

MISURA DELLA LINEA TELLURICA O₂(6870Å)

D. TREZZI

(davide@astrotrezzi.it)

04/04/2013

Lo spettro elettromagnetico di una stella è caratterizzato da linee di emissione ed assorbimento. Per quanto concerne le seconde è possibile distinguere tra righe di origine stellare e quelle dovute all'assorbimento della radiazione elettromagnetica ad opera delle molecole presenti nell'atmosfera terrestre. Tali linee prendono il nome di *linee telluriche* e la loro individuazione risulta di fondamentale importanza al fine di ottenere un'analisi spettroscopica corretta. In questo articolo riportiamo la misura della linea tellurica O₂(6870Å) effettuata su un campione di quattro stelle di tipo B.

INTRODUZIONE

Nell'intervallo di lunghezze d'onda accessibile ad un sensore a semiconduttore, le molecole d'ossigeno presenti nell'atmosfera terrestre assorbono la radiazione luminosa principalmente in due bande (dette erroneamente linee) identificate con le lettere A e B. La prima presenta un picco in $\lambda = 6705 \text{ \AA}$ mentre la seconda in $\lambda = 6870 \text{ \AA}$. In questo articolo riportiamo la misura della banda B effettuata con un reticolo di diffrazione modello Star Analyser 100 su telescopio riflettore Newton 200mm f/4. La camera di ripresa è una MagZero MZ-5m e permette di accedere teoricamente al range di lunghezze d'onda compreso tra 350 e 1100 nm. Ogni spettro acquisito è stato calibrato secondo la procedura illustrata in [1] e ricalibrato successivamente utilizzando come linee di riferimento quelle dell'Idrogeno e la banda tellurica B dell'Ossigeno. Le stelle utilizzate per la misura, effettuata da Briosco (MB, Italia) il giorno 19/12/2012, sono ϵOri , γOri , ζTau e βOri . La procedura di acquisizione e produzione degli spettri di assorbimento è riportata in [2]. Sempre in questo articolo riportiamo la misura della lunghezza d'onda della banda B ottenuta utilizzando non solo le quattro misure effettuate sulle stelle di tipo B ma aggiungendo a queste anche le 16 misure effettuate su stelle di tipo A [2].

CALIBRAZIONE DEGLI SPETTRI

Una volta corretti per l'opportuno offset, gli spettri elettromagnetici acquisiti sono stati calibrati utilizzando la relazione ottenuta a partire da misure effettuate su stelle di tipo A [1]:

$$\lambda[\text{\AA}] = 10.26 d + 7.03 \quad (1)$$

Dove d è la distanza in pixel dall'ordine zero. A questo punto si è notato che le misure delle linee di calibrazione effettuate sulle stelle di tipo B in esame mostravano un evidente errore sistematico. Per ovviare ciò si è quindi proceduto ad una seconda calibrazione, differente da stella a stella, ottenuta a partire dal fit lineare delle linee di assorbimento dell'Idrogeno e la banda tellurica A dell'Ossigeno (vedi figura 1). La curva di calibrazione complessiva sarà quindi del tipo:

$$\lambda[\text{\AA}] = a(10.26 d + 7.03) + b \quad (2)$$

con a e b costanti ottenuto dal fit lineare.

