler.

1. Hur många liter kvävgas åtgår för att binda 300 liter vätgas till ammoniak och vad kommer ammoniaken att väga?

2. Rita en figur som åskådliggör reaktion nr 1, där väte och kväve bildar ammoniak. Rita förslagsvis varje molekyl med en ring. Hur många molekyler utgör utgångsämnena? Hur många molekyler utgör slutprodukten?

3. Hur mycket salpetersyra kan man erhålla ur 34 kg ammoniak?

4. Hur många liter syrgas åtgår för att bilda 1 kg salpetersyra?

5. Hur mycket salpetersyra och ammoniak åtgår för att bilda 100kg ammoniumnitrat?

6. Hur mycket väger ammoniumjonerna i 10 kg ammoniumnitrat?

7. Hur mycket ammoniak åtgår för att framställa 10 kg karbamid?

8. Hur många liter vätgas förbrukas vid framställning av 10 kg metanol?

9. Hur mycket metanol kan framställas med hjälp av 896 liter koloxid?

10. Hur många liter vätgas åtgår för att framställa 12,8 kg metanol?

11. Hur många gram 50-procentig metanol åtgår för att bilda 20 g formaldehyd och hur många liter vätgas frigörs härvid?

Svar och anvisningar

Den kemiska formelns kvantitativa betydelse

1.

a) Den kemiska formeln är H_2SO_4

$2 \cdot 1\text{ u} + 32{,}1\text{ u} + 4 \cdot 16\text{ u}$

H_2SO_4

b) vätets massa = 2 u

svavlets massa = 32,1 u

syrets massa = 64 u

svavelsyramolekylens massa = 2 u + 32,1 u + 64 u = 98,1 u

c) väte: $\frac{2\text{ H}}{H_2SO_4} = \frac{2\text{ u}}{98{,}1\text{ u}}$

svavel: $\frac{S}{H_2SO_4} = \frac{32{,}1\text{ u}}{98{,}1\text{ u}}$

syre: $\frac{4\text{ O}}{H_2SO_4} = \frac{64\text{ u}}{98{,}1\text{ u}}$

d) väte: $\frac{2}{98{,}1} = 0{,}02 = 2\%$

svavel: $\frac{32{,}1}{98{,}1} = 0{,}33 = 33\%$

syre: $\frac{64}{98{,}1} = 0{,}65 = 65\%$

2.

a) kol: $\frac{C}{CO_2} = \frac{12\text{ u}}{44\text{ u}} = \frac{3}{11} = 0{,}273 = 27{,}3\%$

syre: $\frac{2\text{ O}}{CO_2} = \frac{32\text{ u}}{44\text{ u}} = \frac{8}{11} = 0{,}727 = 72{,}7\%$

b) kol: $\frac{C}{CO} = \frac{12\text{ u}}{28\text{ u}} = \frac{3}{7} = 0{,}428 = 42{,}8\%$

syre: $\frac{O}{CO} = \frac{16\text{ u}}{28\text{ u}} = \frac{4}{7} = 0{,}572 = 57{,}2\%$

c) väte: $\frac{2\text{ H}}{H_2CO_3} = \frac{2\text{ u}}{62\text{ u}} = \frac{1}{31} = 0{,}032 = 3{,}2\%$

kol: $\frac{C}{H_2CO_3} = \frac{12\text{ u}}{62\text{ u}} = \frac{6}{31} = 0{,}194 = 19{,}4\%$

syre: $\frac{3\text{ O}}{H_2CO_3} = \frac{48\text{ u}}{62\text{ u}} = \frac{24}{31} = 0{,}774 = 77{,}4\%$

3.

a) $3 \cdot 55{,}8\text{ g} + 4 \cdot 16\text{ g}$

Fe_3O_4

b) En mol magnetit väger 231,4 g.

c) 231,4 g magnetit innehåller $3 \cdot 55{,}8$ g järn

1 g magnetit innehåller $\frac{3 \cdot 55{,}8}{231{,}4}$ g järn

d) 1 000 000 g magnetit innehåller

$$1000000 \cdot \frac{3 \cdot 55{,}8}{231{,}4} g = 723300\text{g} \approx 720\text{ kg}.$$

Svar: 720 kg.

