



# XIV OBA – PROVA DO NÍVEL 4

(Para alunos de qualquer ano do ensino médio).

Veja o gabarito em nossa home page [www.oba.org.br](http://www.oba.org.br)  
Comunidade do ORKUT: Olimpíada de Astronomia – OBA

Nota de Astronomia: \_\_\_\_\_ Nota de Energia: \_\_\_\_\_ **Nota Final:** \_\_\_\_\_  
Nota de Astronáutica: \_\_\_\_\_ Visto do(a) Prof(a): \_\_\_\_\_

Observação: A Nota Final é a soma das notas de Astronomia, de Astronáutica e de Energia.

## Dados do(a) aluno(a) (use somente letras de fôrma):

Nome completo: ..... Sexo: .....

Endereço: ..... n.º .....

Bairro: ..... CEP: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Cidade: ..... Estado: \_\_\_\_

Tel (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ E-mail: ..... Data de Nascimento \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Série/ano** que está cursando: ..... Quantas vezes você já participou da OBA? .....

Declaro que estou realizando esta prova em 13 de maio de 2011. ....

Assinatura do aluno

## Dados da escola onde o(a) aluno(a) estuda:

Nome da escola: .....

Endereço: ..... n.º .....

Bairro: ..... CEP: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Cidade: ..... Estado: \_\_\_\_

Data e horário da prova: O horário fica a critério da escola, desde que seja no dia **13/05/2011**.

Duração máxima desta prova: **4 horas**.

Atenção: não é permitido nenhum tipo de consulta ou uso de calculadora.

## BOA OLIMPÍADA

**Questão 1) (1 ponto)** Dadas as características dos astros a seguir, dê os seus nomes.

**Pergunta 1a) (0,25 ponto)** Seu nome é de um dos deuses da mitologia romana, deus da guerra, da juventude e da primavera; é um grande deserto de rocha e areia, gelo de dióxido de carbono e um pouco de gelo de água. Tem atmosfera bem menos densa que a da Terra com vapor de água e muito dióxido de carbono. Seu céu tem cor variável, pois depende da quantidade de poeira em suspensão, mas varia entre rosa e vermelho claro. Na superfície tem muito óxido de ferro (ferrugem). Frequentemente grandes tempestades de areia são observadas e algumas envolvem todo o astro. Tem o maior vulcão do sistema solar (com altura de 3 vezes a do monte Everest) e um vale com 4000 km de comprimento e 7 km de profundidade. No passado, com telescópios pouco potentes se pensou ter observado canais de irrigação sobre este astro.

**Resposta 1a):** .....

**1a) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Pergunta 1b) (0,25 ponto)** Tem quase 11 vezes o diâmetro da Terra, 318 vezes a massa da Terra e  $\frac{1}{4}$  da densidade da Terra. É gasoso e constituído basicamente de hidrogênio e hélio. Seus anéis foram descobertos pela Voyager 1. Podemos ver suas faixas equatoriais através das lunetas que a OBA está distribuindo. Há faixas vermelhas, brancas, marrons e azuladas e uma grande mancha vermelha. Entre 16 e 22 de julho de 1994 observamos, pela primeira vez, a colisão dos fragmentos de um cometa, o Shoemaker-Levy 9, sobre o seu hemisfério sul.

**Resposta 1b):** .....

**1b) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Pergunta 1c) (0,5 ponto)** Seu nome em grego é *Ουρανός*. Na mitologia foi pai dos Titãs, dos Hecatônquiros (gigantes de cem braços) e dos Ciclopes (gigantes de um só olho), entre outros. É de cor azul-esverdeada devido à grande quantidade de metano, mas tem também muito hidrogênio e hélio. O mais interessante deste astro é que possui o seu eixo de rotação muito inclinado, cerca de 97,86 graus em relação à perpendicular ao plano de sua órbita, ou seja, o eixo está praticamente “deitado” no plano da sua órbita. Isso implica que numa época a luz solar atinge um hemisfério (praticamente no polo) enquanto o outro não recebe nenhuma luz solar e 42 anos depois a situação se inverte. Em 10/03/1977 ao se observar a ocultação da estrela SAO 158687 por este astro se observou que a mesma desapareceu 5 vezes antes de passar atrás deste astro. Assim se descobriram os seus anéis.

