



SOCIEDADE ASTRONÔMICA BRASILEIRA – SAB
V Olimpíada Brasileira de Astronomia – V OBA – 2002
Prova de nível III (para alunos do Ensino Médio)
Gabarito Oficial

(Também disponível em nossa home page <http://www2.uerj.br/~oba>)

Questão 1) As Leis de Kepler. (1 ponto) Johannes Kepler (1571-1630), astrônomo e matemático alemão, elaborou três leis fundamentais para descrever o movimento dos planetas em torno do Sol. Kepler obteve estas leis após estudar, por cerca de vinte anos, medidas das posições de alguns planetas no céu, em especial Marte. Tais medidas haviam sido realizadas, por mais de 20 anos, no Observatório de Uranoburgo na Dinamarca diretamente ou sob a supervisão do astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601). Na realidade, em 1600 Brahe contratou Kepler para ajudá-lo a analisar os dados observacionais das posições dos planetas. As duas primeiras leis, chamadas, respectivamente, **Lei das Órbitas** e a **Lei das Áreas**, foram enunciadas por Kepler em 1609. A terceira lei, chamada de **Lei Harmônica**, foi enunciada em 1618. Ao expor estas leis do movimento planetário, Kepler jamais poderia imaginar que as mesmas também poderiam ser utilizadas para a obtenção de órbitas do movimento de estrelas em sistemas binários e até dos movimentos de satélites artificiais, tais quais os satélites de telecomunicações que orbitam em torno da Terra. As perguntas que faremos sobre as Leis de Kepler, as quais descrevem conceitos fundamentais da mecânica celeste, seja na escala dos planetas, das estrelas ou das galáxias, fez parte do conteúdo da prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia do ano de 2001.

1.a) (0,6 pontos) Enuncie as três Leis de Kepler. **Resposta:**

As Leis de Kepler têm enunciações já clássicas:

- Primeira Lei ou Lei das Órbitas: A órbita de cada planeta é uma elipse, com o Sol em um dos focos ou Todos os planetas movem-se em órbitas elípticas que têm o Sol como um dos focos.*
- Segunda Lei ou Lei das Áreas: Uma reta unindo qualquer planeta ao Sol varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais ou A reta unindo um planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais. Existe ainda a formulação utilizando o termo “o raio vetor de um planeta” no lugar de “reta unindo o planeta ao Sol”.*
- Terceira Lei ou Lei Harmônica: O quadrado do período orbital de um planeta é diretamente proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol ou O quadrado do período de qualquer planeta é proporcional ao cubo da sua distância média ao Sol.*

1.b) (0,4 pontos) Descreva o que cada uma delas estabelece fisicamente, ou seja, qual o significado físico de cada uma delas. **Resposta:**

- A Primeira Lei estabelece que a distância do planeta ao Sol varia ao longo de sua órbita, pelo fato da mesma ser elíptica. Em órbitas circulares a distância planeta-Sol se mantém constante. Esta é a noção que esperamos que o aluno tenha, o que pode ser dito de diferentes formas.*
- A Segunda Lei estabelece que a velocidade orbital, ou seja, a velocidade com a qual o planeta se desloca em torno do Sol, não é uniforme, variando de forma regular: Quanto mais distante o*

planeta está do Sol, mais devagar ele se move, mesmo dentro de uma mesma órbita. É uma consequência do fato das órbitas serem elípticas (primeira lei) conjugada ao fato do planeta andar cada vez mais lentamente quanto mais distante está do Sol (terceira lei). Para ser considerado correto este item, basta que o aluno diga que a velocidade do planeta varia ao longo da órbita.

- A Terceira Lei estabelece que quanto maior for a órbita do planeta, ainda mais lentamente ele se moverá em torno do Sol implicando que a força entre o Sol e o planeta decresce com a distância do planeta ao Sol. Dito de outra forma, os planetas não se movem ao redor do Sol como se estivessem grudados sobre um disco nem sequer à mesma velocidade dentro de suas órbitas. Assim a velocidade angular da Terra ao redor do Sol é maior do que a velocidade angular de Júpiter e a velocidade tangencial da Terra também. Para ser considerado certo este item, entretanto, basta que o aluno responda que quanto mais distante o planeta, mais lentamente ele anda.

