



**KEMINS GRUNDER:
ATOMNUMMER, MASSTAL, ISOTOPER OCH
ATOMMASSA
NIKLAS DAHRÉN**

Atomnummer, neutrontal och masstal

- ✓ **Atomkärnans sammansättning kan beskrivas med hjälp av tre tal:**
 - Atomnumret (med symbolen Z): Antalet protoner.
 - Neutrontalet (med symbolen N): Antalet neutroner.
 - Masstalet (med symbolen A): Antalet kärnpartiklar/nukleoner (protoner + neutroner)
- ✓ **Atomnumret (Z):** Atomnumret är lika med antalet protoner i atomkärnan. Atomnumret är detsamma för alla atomer av ett visst grundämne. T.ex. så har alla syreatomer som finns i hela universum atomnumret 8, vilket alltså innebär att alla syreatomer har 8 protoner. Atomnumret är det som bestämmer vilken typ av atom eller grundämne det är (identiteten).
- ✓ **Neutrontalet (N):** Neutrontalet anger antalet neutroner i atomkärnan. Jämfört med atomnumret så kan atomer inom samma grundämne ha olika neutrontal (olika många neutroner).
- ✓ **Masstalet (A):** Masstalet är summan av antalet kärnpartiklar/nukleoner (protoner och neutroner) i atomkärnan. Jämfört med atomnumret, som alltid är lika för alla atomer inom samma grundämne, så kan masstalet skilja sig åt. Atomer inom samma grundämne kan nämligen ha olika många neutroner vilket gör att masstalet blir olika.

Masstalet: $A = Z + N$

Beräkning av neutrontalet i en atomkärna

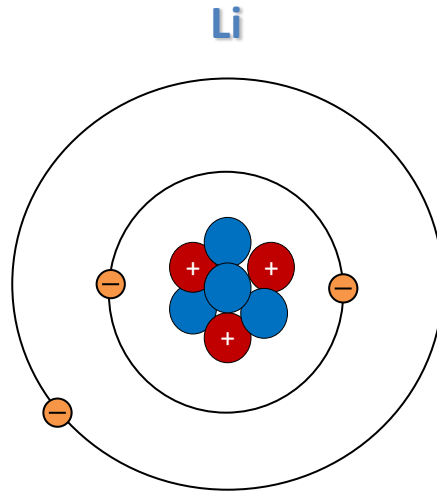
$$\text{Neutrontalet (N)} = \text{Masstalet (A)} - \text{Atomnumret (Z)}$$

Uppgift 1:

Ange atomnumret, neutrontalet och masstalet för nedanstående atom

Lösning:

Atomnumret: Eftersom det är 3 positiva laddningar (protoner) i atomkärnan så vet vi att atomnumret är 3, vilket motsvarar grundämnet litium.



Masstalet: Totala antalet kärnpartiklar/ nukleoner är enligt atommodellen 7, vilket är detsamma som masstalet.

$$\text{Masstalet: } A = Z + N = 3 + 4 = 7$$

Neutrontalet: Förutom de 3 positivt laddade protonerna så finns det 4 neutrala partiklar i atomkärnan. De neutrala partiklarna är neutroner. Neutrontalet är alltså 4. Vi kan även beräkna neutrontalet genom att ta masstalet minus atomnumret.

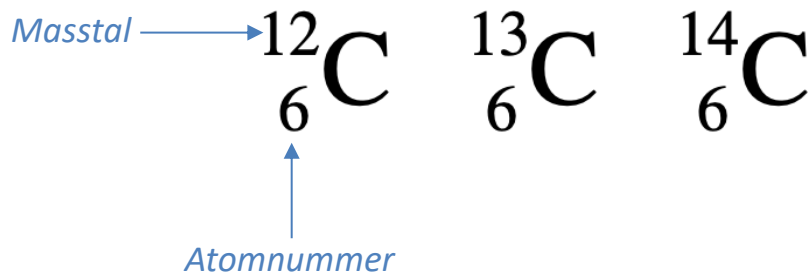
$$\text{Neutrontalet: } N = A - Z = 7 - 3 = 4$$

