

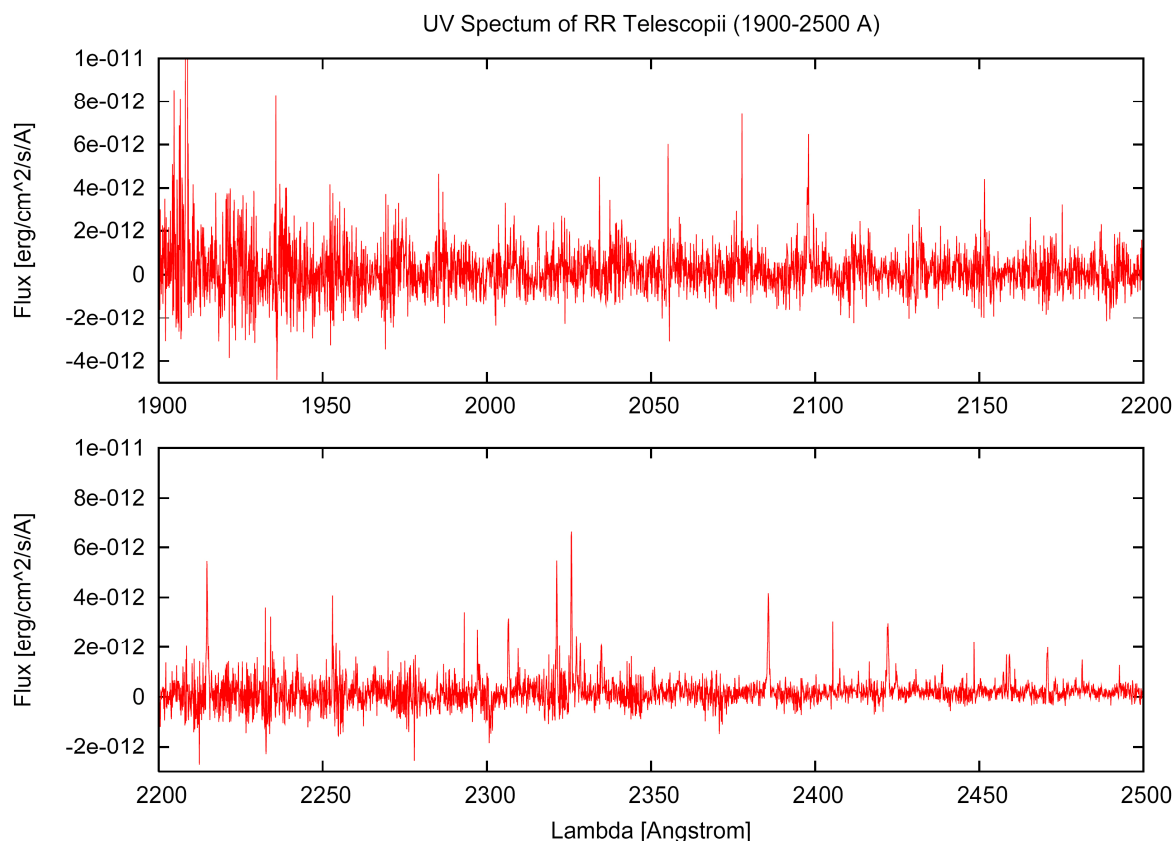
6. HF

FELADAT: egy az IUE adatbázisából (<http://archive.stsci.edu/iue/>) tetszőlegesen választott objektum ultraibolya spektrumának IDL-ben való feldolgozása, a kontinuum és egy vonal avagy két vonal illesztése, paramétereinek meghatározása.

FORRÁSOK:

A&A **464**, 715-734.: The He II Fowler lines and the O III and N III Bowen fluorescence lines in the symbiotic nova RR Telescopii [P. Selvelli, J. Danziger and P. Bonifacio 2007]

