



**O UNIVERSO EM ESCALA PLANETÁRIA**

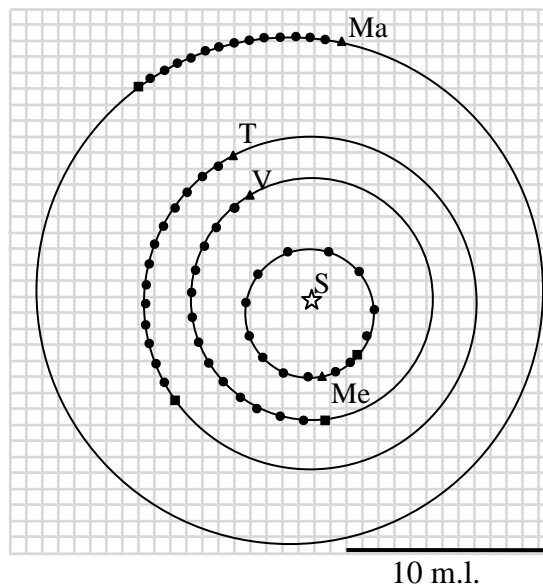
**LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:**

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos das 3ª e 4ª séries do ensino médio. Ela contém **vinte** questões.
- 02) Cada questão contém cinco alternativas, das quais apenas uma é correta.
- 03) A alternativa julgada correta deve ser assinalada na **Folha de Respostas**.
- 04) A **Folha de Respostas** com a identificação do aluno encontra-se na última página deste caderno e deverá ser entregue no final da prova.
- 05) A duração desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por, **no mínimo, noventa minutos**.
- 06) É vedado o uso de quaisquer tipos de calculadoras e telefones celulares.

**Dados:** Constante gravitacional  $6,7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ; Velocidade da luz no vácuo  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ; Massa da Terra  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ ; Massa do Sol  $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ ; Massa da Lua  $7,4 \times 10^{22} \text{ kg}$ ; Raio da Terra 6400 km; Aceleração da gravidade na Terra  $10 \text{ m/s}^2$ ; 1 UA = 150 milhões de km;  $\pi = 3$

O texto a seguir se refere às questões 1, 2, 3 e 10.

A figura ao lado mostra as posições dos planetas durante 15 semanas a partir de agosto de 2006. O triângulo na órbita de cada planeta marca sua posição na primeira semana e os quadrados na última semana. O segmento de reta abaixo indica a escala do gráfico em minutos luz (m.l.). (Adaptado de Bruce Thompson, "March of the planets", *Phys. Teach.*, **45**, 369-371, 2007.)



Ma - Marte  
T - Terra  
V - Vênus  
Me - Mercúrio  
S - Sol

1. Estime o raio da órbita de Marte.

- (a)  $25 \times 10^8 \text{ m}$
- (b)  $0,30 \times 10^{11} \text{ m}$
- (c)  $20 \times 10^{11} \text{ km}$
- (d)  $21 \times 10^{11} \text{ m}$
- (e)  $2,3 \times 10^{11} \text{ m}$

2. Estime qual é razão entre a velocidade orbital de Marte e da Terra.

- (a) 10    (b) 5    (c) 3    (d) 0,8    (e) 0,2

3. Usando a figura e sabendo que a massa de Marte é cerca de 11% da massa da Terra, faça uma estimativa da razão entre os momentos angulares de Marte e da Terra.

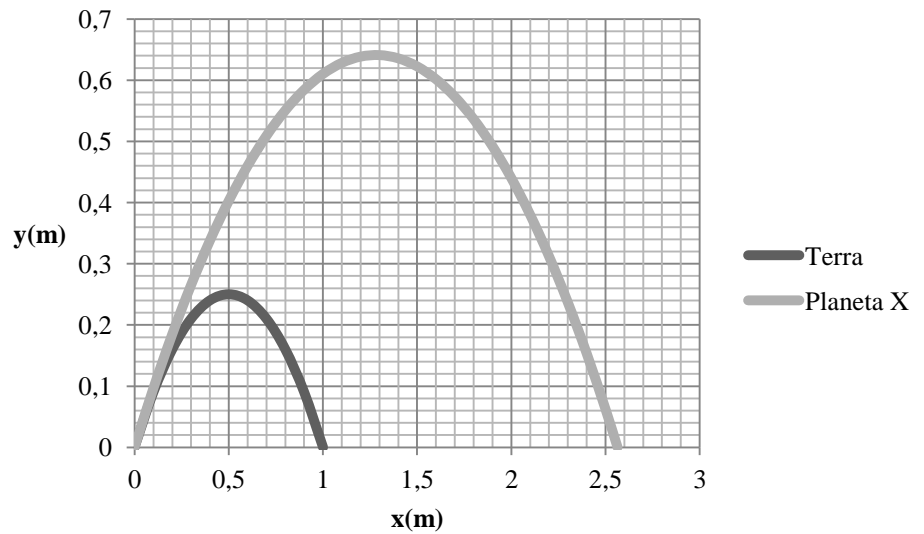
- (a) 0,50    (b) 0,0090    (c) 7,7    (d) 11    (e) 0,14

