



# OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2013

1ª FASE – 18 de maio de 2013

## NÍVEL II

Ensino Médio - 1ª e 2ª séries



### O UNIVERSO EM ESCALA PLANETÁRIA

#### LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos das 1ª e 2ª séries do ensino médio. Ela contém **vinte e cinco** questões.
- 02) Os alunos da **1ª série** devem escolher livremente **vinte** questões para resolver.
- 03) Os alunos da **2ª série** devem responder **vinte** questões, **excetuando** as questões **01, 02, 03, 04 e 05**.
- 04) Cada questão contém cinco alternativas, das quais apenas uma é correta.
- 05) A alternativa julgada correta deve ser assinalada na **Folha de Respostas**.
- 06) A **Folha de Respostas** com a identificação do aluno encontra-se na última página deste caderno.
- 07) A duração desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por, **no mínimo, noventa minutos**.
- 08) É vedado o uso de quaisquer tipos de calculadoras e telefones celulares.

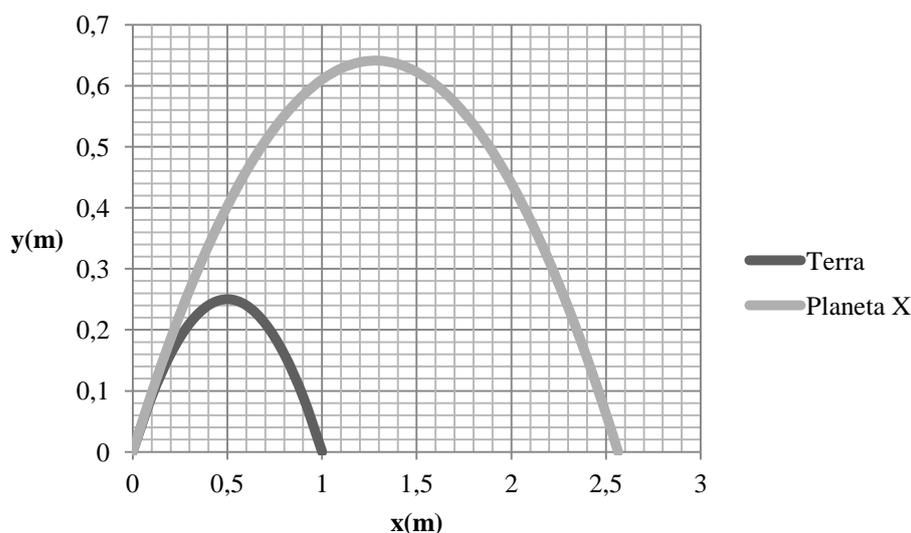
**Dados:** Constante gravitacional  $6,7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ; Velocidade da luz no vácuo  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ; Massa da Terra  $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ ; Massa do Sol  $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ ; Massa da Lua  $7,4 \times 10^{22} \text{ kg}$ ; Raio da Terra  $6400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

1. (**exclusiva da 1ª série**) A aceleração da gravidade na Lua é aproximadamente  $1/6$  da terrestre. Um astronauta de  $600 \text{ N}$  na Terra tem sua massa na lua de aproximadamente  
(a)  $60 \text{ kg}$  (b)  $600 \text{ kg}$  (c)  $100 \text{ kg}$  (d)  $360 \text{ kg}$  (e)  $10 \text{ kg}$

2. (**exclusiva da 1ª série**) Um astronauta na superfície de um planeta lança uma moeda verticalmente para cima e nota que a moeda atinge uma altura de aproximadamente  $12 \text{ m}$  acima do ponto de lançamento e leva  $2 \text{ s}$  para retornar ao ponto em que foi lançada. Se o astronauta tem massa de  $80 \text{ kg}$ , qual é seu peso neste planeta?  
(a)  $40 \text{ N}$  (b)  $80 \text{ N}$  (c)  $160 \text{ N}$  (d)  $320 \text{ N}$  (e)  $1920 \text{ N}$