**Resposta 1c):** .....

**1c) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

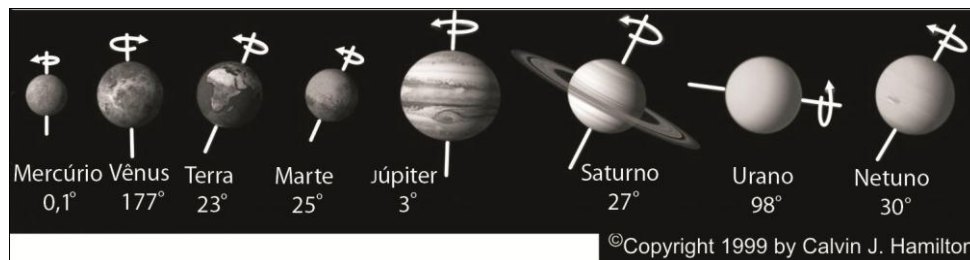
**Questão 2) (1 ponto)** Ao lado copiamos o poema “**Planeta Deserto**” (SILVESTRIN, Ricardo. Pequenas observações sobre a vida em outros planetas. São Paulo: Ed. Moderna, 2004.)

**Pergunta 2a) (0,5 ponto)** O poema diz que no planeta deserto “**A noite é igual ao dia**”, ou seja, as partes clara e escura do dia têm sempre a mesma duração. Qual é o nome do planeta deserto a que se refere o poema? Como ajuda mostramos a figura abaixo.

*Do planeta deserto,  
ninguém chega perto.  
Não adianta bater palmas  
e dizer “Oh de casa!”  
Não vem cachorro latindo,  
vizinho espiando,  
criança sorrindo.*

*O carteiro não leva carta,  
o circo não leva alegria.  
A noite é igual ao dia.*

*No planeta deserto,  
não existe errado  
nem certo.*



A Figura mostra o ângulo entre o eixo de rotação e a perpendicular ao plano da órbita dos planetas: Mercúrio ( $0,1^\circ$ ), Vênus ( $177^\circ$ ), Terra ( $23^\circ$ ), Marte ( $25^\circ$ ), Júpiter ( $3^\circ$ ), Saturno ( $27^\circ$ ), Urano ( $98^\circ$ ) e Netuno ( $30^\circ$ ).

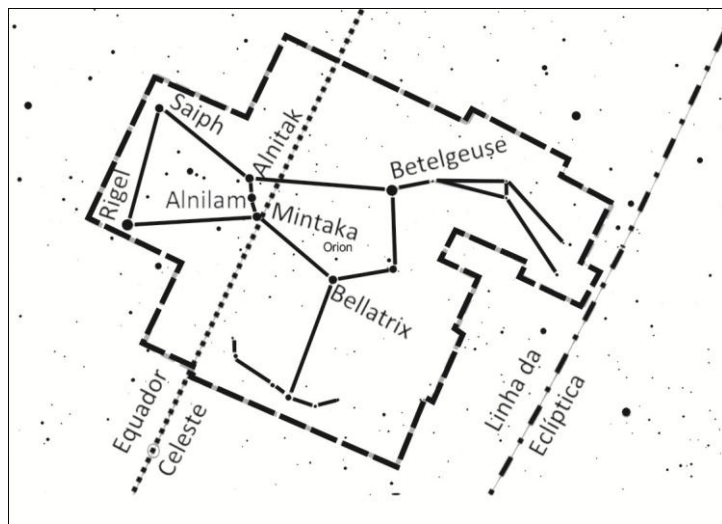
**Resposta 2a):** .....

