



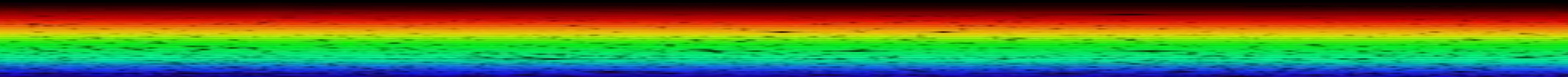
# **Razvoj spektroskopije u 18. i 19 stoljeću**

# Prvi koraci spektroskopije

**1802. g. William Wollaston** opaža u spektru  
Sunca 7 tamnih crta

**1840. g. John Herschel** opaža tamne crte u IR području  
spektra

**1843. g. Edmond Becquerel** opaža tamne crte u UV  
području spektra



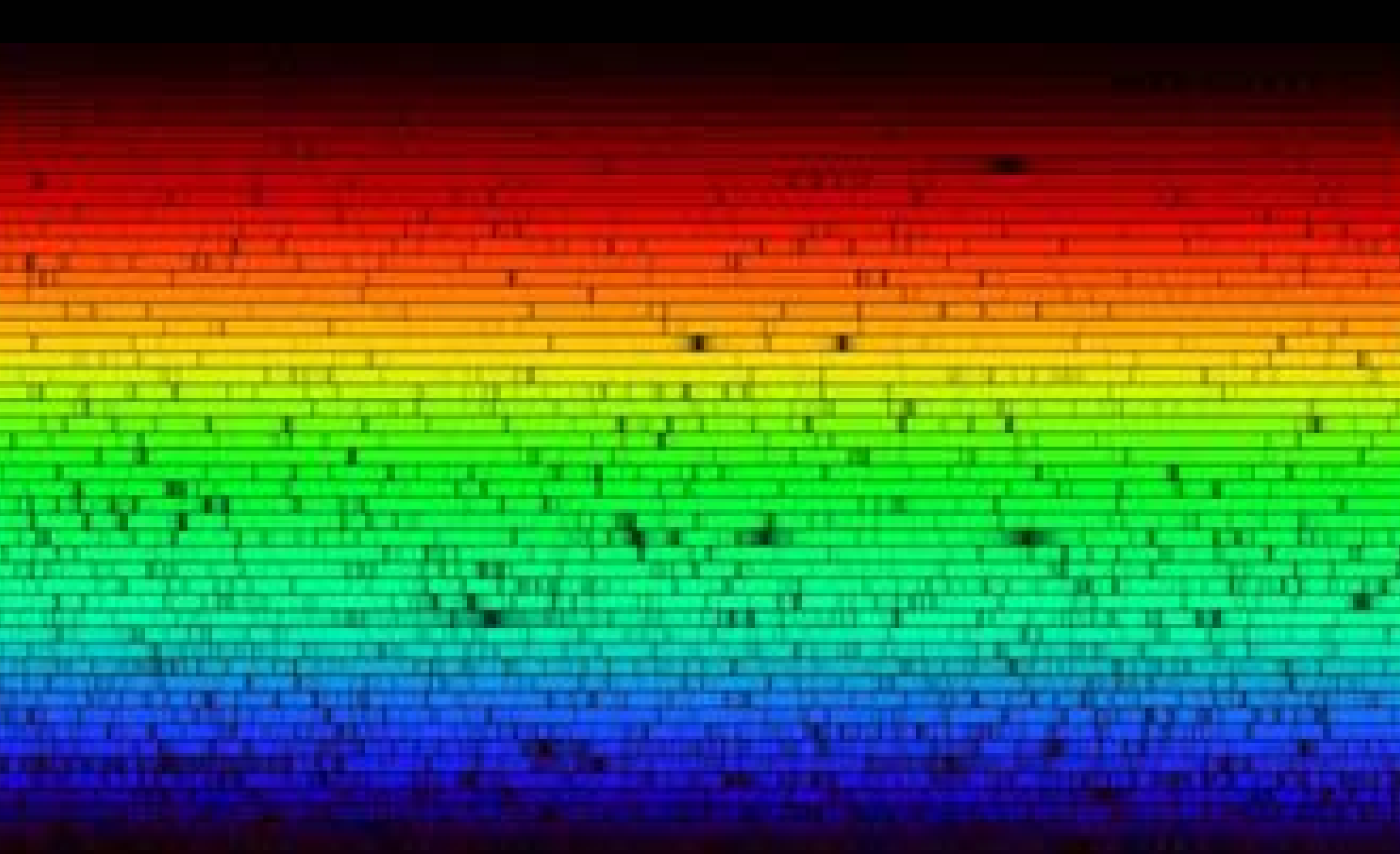
**Životni put: siroče, od staklarskog pomoćnika do vlasnika optičkog poduzeća i akademika**

