

# I Olimpíada Brasileira de Astronomia

Brasil, 22 de agosto de 1998.

Nível 2

## GABARITO OFICIAL

### Questão 1

- a) (VALOR: 0,2 pts) Quais os planetas do Sistema Solar que têm sistema de anéis?  
R: Saturno, Júpiter, Urano e Netuno.
- b) (VALOR: 0,2 pts) Qual a principal vantagem das bases de lançamento de foguetes do Brasil em Alcântara (MA) e na Barreira do Inferno (RN) sobre uma base de lançamento como Cabo Canaveral na Flórida, por exemplo?  
R: Economia de combustível por estar mais próxima do equador.
- c) (VALOR: 0,1 pts) Quantos homens já pisaram no solo lunar? R: 12
- d) (VALOR: 0,2 pts) Qual é o efeito da força gravitacional da Lua sobre o movimento de rotação da Terra? R: atraso na rotação da Terra; no futuro a Terra mostrará a mesma face para a Lua (assim como a Lua já mostra a mesma face para a Terra) e a Lua estará mais distante da Terra do que está hoje.
- e) (VALOR: 0,1 pts) Qual é, atualmente, o planeta mais distante do Sol? R: Netuno
- f) (VALOR: 0,1 pts) Qual o nome da maior elevação encontrada no planeta Marte?  
R: Olympus Mons, com aproximadamente 26.000m de altura.
- g) (VALOR: 0,1 pts) Qual dos satélites de Júpiter apresenta atividade vulcânica mais intensa? R: Io
- h) (VALOR: 0,1 pts) Qual a estrela mais próxima da Terra? R: Sol
- i) (VALOR: 0,1 pts) Qual a estrela mais próxima do Sol? R:  $\alpha$  Centauri
- j) (VALOR: 0,1 pts) Qual o planeta que mais se aproxima da Terra em sua órbita?  
R: Vênus
- k) (VALOR: 0,1 pts) Qual o menor planeta do Sistema Solar? R: Plutão
- l) (VALOR: 0,1 pts) Uma estrela azul é mais quente ou mais fria que o Sol?  
R: Mais quente
- m) (VALOR: 0,1 pts) Cite uma galáxia (além da Via Láctea), que pode ser vista a olho nu? R: Andrômeda, Pequena Nuvem de Magalhães, Grande Nuvem de Magalhães
- n) (VALOR: 0,1 pts) O que é, na realidade, uma estrela cadente?

R: Um meteoro em queda na atmosfera da Terra. A alta velocidade causa grande atrito entre o meteoro e a atmosfera da Terra, o meteoro pega fogo e na maioria das vezes se desintegra.

o) (VALOR: 0,1 pts) O que você veria se apontasse um telescópio para um buraco negro? R: Nada. O Buraco Negro não emite luz.

p) (VALOR: 0,2 pts) Quais planetas jamais podem ser vistos à meia-noite?

R: Mercúrio e Vênus (planetas internos). Netuno e Plutão poderiam ser vistos com auxílio de instrumentos...

### **Questão 2**

a) (Valor: 0,25 pts) No romance “Da Terra à Lua”, Júlio Verne descreve que, no exato momento da viagem em que a nave se encontra no ponto em que as forças gravitacionais da Terra e da Lua são iguais, tudo passa a flutuar no interior da nave. Hoje sabemos que o grande escritor estava equivocado, pois na realidade, tudo fica flutuando durante toda a viagem da Terra à Lua (depois que se deixa a atmosfera da Terra e os motores são desligados). Explique este fato.

R: As acelerações impostas por forças gravitacionais que agem sobre a nave são as mesmas que agem sobre os astronautas, ou objetos em seu interior (razão  $F/m = a =$  constante). Os movimentos terão então os mesmos parâmetros (aceleração e velocidade), logo não haverá movimento relativo entre a nave e qualquer objeto em seu interior e tudo flutua (desde que os motores estejam desligados!).

b) (Valor: 0,25 pts) Se o achatamento polar de um planeta está ligado ao seu período de rotação, sua consistência e seu tamanho, qual é então o planeta do Sistema Solar com maior achatamento polar?

R: Saturno atende a estes requisitos e realmente é o planeta com maior achatamento polar. Tal achatamento é facilmente perceptível ao telescópio.

c) (Valor: 0,25 pts) Por que eclipses do Sol têm duração mais longa observados em cidades próximas ao Equador do que em cidades situadas em altas latitudes?

R: É porque no equador a velocidade tangencial de rotação da Terra é maior e diminui a velocidade relativa da passagem da Lua sobre o Sol.

d) (Valor: 0,25 pts) Costuma-se dizer que as marés são resultado da força gravitacional que a Lua faz nos oceanos da Terra. O Sol tem ou não influência sobre as marés? E Plutão?

