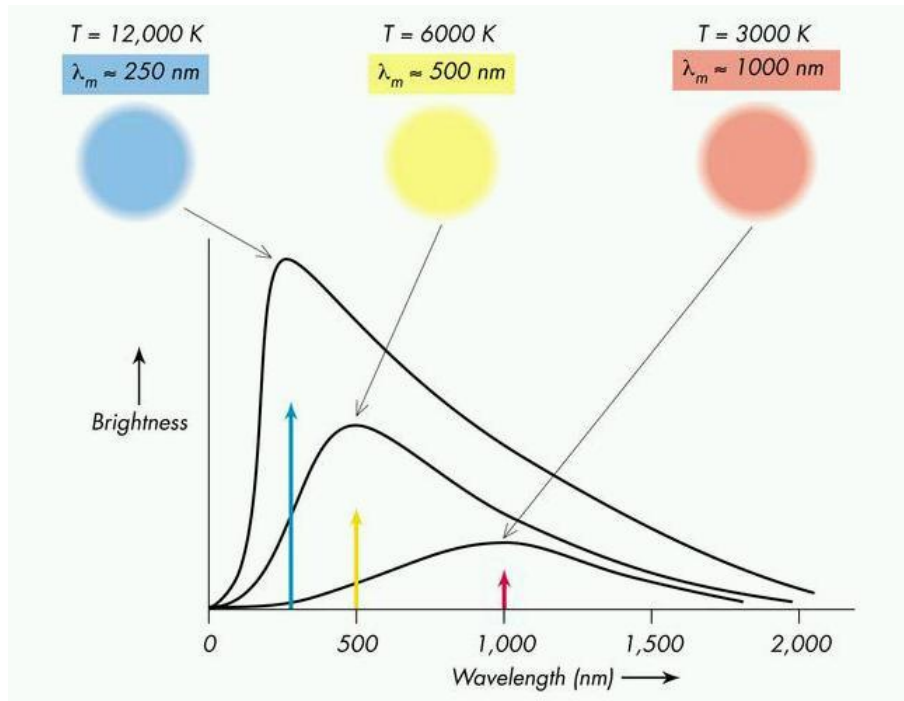


# Come classificare uno spettro stellare



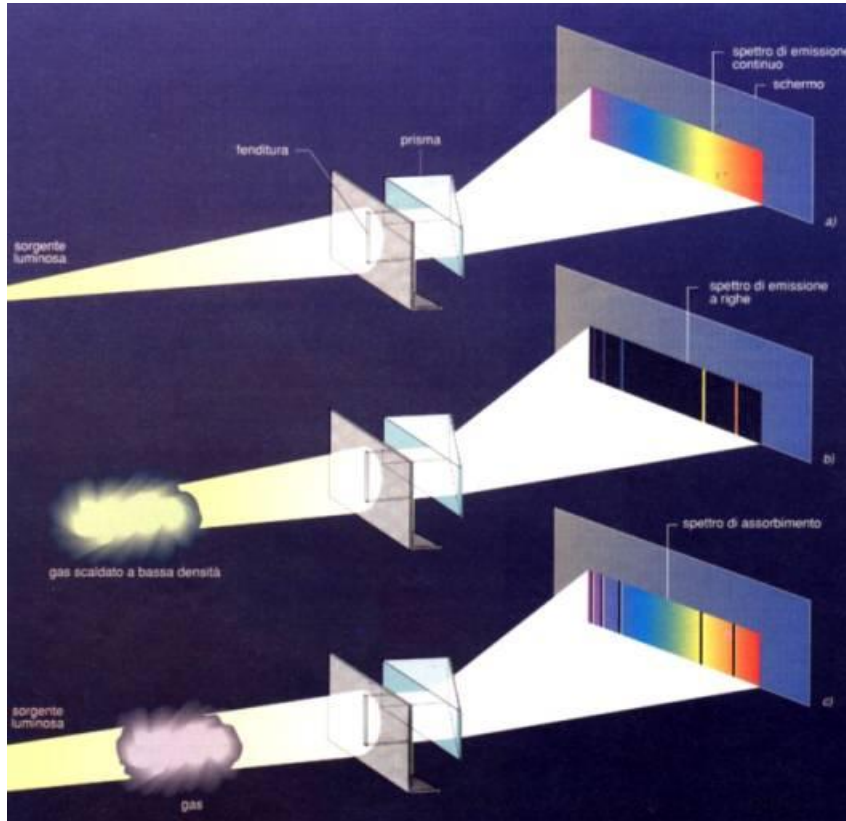
Francesca Onori

# Riassumendo..



A seconda della loro **temperatura** superficiale, le stelle mostrano differenti colori e differenti **spettri di corpo nero**.

# Riassumendo..

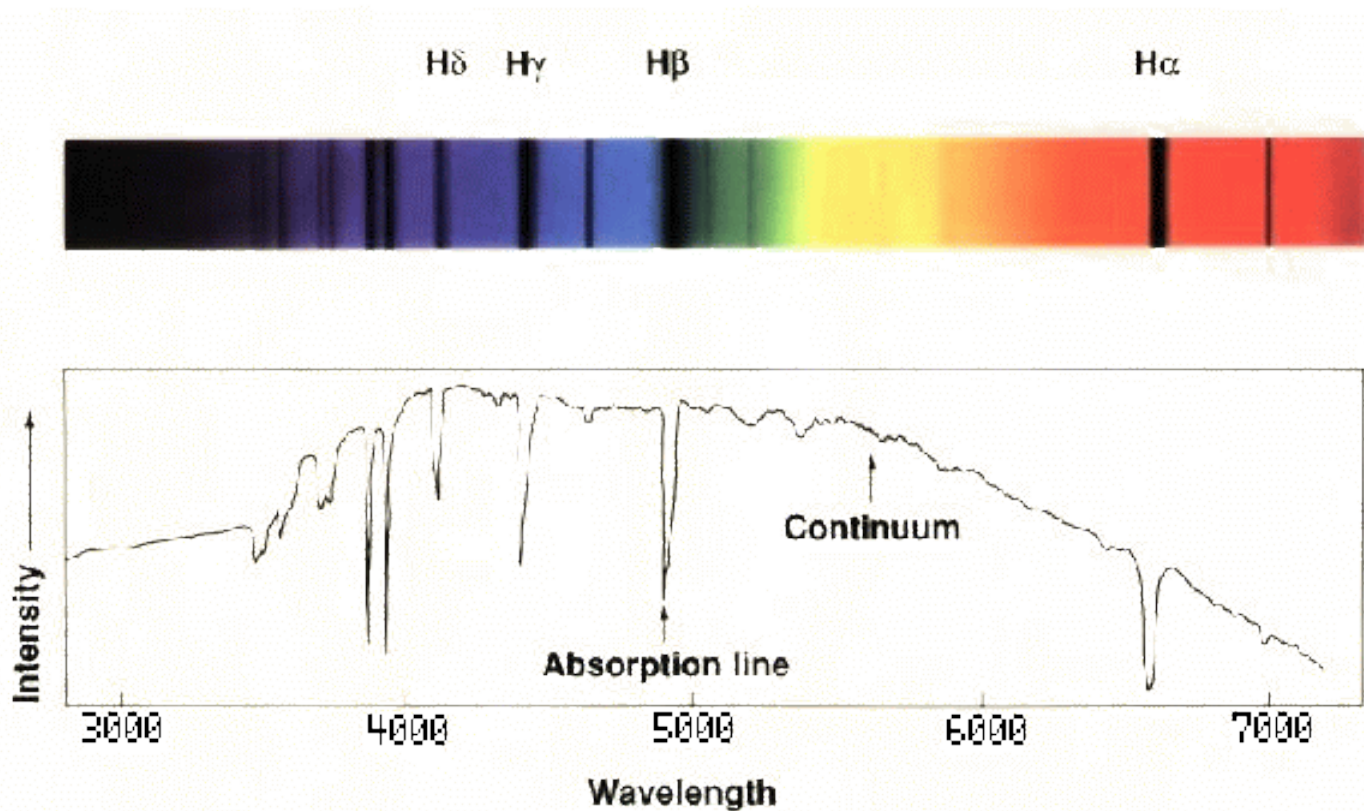


Tuttavia la luce proveniente dalle stelle deve attraversare la loro atmosfera prima di giungere a noi.

Questo meccanismo è alla base della formazione degli **spettri di assorbimento** comunemente osservati e ci fornisce importanti informazioni sulla composizione delle atmosfere stellari.

# Spettri Stellari

Nonostante lo **spettro di corpo nero** descriva abbastanza bene la forma dello spettro di una stella, **le righe di assorbimento** prodotte dalle atmosfere stellari lo fanno apparire così:

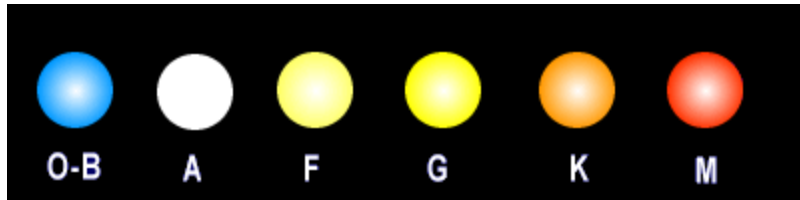


# Classificazione Stellare

Non tutti gli spettri hanno lo stesso aspetto, ma variano a seconda delle caratteristiche della stelle che li producono.