**Izumitelj spektroskopa, 1814.g.**

**Usavršitelj difrakcijske rešetke  
(princip rešetke otkrio američki astronom David Rittenhose 1785.g.)**



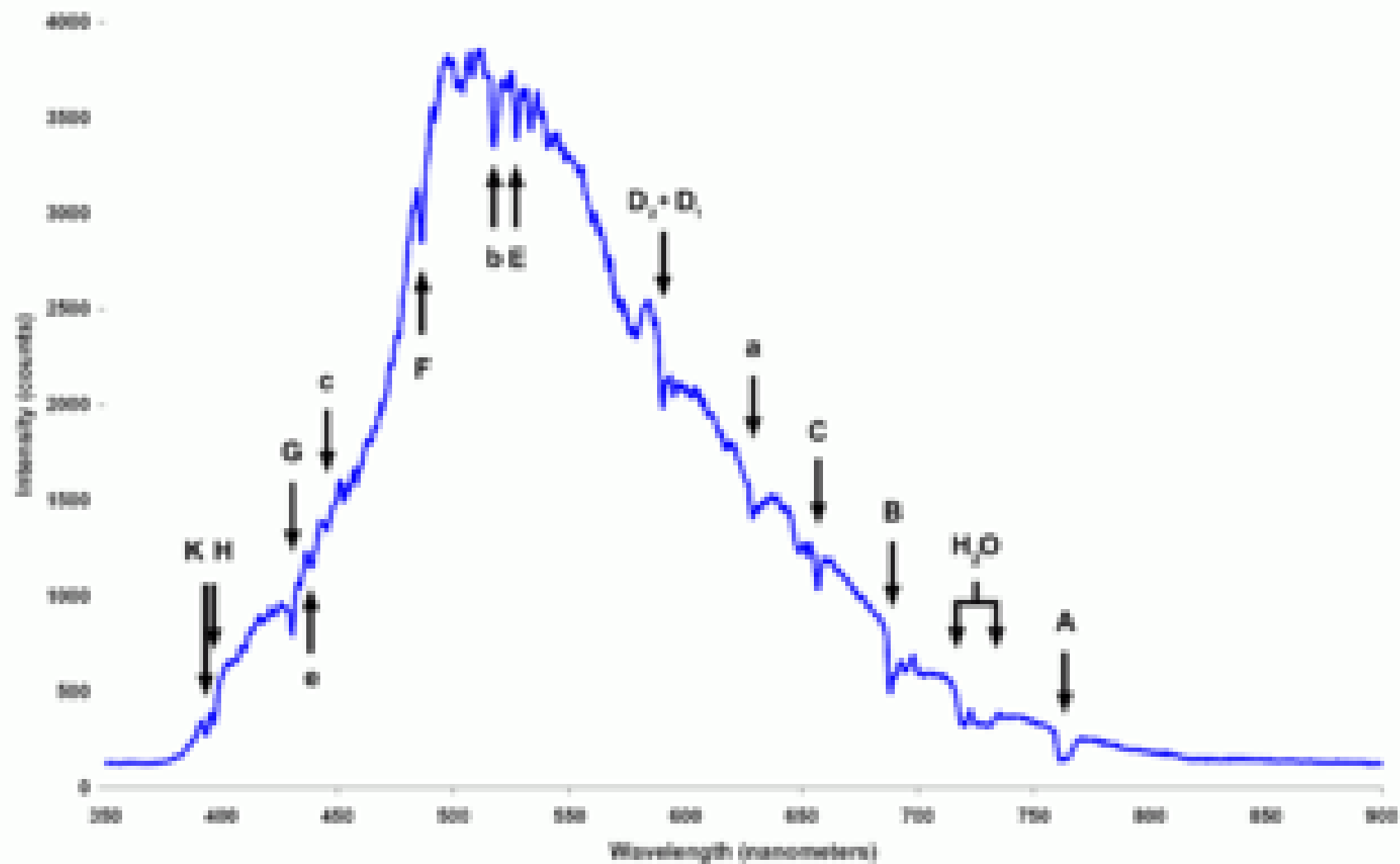
**Joseph von Fraunhofer, njemački fizičar, optičar  
1787 – 1826**