R: O Sol também tem influência sobre as marés. As marés solares têm 46% da força das marés lunares.

Plutão também interage gravitacionalmente com a Terra, mas o efeito é desprezível.

### Questão 3

a) (Valor: 0,5 pts) Sejam os dados da tabela sobre Mercúrio e Vênus:

Parâmetro	Mercúrio	Vênus
Gravidade (Terra=1)	0,38	0,90
Diâmetro (km)	4.878	12.104
Velocidade de escape (km/s)	4,3	10,36
Densidade ( $\text{kg/m}^3$ )	5,5	5,25
Massa (Terra=1)	0,055	0,815
Período de translação (dias)	88	243
Pressão atmosférica (atm)	$1,2 \times 10^{-11}$	90

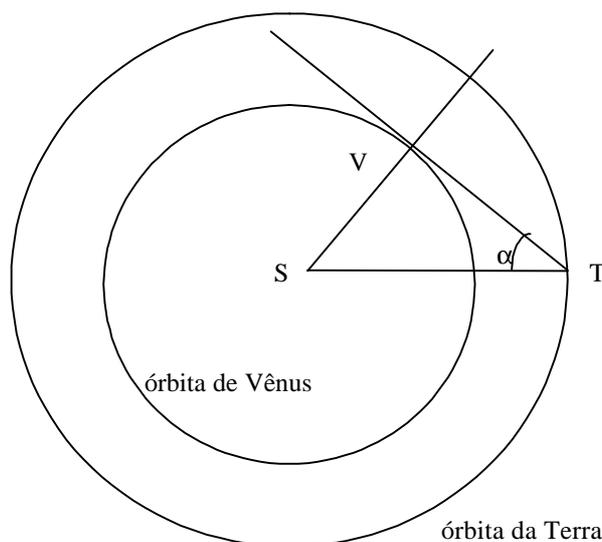
Diante destes dados qual é a explicação para o fato de Vênus ser mais quente que Mercúrio, embora este último esteja mais próximo do Sol.

R: A atmosfera de Vênus é muito densa e Mercúrio praticamente não tem atmosfera. O efeito estufa em Vênus é responsável por sua elevada temperatura, sobrepujando a maior proximidade de Mercúrio com relação ao Sol.

b) (Valor: 0,5 pts) Sabendo que as distâncias médias do Sol à Terra e do Sol a Vênus são, respectivamente, 150 e 108,5 milhões de km, estime, para uma cidade situada na linha do Equador, até que horas, no máximo, se pode ver Vênus se o Sol se põe às 18h, sendo Vênus um astro vespertino. Despreze o efeito da refração atmosférica.

Dados:  $\text{tg}40^\circ = 0,84$ ;  $\text{tg}50^\circ = 1,19$ .

R: Supondo órbitas circulares e planos de órbitas coincidentes:



O esquema mostra a posição relativa entre Sol (S), Terra (T) e Vênus (V), quando Vênus encontra-se em máxima elongação (ângulo SVT é reto, implicando ângulo  $STV = \alpha$  máximo).

Assim: SA = raio da órbita da Terra = 150 milhões de km.

SV = raio da órbita de Vênus = 108,5 milhões de km.

Da figura também é fácil perceber que  $\text{sen}\alpha = SV/ST = 108,5/150 = 0,72$

Interpolando com os dados fornecidos obtemos  $\alpha \cong 45^\circ$ .

Como a cada hora média o céu gira pouco mais de  $15^\circ$  em torno do eixo polar da esfera celeste, Vênus será observado no máximo até às 21 horas, pois,  $45^\circ : 15^\circ = 3$ , que corresponde à 3h a serem acrescentadas às 18h do ocaso do Sol.

#### **Questão 4**

a) (Valor: 0,5 pts) Por que a existência de uma atmosfera é biologicamente essencial como condição de vida de um planeta? Cite pelo menos 2 motivos.

R: A atmosfera é importante, por exemplo, como:

Mecanismo regulador de temperatura.

Essencial ao metabolismo de vários seres vivos (respiração).

Fonte de elementos químicos para o metabolismo dos seres vivos, através da respiração, sendo o principal elemento o oxigênio.

Proteção contra raios-ultravioleta (no caso específico da Terra e dos seres humanos).

b) (Valor: 0,5 pts) O maior meteorito encontrado no Brasil é o Bendengó, encontrado no sertão da Bahia em 1874 e pesando 5,4 toneladas. Por que nem todo o meteoro que entra na atmosfera da Terra pode ser encontrado em seu solo?

R: O atrito entre a atmosfera e o meteorito, que vem em alta velocidade (20-70 km/s) desintegra a maioria dos meteoritos que entram na atmosfera da Terra.