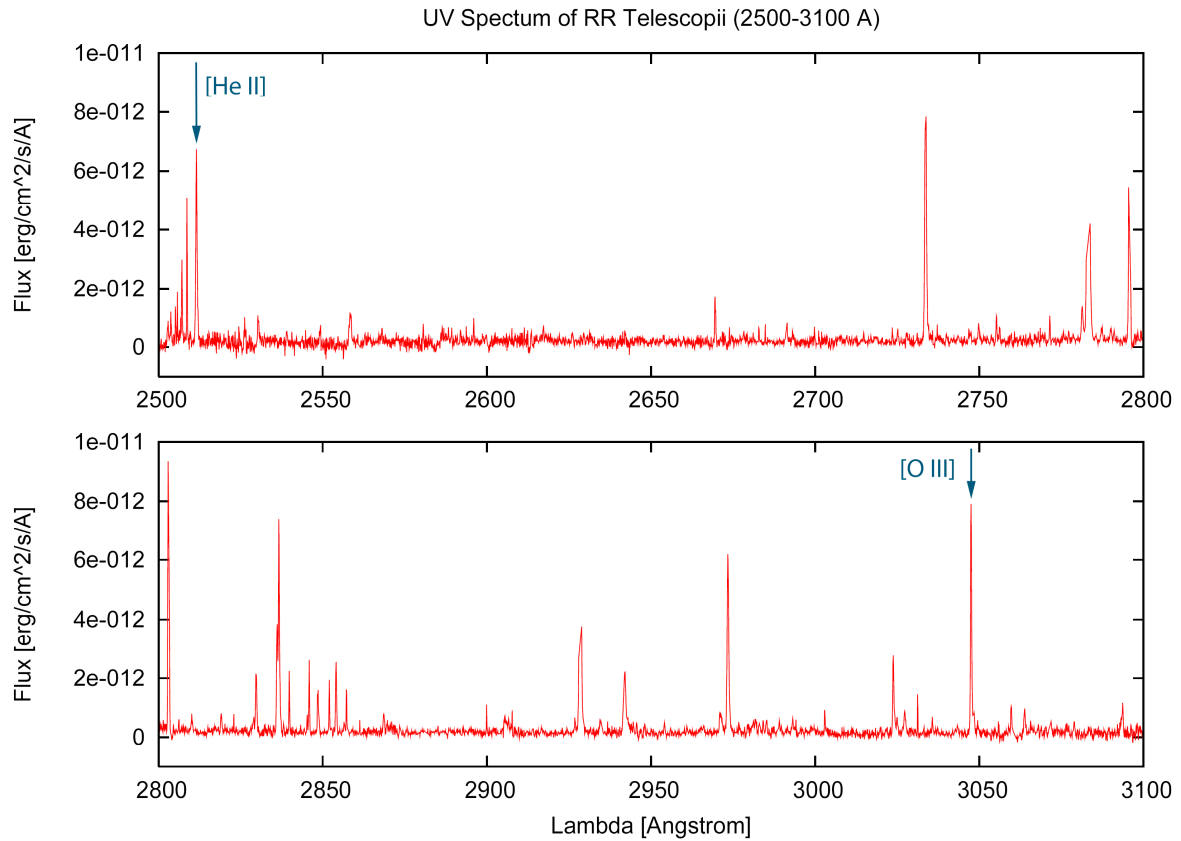
Az RR Telescopii-ról (RA.: $20^{\text{h}} 04^{\text{m}} 18,64^{\text{s}}$ – DEC.: $-55^{\circ} 43' 33,0''$) készített LW spektrumot választottam (Data ID.: LWP25954). A mérést 1993.07.20-án végezték $17^{\text{h}} 03^{\text{m}}$ -es kezdettel és 5700 sec expozíciós idővel. Maga a célpont egy úgynevezett „symbiotic” nóva, mely legutóbb 1944. októberben tört ki, és még most is a planetáris köd fázisban fejlődik [forrás.: [hivatkozott A&A cikk](#)].



1. ábra.: a spektrum 1900-tól 2500 Ångströmig (GNUPlottal készítve)

Spektrumában ionizációs és gerjesztési hatások nyomai figyelhetők meg. A jellemzők a következők: 1) van egy forró maradvány-csillag melynek effektív hőmérséklete $150\,000\text{ K}$ [Hayes & Nussbaumer 1986], 2) van egy M5 III típusú félszabályos (Mira-szerű változásokot mutató, $P = \text{kb. } 387 \text{ nap}$) kísérője [Heinze & McLaughlin 1951, Feast et al. 1977], 3)

van továbbá egy lassan táguló köd, melyet a forró központi csillag világít meg, 4) valamint van egy lökeshullám-régió, ahol a központi csillag és a kísérő csillagszele kölcsönhat [Contini & Formigginini 1999], 5) megfigyelhető egy egyelőre bizonytalan eredetű IR-excesszus.