**Fraunhoferove spektralne linije u visokorazlučenom spektru Sunca, otkriva 574 linije 1814.g. te im određuje valne duljine**

# Najpoznatije Fraunhoferove spektralne linije

| Designation           | Element        | Wavelength (nm) | Designation | Element         | Wavelength (nm) |
|-----------------------|----------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|
| y                     | O <sub>2</sub> | 898.765         | c           | Fe              | 495.761         |
| Z                     | O <sub>2</sub> | 822.696         | <b>F</b>    | <b>H β</b>      | <b>486.134</b>  |
| A                     | O <sub>2</sub> | 759.370         | d           | Fe              | 466.814         |
| B                     | O <sub>2</sub> | 686.719         | e           | Fe              | 438.355         |
| <b>C</b>              | <b>H α</b>     | <b>656.281</b>  | G'          | H γ             | 434.047         |
| a                     | O <sub>2</sub> | 627.661         | G           | Fe              | 430.790         |
| <b>D<sub>1</sub></b>  | <b>Na</b>      | <b>589.592</b>  | G           | Ca              | 430.774         |
| <b>D<sub>2</sub></b>  | <b>Na</b>      | <b>588.995</b>  | <b>h</b>    | <b>H δ</b>      | <b>410.175</b>  |
| D <sub>3</sub> (or d) | He             | 587.5618        | H           | Ca <sup>+</sup> | 396.847         |
| e                     | Hg             | 546.073         | K           | Ca <sup>+</sup> | 393.368         |
| E <sub>2</sub>        | Fe             | 527.039         | L           | Fe              | 382.044         |
| b <sub>1</sub>        | Mg             | 518.362         | N           | Fe              | 358.121         |
| b <sub>2</sub>        | Mg             | 517.270         | P           | Ti <sup>+</sup> | 336.112         |
| b <sub>3</sub>        | Fe             | 516.891         | T           | Fe              | 302.108         |
| b <sub>4</sub>        | Fe             | 516.751         | t           | Ni              | 299.444         |
| b <sub>4</sub>        | Mg             | 516.733         |             |                 |                 |



# Kirchhoff i Bunsen - pioniri spektralne analize

Okriće spektralne analize 1859.g.

Konstruktori spektroskopa s 4 Fraunhoferove prizme

Objasnili

- porijeklo Fraunhoferovih apsorpcija
- njihovu povezanost s kemijskim elementima



R. W. Bunsen

Otkrili elemente  
cezij  $^{55}\text{Cs}$  1860.g.  
rubidij  $^{37}\text{Rb}$  1861.g.