Grundämnen och isotoper

- ✓ **Grundämnen:** Ett grundämne är uppbyggt av enbart en typ av atomer, t.ex. är grundämnet väte enbart uppbyggt av väteatomer medan grundämnet guld enbart är uppbyggt av guldatomer.
- ✓ **Isotoper:** Ett grundämnes atomer kan förekomma i lite olika varianter, dessa varianter kallas för isotoper. Alla isotoper av samma grundämne har lika många protoner (samma atomnummer), men olika antal neutroner (olika neutrontal och därmed olika masstal).
- ✓ **Isotoper har olika atommassor:** Olika isotoper av ett grundämne har olika atommassor eftersom de innehåller olika antal neutroner i atomkärnan.
- ✓ **Varifrån kommer namnet isotop?:** Namnet isotop kommer från de grekiska orden *isos* (samma) och *topos* (plats) och syftar på att isotoper av samma grundämne har samma plats i det periodiska systemet.
- ✓ **Antalet protoner utgör ett grundämnes identitet:** Antalet protoner i atomernas kärna är unikt för varje grundämne. Antalet protoner utgör alltså "identiteten" och talar om vilket grundämne det handlar om. Alla atomer av ett specifikt grundämne, oavsett vilken isotop det är, innehåller lika många protoner. T.ex. har väteatomer alltid 1 proton i atomkärnan, oavsett vilken väteisotop det handlar om.

Kemisk beteckning av isotoper

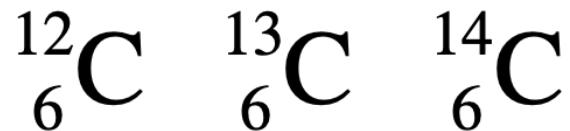
- ✓ **Kemisk beteckning av isotoper:** För att kunna särskilja olika isotoper från varandra så har olika isotoper av ett grundämne olika kemiska beteckningar. Förutom grundämnets specifika bokstav/bokstäver så anges även atomnumret och masstalet i den kemiska beteckningen. Masstalet skrivs uppe till vänster medan atomnumret skrivs nere till vänster. Ibland anges även antalet neutroner, dessa skrivs då nere till höger. Är atomen laddad (en jon), då skrivs laddningen uppe till höger.
- ✓ **De tre vanligaste isotoperna av kol betecknas på följande sätt:**



OBS: Ibland anges enbart masstalet eftersom atomnumret alltid är detsamma om det handlar om samma grundämne.

- ✓ **Alternativ beteckning/namngivning av de tre kolisotoperna:** Kol-12, Kol-13, Kol-14.

Atomnummer och masstal för olika kolisotoper



Isotop:	Atomnummer:	Masstal:	Antal protoner:	Antal neutroner:
Kol-12	6	12	6	6
Kol-13	6	13	6	7
Kol-14	6	14	6	8

Tre olika väteisotoper

- ✓ **Det finns tre olika isotoper av väte:** Protium, deuterium och tritium är tre olika isotoper av väte. Alla dessa isotoper har atomnummer 1 men skillnaden mellan de tre väteisotoperna är istället antalet neutroner och därmed även masstalet. Protium har 0 neutroner, deuterium har 1 neutron medan tritium har 2 neutroner.

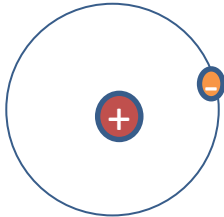
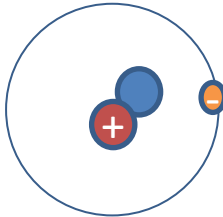
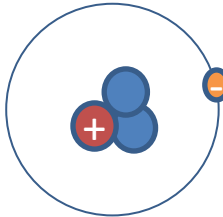
Protium:

Deuterium:

Tritium:

Tre olika väteisotoper

- ✓ **Det finns tre olika isotoper av väte:** Protium, deuterium och tritium är tre olika isotoper av väte. Alla dessa isotoper har atomnummer 1 men skillnaden mellan de tre väteisotoperna är istället antalet neutroner och därmed även masstalet. Protium har 0 neutroner, deuterium har 1 neutron medan tritium har 2 neutroner.

	Protium:	Deuterium:	Tritium:
Beteckning och uppbyggnad:	${}^1\text{H}$ 	${}^2\text{H}$ 	${}^3\text{H}$ 
Atomnummer och masstal:	Atomnummer: 1 Masstal: 1	Atomnummer: 1 Masstal: 2	Atomnummer: 1 Masstal: 3
Förekomst:	99,985 %	0,015 %	Mycket små mängder, totalt ca 6 gram i atmosfären.
Mer info:	Stabil isotop. Den klart vanligaste isotopen av väte.	Stabil isotop. Kallas även "tungt väte". Vattenmolekyler som innehåller deuterium kallas för "tungt vatten".	Radioaktiv isotop. Halveringstid 12,2 år. Nybildas av kosmisk strålning.

