



Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica
Corpo de Criação e Desenvolvimento



Processo de Seleção para Olimpíadas Internacionais de 2012

Prova Final

RECOMENDAÇÕES GERAIS

- Pense.
- Explique o que pensou.
- Seja claro.
- Sempre respeite os algarismos significativos.
- Mantenha os ritmos respiratório e cardíaco estáveis ao longo de toda a prova.

- Organize seu espaço.
 - Use margens. As máquinas copiadoras são impiedosas com as bordas.
 - Use espaçamento generoso entre as diferentes partes das suas respostas e entre respostas diferentes. Toda questão longa deve ser começada em uma nova folha.
 - Escreva, em todas as folhas que entregar: seu nome, série escolar (de 2011), número da página e número total de páginas.
- Esta prova vem com 11 questões curtas e 2 questões longas. Procure responder a todas.

- Organize seu tempo. Não gaste mais que 3 horas com as questões curtas. Reserve pelo menos 30 min no fim para fazer questões que faltaram e revisar possíveis erros.
- A prova começa às 13 e termina às 18 horas de Brasília. Isto é, você tem cinco horas da sua vida para fazer a prova; faça bom uso dessas horas.

RECOMENDAÇÕES GERAIS

- O caderno de questões é seu, leve-o para casa.
- Há papel em branco disponível, em quantidade maior do que você precisará.
- Use calculadora! Se não tiver trazido, avise.
- Você pode escrever suas respostas com lápis, caneta, pincel ou martelo e cinzel. Estamos interessados nas suas ideias e não no tipo de material que você usará para expressá-las. Tome cuidado apenas com lápis muito claro, as máquinas copiadoras às vezes o ignoram. A gravação em pedra pode também oferecer alguma dificuldade.
- Há lanches na sala; coma e beba deles. Estudos indicam que açúcar faz bem para a glândula pineal.



PRÓLOGO

Não, não - disse Sirius. - Não, ele foi assassinado por Voldemort. Ou por ordem dele, provavelmente; eu sempre duvidei que Regulus fosse importante o suficiente para ser morto por Voldemort em pessoa.

Em comemoração ao Ano Em Que a IOAA Pousou No Brasil, a prova que segue é dedicada a uma das estrelas mais regulatórias do céu: Regulus. Peça ao aplicador da prova um saco de vômito, pois você lerá a palavra "Regulus" até vomitar!

A família Regulus é composta por uma estrela dominante, Regulus A, e por duas estrelas menores amiguinhas, Regulus B e C. Recentemente, descobriu-se que Regulus A, sozinha, é um sistema duplo, consistindo da grande Regulus A1 e uma companheira até agora nunca observada, Regulus A2.

DADOS DE REGULUS, A MAGNÍFICA

TAMBÉM CONHECIDA COMO REGULUS A

Coordenadas Eclípticas	
Latitude	0°28' (considere 0°)
Longitude	149°49' (considere 150°)
Paralaxe	0,042 mas
Magnitude aparente	1,35
Movimento Próprio (coordenas eclípticas)	
Longitudinal	228 mas/ano
Latitudinal	86 mas/ano
Temperatura Superficial	12500 K

OUTROS DADOS

Diâmetro da pupila humana	6 mm	Dia Sideral	23 h 56 min 4 s
Altura da Torre Eiffel	320 m	Ano Sideral	365,256363004 dias
Raio do Sol	695 500 km	Ano Tropicó	365,24219 dias
1 UA	$1,5 \times 10^8$ km	Ano anomalístico	365,259636 dias
Distância de Rodhope ao Sol	2,7 UA	Luminosidade do Sol	$3,84 \times 10^{26}$ W
1 pc	206265 UA	Temperatura do Sol (fotosfera)	5800 K
1 mas	0°00'00,001"	Constante de Boltzmann	$1,38 \times 10^{-23}$ J · K
Massa da Terra	6×10^{24} kg	Constante de Planck	$6,62 \times 10^{-34}$ J · s
Massa do Sol	2×10^{30} kg	Const. Stefan-Boltzmann (σ)	$5,67 \times 10^{-8}$ W/m ² K ⁴
Const. Gravitacional (G)	$6,67 \times 10^{-11}$ no SI	$\lambda_{\max} \cdot T$	$2,897 \times 10^6$ nm · K
Aoplamento Gravitacional	$1,75 \times 10^{-45}$	Razão massa do próton /elêtron	1836,52

Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39 Albedo 0.39

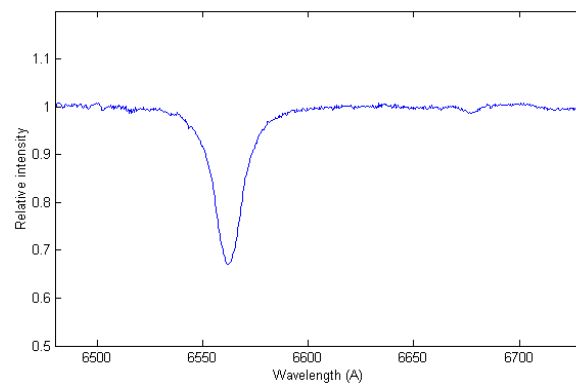
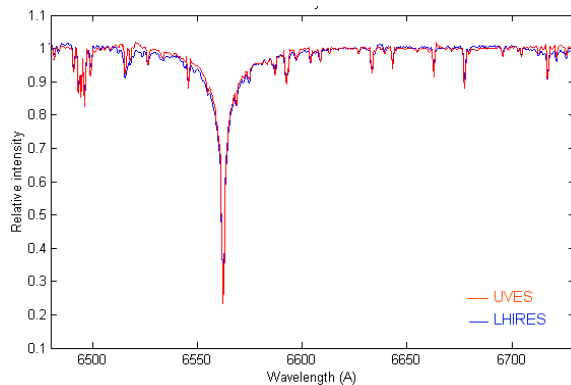


QUESTÕES CURTAS

0. Qual objeto astronômico possui magnitude aparente próxima de $-26,7$ e magnitude absoluta próxima de $+4,8$? *Dica: Não é Regulus.*
1. Em que constelação fica Regulus? Desenhe-a. Caso não saiba, desenhe duas constelações, marcando as principais estrelas, nomes e todas as informações que achar relevantes. *As constelações do Órion, Cruzeiro do Sul, Mosca, Triângulo Austral e Cão Maior contam como $\frac{1}{2}$ de constelação.*
2. Qual a magnitude absoluta de Regulus A?
3. Qual o diâmetro médio de Regulus A?
4. Desenhe um Diagrama HR e marque nele a posição de Regulus A.
5. O Ano Reguliano: Na adoração cega à estrela, decidimos usá-la para um novo calendário, abandonando assim o calendário do culto à Huitzilopochtli. Agora o ano começa e termina quando Regulus está em oposição ao Sol. Qual a duração do ano reguliano, com precisão de segundos? *Dica: não é a mesma duração do Ano Antareano da tribo rival adoradora de Alfa Scorpii.*
6. Gostamos tanto de Regulus que queremos vê-la o tempo todo e ao vivo. Para isso vamos colocar cinco satélites geoestacionário em órbita: os RegulusSAT, dispostos em forma de pentágono regular. Os satélites monitorarão Regulus e enviarão imagens em *High-Definition* para nós que poderão ser assistidas pelo canal RegulusTV da sua TV por assinatura.
 - a. Sabemos que cada satélite poderá observar Regulus 24 horas por dia. Estime a faixa de declinação em que Regulus pode estar.
 - b. Em Macapá, quando Regulus estiver visível no céu noturno, os moradores provavelmente vão querer aproveitar a noite para observar tanto Regulus quanto nossa magnífica rede de satélites – que será notoriamente refletora da luz do Sol. Será sempre possível observar algum desses satélites durante toda a quente noite macapaense?
 - c. Alguns desafortunados não podem ver Regulus no céu noturno (nem, obviamente, no diurno) em nenhum momento do ano. Faremos um sistema de cabos de transmissão até esses locais, para que possam ver em HD. Quais seriam esses locais tão carentes?
7. Geometria:
 - a. Qual o raio da umbra e da penunbra quando um corpo esférico de raio r e distância d oculta um outro corpo também esférico de raio R , distância D . Considere-os no zênite.
 - b. Qual a aproximação para quando $D \gg d \gg R \gg r$?
8. Imagine que um ônibus espacial tivesse planejado uma missão para Regulus mas, devido aos cortes orçamentários do governo Obama, ele só fosse até a Lua, antes de sua aposentadoria. Primeiramente, o ônibus foi colocado em uma órbita de altura $h=300$ km para se acoplar a ISS e comer um lanche. Após as despedidas e a entrevista transmitida para todo o mundo, o ônibus espacial desacoplou e, com um impulso único, adquiriu a velocidade mínima para chegar à Lua. Qual será o tempo que o ônibus espacial gastará para chegar à Lua?