**2a) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Pergunta 2b) (0,5 ponto)** Justifique, abaixo, detalhadamente sua resposta ao item 2a)

**Resposta 2b):** .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 ..... **2b) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Questão 3) (1 ponto)** Todo o céu foi dividido em 88 áreas, de diferentes tamanhos e formas. Cada área chamamos de constelação. Todas as estrelas dentro daquela área pertencem àquela constelação. Como exemplo, veja a figura da constelação de Órion. Nesta constelação está o conjunto de estrelas chamadas de “Três Marias”, cujos nomes na verdade são: Alnitak, Alnilam e Mintaka.



**Pergunta 3a) (0,5 ponto)** Como mostra a figura, Mintaka está exatamente sobre o Equador Celeste, que é o Equador Terrestre ampliado até a Esfera Celeste. Imagine você sobre a linha divisória do campo de futebol “Zerão” (Milton Correa) em Macapá, observando Mintaka. A linha divisória do “Zerão” está sobre o equador terrestre. Descreva detalhadamente qual será a trajetória de Mintaka entre o nascer e o ocaso.

**Resposta 3a):** .....  
 .....  
 ..... **3a) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Pergunta 3b) (0,3 ponto)** A Terra gira ao redor do seu eixo em cerca de 24 horas, logo parece que é o céu que gira no mesmo tempo no sentido contrário. Pois bem, certo dia observamos Mintaka exatamente sobre nossas cabeças quando o Sol estava se pondo. Quantas horas depois se pôs Mintaka?

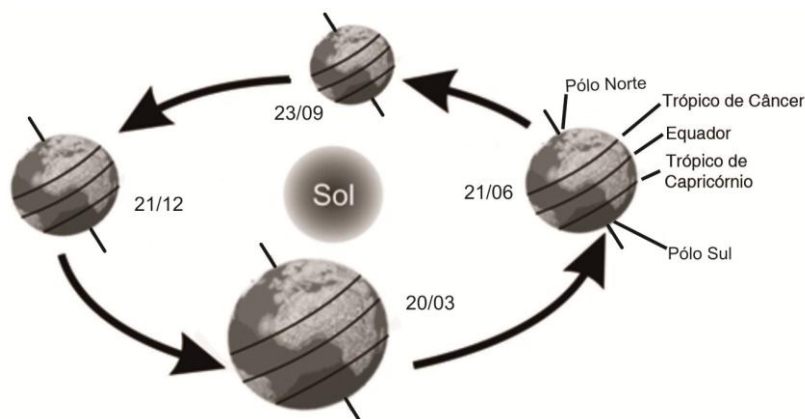
**Resposta 3b):** ..... **3b) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Pergunta 3c) (0,2 ponto)** Como escrevemos, todo o céu foi dividido em 88 áreas ou constelações, logo toda estrela está numa constelação. Qual é a única estrela que não está fixa em nenhuma constelação?

**Resposta 3c):** ..... **3c) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Questão 4) (1 ponto)**  
**(0,1 ponto cada acerto)**

Ao lado está um esquema mostrando a Terra no seu movimento anual ao redor do Sol, em perspectiva, fora de escala, em 4 datas especiais para 2010. Coloque a data em que ocorre cada um dos eventos da lista abaixo. *Ajuda: Só há 4 datas, mas 10 itens, logo algumas se repetem.*