In base a tali differenze le stelle vengono suddivise in differenti **classi spettrali**:

**Classificazione di Harward** → Le stelle sono classificate in base alla temperatura superficiale: **O B A F G K M**



Le precedenti classi sono ulteriormente suddivise in 10 sottoclassi:

**0 1 2 3 4 5 6 7 8 9**

più il numero è basso, maggiore è la temperatura della stella!

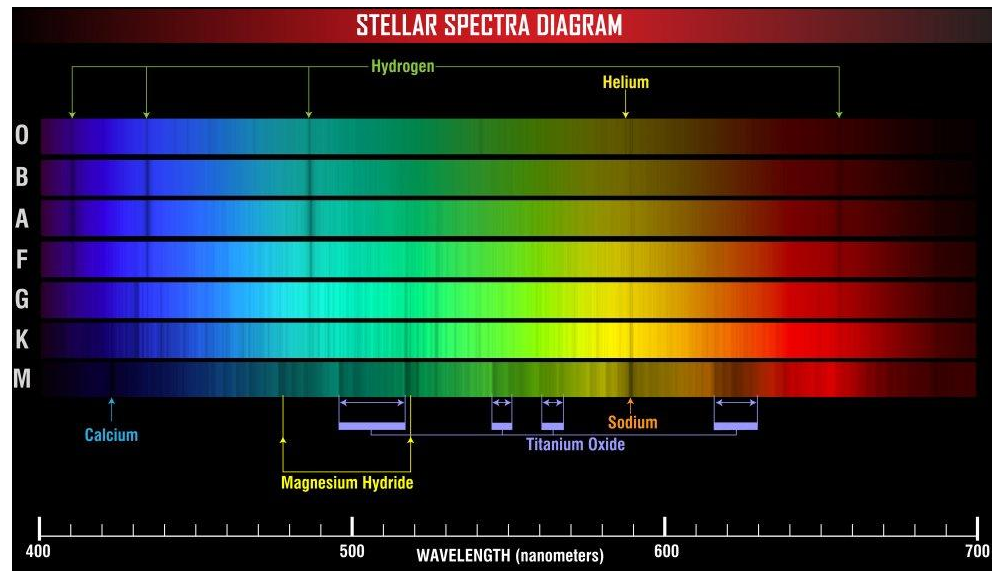
Classe Spettrale	Temperatura
O-B	60000-10000
A	10000-7500
F	7500-6000
G	6000-5000
K	5000-3000
M	Meno di 3000

# Classificazione Stellare

**Classificazione di Morgan-Keenan** → Viene indicata anche la luminosità della stella. A questo scopo sono utilizzati i numeri romani: VI-I

Ma tutto questo non è sufficiente!








Le classi spettrali mostrano anche differenti righe di assorbimento..





# Classificazione Stellare

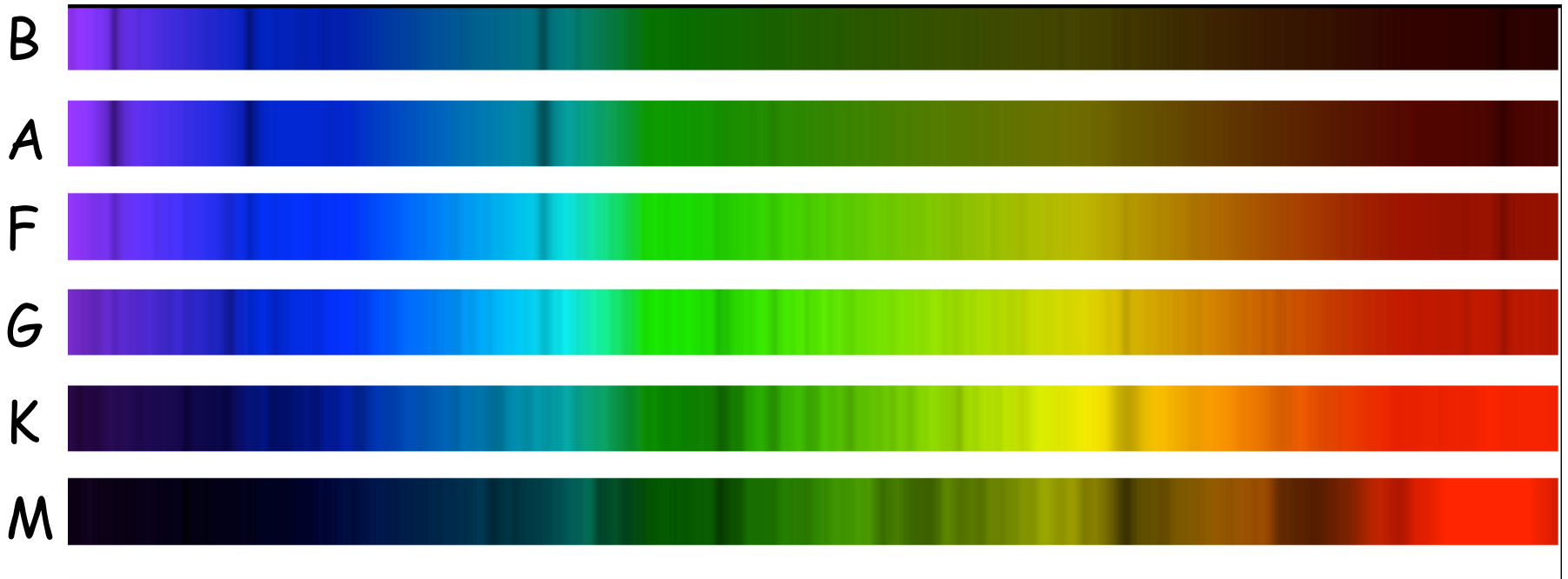
Gli spettri delle varie classi spettrali mostrano delle righe di assorbimento caratteristiche :

spettro tipico	temperatura alla superficie delle stelle	atomi produttori le principali righe spettrali
	O da 35.000 a 40.000 °C	elio ionizzato idrogeno neutro elio ordinario
	B da 11.000 a 35.000 °C	elio neutro silicio, magnesio ossigeno, azoto idrogeno neutro
	A da 7.500 a 11.000 °C	metalli (specialmente calcio) che danno righe deboli, idrogeno (righe molto forti)
	F da 6.000 a 7.500 °C	metalli (specialmente calcio) che danno righe forti idrogeno (righe deboli)
	G da 5.100 a 6.000 °C	potassio (righe forti) metalli neutri (righe forti) idrogeno (righe molto deboli)
	K da 3.500 a 5.100 °C	metalli neutri (righe forti) idrogeno (righe molto deboli)
	M da 2.000 a 3.500 °C	molecole di ossido di titanio (righe forti)

Vediamole in dettaglio..

# Classificazione Stellare

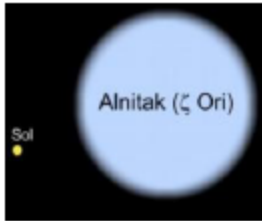
Gli spettri delle varie classi spettrali mostrano delle righe di assorbimento caratteristiche :



Vediamole in dettaglio..

