

# Olimpíada Brasileira de Física 2010



## 1ª fase

prova para alunos do 2º e 3º anos



### LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos dos 2º e 3º anos do ensino médio. Ela contém **trinta** questões.
- 02) Os alunos do **2º ano** devem escolher livremente **vinte** questões para resolver.
- 03) Os alunos do **3º ano** devem também escolher **vinte** questões para resolver, **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 e deverá ser entregue no final da prova.
- 07) A duração desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo noventa minutos**.
- 09) É vedado o uso de quaisquer tipos de calculadoras e telefones celulares.

Use quando necessário:

$g = 10\text{m/s}^2$  (aceleração gravitacional local)

$\pi = 3$

### Galileu Galilei (1564 – 1642)

Foi um físico, matemático, astrônomo e filósofo italiano que teve um papel preponderante na chamada revolução científica. Galileu Galilei desenvolveu os primeiros estudos sistemáticos do movimento uniformemente acelerado e do movimento do pêndulo. Descobriu a lei dos corpos e enunciou o princípio da inércia e o conceito de referencial inercial, idéias precursoras da mecânica newtoniana. Galileu melhorou significativamente o telescópio refrator e com ele descobriu as manchas solares, as montanhas da Lua, as fases de Venus, quatro dos satélites de Júpiter, os anéis de Saturno, as estrelas da Via Láctea. Estas descobertas contribuíram decisivamente na defesa do heliocentrismo. Contudo a principal contribuição de Galileu foi para o método científico, pois a ciência baseava-se numa metodologia aristotélica. O método empírico, defendido por Galileu, constitui um corte com o método aristotélico mais abstrato utilizado nessa época, devido a este Galileu é considerado como o "pai da ciência moderna".  
(adaptado de [http://pt.wikipedia.org/wiki/Galileo\\_Galilei](http://pt.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei))

01) Análise as seguintes afirmativas abaixo e indique qual a incorreta.

- a) Todo corpo permanece em movimento uniforme caso não haja ação de uma força externa.
- b) Corpos em queda livre, soltos de uma mesma altura, chegam ao solo com velocidades que variam de acordo com sua massa.
- c) A velocidade de queda livre de um corpo depende apenas da massa da Terra.
- d) As leis da mecânica são as mesmas em qualquer referencial inercial.
- e) No sistema Terra-Sol, o Sol pode ser considerado um centro de referencial inercial.

02) Porque uma bola futebol pode alcançar uma velocidade maior num estádio de futebol a 3.000 metros de altitude em comparação com um estádio situado ao nível do mar, considerando como parâmetro o chute do mesmo jogador.

- a) A massa da bola é menor.
- b) O peso da bola varia.
- c) A pressão interna da bola é menor.
- d) A pressão interna da bola é maior.
- e) O ar é mais rarefeito.

03) Você gostaria de medir a profundidade  $h$  de um poço deixando cair uma moeda e medindo o tempo entre o início da queda e o retorno do som devido a colisão com o fundo. Para um tempo medido de 2 s qual a profundidade  $h$ ? (desconsidere o efeito da velocidade finita do som)

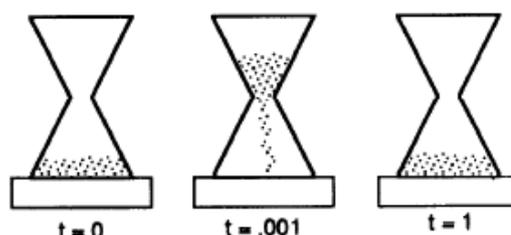
- a) 10 m
- b) 20 m
- c) 30 m
- d) 40 m
- e) 50 m



04) Considere novamente o problema 2) só que neste caso leve em consideração a velocidade do som e adote-a como sendo 300 m/s. Calcule novamente a altura corrigida do poço.

- a) 16 m    b) 25 m    c) 19 m    d) 29 m    e) 39 m

05) Uma ampulheta composta por dois recipientes de vidro separados por uma pequena abertura é posicionada sobre uma balança conforme a figura abaixo. Em  $t=0$  toda a areia está na parte de baixo. Em  $t = 0,001$  h, após a ampulheta ser virada, a areia cai para a parte de baixo e em  $t = 1$  hora todo o material está na parte de baixo novamente. O que acontece no mostrador da balança a medida que a areia cai.



- a) O mostrador permanece constante.
- b) O mostrador sempre anota um peso menor.
- c) O mostrador sempre anota um peso maior.
- d) O mostrador aumenta o seu valor com relação ao peso em  $t=0$ , à medida que a areia cai, voltando novamente ao valor inicial em  $t=1$  h.
- e) O mostrador diminui o seu valor com relação ao peso em  $t=0$ , à medida que a areia cai, voltando novamente ao valor inicial em  $t=1$  h.