4. A massa da Terra é aproximadamente 80 vezes a massa da Lua. Das alternativas abaixo, qual mais se aproxima da razão entre a distância da Terra à Lua e a distância da Terra ao centro de massa do sistema Terra-Lua?

- (a) 78    (b) 79    (c) 80    (d) 81    (e) 82

5. A figura ao lado mostra a trajetória de um projétil lançado na superfície da Terra e na superfície de um planeta desconhecido (Planeta X). Desprezando-se a resistência do ar atmosférico, qual é, aproximadamente, a razão entre as massas da Terra e do Planeta X, sabendo-se que o planeta X tem seu raio 14% maior que o raio da Terra?

- (a) 10,3  
(b) 2,50  
(c) 2,00  
(d) 0,50  
(e) 0,10



O texto a seguir se refere às questões 6 a 9.

Em 06 de agosto de 2012 o veículo de exploração espacial Curiosity pousou na superfície de Marte. Este é o mais moderno de todos os veículos exploradores já construídos pela NASA e está sujeito a um ambiente bastante hostil com pressão atmosférica de 600Pa e temperaturas que podem variar entre  $-140^{\circ}\text{C}$  e  $20^{\circ}\text{C}$ , que são as temperaturas estimadas do planeta. Os braços do veículo são feitos de tubo de titânio e suas rodas de alumínio. O veículo está equipado com vários equipamentos para medidas de temperatura, velocidade do vento, análise do solo e de rochas. Entre os equipamentos está um que emite um potente laser que quando atinge uma rocha é capaz de criar um gás ionizado. Um espectrômetro analisa o espectro da luz emitida para identificar os elementos químicos que compõem a rocha. O veículo leva duas baterias de lítio de 8 ampères-hora. Durante a fase inicial de suas pesquisas, os painéis solares instalados devem ser capazes de produzir 900 watts-hora de energia por dia de Marte. Para que as baterias operem corretamente, elas devem ser mantidas numa caixa com temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ . O calor no interior da caixa isolante é produzido por uma combinação de aquecedores elétricos e aquecedores de radioisótopos.

6. Um balão, em Marte, está cheio de um certo gás na pressão manométrica de 100kPa, quando a temperatura é  $-153^{\circ}\text{C}$ . Qual é, aproximadamente, a pressão manométrica do gás na temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$  se o balão teve um aumento de 25% em seu volume? A pressão manométrica é a diferença entre a pressão real e a pressão atmosférica. Supor gás ideal e a pressão atmosférica de 1 kPa.

- (a) 202kPa    (b) 125kPa    (c) 50kPa    (d) 77kPa    (e) 53kPa

7. Um eixo cilíndrico de titânio, com diâmetro 3,0cm, se encaixa perfeitamente no furo de uma polia de alumínio quando a temperatura é  $-100^{\circ}\text{C}$ . Qual é, aproximadamente, a folga (diferença entre os diâmetros) que se estabelece nesse encaixe quando a temperatura é  $0^{\circ}\text{C}$ ? Dados: coeficiente de dilatação térmica do alumínio  $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  e coeficiente de dilatação térmica do titânio  $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

- (a) 38mm    (b) 1,5mm    (c) 0,53mm    (d) 0,017mm    (e) 0,042mm

8. Suponha que os componentes eletrônicos do Curiosity estejam dentro de uma caixa cúbica com aresta de 10cm, espessura de 3,0cm e feita de um material isolante térmico com condutividade térmica de  $0,05 \text{ J/msK}$ . Qual é a resistência térmica da caixa?