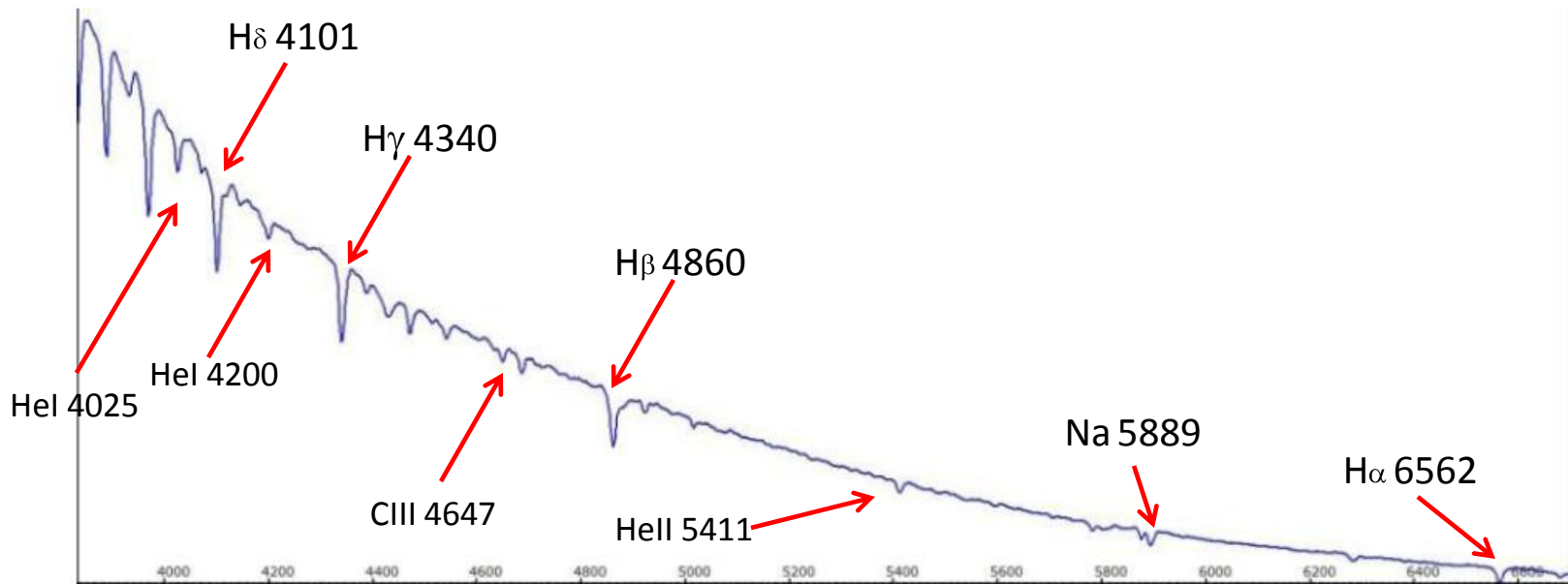


# Stelle di classe O

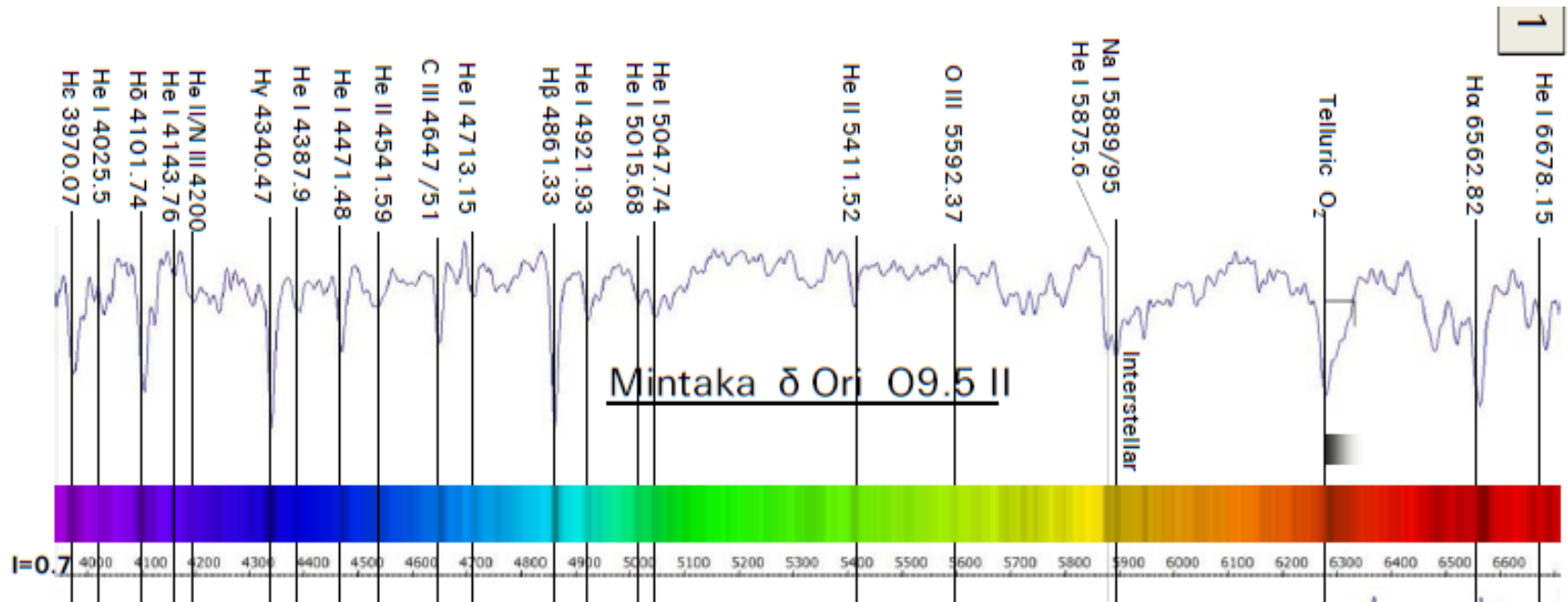


Si tratta di stelle estremamente calde ( $T > 33000 \text{ K}$ ), caratterizzate da un colore Blu intenso e da una forte emissione di radiazione UV.

I loro spettri presentano righe di He, Si, O e N.  
Ecco un esempio in cui è mostrato lo spettro teorico:



# Stelle di classe O

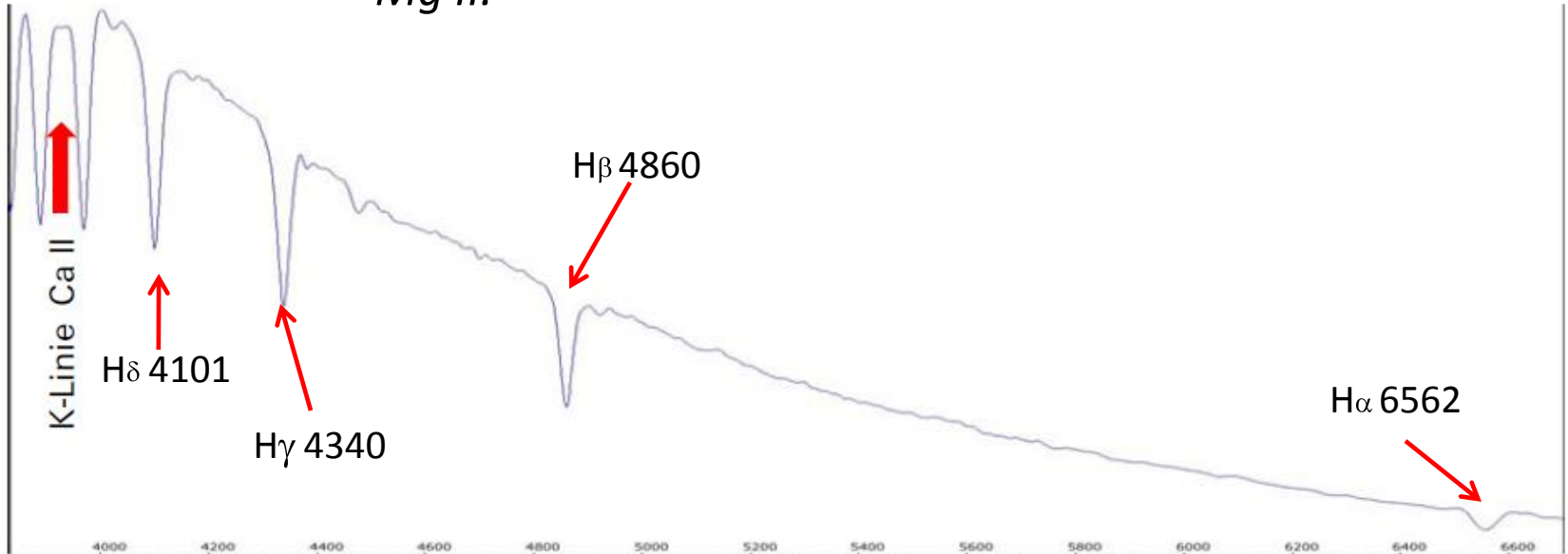


Spettro a alta risoluzione di una stella O9 in cui sono segnalate le principali righe e le corrispondenti lunghezze d'onda caratteristiche degli spettri di questo tipo di stelle.

