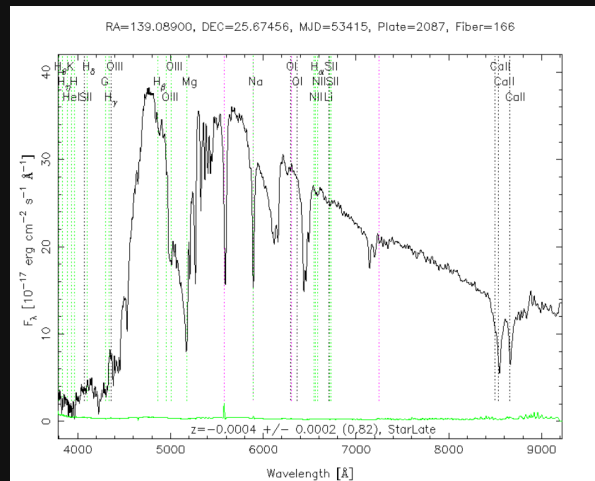


# Spektralanalyse

## Teknik og metoder

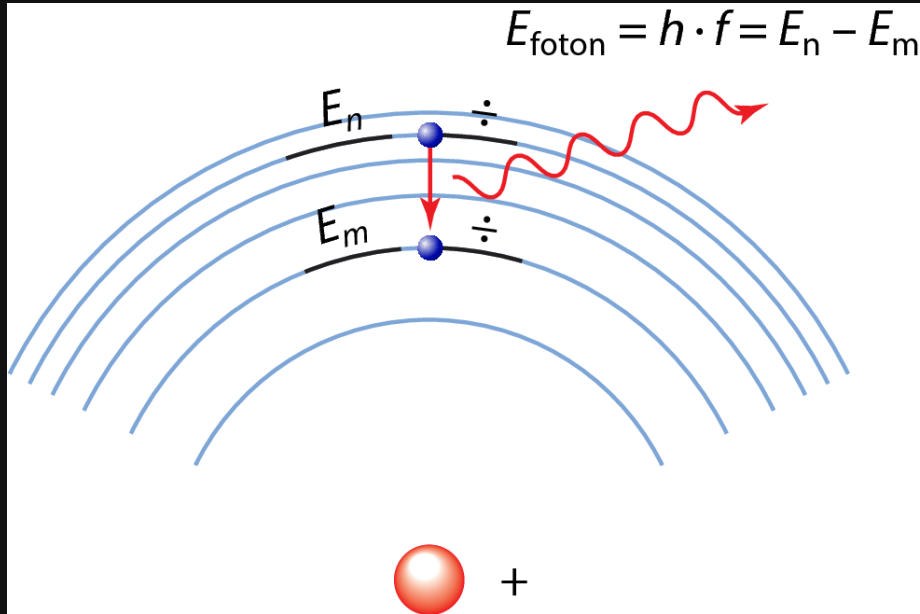
### Astronomi C

### Vibenshus Gymnasium

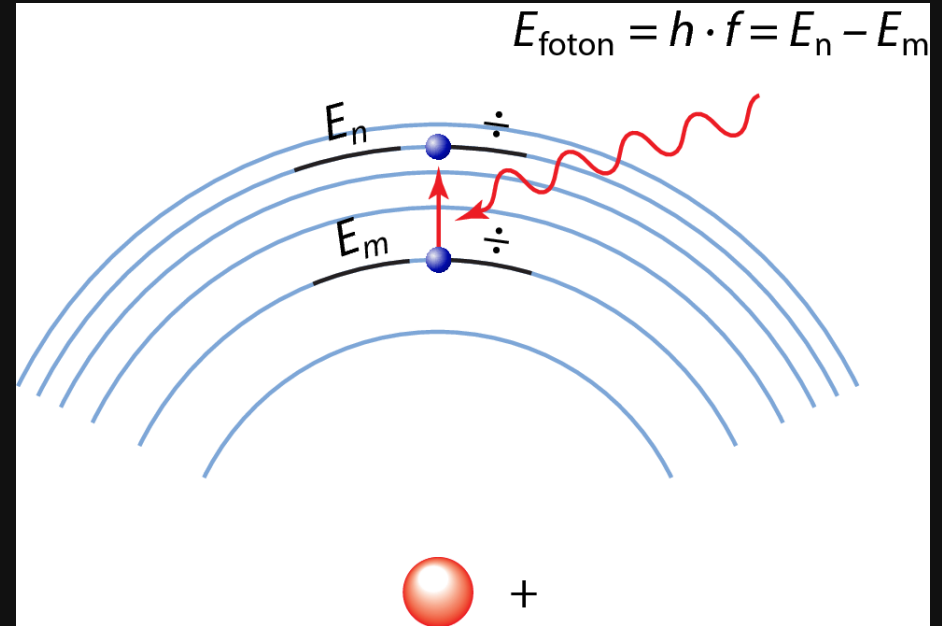


# Simpel atomfysik

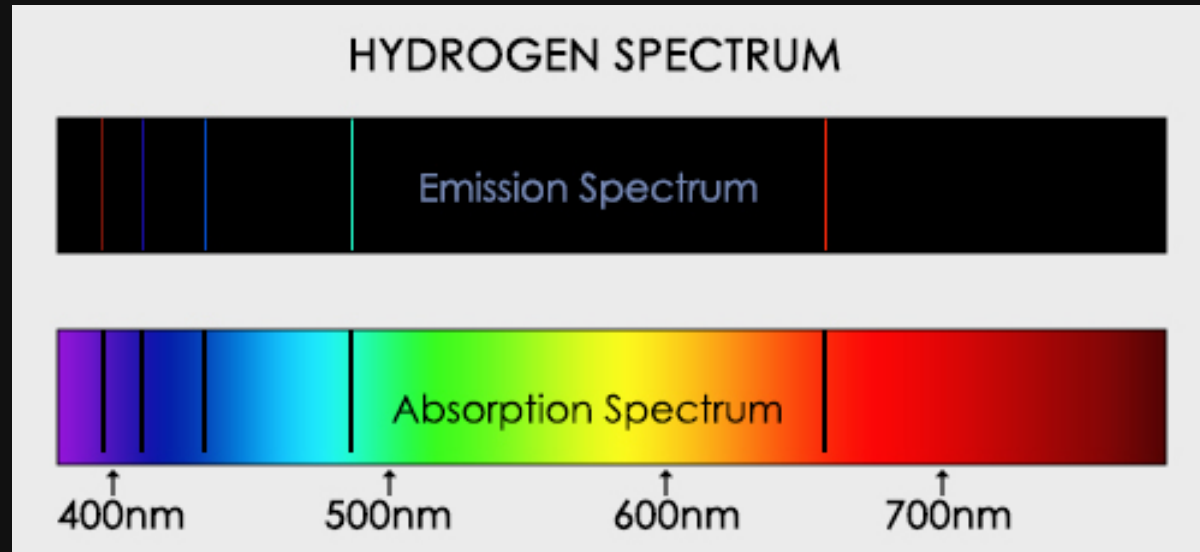
## Emission



## Absorption



# Spektra



# Fingeraftryk

# PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

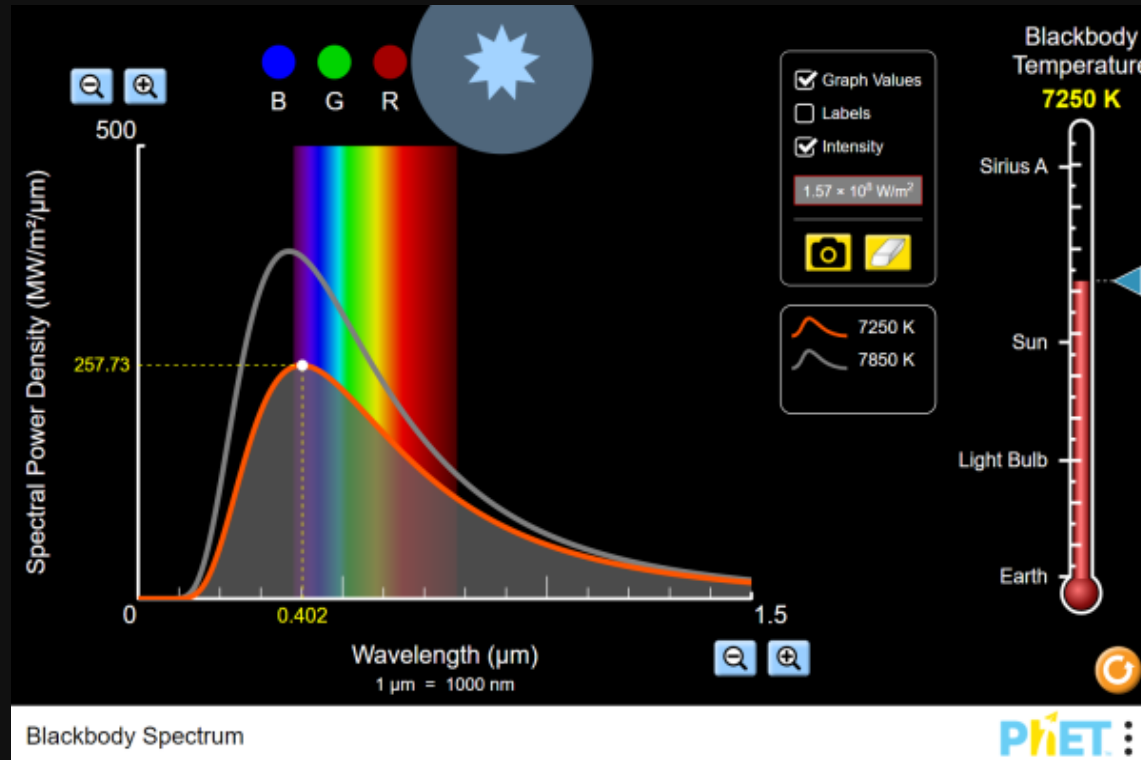
## Emission Spectra of the Elements

PERIOD	GROUP																18	
	1	2											13	14	15	16	17	18
1	1 IA 1.0079 <b>H</b> HYDROGEN	2 IIA 4.0026 <b>He</b> HELIUM											3 IIIA 10.811 <b>B</b> BORON	4 IVA 12.011 <b>C</b> CARBON	5 VA 14.007 <b>N</b> NITROGEN	6 VIA 15.999 <b>O</b> OXYGEN	7 VIIA 18.998 <b>F</b> FLUORINE	8 VIIIA 20.180 <b>Ne</b> NEON
2	3 6.941 <b>Li</b> LITHIUM	4 9.0122 <b>Be</b> BERYLLIUM											5 10.811 <b>B</b> BORON	6 12.011 <b>C</b> CARBON	7 14.007 <b>N</b> NITROGEN	8 15.999 <b>O</b> OXYGEN	9 18.998 <b>F</b> FLUORINE	10 20.180 <b>Ne</b> NEON
3	11 22.990 <b>Na</b> SODIUM	12 24.305 <b>Mg</b> MAGNESIUM											13 26.982 <b>Al</b> ALUMINIUM	14 28.086 <b>Si</b> SILICON	15 30.974 <b>P</b> PHOSPHORUS	16 32.065 <b>S</b> SULPHUR	17 35.453 <b>Cl</b> CHLORINE	18 39.948 <b>Ar</b> ARGON
4	19 39.098 <b>K</b> POTASSIUM	20 40.078 <b>Ca</b> CALCIUM	21 44.956 <b>Sc</b> SCANDIUM	22 47.867 <b>Ti</b> TITANIUM	23 50.942 <b>V</b> VANADIUM	24 51.996 <b>Cr</b> CHROMIUM	25 54.938 <b>Mn</b> MANGANESE	26 55.845 <b>Fe</b> IRON	27 58.933 <b>Co</b> COBALT	28 58.693 <b>Ni</b> NICKEL	29 63.546 <b>Cu</b> COPPER	30 65.38 <b>Zn</b> ZINC	31 69.723 <b>Ga</b> GALLIUM	32 72.64 <b>Ge</b> GERMANIUM	33 74.922 <b>As</b> ARSENIC	34 78.96 <b>Se</b> SELENIUM	35 79.904 <b>Br</b> BROMINE	36 83.798 <b>Kr</b> KRYPTON