Questão 2) O Arco-Íris de Maxwell. (1 ponto) Em 1864, o cientista escocês James Clerk Maxwell (1831-1879) publicou um trabalho com o título de Teoria Dinâmica do Campo Eletromagnético, onde apresentou equações que unificavam os campos elétrico e magnético. Estas equações, conhecidas como as *Equações de Maxwell*, prediziam a existência das ondas eletromagnéticas, posteriormente detectadas pelo cientista alemão Heinrich Hertz (1857-1894) através de uma série de experimentos realizados no período de 1887 a 1890. Maxwell identificou que a luz era uma destas ondas eletromagnéticas. Hoje sabemos que a luz visível é apenas uma forma possível de uma onda eletromagnética. Outras formas são a radiação infravermelho, as microondas, as ondas de TV, as ondas de rádio, a radiação ultravioleta, os raios X e os raios Gama. O conjunto de todas as radiações eletromagnéticas constitui o espectro eletromagnético, estando a luz visível localizada aproximadamente em seu centro, entre o ultravioleta e o infravermelho. Os estudos de Maxwell sobre as ondas eletromagnéticas são considerados de uma tal beleza que um escritor imaginativo classificou o espectro eletromagnético, como hoje o conhecemos, como o *Arco-Íris de Maxwell*. Neste espectro, as frequências variam de cerca de 10^6 Hertz ($1 \text{ Hz} = \text{s}^{-1}$) para ondas de rádio, até cerca de 10^{24} Hertz para raios gama. Entretanto, existem ondas eletromagnéticas com frequências muito mais baixas que as ondas de rádio.

2.a) (0,3 pontos) A que valores de comprimentos de onda, em metros, correspondem as frequências de 10^6 Hertz para ondas de rádio e 10^{24} Hertz para raios gama? (considere a velocidade da luz $c = 300.000 \text{ km/s}$). **Resposta:**

Este item é uma conta cujos dados se encontram todos no corpo do texto de apresentação da questão.

Usando a relação $\lambda = c / f$, onde λ é o comprimento de onda desejado, f é a frequência dada e c é a velocidade da luz (300.000 km/s ou $300.000.000 \text{ m/s}$), obtém-se um comprimento de onda de 3×10^2 metros para a frequência 10^6 Hertz e um comprimento de onda de 3×10^{-16} metros para a frequência 10^{24} Hertz, ou seja:

-Para a frequência 10^6 Hertz, tem-se $\lambda = 300.000.000 / 10^6 = 3 \times 10^2$ metros ou 300 metros.

-Para a frequência 10^{24} Hertz, tem-se $\lambda = 300.000.000 / 10^{24} = 3 \times 10^{-16}$ metros.

2.b)(0,3 pontos) Toda forma de radiação eletromagnética se propaga no vácuo com a mesma velocidade, $c = 300.000 \text{ km/s}$, independente da velocidade da fonte emissora da radiação ou da velocidade do observador desta radiação. Quando a luz, que também é uma forma de radiação eletromagnética, se propaga num meio mais denso, por exemplo, na água, sua velocidade de propagação muda em relação ao vácuo? Por quê? **Resposta:**

Sim. A velocidade de propagação da luz muda quando esta passa de um meio para outro com densidade diferente. No exemplo citado, quando a luz se propaga na água, sua velocidade de propagação diminuirá com relação ao vácuo, isto porque a velocidade de propagação da luz num meio é dada por $V = c / n$, onde V é a velocidade da luz no meio, n é o índice de refração do meio

(em relação ao vácuo) e c é a velocidade da luz no vácuo. Basta entretanto que o aluno responda o conteúdo da primeira frase para que sua resposta seja considerada correta.

2.c) (0,4 pontos) A Astronomia Moderna mostrou que, em lugares distintos do Cosmos, podemos encontrar fontes produzindo todas as formas de ondas que constituem o espectro eletromagnético. Como as ondas eletromagnéticas têm a mesma natureza, seria possível com um mesmo tipo de telescópio observarmos todos os tipos de ondas do espectro eletromagnético? Por quê?

Resposta: Não. Porque determinadas regiões do espectro eletromagnético necessitam de telescópios particulares. Com telescópios com espelhos de vidro pode-se observar o infravermelho, o visível e o ultravioleta mas não se pode observar a região de microondas e rádio frequências. Com rádio telescópios, ou seja telescópios feitos com antenas ou parábolas metálicas, pode-se detectar microondas e ondas de rádio mas não ondas no ultravioleta, visível ou infravermelho. Para que a explicação da negativa seja considerada correta, o aluno precisa ter demonstrado que não é possível observar todo o conjunto de ondas eletromagnéticas por apresentarem uma grande diversidade de tamanho de seu comprimento de onda.

