

INTRODUKTION TIL ELEMENTAR-PARTIKLER (KVANTEFYSIK)

Af C. B. Gammelmark, K. E. Houbak, M. O. Munk og A. F. Nielsen Firehøjeskolen oktober 2015

**FORTROLIGT
FORSLAG**

"Atom" er afledt af det græske ord for "udelelig". Siden 1932 har vi vidst, at **atomet*** består af **elektroner** (OPDAGET I 1897) som kredser om en kerne bestående af **protoner** (OPDAGET 1918) og **neutroner** (OPDAGET 1932). Og vi ved, at atomet kan spaltes - det **kan** altså deles! I dag ved vi også, at både protonen og neutronen er opbygget af **kvarker**. Denne artikel giver et overblik over atomets elementar-partikler. Desuden giver artiklen en kort introduktion til nogle af de andre elementarpartikler - både stofpartiklerne og de kraftoverførende partikler.

*Et hydrogenatom har typisk én proton i kernen, ingen neutron og kun én elektron.

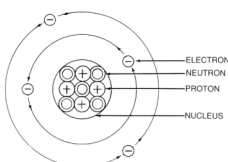
Hvad er en elementar-partikel?

Det er en partikel som ikke kan deles i mindre bestanddele.

Protonen og neutronen i et atom er opbygget af elementar-partikler.

Elektronen er en elementar-partikel.

Desuden er elementar-partikler de mindste bestanddele i Universet*.



ET ATOM BESTÅR AF EN KERNE (NUCLEUS) MED PROTONER OG NEUTRONER. UDEN OM KERNEN KREDSEER ELEKTRONERNE. ELEKTRONERNE ER **ELEMENTAR-PARTIKLER**.

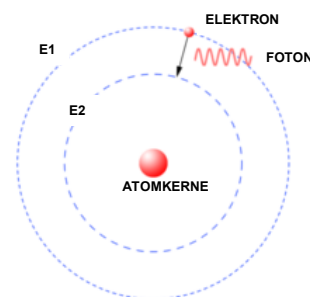
PROTONERNE OG NEUTRONERNE BLEV OGSÅ TIDLIGERE KALDT ELEMENTAR-PARTIKLER. MEN SÅ OPDAGEDE MAN KVARKERNE.....

STANDARDMODELLEN

er en teori som beskriver elementar-partiklerne og deres vekselvirkning. Ifølge Standardmodellen er der 24 forskellige fundamentale byggesten. Disse 24 stofflige elementar-partikler opbygger alt i vores Univers herunder Jorden og alt på Jorden (**fermioner**).

Derudover er der en række kraftformidlende elementar-partikler (bosoner). Disse partikler er grundlaget for, at elementar-partikler kan vekselvirke med hinanden.

Et univers som kun bestod af stofflige elementar-partikler ville være lige så kedelig som planeten Jorden med kun en art (uholdbar!). På den anden side ville et univers, som kun bestod af kraftformidlende elementar-partikler betyde, at der slet ikke var nogen arter (uinteressant!). Derfor er det godt, at elementar-partiklerne består af både det stofflige og det kraftformidlende ☺



UDSENDELSE AF EN **FOTON** (EN KVANTE) NÅR ATOMET GÅR FRA EN TILSTAND MED HØJERE ENERGI E1 TIL EN TILSTAND MED LÅVERE ENERGI E2. ENERGISPRIENGET FORETAGES AF EN ELEMENTAR-PARTIKEL: ELEKTRONEN.

FOTONEN ER EN KRAFTFORMIDLLENDE PARTIKEL.

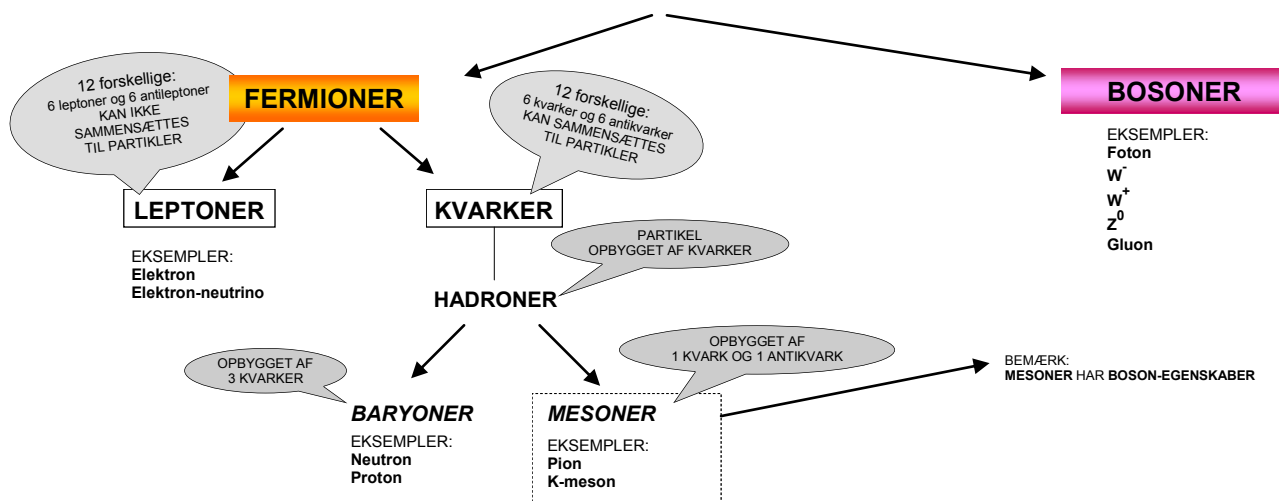
Elementar-partiklernes inddeling

Overordnet set inddeler man i dag* elementar-partiklerne i 2 hovedgrupper:

FERMIONER som består af **stof-partikler** (på engelsk: *matter particles*) og

BOSONER som består af **kraftformidlende partikler** (på engelsk: *force particles*)

Overblik over partiklernes inddeling



* Nye forskningsresultater fra bl.a. CERN kan i fremtiden betyde, at elementar-partiklerne skal fortolkes på en anden måde o.a.