- (a) 8,5Ks/J    (b) 10K/W    (c) 50Ks/J    (d) 0,50K/W    (e) 150K/W

9. Durante quanto tempo uma lâmpada de 10W de potência e 12V de tensão poderia ficar ligada a uma bateria de 8Ah?

- (a) 12min (b) 124min (c) 576min (d) 1540min (e) 3027min

10. Usando a equação de Einstein  $E = mc^2$ , que relaciona energia e massa, estime que quantidade de massa que o Sol perde a cada segundo devido a radiação. Sabe-se que, aproximadamente, 1,3kJ de energia emitida pelo Sol atinge cada metro quadrado da atmosfera terrestre a cada segundo. Use os dados da figura da questão 1.

- (a)  $4,0 \times 10^9$ kg (b)  $3,0 \times 10^5$ kg (c)  $1,0 \times 10^3$ kg (d) 20kg (e) 0,10kg

O texto a seguir se refere às questões 11 a 13.

Johannes Kepler usou os dados experimentais de Tycho Brahe sobre o movimento dos planetas sem o uso de telescópios para determinar as órbitas elípticas dos planetas com o Sol num dos focos. Observou, também, que o vetor que sai do Sol e chega no planeta varre áreas iguais em tempos iguais. Além disso, notou que o período (T) da órbita ao quadrado é proporcional ao cubo de r, onde r é a média aritmética entre a menor distância do planeta ao Sol ( $R_{\min}$ ) e a maior distância do planeta ao Sol ( $R_{\max}$ ). Estas conclusões ficaram conhecidas como Leis de Kepler.

11. A distância média da Terra ao Sol é definida como 1 Unidade Astronômica (1 UA). Qual das equações abaixo nos dá a constante de proporcionalidade entre  $T^2$  e  $r^3$ ?

- (a)  $1 \text{ ano}^2/\text{UA}^3$   
(b)  $1 \text{ UA}^3/\text{ano}^2$   
(c) 1 (adimensional)  
(d) 1 ano/UA  
(e) 1 UA/ano

12. A Estação Espacial Internacional (EEI) orbita a Terra a uma altura de 340km. Qual é, aproximadamente, a velocidade orbital da EEI em km/h?

- (a) 30 (b) 300 (c) 3000 (d) 30000 (e) 300000

13. Quantas vezes por dia, aproximadamente, a EEI contorna a Terra?

- (a) 1 (b) 5 (c) 16 (d) 34 (e) 122

14. Devido principalmente à topografia de Marte, muitos cientistas acreditam que há bilhões de anos poderia ter havido água naquele planeta. Outras evidências mostram o contrário. O debate se acirrou quando o veículo exploratório *Opportunity* encontrou um mineral que seria gipsita. Na Terra a gipsita é encontrada em regiões onde houve evaporação de água. A razão para o intenso debate é que se de fato algum dia houve água em Marte, a chance de ter havido vida aumenta muito. A pressão atmosférica média em Marte é 600Pa (0,006atm) e a temperatura na superfície do planeta varia entre  $-143^\circ\text{C}$  e  $27^\circ\text{C}$ . Considere agora a figura que mostra o diagrama de fase da água pura.

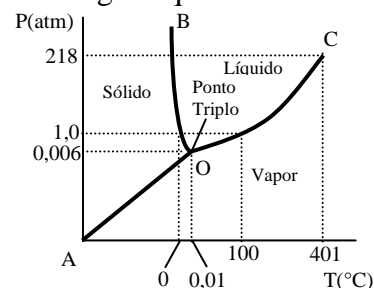
I - No ponto O é possível encontrar a água coexistindo nas três fases.

II - Variando-se a temperatura e /ou a pressão, a água pode passar da fase sólida diretamente para a gasosa.

III - A condensação ocorre quando a água passa de uma região para outra delimitada pela linha AO.

A partir das afirmações acima, podemos dizer que

- (a) Somente I está errada  
(b) I e III estão corretas  
(c) I e II estão corretas  
(d) Todas estão erradas  
(e) Todas estão corretas



15. O cometa Halley é conhecido desde a antiguidade e é o único cometa de período curto que pode ser visto a olho nu da Terra. Sua órbita em torno do Sol tem um período de, aproximadamente, 75 anos. O periélio\* do cometa Halley é, aproximadamente, 0,6 UA. Estime o valor do \*\*afélio do cometa.