**Johannes Kepler (1571 – 1630)**

Foi um astrônomo, matemático e astrólogo alemão e uma das figuras-chave da revolução científica do século XVII. É mais conhecido por formular as três leis fundamentais da mecânica celeste, conhecidas como Leis de Kepler, codificada por astrônomos posteriores com base em suas obras *Astronomia Nova*, *Harmonices Mundi*, e *Epítome da Astronomia de Copérnico*. Elas também forneceram uma das bases para a teoria da gravitação universal de Isaac Newton. Também fez um trabalho fundamental no campo da óptica, inventou uma versão melhorada do telescópio refrator (o telescópio de Kepler) e ajudou a legitimar as descobertas telescópicas de seu contemporâneo Galileo Galilei. Foi um defensor do heliocentrismo. Kepler conseguiu determinar as diferentes posições da Terra após cada período sideral de Marte, e assim conseguiu traçar a órbita da Terra. Descobriu que essa órbita era muito bem descrita por um círculo excêntrico, isto é, com o Sol um pouco afastado do centro. Kepler conseguiu também determinar a órbita de Marte, ajustando-a através de uma elipse sendo que o Sol coincidia com um dos focos.

(adaptado de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Kepler>)

06) Qual das alternativas abaixo é uma afirmação incorreta com relação às leis de Kepler:

- a) A velocidade orbital de um planeta permanece constante durante todo o período orbital.
- b) A velocidade orbital do planeta é maior quando este se aproxima do Sol.
- c) A velocidade orbital do planeta é menor quando este se afasta do Sol.
- d) Planetas descrevem órbitas elípticas ao redor do Sol.
- e) O Sol esta num dos focos da elipse que representa a órbita de um planeta.

07) Qual a velocidade orbital da Terra considerando que seu raio médio é de 150.000.000 km.

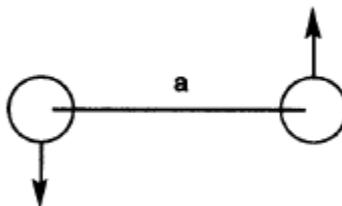
- a) 10 km/s    b) 10 km/h    c) 30 km/s    d) 30 km/h    e) 50 m/s

08) Retome o problema 7). Fazendo uma composição da velocidade orbital com a velocidade devido a rotação da Terra, na sua superfície, faça uma estimativa da máxima velocidade que um observador posicionado no referencial do Sol observaria de um objeto na superfície da Terra. (adote como diâmetro médio da Terra 12.000 km)

- a) 9,6 km/s    b) 10 km/s    c) 1000 m/s    d) 30,4 km/s    e) 410 m/s

09) Uma das técnicas utilizadas para se determinar a massa de uma estrela num sistema de estrelas binárias é baseada na medida da distância  $a$  (separação entre as estrelas – vide figura a seguir) através de uma técnica chamada de paralaxe e do período de revolução do sistema  $T$ . Suponha que as estrelas tem massas iguais a  $m$ . Determine o valor de  $m$  em função de  $T$  e  $a$ .

- a)  $\frac{\pi^2 a^3}{T^2}$
- b)  $\frac{2\pi^2 a^3}{T^2}$
- c)  $\frac{4\pi^2 a^3}{T^2}$
- d)  $\frac{8\pi^2 a^3}{T^2}$
- e)  $\frac{4\pi^2 T^2}{a^3}$

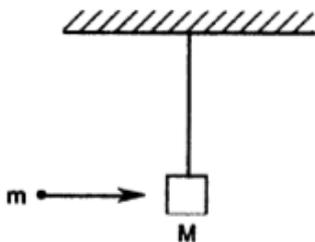


### Isaac Newton (1643-1727)

Cientista inglês, mais reconhecido como físico e matemático, embora tenha sido também astrônomo, alquimista, filósofo natural e teólogo. Sua obra, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, é considerada uma das mais influentes em História da ciência. Publicada em 1687, esta obra descreve a lei da gravitação universal e as três leis de Newton, que fundamentaram a mecânica clássica. Ao demonstrar a consistência que havia entre o sistema por si idealizado e as leis de Kepler do movimento dos planetas, foi o primeiro a demonstrar que o movimento de objetos, tanto na Terra como em outros corpos celestes, são governados pelo mesmo conjunto de leis naturais. O poder unificador de suas leis era centrado na revolução científica, no avanço do heliocentrismo e na difundida noção de que a investigação racional pode revelar o funcionamento mais intrínseco da natureza. Entre 1670 e 1672 trabalhou intensamente em problemas relacionados com a óptica e a natureza da luz. Newton demonstrou, de forma clara e precisa, que a luz branca é formada por uma banda de cores (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta) que podiam separar-se por meio de um prisma. Como resultado de muito estudo, concluiu que qualquer telescópio "refrator" sofreria de uma aberração hoje denominada "aberração cromática", que consiste na dispersão da luz em diferentes cores ao atravessar uma lente. Para evitar esse problema, Newton construiu um "telescópio refletor" (conhecido como telescópio newtoniano). Isaac Newton acreditava que existiam outros tipos de forças entre partículas, conforme diz na obra *Principia*. Essas partículas, capazes de agir à distância, agiam de maneira análoga à força gravitacional entre os corpos celestes. (adaptado de [http://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac\\_Newton](http://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton))