5	37 85.468 <b>Rb</b> RUBIDIUM	38 87.62 <b>Sr</b> STRONTIUM	39 88.906 <b>Y</b> YTTRIUM	40 91.224 <b>Zr</b> ZIRCONIUM	41 92.906 <b>Nb</b> NIOBIUM	42 95.96 <b>Mo</b> MOLYBDENUM	43 (98) <b>Tc</b> TECHNETIUM	44 101.07 <b>Ru</b> RUTHENIUM	45 102.91 <b>Rh</b> RHODIUM	46 106.42 <b>Pd</b> PALLADIUM	47 107.87 <b>Ag</b> SILVER	48 112.41 <b>Cd</b> CADMIUM	49 114.82 <b>In</b> INDIUM	50 115.71 <b>Sn</b> TIN	51 121.76 <b>Sb</b> ANTIMONY	52 127.60 <b>Te</b> TELLURIUM	53 126.90 <b>I</b> IODINE	54 131.29 <b>Xe</b> XENON
6	55 132.91 <b>Cs</b> CAESIUM	56 137.33 <b>Ba</b> BARIUM	57-71 <b>La-Lu</b> Lanthanide	72 178.49 <b>Hf</b> HAFNIUM	73 180.95 <b>Ta</b> TANTALUM	74 183.84 <b>W</b> TUNGSTEN	75 186.21 <b>Re</b> RHENIUM	76 190.23 <b>Os</b> OSMIUM	77 192.22 <b>Ir</b> IRIDIUM	78 195.08 <b>Pt</b> PLATINUM	79 198.97 <b>Au</b> GOLD	80 200.59 <b>Hg</b> MERCURY	81 204.38 <b>Tl</b> THALLIUM	82 207.2 <b>Pb</b> LEAD	83 208.98 <b>Bi</b> BISMUTH	84 (209) <b>Po</b> POLONIUM	85 (210) <b>At</b> ASTATINE	86 (222) <b>Rn</b> RADON
7	87 (223) <b>Fr</b> FRANCIUM	88 (226) <b>Ra</b> RADIUM	89-103 <b>Ac-Lr</b> Actinide	104 (267) <b>Rf</b> RUTHERFORDIUM	105 (268) <b>Db</b> DUBNIUM	106 (271) <b>Sg</b> SEABORGIUM	107 (272) <b>Bh</b> BOHRIUM	108 (277) <b>Hs</b> HASSIUM	109 (276) <b>Mt</b> MEITNERIUM	110 (281) <b>Ds</b> DARMSTADTIUM	111 (280) <b>Rg</b> ROENTGENIUM	112 (285) <b>Cn</b> COPERNICIUM	113 (...) <b>Uut</b> UNUNTRIUM	114 (287) <b>Fl</b> FLEROVIUM	115 (...) <b>Uup</b> UNUNPENTIUM	116 (291) <b>Lv</b> LIVERMORIUM	117 (...) <b>Uus</b> UNUNSEPTIUM	118 (...) <b>Uuo</b> UNUNOCTIUM