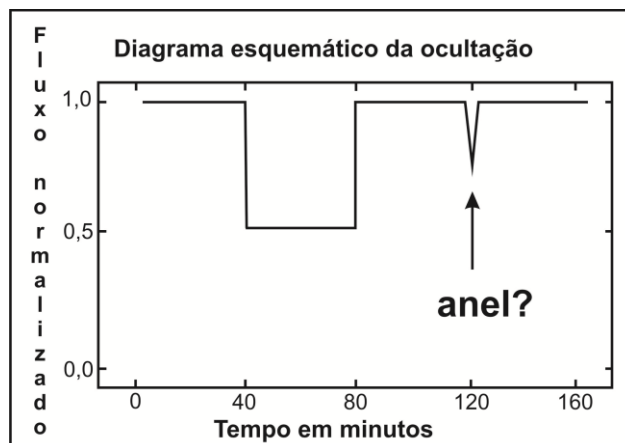


- |  |  |
|--|--|
| ( __/__/__ ) Equinócio de outono no Hemisfério Sul.  | ( __/__/__ ) Início do verão no Hemisfério Sul.    |
| ( __/__/__ ) Sol a pino no Trópico de Câncer.  | ( __/__/__ ) Início do outono no Hemisfério Sul.   |
| ( __/__/__ ) Início do inverno no Hemisfério Sul.  | ( __/__/__ ) Início do verão no Hemisfério Norte.  |
| ( __/__/__ ) Início da primavera no Hemisfério Sul.  | ( __/__/__ ) Sol a pino no Trópico de Capricórnio. |
| ( __/__/__ ) Sol sobre a intersecção da eclíptica com o Equador Celeste indo do Hemisfério Sul para o Norte. |  |
| ( __/__/__ ) Solstício de verão no Hemisfério Norte.   |  |

**4) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Questão 5) (1 ponto)** Netuno, assim como os demais planetas gasosos, possui anéis. Os de Netuno e de Urano foram descobertos indiretamente quando uma estrela passou atrás destes planetas. Os de Netuno foram descobertos em 1984, usando a técnica de fotometria de alta resolução temporal. A ocultação de uma estrela por um planeta, asteróide, anel planetário, satélite, etc, é fonte de informações valiosas.

O gráfico esquemático ao lado representa a observação fotométrica de uma ocultação central (a estrela passou pelo centro do planeta) de uma estrela por um planeta. O eixo horizontal marca os tempos decorridos de observação a partir de uma origem pré-fixada e o vertical o fluxo de energia recebido no detector. O fluxo de energia foi emitido pelo planeta, estrela, incluindo a contribuição do céu, além da inevitável presença do ruído instrumental.



**Pergunta 5a) (0,7 ponto)** Admitindo que a pequena depressão assinalada (anel?) no gráfico foi a da ocultação da estrela pelo anel do planeta, determine, em função do raio (R) do planeta a que distância (D) o anel se encontra do centro do planeta. Justifique seu resultado!

**Resposta 5a):** .....  
 ..... **5a) - Nota obtida** \_\_\_\_\_

**Pergunta 5b) (0,3 ponto)** Determine, pelo gráfico dado, o instante (em minutos) da ocultação da estrela pelo centro da sombra do planeta a partir do instante inicial das medições.

**Resposta 5b):** ..... **5b) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

---

**AQUI COMEÇAM AS QUESTÕES DE ASTRONÁUTICA**

---

**Observação:** Sabemos que os conteúdos de Astronáutica provavelmente não foram discutidos em sala de aula, por isso mesmo estamos dando todas as informações necessárias para você resolver as questões.

**Questão 6) (1 ponto)** A cada ano quase cem satélites são colocados em órbita da Terra por meio de foguetes. Para que não caiam de volta à superfície da Terra, os foguetes têm que colocá-los em órbita à velocidade de cerca de 27.800 km/h. Para atingir essa velocidade os foguetes fazem uso de toneladas de propelente, nome dado ao conjunto “combustível e oxidante”. Nos automóveis há um único tanque de combustível, e o oxidante é obtido do ar atmosférico. Por voarem no vácuo do espaço os foguetes carregam o seu próprio oxidante. Diferentemente dos automóveis, os foguetes armazenam seu propelente em vários tanques, denominados estágios, em número que varia entre 3 e 4. Após a queima do propelente (combustível + oxidante) de um estágio o seu tanque vazio é descartado eliminando a necessidade de acelerar essa “massa morta” ao espaço. O voo continua com o acionamento sucessivo e posterior descarte dos demais estágios até que o satélite seja colocado no espaço à velocidade de 27.800 km/h, ou 7.722 m/s. Há mais de um século o russo Konstantin Tsiolkovsky demonstrou que o ganho de velocidade obtido pela queima do propelente de cada estágio de um foguete é dado pela equação:

$$\Delta v = 3000 \times \ln (m_i / m_f),$$

conhecida como “equação do foguete”.  $\ln$  é a função logaritmo neperiano, ou logaritmo natural, cujos valores são dados na tabela abaixo para diferentes valores de  $m_i / m_f$ . Por exemplo, para  $m_i / m_f = 9,0$ ,  $\ln(9,0) = 2,20$ . Nesta equação o valor 3.000 representa o nível de desempenho do motor,  $m_i$  é a massa inicial do foguete e  $m_f$  a massa final, obtida subtraindo-se da massa inicial do foguete a massa de propelente consumida naquele estágio. Tipicamente a massa de propelente

representa 80% da massa total de um foguete. O restante, cerca de 20%, corresponde à massa estrutural do foguete, necessária não somente para armazenar e transportar o propelente, mas também para abrigar tubulações, redes elétricas, computadores e sistema de guiagem do foguete. E a massa do satélite? Bem, ela representa uma parcela inferior a 0,5% da massa total do foguete. Para obter um alto valor de  $\Delta v$  torna-se necessário obter a razão ( $m_i / m_f$ ) a mais alta possível. Isso pode ser conseguido diminuindo-se a massa estrutural do foguete, o que é limitado pelos materiais e tecnologias disponíveis. Como exemplo de aplicação da “equação do foguete” considere um foguete de dois estágios, com as massas da tabela abaixo:

A velocidade ( $\Delta v$ ) final será a soma da velocidade obtida em cada estágio, ou seja,  $\Delta v = \Delta v_1 + \Delta v_2$ .

Estágio	Massa de Propelente (kg)	Massa Estrutural (kg)
1º	22.000	3.000
2º	10.000	700

Considere que o satélite possua massa de 100 kg. Para calcular  $\Delta v_1$ , a massa inicial é a soma da massa de propelente e estrutural do 1º e 2º estágios e da massa do satélite, ou seja,  $m_i = (22.000 + 3.000) + (10.000 + 700) + 100 = 35.800$  kg. O valor  $m_f$  é obtido considerando-se que todo o propelente do 1º estágio tenha sido consumido, obtendo-se  $m_f = 3.000 + (10.000 + 700) + 100 = 13.800$  kg. Dessa forma,  $m_i / m_f = 2,6$ . A partir da tabela abaixo se obtém que para  $m_i / m_f = 2,6$ ,  $\ln(2,6) = 0,96$ . Este valor multiplicado pela velocidade característica do propulsor leva a  $\Delta v_1 = 3.000 \times 0,96 = 2.880$  m/s.

**Pergunta 6a) (0,25 ponto)** É chegada a hora de você fazer suas contas para obter  $\Delta v_2$ , lembrando que quando da ignição do 2º estágio a estrutura do 1º já foi descartada. Dessa forma, para o cálculo de  $\Delta v_2$ ,  $m_i = 10.000 + 700 + 100$ . Calcule  $\Delta v_2$ . Resultados sem contas não têm valor.

**Resposta 6a):** .....  
 .....  
 ..... **6a) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Pergunta 6b) (0,25 ponto)** Considerando-se que a velocidade do foguete em questão,  $\Delta v$ , é dado pela soma de  $\Delta v_1$  e  $\Delta v_2$ , calcule  $\Delta v$ . Considere que o foguete está subindo em linha reta. Resultados sem contas não têm valor.

**Resposta 6b):** .....  
 .....  
 ..... **6b) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Pergunta 6c) (0,5 ponto)** Apesar de simples, a equação de Tsiolkovsky não considera que 25% da energia química do propelente não será convertida em velocidade do foguete, mas será usada para vencer o atrito com a atmosfera terrestre. Dessa forma, para que a velocidade final do foguete seja de 7.772 m/s (27.800 km/h), deve-se utilizar a equação de Tsiolkovsky visando atingir no mínimo 10.000 m/s. Baseado nessa informação avalie se o foguete de dois estágios proposto será capaz de colocar o satélite em órbita. Justifique sua resposta. Resultados sem contas não têm valor.