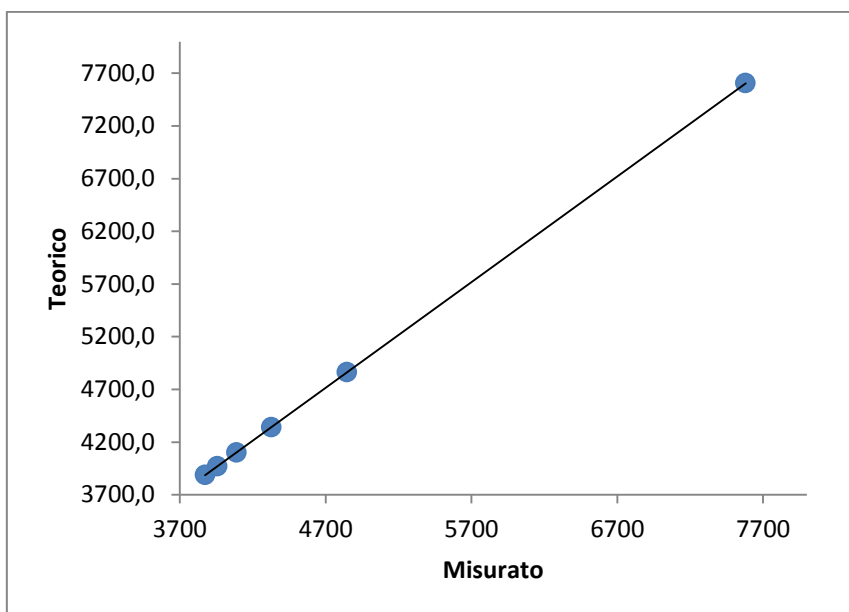


Fig. 1: esempio di curva di calibrazione (stella ζTau).

MISURA DELLA LINEA O2(6870Å)

Una volta calibrati gli spettri elettromagnetici, si è proceduto con l'individuazione della riga a 6870 Å dell'Ossigeno con conseguente fit gaussiano del picco. Ovviamente, come detto in precedenza, più che di riga si dovrebbe parlare di banda di assorbimento. Tale banda presenta comunque un massimo a 6870 Å ed è pertanto assimilabile ad una linea con code ad alte lunghezze d'onda (vedi figura 2).

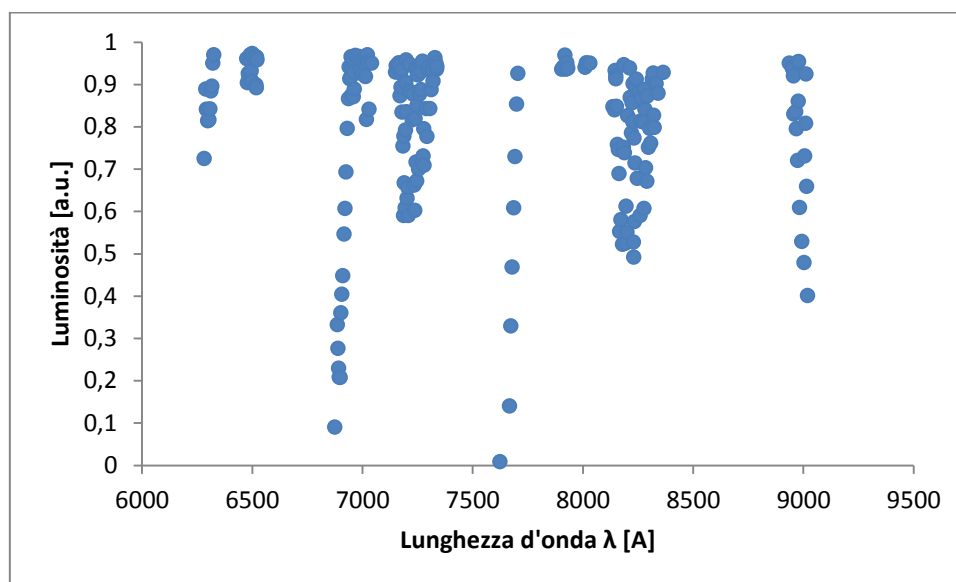


Fig2: linee telluriche nell'intervallo di lunghezza d'onda comprese tra 600 e 950 nm. Sono ben evidenti le bande A e B dell'Ossigeno che appaiono piccate rispettivamente a 6870 e 6705 Å.

Si è proceduto pertanto all'analisi degli spettri delle quattro stelle in esame. In figura 3 sono riportati gli spettri nel range di lunghezze d'onda compreso tra 600 e 800 nm opportunamente normalizzati in livello di

luminosità (intensità) al fine di ottenere una buona visualizzazione. Questa regione dello spettro è praticamente dominato dalle due bande di assorbimento dell'Ossigeno A e B. In particolare si noti come alla lunghezza d'onda tipica della linea di assorbimento H α sia invece presente una linea di emissione nel caso della stella ζ Tau. Questo riflette appieno la classe spettrale di tale stella che è di tipo B2 IIIpe ovvero con linee di emissione (stelle Be).