3. (**exclusiva da 1ª série**) Uma nave espacial acelera, com aceleração constante de  $10 \text{ m/s}^2$  e a partir do repouso, até atingir a velocidade limite de  $0,2\%$  da velocidade da luz. Quanto tempo leva a luz para percorrer a distância que a nave percorre até atingir sua velocidade limite? Despreze os efeitos relativísticos.  
(a)  $1 \text{ milissegundo}$  (b)  $1 \text{ segundo}$  (c)  $1 \text{ minuto}$  (d)  $1 \text{ hora}$  (e)  $1 \text{ dia}$

4. (**exclusiva da 1ª série**) A figura ao lado mostra o lançamento de um projétil na superfície da Terra e na superfície de um planeta desconhecido (Planeta X). Desprezando-se a resistência do ar atmosférico. Qual é, aproximadamente, a aceleração da gravidade, em  $\text{m/s}^2$ , no Planeta X?  
(a)  $32$  (b)  $25$  (c)  $12$  (d)  $4$  (e)  $1$



5. (exclusiva da 1ª série) A órbita da Lua em torno da Terra tem raio de  $3,8 \times 10^5$  km. Das alternativas abaixo, qual mais se aproxima da distância da Terra ao centro de massa do sistema Terra-Lua?  
 (a)  $5,0 \times 10^3$  km (b)  $8,0 \times 10^3$  km (c)  $2,0 \times 10^4$  km (d)  $5,0 \times 10^5$  km (e)  $2,0 \times 10^3$  km

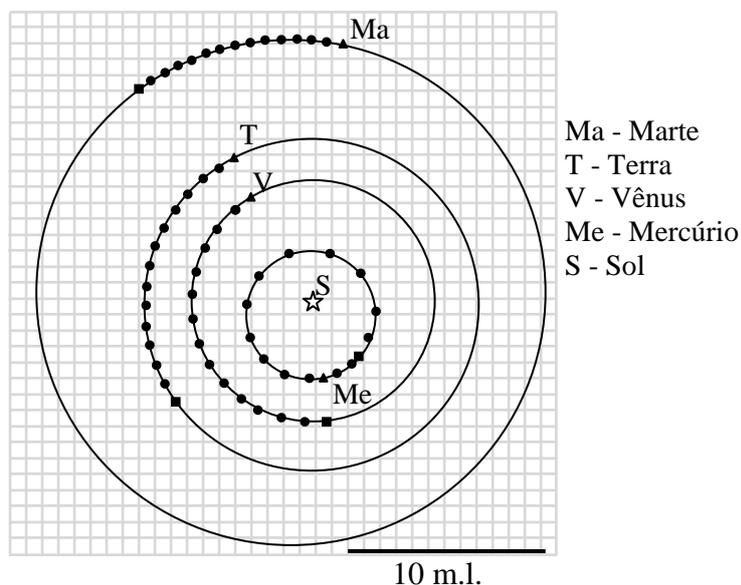
6. Existe um ponto sobre a reta que une os centros da Terra e da Lua em que a força gravitacional total é nula. Encontre, aproximadamente, a razão entre a distância da Terra à Lua e a distância da Terra a este ponto sabendo-se que a massa da Terra é cerca de 80 vezes a massa da Lua.  
 (a) 0,9 (b) 0,7 (c) 0,5 (d) 0,3 (e) 0,1

7. Uma nave espacial aterriza na superfície de um planeta desconhecido e um dos astronautas quer determinar a aceleração da gravidade local usando um pêndulo simples de 1,0m de comprimento. Se o período do pêndulo é 6,0s, qual é o valor da aceleração da gravidade no planeta?  
 (a)  $1,1 \text{ m/s}^2$  (b)  $1,6 \text{ m/s}^2$  (c)  $0,80 \text{ m/s}^2$  (d)  $0,51 \text{ m/s}^2$  (e)  $2,4 \text{ m/s}^2$

8. Alguns satélites de comunicação são postos em órbitas acima do equador de tal forma que permanecem estacionários em relação a um certo ponto da Terra, ou seja, o período da órbita é igual ao período de rotação da Terra. Tais órbitas são chamadas geoestacionárias. Qual é, aproximadamente, a razão entre a aceleração da gravidade e a aceleração de um satélite geoestacionário sabendo-se que o raio da órbita do satélite é aproximadamente 6,6 vezes o raio da Terra?  
 (a) 1,5 (b) 7,0 (c) 36 (d) 44 (e) 343

O texto abaixo se refere às questões 9, 10 e 15.

