Hvorfor studere kjemi?

Effektive medisiner

Rent miljø

Trygg og sunn mat

Bioteknologi

Bioteknologi

The list goes on

Kjemi er vitenskapen om elektronenes gjøren og laden.

For å forstå kjemi: ”Følg elektronene”.

Samtlige kjemiske reaksjoner kan deles i to hovedkategorier:

1) Redoksreaksjoner, reaksjoner hvor en forbindelse gir elektroner til en annen forbindelse

2) Syre – basereaksjoner, reaksjoner hvor en elektronrik forbindelse reagerer med en elektronfattig forbindelse.

Derfor er elektronstrukturer til atomer, ioner og molekyler særdeles viktig

Grunnleggende atomteori

Alle kjemiske forbindelser består av atomer. For å forstå kjemi er det viktig og forstå hvordan atomer er bygget opp.

Atomer består av tre elementærpartikler, elektroner (negativt ladet), protoner (positivt ladet) og nøytroner (nøytrale).

Protoner og nøytroner finnes i kjernen til atomet mens elektroner kretser rundt kjernen i bestemte skall (orbitaler).

Veldig viktig: *Det er alltid like mange protoner som elektroner i et atom.*

Tommelfingerregel: Det normalt er like mange nøytroner som protoner (avvik forekommer).

Det er elektronene som avgjør egenskapene til en kjemisk forbindelse.

Elektroner er i skall rundt kjernen (n = 1,2,3,4…..).

Maksimalt antall elektroner = $2n^2$ i hvert skall.

Hvert skall har undernivå

- skall 1 har ett undernivå
- skall 2 har to undernivå
- skall 3 har tre undernivå, osv

Undernivåene heter: s, p, d og f

Elektroner i ytterste skall kalles valenselektroner. Det er disse som forårsaker reaksjoner.

Alle atomer ønsker å ha sitt ytterste skall fylt med elektroner

Det maksimale tall på elektroner i et undernivå = 2(2k-1)

hvor k er nummeret på undernivået, s = 1, p = 2, d = 3 og f = 4

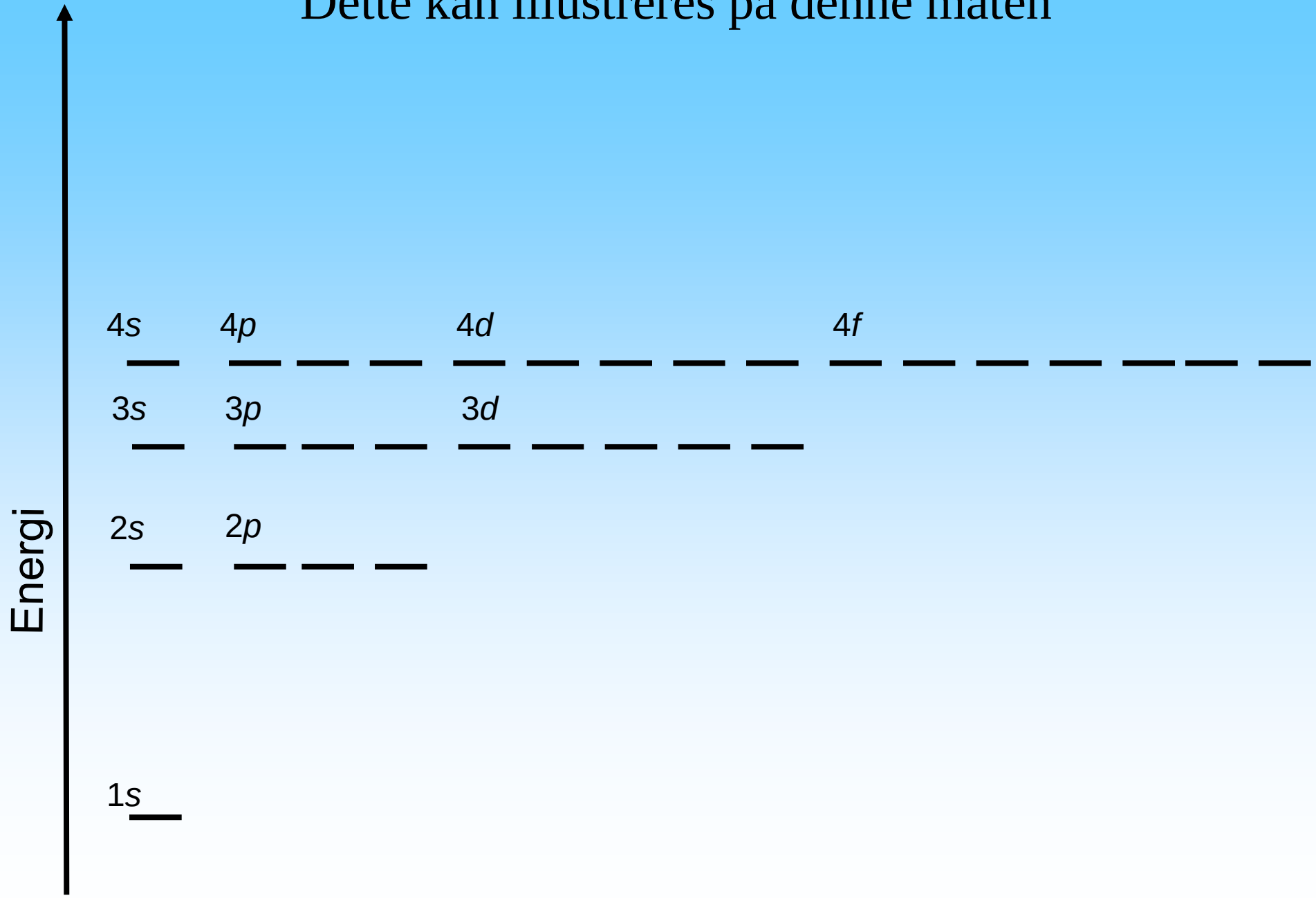
e^- i skall = $2n^2$

e^- i undernivå = $2(2k-1)$

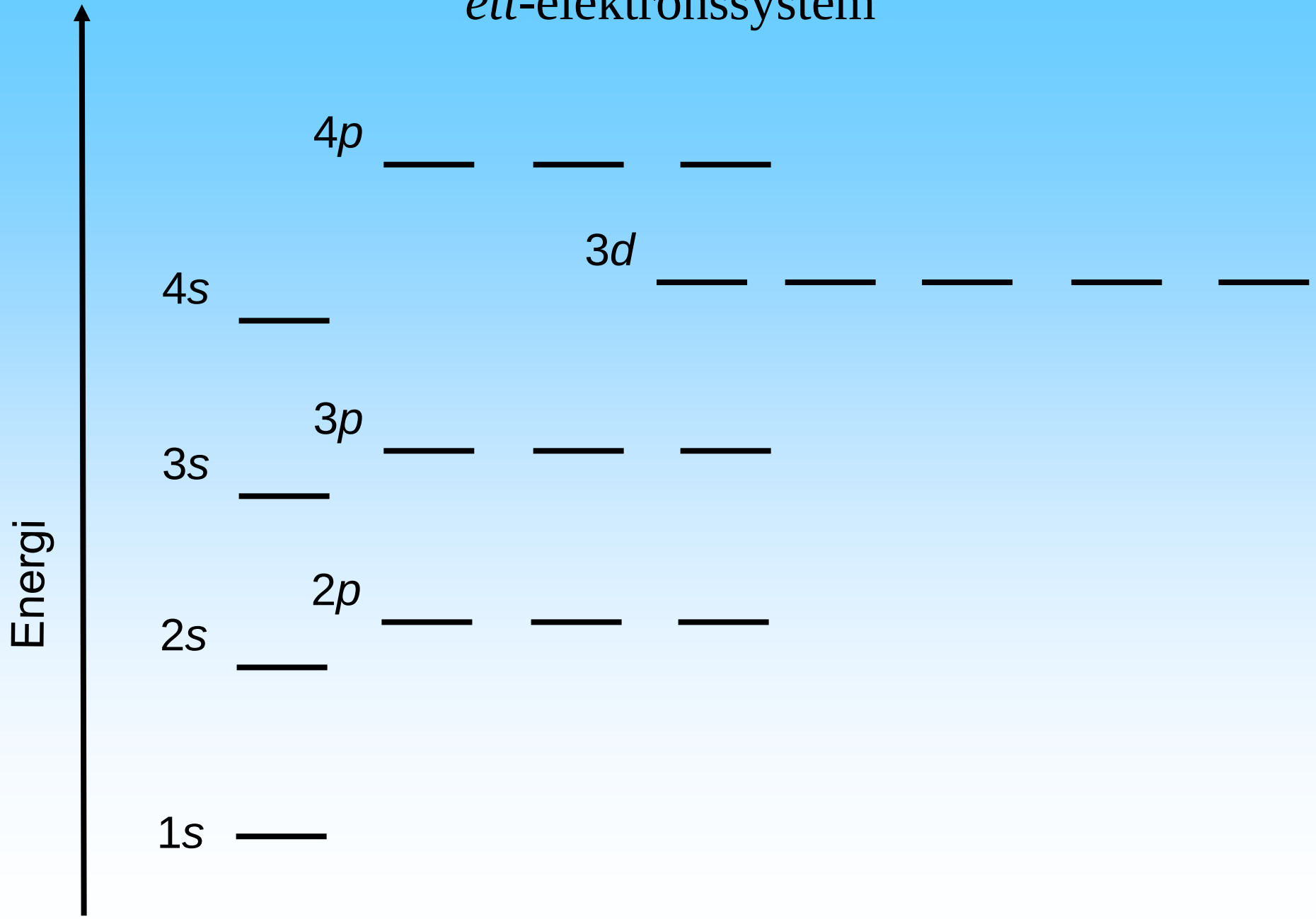
s = 1, p = 2, d = 3 og f = 4

Skall, n	Maks antall elektroner	Undernivå maks elektroner
1	2	1s – 2
2	8	2s – 2 2p – 6
3	18	3s – 2 3p – 6 3d – 10
4	32	4s – 2 4p – 6 4d – 10 4f – 14

Dette kan illustreres på denne måten



ett-elektronssystem

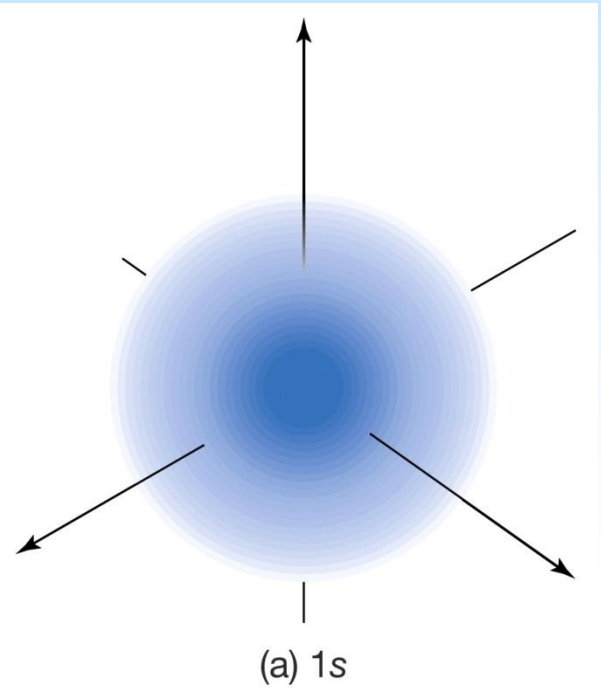


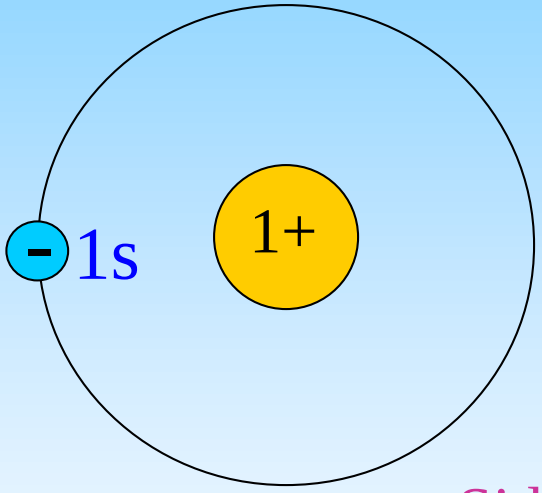
La oss bygge atomer

Vi er i skall 1 slik at det er plass til $2n^2 = 2 \bullet 1^2 = 2$ elektroner.
Elektronene vil være 1s-elektroner.

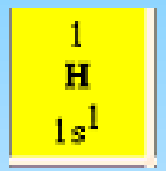
Slik ser et 1s-skall ut

↓





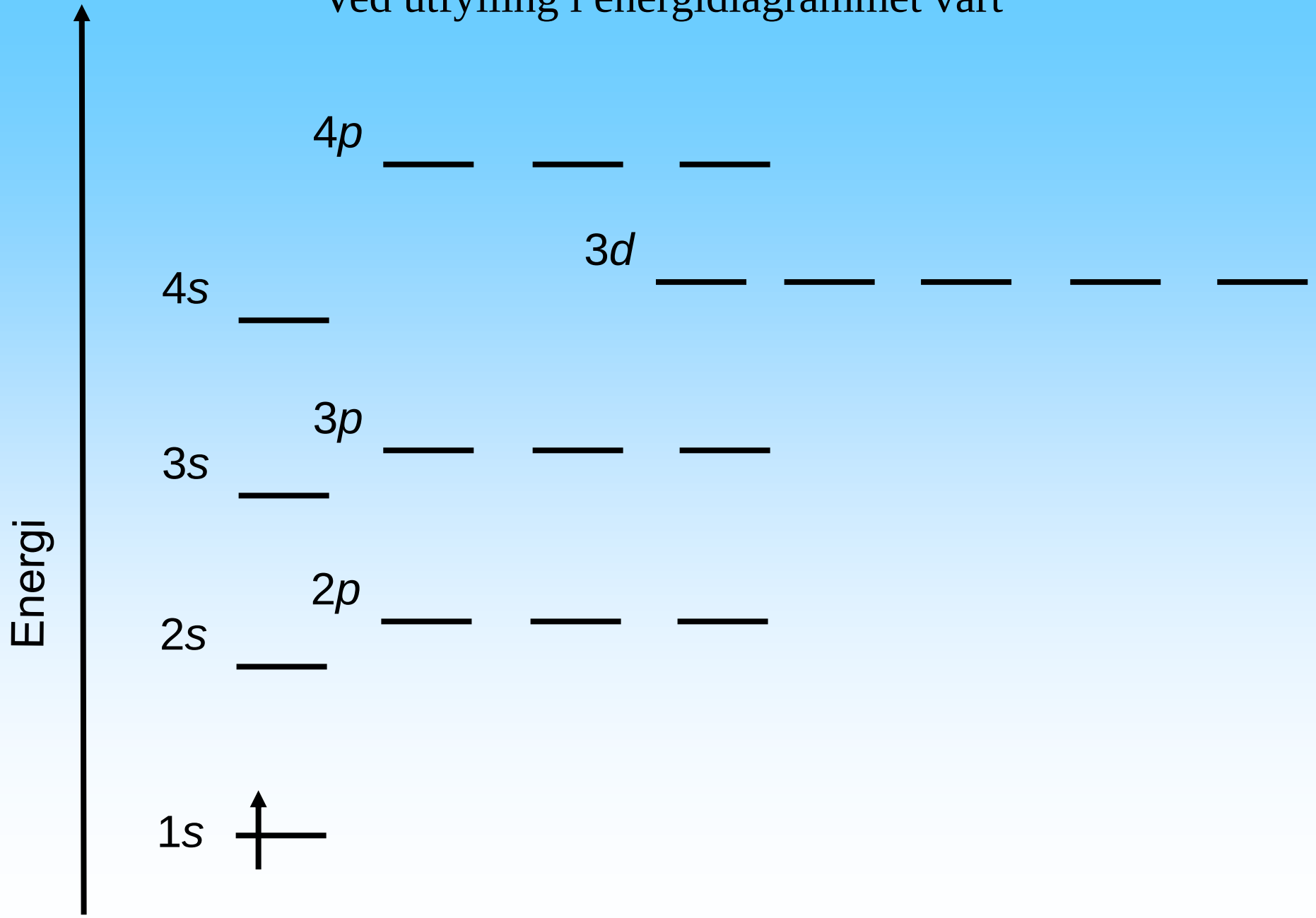
Vips, vi har hydrogen, H



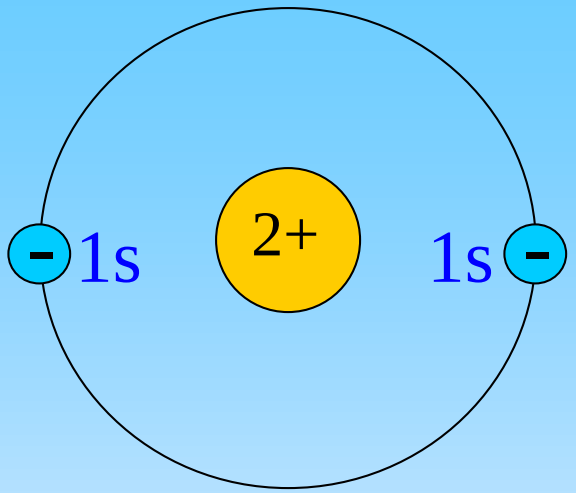
Siden H kun har et 1s-elektron sier vi at elektron-konfigurasjonen til H er $1s^1$

Hydrogen er det letteste og enkleste grunnstoffet og er grunnstoff nummer 1.