4.

a) 500 g svavel och 500 g syre.

b) 818 g kol och 182 g våte

c) 387 g kalium, 138 g kväve och 475 g syre

5. 2·27 g + 3 ·16 g

Al_2O_3

$\frac{2\text{ Al}}{Al_2O_3} = \frac{54}{102}$ utgöres av aluminium

$\frac{54 \cdot 1000\text{ kg}}{102} = 529{,}8\text{ kg}$

Svar: 529 kg

6.

a) 44 g

C_3H8

b) 44 g

c) $\frac{1900\text{ g}}{44\text{ g}}$

d) $\frac{22{,}4 \cdot 1900}{44}$liter = 967,2 liter

Svar: 967 liter

7. $\frac{22{,}4 \cdot 3000}{32} = 2100$ liter

Svar: 2100 liter.

8. 78,8% tenn

9. 0,2 g

10. 6,3 g

11. 29 %

12. 8,8 %

13. 600 g

14. 340 kg

15. 5,2 g

16. saltsyran

17. 1 mol syre ur KNO_3 kostar 2,93 kr.
1 mol syre ur $KClO_3$ kostar 1,56kr.

18. 33 kg

19. $NaOH_3$ ger 164,7 kväve per kg
$(NH_4)_2SO_4$ ger 212 g kväve per kg

20. Kaliglas kombinationen är tyngst

21. Na_3AlF6 innehåller $\frac{27}{210}$ aluminium, $KAlSi_3O_8$ $\frac{27}{246{,}4}$ aluminium

22. 210 g

23. 9,72 kg

24. 470 g

25. 7 st

26. 44 g och 22,4 l

27. 300 g

Beräkning av viktmängder vid kemiska reaktioner

1.

Analogi:

$$\frac{1000000}{231,4} = \frac{x}{24}$$

x = 104

Svar: 104 kg kol

Fe_3O_4	+	2 C	->	3 Fe	+	2 CO_2
3 · 55,8 g + 4·16 g		2 · 12 g		3 · 55,8 g		
213,4 g		24 g		167,4 g		
1000 000 g		x g		y g		

2. Formel och molvikter se ovan

Analogi:

$$\frac{1000000}{231,4} = \frac{y}{167,4}$$

y = 723

Svar: 723 kg järn

3. a)

H_2SO_4	+	Zn	->	H_2	+	$ZnSO_4$
98,1 g		65,4 g		2 g		
		x g		se b)		

b) 1 liter vätgas väger $\frac{2}{22,4}$ g

20 liter vätgas väger $\frac{20 \cdot 2}{22,4}$ g = 1,79 g

c) $\frac{x}{65,4} = \frac{1,79}{2}$

x = 58,6

Svar 58,6 g zink.

4. 2 HCl + Zn -> H_2 + $ZnCl_2$

Även i detta fall motsvarar en mol zink en mol vätgas varför den mängd zink som åtgår är densamma som vid försöket med svavelsyra.

5. 2,2 g vatten

6. 560 kg kalciumoxid

7. 928 g bly och 27 g kol
8. 670 kg zink, 328 kg syre och 657 kg svaveldioxid
9. 226 kg kol
10. 755 g natriumhydroxid
11. 220 kg koldioxid
12. 400 g koppar
13. 23,9 g natriumhydroxid
14. 73,3 kg klokalium och 84,1 kg natriumnitrat
15. 5,5 liter väte
16. 162 liter koldioxid
17. 170 g väteperoxid
18. 300 liter vätgas
19. 18 kg vattenånga
20. 1300 g saltsyra och 108,5 g magnesium
21. 511 g alkohol
22. 14,1 g natriumhydroxid och 108 g tvål
24. 349 liter acetylen

Lösningars halt

1. a) $C_{12}H_{22}O_{11}$
   342 g

   b) 3 · 0,5 moler = 1,5 moler

   c) 1,5 · 342 g = 513
   Svar 513 g rörsocker

2. a) NaOH
   40 g

   b) 0,075 · 2 moler = 0,150 moler

   c) 0,150 · 40 g = 6,0 g
   Svar: 6 g natriumhydroxid

3. a) $\frac{2 \cdot 1000}{100} = 20$ g

   b) $NaClO_3$
   106,5 g

   c) $M = \frac{20}{106{,}5 \cdot 1} = 0{,}188$
   Svar: 0,19-molar

4. a) $\frac{5 \cdot 1000}{250}$ g = 20 g

   b) NaHCO3
   84 g

c) $\frac{20}{84 \cdot 1}$ eller direkt $\frac{5}{84 \cdot 0{,}250} = 0{,}238$

Svar: 0,24-molar

5.