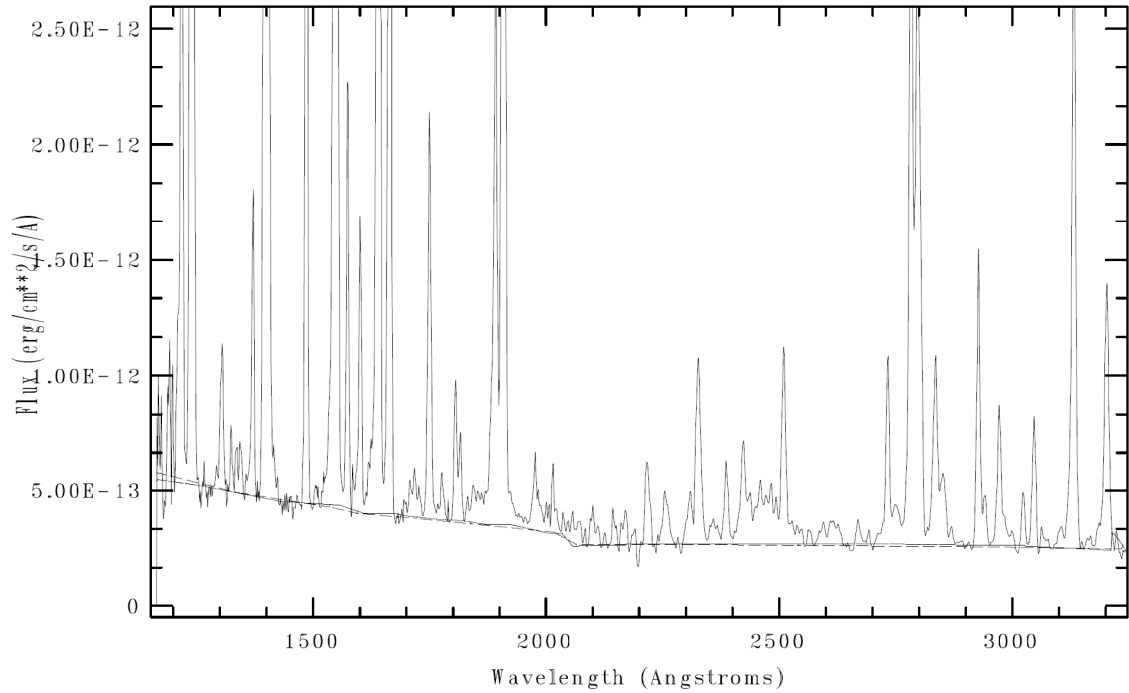
2. ábra.: a spektrum 2500-tól 3100 Ångströmig (GNUPlottal készítve), jelölve a két vizsgált vonal

A kontinuumról nem tudok sokat mondani, mert nem látszik megfelelően a spektrumon, ráadásul ezen a hullámhossztartományon elég nehezen illeszthető. A hivatkozott cikkben 39 SWP és 35 LW IUE spektrum felhasználásával azért sikerült valamit illeszteni, amit itt (lásd 3. ábra) most bemutatok, de nem tekintem a kontinuumra vonatkozó feladat megoldásának, így a továbbiakban két vonalat fogok jellemezni.

Következett tehát a vonalak illesztése (kivételesen emissziós vonalak): a hivatkozott cikk alapján egy [OIII] és egy [HeII] vonalat választottam. Csak a már a 3-as háziban (és az előző félévben) is használt rutint kellett lefuttatnom a megfelelő hullámhossztartományokra, és az automatikusan elvégezte az illesztéseket (Gauss-görbék – képlet a hivatkozott előző félévi beadandóban) a korábbi háziban vázolt két változót léptető módszerrel. Ehhez még kiszámoltattam a Gauss-görbékhez tartozó félértékeket a következő képlet segítségével:

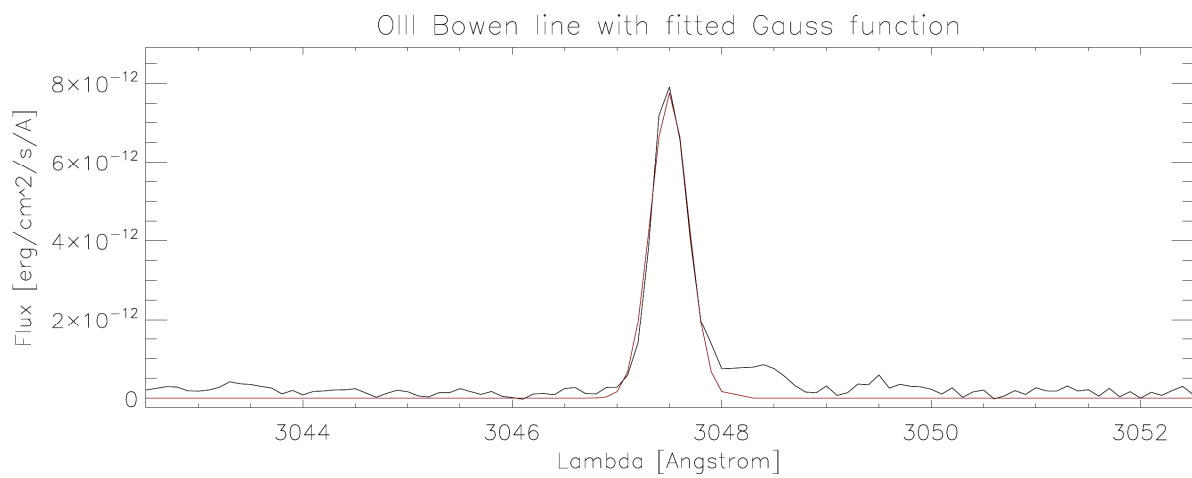
$$FWHM = 2\sigma\sqrt{2\ln 2}$$

A következőkben bemutatok az illesztéseket is tartalmazó ábrákat a vonalak környezetéről, valamint a vonalakra és az illesztésekre jellemző paramétereket is közlöm.



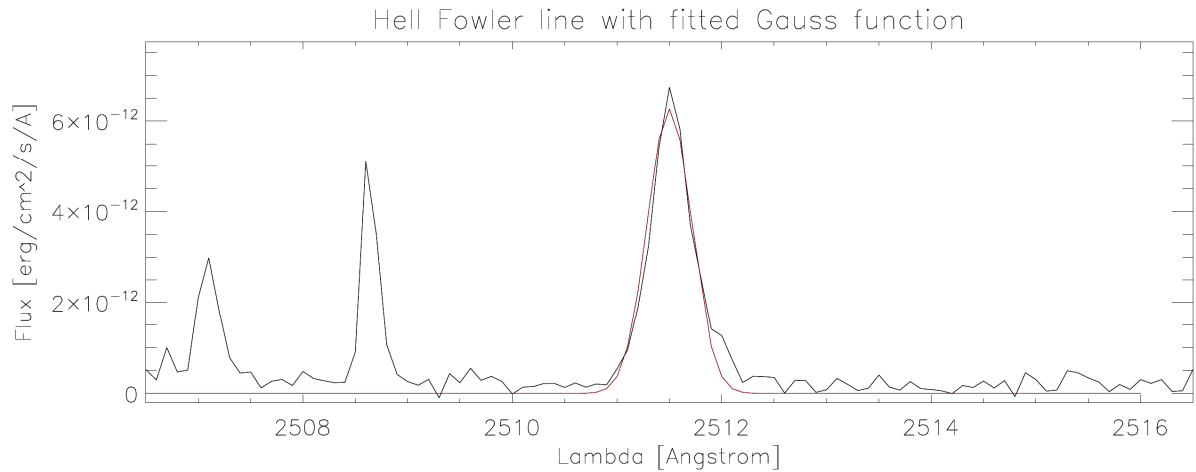
3. ábra.: az UV kontinuum [forrás: a hivatkozott A&A cikk]

AZ ILLESZTÉSEK ÁBRÁI ÉS A KINYERT ADATOK:



4. ábra.: az egyik OIII Bowen-vonal és környezete az illesztett Gauss-görbével

Az [OIII] vonal hullámhossza = 3047,50 Ångström
 Maximális normált fluxus = 7,91E-12
 Szigma = 0,18
 Normálási tényező = 3,5E-12
 A Gauss-görbe „magassága” = 7,75721E-12
 A Gauss FWHM értéke = 0,4231868 Ångström



5. ábra.: az egyik HeII Fowler-vonal és környezete az *illesztett Gauss-görbével*

A [HeII] vonal hullámhossza = 2511,50 Ångström
 Maximális normált fluxus = 6,74E-12
 Szigma = 0,21
 Normálási tényező = 3,3E-12
 A Gauss-görbe „magassága” = 6,26909E-12
 A Gauss FWHM értéke = 0,494512 Ångström