Ved utfylling i energidiagrammet vårt



Helium: Vi er fortsatt i skall 1 hvor vi har plass til to elektroner



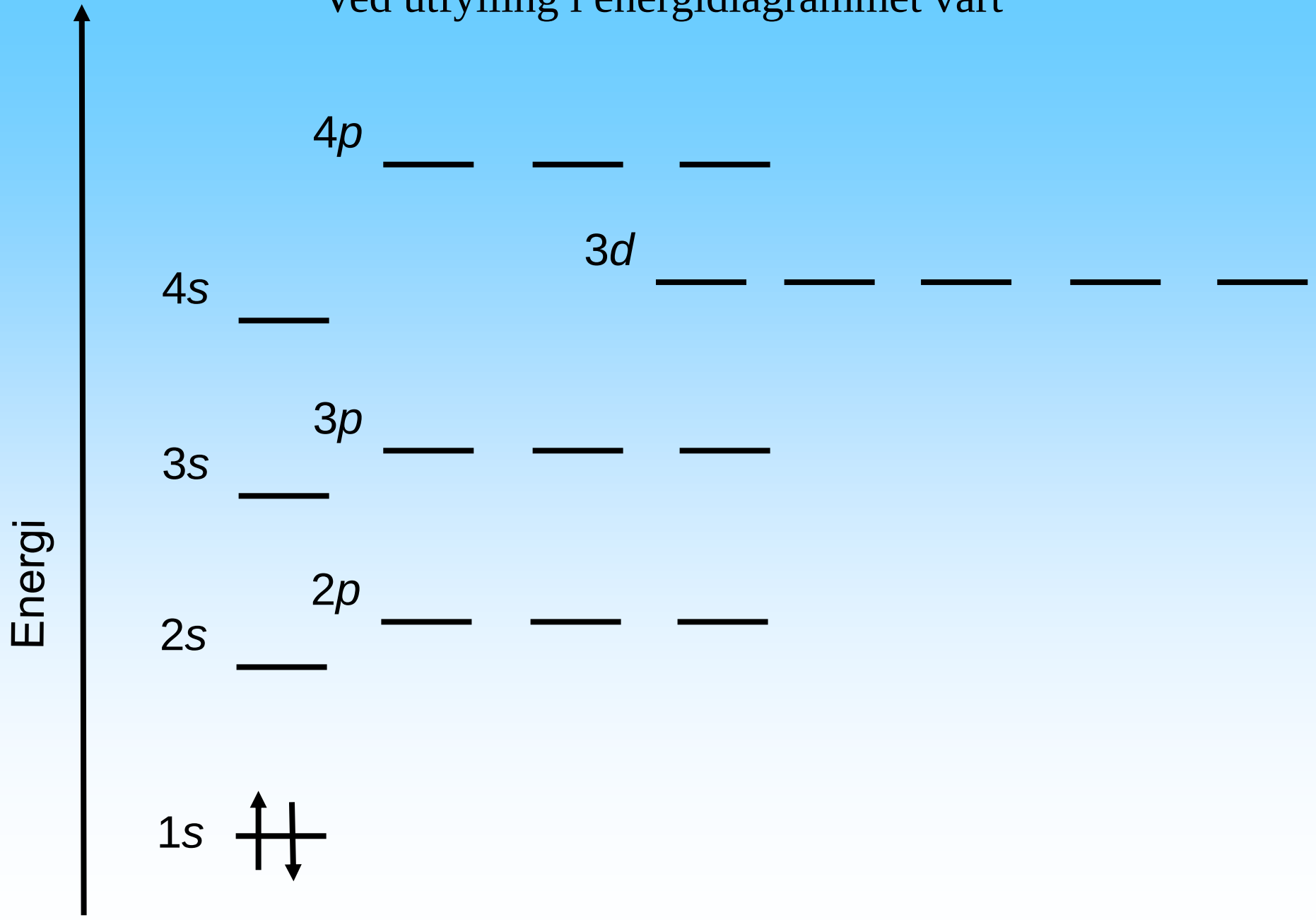
Elektronkonfigurasjonen til He: $1s^2$

Skall 1 er nå fullt. Pga dette er helium en inert gass, den reagerer ikke med andre forbindelser. Helium kalles en edelgass.

Helium er det nest letteste og nest enkleste grunnstoffet vi har. Det kalles grunnstoff nummer 2.

2
He
$1s^2$

Ved utfylling i energidiagrammet vårt



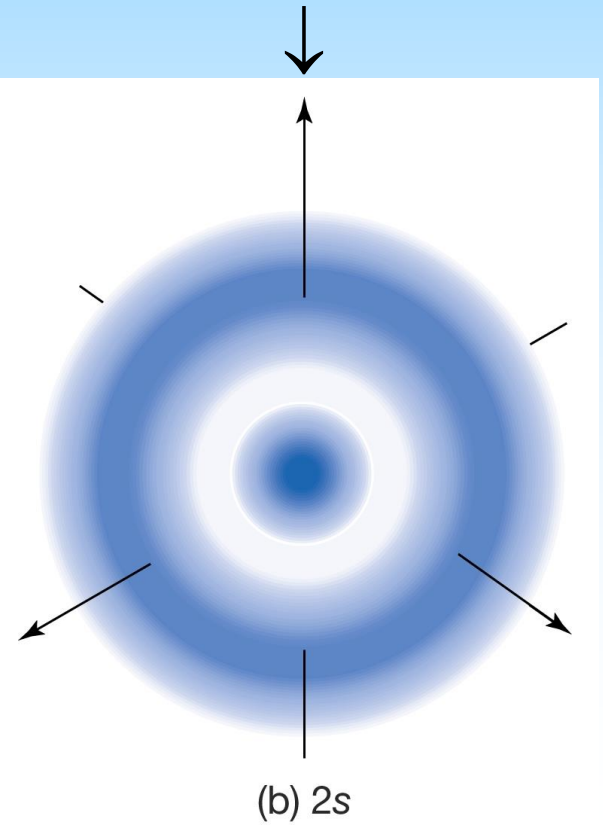
Skall 1 er fylt, nye elektroner må inn i skall 2.
Det laveste energinivået vil være 2s.

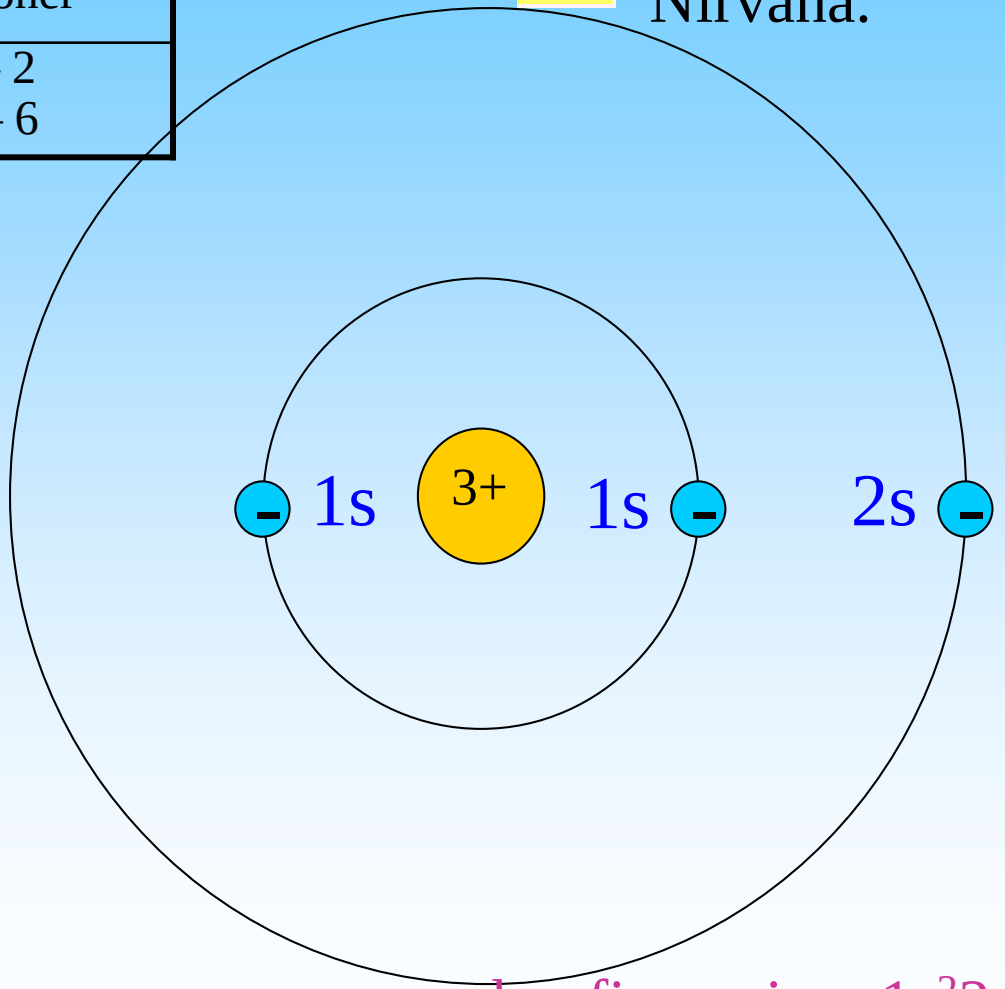
Skall, n	Maks antall elektroner	Undernivå maks elektroner
2	8	2s – 2 2p – 6

3
Li
$1s^2$
$2s^1$

Vi har fått litium, favoritt elementet til Nirvana.

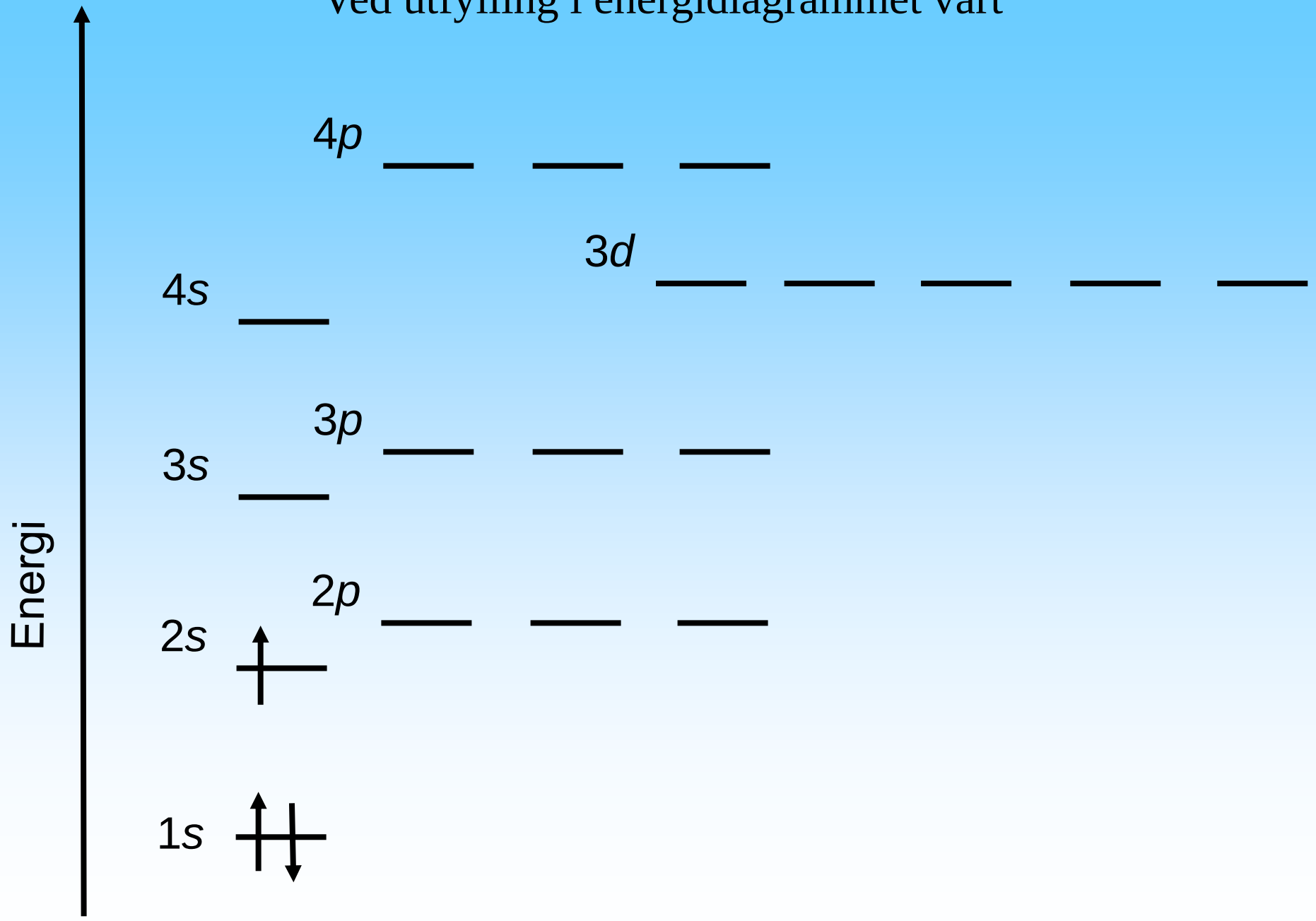
Slik ser et 2s-skall ut



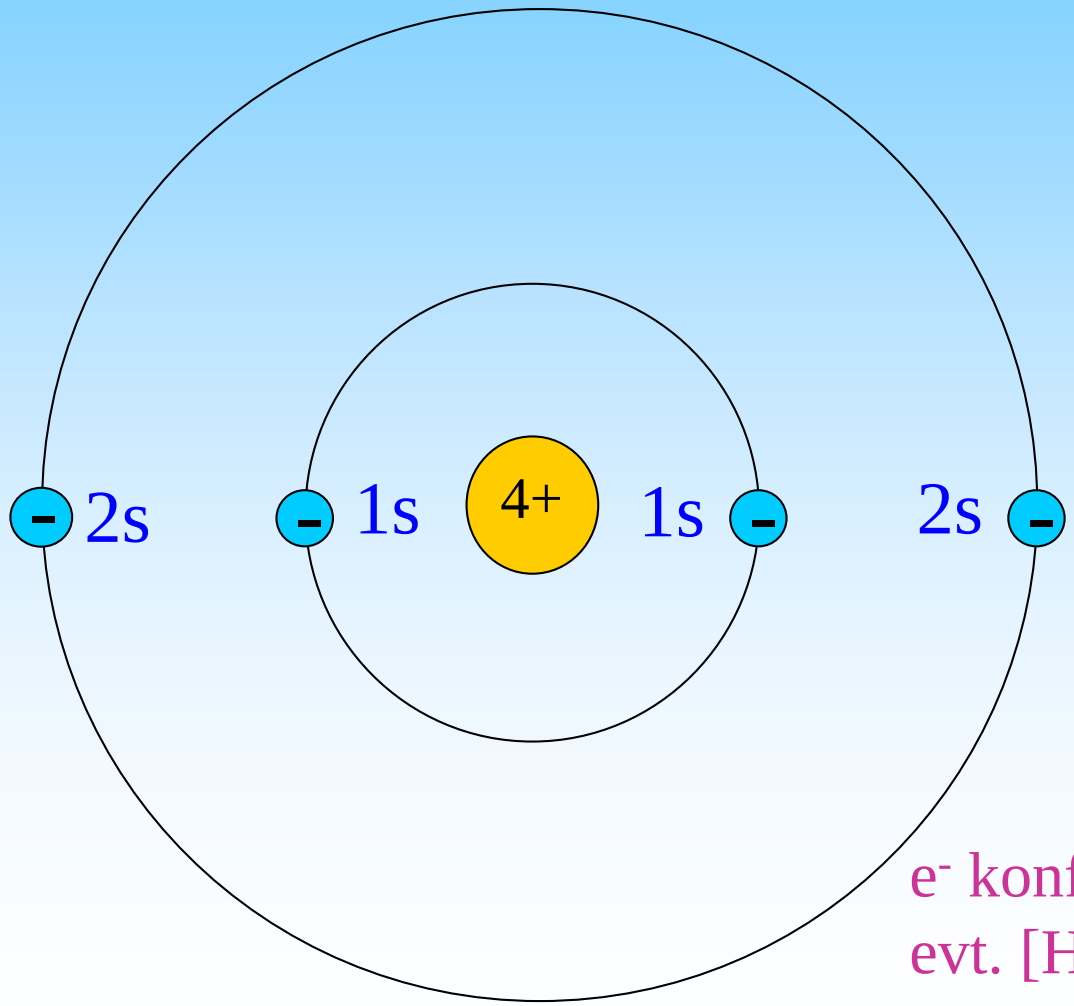


e^- konfigurasjon: $1s^2 2s^1$
evt. $[He]2s^1$

Ved utfylling i energidiagrammet vårt



Når vi nå setter inn ett elektron til,vil n = 1 skallet, og dermed 1s, være fullt og 2s i n = 2 skallet være fullt.

