

Secțiunea seniori

Proba Analiză de date - Subiect

1. Se punctează oricare alte formulări / modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
2. Timp de lucru 2 ore
3. Subiectul este redactat pe 8 pagini.
4. Se acordă 10 puncte din oficiu.

Tabel de constante fizice și astronomice

Constantă	Simbol	Valoare	Unități
Constanta lui Planck	h	6.626×10^{-34}	J·s
Constanta atracției universale	G	6.674×10^{-11}	$\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
Raza Pământului	R_{\oplus}	6371	km
Viteza luminii	c	3.0×10^8	m/s
Unitatea astronomică	UA	1.496×10^8	km
Masa Soarelui	M_{\odot}	1.989×10^{30}	kg
Masa Pământului	M_{\oplus}	5.972×10^{24}	kg
Masa Lunii	M_L	7.43×10^{22}	kg
Perioada orbitală a Pământului	P_{\oplus}	365, 25	zile
Constanta lui Boltzmann	k	1.380×10^{-23}	J/K
Constanta Stefan-Boltzmann	σ	5.670×10^{-8}	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$
Masa electronului	m_e	9.10×10^{-31}	kg
Masa protonului	m_p	1.67×10^{-27}	kg
Constanta lui Avogadro	N_A	6.022×10^{23}	mol^{-1}
Permitivitatea vidului	ϵ_0	8.854×10^{-12}	F/m

Subiectul I Misterul sistemului Draco-26 (40 puncte)

Telescopul spațial CHEOPS a monitorizat timp de 40 de zile o stea pitică portocalie de clasă spectrală K, denumită Draco-26. Din măsurătorile spectroscopice se cunosc următoarele date:

- masa stelei: $M_* = 0,8M_{\odot}$;
 - raza stelei: $R_* = 0,8R_{\odot}$;
 - temperatura la suprafață: $T_* = 5000 \text{ K}$.
- a) [8 p] Analizați curba de lumină furnizată. Identificați câte planete distincte tranzitează steaua Draco-26, grupând minimele după adâncime și periodicitate. Determinați perioada orbitală aproximativă P , exprimată în zile, precum și adâncimea tranzitului $\Delta F/F_0$ pentru fiecare planetă identificată.

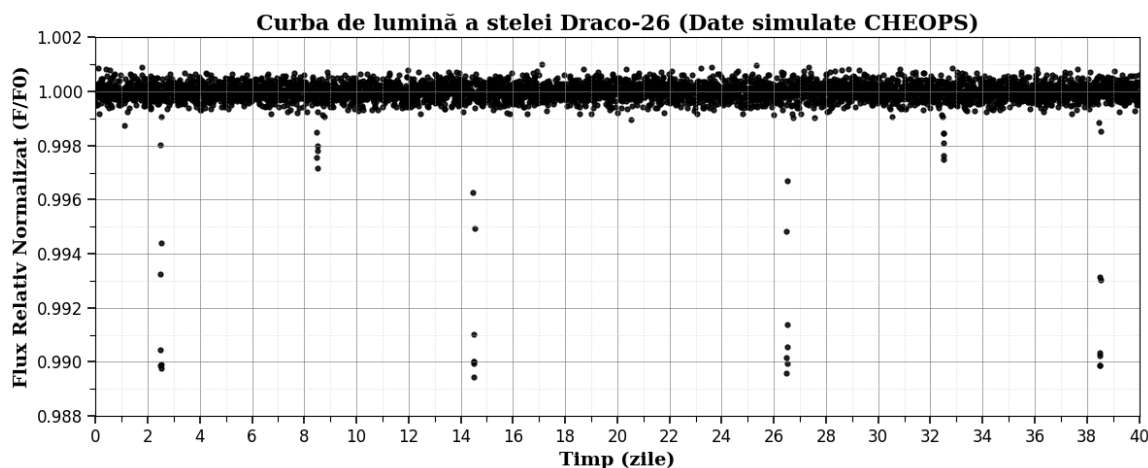


Figure 1: Curba de lumină a stelei Draco-26: fluxul relativ F/F_0 în funcție de timp.