Questão 3) A Radiação Cósmica de Fundo. (1 ponto) Chama-se de corpo negro a um corpo ao mesmo tempo emissor ideal e absorvedor ideal de radiação. Isto porque, segundo sua definição, um corpo negro absorve toda a radiação que cai em sua superfície e emite num espectro contínuo, cuja intensidade depende exclusivamente de sua temperatura. A temperatura de corpo negro de um corpo é, assim, a temperatura na qual a emissão energética atinge seu valor máximo. Estrelas podem ser, ironicamente, estudadas como corpos negros. A radiação cósmica de fundo é uma emissão observada em qualquer lugar do céu que se olhe, e é bem representada pela radiação de um corpo negro à temperatura de 2,735 K. Esta radiação é remanescente do estado quente do Universo quando sua temperatura, diminuindo à medida que o Universo se expandia (e ainda se expande, e sua temperatura continua a cair cada vez mais lentamente), tornou-se, embora ainda bastante elevada, pequena o suficiente para que a matéria deixasse de ser afetada pela radiação. Assim, os núcleos atômicos primordiais puderam capturar elétrons e a matéria eletricamente neutra foi formada. O Universo passou de opaco para transparente, na chamada época de recombinação, aproximadamente uns 300 mil anos após o Big Bang. A identificação da existência da radiação de fundo representa uma das provas mais convincentes que temos de que a teoria do Big Bang está correta. Sabemos que o espectro de corpo negro obedece à chamada lei de Wien:

$$\lambda_{\text{máx}} T = \text{constante},$$

onde $\lambda_{\text{máx}}$ é o comprimento de onda do máximo do espectro e T é a temperatura do corpo negro. No caso do Sol, que também emite radiação eletromagnética como um corpo negro, temos $\lambda_{\text{máx}} = 5.000 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$) e $T = 6.000 \text{ K}$.

3.a) (0,3 pontos) Calcule $\lambda_{\text{máx}}$ do espectro da radiação de fundo. **Resposta:**

Cálculo de $I_{\text{máx}}$ do espectro da radiação de fundo:

A lei de Wien, $I_{\text{máx}} T = \text{constante}$, é válida tanto para a radiação cósmica de fundo (RCF) quanto para o Sol, portanto $(I_{\text{máx}} T)_{\text{Sol}} = (I_{\text{máx}} T)_{\text{RCF}}$. Calculando $I_{\text{máx}}$ do Sol temos $5000 \times 10^{-10} \text{ m} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$, e aproximando a temperatura da RCF para 3K:

$$5 \times 10^{-7} \times 6000 = I_{\text{máx}} 3 \implies I_{\text{máx}} = 0,001 \text{ m} = 1,0 \text{ mm} = 10^7 \text{ \AA} = 10^{-3} \text{ m}$$

O aluno, evidentemente, não precisa colocar a resposta em todas estas unidades. Basta que a resposta esteja correta, em qualquer unidade.

3.b) (0,4 pontos) Em que faixa do espectro eletromagnético se dá a radiação de fundo: raio-X, ultravioleta, luz visível (óptico), infravermelho ou rádio? **Resposta:**

Resposta: Rádio, ou seja na faixa das rádio frequências.

3.c) (0,3 pontos) Que tipo de telescópio você acha que é utilizado para detectar esta radiação?

Resposta:

Como a emissão se dá na faixa de rádio, devemos utilizar uma rádio antena parabólica, ou seja um rádio telescópio, operando em comprimentos de onda milimétricos para observar a radiação cósmica de fundo.