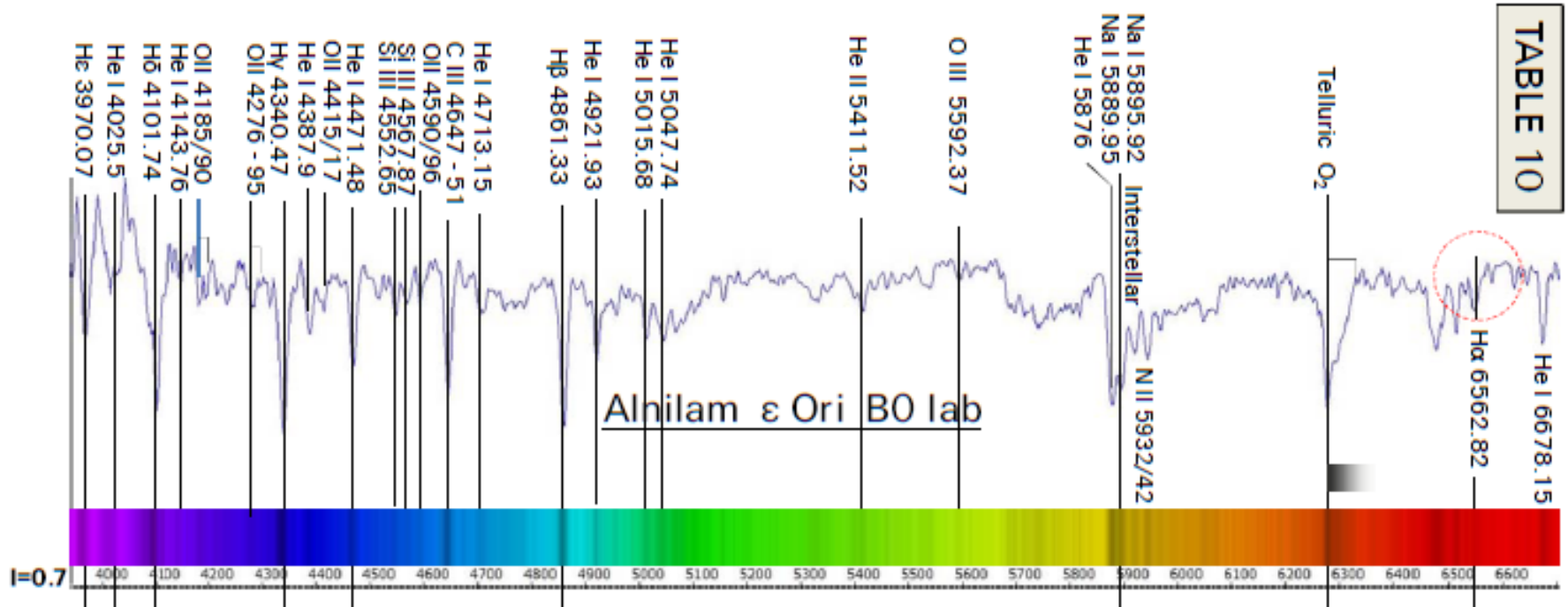
# Stelle di classe B



Queste stelle sono molto calde e brillanti, la temperatura oscilla tra gli  $11000^{\circ}\text{K}$  ed i  $25000^{\circ}\text{K}$ , e sono di colore bianco-blu. Le righe più evidenti nel loro spettro sono quelle dell'**idrogeno**, che si indeboliscono con l'aumentare della temperatura, e quelle dell'**elio**. Si possono trovare anche  $\text{O II}$ ,  $\text{Si II}$ ,  $\text{Mg II}$ .

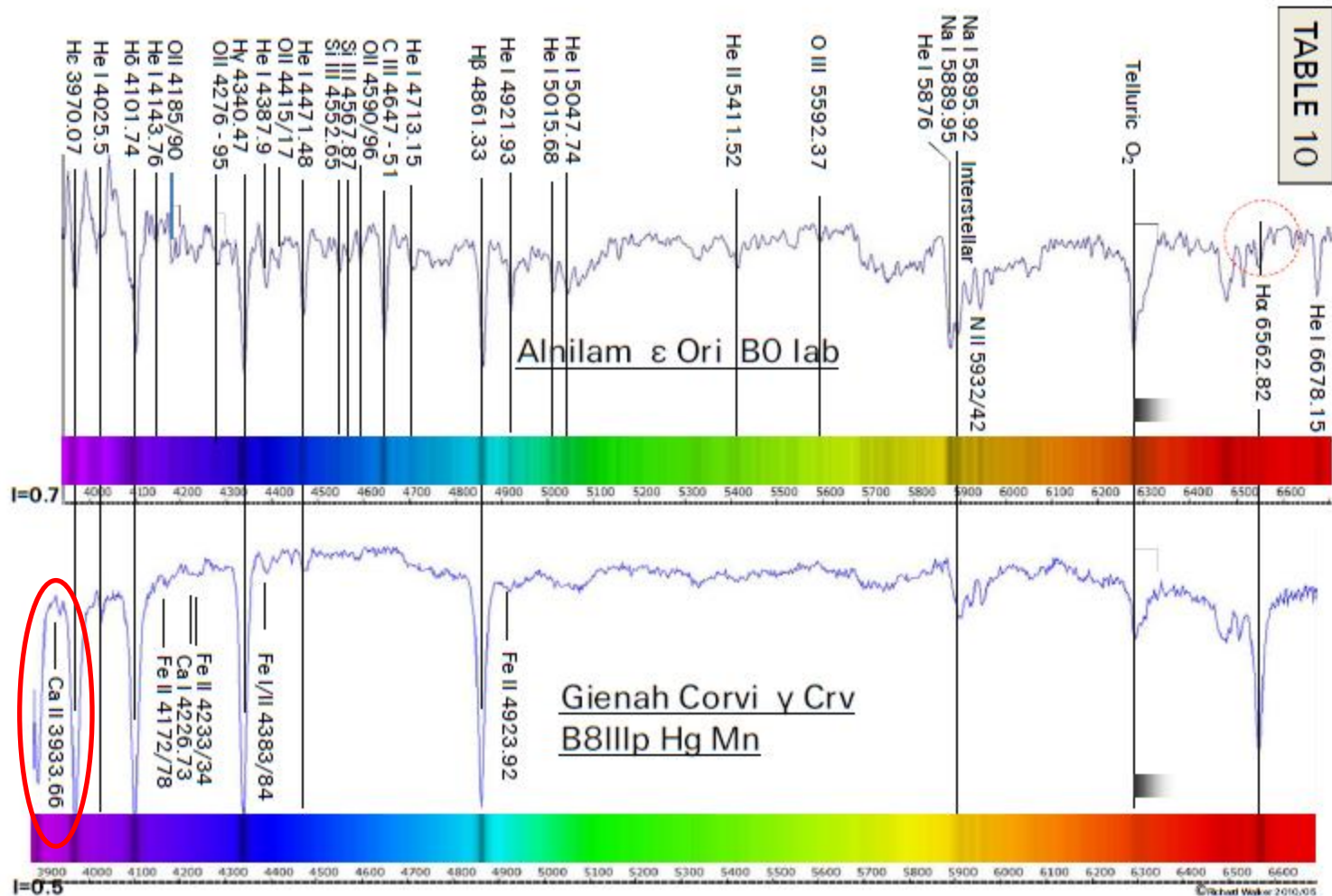


# Stelle di classe B



Spettro a alta risoluzione di una stella B0 in cui sono segnalate le principali righe e le corrispondenti lunghezze d'onda caratteristiche