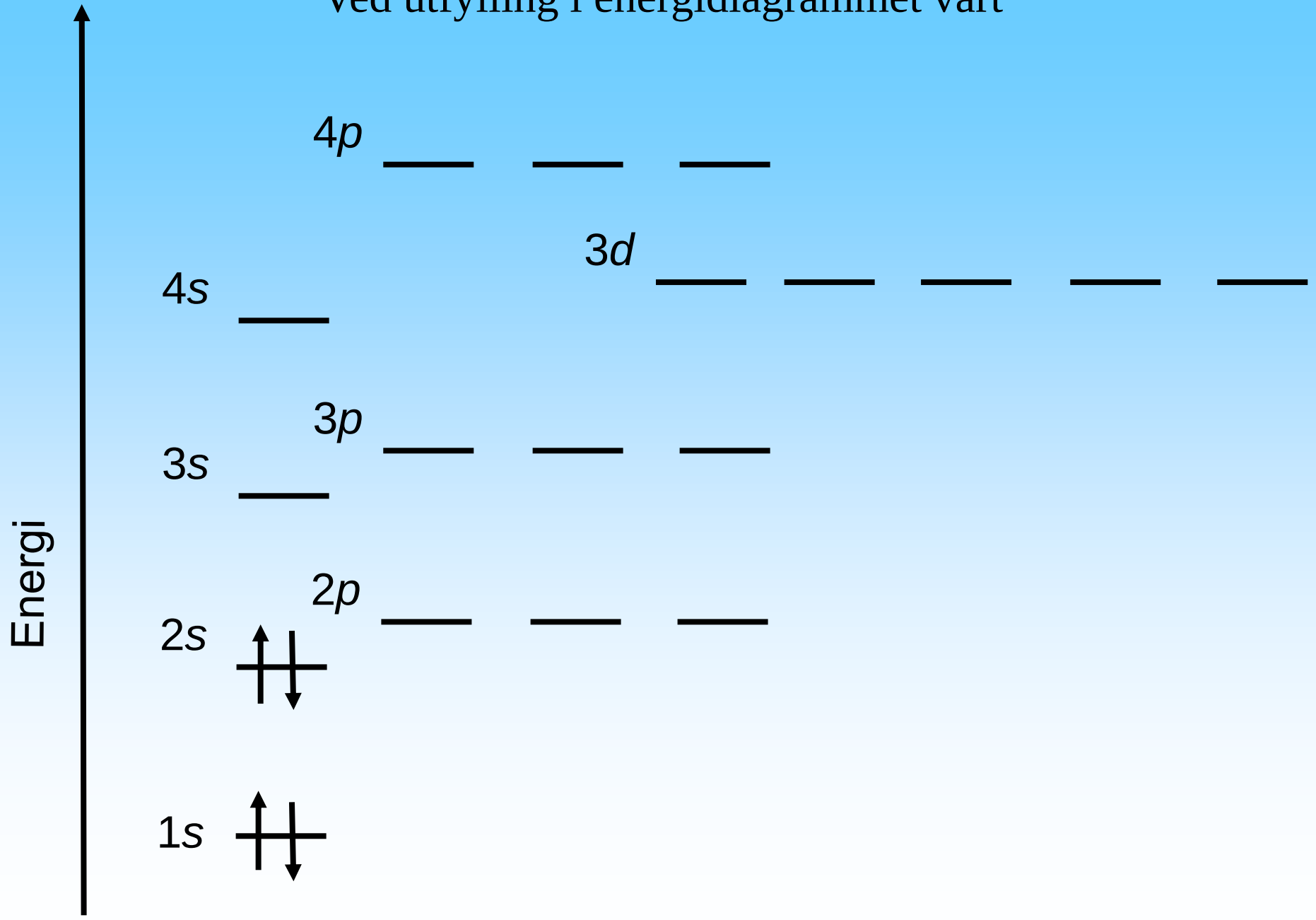


Vi har laget beryllium, Be

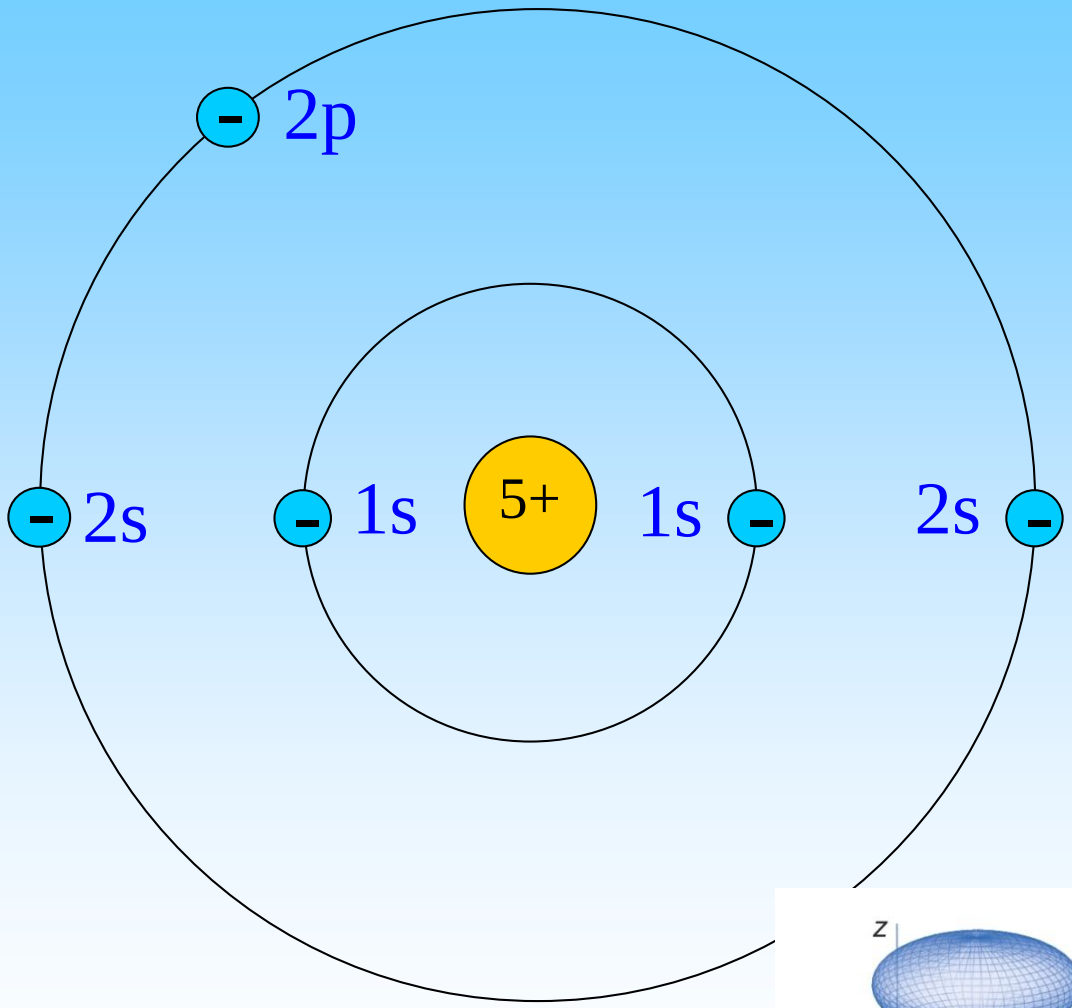
$^{4}_{Be}$ $1s^2$ $2s^2$

e^- konfigurasjon: $1s^2 2s^2$
evt. $[He]2s^2$

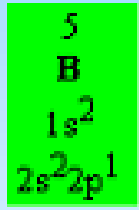
Ved utfylling i energidiagrammet vårt



Nå som 2s i n = 2 skallet er fullt,
begynner vi å fylle 2p i n = 2 skallet.

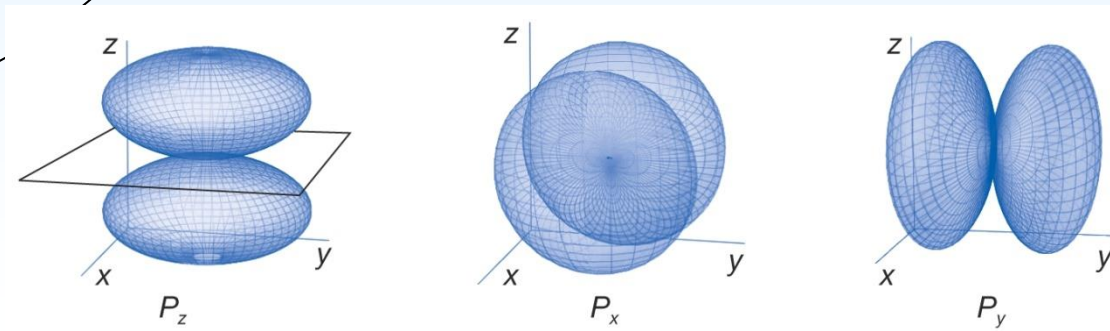


Nå har vi laget Bor, B.



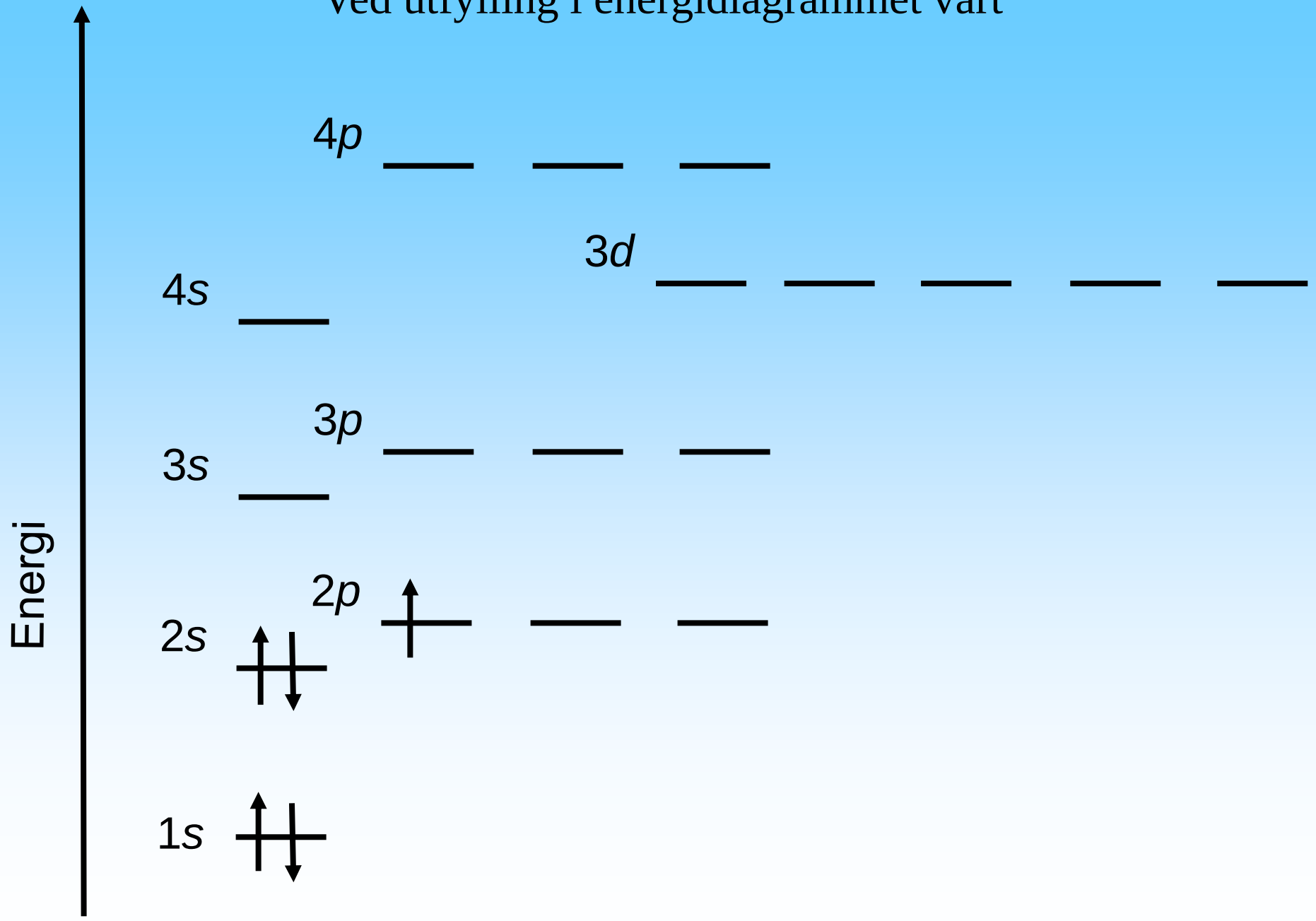
Slik ser 2p skall ut

↓



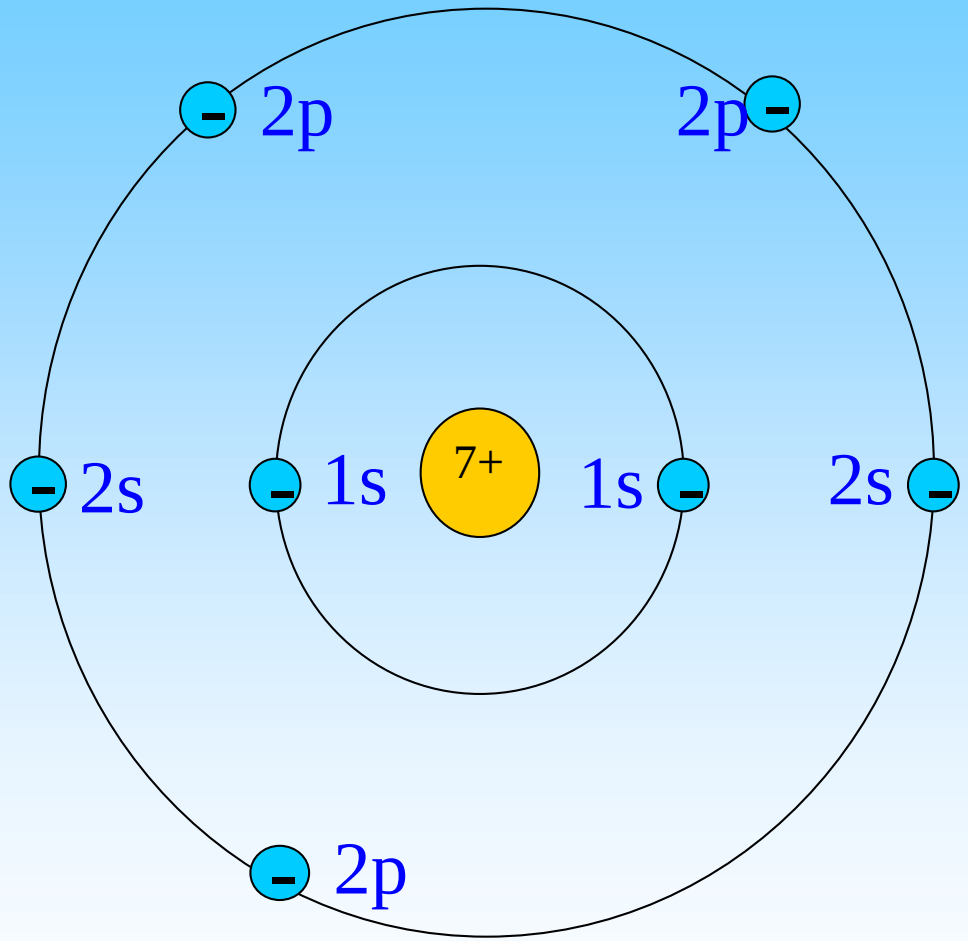
e- konfigurasjon: $1s^2 2s^2 2p^1$
evt. $[He]2s^2 2p^1$