Questão 4) Projetando um Radiotelescópio. (1 ponto) O Italiano Guglielmo Marchese Marconi (1874-1937) desenvolveu, em 1899, um sistema de transmissão de ondas para longas distâncias, através do espaço, e fez uma transmissão sobre o Canal da Mancha, que separa a França da Inglaterra. Estava se iniciando a era do rádio! Em 1901 foi efetuada uma transmissão de ondas atravessando o Oceano Atlântico, com o envio de sinais de código Morse. Em 1906 Marconi conseguiu finalmente transmitir a voz humana. Entretanto, o padre brasileiro Roberto Landell de Moura (1861-1928) já havia conseguido transmitir a voz humana em 1893, tendo sua patente sido registrada aqui no Brasil em 1901. Em 1932, o americano Karl Guthe Jansky (1905-1950), que trabalhava nos Laboratórios Bell, realizou as primeiras detecções de ondas de rádio provenientes do cosmos, quando estudava as perturbações causadas por tempestades atmosféricas terrestres sobre ondas de rádio produzidas aqui na Terra. Posteriormente demonstrou-se que a fonte desta radiação estava no centro da Via Láctea. Estava se iniciando a Radioastronomia! Em 1963, entrou em operação, em Arecibo, Porto Rico, o maior Radiotelescópio construído até o presente, com uma antena principal de 300 metros de diâmetro. Aqui no Brasil o maior radiotelescópio está localizado em Atibaia, SP, o Radiotelescópio de Itapetinga, com um diâmetro de 14 metros. A fim de projetar uma radioantena (a qual tem a forma das tradicionais antenas parabólicas de TV) para observar o Sol na frequência de 10 GHz (1 GHz = 10^9 Hertz), um dos parâmetros a serem determinados é o tamanho da antena parabólica principal. O diâmetro D desta antena pode ser estimado da seguinte maneira: $\theta = \lambda/D$, onde θ é o campo de visão do radiotelescópio (em radianos) e portanto tem que ser maior do que o tamanho angular do Sol que é da ordem de 0,53 graus, e λ é o comprimento de onda em que o telescópio irá operar.

Calcule o diâmetro mínimo, D , para um radiotelescópio de maneira que seu campo de visão seja maior do que duas vezes o diâmetro solar (considere a velocidade da luz $c = 300.000 \text{ km/s}$).

Resposta:

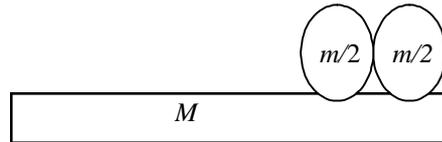
Da relação $q = 1/D$, obtemos $D=1/q$. É necessário que o campo de visão do telescópio seja duas vezes o diâmetro solar, portanto $q=2d_{\text{sol}} = 2 \times 0.53^\circ @ 1^\circ$, mas q pode ser dado em radianos, portanto $q = p/180$. O comprimento de onda, correspondente à frequência de operação do telescópio de $f=10 \text{ GHz}$, é determinado por $l=c/f$, onde c é a velocidade da luz ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$) e f deve ser dada em Hz, logo $l=3 \times 10^8 / 10^{10} = 0,03 \text{ m}$. Então, $D=1/q = 0,03 / (p/180) = 1,7 \text{ m}$.

Questão 5) Princípios da Astronáutica. (1 ponto) O meio de propulsão foi o primeiro obstáculo a ser vencido para tornar possível a exploração tripulada do espaço. Um foguete se baseia no Princípio de Ação e Reação de Newton. Na impossibilidade de aviões aumentarem sua altura de vôo (mesmo aviões a jato precisam de ar em suas turbinas), a teoria do motor foguete foi desenvolvida durante todo o século XX, inicialmente com o combustível sólido e depois com o líquido. O combustível sólido não permite controlar a taxa de queima e conseqüentemente o empuxo total do foguete; já o líquido pode ser bombeado dos tanques para o motor segundo uma taxa conveniente para ser adequada a uma performance que compense necessárias correções nos parâmetros de vôo. O foguete alemão V2 (do alemão Vergeltungswaffe 2 – arma de retaliação 2) foi utilizado pelos nazistas como míssil balístico para bombardear Londres durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Tinha o alcance de 160 km e pode ser considerado o pai dos atuais foguetes. O problema é que os combustíveis podem produzir uma quantidade limitada de energia e, quanto mais pesado for o foguete, menor aceleração poderá ser impressa a ele. Além disso o material do foguete deve suportar tensões e esforços elevadíssimos e carregar o peso dos tanques e motores. A grande solução para este problema foi o surgimento dos estágios múltiplos que assim aliviam sucessivamente a carga inútil, concentrando o esforço para maximizar a energia no estágio