9. Uma maneira não muito eficiente de medir a magnitude de uma estrela é mirá-la com um telescópio e cobrir progressivamente a objetiva do mesmo, até que a estrela fique invisível. Neste momento, podemos dizer que o fluxo que chega ao olho do observador é igual ao fluxo de uma estrela no limite da capacidade visual do mesmo. Suponha que um observador médio enxergue no máximo estrelas de magnitude +5,0.
- Explique as dificuldades de usar tal método para estrelas brilhantes, como Regulus A.
 - Decidimos, entretanto, usar o método para medir a magnitude do sistema formado pelas estrelas Regulus B e C, separadas angularmente por $1,2''$. Usando um Dobson 8 in. (1 in. = 1 polegada = 25 mm) é possível observá-las como duas estrelas separadas?
 - Cobrimos lentamente a objetiva de nosso Dobsoniano pelo lado esquerdo; quando 98,4% dela estiver coberta, deixamos de ver Regulus B/C. Estime a magnitude.
 - Depois de observar Regulus, o observador decidiu observar o belo Aglomerado da Colméia (M44). Trata-se de um aglomerado aberto com mais de 1000 estrelas visíveis, cujo tamanho angular excede o campo de visão do telescópio. Repetindo o método da questão, ele decidiu estimar a magnitude das estrelas do aglomerado. Desenhe esquematicamente o que ele via quando metade do espelho estava coberto.
10. Na questão 3, você deve ter suposto que Regulus A era esférica; mas isso é tão verdadeiro como uma nota de três reais. Graças à sua rapidíssima rotação, Regulus A é redonda como um melão.
- Segue a linha de absorção de duas estrelas. Qual delas é a de Regulus A? Qual a velocidade de rotação no equador de Regulus A?

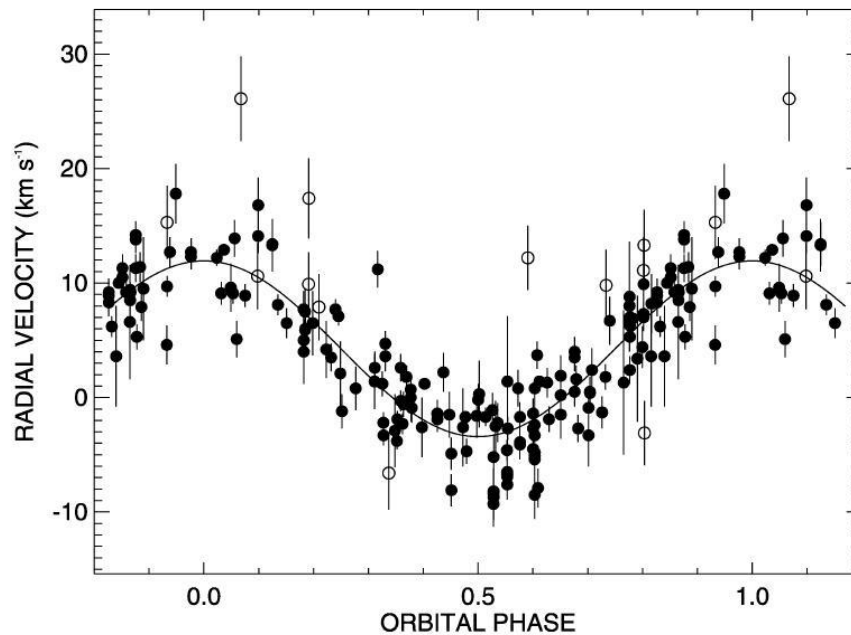


- A descoberta de uma companheira para Regulus A (então rebatizada Regulus A1) pode explicar essa essa rotação anormalmente rápida. Uma hipótese é que ela seja uma anã branca, o que significa que anteriormente ela foi uma gigante vermelha. Naquela época, ela pode ter tido parte de sua massa roubada pela Regulus “dedos-leves”. Explique como a transferência de massa de uma para outra pode acelerar a rotação.