Ved utfylling i energidiagrammet vårt



Et lite hopp til nitrogen

Nitrogen, N →

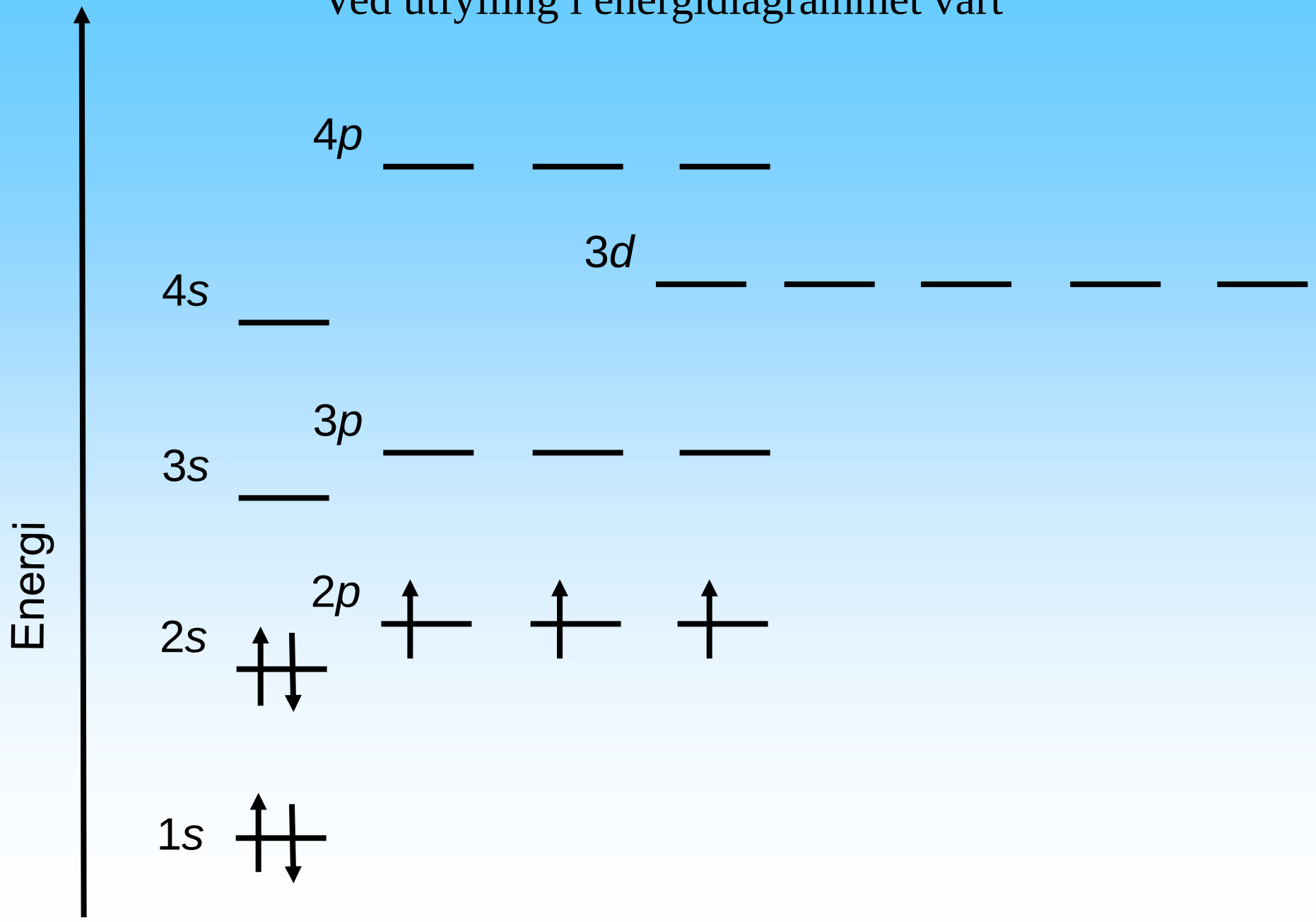


e- konfigurasjon: $1s^2 2s^2 2p^3$

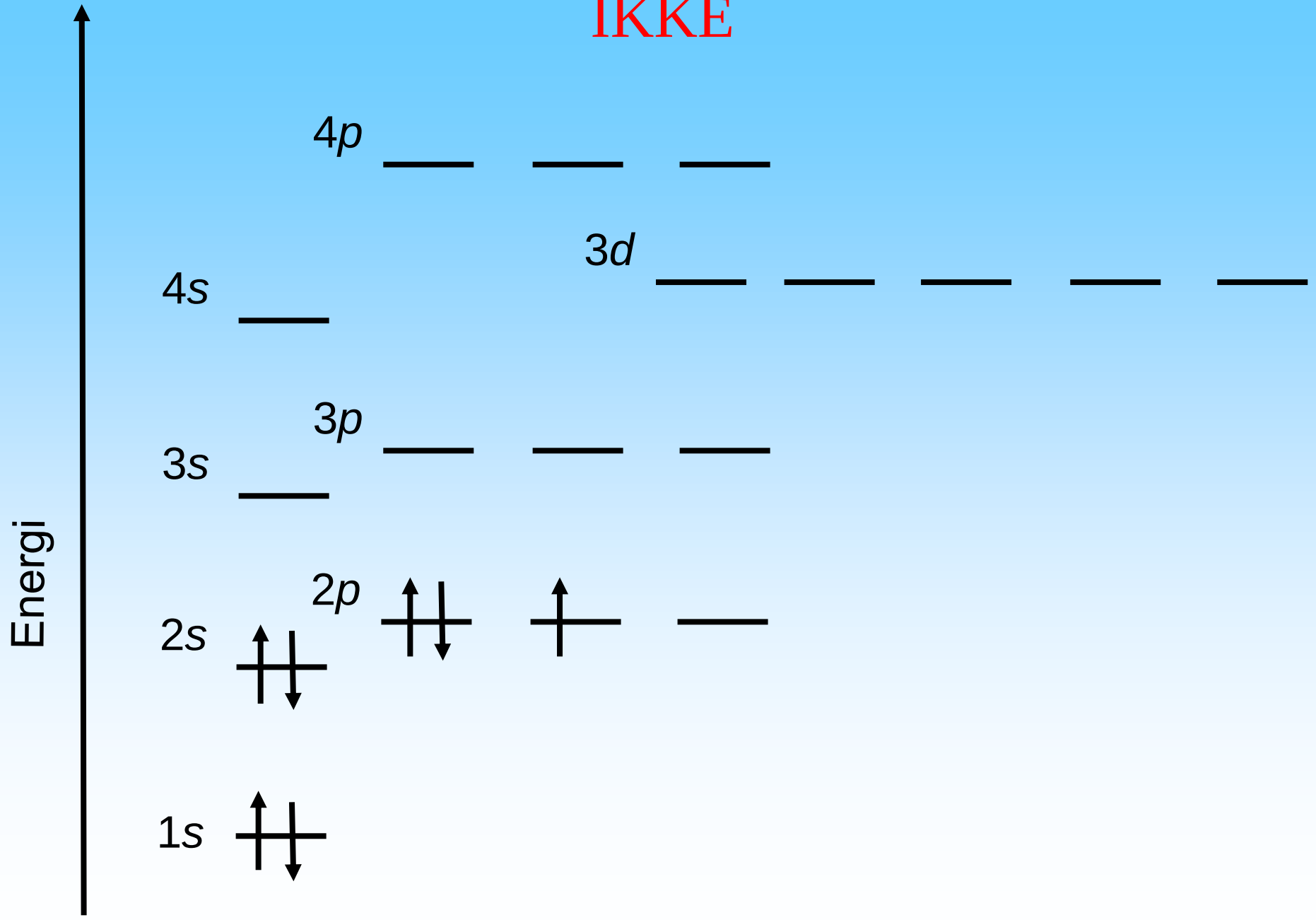
evt. $[He]2s^2 2p^3$

Vi forkorter et fullt skall (i dette tilfellet He) med en edelgass for å synliggjøre *valenselektronene* som forårsaker kjemiske reaksjoner.

Ved utfylling i energidiagrammet vårt



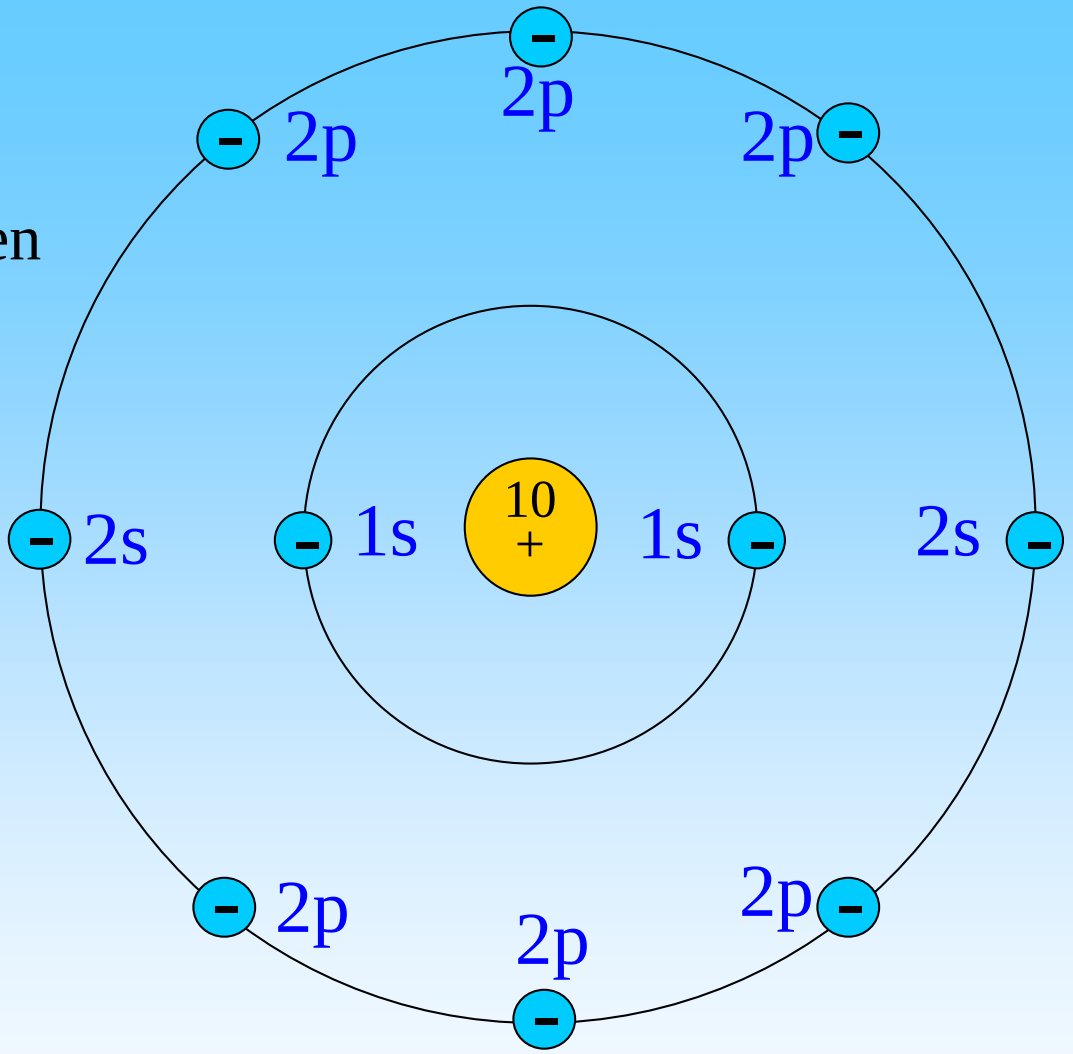
IKKE



10
Ne
$1s^2$
$2s^2 2p^6$

Neon, Ne

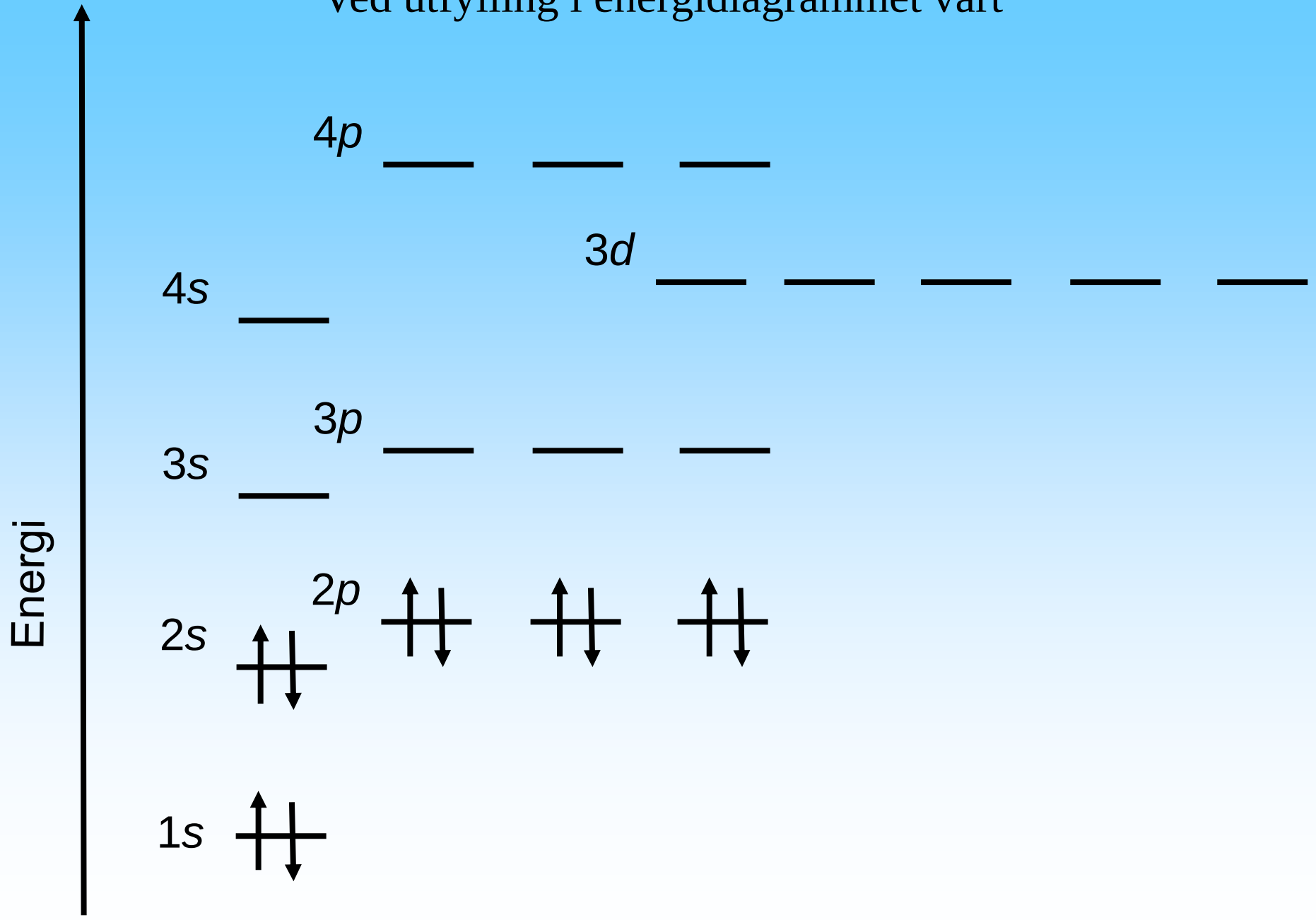
Et lite hopp igjen



e^- konfigurasjon: $1s^2 2s^2 2p^6$
evt. $[He]2s^2 2p^6$

Nå er skall 2 fullt, Neon er også en inert gass, en edelgass. Neon har oppnådd fullt ytterste skall.