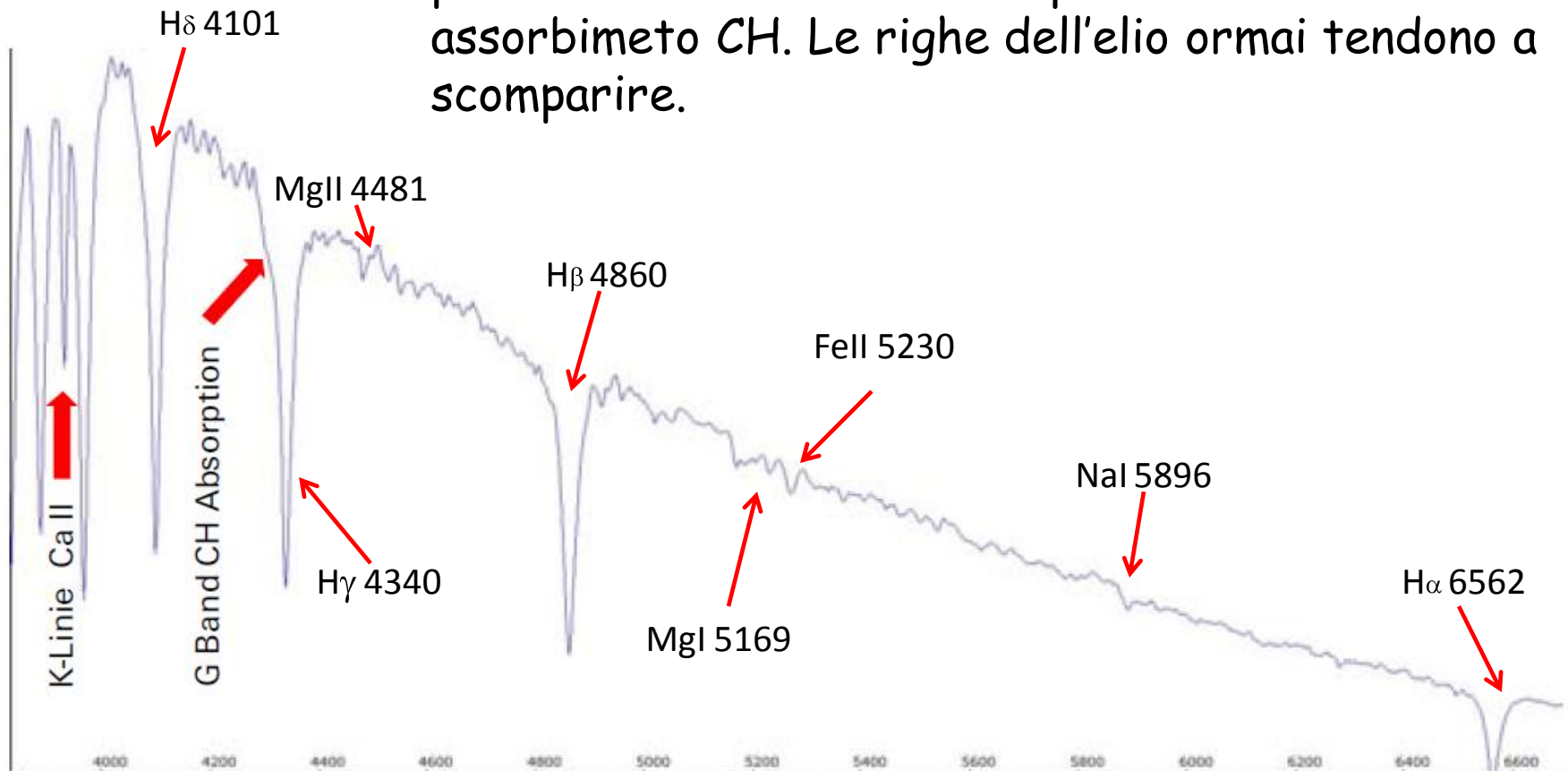
# Stelle di classe B



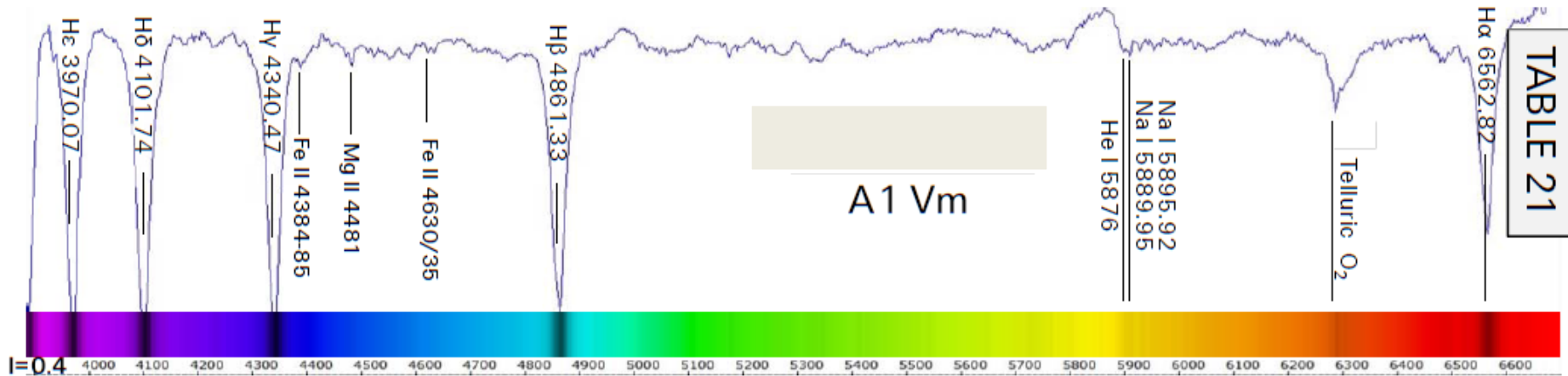


# Stelle di classe A

Il loro spettro è dominato dalla serie di Balmer dell'idrogeno, le cui righe sono particolarmente intense ed evidenti. Anche la riga del Ca diventa più intensa e comincia a comparire la banda di assorbimento CH. Le righe dell'elio ormai tendono a scomparire.



# Stelle di classe A

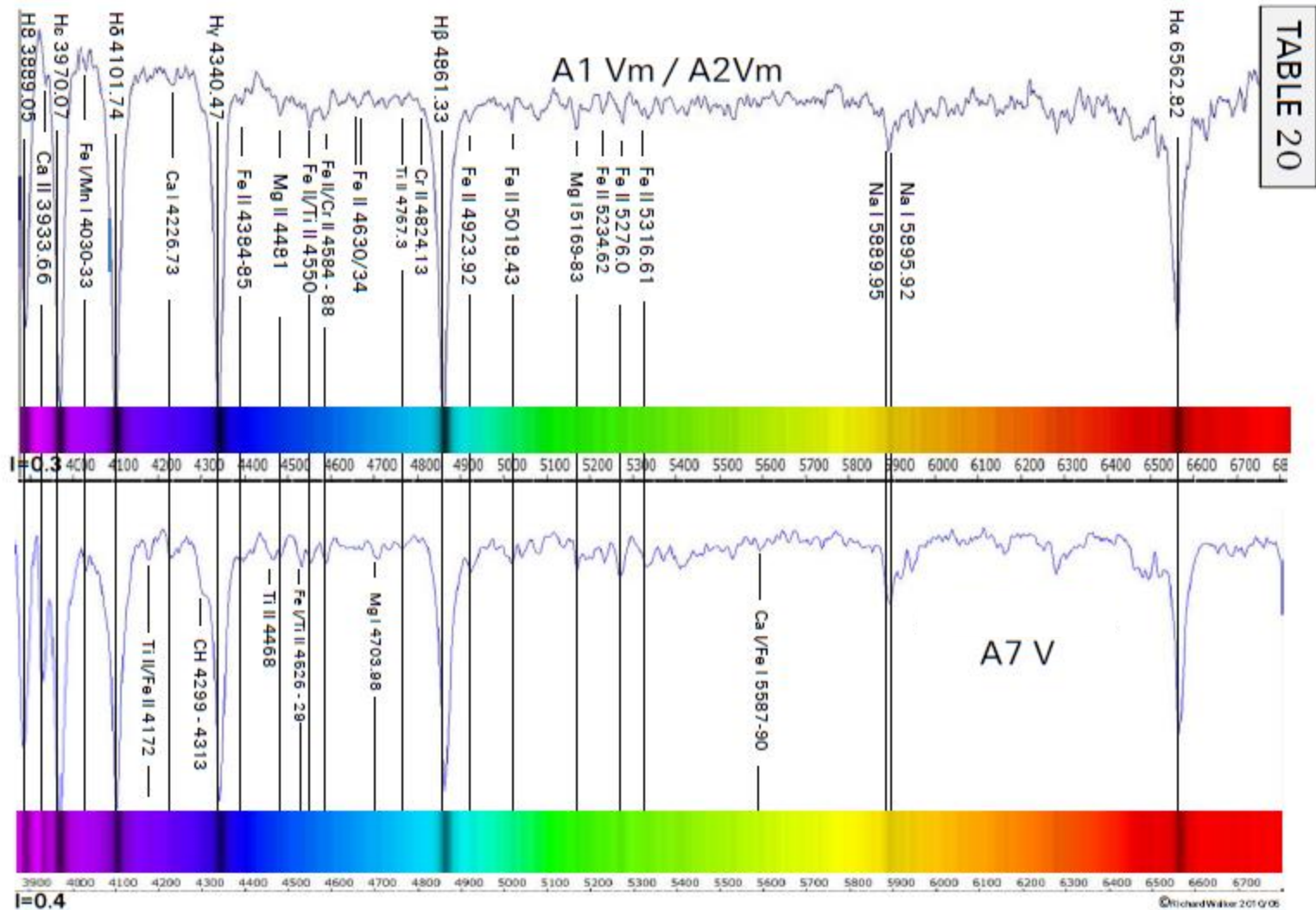


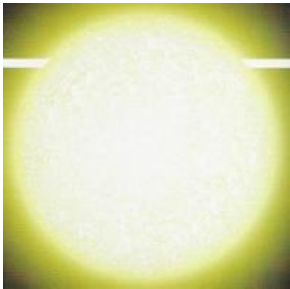
Spettro a alta risoluzione di una stella A1 in cui sono segnalate le principali righe e le corrispondenti lunghezze d'onda caratteristiche

Al diminuire della temperatura le righe dell'idrogeno diventano meno intense: vediamo un confronto tra una stella A1 e una A7



