|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Clipboard03 | **MINISTERUL EDUCAȚIEI** | | Clipboard05 | **INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN PRAHOVA** |
| C:\Users\lili\Desktop\ONAA 2023\logo, stampila\LOGO-ONAA-2023.gif | | **Olimpiada Națională de**  **Astronomie și Astrofizică** Ediția a XX-a, 7 –11 iunie 2023, Vălenii de Munte, PRAHOVA | | |

**BAREM DE EVALUARE ŞI DE NOTARE - PROBA TEORETICĂ**

**CATEGORIA SENIORI 2**

* **Se punctează oricare alte formulări/modalităţi de rezolvare corectă a cerinţelor.**
* **Nu se acordă punctaje intermediare la subiectele de tip grilă.**

**Subiectul I (10 puncte)**

1. Răspuns: C (1 punct)
2. Răspuns: D (1 punct)



Raportul dimensiunilor unghiulare coincide cu raportul distanțelor dintre Pământ și Soare.

Astfel, relația următoare poate fi transformată într-o proporție:

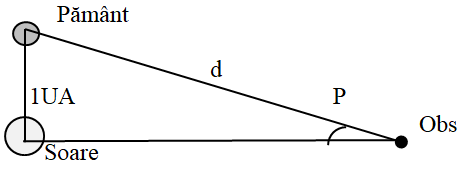
1. Răspuns: A (1 punct)
2. Răspuns: C (1 punct)



1. Răspuns: C (1 punct)
2. Răspuns: B (1 punct)

Unde

1. Răspuns: D (1 punct)
2. Răspuns: B (1 punct)
3. Răspuns: A (1 punct)
4. Răspuns: C (1 punct)



**Subiectul II (15 puncte)**

**II.1. Steaua β Gem (Pollux) (8 puncte)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Barem** | **Punctaj** |
| **a)**  Din triunghiul de poziție al astrului, se obține: | **0,5p**  **0,5p**  **0,5p**  **0,5p**  **0,5p**  **0,5p**  **1p** |
| **b)**  Latitudinea ecliptică β nu se modifică  Între noile coordonate ecliptice și cele ecuatoriale avem relația:  Pentru ca răsăritul să aibă loc la punctul cardinal Vest, trebuie ca declinația stelei să fie nulă:  Prima soluție este:      Fenomenul va fi observat in anul 7904. | **0,5p**  **0,5p**  **0,5p**  **0,5p**  **0,5p**  **0,5p** |
| **Total** | **7p** |

**II.2 Un sistem stea-exoplanetă (8 puncte)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Rezolvare** | **Punctaj** |
| M-masa stelei | **0,5p**  **0,5p** |
| Steaua aflându-se la o distanță de 10 pc, va avea o magnitudine aparentă tot de 21,91.  =  ⋅ | **0,5p**  **0,5p**  **0,5p**  **0,5p** |
| 1. Adâncimea tranzitului este | **1p**  **1p** |
| 1. Variația magnitudinii aparente pe durata tranzitului va fi   )=2,5⋅0,434ln(1+N/S | **0,5p**  **0,5p**  **1p**  **1p** |
| **Total** | **8p** |

**Subiectul III (25 puncte)**

**III.1 Lărgimea naturală a liniilor spectrale (8 puncte)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Soluție** | **Parțial** | **Punctaj** |
| **a.**  Cuantificarea momentului cinetic:  Legea a II-a a lui Newton proiectată pe direcția radială:  Expresiile finale pentru viteză și rază:  Expresia accelerației: | **0,25 p**  **0,50 p**  **0,25 p**  **0,25 p**  **0,25 p** | **1,50 p** |
| **b.**  Energia cinetică a electronului este dată de:  Expresia energiei potențiale:  Energia totală:  Constanta Rydberg apare în expresia lungimii de undă a fotonului emis de o tranziție atomică de pe stratul pe stratul ,  Pe de altă parte, energia fotonului emis este egală cu diferența dintre energiile celor două niveluri,  Prin identificare, se obține  Valorea numerică este | **0,25 p**  **0,25 p**  **0,25 p**  **0,25 p**  **0,25 p**  **0,50 p**  **0,25 p** | **2,00 p** |
| **c.**  Admițând expresia puterii , prin analiză dimensională obținem (se folosesc unitățile de măsură în SI în locul dimensiunilor, pentru claritate):  Așadar, se obține sistemul de ecuații  al cărui unică soluție este . Așadar, | **5 x 0,05 p**  **0,25 p** | **0,50 p** |
| **d.**  Dacă pierderea de energie s-ar datora radiației Larmor, timpul de viață al stării excitate ar fi .  Folosind subpunctele anterioare și înlocuind mărimile deja determinate, obținem  sau, alternativ  În cazul tranziției Ly– a hidrogenului atomic, iar  Valoarea numerică este  Se observă că timpul de tranziție mediu este de ordinul nanosecundelor, estimare care nu este departe de rezultatul precis, dedus prin calcule bazate pe mecanică cuantică. | **0,50 p**  **0,50 p**  **0,50 p** | **1,50 p** |
| **e.**  Conform principiului incertitudinii al lui Planck,  Incertitudinea timpului de viață este de ordinul timpului de viață însuși. Așadar, iar  sau, alternativ  Pentru incertitudinea lungimii de undă, se va ține cont că  Presupunând că și folosind , se obține  *Notă: se acordă punctaj maxim indiferent dacă în rezultatul final se înlocuiește sau nu expresia duratei de viață a stării excitate.* | **0,25 p**  **0,25 p**  **0,25 p**  **0,25 p** | **1,00 p** |
| **f.**  Când presiunea gazului este ridicată, concentrația particulelor de gaz este de asemenea ridicată, iar drumul liber mediu scade. Așadar, se produc mai multe ciocniri între particulele de gaz pe unitatea de timp, ceea ce cauzează o scădere a timpului mediu de viață al stărilor excitate. Așadar, cu cât presiunea gazului este mai mare, liniile spectrale se lărgesc.  Accelerația gravitațională la suprafața unei pitice albe este mai mare decât la suprafața unei gigante roșii, întrucât , iar stelele pitice sunt mult mai dense și au o rază mult mai mică decât gigantele. Gradientul de presiune este proporțional cu , ambii factori fiind mai mari în cazul piticei albe.  Așadar, o stea pitică albă va produce un spectru cu linii semnificativ mai largi decât o gigantă roșie. Acest lucru se datorează presiunii mult mai ridicate a gazelor de la suprafața piticei albe (*ultima afirmație necesită justificare pentru obținerea punctajului maxim*). | **0,75 p**  **0,25 p**  **0,50 p** | **1,50 p** |