QUESTÕES LONGAS

11. Regulus A é um caso de binária espectroscópica. Pouco se sabe sobre o sistema ainda, mas vamos supor que Regulus A1 orbita o centro de massa em uma órbita circular.
- Qual a excentricidade orbital de Regulus A2? Justifique em uma linha!
 - O gráfico abaixo nos dá a velocidade radial de Regulus A1 ao longo da órbita. O período da órbita é de apenas 40,11 dias.



Calcule a massa da companheira, M_2 , em função da massa de Regulus A1 (M_1) e da inclinação do plano da órbita em relação ao observador na Terra (ϕ).

Lembre-se que $\phi = 90^\circ$ indica que o observador está no plano da órbita.

Suponha que $M_2 \gg M_1$ e que, portanto, vale a aproximação

$$M_2 / (M_2 + M_1) = M_2 / M_1.$$

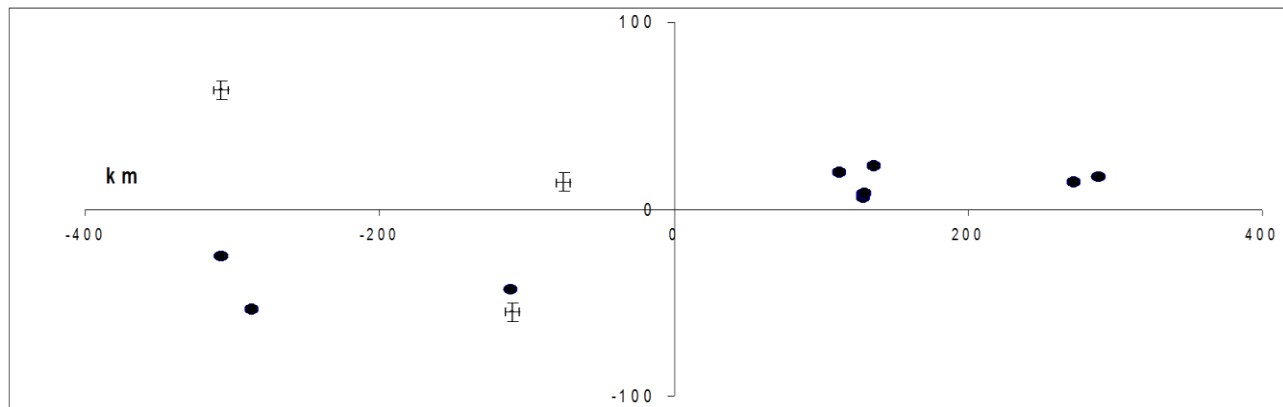
- Usando a relação massa-luminosidade, qual a massa de Regulus A1?

$$\text{Relação Massa-Luminosidade: } L_A / L_B = (M_A / M_B)^{3,5}$$

- Para um valor de $\phi = 45^\circ$, qual a massa de Regulus A2? Estime a incerteza do resultado final, explicitando as fontes da sua estimativa.



12. No dia 19 de Outubro de 2005, às 04:23 UT, situação em que o Sol possuía longitude eclíptica de 200° , Regulus foi eclipsada pelo asteroide 166 Rhodope, conforme visto em alguns lugares de Portugal, Espanha, Itália e Grécia. Como você pode observar, ocultações de asteroide são um desastre para as finanças de um país.
- Naquele instante, qual a distância de 166 Rhodope até a Terra?
 - Em Portugal e na Espanha, as coordenadas de Regulus eram, aproximadamente, Altura 12° e Azimute 85° . Desenhe, em função do diâmetro do asteroide, o formato e as dimensões da umbra e penumbra causados pela ocultação. Indique os pontos cardeais em seu desenho. Suponha que Rhodope é grande o suficiente para causar umbra.
 - Segue abaixo um mapa da localização das pessoas que observaram a ocultação (bolinha) das que não observaram porém tentaram (cruzinha). Estime o diâmetro do asteroide. Por questões de escala, os observadores gregos e italianos foram omitidos. A direção Norte corresponde ao eixo vertical crescente e Leste, ao eixo horizontal crescente. A escala está em quilômetros.



13. Expresse em no máximo 100 cm^2 sua visão sobre a relação entre buracos negros e aparelhos de ginástica rítmica.

jan lawa lili o suno e nasin sina.
que o pequeno rei illumine seu caminho.