- b) [12 p] Folosind adâncimile tranzitelor determinate la punctul a), calculați raza fiecărei planete identificate. Exprimați rezultatele în raze terestre (R_{\oplus}) sau raze joviene (R_J), după cum considerați că este mai reprezentativ pentru clasificarea fiecărei planete.
- c) [8 p] Calculați axa semimajoră a a orbitei planetei care produce tranzitul cel mai adânc.
- d) [8 p] Calculați luminozitatea stelei Draco-26 raportată la luminozitatea Soarelui (L_*/L_{\odot}). Pe baza acesteia și a distanței calculate la punctul c), determinați fluxul de energie primit de planeta principală comparativ cu cel primit de Pământ. Considerând doar fluxul incident, discutați dacă această planetă ar putea găzdui apă lichidă.
- e) [4 p] Un astronom amator propune ipoteza că minimele mai puțin adânci aparțin unei exoluni uriașe care orbitează planeta principală. Cum ați putea infirma această ipoteză analizând exclusiv momentele, adică valorile timpului t , la care au loc evenimentele observate pe grafic?

Subiectul II Spectrele unor galaxii (50 puncte)

În această problemă se dau spectrele a 10 galaxii din Sloan Digital Sky Survey (SDSS) aflate la distanțe cunoscute față de observatorul de pe Pământ. În toate spectrele, cea mai puternică linie de emisie este H_{α} , a cărei lungime de undă în repaus este $\lambda_{H_{\alpha}} = 6564,6 \text{ \AA}$.

Distanțele galaxie-observator sunt trecute în tabelul 1. Răspundeți la următoarele cerințe, folosind tabelul 1 și hărtia milimetrică pusă la dispoziție, pe care le veți preda împreună cu rezolvarea.

- a) [5 p] Determinați la ce lungime de undă se observă linie de emisie H_{α} pentru fiecare galaxie. Treceți rezultatele în tabel.
- b) [7,5 p] Determinați deplasarea spre roșu a fiecărei galaxii. Treceți rezultatele în tabel.



- c) [7,5 p] Calculați viteza cu care se depărtează fiecare galaxie de observator. Treceți rezultatele în tabel, cu unitățile de măsură corespunzătoare.
- d) [17 p] Realizați graficul viteză radială vs. distanță pe hârtia milimetrică pusă la dispoziție. Ce fel de dependență există între cele două mărimi? Trasați dependența pe hârtia milimetrică.
- e) [13 p] Determinați coeficienții din dependența identificată mai sus, folosind metoda celor mai mici pătrate. Ce însemnătate fizică (din punct de vedere teoretic sau din punct de vedere al analizei datelor) au acești coeficienți?

Relația pentru calculul coeficienților folosind metoda celor mai mici pătrate este:

$$a = \frac{N \sum d_i v_i - \sum d_i \sum v_i}{N \sum d_i^2 - (\sum d_i)^2}$$
$$b = \frac{\sum v_i - a \sum d_i}{N}$$



Table 1: Date pentru galaxii.

Nr. galaxie	Distanță (Mpc)	λ_{obs} (Å)	Deplasare spre roșu	Viteza ()
1	220			
2	285			
3	375			
4	475			
5	525			
6	590			
7	740			
8	815			
9	925			
10	970			

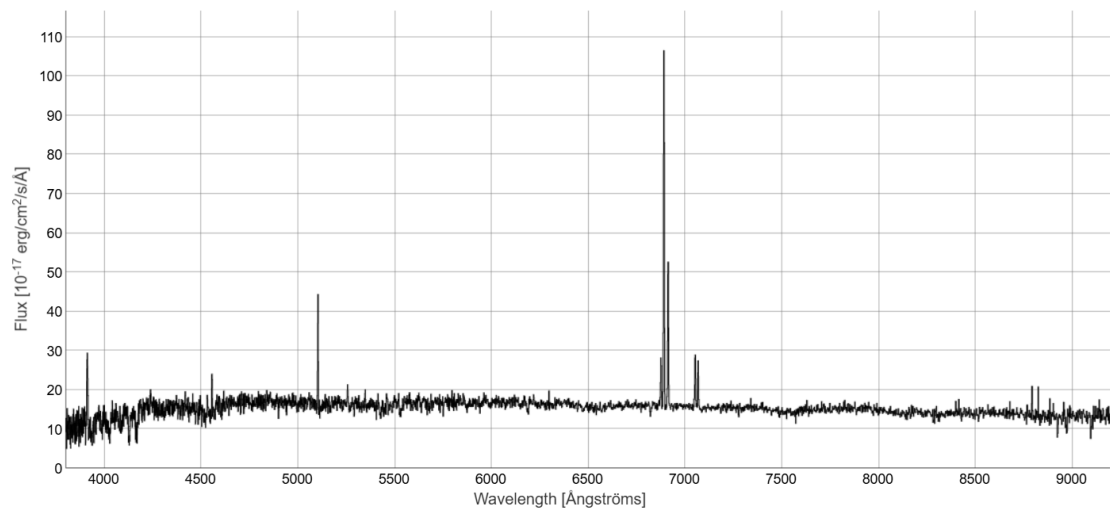


Figure 2: Galaxie 1.