**Resposta 6c):** .....  
 .....  
 .....  
 ..... **6c) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

Dados:	$m_i / m_f$	1,0	1,4	1,8	2,4	2,6	3,0	7,0	9,0	10,0	12,5	13,5	14,0	15,0
	$\ln (m_i / m_f)$	0,00	0,34	0,59	0,88	0,96	1,10	1,95	2,20	2,30	2,53	2,60	2,64	2,71

**Questão 7) (1 ponto)** Na questão anterior você aprendeu como um satélite é colocado em órbita da Terra. Aprendeu ainda que sua velocidade orbital é de 27.800 km/h, viajando no vácuo do espaço, a 300 km de distância da superfície terrestre.

**Pergunta 7a) (0,2 ponto)** Um avião a jato voa a 10 km de altitude, percorrendo 500 km a cada 30 minutos. Determine a velocidade do avião em km/h. Resultados sem contas não têm valor.

**Resposta 7a):** .....  
.....  
..... **7a) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Pergunta 7b) (0,2 ponto)** Calcule o perímetro da Terra, medido sobre seu equador, o qual é dado por  $p = 2 \times \pi \times R$ , onde  $R (= 6.500 \text{ km})$  é o raio da Terra. Para simplificar use  $\pi = 3$ . Resultados sem contas não têm valor.

**Resposta 7b):** .....  
.....  
..... **7b) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Pergunta 7c) (0,3 ponto)** Suponha que a sua escola está situada em um ponto sobre o equador terrestre e que numa segunda-feira, às 8 horas da manhã, você olha para cima e vê o avião do item a) e um satélite passarem sobre a sua cabeça, ao mesmo tempo.

Supondo que o avião continue voando sobre o equador terrestre, em qual dia e hora ele passará novamente sobre a sua escola? Despreze o movimento de rotação da Terra e que a distância a ser percorrida pelo avião seja igual ao perímetro calculado no item anterior. Resultados sem contas não têm valor.

**Resposta 7c):** .....  
.....  
.....  
..... **7c) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Pergunta 7d) (0,3 ponto)** Ainda desprezando o movimento de rotação da Terra e supondo que a distância a ser percorrida pelo satélite é dada pelo perímetro da circunferência da Terra no plano do equador, calcule o dia e a hora em que o satélite (cuja velocidade é de 27.800 km/h) passará sobre a sua escola novamente. Resultados sem contas não têm valor.

**Resposta 7d):** .....  
.....  
.....  
..... **7d) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Questão 8) (1 ponto)** *Antes de ler o enunciado, leia as perguntas. Isso pode ajudá-lo.* Baseado nas duas questões anteriores você já deve ter concluído o quanto é difícil colocar um satélite em órbita da Terra e deve estar imaginando para que tanto trabalho. Contudo, a partir de satélites de sensoriamento remoto são obtidas imagens da superfície terrestre que servem para diferentes aplicações, tais como o monitoramento das queimadas. Em função das queimadas, o Brasil é considerado um dos países que mais contribui com a emissão de gases do efeito estufa, responsável pelo aquecimento do planeta. Sensores instalados em satélites de sensoriamento remoto são capazes de detectar a energia emitida pelos objetos na superfície da Terra, da mesma forma que os sensores da sua máquina fotográfica digital captam a energia refletida pelos objetos na faixa do espectro visível. Uma imagem digital é formada por milhões de pixels. O pixel é o menor elemento da imagem, ao qual é possível atribuir uma cor. Na forma digital, a tonalidade de cada pixel da imagem obtida pelo sensor do satélite é representada por um valor numérico variando de 0 (zero) a 15. Se o valor numérico de determinado pixel é 0 (zero), ele é representado em preto, significando que o sensor recebeu quase nenhuma radiação emitida da Terra. Se o valor numérico do pixel é 15 ele é representado em branco, significando que ele recebeu a máxima quantidade de emissão dos objetos sobre a superfície terrestre. Entre esses dois valores extremos há outros catorze, representados em vários tons de cinza, do mais escuro ao mais claro. É a partir dessas variações de tonalidade de cinza obtidas nas imagens dos satélites, que os cientistas conseguem, por exemplo, identificar as regiões de queimadas na superfície da Terra, bem como suas dimensões.