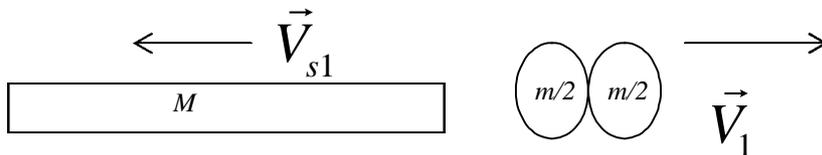
final, onde está então toda a carga útil. Prove que, para uma massa total de combustível m , é melhor lançar um foguete de 2 estágios (cada um com massa $m/2$) do que em estágio único. Admita que a capacidade de propulsão seja a mesma para cada estágio, fazendo com que a velocidade relativa com que cada estágio é lançado seja a mesma em relação aos estágios anteriores. Para simplificar, use a seguinte analogia: imagine dois garotos de massa $m/2$ sobre um vagão de trem de massa M . Considere que não há atrito com o solo. Prove que a velocidade final do vagão é maior quando um menino pula de cada vez, e não quando os dois pulam simultaneamente. Utilize seus conhecimentos físicos sobre o conceito de quantidade de movimento.

Resposta:

I Caso: Ambos os garotos saltam simultaneamente: Situação inicial



A velocidade relativa entre um garoto e o sistema remanescente após o seu salto deve ser constante (aqui assumida como U), para simular uma capacidade constante de expulsão dos gases. Depois de ambos os garotos saltarem

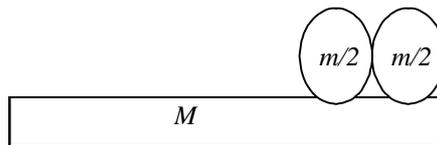


Pela conservação da quantidade de movimento podemos escrever: $M \cdot V_{s1} - m \cdot V_1 = 0$
 Da condição de velocidade relativa temos: $V_1 + V_{s1} = U$

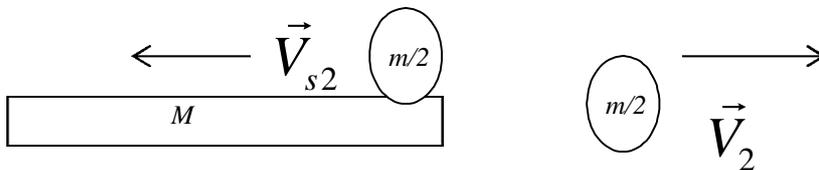
Calculando: $V_{s1} = \frac{mU}{(M + m)}$ (1)

II Caso: Um garoto salta de cada vez:

Situação inicial



Depois do primeiro garoto saltar



Pela conservação da quantidade de movimento podemos escrever:
 $(M+m/2) \cdot V_{s2} - (m/2) V_2 = 0 \rightarrow (2M+m)V_{s2} - m V_2 = 0$
 Da condição de velocidade relativa temos: $V_2 + V_{s2} = U$

Calculando: $V_{s2} = \frac{m}{2(M + m)} U$

Depois do segundo garoto saltar



Pela conservação da quantidade de movimento:

$$M.V_{s3} - (m/2) V_3 = (M+m/2).V_{s2} \quad \rightarrow 2M.V_{s3} - m.V_3 = (2M+m).V_{s2}$$

Substituindo o valor de V_{s2} , temos

$$2M.V_{s3} - m.V_3 = \frac{m(2M + m)}{2(m + M)} U$$

Da condição de velocidade relativa temos: $V_3 + V_{s3} = U$

$$\text{Calculando: } V_{s3} = \frac{m(4M + 3m)}{2(2M + m).(M + m)} U \quad (2)$$

Dividindo (2) por (1): $\frac{V_{s3}}{V_{s1}} = \frac{4M + 3m}{2(2M + m)} > 1$, ou seja, a velocidade final do vagão (fogete) é maior no segundo caso do que no primeiro.