G.R. Kirchhoff

**Njemački kemičar, usavršio plamenik  
(Bunsenov plamenik)**



**Istraživao (ne)topivost metalnih soli  
arsenijeve kiseline te se i danas se kao  
protusredstvo kod trovanja arsenom  
koristi njegov hidrat željeznog oksida**

**Pomoću dušične kiseline dobio čiste metale  
Cr, Mg, Al, Mn, Ca...**

**Zajedno Kirchhoffom pionir spektralne analize**

**Robert Wilhelm Bunsen**

**1811 - 1899**

## Temeljna postignuća:



**Razumijevanje električnih strujnih krugova**  
*Kirchhoffova pravila*

**Zračenje crnog tijela (autor izraza “crno tijelo”)**  
*Kirchhoffov zakon zračenja*

**Spektralna analiza, suradnja s Bunsenom**  
*Kirchhoffovi zakoni spektralne analize*

**Skupa s Bunsenom pionir spektralne analize**

## Gustav Robert Kirchhoff

1824 –1887

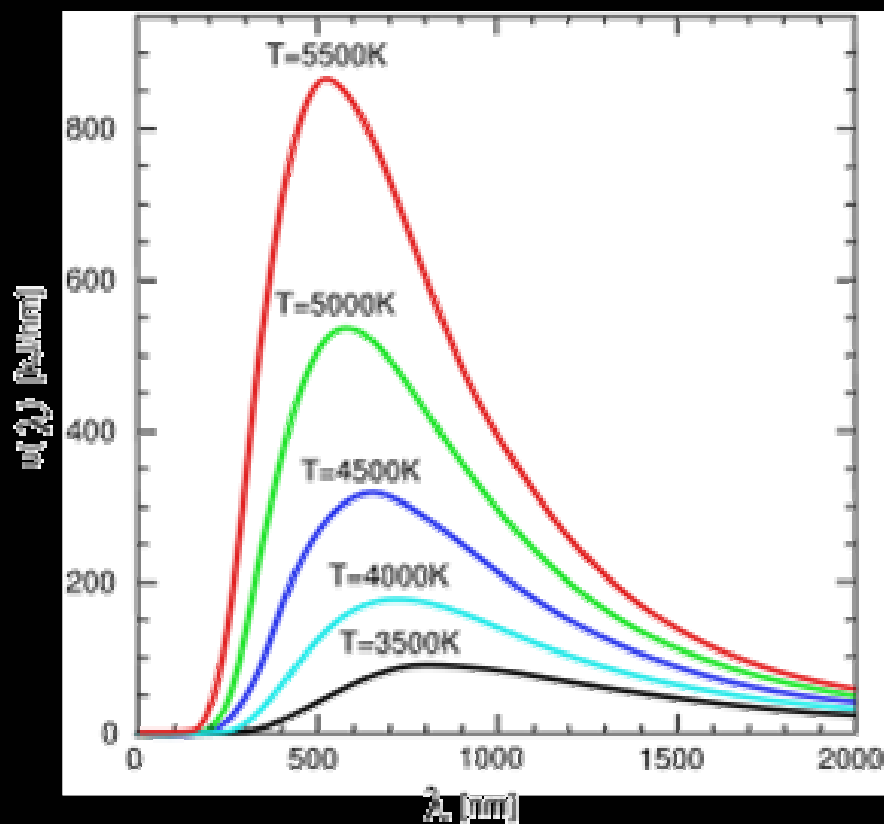
# Kirchhoffov zakon termičkog zračenja

**U termičkoj ravnoteži emisivnost tijela jednaka je njegovoj apsorbivnosti.**

# Kirchhoffovi zakoni spektralne analize

Kontinuirani spektar

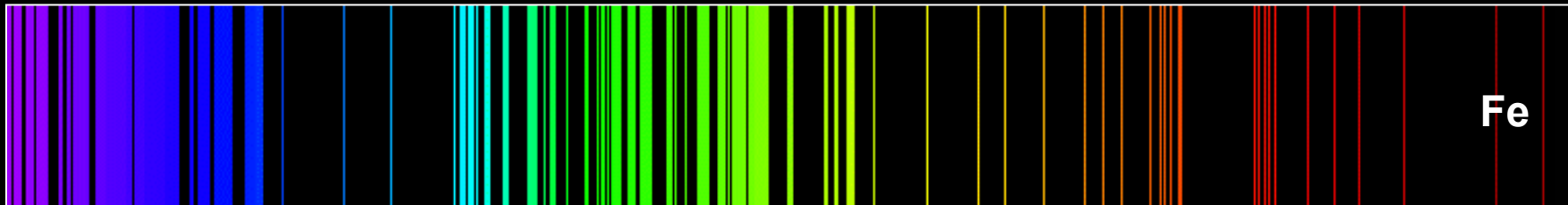
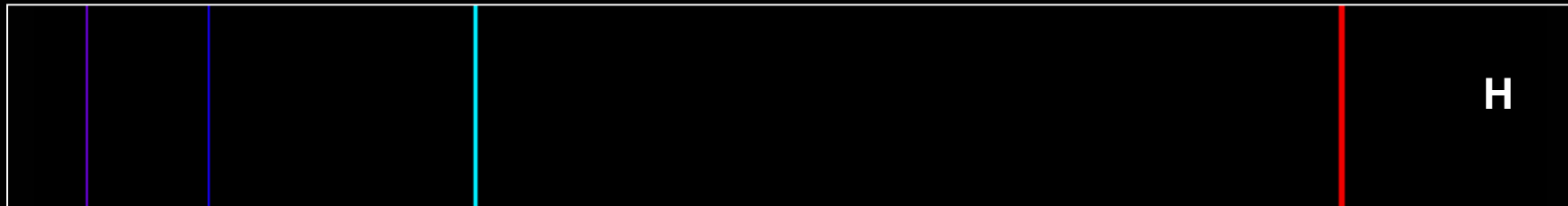
Zagrijane krutine zrače kontinuirani spektar



# Kirchhoffovi zakoni spektralne analize

## Emisijski spektar

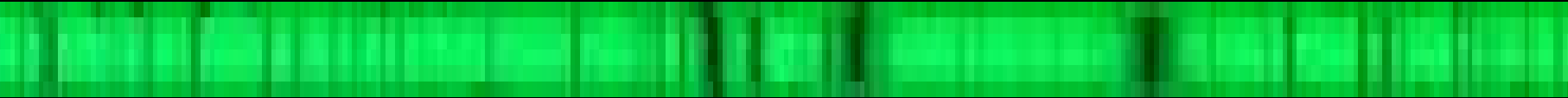