Ved utfylling i energidiagrammet vårt



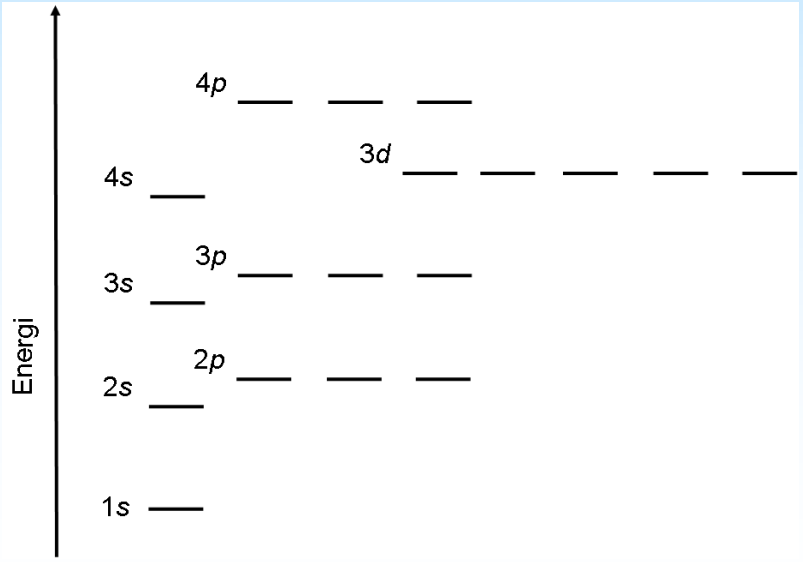
Til nå har vi fylt opp to skall og laget disse grunnstoffene

1 **H** $1s^1$	2 **He** $1s^2$						
3 **Li** $1s^2 2s^1$	4 **Be** $1s^2 2s^2$	5 **B** $1s^2 2s^2 2p^1$	6 **C** $1s^2 2s^2 2p^2$	7 **N** $1s^2 2s^2 2p^3$	8 **O** $1s^2 2s^2 2p^4$	9 **F** $1s^2 2s^2 2p^5$	10 **Ne** $1s^2 2s^2 2p^6$

I skall 3 er det dimensjonert plass til 18 elektroner

Skall, n	Maks antall elektroner	Undernivå maks elektroner
3	18	3s – 2 3p – 6 3d – 10

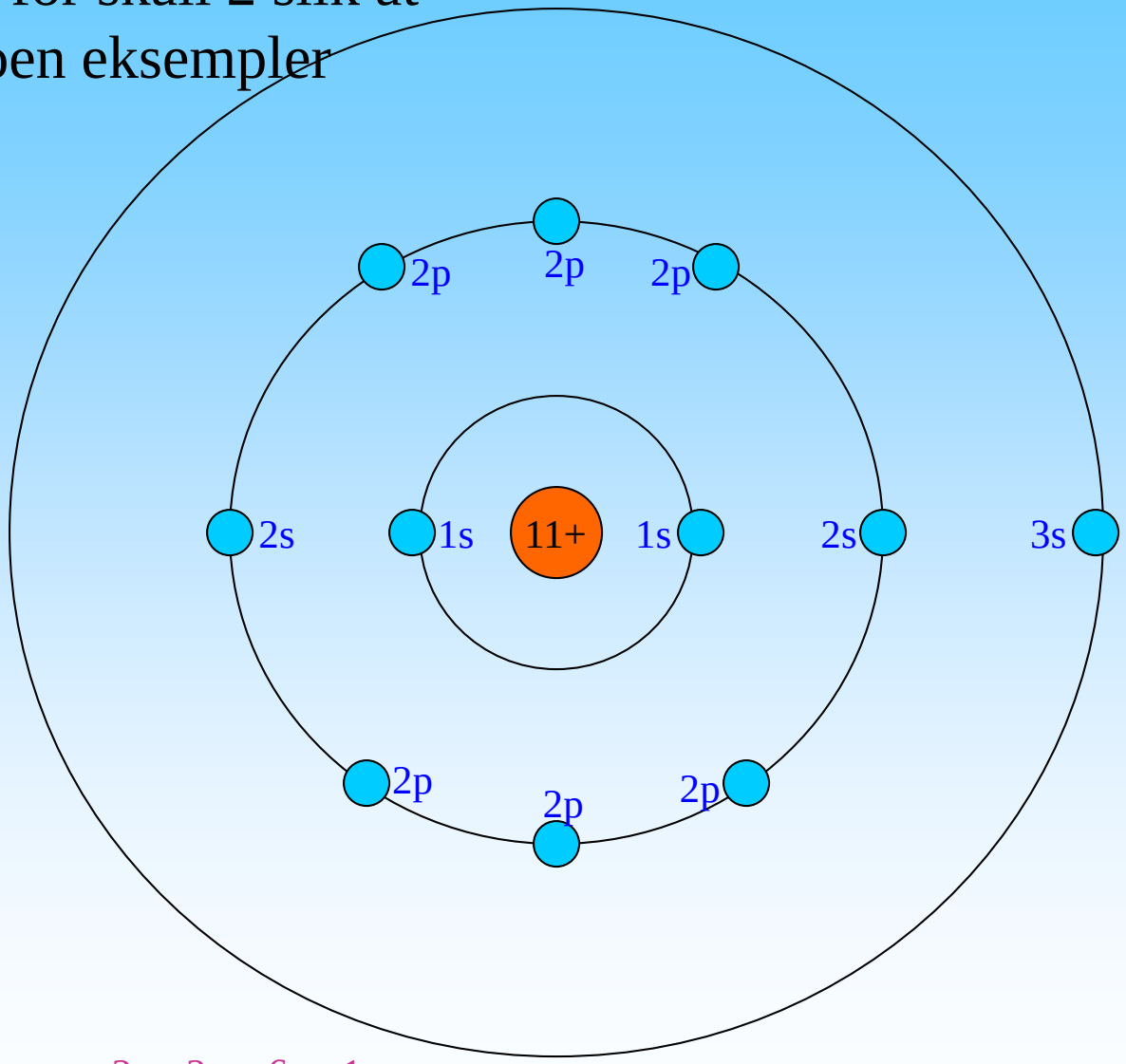
Naturen er lunefull, fra energi-diagrammet ser vi at 4s har lavere energi enn 3d. Det betyr at vi fyller 3s og 3p (8 elektroner) før 4s, 3d og 4p fylles.



Framgangsmåten er den samme for skall 3 som for skall 2 slik at vi viser bare noen eksempler

Natrium, Na

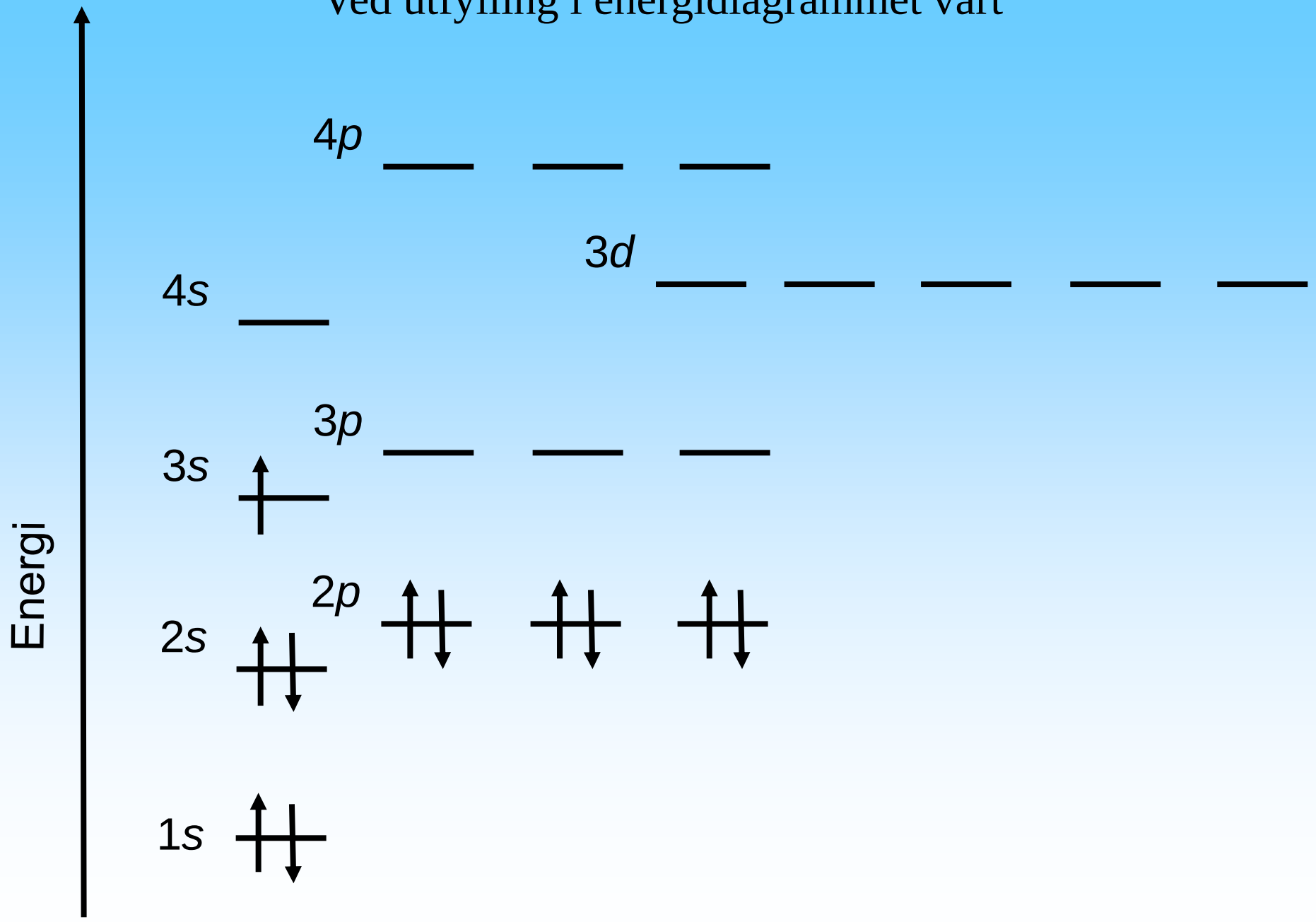
11
Na
[Ne]
$3s^1$



e^- konfigurasjon: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

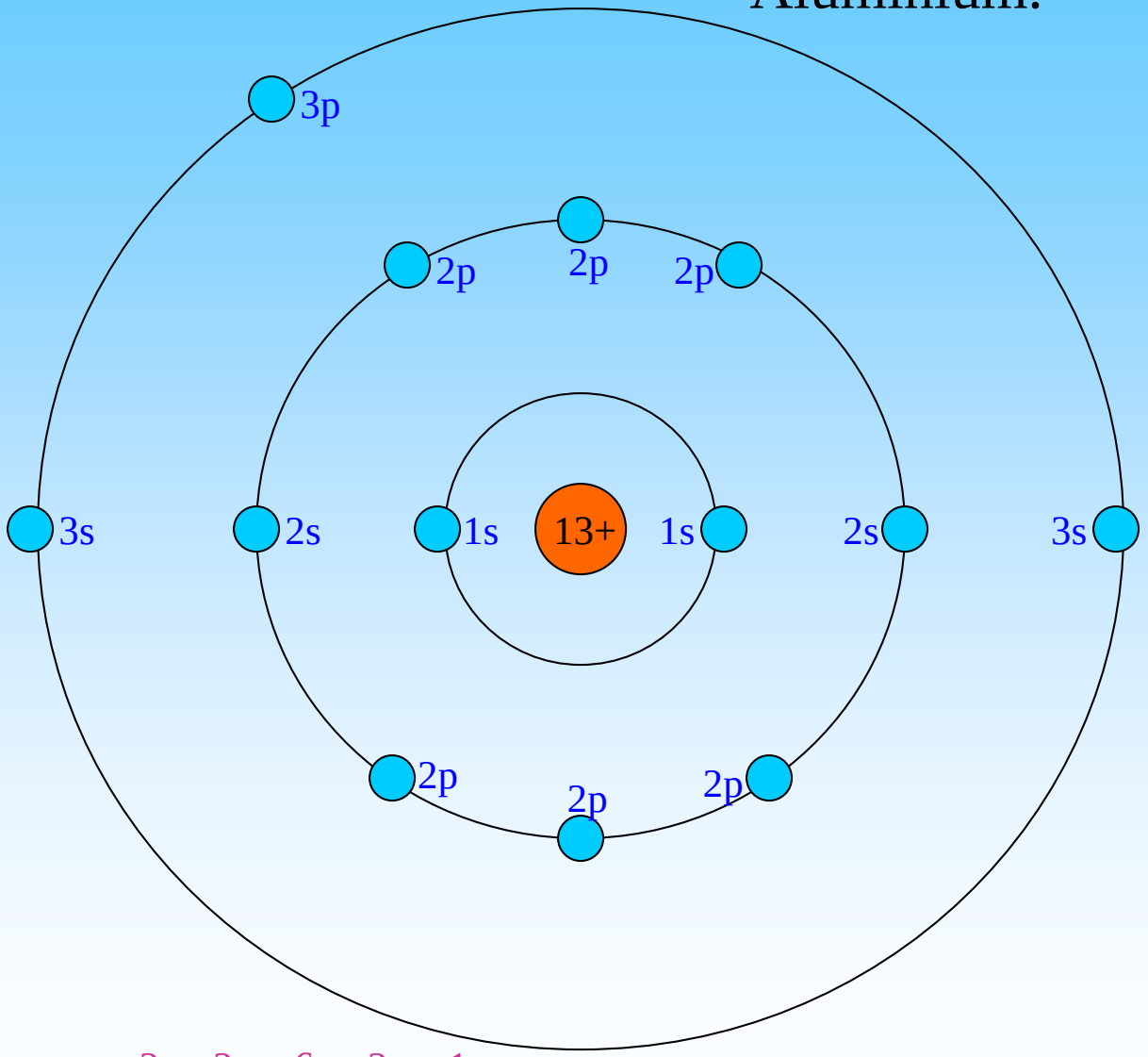
evt. $[Ne]3s^1$

Ved utfylling i energidiagrammet vårt



”You can call me Al”
Aluminium.