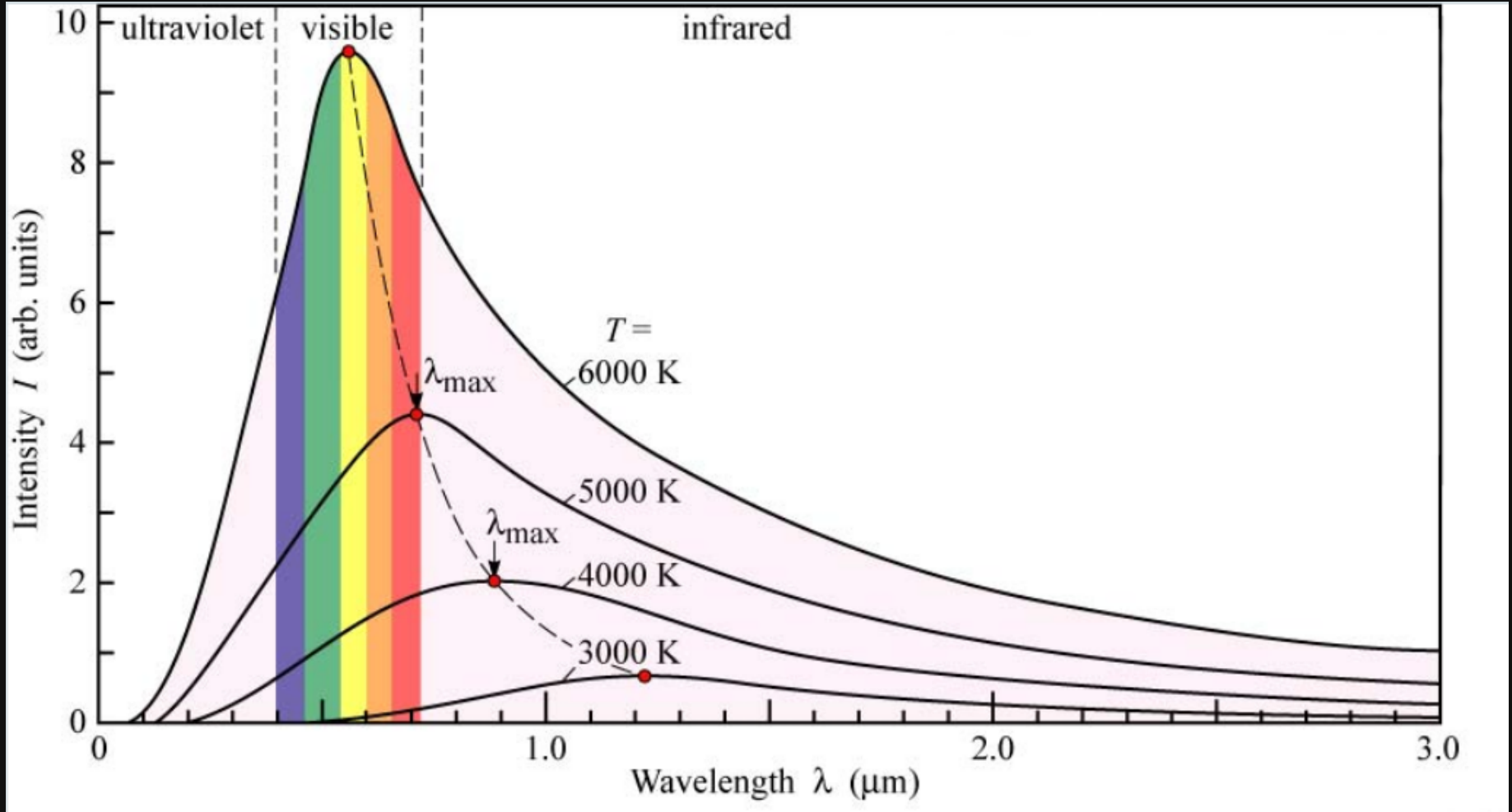
  

LANTHANIDE	57 138.91 <b>La</b> LANTHANUM	58 140.12 <b>Ce</b> CERIUM	59 140.91 <b>Pr</b> PRASEODYMIUM	60 144.24 <b>Nd</b> NEODYMIUM	61 (145) <b>Pm</b> PROMETHIUM	62 150.36 <b>Sm</b> SAMARIUM	63 151.96 <b>Eu</b> EUROPIUM	64 157.25 <b>Gd</b> GADOLINIUM	65 158.93 <b>Tb</b> TERBIUM	66 162.50 <b>Dy</b> DYSPROSIUM	67 164.93 <b>Ho</b> HOLMIUM	68 167.26 <b>Er</b> ERBIUM	69 168.93 <b>Tm</b> THULIUM	70 173.05 <b>Yb</b> YTTERBIUM	71 174.97 <b>Lu</b> LUTETIUM
ACTINIDE	89 (227) <b>Ac</b> ACTINIUM	90 232.04 <b>Th</b> THORIUM	91 231.04 <b>Pa</b> PROTACTINIUM	92 238.03 <b>U</b> URANIUM	93 (237) <b>Np</b> NEPTUNIUM	94 (244) <b>Pu</b> PLUTONIUM	95 (243) <b>Am</b> AMERICIUM	96 (247) <b>Cm</b> CURIUM	97 (247) <b>Bk</b> BERKELIUM	98 (251) <b>Cf</b> CALIFORNIUM	99 (252) <b>Es</b> EINSTEINIUM	100 (257) <b>Fm</b> FERMIUM	101 (258) <b>Md</b> MENDELEVIUM	102 (259) <b>No</b> NOBELIUM	103 (262) <b>Lr</b> LAWRENCIUM