Uppgift 2:

Beräkna antalet neutroner i följande klorisotop



Lösning:

Antalet neutroner = Massalet - Atomnumret

Antalet neutroner = $35 - 17 = 18$

Klorisotopen innehåller 18 neutroner.

Uppgift 3:

Hur många protoner, elektroner resp. neutroner har följande isotoper av uran ($_{92}\text{U}$)?



Lösning:

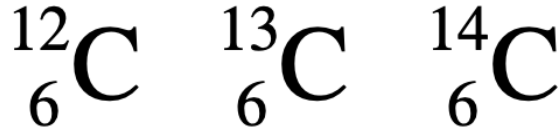
a) Protoner: 92 Elektroner: 92 Neutroner: 146 ($238 - 92 = 146$)

b) Protoner: 92 Elektroner: 92 Neutroner: 143 ($235 - 92 = 143$)

c) Protoner: 92 Elektroner: 92 Neutroner: 142 ($234 - 92 = 142$)

Radioaktiva isotoper

- ✓ **Radioaktiva isotoper:** Radioaktiva isotoper är isotoper med en energirik och instabil atomkärna som med tiden tenderar att sönderfalla till en stabilare atomkärna, samtidigt som olika typer av joniserande strålning sänds ut.
- ✓ **Vilka är radioaktiva?:** Alla isotoper med atomnummer över 82 är radioaktiva. Det finns dock även radioaktiva isotoper med lägre atomnummer.



*Tre isotoper av kol varav
kol-14 är radioaktiv*

Radioaktiva isotoper sönderfaller och bildar stabila isotoper

Radioaktiv isotop:
Instabil/energirik
atomkärna



Stabil isotop:
Stabil/energifattig
atomkärna



Joniserande strålning
(alfa-, beta-, gammastrålning)

Instabila/energirika atomkärnor:

1. Stora atomkärnor med alldeles för många repellerande protoner.
2. Atomkärnor som har en icke optimal fördelning mellan protoner och neutroner.

Stabila/energifattiga atomkärnor:

1. Atomkärnor som inte har för många repellerande protoner.
2. Atomkärnor med en optimal fördelning mellan protoner och neutroner.

Halveringstider för olika radioaktiva isotoper

- ✓ **Halveringstid:** Halveringstid är den tid det tar tills enbart halva mängden (50 %) av den radioaktiva isotopen finns kvar. Resten har då sönderfallit till stabilare isotoper. Begreppet halveringstid används ofta för att kunna ange hur snabbt olika isotoper sönderfaller.
- ✓ **Exempel:** Som ett exempel återstår hälften av en given mängd av den radioaktiva isotopen kol-14 efter ungefär 5 730 år (halveringstiden) oavsett hur stor mängden var från början. Resten har då omvandlats till isotopen kväve-14.
- ✓ **Halveringstiden för en enda atom av en isotop:** Om vi har ett prov med enbart en enda atom av en isotop så är sannolikheten 50 % att atomen har sönderfallit efter att halveringstiden har passerat och 50 % att den fortfarande finns kvar i ursprunglig form.

Ämne:	Halveringstid:
Uran-238	4,5 miljarder år
Uran-235	703,8 miljoner år
Plutonium-239	24000 år
Kol-14	5730 år
Cesium-137	30 år
Jod-131	8,1 dygn
Radon-222	3,8 dygn
Polonium-214	0,00015 sekunder

Atomens massa och atommassenheten

- ✓ **Atomens massa bestäms av dess byggstenar:** Alla atomer har massa och massan bestäms av de partiklar/byggstenar som bygger upp atomen. Det är framförallt protonerna och neutronerna som har massa. Protoner och neutroner väger ca 1800 ggr mer än elektroner och därför har elektronernas massa liten betydelse för en atoms totala massa.
- ✓ **Atommassenheten:** Den vanliga massenheten gram är opraktisk att använda när det gäller atomerna och de olika partiklarnas massa. Därför har man infört den s.k. *atommassenheten* istället. Den betecknas med bokstaven u (unified mass unit). Mätt i denna enhet väger protoner och neutroner ca 1 u (neutronen väger något mer än protonen) och en kväveatom bestående av 7 protoner och 7 neutroner väger därmed ca 14 u.