#### **Questão 5**

a) (Valor: 0,5 pts) O dia 2 de dezembro é considerado o dia da Astronomia no Brasil por ser o dia do nascimento de Dom Pedro II. O que fez D. Pedro II pela Astronomia brasileira para ser considerado seu patrono?

R: Apesar do Imperial Observatório do Rio de Janeiro (hoje, Observatório Nacional) ter sido criado por Dom Pedro I, em 15 de outubro de 1827, foi no Segundo Império que a Astronomia ganhou impulso. Dom Pedro II gostava muito de Astronomia. Além de estudar Matemática, Física e línguas (árabe e hebraico entre outras), D. Pedro II também estudou Astronomia. Em Petrópolis, no Museu Imperial, pode ser vista uma luneta que os historiadores dizem ter sido usada por D. Pedro para cultivar seu hobby. Devido a este estímulo à Astronomia, ele é considerado o patrono da Astronomia no Brasil.

b) ( Valor 1,0 pts) O Selo Nacional, cujo círculo interno é igual ao da Bandeira Nacional, representa o céu do Rio de Janeiro, às 8h 30m (~12h siderais), do dia 15 de novembro de 1889 (Proclamação da República). Tal consta na Lei 5443, de 28/5/1968, referente ao decreto nº4, de 19/11/1889. No que difere o céu deste dia para:

a) o céu do Rio de Janeiro, às 8h 30m, no dia 15 de novembro de 1998?

R: Desconsiderando o movimento próprio das estrelas e admitindo que em 109 anos a Terra fez 109 translações completas em torno do Sol, a diferença é somente a posição dos planetas e da Lua.

b) o céu do Rio de Janeiro 1 hora depois na mesma data?

R: Em uma hora o céu terá girado pouco mais do que 15° para oeste .

c) o céu de São Luiz ( longitude aproximada da do Rio ) na mesma data e horário

R: Os corpos celestes estarão deslocados para o Sul; o deslocamento em graus é igual à diferença entre as latitudes de São Luiz e do Rio de Janeiro.

d) o céu de Helsinque, na Finlândia, às 8h 30m ( hora de Helsinque ), na mesma data?

R: O céu de Helsinque terá apenas uma parte das constelações visíveis em comum com o céu do Rio de Janeiro, pelas diferenças de longitude e de latitude em jogo.

e) o céu de um vilarejo na cordilheira dos Andes, com a mesma latitude do Rio de Janeiro, na mesma data e também às 8h 30m ( horário do Rio de Janeiro)?

R: Os corpos celestes estarão deslocados para leste; o deslocamento em graus é igual à diferença das longitudes entre o Rio de Janeiro e o vilarejo.

f) O que mais você sabe sobre as estrelas e constelações no Selo Nacional?

R: O Selo Nacional mostra constelações típicas do hemisfério sul, como o Cruzeiro do Sul (Crux). As estrelas das constelações representam os estados brasileiros.

### **Questão 6**

a) (Valor: 0,5 pts) O eclipse total de Lua é um fenômeno curioso, apesar de pouco observado. Uma peculiaridade interessante é que o aspecto que pode ser observado na Lua durante o eclipse (e ela não some totalmente!) depende das condições atmosféricas da Terra, que estão associadas ao grau de atividade vulcânica, por exemplo. Quais os fenômenos físicos envolvidos nesta constatação?

R: A sombra da Terra é mais que suficiente para cobrir a Lua. A Lua não desaparece totalmente porque uma parcela de luz solar sofre um desvio em sua direção, refratada pela atmosfera da Terra. A visibilidade da Lua depende da atmosfera da Terra. Se a Terra estiver com intensa atividade vulcânica por exemplo, isto é capaz de alterar o grau de visibilidade do eclipse e nossa percepção de cor na Lua.

b) (Valor: 0,5 pts) De acordo com o limite de Shenberg-Chandrasekhar (Mário Shenberg é um físico brasileiro), uma anã branca pode ter no máximo uma massa igual a

1,44 massas solares. Acima desse limite, a anã branca se torna uma estrela de nêutrons. O que você entende por estrela de nêutrons?

R: Uma estrela de nêutrons é uma estrela com alto número de nêutrons formados pela interação de elétrons que atingem velocidades relativísticas com prótons. Como resultado a densidade média da matéria aumenta enormemente. Se o Sol fosse uma estrela de nêutrons teria um raio de mais ou menos 10 km.

### Questão 7

a) (Valor: 0,5 pts) Quando um brasileiro vê um eclipse total do Sol, o que vê um habitante do Canadá?

R: Apenas o sol (não vê o eclipse, nem a Lua, por esta estar muito próxima ao Sol).

O que vê um habitante do Japão?

R: Uma noite sem lua.

Quando um brasileiro vê um eclipse total da Lua, o que vê um habitante do Canadá?