10) Considere o pêndulo balístico como indicado na figura abaixo. Um projétil  $m$  de massa 10 g é lançado sobre o pêndulo  $M$  de massa 2 kg. Após a colisão o projétil fica preso ao corpo  $M$  e este se eleva a uma altura de 20 cm acima do nível de repouso. Determine qual a velocidade inicial do projétil.

- a) 10m/s
- b) 100 m/s
- c) 200 m/s
- d) 300 m/s
- e) 400 m/s

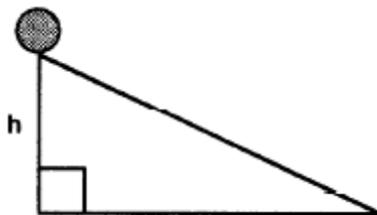


11) Um homem de 55 anos de idade tem um ponto próximo de aproximadamente 100 cm. Qual a lente que ele necessita utilizar para que ele consiga enxergar um objeto com nitidez a 25 cm? (determine o foco desta lente).

- a) +20 cm
- b) -33,3 cm
- c) +33,3 cm
- d) -25 cm
- e) +100 cm

12) Uma esfera de massa  $m$  desliza sem rolar num plano inclinado conforme indicado na figura abaixo. Determine a velocidade da esfera no ponto mais baixo do plano (use  $g$  como aceleração gravitacional e desconsidere o atrito entre as superfícies).

- a)  $\sqrt{gh}$
- b)  $\sqrt{4gh}$
- c)  $2gh$
- d)  $\sqrt{2gh}$
- e)  $gh$

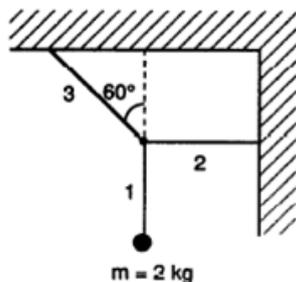


13) Retomando o problema 12). Caso haja atrito entre as superfícies a esfera rola sem deslizar. Indique qual das alternativas abaixo é incorreta.

- a) A velocidade de rotação da esfera permanece constante ao longo de todo o plano inclinado.
- b) Parte da energia potencial gravitacional é transformada em energia cinética de rotação.
- c) No ponto mais baixo do plano a energia potencial gravitacional será mínima.
- d) A energia cinética de translação é máxima no ponto mais baixo do plano.
- e) A velocidade de translação no ponto mais baixo do plano é menor que a obtida no problema 12).

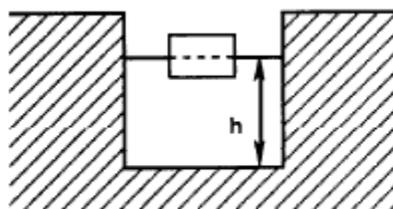
14) Encontre a tensão  $T_2$  na corda 2 para o sistema em equilíbrio da figura abaixo. ( $\cos 60^\circ = 0,5$  ;  $\sin 60^\circ = 0,87$ )

- a) 19,6 N
- b) 39,2 N
- c) 0 N
- d) 17,0 N
- e) 34,8 N



15) Considere um navio de volume  $V$  flutuando numa piscina quadrada (cheia de água – vide figura abaixo) de forma que uma fração  $f$  do volume do navio se encontra abaixo do nível da água  $h$ . Considere que a área da superfície da piscina é  $A$ . Determine quanto o nível  $h$  aumenta/diminui caso o navio afunde.