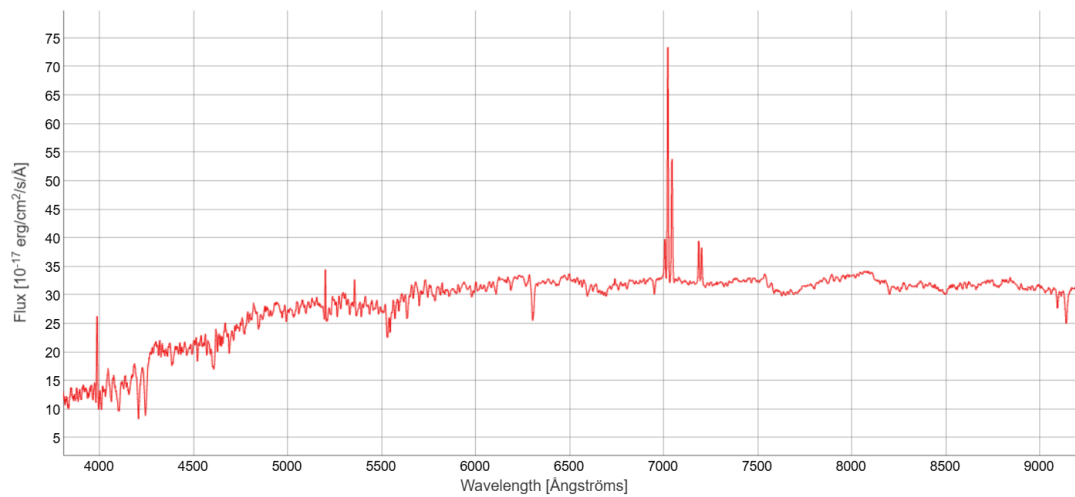


Figure 3: Galaxie 2.

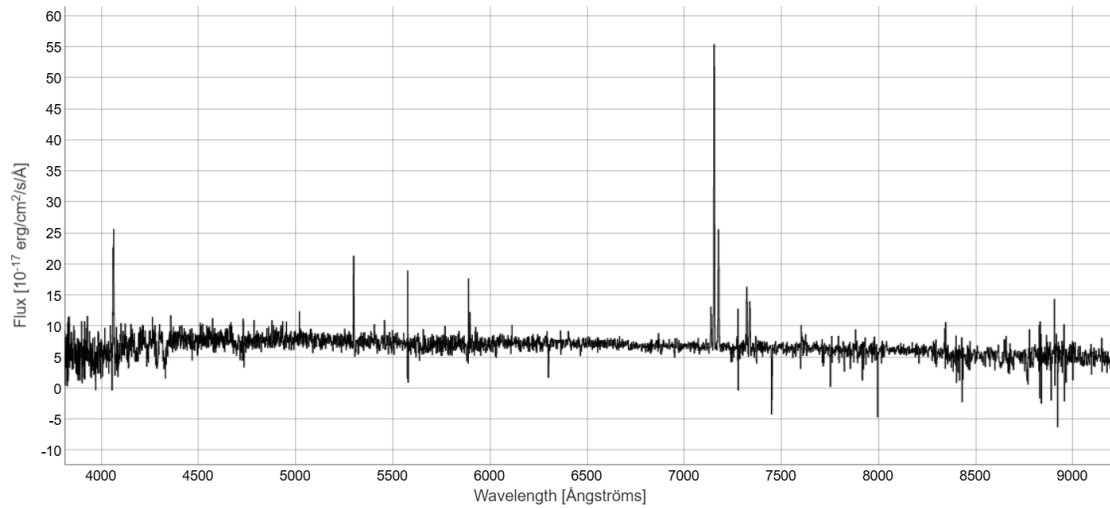


Figure 4: Galaxie 3.