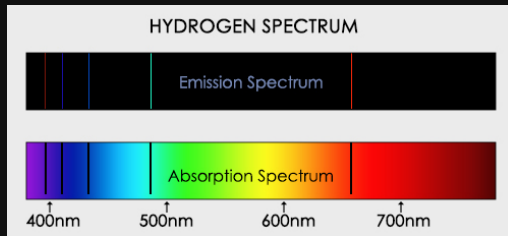
# Sortlegemestråling



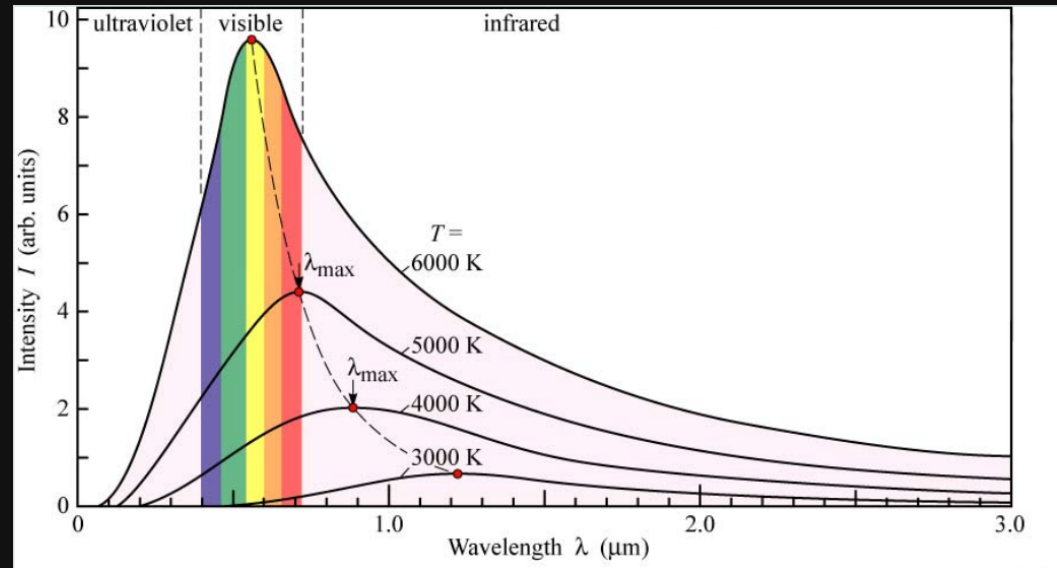
# Sortlegemestråling



# Spektrallinjer + sortlegemestråling

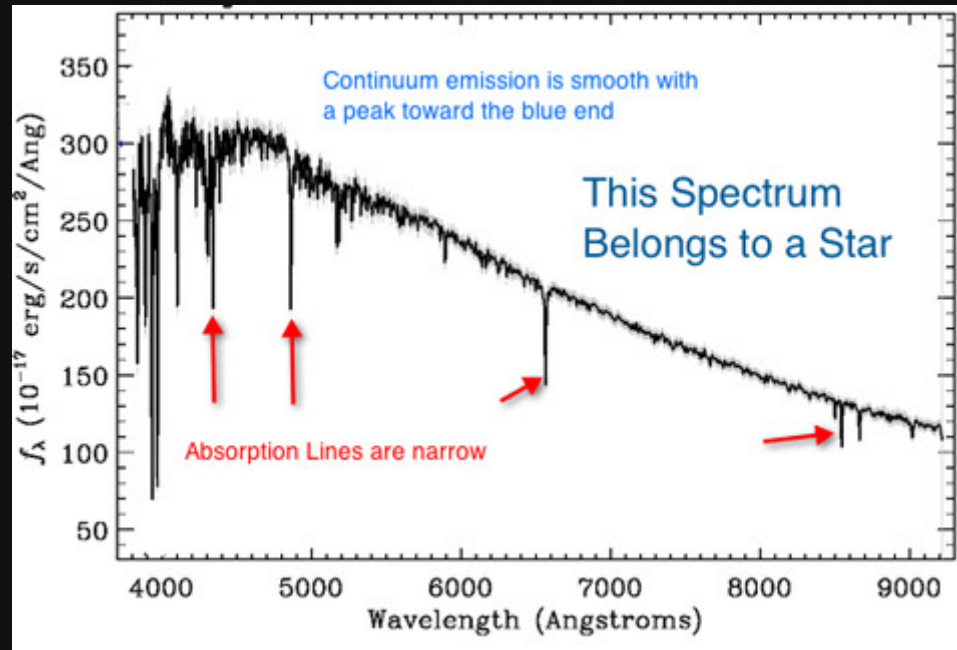


+



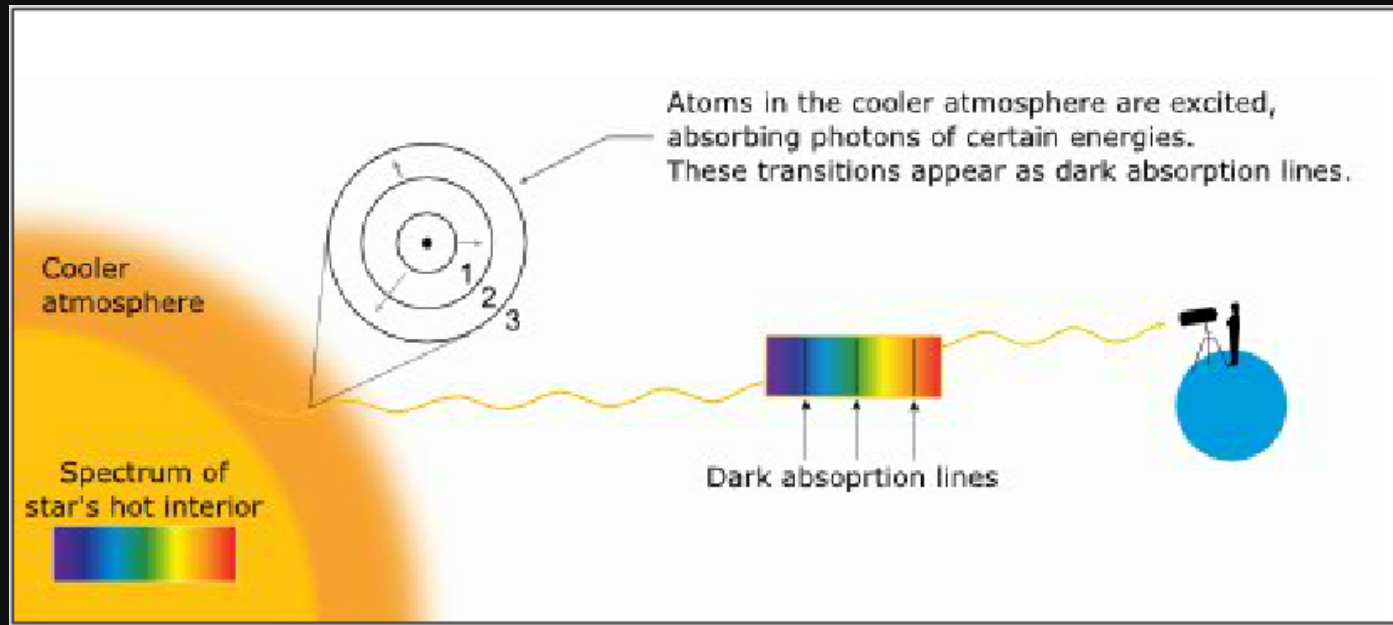


# Spektrallinjer + sortlegemestråling



*Hvorfor ser man  
mest  
absorptionslinjer  
fra stjerner?*





- Fordi lyset skal ud gennen stjernens (kolde) atmosfære.