AZ IDL PROGRAM:

```
;pro spill
;intenzitas: az eredetileg beolvasott ertekek
;lambdameter: az eredeti hullamhosszak
;az int-ben van a Planck (most csupa 0)
;eleve 0-re normalt intenzitas

loadct,3

;a spektrum 12021 soros. Beolvasas:
N=12021
lambda=fltarr(N)
lambdameter=fltarr(N)
intenzitas=fltarr(N)
int=fltarr(N)
openr,1,'data.txt'
i=0
while (not eof(1)) do begin
  readf,1,ertek1,ertek2
  lambda[i]=ertek1
  lambdameter[i]=(ertek1)*(1E-9)
  intenzitas[i]=ertek2
  int[i]=0
  i=i+1
endwhile
close,1

;*****
;* Gauss illesztés OIII-ra *
;*****

;keressük meg hol is van pontosan az [OIII] vonal:
;2-es utotaggal a megvágott vektorokat jelölöm
intervallum=where((lambda GE 3040.)and(lambda LE 3060.))
lambda2=lambda(intervallum)
intenzitas2=intenzitas(intervallum)
m1=MIN(intenzitas2,min_subscript)
m11=MAX(intenzitas2,max_subscript)
print,"The [OIII] line is at: ",lambda2(max_subscript)," (Angstrom)"
print,"with a maximum normalized flux of: ",m11
hl=lambda2(max_subscript)
```

```

;meg kell ennek a vonalnak a kornyezete
window,3,retain=2
plot,lambda,intenzitas,$
xstyle=1,xrange=[h1-5,h1+5],xtitle='Lambda [Angstrom]',$
ystyle=1,yrange=[m1-1E-13,mm1+10E-13],ytitle='Flux [erg/cm^2/s/A]',$
title='The [OIII] line'
oplot,lambda,int,color=200

;lambda2-ben vannak tehat a vonal ablakba tartozo intenzitasertekek, ebbe az intervallumba
;kellene a gausst krealni... legyen intVonal az ebbe az ablakba tartozo illesztett RJ
;(itt nulla), ebbol kell
;majd levonni a gausst, es akkor azt kell majd illeszteni az intenzitas2-hoz
intVonal=int(intervallum)
m=lambda2(max_subscript)

;legyne sigma x-y kozott, a normalas meg xx es yy kozott, keressuk a legkisebb elterest...!
sigma=0.01
normalas=0.000000000001
minelteres=1000000000

while sigma LE 2 do begin

    while normalas LE 0.000000000004 do begin
        i=0
        elteres=0
        intGauss=((1./(sqrt(2.*3.141592654)*sigma))*exp(-(lambda2-m)*$
            (lambda2-m)/(2.*sigma*sigma)))*normalas
        intVonalGauss=intVonal+intGauss

        while i LT 196 do begin
            elteres=elteres+((intVonalGauss[i]-intenzitas2[i])*$
                (intVonalGauss[i]-intenzitas2[i]))
            i=i+1
        endwhile

        IF (elteres LT minelteres) THEN sigmaJo=sigma
        IF (elteres LT minelteres) THEN normalasJo=normalas
        IF (elteres LT minelteres) THEN minelteres=elteres

        normalas=normalas+0.000000000001
    endwhile

sigma=sigma+0.01
normalas=0.000000000001
endwhile

print,"A legjobb szigma = ",sigmaJo
print,"A legjobb normalasi tenyezo = ",normalasJo
print,"A min elteres = ",minelteres

;es akkor ezekkel a parameterekkel generaljunk egy abrat
intGauss=((1./(sqrt(2.*3.141592654)*sigmaJo))*exp(-(lambda2-m)*$
    (lambda2-m)/(2.*sigmaJo*sigmaJo)))*normalasJo
intVonalGauss=intVonal+intGauss
window,4,retain=2
plot,lambda,intenzitas,$
xstyle=1,xrange=[h1-5,h1+5],xtitle='Lambda [Angstrom]',$
ystyle=1,yrange=[m1-1E-13,mm1+10E-13],ytitle='Flux [erg/cm^2/s/A]',$
title='[OIII] Bowen line with fitted Gauss function'
oplot,lambda2,intVonalGauss,color=200

FWHM=2*sigmaJo*sqrt(2*ALOG(2))
print,"A Gauss magassaga = ",intGauss[max_subscript]
print,"A Gauss FWHM erteke = ",FWHM

    set_plot,'PS'
    device,filename='abra4.ps',xsize=20,ysize=8,/color,bits=8
    plot,lambda,intenzitas,$
    xstyle=1,xrange=[h1-5,h1+5],xtitle='Lambda [Angstrom]',$
    ystyle=1,yrange=[m1-1E-13,mm1+10E-13],ytitle='Flux [erg/cm^2/s/A]',$
    title='[OIII] Bowen line with fitted Gauss function'
    oplot,lambda2,intVonalGauss,color=128
    device,/close
    set_plot,'WIN'