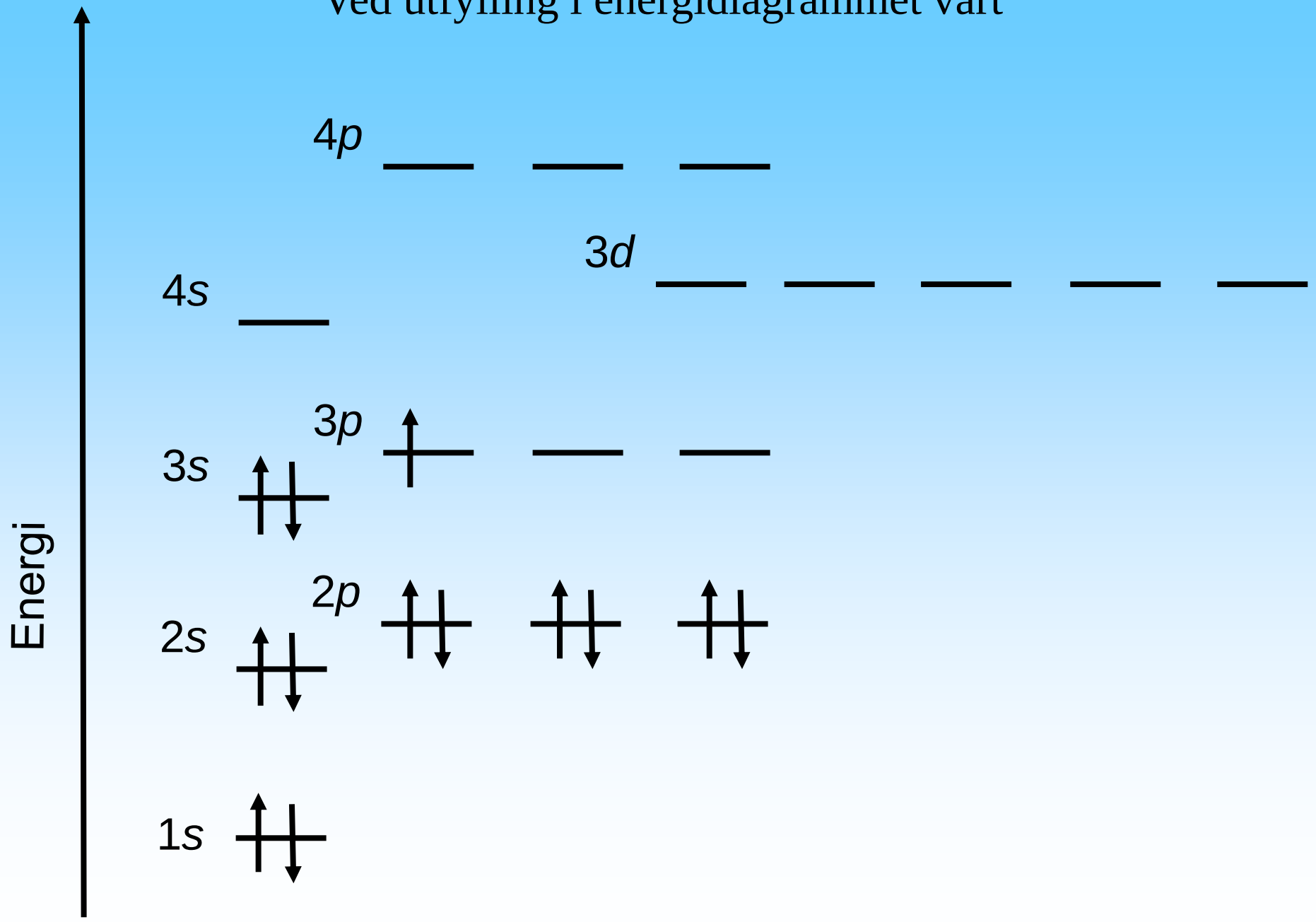
13
Al
[Ne]
$3s^2 3p^1$



e⁻ konfigurasjon: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

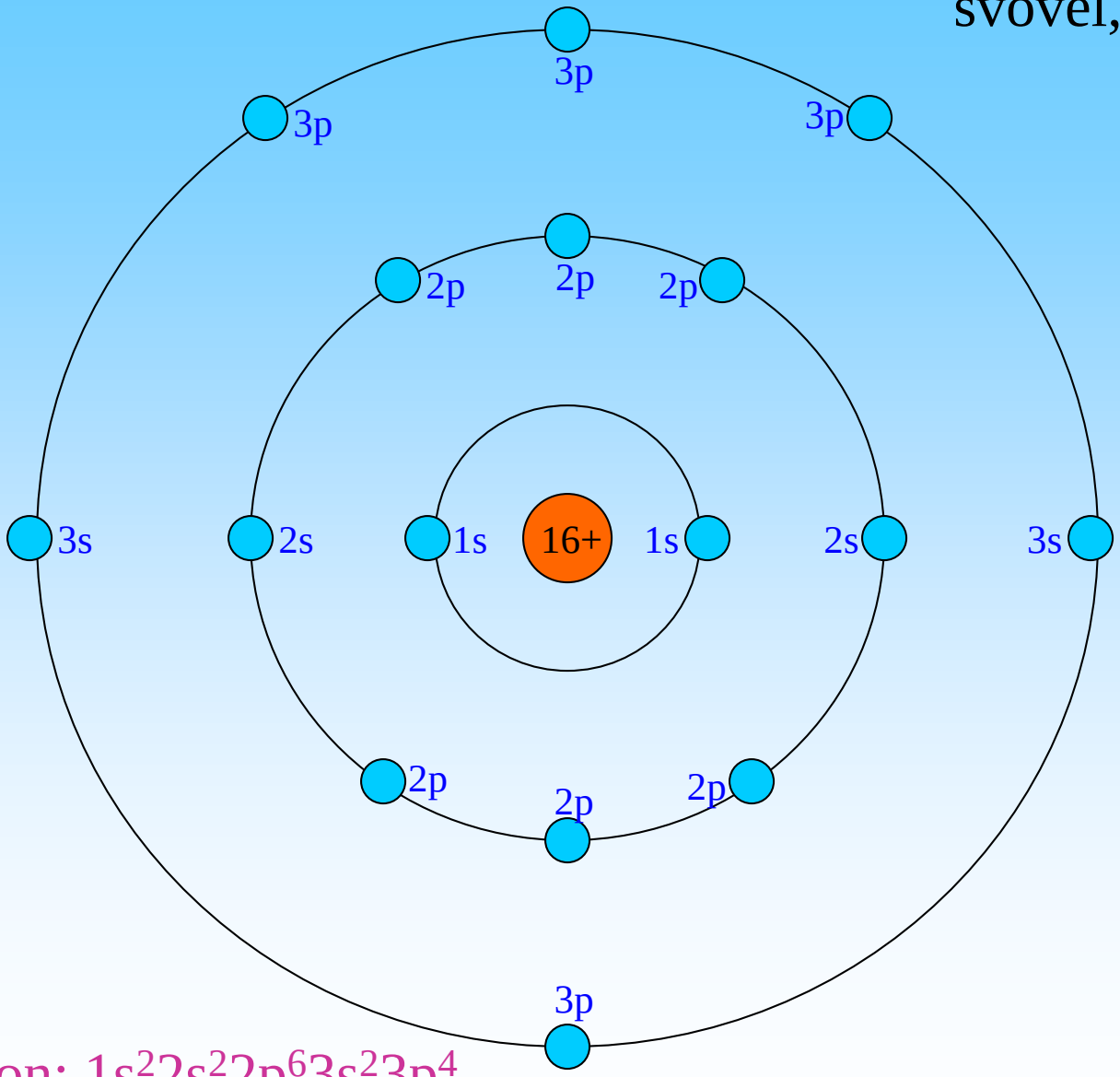
evt. $[Ne]3s^2 3p^1$

Ved utfylling i energidiagrammet vårt



Velluktende svovel, S

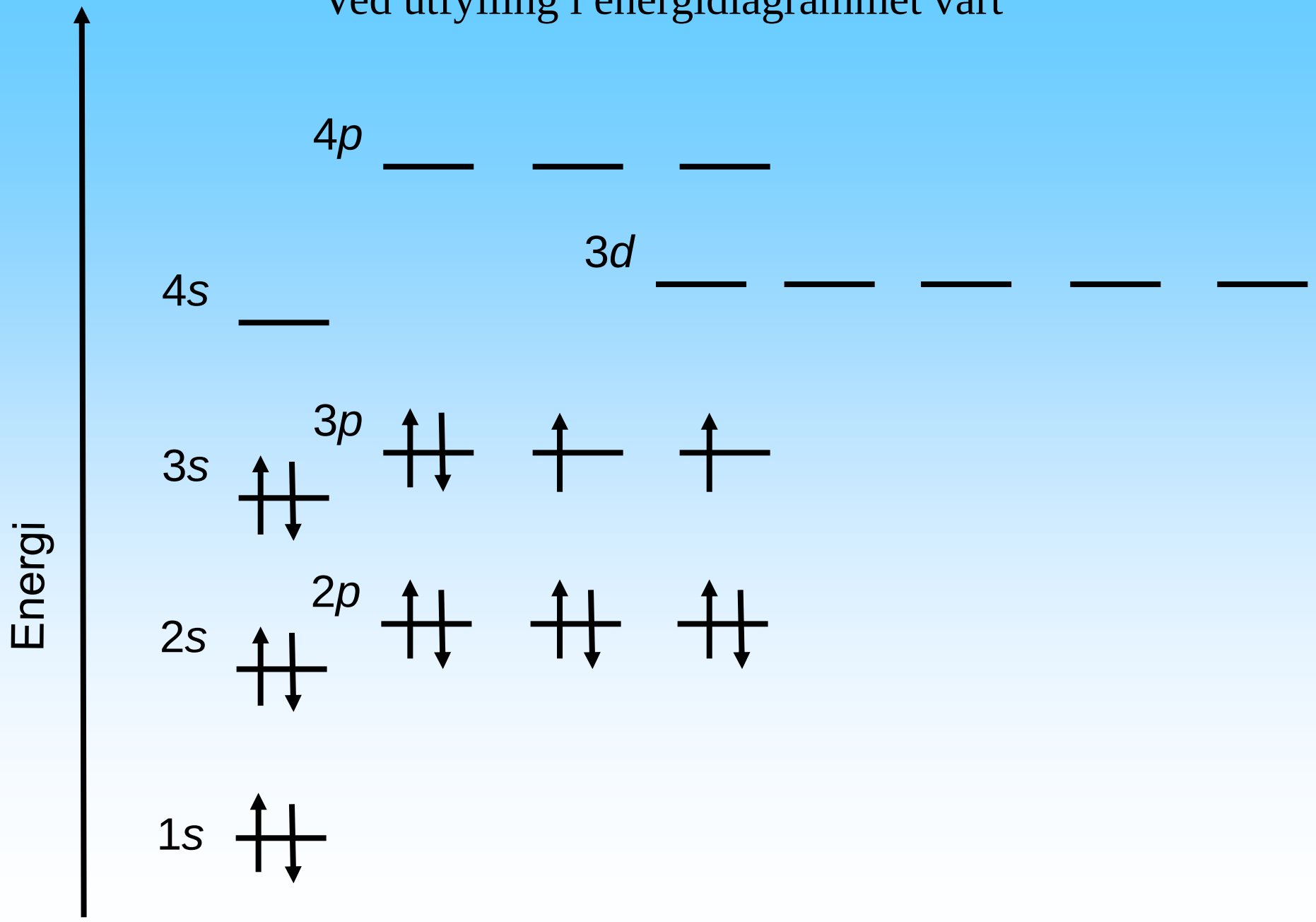
16
S
[Ne]
$3s^2 3p^4$



e⁻ konfigurasjon: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

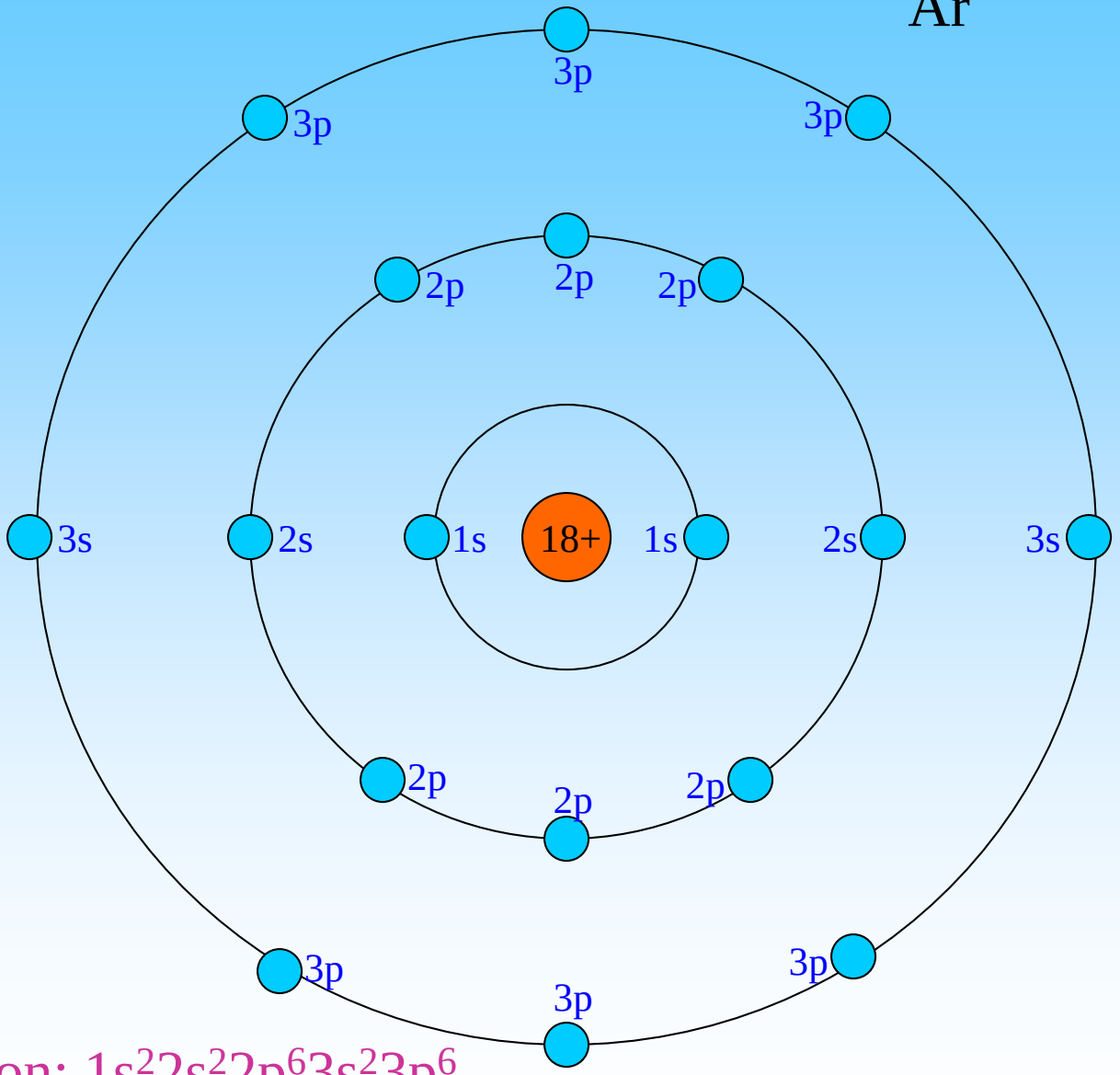
evt. $[Ne]3s^2 3p^4$

Ved utfylling i energidiagrammet vårt



Inerte Argon, Ar

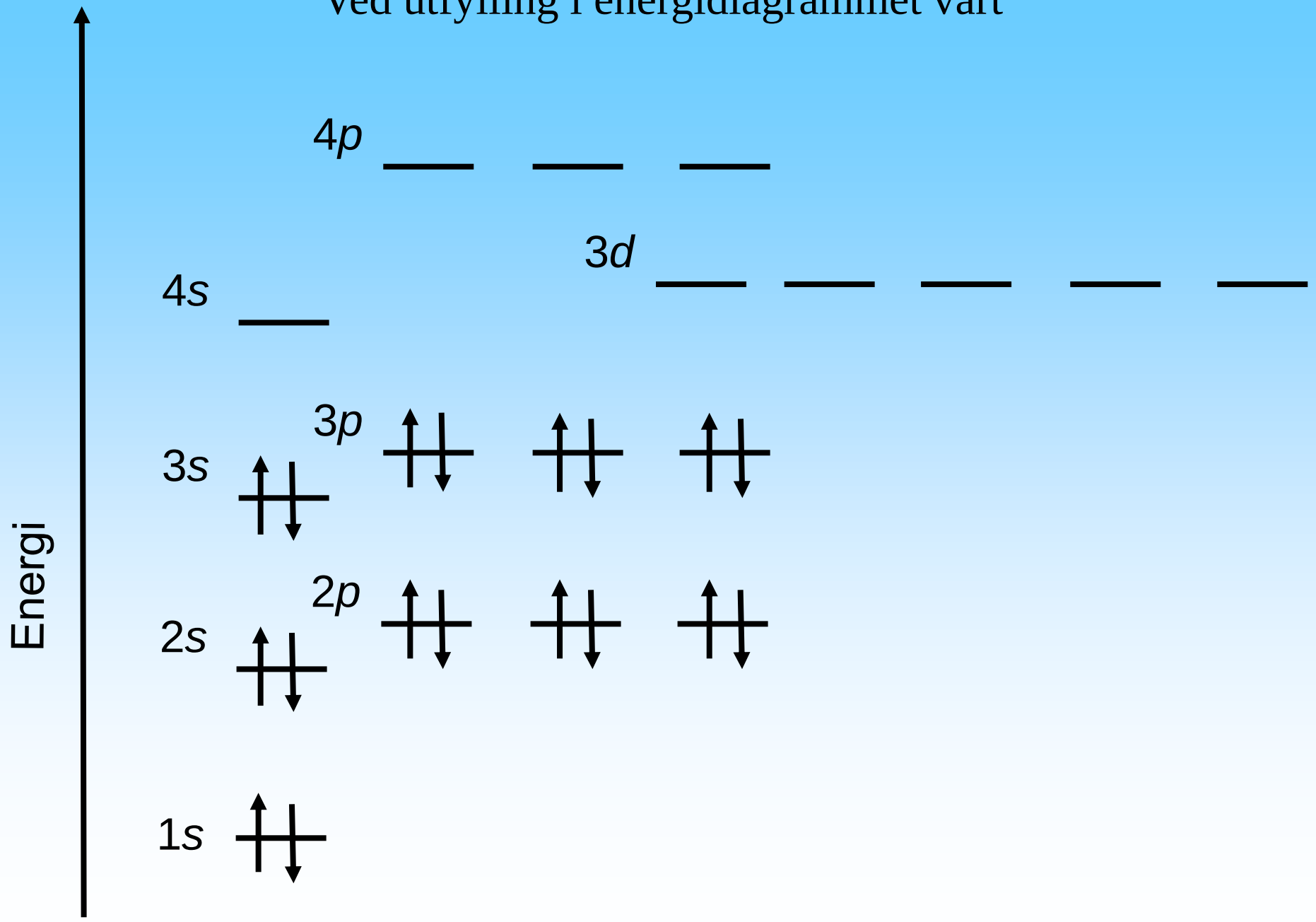
18
Ar
[Ne]
$3s^2 3p^6$



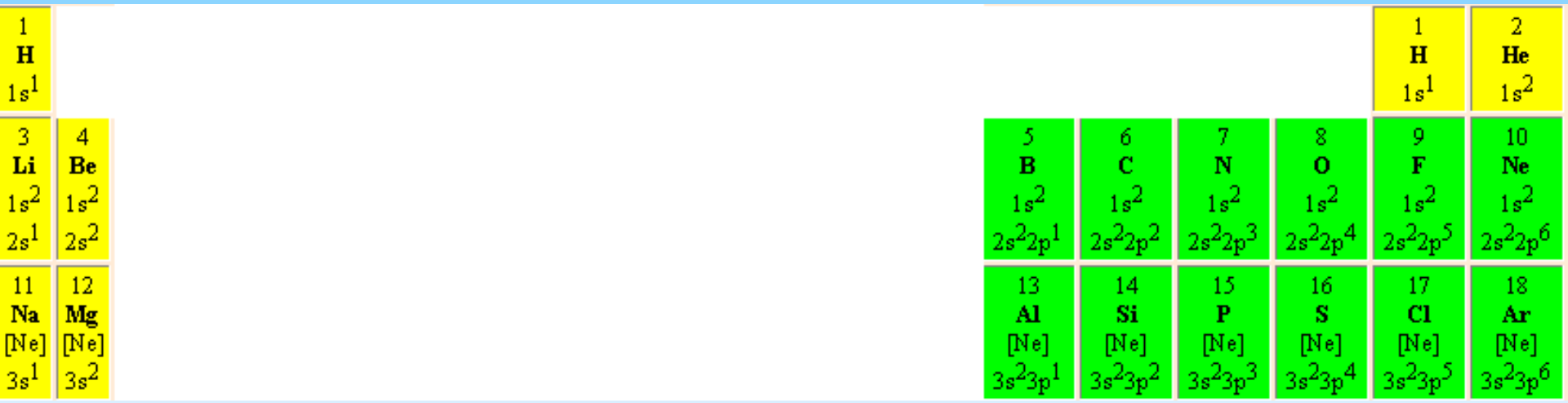
e- konfigurasjon: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

evt. $[Ne]3s^2 3p^6$

Ved utfylling i energidiagrammet vårt



Dersom vi oppsummerer oppbygningen vår av atomer og rangerer dem i sine skall, får vi en figur som ser slik ut



Dette er starten på det vi kaller periodesystemet som vi skal diskutere nå ☺

Grundstoffernes periodesystem

1 (I)	2 (II)	3 (IIIB)	4 (IVB)	5 (VB)	6 (VIB)	7 (VIIB)	8 (VIIIB)	9 (VIIIB)	10 (VIIIB)	11 (IB)	12 (IIB)	13 (III)	14 (IV)	15 (V)	16 (VI)	17 (VII)	18 (VIII)
1,00794 **H** Hydrogen 1																	4,002602 **He** Helium 2
6,941 **Li** Lithium 3	9,012182 **Be** Beryllium 4											10,811 **B** Bor 5	12,0107 **C** Carbon 6	14,00674 **N** Nitrogen 7	15,9994 **O** Oxygen 8	18,9984032 **F** Fluor 9	20,1797 **Ne** Neon 10
22,989770 **Na** Natrium 11	24,3050 **Mg** Magnesium 12											26,981538 **Al** Aluminium 13	28,0855 **Si** Silicium 14	30,973761 **P** Phosphor 15	32,066 **S** Svovl 16	35,4527 **Cl** Chlor 17	39,948 **Ar** Argon 18