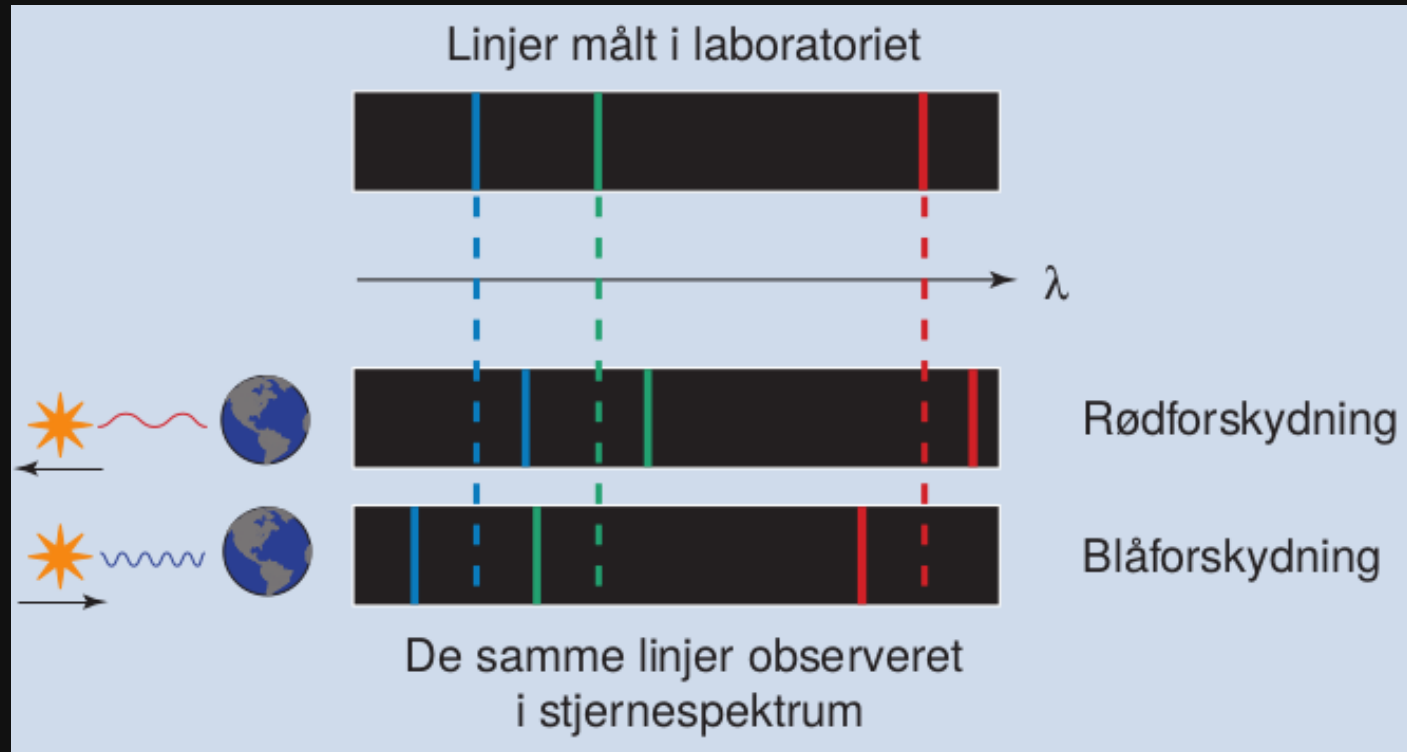
**Men der er mere  
endnu**

# Dopplereffekten

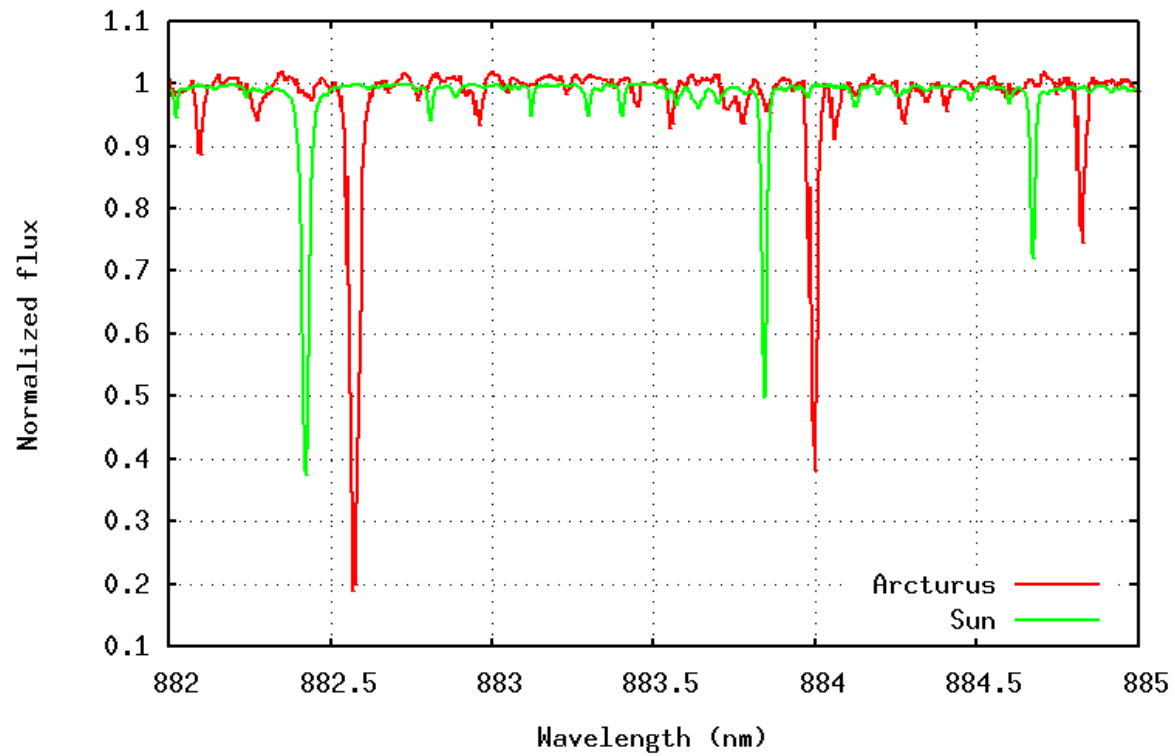
The Doppler Effect: what does motion do to waves?

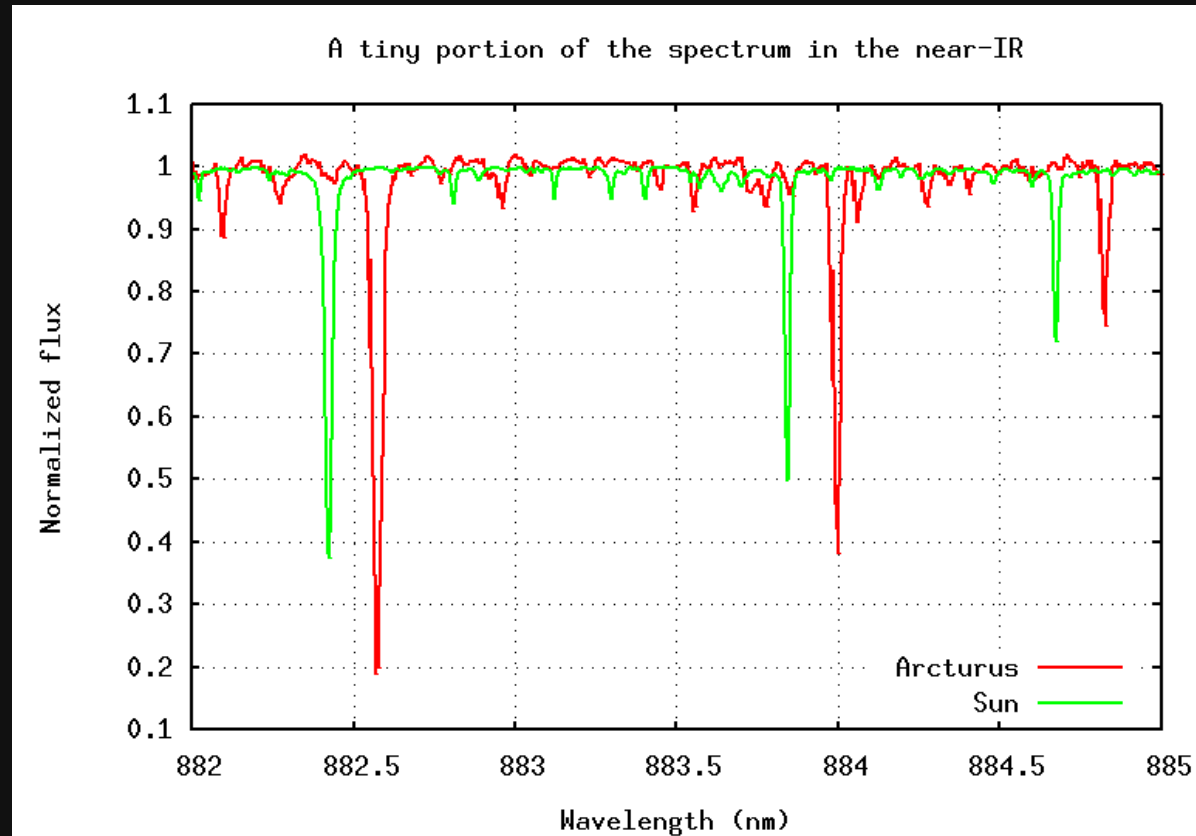


# Rød- og blåforskydning



A tiny portion of the spectrum in the near-IR





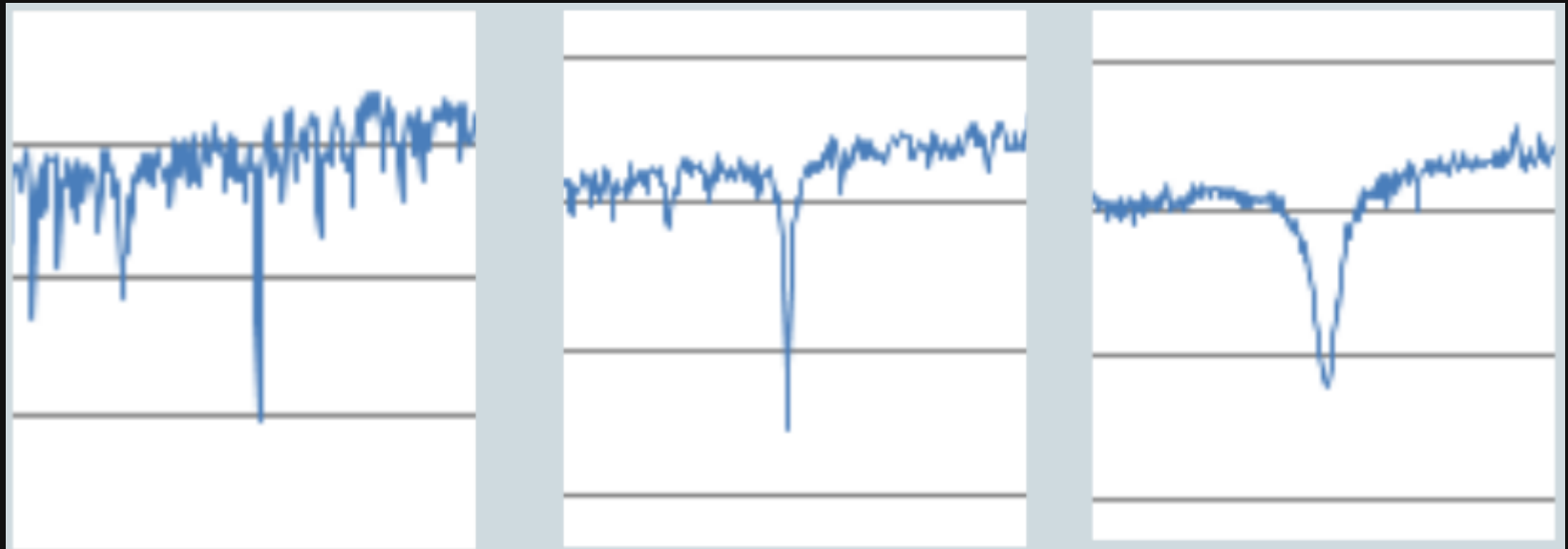
- Stjernen Arcturus bevæger sig væk fra os, fordi spektrallinjerne er rødforskudte!