Zagrijani plinovi zrače linijski spektar tj. spektralne linije određenih valnih duljina (boja) koje ovise o energetskim razinama atoma u plinu



# Kirchhoffovi zakoni spektralne analize

## Apsorpcijski spektar

Zagrijano kruto tijelo okruženo hladnijim plinom zrači kontinuirani spektar s apsorpcijskim linijama na određenim valnim duljinama koje ovise o energetskim razinama atoma u plinu



Nakon Kirchhoffovog i Bunsenovog otkrića  
spektralne analize Kirchhoffov prijatelj bankar našalio se:

*Kakva korist od toga što smo saznali da na Suncu  
ima zlata ako ga od tamo ne možemo dobiti*

Nakon što je 1862.g. Kirchhoff kao nagradu za objašnjenje  
sunčevog spektra dobio Rumfordovu zlatnu medalju  
odgovara prijatelju:

*Ipak sam uspio dobiti zlato od Sunca !*

# Nastavak razvoja spektroskopije i optike u 19.st

**Joseph Lockyer** - u spektru Sunca otkrio liniju  
nepoznatog elementa – otkriće helija

**William Ramsay** - spektroskopski istražujući plinove  
dokazao postojanje helija i na Zemlji

**Anders Angstrom** - uvodi novu jedinicu za  
valnu duljinu svjetlosti,  $1\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$

**Henry Rowland** – izrada optičkih rešetki vrlo male  
konstante (1700 pukotina na 1 mm)