Questão 6) As Viagens Espaciais. (1 ponto) Durante as viagens dos ônibus espaciais têm sido comum atividades de vídeo–conferência onde estudantes aqui da superfície conversam com os astronautas, que em estão em órbita, em geral a uma altura da ordem de 300 quilômetros da superfície terrestre. Um estudante secundarista, que assistiu a uma dessas transmissões, numa sala de aula aqui no Brasil, ficou curioso em saber o motivo pelo qual o fio do microfone usado pelos astronautas parecia flutuar o tempo todo dentro da nave. Conversando com colegas logo após terem visto a referida situação, o estudante e seus colegas elaboraram as seguintes explicações sobre o fato de verem o fio flutuando no interior da nave. Indique entre as explicações apresentadas, pelo estudante e seus colegas, qual é fisicamente correta. O fio flutua devido ao fato de que:

- () A força centrífuga sobre a nave e tudo em seu interior anula a força de atração gravitacional, ficando o microfone sem peso.
- () As naves espaciais estão em órbita em uma região onde a gravidade é nula.
- (X) O ônibus espacial em órbita se comporta como um corpo em queda livre.
- () Em órbita, a contribuição da atração gravitacional da Lua sobre os corpos se torna importante e é isso que faz com que os corpos flutuem.

Questão 7) Instrumentação Astronômica. (0,2 cada item) O período compreendido entre a última década do século XX e este início do século XXI, marca aquilo que chamamos de a *era dos grandes telescópios*. Nele surgiram, entre outros, os telescópios americanos KECK e o japonês SUBARU (ambos com cerca de 10 metros de diâmetro), o europeu VLT-Very Large Telescope (equivalente a 16 m de diâmetro), o telescópio GEMINI que pertence a um consórcio internacional formado por Brasil-EUA-Inglaterra-Canadá-Austrália-Argentina-Chile (com um diâmetro de cerca de 8,2 metros) e o SOAR-Southern Observatory for Astrophysical Research (com cerca de 4 metros de diâmetro) pertencente a um consórcio Brasil-EUA. Destes instrumentos, junto a resultados obtidos com os telescópios espaciais Hubble e Chandra, espera-se uma verdadeira revolução no conhecimento do Ser Humano sobre o Cosmos e a Natureza, incluindo sobre suas origens. Mas isto não é tudo! Já estão em desenvolvimento estudos para a construção de telescópios com diâmetros entre 30 e 100 metros. Esta será a *era dos extremamente grandes telescópios!* Considere que são colocados à sua disposição os seguintes instrumentos astronômicos: O telescópio GEMINI, cujo espelho primário, de vidro, tem 8,2 metros de diâmetro, o

radiotelescópio de Itapetinga, cuja antena, metálica, tem um diâmetro de 14 metros, o telescópio espacial Hubble e o telescópio espacial Chandra, este último projetado para trabalhar na região das altas energias, ou seja de altíssimas frequências. No quadro abaixo, estão indicados na coluna 1 vários tipos de radiação provenientes das mais variadas fontes astronômicas. Indique na coluna 2 o telescópio ou telescópios que, em princípio, pode ou podem ser usado(s) para estudar os correspondentes tipos de radiação. N° 1 = GEMINI; N° 2 = HUBBLE; N° 3 = CHANDRA; N° 4 = RÁDIO TELESCÓPIO DE ITAPETINGA.

Resposta:

A luz visível e as radiações ultravioleta e infravermelho podem ser estudadas tanto com o Telescópio GEMINI quanto com o Telescópio HUBBLE. A radiação em rádio frequências só pode ser estudada com o RÁDIO TELESCÓPIO de ITAPETINGA, enquanto Raios-X só podem ser estudados com o Telescópio CHANDRA.

Assim o quadro deve ser preenchido desta forma:

| Tipo de Radiação | No. do Telescópio |
|------------------|-------------------|
| LUZ VISÍVEL | 1 e 2 |
| ULTRAVIOLETA | 1 e 2 |
| RAIOS – X | 3 |
| RÁDIO | 4 |
| INFRAVERMELHO | 1 e 2 |