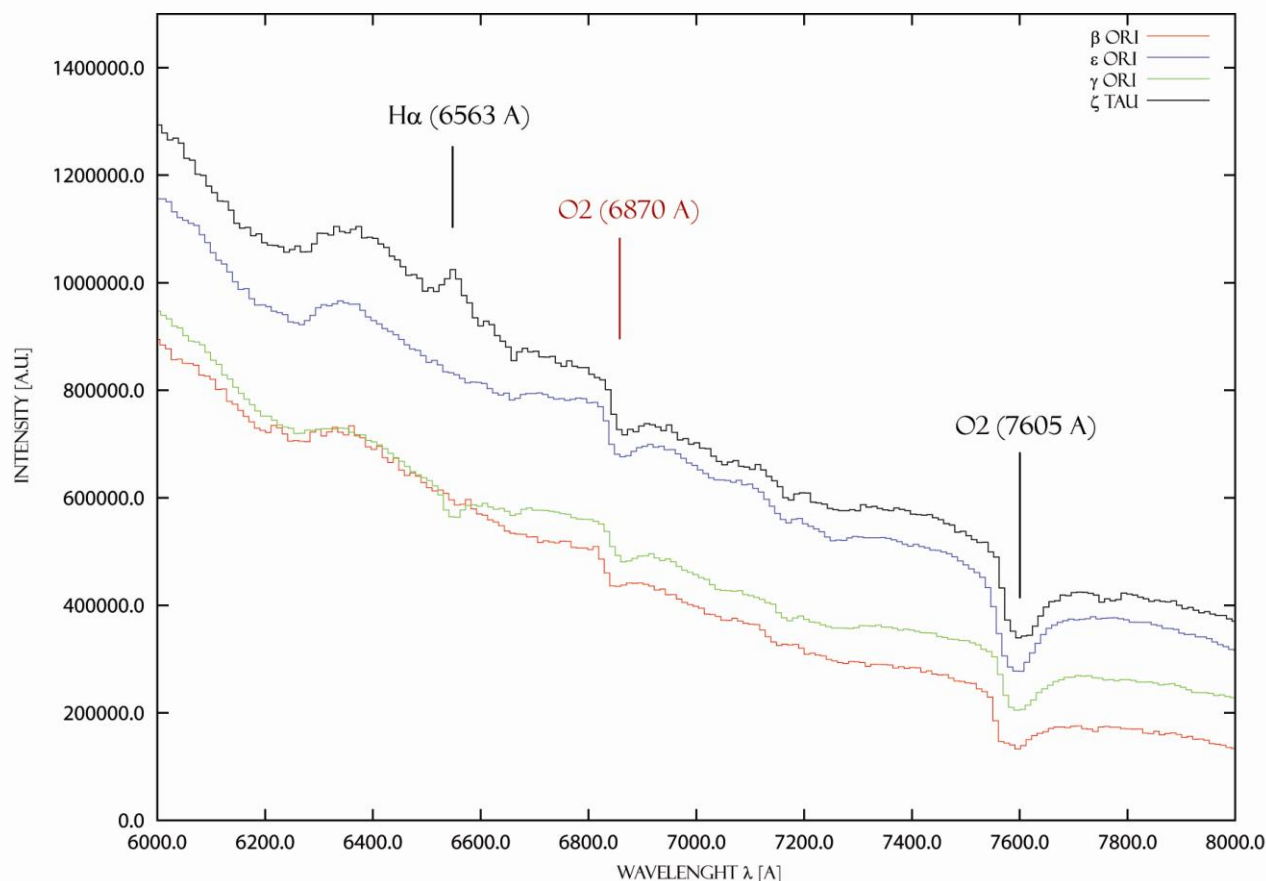


Fig 3: spettro di assorbimento per le quattro stelle di tipo B prese in esame. La banda di assorbimento misurata O2(6870 Å) è visualizzata in rosso. Le linee H α e la banda O2(7605 Å) utilizzata per la calibrazione degli spettri è visualizzata in nero.