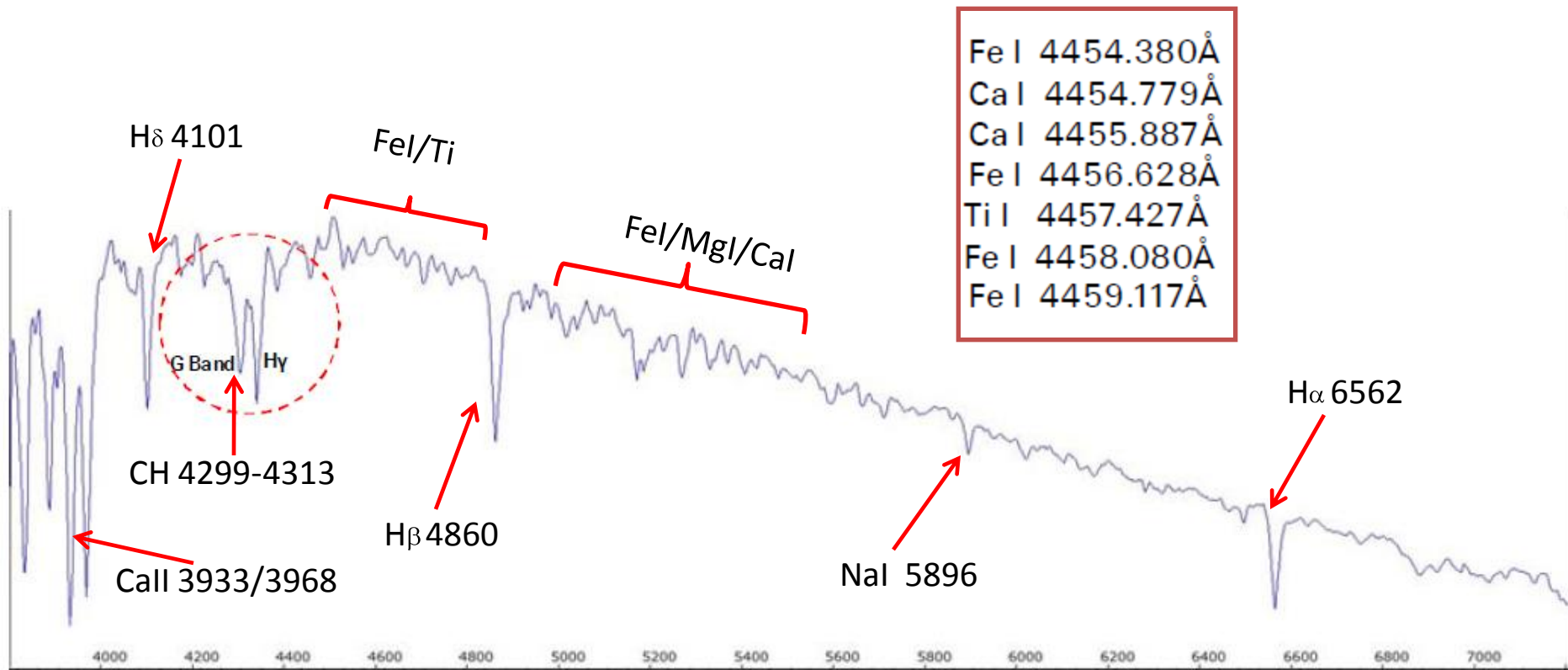
# Stelle di classe A



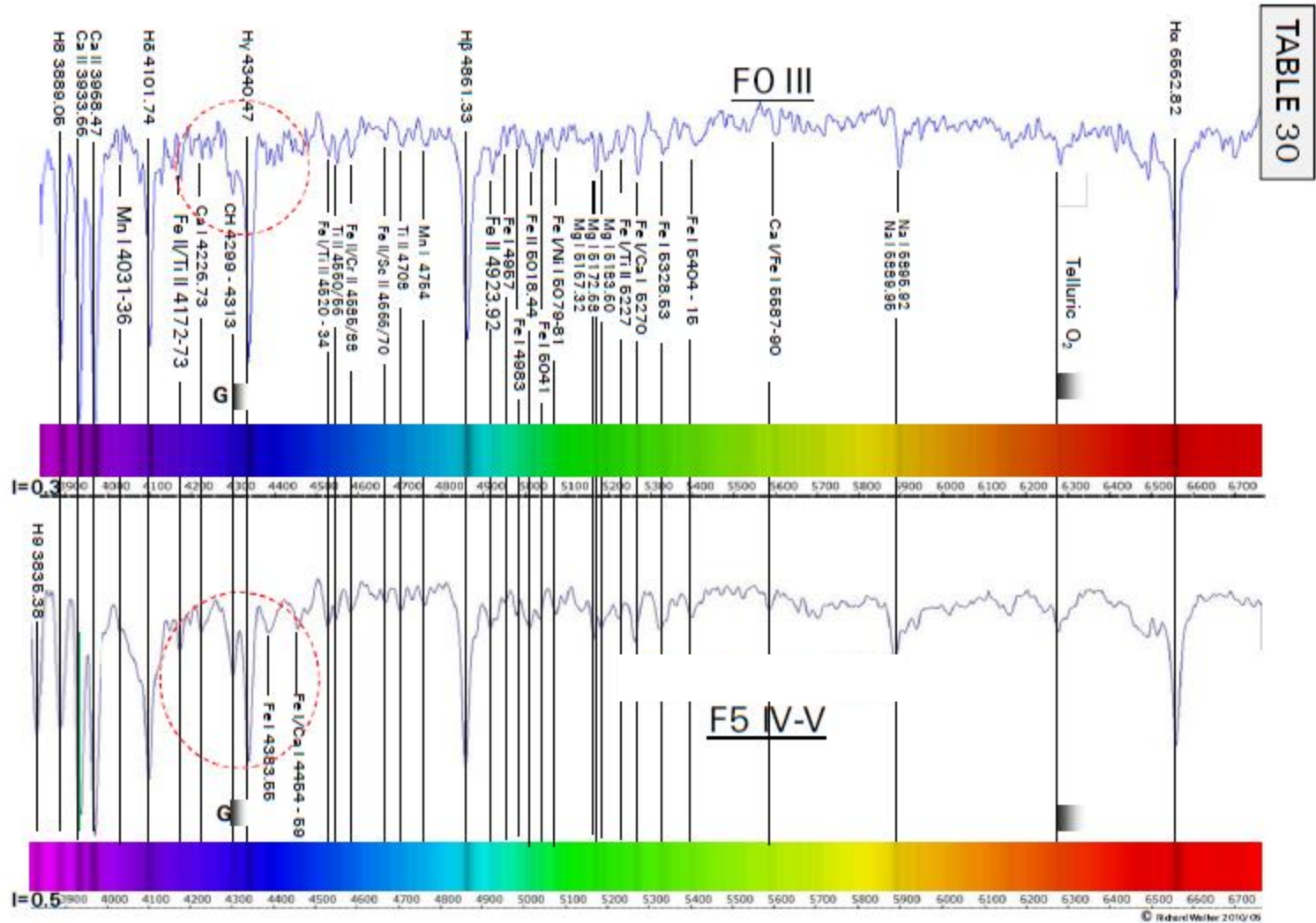


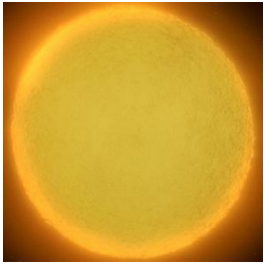
# Stelle di classe F

Le righe dell'idrogeno sono ora molto deboli e le figure dominanti in questi spettri sono le righe del Ca e la banda molecolare CH. Cominciano a comparire anche alcuni elementi più pesanti. Ecco un elenco di alcune righe dominanti negli spettri di queste stelle:



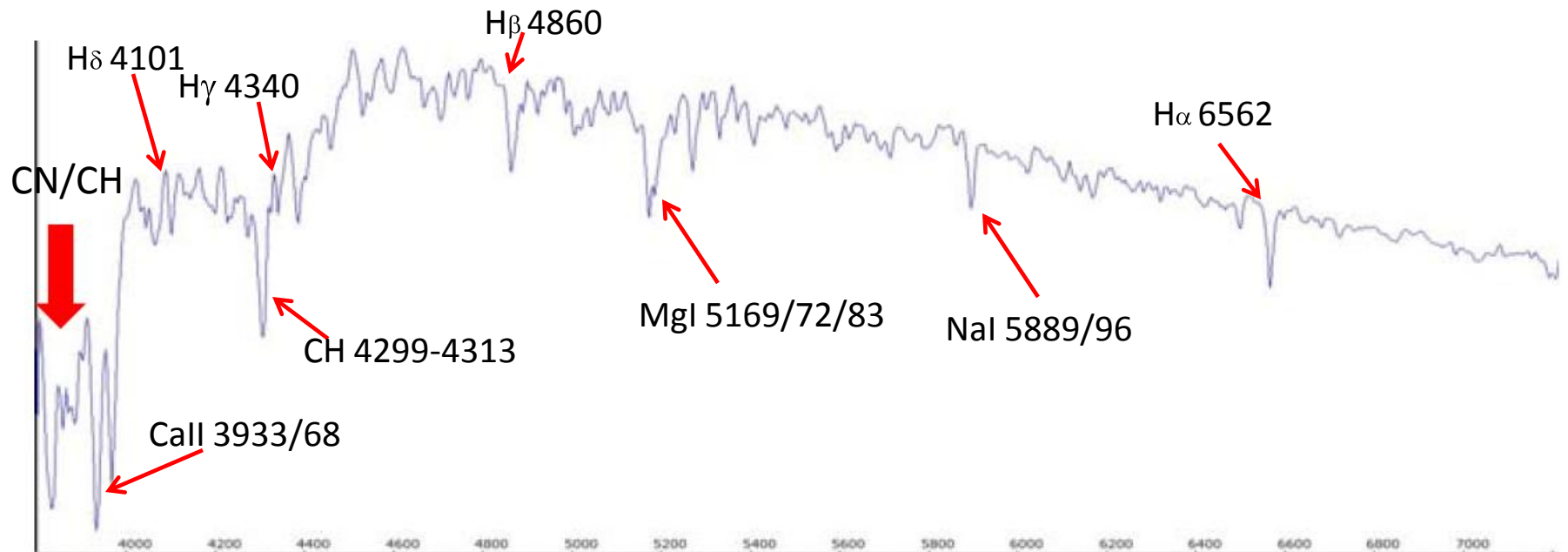
# Stelle di classe F





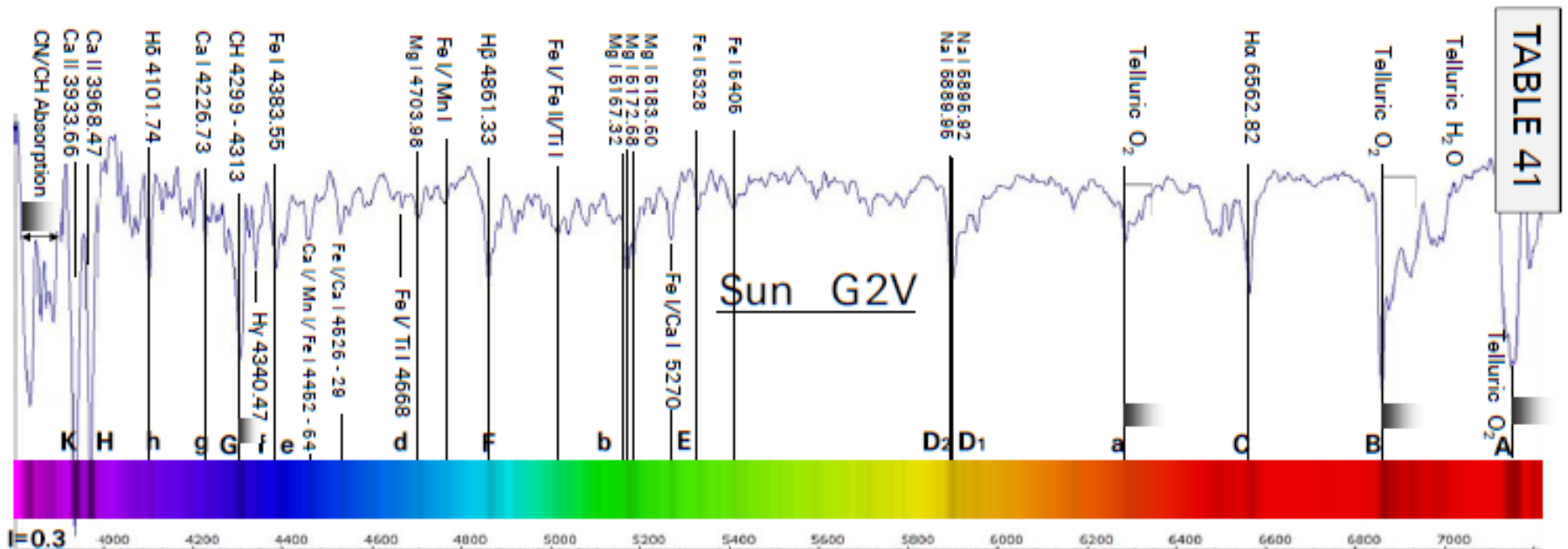
# Stelle di classe G

A questa classe di stelle appartiene il Sole. In questi spettri le righe del Ca II diventano particolarmente intense, e così anche le bande molecolari, mentre le righe dell'idrogeno diventano molto deboli. Altre righe significative sono: Mg (5169 A-5183 A) e la Ca I (4227 A). Cominciano a diventare più evidenti anche le righe prodotte da metalli neutri (es. Na e Fe).

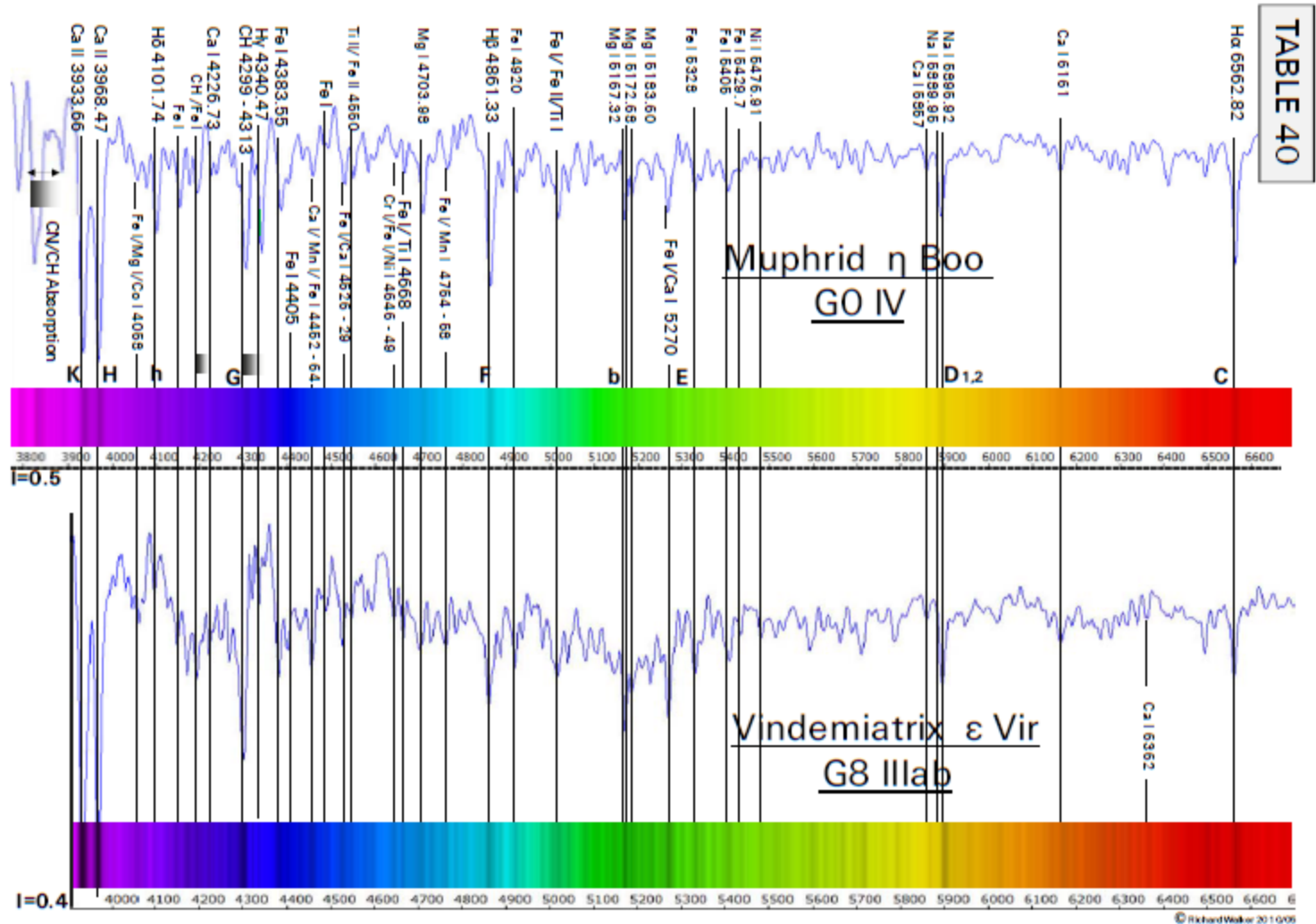


# Stelle di classe G

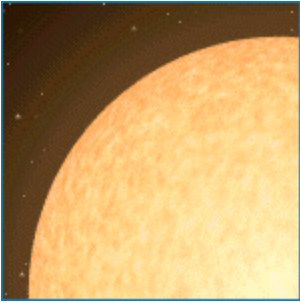
Il Sole!