Atomkernens opbygning

Atomets kerne består af protoner og neutroner. Tidligere blev disse 2 partikler også kaldet elementar-partikler. Men forskningen har vist, at partiklerne er opbygget af kvarker. Det betyder, at både protonen og neutronen består af mindre bestanddele (kvarker). Derfor falder de udenfor definitionen af en elementar-partikel.

Hvad er kvarker?

Elementarpartikler inddeles som nævnt i 2 hovedgrupper: **fermioner** som består af **stof-partikler** og **bosoner** som består af **kraftformidlende partikler**.

KVARKER tilhører gruppen af **fermioner** (stof-partikler). Der kendes 12 kvarker på nuværende tidspunkt. 6 kvarker og deres respektive 6 anti-kvarker. Se skemaet herunder.

2 kvarker indgår i atomkernen (*up-kvarker* og *down-kvarker*). De 4 resterende kvarker er meget sjældne. De indgår i Universets opbygning.

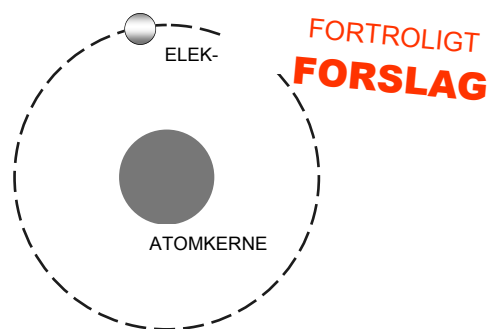
Protoner og neutroner er opbygget af **kvarker** og indgår derfor i gruppen af **HADRONER**. Desuden tilhører de **BARYONER** fordi de er opbygget af 3 kvarker - se OVERSICHT OVER PARTIKLERNES INDELING på side 1 og illustrationen til højre.

Elektronen er en elementar-partikel

Elektronen tilhører den anden gruppe af stofpartikler: **LEPTONER**. Alle leptoner interagerer med elektromagnetismen. Det gør kvarker ikke.

BOSONER

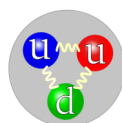
er den anden hovedgruppe af elementar-partikler. Her skal blot nævnes **GLUON** som forbinder kvarkerne til hinanden i fx protonen og neutronen.



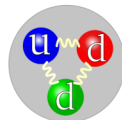
Elektronen er en elementar-partikel. Den tilhører gruppen **LEPTONER**.

Atomkernens **proton** og **neutron** er af typen **hadroner**, fordi de er opbygget af elementar-partikler kaldet **KVARKER**. Desuden tilhører protonen og neutronen kategorien **baryoner**, fordi de hver især er opbygget af 3 kvarker.

Både **LEPTONER** og **KVARKER** hører til hovedgruppen **FERMIONER**.

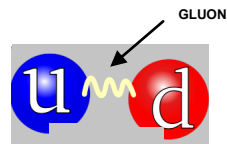


Protonen er opbygget af 2 up-kvarker (u) og 1 down-kvark (d).



Neutronen er opbygget af 1 up-kvark (u) og 2 down-kvarker (d).

Protoner og **neutroner** hører til gruppen **HADRONER**: partikler opbygget af kvarker. Desuden er de opbygget af 3 kvarker. Derfor er de **BARYONER**.



KVARKERNE u og d holdes sammen af den **kraftformidlende BOSON** kaldet en **GLUON**.

ELEMENTARPARTIKLER INDELES I 2 HOVEDGRUPPER. HER SES EN FERMION OVERSICHT.

FERMIONER

STOFFPARTIKLER

	NAVN	SYMBOL	NAVN	SYMBOL	
Kvarker	up	u	anti-up	$\bar{u}$	INDGÅR I PROTONER OG NEUTRONER
	down	d	anti-down	$\bar{d}$	
	top	t	anti-top	$\bar{t}$	DE MEGET SJÆLDNE KVARKER
	bottom	b	anti-bottom	$\bar{b}$	
	charm	c	anti-charm	$\bar{c}$	
	strange	s	anti-strange	$\bar{s}$	
Leptoner	elektron	e^-	anti-elektron	e^+	BEMÆRK: ANTIELEKTRONEN KALDES OGSÅ EN POSITRON
	myon	μ^-	anti-myon	μ^+	
	tauon	T^-	anti-tauon	T^+	
	elektron-neutrino	ν_e	anti-neutrino	$\bar{\nu}_e$	
	myon-neutrino	ν_μ	anti-neutrino	$\bar{\nu}_\mu$	
	tauon-neutrino	ν_T	anti-neutrino	$\bar{\nu}_T$	

OVERSICHT OVER STOF-PARTIKLERNE. DE 8 ELEMENTAR-PARTIKLER MED GRÅ BAGGRUND OPBYGGER ALT KENDT, STABILT STOF. DE ØVRIGE ER NØDVENDIGE FOR OPBYGNINGEN AF UNIVERSET.