# Spektralinjeudtværing

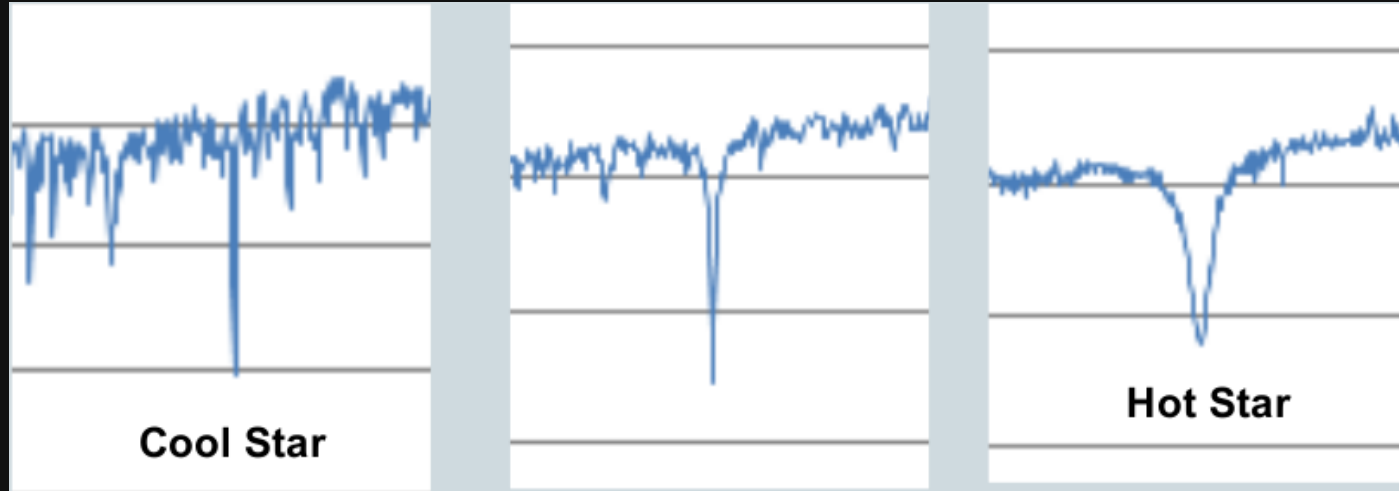
Billederne nedenfor viser den samme absorptionslinje for brint men for tre forskellige stjerner. Spektralinjeudtværing kan skyldes mange forskellige faktorer så som:

- Temperatur (Dopplerudtværing)
- Stjernerotation
- Tryk

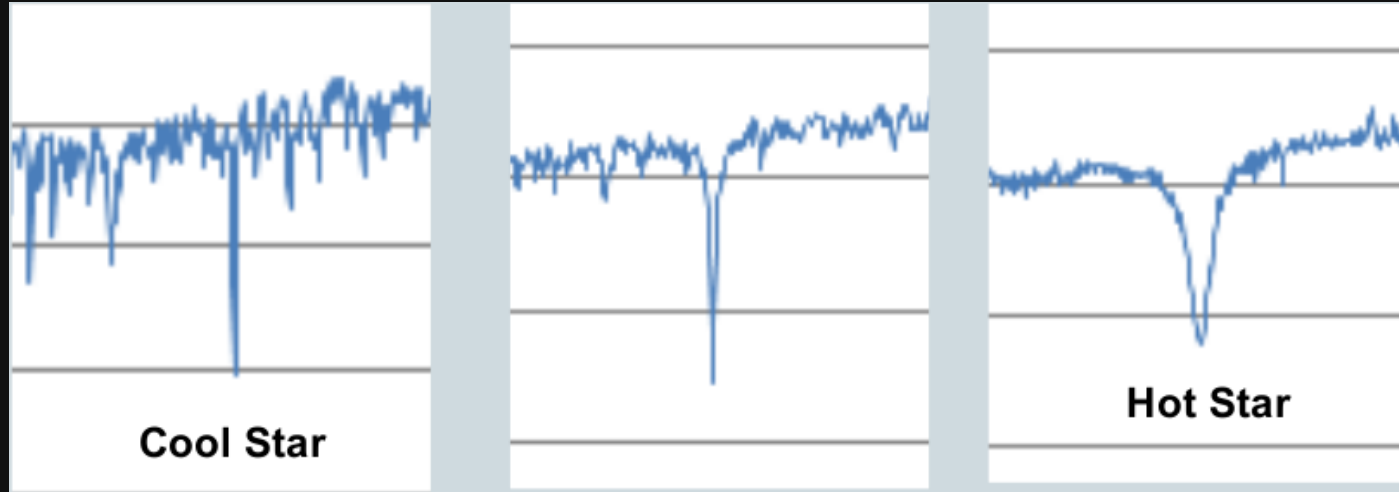


- Hvilken stjerne er varm, middelvarm og kold?

# Dopplerudtværing



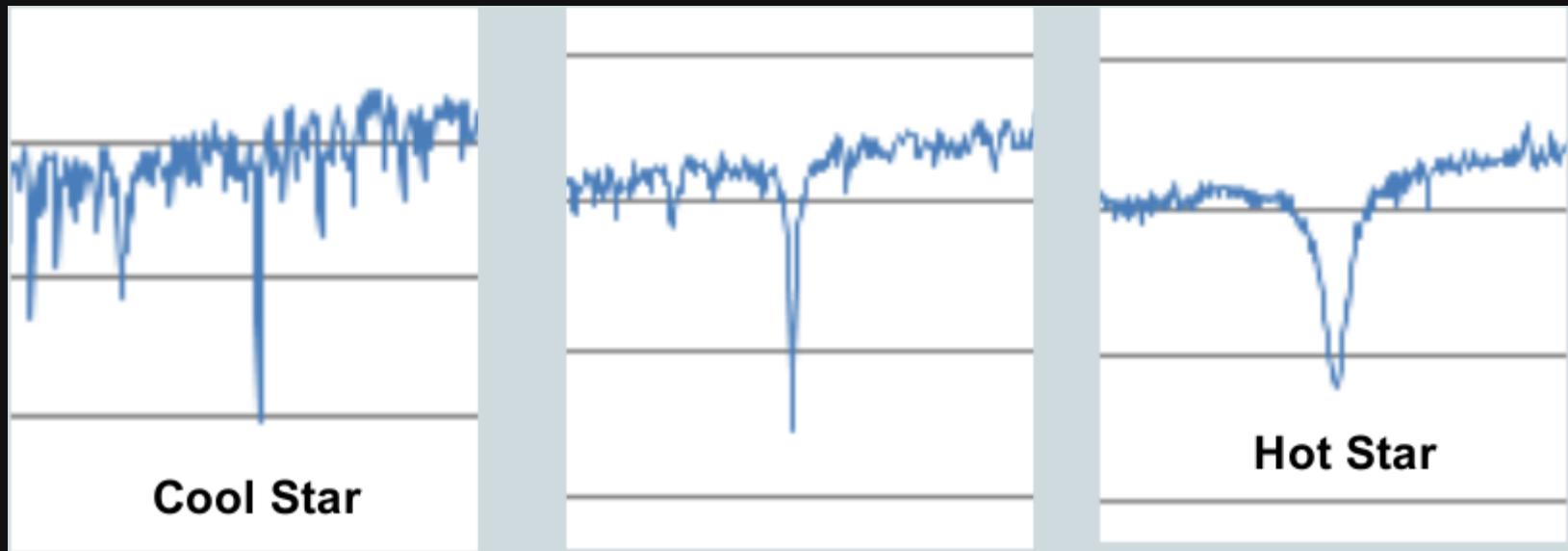
# Dopplerudtværing



- Hvorfor skaber roterende og/eller varme stjerner bredere spektrallinjer?