R: Vê também um eclipse total de Lua.

O que vê um habitante do Japão?

O Sol (não vê a Lua).

b) (Valor: 0,5 pts) Uma espaçonave pousou num asteróide esférico de 1 km de diâmetro e com uma densidade média de  $2,5 \text{ g/cm}^3$ . Os astronautas decidiram viajar ao longo do equador do asteróide usando um “rover”. Sabendo que o asteróide têm um período de revolução de 30 horas, descubra se é possível dar a volta no asteróide em menos de 2 horas.

R: Cálculos feitos no SI:

$$\text{Volume do asteróide} = V = 4\pi R^3/3 = 4.3,14.(0,5)^3/3 = 0,52 \text{ km}^3 = 5,2.10^{14} \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa do asteróide} = M = V \times \rho = 5,2.10^{14} \text{ cm}^3 \cdot 2,5 \text{ g/cm}^3 = 13.10^{14} \text{ g} = 13.10^{11} \text{ kg}$$

$$\text{Aceleração devido à força gravitacional} = A = GM/R^2 = 6,67.10^{-11} \cdot 13.10^{11}/(500)^2 = 3,4.10^{-4} \text{ m/s}^2$$

$$\text{Velocidade angular devido ao rover} = \omega_r = 2\pi/T_r \Rightarrow \omega_r = 2.3,14/(2.3600)^2 \Rightarrow$$

$$\omega_r = 1,21.10^{-7} \text{ rad/s}$$

$$\text{Velocidade angular devido ao asteróide} = \omega_a = 2\pi/T_a \Rightarrow \omega_a = 2.3,14/(30.3600)^2 \Rightarrow$$

$$\omega_a = 5,4.10^{-10} \text{ rad/s}$$

Para minimizar a velocidade angular e tornar a viagem o mais viável possível, o rover deve andar no sentido contrário ao da rotação do asteróide. Assim:

$$\text{Velocidade angular final} = \omega_f = \omega_r - \omega_a = 1,20.10^{-7} \text{ rad/s}$$

$$\text{Aceleração do efeito centrífugo (referencial no “rover”)} = a = \omega_f^2 R = 1,20.10^{-7} \cdot 500 = 6,03.10^{-5} \text{ m/s}^2$$

Como  $a > A$ , então a viagem é possível.

### **Questão 8**

a) (Valor: 1,0 pts) Em 1938, Orson Welles, com 23 anos na época, dramatizou no rádio uma adaptação da obra a “Guerra entre os mundos”, que falava sobre invasão de marcianos na Terra. Muita gente levou a dramatização a sério e Welles teve de se desculpar. De fato, o solo vermelho de Marte, devido à grande quantidade de Ferro, sempre foi associado à guerra, sangue (Marte = Ares = Deus da Guerra). As idéias de Lowell e outros astrônomos sobre os canais marcianos, um equívoco que os telescópios da época não podiam resolver, também contribuíram para aumentar este medo dos “marcianos”, uma hipotética civilização mais avançada. Vênus por sua vez, com uma vasta camada de nuvens, sempre foi associado a um estágio anterior de evolução da Terra. Imaginava-se que debaixo das nuvens existissem dinossauros ou algo como a sopa química de Oparin. Entretanto, as idéias de que Vênus deveria ter uma civilização mais atrasada e Marte uma mais adiantada, alinharam-se particularmente com uma das Teorias de formação do Sistema Solar: a Hipótese Nebular de Laplace. Explique.

R: Pela Hipótese Nebular de Laplace os planetas se formaram por condensação de anéis de matéria que circundavam o Sol e posterior resfriamento. Ora, os primeiros planetas a resfriarem seriam aqueles mais longe do Sol e, portanto, com mais tempo para o desenvolvimento de vida. Sob este ponto de vista, Marte teria vida em estágio mais adiantado que a Terra, e Vênus teria vida em estado mais atrasado que a Terra.

b) (Valor: 1,0 pts) - Som e luz são ondas cuja percepção depende da sensibilidade do receptor. Cachorros, por exemplo, são capazes de escutar frequências que o Homem não é capaz.

- Luz é um tipo de onda eletromagnética que está sujeita, portanto, aos fenômenos de interferência, refração, reflexão, dispersão e espalhamento por exemplo.

- A emissão de luz solar tem máximo para comprimentos de onda na faixa do amarelo.

Baseado nos 3 dados acima, conclua por que então o céu é azul.

R: A luz solar sofre espalhamento na atmosfera. Este espalhamento é maior para comprimentos de onda no Violeta (espectro visível).

Entretanto o Sol emite menos violeta que outras cores, e o olho humano tem máximo de percepção para o amarelo. Os dois efeitos combinados fazem com que o ser humano veja o céu azul.