\*Periélio é o ponto da órbita de um corpo celeste que está mais próximo do Sol

\*\* Afélio é o ponto da órbita de um corpo celeste que está mais afastado do Sol

Dado:  $\sqrt[3]{45} = 3,6$

- (a) 15 UA (b) 20 UA (c) 25 UA (d) 30 UA (e) 35 UA

16. Júpiter tem um período de revolução em torno do Sol 12 vezes maior que o período de revolução da Terra. Supondo órbitas circulares, qual é a razão entre a aceleração orbital da Terra pela de Júpiter?

- (a) 1 (b) 12 (c)  $12^{1/3}$  (d)  $12^{4/3}$  (e)  $12^{3/4}$

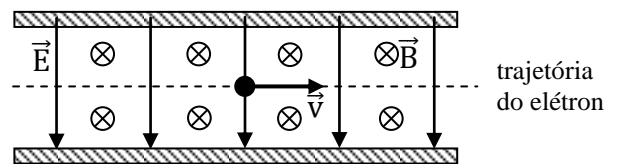
17. Se um garoto de 16 anos terrestres tivesse nascido num planeta que se move numa órbita circular em torno do Sol com velocidade orbital que é o dobro da velocidade orbital da Terra, qual seria a idade do garoto em anos desse planeta?

- (a) 2 (b) 4 (c) 8 (d) 32 (e) 64

18. Dois gêmeos André e Bruno se encontram no planeta Terra no momento em que André faz uma viagem de ida e volta para a estrela Alfa do Centauro distante, aproximadamente, 4,5 anos-luz. Sabendo que a nave viajou a uma velocidade constante de 0,6 da velocidade da luz e que após a chegada na estrela ele imediatamente fez o seu retorno à Terra, qual é a diferença de idade entre os gêmeos após a chegada de André?

- (a) 3 anos (b) 6 anos (c) 9 anos (d) 12 anos (e) 15 anos

19. No tubo de imagens de uma TV um elétron de massa  $m$  e carga  $q$ , em módulo, penetra numa região onde existem três campos uniformes: o campo elétrico  $\vec{E}$ , o campo de indução magnética  $\vec{B}$  e o campo gravitacional  $\vec{g}$ . Se o elétron atravessa a região sem ser desviado, como indica a figura ao lado, e desprezando-se qualquer efeito dissipativo, qual é o módulo da velocidade do elétron?



- (a)  $\frac{E}{B}$  (b)  $\frac{qB}{E}$  (c)  $\frac{E}{B} + \frac{mg}{qB}$  (d)  $\frac{E}{B} - mg$  (e)  $\frac{1}{B} \left( E - \frac{mg}{q} \right)$

20. O espectro da luz emitida pelas estrelas pode ajudar os astrofísicos na determinação dos elementos que as compõem. Um efeito similar ao efeito Doppler ocorre com a luz das estrelas: se o objeto que emite luz está se movendo em nossa direção o comprimento de onda parece menor (deslocamento para o azul) e se o objeto está se afastando o comprimento de onda parece maior (deslocamento para o vermelho). Assim, o efeito Doppler altera o espectro da luz. Também, o deslocamento do espectro depende da velocidade com que o emissor está se movendo. Portanto, os astrofísicos podem desta forma determinar a velocidade  $v$  de uma galáxia em relação à Terra. Este é um efeito relativístico cujas frequências estão relacionadas por  $f^2 = f_0^2 (1 - \beta) / (1 + \beta)$ , onde  $\beta = v/c$ . Uma linha espectral de uma certa estrela tem 500nm e nela é observado um deslocamento para o vermelho para 1500nm. A velocidade com que esta estrela se afasta da Terra é:

- (a) 0,33c (b) 0,50c (c) 0,80c (d) 1,2c (e) 0,70c

**OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA**  
**FOLHA DE RESPOSTAS NÍVEL III – ENSINO MÉDIO**  
**Alunos do 3ª série e 4ª (ensino técnico)**

**PREENCHER USANDO LETRA DE FORMA**

NOME: \_\_\_\_\_

FONE P/CONTATO: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ E-MAIL: \_\_\_\_\_

ESCOLA: \_\_\_\_\_

MUNICÍPIO: \_\_\_\_\_ ESTADO: \_\_\_\_\_

ASSINATURA: \_\_\_\_\_

questão	alternativa				
	a	b	c	d	e
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					