39,0983 **K** Kalium 19	40,078 **Ca** Calcium 20	44,955910 **Sc** Scandium 21	47,867 **Ti** Titan 22	50,9415 **V** Vanadium 23	51,9961 **Cr** Chrom 24	54,938049 **Mn** Mangan 25	55,845 **Fe** Jern 26	58,933200 **Co** Cobalt 27	58,6934 **Ni** Nikkel 28	63,546 **Cu** Kobber 29	65,39 **Zn** Zink 30	69,723 **Ga** Gallium 31	72,61 **Ge** Germanium 32	74,92160 **As** Arsen 33	78,96 **Se** Selen 34	79,904 **Br** Brom 35	83,80 **Kr** Krypton 36
85,4678 **Rb** Rubidium 37	87,62 **Sr** Strontium 38	88,90585 **Y** Yttrium 39	91,224 **Zr** Zirconium 40	92,90638 **Nb** Niobium 41	95,94 **Mo** Molybden 42	[98] **Tc** Technetium 43	101,07 **Ru** Ruthenium 44	102,90550 **Rh** Rhodium 45	106,42 **Pd** Palladium 46	107,8682 **Ag** Sølv 47	112,411 **Cd** Cadmium 48	114,818 **In** Indium 49	118,710 **Sn** Tin 50	121,760 **Sb** Antimon 51	127,60 **Te** Tellur 52	126,90447 **I** Iod 53	131,29 **Xe** Xenon 54
132,90545 **Cs** Caesium 55	137,327 **Ba** Barium 56	138,9055 **La** Lanthan 57	Lantha-noider*	178,49 **Hf** Hafnium 72	180,9479 **Ta** Tantal 73	183,84 **W** Wolfram 74	186,207 **Re** Rhenium 75	190,23 **Os** Osmium 76	192,217 **Ir** Iridium 77	195,078 **Pt** Platin 78	196,96655 **Au** Guld 79	200,59 **Hg** Kviksølv 80	204,3833 **Tl** Thallium 81	207,2 **Pb** Bly 82	208,98038 **Bi** Bismuth 83	[209] **Po** Polonium 84	[210] **At** Astat 85	[222] **Rn** Radon 86
[223] **Fr** Francium 87	[226] **Ra** Radium 88	[227] **Ac** Actinium 89	Acti-noider**	[261] **Rf** Rutherfordium 104	[262] **Db** Dubnium 105	[266] **Sg** Seaborgium 106	[264] **Bh** Bohrium 107	[269] **Hs** Hassium 108	[268] **Mt** Meitnerium 109	[269] **Uun** Ununnilium 110	[272] **Uuu** Unununium 111	[277] **Uub** Ununbium 112	113	[289] **Uuq** Ununquadium 114	115	[289] **Uuh** Ununhexium 116	117	[293] **Uuo** Ununoctium 118

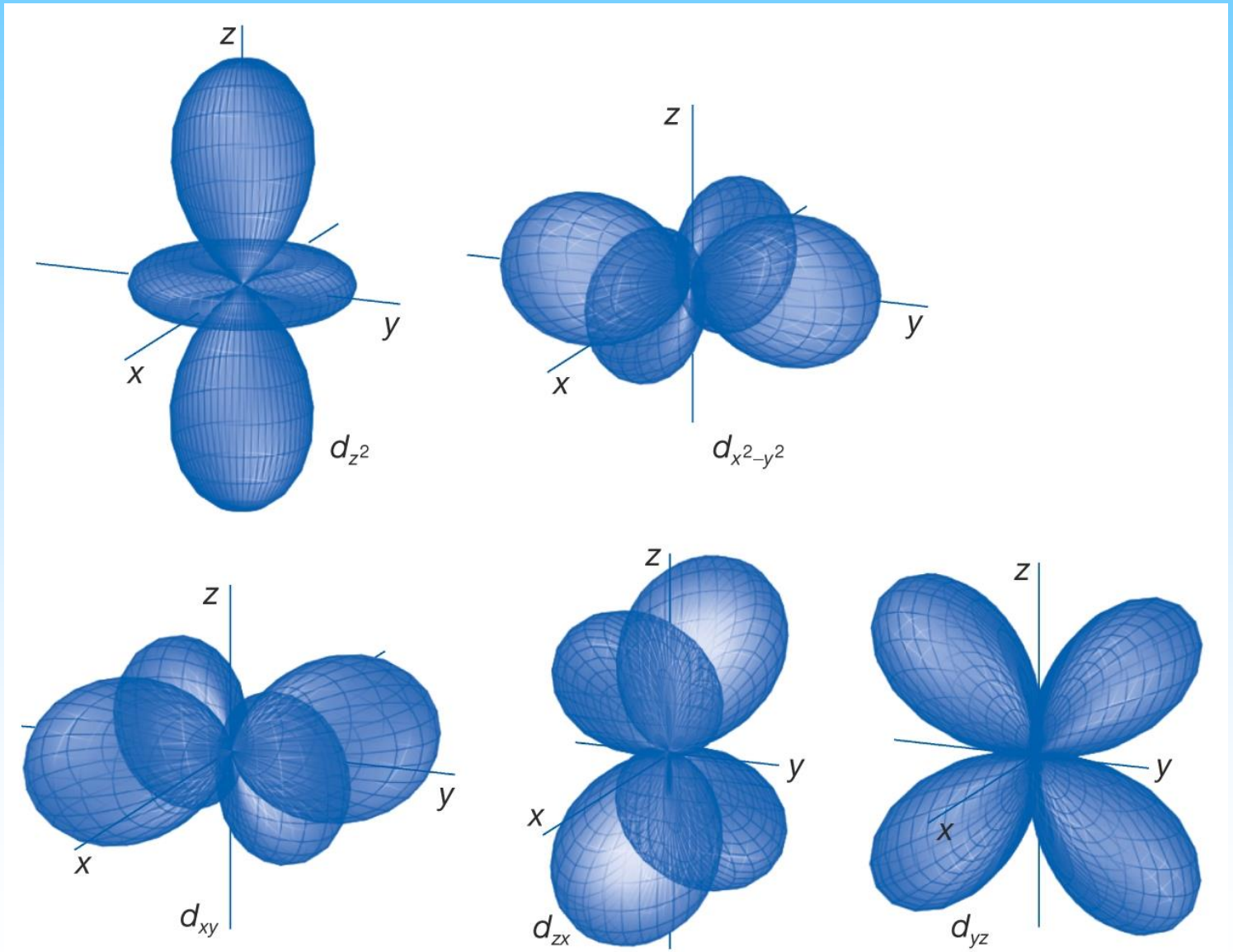
Ikke-metaller / Metaller

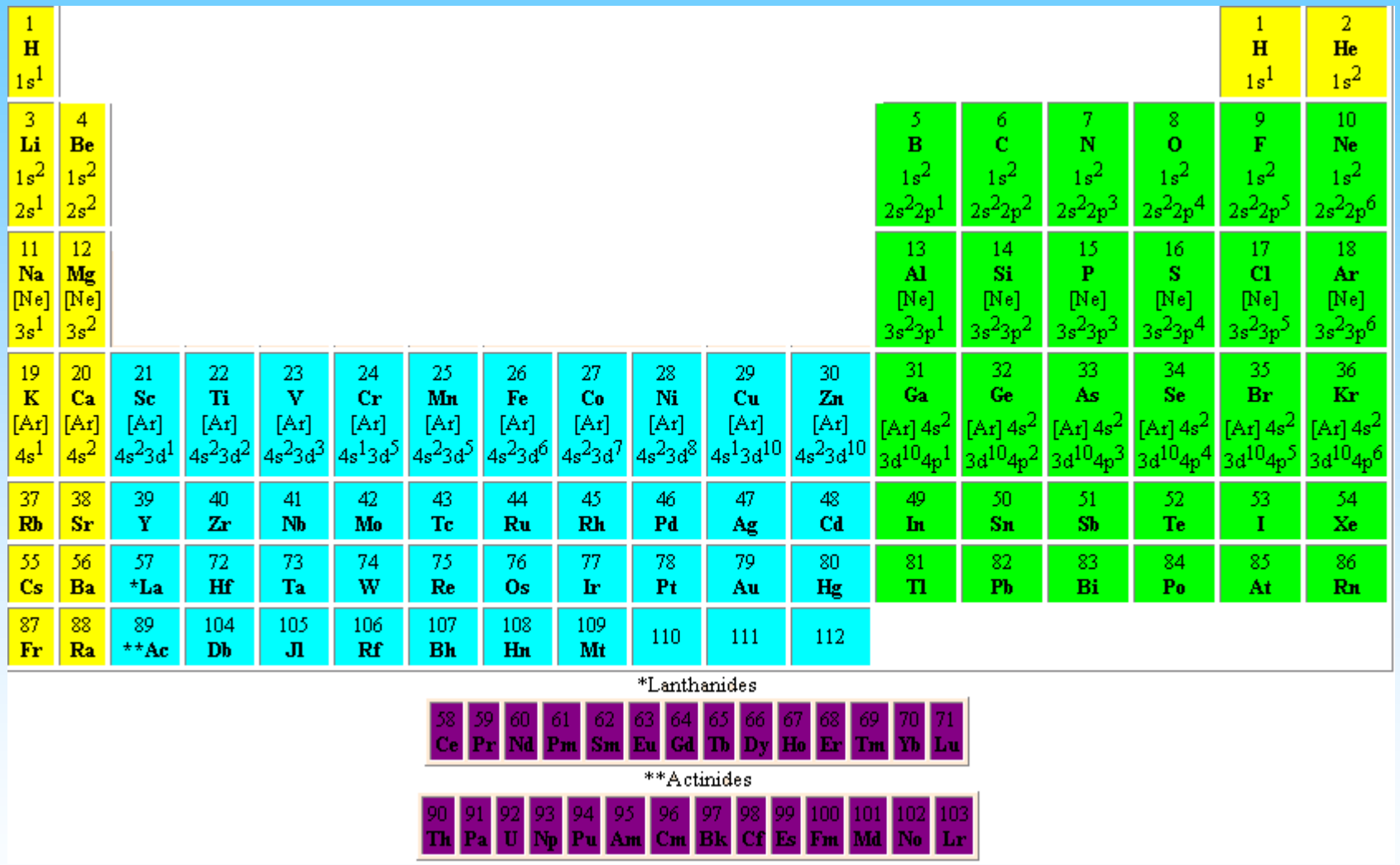
Alkali-metaller — Jordalkali-metaller — Chalkogener — Halo-gener — Ædel-gasser