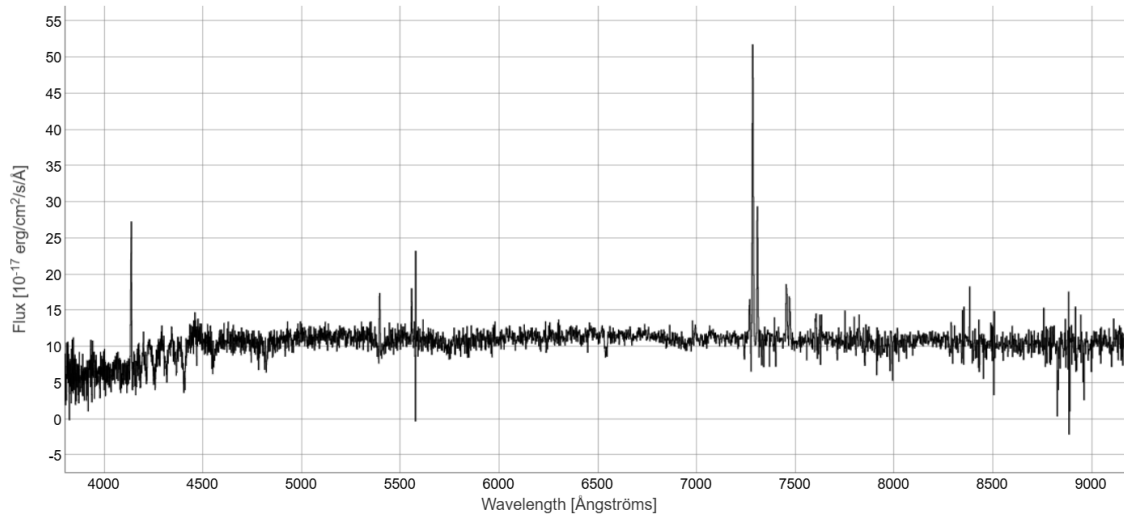


Figure 5: Galaxie 4.

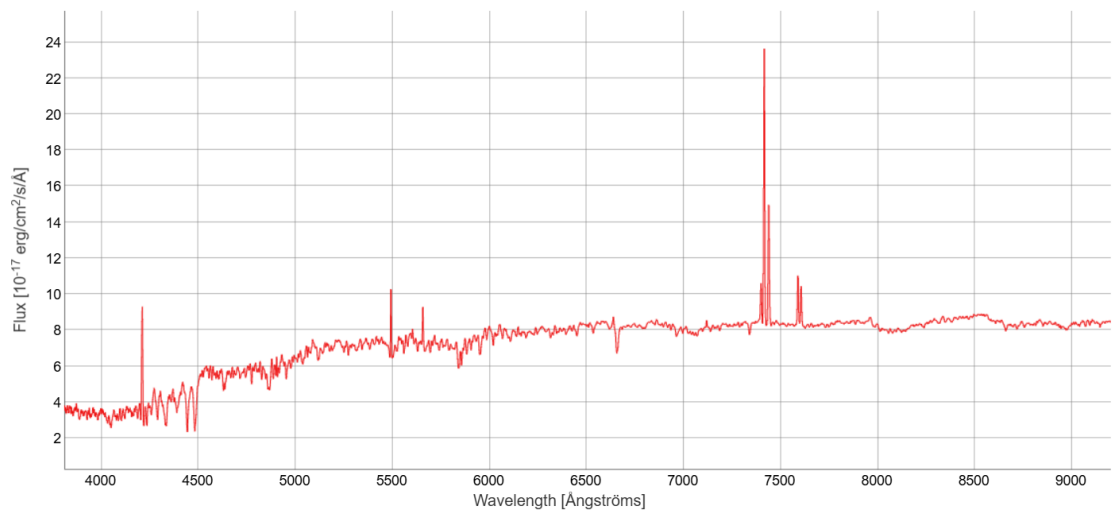


Figure 6: Galaxie 5.