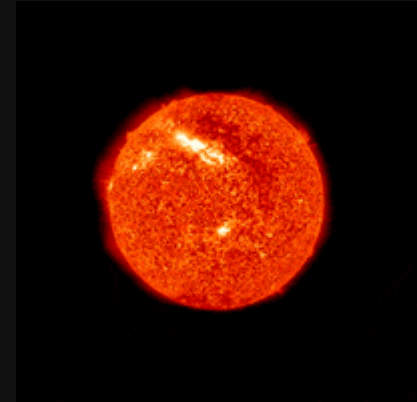
# Dopplerudtværing

- Atomerne i en gas bevæger sig rundt med forskellige hastigheder og i forskellige retninger.
- Nogle atomer bevæger sig i mod betragteren og andre væk. Derfor bliver nogle af lysbølgerne henholdsvis blå- og rødforskydning. Dette udtværer spektrallinjen.
- I en varm gas har atomerne mere energi end i en kold gas. Derfor er Dopplerudtværingen tydeligere for varme stjerner kontra kolde stjerner.



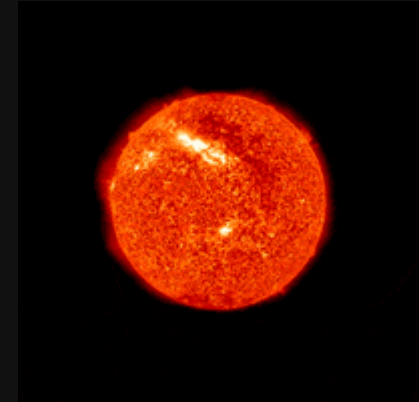
# Rotationshastighed

- Stjerner er *ikke* statiske objekter på nattehimlen.
- De består af en flydende masse af gas og plasma, som roterer om en fælles akse. Solen roterer en omgang på 24.5 jorddage.
- Når vi modtager et spektrum fra en fjern stjerne, er lyset samlet fra hele stjernens skive, og ikke kun fra et enkelt punkt.



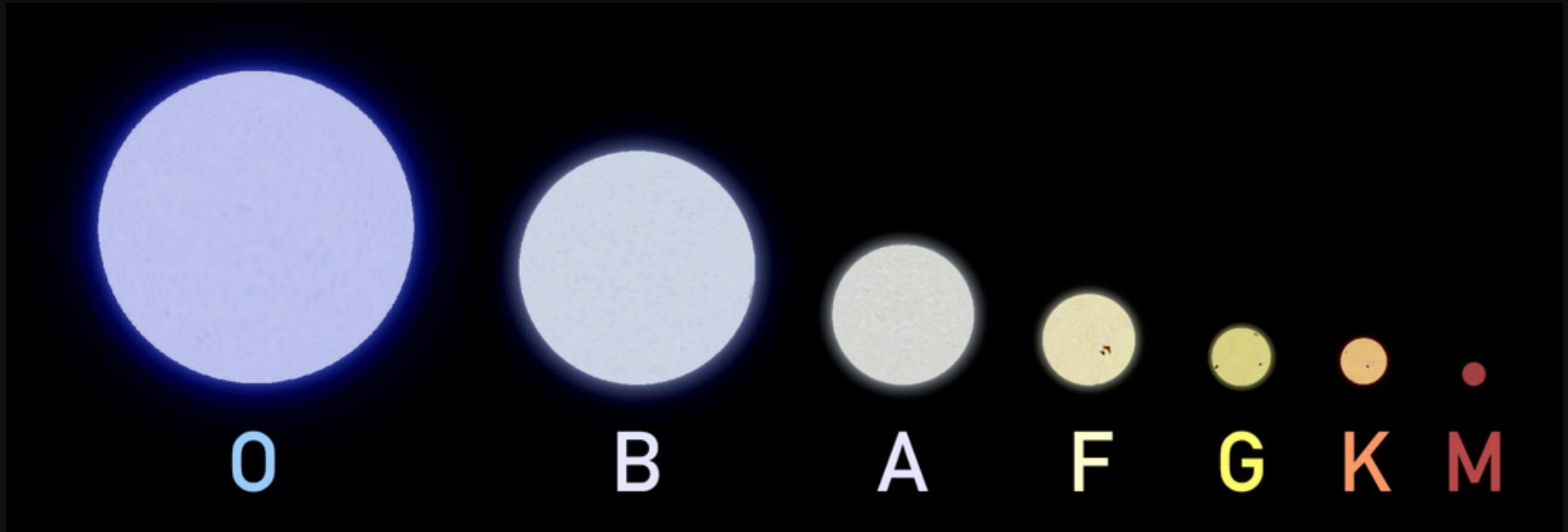
# Rotationshastighed

- Dette betyder, at dele af den fjerne stjerne bevæger sig i mod os og andre dele væk fra os.
- den del, som bevæger sig i mod os er blåforskudt.
- den del, som bevæger sig i væk fra os er rødforskudt.
- Nettoresultatet er, at stjernens spektrallinjer udtværes, eller breddes ud pga af rotation.



# Spektralklasser

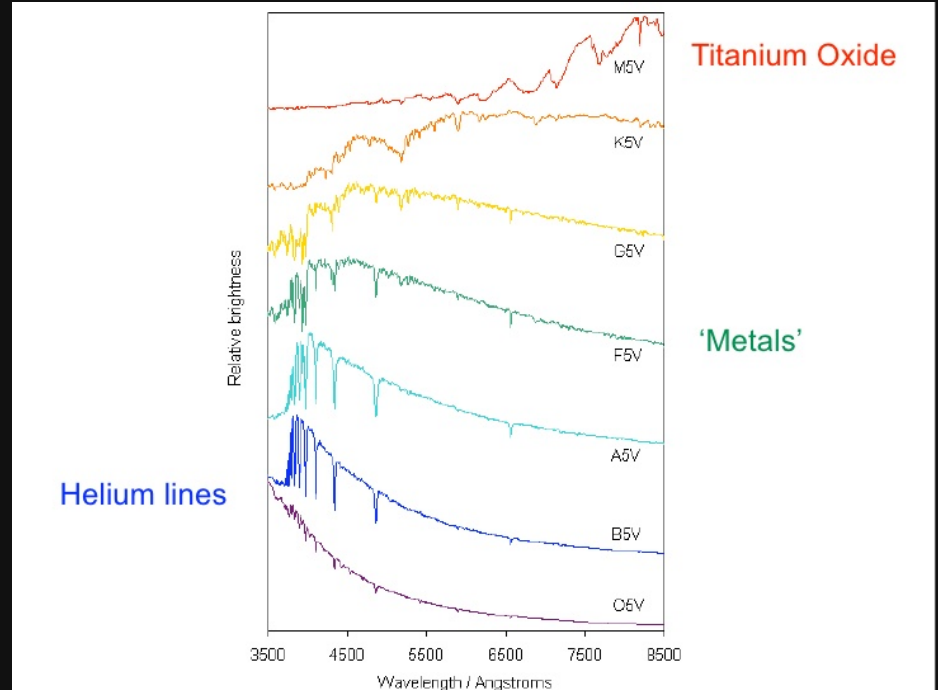
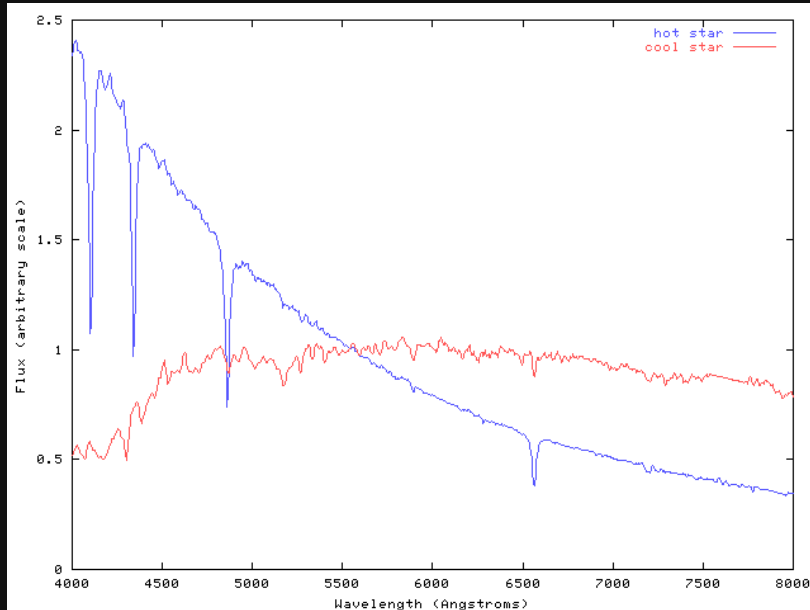
Oh Be A Fine Girl Kiss Me!