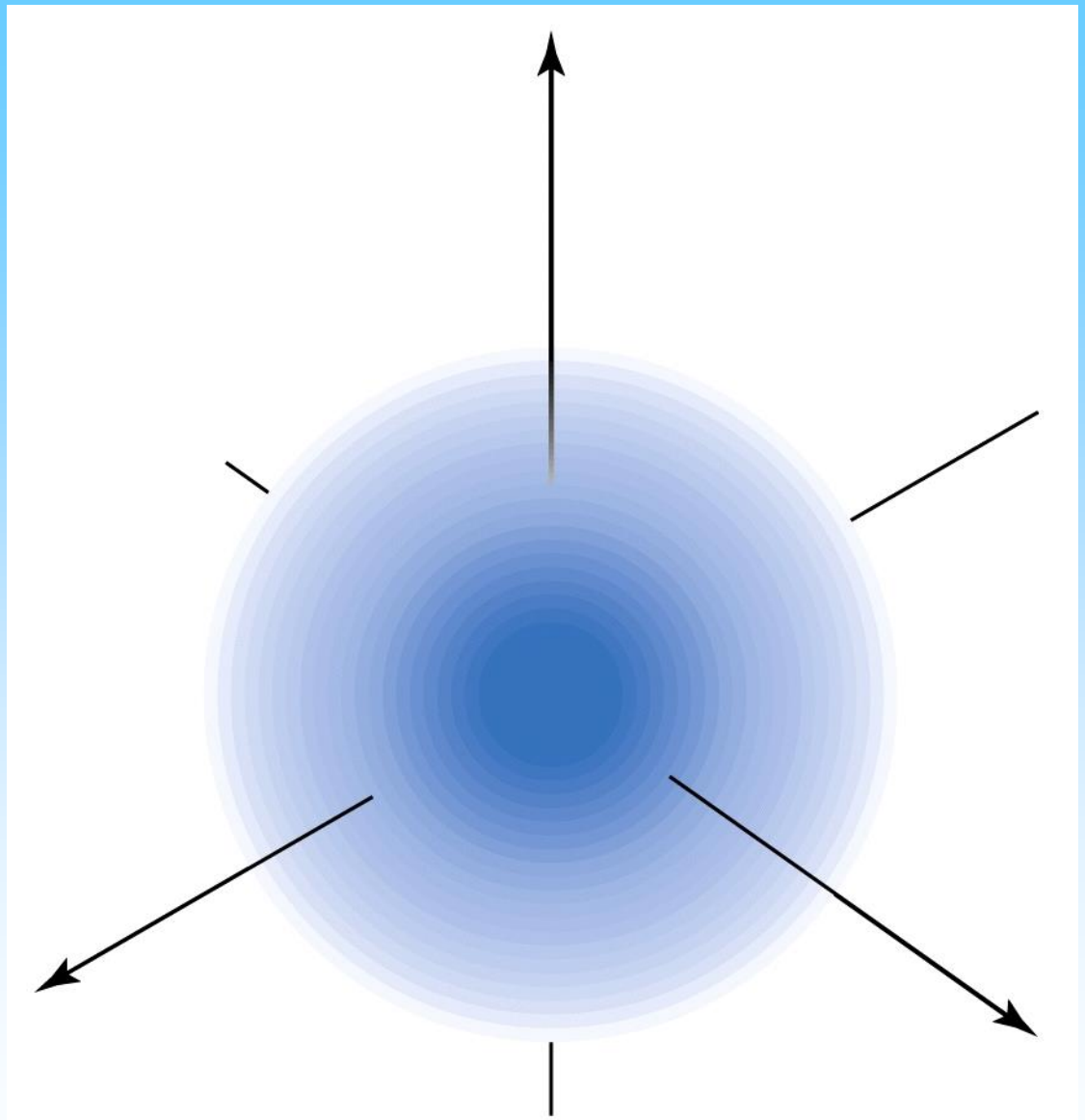
* Lanthanoider	140,116 **Ce** Cerium 58	140,90765 **Pr** Praseodym 59	144,24 **Nd** Neodym 60	[145] **Pm** Promethium 61	150,36 **Sm** Samarium 62	151,964 **Eu** Europium 63	157,25 **Gd** Gadolinium 64	158,92534 **Tb** Terbium 65	162,50 **Dy** Dysprosium 66	164,93032 **Ho** Holmium 67	167,26 **Er** Erbium 68	168,93421 **Tm** Thulium 69	173,04 **Yb** Ytterbium 70	174,967 **Lu** Lutetium 71
** Actinoider	232,0381 **Th** Thorium 90	231,03588 **Pa** Protactinium 91	238,0289 **U** Uran 92	[237] **Np** Neptunium 93	[244] **Pu** Plutonium 95	[243] **Am** Americium 95	[247] **Cm** Curium 96	[247] **Bk** Berkelium 97	[251] **Cf** Californium 98	[252] **Es** Einsteinium 99	[257] **Fm** Fermium 100	[258] **Md** Mendelevium 101	[259] **No** Nobelium 102	[262] **Lr** Lawrencium 103

Slik ser 3d-skall ut

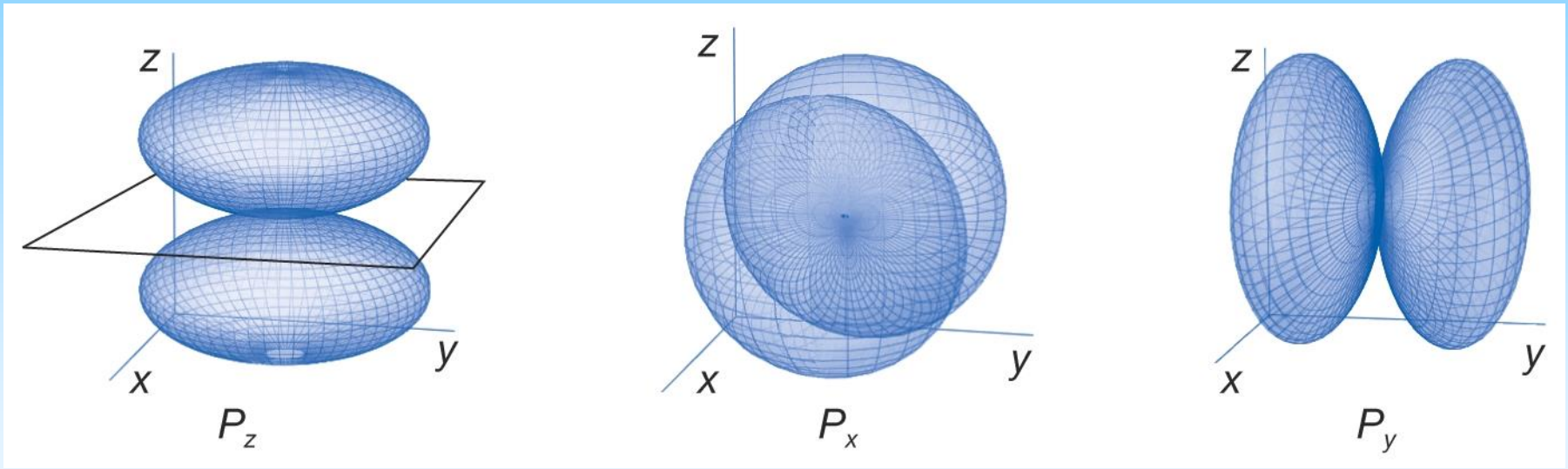
↓

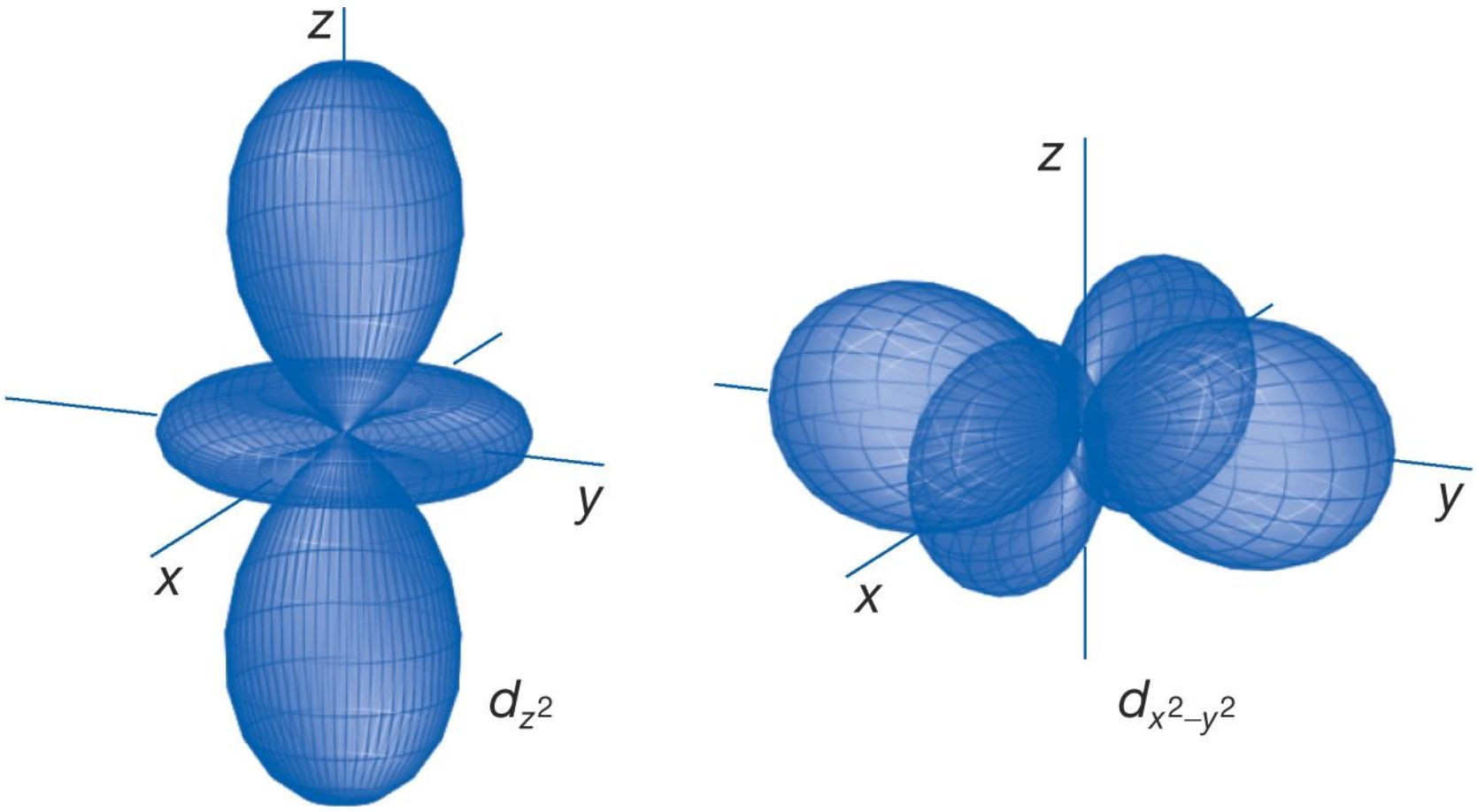


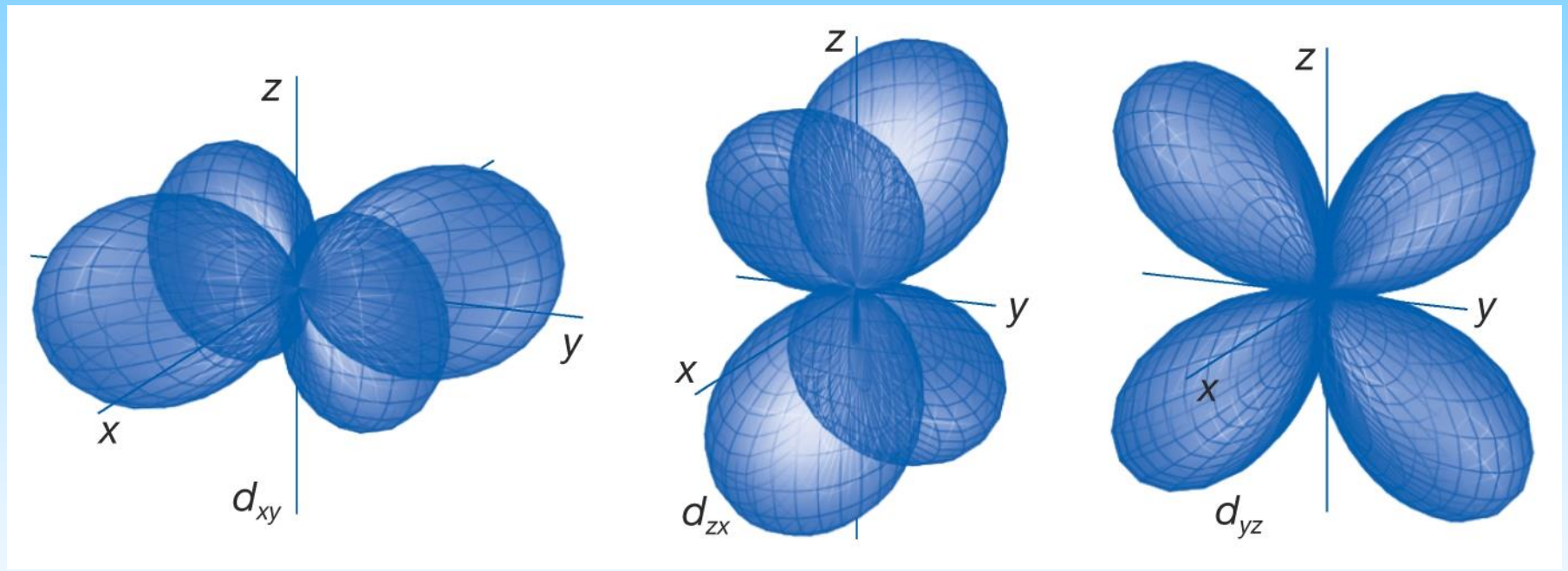

1 H $1s^1$
1 H $1s^1$
2 He $1s^2$
3 Li $1s^2 2s^1$
4 Be $1s^2 2s^2$
5 B $1s^2 2s^2 2p^1$
6 C $1s^2 2s^2 2p^2$
7 N $1s^2 2s^2 2p^3$
8 O $1s^2 2s^2 2p^4$
9 F $1s^2 2s^2 2p^5$
10 Ne $1s^2 2s^2 2p^6$
11 Na [Ne] $3s^1$
12 Mg [Ne] $3s^2$
13 Al [Ne] $3s^2 3p^1$
14 Si [Ne] $3s^2 3p^2$
15 P [Ne] $3s^2 3p^3$
16 S [Ne] $3s^2 3p^4$
17 Cl [Ne] $3s^2 3p^5$
18 Ar [Ne] $3s^2 3p^6$
19 K [Ar] $4s^1$
20 Ca [Ar] $4s^2$
21 Sc [Ar] $4s^2 3d^1$
22 Ti [Ar] $4s^2 3d^2$
23 V [Ar] $4s^2 3d^3$
24 Cr [Ar] $4s^1 3d^5$
25 Mn [Ar] $4s^2 3d^5$
26 Fe [Ar] $4s^2 3d^6$
27 Co [Ar] $4s^2 3d^7$
28 Ni [Ar] $4s^2 3d^8$
29 Cu [Ar] $4s^1 3d^{10}$
30 Zn [Ar] $4s^2 3d^{10}$
31 Ga [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^1$
32 Ge [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^2$
33 As [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^3$
34 Se [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^4$
35 Br [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^5$
36 Kr [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^6$
37 Rb
38 Sr
39 Y
40 Zr
41 Nb
42 Mo
43 Tc
44 Ru
45 Rh
46 Pd
47 Ag
48 Cd
49 In
50 Sn
51 Sb
52 Te
53 I
54 Xe
55 Cs
56 Ba
57 *La
72 Hf
73 Ta
74 W
75 Re
76 Os
77 Ir
78 Pt
79 Au
80 Hg
81 Tl
82 Pb
83 Bi
84 Po
85 At
86 Rn
87 Fr
88 Ra
89 **Ac
104 Db
105 Jl
106 Rf
107 Bh
108 Hn
109 Mt
110
111
112
*Lanthanides
58 Ce
59 Pr
60 Nd
61 Pm
62 Sm
63 Eu
64 Gd
65 Tb
66 Dy
67 Ho
68 Er
69 Tm
70 Yb
71 Lu
**Actinides
90 Th
91 Pa
92 U
93 Np
94 Pu
95 Am
96 Cm
97 Bk
98 Cf
99 Es
100 Fm
101 Md
102 No
103 Lr



(a) 1*s*


z
x
y
P_z
z
x
y
P_x
z
x
y
P_y


z
y
x
d_{z^2}
z
y
x
$d_{x^2-y^2}$


z
y
x
d_{xy}
z
y
x
d_{zx}
z
y
x
d_{yz}