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.)



9. Estime qual é a razão entre a velocidade orbital de Marte e da Terra.  
 (a) 10 (b) 5 (c) 3 (d) 0,8 (e) 0,2

10. Qual é, aproximadamente, em anos terrestres, o período da órbita de Marte?  
 (a) 7 (b) 14 (c) 140 (d) 700 (e) 7000

O texto abaixo se refere às questões 11 a 13.

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 600 Pa 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°C. O calor no interior da caixa isolante é produzido por uma combinação de aquecedores elétricos e aquecedores de radioisótopos.

11. O coeficiente de dilatação térmica do titânio é de  $0,90 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$ . Qual é, aproximadamente, a variação no comprimento de 1m de titânio quando a temperatura variar de -140°C a 20°C?

- (a) 1,0mm (b) 0,14mm (c) 1,4mm (d) 0,05mm (e) 0,4mm

12. Sabe-se que a caixa que armazena os componentes eletrônicos do *Curiosity* tem resistência térmica de 10J/s°C. Qual deve ser a potência máxima do sistema de aquecimento da caixa quando o veículo estiver numa situação em que a temperatura externa seja de -140°C?

- (a) 7W (b) 14W (c) 16W (d) 21W (e) 25W

13. Um balão em Marte está cheio de um certo gás na temperatura é 27°C. Qual é a razão entre os volumes inicial e final do balão se a pressão se mantém constante e a temperatura mudou para -123°C? Supor que o gás é ideal.

- (a) 2,0 (b) 4,5 (c) 1,0 (d) 0,2 (e) 0,5

14. Uma placa coletora de energia solar é usada para aquecer água. A cada minuto 10 litros de água a 20°C entram na placa e saem a 35°C. Admitindo que a placa tenha 80% de eficiência, que quantidade de energia solar a placa recebe a cada segundo?

Dados: calor específico da água = 4kJ/kgK e densidade da água =  $10^3 \text{ kg/m}^3$ .

- (a) 600kJ (b) 480kJ (c) 12,5kJ (d) 10,0kJ (e) 8,0kJ

15. Aproximadamente 1,3kJ de energia emitida pelo Sol atinge cada metro quadrado da atmosfera terrestre em 1 segundo. Quanta energia o Sol emite a cada segundo? Use a figura da questão 9 para estimar a distância do Sol à Terra.

- (a)  $4 \times 10^{23} \text{ kJ}$  (b)  $2 \times 10^{20} \text{ kJ}$  (c)  $6 \times 10^{16} \text{ kJ}$  (d)  $3 \times 10^{10} \text{ kJ}$  (e)  $2 \times 10^8 \text{ kJ}$

16. De acordo com a NASA, a atmosfera de Marte é composta principalmente de dióxido de carbono, com densidade de  $0,015 \text{ kg/m}^3$  e pressão atmosférica de 600Pa. Com isto, a velocidade do som em Marte é 240m/s, um pouco menor que a velocidade do som na Terra que é 340m/s. Qual das alternativas mais se aproxima da razão entre a frequência de um som na Terra e a frequência do mesmo som em Marte?

- (a) 1,0 (b) 1,4 (c) 0,7 (d) 0,4 (e) 0,2

O texto abaixo se refere às questões 17 a 20.

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.

17. Qual das relações está de acordo com o que diz o texto?

(a)  $T^3 = a(R_{\max} + R_{\min})^2$

(b)  $T^3 = a \frac{(R_{\max} - R_{\min})^3}{8}$

(c)  $T = a \frac{(R_{\max} - R_{\min})^{3/2}}{8}$

(d)  $T^2 = a \frac{(R_{\max} + R_{\min})^{2/3}}{3}$

(e)  $T^2 = a(R_{\max} + R_{\min})^3$

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

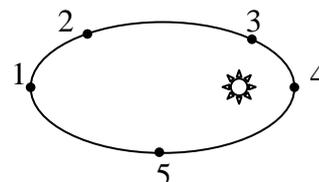
- (a)  $1 \text{ ano}^2/\text{UA}^3$
- (b)  $1 \text{ UA}^3/\text{ano}^2$
- (c) 1 (adimensional)
- (d)  $1 \text{ ano}/\text{UA}$
- (e)  $1 \text{ UA}^2/\text{ano}^3$

19. Júpiter tem um período de revolução em torno do Sol 12 vezes maior que o período de revolução da Terra. Qual alternativa mais se aproxima da razão entre as distâncias médias de Júpiter ao Sol e da Terra ao Sol?