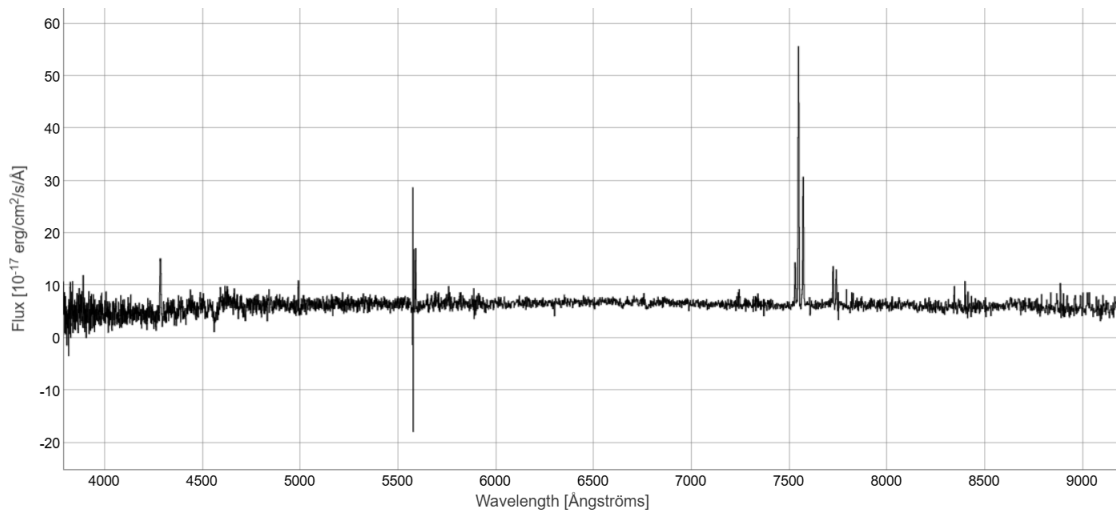


Figure 7: Galaxie 6.

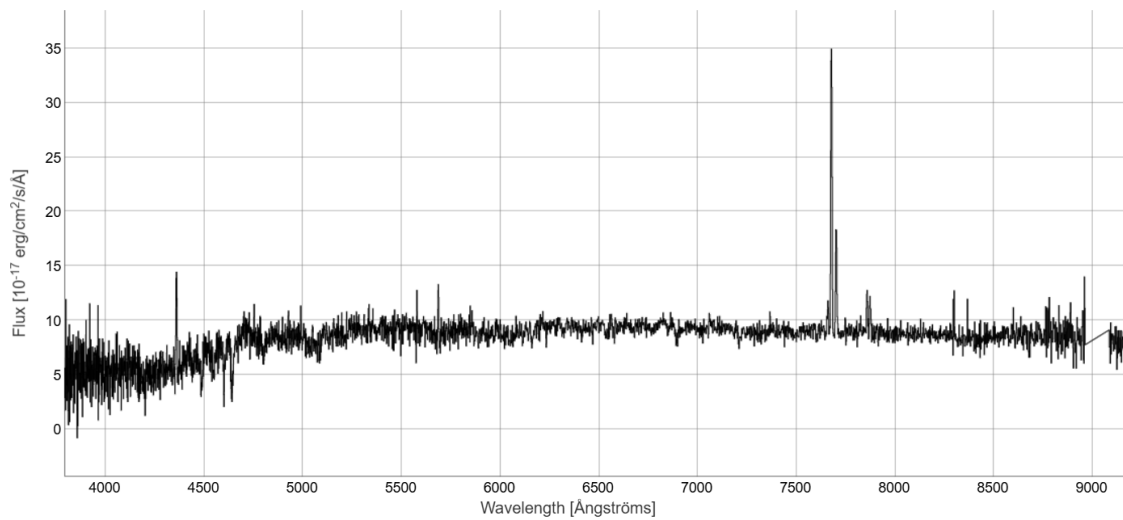


Figure 8: Galaxie 7.

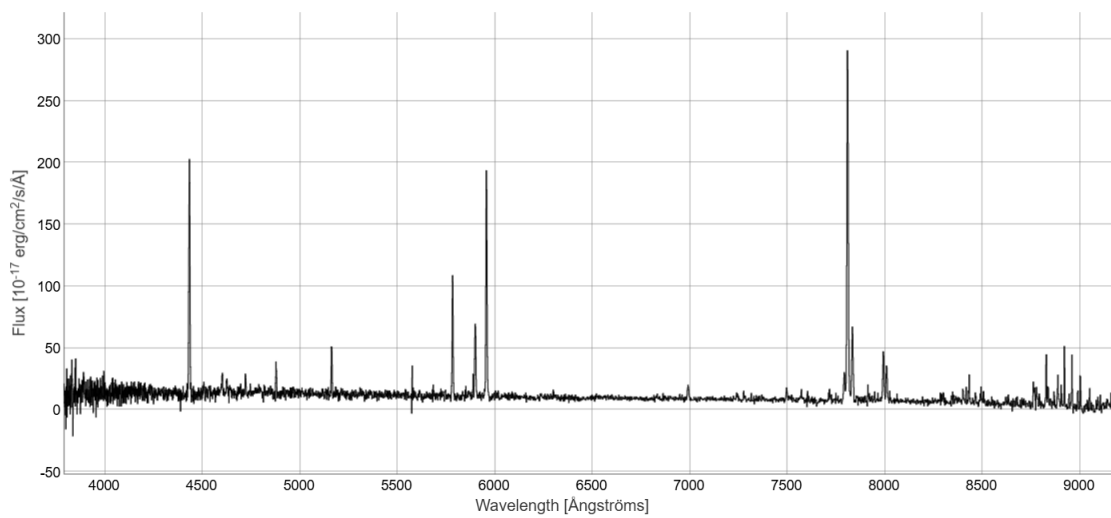


Figure 9: Galaxie 8.

