

РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ 2012

I Питања

1. Какав гас емитује емисиони спектар? Код којих небеских тела очекујемо појаву емисионих линија?

Одговор. Редак, загрејан гас емитује емисиони спектар. Овакав спектар можемо да очекујемо код маглина, врелог короналног гаса, али и код других тела где линије настају у областима које су врелије од позадине. На пр. линија Лајман-алфа у Сунчевој атмосфери се види као емисиона линија пошто настаје у хромосферским слојевима где је температура већа од температуре фотосфере.

2. Двојне звезде веома блиске међусобно после извесног времена почињу да ротирају синхронно, односно увек су окренуте једна другој истом страном. Због чега?

Одговор. Плимске силе између две звезде узрокују атмосферска кретања слична плими и осеци на Земљи. Трење у атмосферама звезда постепено доводи до синхронизације пошто у том случају нема „плиме и осеке“ па ни трења, па самим тим ни губитка енергије.

3. Небо је плаво зато што честице у Земљиној атмосфери више расејавају плаву него црвену светлост. Зашто су онда облаци бели?

Одговор. Атмосфера се састоји од молекула код којих је механизам расејања тзв. Рејлијево расејање које веома изражено зависи од таласне дужине. Међутим, облаци се састоје од већих честица које дифузно рефлектују светлост свих таласних дужина тако да нам облаци изгледају бели.

II Задаци

1. Процени колико звезда бисмо видели на ноћном небу када би нам зенице имале два пута већи пречник. Претпостави да просечан човек може да види 3000 звезда (са једног места).

Решење. Када би наше зенице имале два пута већи пречник, њихова површина би била четири пута већа. То би довело до тога да можемо да осетимо четири пута мању осветљеност. Пошто је осветљеност обрнуто сразмерна квадрату растојања, то значи да бисмо видели звезде које се у просеку налазе два пута даље. Ако претпоставимо да су звезде хомогено распоређене око Земље, добијамо да бисмо видели осам пута више звезда, тј. око 24.000. Напомена. Са оваквим начином расуђивања не треба ићи неограничено даље; на пр. када би нам зенице имале 1000 пута већи пречник, не значи да бисмо видели 10^9 пута више звезда, јер на таквим скалама звезде више нису хомогено распоређене.

2. Две звезде сферног облика обилазе једна око друге. Температуре њихових фотосфера су 6000 К и 9000 К, а њихови полупречници су $1R_{\odot}$ и $1,5 R_{\odot}$, респективно. Ако је инклинација равни орбите у односу на раван неба 90° , процени дубине примарног и секундарног минимума (дубина

је разлика привидних величина минимума и система као целине). Ако је период обиласка у систему 18^h , процени растојање између звезда. За везу масе и луминозности важи $L \propto M^4$.

Решење. Пре свега, треба запазити да су ове две звезде практично подједнако удаљене од нас, те да ће максимуми и минимуми зависити од „ефективне“ луминозности, дакле од укупне луминозности коју посматрач „види“ у зависности од фазе. Минимуми се догађају када хладнија звезда заклони топлију (примарни минимум), односно када топлија заклони хладнију (секундарни минимум). Максимални сјај видимо докле год нема никаквог помрачења. Такође, с обзиром на то да су звезде подједнако удаљене, можемо да разматрамо апсолутне звездане величине уместо привидних. Дакле:

$$\Delta m_{prim} = m_{prim} - m_{max} = M_{prim} - M_{max} = 2,5 \log \frac{L_1 + L_2}{L_{prim}} ;$$

$$\Delta m_{sec} = m_{sec} - m_{max} = M_{sec} - M_{max} = 2,5 \log \frac{L_1 + L_2}{L_{sec}} .$$

Овде је:

$$L_{prim} = L_2 + L_1 \left(1 - \frac{R_2^2}{R_1^2} \right) ;$$

$$L_{sec} = L_1 ,$$

с обзиром на познату формулу за луминозност - $L = 4\pi\sigma R^2 T^4$.

Заменом бројних вредности добија се $\Delta m_{prim} = 0,57$ и $\Delta m_{sec} = 0,09$. Да би се решио други део задатка потребно је приметити да је мања и хладнија звезда веома слична Сунцу, па се може усвојити за њену масу да је једнака Сунчевој. Сјајнија звезда има 11,4 пута већу луминозност и стога се, према релацији између масе и луминозности, налази да има 1,84 пута већу масу. Следи да је укупна маса једнака $2,84 M_{\odot}$. С обзиром на то да је познат период, из трећег Кеплеровог закона следи да је дужина велике полуосе система једнака 0,023 ај, што је свакако упоредиво са димензијама звезда. Значи да је овај систем највероватније контактни (интерагујући), тим пре што је полупречник топлије компоненте већи од очекиваног. (Уствари, на главном низу полупречник звезде опада са масом).

- Колику угаону прецизност мора да има мисија GAIA да би могла методом тригонометријске (годишње) паралаксе да одреди растојања до свих звезда у нашој Галаксији? Полупречник наше Галаксије једнак је 15 крс, Сунце се налази на растојању од 8 крс од њеног центра. Упореди ово са раздвојном моћи телескопа КЕСК чији је пречник 9,8 m и којим се посматра на таласној дужини од 500 nm.

Решење. Према датим подацима најдаља звезда је на око 23 крс од нас. Њена годишња паралакса је $\pi = 1/d [pc] = 4,35 \times 10^{-5}''$, што би значило да GAIA мора да има прецизност реда величине

стохиљадитог дела лучне секунде. Теоријска раздвојна моћ телескопа КЕСК одређена је са $\theta = 1,22 \lambda/D = 0,013''$. Видимо да је она за око три реда величине мања.

4. На земљоликој планети која обилази око друге звезде три средњошколца за једно полугодиште на великим одморима поједу 1485 палачинки. Уколико је метаболизам ових средњошколаца сличан онима са Земље и ако на великим одморима једу искључиво палачинке, процени спектралну класу звезде око које планета обилази. Звезда припада главом низу.

Решење. Ако сваки од ових ученика, сваког радног дана у недељи, поједе по једну палачинку, то значи да једно полугодиште има $1485/(3 \cdot 5) = 99$ недеља. Пошто полугодиште на Земљи (у Србији) траје 18 недеља, следи да је период обиласка ове планете око матичне звезде 5,5 земаљских година. Пошто је планета слична Земљи, узећемо да је њена осветљеност иста као на Земљи. Осим тога имамо још трећи Кеплеров закон и релацију између масе и луминозности. Следи систем од три једначине са три непознате

$$\frac{L}{4\pi a^2} = \frac{L_{\odot}}{4\pi R_{\odot}^2}$$

$$\frac{a^3}{P^2} = \mathfrak{M} ;$$

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{M}_{\odot}} \right)^4 .$$

Ознаке: a - средње растојање планете, P – период обиласка, \mathfrak{M} - маса планете, L - њена луминозност и \odot знак за Сунце. Све се изражава у јединицама за Земљу и Сунце. Од три непознате (a , L и \mathfrak{M}) битне су само луминозност и маса. По њима, $L \approx 15 L_{\odot}$, $\mathfrak{M} \approx 2 \mathfrak{M}_{\odot}$, за звезду на главном низу је класа спектра око А5.