$0{,}600 \cdot x = 0{,}81$

Volym i liter	·	Halt i mol/liter	=	Antalet mol
0,3	·	1,5	=	0,45
+ 0,300	·	1,2	=	+ 0,36
0,6	·	x	=	0,81

x = 1,35

Svar: 1,35-molar.

6.

	Volym i liter	·	Halt vätejoner i mol/liter	=	Antalet moler vätejoner
H_2SO_4	0,2	·	2	=	0,4
HCl	+ 0,3	·	1,4	=	+ 042
	0,5	·	x	=	0,82

0,5 x = 0,82

x = 1,64

Svar: 1,6 molar

7.

2 mol 1 mol

$2\,HCl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O$

a)

b) 0,02 · 0,1 = 0,002 moler

c) 2 · 0,002 = 0,004 moler
(varje $Ca(OH)_2$ kräver 2 HCl)

d) 1,2 x = 0,004

x = 0,0033...

Svar: 3,3 ml

8.

$2\,H_3PO_4$	+	$3\,Ca(OH)_2$	->	$Ca_3(PO_4)_2$	+	$6\,H_2O$
2 moler		3 moler				
x ·0,025		0,025 · 0,01				

9. $\frac{2}{x \cdot 0{,}025} = \frac{3}{0{,}025 \cdot 0{,}01}$

x = 0,006666...

Svar: 6,6 ml

10. 0,5 M

11. 0,8 M

12. $8{,}6 \cdot 10^{-6}$ M

13. 34 g

14. 8,19 g

15. 29 kg

16. 444 g

17. 13,2 g

18. 18,7 g

19. 509,7 g

20. 0,44 liter

21. 13,2 g

22. 1,4 M

23. 0,89 M

24. 0,26 M

25. 4 M

26. 1,4 M

27. 1, 8 M

28. 12,5 ml

29. 12 ml

30. 1,5 M

31. 95 ml

32. 87,5 ml

33. 4,8 g

34. 0,4 liter

Beräkning av formeln för en kemisk förening

1. a) $H_xC_yO_z$

   b) väte: 1 g
   kol: 12 g
   syre: 16 g

   c) väte: $\frac{3{,}2\text{ g}}{1\text{ g}} = 3{,}2$ moler
   kol: $\frac{19{,}3\text{ g}}{12\text{ g}} = 1{,}6$ moler
   syre: $\frac{77{,}5\text{ g}}{16\text{ g}} = 4{,}8$ moler

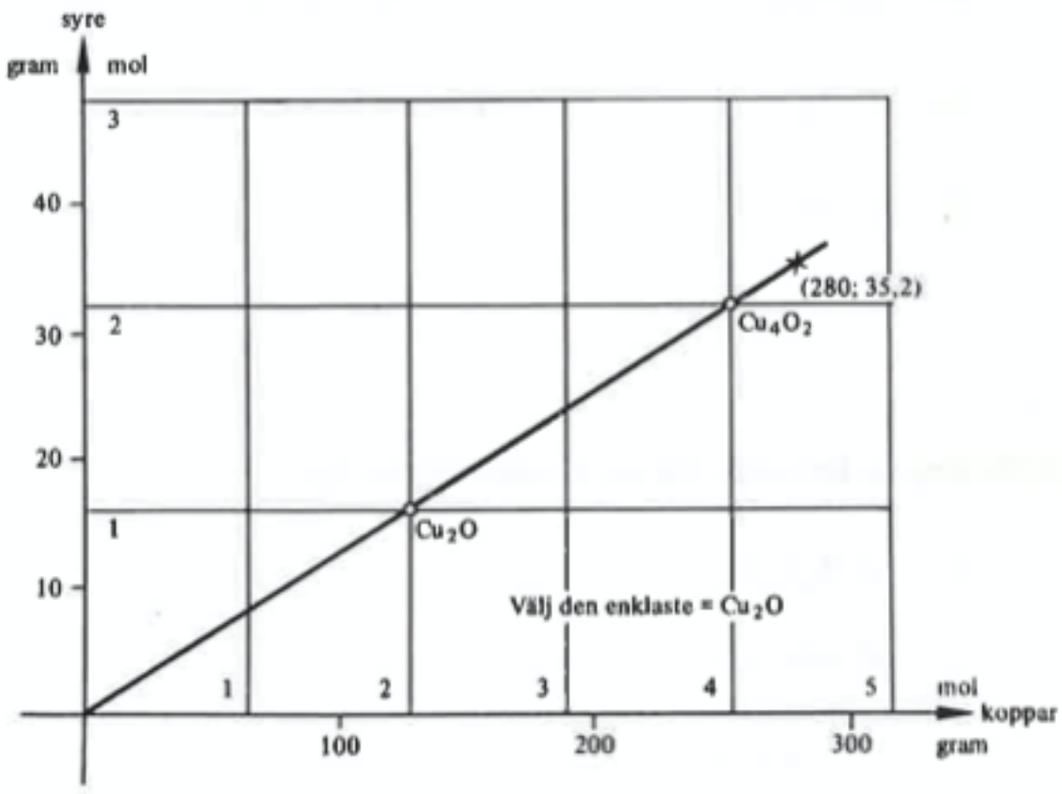
   d) $x:y:z = \frac{3{,}2}{1{,}6}:\frac{1{,}6}{1{,}6}:\frac{4{,}8}{1{,}6}$
   $x:y:z = 2:1:3$
   Svar: H_2CO_3