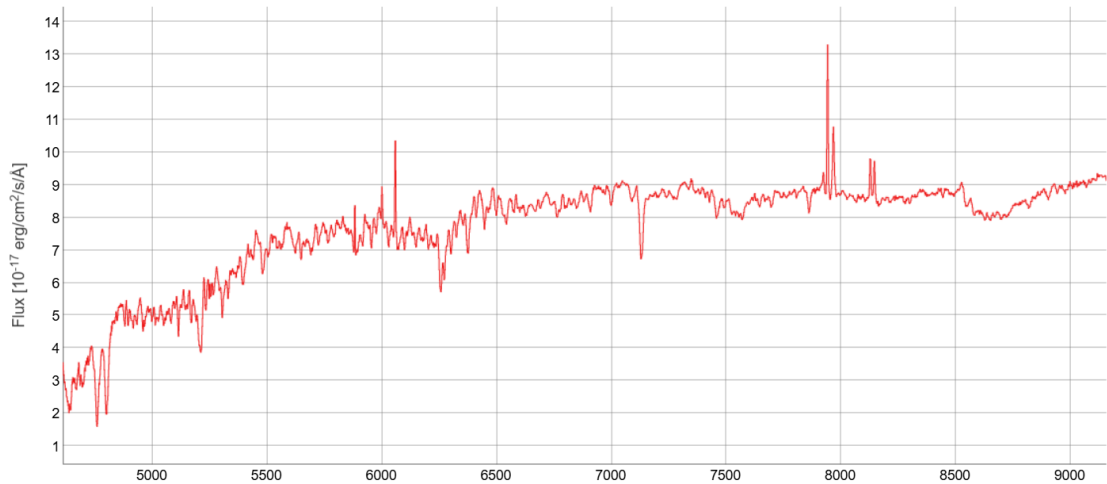


Figure 10: Galaxie 9.

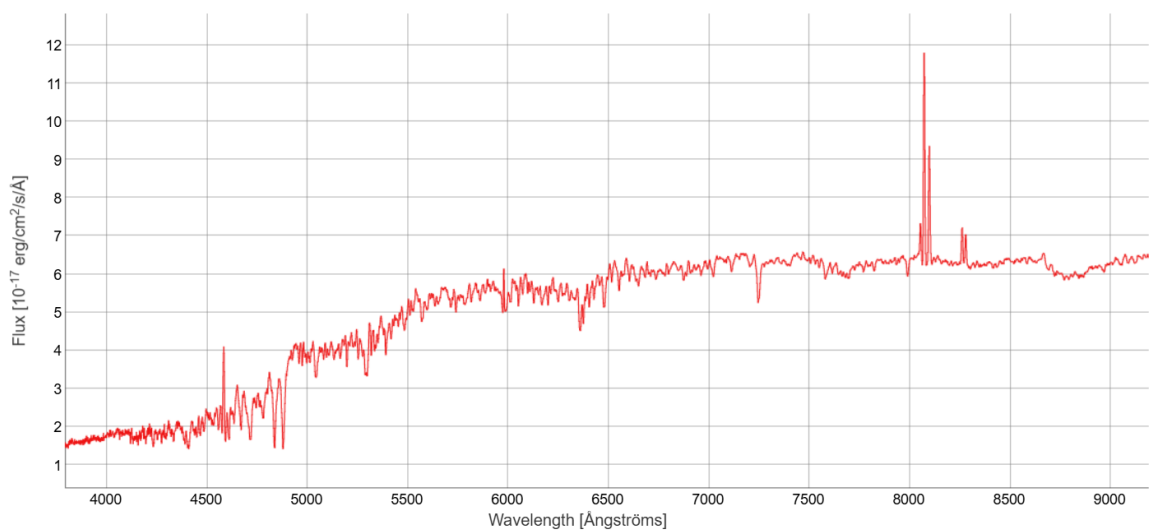


Figure 11: Galaxie 10.