- (a) 1    (b) 2    (c) 3    (d) 4    (e) 5

20. A figura mostra a órbita elíptica de um planeta em torno do Sol. Em que ponto a velocidade do planeta é maior?

- (a) 1    (b) 2    (c) 3    (d) 4    (e) 5



21. No espaço livre, a velocidade da radiação ultravioleta comparada com a radiação visível é

- (a) muito maior    (b) um pouco maior    (c) a mesma    (d) um pouco menor    (e) muito menor

22. A Estação Espacial Internacional (EEI) orbita a Terra a uma altura de 340km. Qual é, em  $\text{m/s}^2$ , a aceleração da gravidade na EEI?

- (a) 8,8    (b) 9,8    (c) 5,4    (d) 0,50    (e) 0,01

23. Uma nave tem forma de disco circular de 28m de raio e está em uma missão espacial. Para simular uma aceleração da gravidade de  $10 \text{ m/s}^2$  na periferia da nave, esta é posta a girar em torno do eixo de simetria do disco com velocidade angular de

- (a)  $30 \text{ rad/s}^2$     (b)  $1,0 \text{ rad/s}^2$     (c)  $0,1 \text{ rad/s}^2$     (d)  $0,3 \text{ rad/s}^2$     (e)  $0,6 \text{ rad/s}^2$

24. Com a finalidade de obter valores positivos em locais onde correspondem a valores negativos na escala Celsius, um cientista criou uma escala termométrica X. Comparando-se a escala X com a escala Celsius tem-se  $40^\circ\text{C}$  correspondendo a  $30^\circ\text{X}$  e  $-10^\circ\text{C}$  correspondendo a  $50^\circ\text{X}$ . Sabendo que a temperatura de Júpiter é de aproximadamente  $-121^\circ\text{C}$ , qual é o valor correspondente a esta temperatura na escala X?

- (a) 2X    (b) 13X    (c) 27X    (d) 52X    (e) 94X

25. O acelerador de partículas é um equipamento essencialmente constituído de uma fonte de partículas eletricamente carregadas, expostas a campos elétricos que as aceleram. Após a aceleração, elas passam por um campo magnético que as desvia de suas trajetórias, focalizando-as e controlando suas direções. Exemplos de aceleradores de partículas vão desde os pequenos tubos de raios catódicos - que levaram à descoberta do elétron e do raio-X e que tem aplicações na geração de imagens nos tubos de TV e na medicina - até os maiores e mais poderosos aceleradores, como o Grande Colisor de Hádrons (em inglês: *Large Hadron Collider – LHC*), que levou à descoberta experimental da partícula (Bóson) de Higgs, ocorrida em 2012. Um feixe de prótons é mantido em órbita circular com velocidades próximas à velocidade da luz no vácuo. Os feixes percorrem longos tubos, que juntos formam uma circunferência de aproximadamente 27km de comprimento, onde é feito vácuo. Desprezando efeitos relativísticos, qual é, aproximadamente, o número de voltas por segundo que cada próton realiza?

- (a)  $10^2$     (b)  $10^3$     (c)  $10^4$     (d)  $10^5$     (e)  $10^6$

**OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA**  
**FOLHA DE RESPOSTAS NÍVEL II – ENSINO MÉDIO**  
**Alunos da 1ª e 2ª série**

**PREENCHER USANDO LETRA DE FORMA**

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

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

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

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

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

		alternativa				
	questão	a	b	c	d	e
1ª série	01					
1ª série	02					
1ª série	03					
1ª série	04					
1ª série	05					
	06					
	07					
	08					
	09					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					