Partikel:	Laddning:	Massa (u):
Elektron	-	0,000549
Proton	+	1,00727647
Neutron	Ingen	1,00866490

1 u = 1/12 av en ^{12}C -atoms massa.
1 u = $1,6605 \cdot 10^{-27}$ kg.

- ✓ **OBS:** Atommassan kan anges för varje specifik isotop av ett grundämne (kallas då ofta för isotopmassa) eller som ett medelvärde för alla isotoper av ett grundämne. I det periodiska systemet anges medelvärdet av alla isotoper.

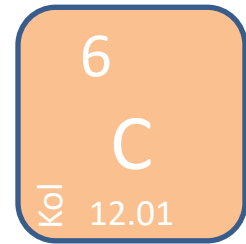
Atommassan som anges i det periodiska systemet är ett medelvärde av alla isotoper

- ✓ **Atommassan som anges är ett medelvärde:** Den atommassa som anges i det periodiska systemet är medelvärdet av de isotoper som finns av grundämnet och den relativa naturliga förekomsten av dessa isotoper. OBS: När det gäller de syntetiska ämnena (ej naturliga) så anges oftast atommassan för den mest stabila eller enda kända isotopen.
- ✓ **Atommassan för kol:** När det gäller kol så är isotopen kol-12 i kraftig majoritet och därför blir medelvärdet av isotoperna väldigt nära den atommassa som den isotopen har. När det gäller kol så är det bara kol-12 och kol-13 som förekommer i tillräcklig stor mängd för att ha någon påverkan på medelvärdet. Kol-14 förekommer enbart i spårmängder p.g.a. att den är radioaktiv och sönderfaller. Det finns även fler isotoper av kol men dessa har väldigt kort halveringstid (sönderfaller snabbt) och förekommer därför nästan inte alls i naturen.

Isotoper av kol:	Massa (u):	Förekomst (%):
Kol-12	12,0	98,9
Kol-13	13,0033548378	1,1
Kol-14	14,003241989	Spårmängder

Atommassan för kol (medelvärdet):

$$12,0 \cdot 0,989 + 13,0033548378 \cdot 0,011 = 12,0110369032 \text{ u} \approx \mathbf{12,01 \text{ u}}$$



I det periodiska systemet så anges atommassan oftast under den kemiska beteckningen

Uppgift 4:

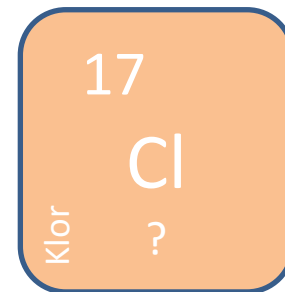
Klor är ett grundämne som består av två stabila isotoper; klor-35 och klor-37. Beräkna den genomsnittliga atommassan för klor. Ta hjälp av informationen i nedanstående tabell.

Isotoper av klor:	Massa (u):	Förekomst (%):
Klor-35	34,969	75,77
Klor-37	36,966	24,23

Lösning:

Atommassan för klor (medelvärde):

$$34,969 \cdot 0,7577 + 36,966 \cdot 0,2423 = 35,4528731 \text{ u} \approx \mathbf{35,45 \text{ u}}$$



Masstalet är inte samma sak som atommassan!

- ✓ Masstalet är inget mått på atommassan utan anger istället hur många protoner + neutroner det finns i atomkärnan (alltså antalet kärnpartiklar).
- ✓ Masstalet är ett heltal och har ingen enhet. Atommassan anges däremot ofta med minst en decimal och i enheten u.
- ✓ Men eftersom både protoner och neutroner väger ungefär 1 u och elektronernas massa ofta är försumbar, är atommassan (angiven i atommassenheter) för en viss isotop av ett grundämne ungefär lika med masstalet. Vet man masstalet för en specifik isotop så vet man därför också på ett ungefär isotopens massa.

Isotoper av kol:	Masstal:	Massa:
Kol-12	12	12,0 u
Kol-13	13	13,0033548378 u
Kol-14	14	14,003241989 u

Repetera

Förklara följande begrepp för varandra:

- Atomnummer
- Neutrontal
- Masstal
- Nukleoner
- Grundämnen
- Isotoper
- Radioaktiva isotoper
- Halveringstid
- Atommassa
- Atommassenheten



Se gärna fler filmer på:
kemilektioner.se
youtube.com/kemilektioner