**III.2. Corp Negru (8 puncte)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Rezolvare** | **Punctaj** |
| A.  La frecvențe mici    - aproximarea Rayleigh-Jeans  La frecvențe mari  ⋅ - aproximarea lui Wien | **0,5p**  **0,5p**  **0,5p**  **0,5p** |
| 1. Observăm că la frecvențe mari, legea Rayleigh-Jeans ne dă valori ale intensității corpului negru care tind la infinit, ceea ce nu are sens fizic (catastrofa ultravioletă). | **1p** |
| **Soluție alternativă, folosind derivate :**  dar, | **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,5p**  **0,5p**  **1p** |
| B.  d) . (constanta de calibrare a punctului de zero)  + const. + const. (1)  Pentru steaua de referință de clasă A0, temperatura de culoare 15000 K, și indice de culoare 0 se află din (1) valoare constantei  const.= 1,501  Tot din (1) se obține B – V = - 0,47 +  de unde | **0,5p**  **0,5p**  **1p**  **0,5p**  **0,5p** |
| **Total** | **8p** |

**III.3 Cometa Shoemaker-Levy 9 (9 puncte)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Barem evaluare** | **Punctaj** |
| **a)** Sfera Hill a planetei Jupiter este regiunea din vecinătatea acesteia, ȋn care domină atracția gravitațională exercitată de aceasta. Fie un corp de masă m<<MJ care se roteşte ȋn jurul lui Jupiter la o distanță egală cu raza sferei Hill, rH.  MJ  M๏  m  a  rH  Considerăm cele trei corpuri aliniate.  Diferența ȋntre cele două forțe (F1 este forța cu care Soarele atrage corpul m, iar F2 este forța cu care Jupiter ȋl atrage pe m) este forța centripetă ce determină mişcarea acestuia ȋn jurul Soarelui. Considerăm, inițial, că mişcarea este circulară, distanța ȋntre Jupiter şi Soare fiind a. | **0,25p**  **0,5p**  **0,5p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,5p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p** |
| Din legea a treia a lui Kepler: |
|  |
| Folosind aproximația binomială, obținem: |
| Prin ȋnlocuire, vom avea:  Dacă luăm ȋn considerare faptul că orbita lui Jupiter nu este circulară, ci eliptică, obținem expresia generală: |
| Aplicăm legea a treia a lui Kepler pentru sistemul Jupiter-cometă:  MJ  mSL  rmax  rmin  Periastru  Apoastru  aSL |
| Deoarece , rezultă că Shoemaker-Levy 9 se află sub influența gravitațională a lui Jupiter. |
| **b)** Cometa se va dezintegra inevitabil, dacă periastrul său se află ȋn interiorul limitei Roche a lui Jupiter. Vom determina această limită Roche, considerȃnd două corpuri solide identice de masă m şi rază r alipite, situate la distanța d față de Jupiter.  MJ  m  d-r  m  d  d+r  Forțele de atracție gravitațională ȋntre Jupiter şi corpuri, respectiv ȋntre corpuri sunt: | **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p** |
| Folosim aproximația binomială: |
| Dacă , atunci corpul “1” se desprinde.  Definim diferența:  Dacă , atunci obținem limita Roche: |
|  |
| Deoarece , rezultă că o parte din traiectoria cometei Shoemaker-Levy 9 se află ȋn interiorul limitei Roche şi, sub acțiunea forțelor mareice foarte puternice ale lui Jupiter, fragmentarea acesteia este inevitabilă. |
| **c) i)**  A  B  vA  vB  C  Observator  Lumina emisă din punctul A va fi deplasată spre albastru (blue shift), iar cea emisă din B va fi deplasată spre roşu (red schift).  Ȋn limita nerelativistă a efectului Doppler, deplasarea spectrală relativă are expresia:  deci deplasarea spectrală va fi:  Deplasarea spectral totală va fi: | **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p**  **0,25p** |
| **c) ii)** Temperatura medie a straturilor superioare ale atmosferei lui Jupiter este: . Determinăm viteza termică a unei molecule de metan cu expresia:  unde este masa molară a metanului.  Viteza de evadare are expresia:  Deoarece raportul:  rezultă că metanul va fi reținut ȋn atmosfera lui Jupiter pentru o perioadă nedefinită. |
| **Total** | **9p** |