Spektralklasse	Fremtrædende absorptionslinjer
O	He <sup>+</sup> , He, H, He, H
B	He, H
A	H(stærkest), ioniserede metaller
F	Ioniserede metaller
G	Ioniserede og neutrale metaller
K	Neutrale metaller
M	Neutrale atomer, TiO



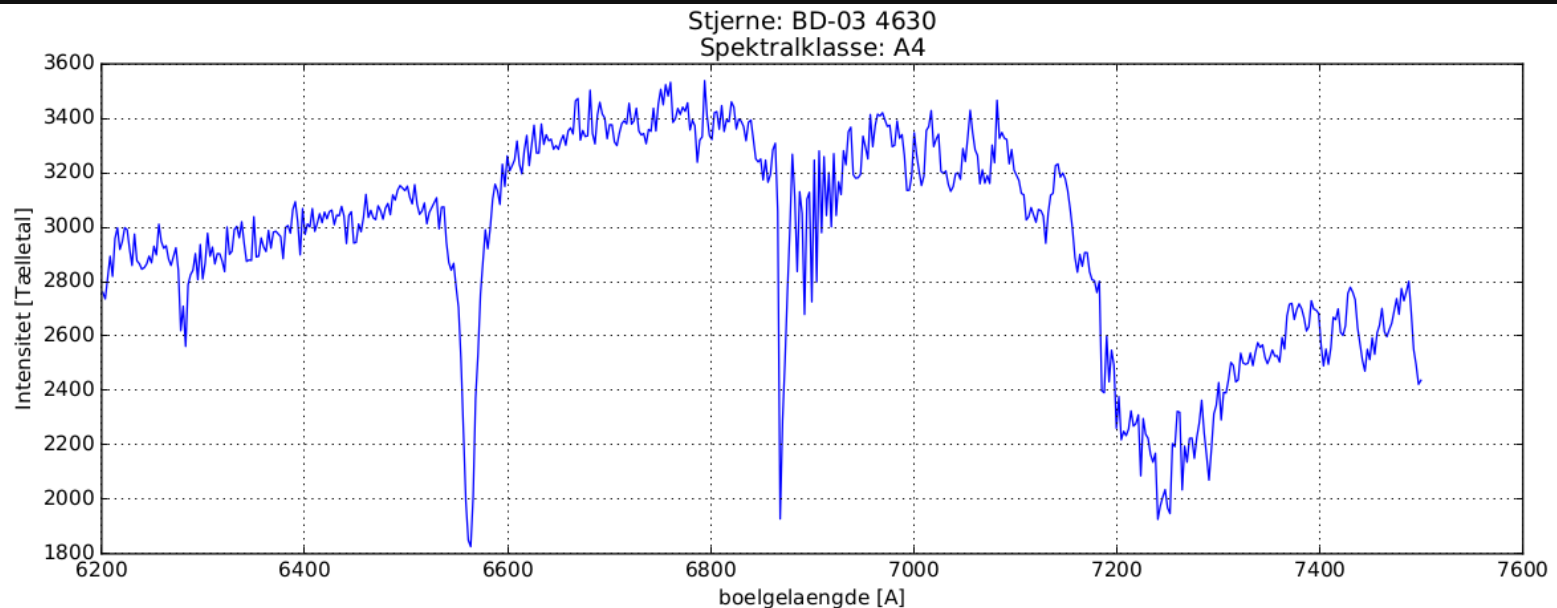
# Opsummering



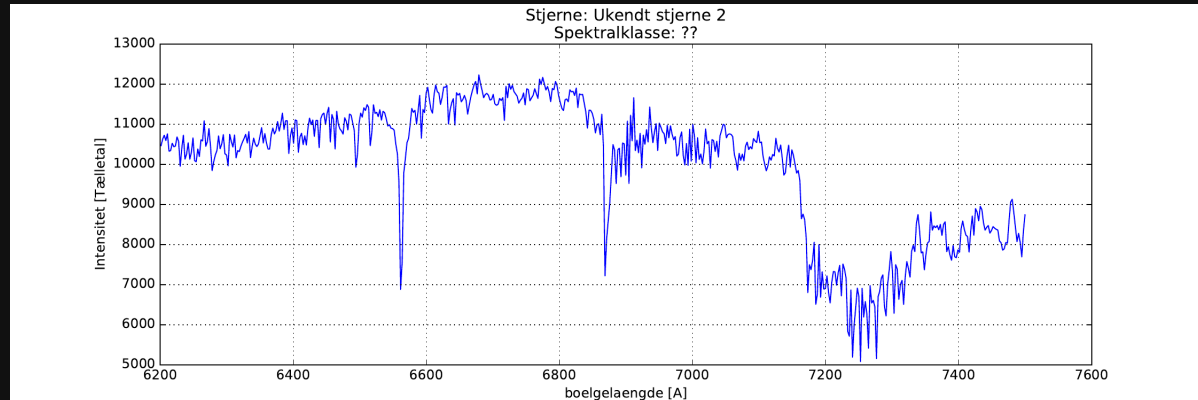
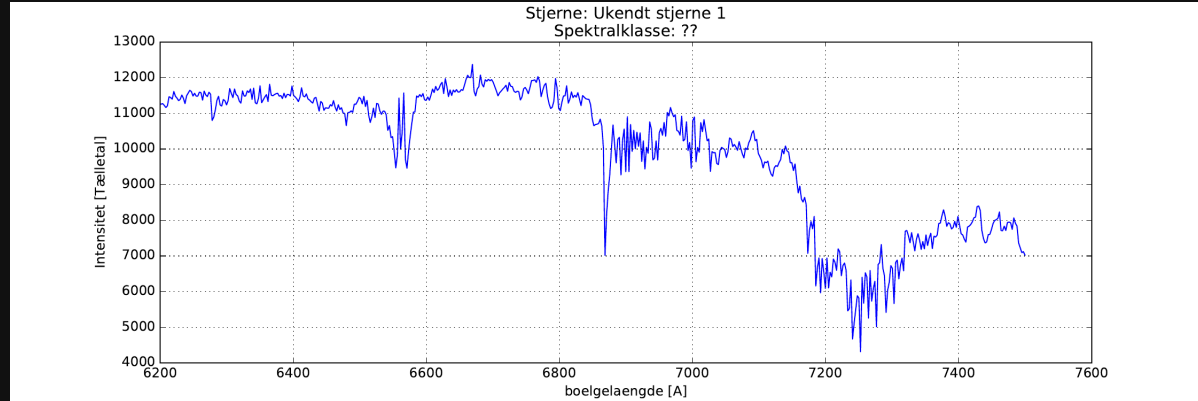
- Form på sortlegemestraling (Varm vs kold)
- Se efter absorptionslinjer for bestemte grundstoffer
- (Rød og blåforskydning)
- Bredde af absorptionslinjer (Varm vs kold)
- Tydelige absorptionslinjer for brint f.eks.

# Sammenlign spektre

- 9 spektre af kendte stjerner. Læg dem op i spektralklasserækkefølge. Sammenlign dem.
- Læg mærke til bredde af udvalgte spektrallinjer.
- Hydrogenlinje ved 6563 Å er god at studere.
- Varme stjerner har bredere absorptionslinjer end kolde.
- Kolde stjerner har mere "ujævne" spektre ift. varme.
- Nogle spektrallinjer optræder hos nogle stjerner og ikke andre.



# 2 ukendte stjerner



- Giv jeres bedste bud på disse to stjerners spektralklasse.

# Og svaret er