```

```

;*****
;* Gauss illesztés HeII-ra *
;*****

;keressük meg hol is van pontosan az [HeII] vonal:
;2-es utotaggal a megvágott vektorokat jelölöm
intervallum=where((lambda GE 2506.)and(lambda LE 2516.))
lambda2=lambda(intervallum)
intenzitas2=intenzitas(intervallum)
m1=MIN(intenzitas2,min_subscript)
mml=MAX(intenzitas2,max_subscript)
print,"The [HeII] line is at: ",lambda2(max_subscript)," (Angstrom)"
print,"with a maximum normalized flux of: ",mml
hl=lambda2(max_subscript)

;meg kell ennek a vonalnak a környezete
window,5,retain=2
plot,lambda,intenzitas,$
xstyle=1,xrange=[hl-5,hl+5],xtitle='Lambda [Angstrom]',$
ystyle=1,yrange=[m1-1E-13,mml+10E-13],ytitle='Flux [erg/cm^2/s/A]',$
title='The [HeII] line'
oplot,lambda,int,color=200

;lambda2-ben vannak tehát a vonal ablakba tartozó intenzitásertekek, ebbe az intervallumba
;kellene a gauszt kitalálni... legyen intVonal az ebbe az ablakba tartozó illesztett RJ
;(itt nulla), ebből kell
;majd levonni a gauszt, és akkor azt kell majd illeszteni az intenzitas2-hoz
intVonal=int(intervallum)
m=lambda2(max_subscript)

;legyen sigma x-y között, a normális meg xx és yy között, keressük a legkisebb elterest...!
sigma=0.01
normalas=0.000000000001
minelteres=1000000000

while sigma LE 2 do begin

    while normalas LE 0.000000000006 do begin
        i=0
        elteres=0
        intGauss=((1./(sqrt(2.*3.141592654)*sigma))*exp(-(lambda2-m)*$
            (lambda2-m)/(2.*sigma*sigma)))*normalas
        intVonalGauss=intVonal+intGauss

        while i LT 100 do begin
            elteres=elteres+((intVonalGauss[i]-intenzitas2[i])*$
                (intVonalGauss[i]-intenzitas2[i]))
            i=i+1
        endwhile

        IF (elteres LT minelteres) THEN sigmaJo=sigma
        IF (elteres LT minelteres) THEN normalasJo=normalas
        IF (elteres LT minelteres) THEN minelteres=elteres

        normalas=normalas+0.000000000001
    endwhile

    sigma=sigma+0.01
    normalas=0.000000000001
endwhile

print,"A legjobb szigma = ",sigmaJo
print,"A legjobb normalasi tényező = ",normalasJo
print,"A min elteres = ",minelteres

;és akkor ezekkel a paraméterekkel generaljunk egy ábrát
intGauss=((1./(sqrt(2.*3.141592654)*sigmaJo))*exp(-(lambda2-m)*$
    (lambda2-m)/(2.*sigmaJo*sigmaJo)))*normalasJo
intVonalGauss=intVonal+intGauss
window,6,retain=2
plot,lambda,intenzitas,$
xstyle=1,xrange=[hl-5,hl+5],xtitle='Lambda [Angstrom]',$
ystyle=1,yrange=[m1-1E-13,mml+10E-13],ytitle='Flux [erg/cm^2/s/A]',$
title='[HeII] line with fitted Gauss function'
oplot,lambda2,intVonalGauss,color=200

FWHM=2*sigmaJo*sqrt(2*ALOG(2))

```

```
print,"A Gauss magassaga = ",intGauss[max_subscript]
print,"A Gauss FWHM erteke = ",FWHM

    set_plot,'PS'
    device,filename='abra5.ps',xsize=20,ysize=8,/color,bits=8
    plot,lambda,intenzitas,$
    xstyle=1,xrange=[h1-5,h1+5],xtitle='Lambda [Angstrom]',$
    ystyle=1,yrange=[m1-1E-13,m1+10E-13],ytitle='Flux [erg/cm^2/s/A]',$
    title='HeII Fowler line with fitted Gauss function'
    oplot,lambda2,intVonalGauss,color=128
    device,/close
    set_plot,'WIN'

end
```

Budapest, 2007. május 11.