La banda di assorbimento O2(6870 Å) è stata osservata e misurata in tutti e quattro gli spettri. I valori sperimentali ottenuti sono riportati in tabella:

Stella	Lunghezza d'onda banda B dell'Ossigeno
ϵ Ori	$\lambda = 6869 \text{ \AA}$
γ Ori	$\lambda = 6875 \text{ \AA}$
ζ Tau	$\lambda = 6878 \text{ \AA}$
β Ori	$\lambda = 6865 \text{ \AA}$

Effettuando una media di questi valori e attribuendo un errore sistematico pari a 10 Å [2] otteniamo:

$$\bar{\lambda} = 6872 \text{ \AA} \pm 10 \text{ \AA}_{\text{sis}} \pm 6 \text{ \AA}_{\text{stat}}$$

In buon accordo con il valore teorico $\lambda_T = 6870 \text{ \AA}$ dato lo scarto tra i due valori pari solo allo 0.03%. La distribuzione dei valori misurati includendo anche le 16 misure effettuate su stelle di tipo A è riportata in figura 4.

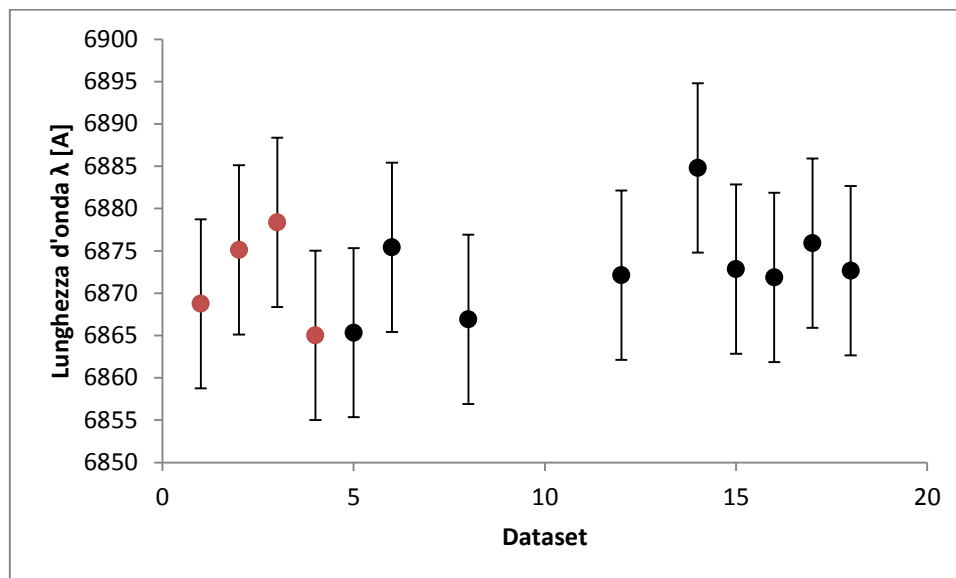


Fig. 4: Misure della riga O2(6870 Å) effettuata con stelle di tipo B in rosso e A in nero. I valori sperimentali sono statisticamente compatibili entro l'errore sistematico pari a 10 Å [2].

Aggiungendo questi dati sperimentali al campione statistico (in sette stelle di tipo A la linea non è però stata identificata o misurata) otteniamo un valore medio della lunghezza d'onda della banda B dell'Ossigeno pari a:

$$\bar{\lambda} = 6873 \text{ \AA} \pm 10 \text{ \AA}_{\text{sis}} \pm 6 \text{ \AA}_{\text{stat}}$$

risultato compatibile con il precedente.

CONCLUSIONI

Oltre all'identificazione delle linee dell'Idrogeno [2] e della linea tellurica O2(7605 Å) utilizzata per la calibrazione di stelle di tipo A e B, in questo articolo riportiamo l'identificazione e la misura della linea tellurica O2(6870 Å). I dati mostrano un buon accordo con il valore teorico del picco di assorbimento della banda B dell'Ossigeno e consistenza entro l'errore sperimentale. Osservando in dettaglio la figura 3 è già possibile notare, anche se con difficoltà, la presenza di una banda di assorbimento a 718 nm. Tale banda, visibile anche in figura 2 è relativa all'assorbimento della radiazione ad opera del vapore acqueo presente in atmosfera. La misura di tale linea tellurica sarà oggetto di un futuro articolo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <http://www.astrotrezzi.it/?p=192>
[2] D. Trezzi, *Articoli di Astronomia Amatoriale*, **1** (2012) 1-5.