Questão 8) Dimensões na Natureza e no Cosmos. (0,1 cada item) Do jardim da nossa casa até os confins do cosmos, nos deparamos com as mais incríveis dimensões tanto em tamanho, quanto em massa, peso ou velocidades. Na Olimpíada Brasileira de Astronomia de 2001, analisamos o tamanho e a massa de diferentes corpos que povoam o universo. Aqui, vamos analisar as variedades de densidades presentes na natureza e no cosmos. Antes, lembremos da composição de matéria no cosmos, o qual parece ser composto por matéria que emite radiação eletromagnética e por matéria que não emite tal radiação. À matéria que não emite radiação chamamos de matéria escura e energia escura. A matéria que emite radiação parece corresponder a somente cerca de 5 % de toda a matéria que constitui o cosmos. Restariam então 95 % de sua matéria a ser composta de matéria escura e energia escura. Destes dois últimos tipos de matéria, aquele chamado de matéria escura tem sido detectado apenas de forma esporádica até o presente, sendo constituído por prótons e nêutrons não condensados em estrelas, poeira, gás, buracos-negros, anãs marrons, planetas e, muito provavelmente, por alguns tipos de partículas exóticas ainda não detectadas na terra, como os neutrinos massivos ou os monopólos magnéticos. A matéria escura parece corresponder a cerca de 30% de toda a matéria do cosmos. Quanto à energia escura...bem....esta é ainda mais exótica e pouco se sabe sobre ela, a não ser que deve corresponder a cerca de 65% da matéria que compõe o cosmos! Mas, o quanto muito densa ou pouco densa é a matéria encontrada desde os jardins da nossa casa até os confins do cosmos?

Resposta

Considerando um litro da matéria que constitui cada um dos corpos ou meios listados a seguir, enumere em ordem crescente de 1 a 10 a densidade média dos corpos ou substâncias abaixo:

| : OBJETO | DENSIDADE |
|----------|-----------|
|----------|-----------|

| | |
|--------------------------------------|----|
| <i>Ar</i> | 2 |
| <i>Vácuo</i> | 1 |
| <i>Água pura</i> | 5 |
| <i>Gelo puro a zero grau Celsius</i> | 4 |
| <i>Isopor</i> | 3 |
| <i>Lua</i> | 7 |
| <i>Terra</i> | 8 |
| <i>Estrela anã branca</i> | 9 |
| <i>Sol</i> | 6 |
| <i>Estrela de nêutron</i> | 10 |

Questão 9) Dos Cometas às Galáxias. (2 pontos, 0,1 cada ítem) Tudo no cosmos parece fascinar. Meteoros, asteróides, cometas, planetas, estrelas e galáxias, tudo é objeto da ciência, tudo é objeto da nossa imaginação. Nas assertivas abaixo, apresentamos muitas características ou propriedades físicas interessantes sobre estes corpos. Para cada uma das assertivas que se seguem associe: **P**, se estiver relacionada a planetas; **E** se estiver relacionada a estrelas; **G** se estiver relacionada a galáxias e **C** se estiver relacionada a cometas:

- a) (P) As órbitas destes objetos são elipses de baixíssima excentricidade.
- b) (G) Classificam-se, segundo Hubble, em espirais e elípticas.
- c) (C) Além de órbitas elípticas altamente excêntricas, podem ter órbitas hiperbólicas.
- d) (C) Constituem-se de núcleo, cabeleira e cauda
- e) (G) O desvio para o vermelho (redshift) causado pela velocidade de afastamento destes objetos (efeito Doppler-Fizeau) reforça a teoria do universo em expansão.
- f) (C) Costumam ser batizados com o nome do cientista que os (as) descobriu.
- g) (C) Mudam radicalmente de aparência quando no ponto da órbita mais próximo de outro astro (periastro)
- h) (E) A temperatura na superfície é da ordem de milhares de graus, e no interior é da ordem milhões de graus.
- i) (G) Alguns destes objetos: Andrômeda, M33, NGC 205 , Grande Nuvem de Magalhães.
- j) (E) Seus estágios finais de evolução incluem as possibilidades: anã-branca e buraco-negro.
- k) (E) Alguns destes objetos: Antares, Arcturus, Betelgeuse, Aldebaran, Sirius.
- l) (E) Conjuntos aparentes destes objetos recebem o nome de constelações.
- m) (C) Podem perder 1% da massa a cada passagem orbital.
- n) (C) São a causa das chuvas de meteoros.
- o) (C) Um destes objetos colidiu com Júpiter recentemente; muitos se “suicidam” no Sol.
- p) (C) É sugerido que um “reservatório” desses objetos seja a nuvem de Oort.
- q) (G) O Grupo Local destes objetos faz parte de um superaglomerado de 75 Mega-parsecs de diâmetro.
- r) (E) Alguns objetos deste tipo podem explodir como Supernovas, brilhando mais do que 1 milhão de Sóis.
- s) (P) Kepler deduziu suas três leis a partir da observação desses objetos.
- t) (P) podem ter água em forma líquida em suas superfícies.