2. a) HBr

b) Ag_2S

c) $AgNO_3$

3.



4. a) CaF2

b) Fe2O3

c) P2O5

d) Na3AlF6

e) C6H10O5

f) CuSO4

5. a) KCl

b) Sb_2S_3

c) Co_3S_4

d) MnO_2

e) C_4H_{10} (C_2H_5 existerar ej)

f) CO

6. CoCl2

7. SiO2

8. (NH)2CO

9. $C_2H_6O_2$ $(CH_2OH)_2$

10. CaC_2

11. AuCl3

12. Ag_2S

13. $CuFeS_2$

Elektro Kemiska AB i Bohus

1. H_2 = 2u
   Cl_2 = 71 u
   HCl = 36,5 u
   NaOH = 40 u

2. 690 kg
3. 200 m^3
4. 200 m^3
5. Klorvätegasen är 9 % dyrare
6. 11,7 M
7. 156,8 l
8. 22,4 l/min
9. a) 8 kg natriumhydroxid

   b) 10,95 kg

Reaktioner mellan gaser och gasprodukter

1. 100 liter kvävgas, 151,8 g ammoniak
2. 4 resp. 2
3. 126 kg
4. 711,2 liter
5. 78,8 kg salpetersyra, 21,3 kg ammoniak
6. 2,25 kg
7. 5,67 kg
8. 14 m^3
9. 1,28 kg
10. 17,92 m^3
11. 42,7 g formaldehyd och 14,9 liter vätgas

Atomviktstabell

Kemiska beteckningar och atomvikter i enheten u för några grundämnen.

Aluminium	Al	27
Antimon	Sb	121,8
Arsenik	As	74,9
Barium	Ba	137,3
Beryllium	Be	9
Bly	Pb	207,2
Bor	B	10,8
Brom	Br	79,9
Fluor	F	19
Fosfor	Pb	31
Guld	Au	197
Jod	I	126,9
Järn	Fe	55,8
Kadmium	Cd	112,4
Kalcium	Ca	40,1
Kalium	K	39,1
Kisel	Si	28,1
Klor	Cl	35,5
Kobolt	Co	58,9
Kol	C	12
Koppar	Cu	63,5

Krom	Cr	52
Kvicksilver	Hg	200,6
Kväve	N	14
Litium	Li	6,9
Magnesium	Mg	24,3
Mangan	Mn	54,9
Molybden	Mo	95,9
Natrium	Na	23
Nickel	Ni	58,7
Palladium	Pd	106,4
Platina	Pt	195,1
Silver	Ag	107,9
Strontium	Sr	87,6
Svavel	S	32,1
Syre	O	16
Tenn	Sn	118,7
Titan	Ti	47,9
Uran	U	238
Vismut	Bi	209
Väte	H	1,008
Zink	Zn	65,4