# Stelle di classe $G$







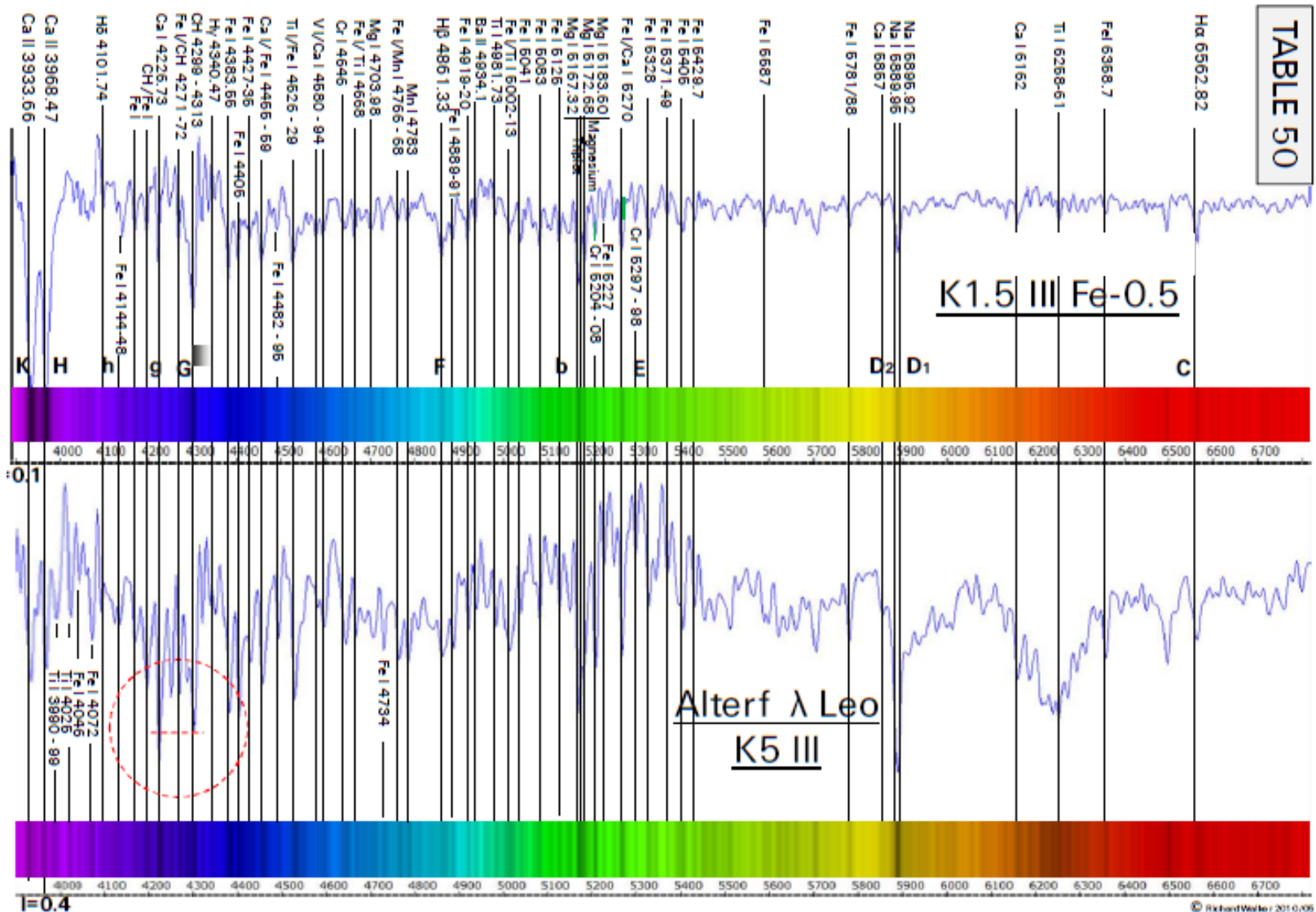
# Stelle di classe K

Queste stelle hanno temperature inferiori a quelle del Sole, tuttavia le caratteristiche spettrali sono abbastanza simili a quelle delle stelle di tipo G. Gli spettri sono sempre più dominati da metalli neutri e da bande molecolari come le righe del TiO, O<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O





# Stelle di classe K



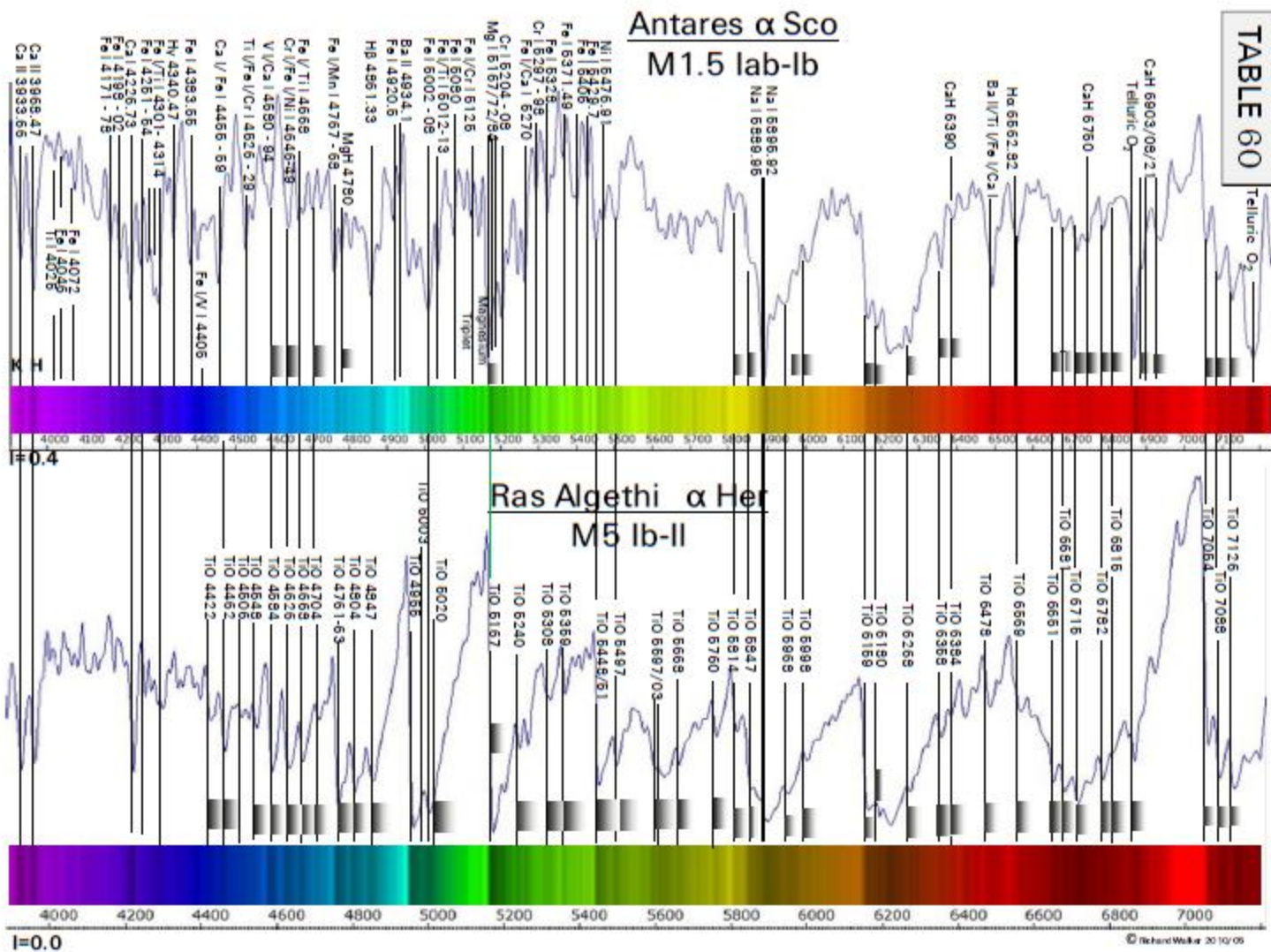


# Stelle di classe M

Le principali caratteristiche degli spettri di queste stelle sono le bande molecolari TiO, le quali si presentano estremamente intense e riconoscibili. Si possono trovare anche le bande de VO (ossido di Vanadio) e di H<sub>2</sub>.



# Stelle di classe $M$



# Le Righe di Riferimento

## Stelle di Classe O

H $\delta$ 4101	HeI 4025	HeII 4541
H $\gamma$ 4340	HeI 4200	HeII 5411
H $\beta$ 4860	HeI 4387	CIII 4650
H $\alpha$ 6562	HeI 4471	NaI 5889

## Stelle di Classe B

H $\delta$ 4101	
H $\gamma$ 4340	
H $\beta$ 4860	<b>Maggiore intensità per H</b>
H $\alpha$ 6562	

## Stelle di Classe A

H $\delta$ 4101	Mg II 4481	
H $\gamma$ 4340	Mg I 5169	<b>Le righe di H ancora più intense</b>
H $\beta$ 4860	Fe II 5230	
H $\alpha$ 6562	Na I 5890	

## Stelle di Classe F

H $\delta$ 4101	CH 4299-4313
H $\gamma$ 4340	Na 5890
H $\beta$ 4860	FeI/MgI/CaI
H $\alpha$ 6562	<b>Righe H più deboli</b>

# Le Righe di Riferimento

## Stelle di Classe G

H $\delta$ 4101	CaII 3933/68	<b>Righe H molto deboli</b>
H $\gamma$ 4340	CH 4299-4313	
H $\beta$ 4860	MgI 5169/72/83	
H $\alpha$ 6562	NaI 5889/96	

## Stelle di Classe M

Lo spettro mostra una forma caratteristica, ricca di bande larghe che rendono difficile il riconoscimento delle righe. Da notare come lo spettro sia ancora più spostato verso il rosso.

## Stelle di Classe K

Mg I 4299/72/83	
NaI 5889/96	<b>Spettro spostato verso</b>
H $\alpha$ 6562	<b>il rosso</b>

# Spettri acquisiti