**Pergunta 8a) (0,5 ponto – 0,1 ponto cada acerto)** Ao orbitar em torno da Terra um satélite é capaz de observar diferentes cenários e objetos. Durante o verão, por exemplo, ao passar sobre a cidade do Rio de Janeiro os sensores do satélite poderão detectar a energia emitida pelo asfalto, areia e água da Praia de Copacabana. Ao passar pela região amazônica este mesmo satélite observará vários focos de queimada e, continuando em sua órbita em torno da Terra, detectará várias regiões cobertas de neve no Hemisfério Norte. Sabendo-se que quanto maior a temperatura de um objeto, maior é a energia por ele emitida, coloque em ordem crescente de temperatura as imagens de satélites obtidas do: 1) asfalto, 2) areia, 3) água, 4) neve e 5) queimadas.

<b>Resposta 8a):</b>

**8a) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Pergunta 8b) (0,5 ponto – 0,1 ponto cada acerto)** Baseado na escala de tons (do branco ao preto), associe cada objeto da coluna à esquerda à respectiva cor, da coluna da direita, com a qual seria representado em uma imagem de satélite.

- |                        |                  |
|------------------------|------------------|
| ( A ) Areia da praia   | ( ) Preto        |
| ( B ) Água do mar      | ( ) Cinza escuro |
| ( C ) Foco de incêndio | ( ) Cinza médio  |
| ( D ) Neve             | ( ) Cinza claro  |
| ( E ) Asfalto          | ( ) Branco       |

**8b) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

---

## AQUI COMEÇAM AS QUESTÕES DE ENERGIA

---

**Questão 9) (1 ponto)** Você já deve ter percebido que se está debaixo da lâmpada de iluminação pública vê muito menos estrelas, ou seja, não vê as menos brilhantes. Na verdade basta estarmos numa região urbana para vermos muito menos estrelas do que numa região rural. O brilho da Lua, principalmente da lua cheia, também nos impede de ver, à noite, as estrelas menos brilhantes, logo vemos menos estrelas.

**Pergunta 9a) (0,5 ponto)** A iluminação pública e de jardim malfeita, nos impede de ver as estrelas mais fracas. Se continuarmos assim, no futuro não veremos nenhuma estrela. Coloque um grande **X** sobre a luminária que não desperdiça luz, pois ilumina só o chão.



**9a) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

**Observação:** Se na sua casa tem luminária assim, explique para seus pais que eles estão desperdiçando energia, gastando mais dinheiro e poluindo o céu!

**Pergunta 9b) (0,5 ponto - 0,25 ponto cada acerto)** Escreva, abaixo, mais duas fontes de poluição luminosa diferente da iluminação pública inadequada e da poluição luminosa dos jardins das casas.

**Resposta 9b):** ..... e ..... **9b) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_

---

**Questão 10) (1 ponto)** Para produzir corrente elétrica (movimentar coletivamente os elétrons nos condutores) só precisamos girar um ímã permanente próximo de uma bobina feita com fios, por exemplo, de cobre (bobina é um fio enrolado com as pontas unidas). Também se pode girar a bobina e o ímã ficar parado, ou até mesmo girar ambos, desde que próximos entre si. Tudo o que precisamos é usar a natureza para girar o ímã, ou a bobina, ou ambos para gerar corrente elétrica. Podemos girar o ímã usando os ventos e chamamos a energia assim gerada de energia eólica. Podemos girar o ímã usando o vapor d'água aquecido pela queima de carvão, de madeira, de óleo diesel, de gás natural, de gás de biomassa ou pelo vapor d'água aquecido pela fissão de urânio ou, ainda, pela queda d'água, marés, etc. Podemos usar o Sol para gerar energia, porém de forma diferente daquela acima explicada.

**Pergunta 10) (0,1 ponto cada acerto)** Separe as “fontes” de energia acima grifadas entre aquelas que são renováveis e aquelas que não são renováveis.

**Não renováveis:** .....

**Renováveis:** .....

**10) - Nota obtida:** \_\_\_\_\_