- a) aumenta de  $V/A$
- b) diminui de  $V/A$
- c) diminui de  $fV/A$
- d) aumenta de  $fV/A$
- e) não varia



**Ludwig Eduard Boltzmann (1844 — 1906)**

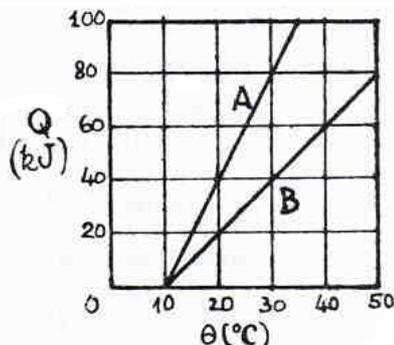
Físico austríaco, conhecido pelo seu trabalho nos campos da termodinâmica e física estatística. É considerado junto com Josiah Willard Gibbs e James Clerk Maxwell os fundadores da mecânica estatística. Foi defensor da teoria atômica, numa época em que esta era bem controversa. Em 1863 iniciou os seus estudos em física na universidade de Viena e em 1866 terminou o seu doutoramento na mesma universidade com uma tese sobre teoria cinética de gases sob a supervisão de Joseph Stefan. Ele foi enterrado em Viena e na sua tumba está escrita a famosa equação da física estatística  $S = K \ln \Omega$ .  $S$  é a entropia do sistema,  $K$  a constante de Boltzmann e  $\Omega$  o número de microestados possíveis para o sistema. (adaptado de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Boltzmann>)

16) No laboratório, duas quantidades do mesmo líquido são misturadas. A massa do líquido mais quente  $m_1$  é o dobro da massa do líquido mais frio  $m_2$ . Da mesma forma, a temperatura do líquido mais quente  $T_1$  é o dobro da temperatura do líquido mais frio  $T_2 = 30^\circ \text{C}$ . Determine a temperatura de equilíbrio da mistura.

- a)  $40^\circ \text{C}$
- b)  $45^\circ \text{C}$
- c)  $50^\circ \text{C}$
- d)  $55^\circ \text{C}$
- e)  $35^\circ \text{C}$

17) Dois corpos A e B são aquecidos. Nos gráficos abaixo  $\theta(^\circ\text{C})$  representa a temperatura dos corpos e  $Q$  (kJ) a quantidade de calor absorvida. Qual é a Capacidade Calorífica de cada corpo A e B (respectivamente em  $\text{kJ}/^\circ\text{C}$ )?

- a) 2,0 e 4,0
- b) 2,0 e 3,0
- c) 3,0 e 2,0
- d) 5,0 e 2,0
- e) 4,0 e 2,0

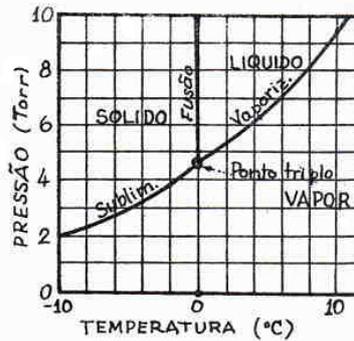


18) Um termômetro com escala linear, porém arbitrária (indicada como X), marca  $10^\circ \text{X}$  no ponto de fusão do gelo e  $200^\circ \text{X}$  no ponto de ebulição da água. Qual é a leitura deste termômetro no ponto de ebulição do álcool etílico  $T_e = 78^\circ \text{C}$ .

- a)  $100^\circ \text{X}$
- b)  $158^\circ \text{X}$
- c)  $165^\circ \text{X}$
- d)  $175^\circ \text{X}$
- e)  $190^\circ \text{X}$

19) O diagrama de estado abaixo pertence a água. Sob a pressão de 7,0 Torr (1 Torr = 1 mmHg), qual a temperatura que a água ferve?

- a)  $-10^{\circ}\text{C}$
- b)  $+10^{\circ}\text{C}$
- c)  $-6^{\circ}\text{C}$
- d)  $+6^{\circ}\text{C}$
- e)  $100^{\circ}\text{C}$



**James Clerk Maxwell (1831 – 1879)**

Foi um físico e matemático britânico. Ele é mais conhecido por ter dado a sua forma final à teoria moderna do eletromagnetismo, que une a eletricidade, o magnetismo e a óptica. Esta é a teoria que surge das equações de Maxwell, assim chamadas em sua homenagem e porque ele foi o primeiro a escrevê-las juntando a lei de Ampère, por ele próprio modificada, a lei de Gauss, e a lei da indução de Faraday. Maxwell demonstrou que os campos elétricos e magnéticos se propagam com a velocidade da luz. Ele apresentou uma teoria detalhada da luz como um efeito eletromagnético, isto é, que a luz corresponde à propagação de ondas elétricas e magnéticas, hipótese que tinha sido posta por Faraday. Demonstrou em 1864 que as forças elétricas e magnéticas têm a mesma natureza: uma força elétrica em determinado referencial pode tornar-se magnética se analisada noutro, e vice-versa. Maxwell é considerado por muitos o mais importante físico do século XIX, o seu trabalho em eletromagnetismo foi a base da relatividade restrita de Einstein e o seu trabalho em teoria cinética de gases fundamental ao desenvolvimento posterior da mecânica quântica. (adaptado de [http://pt.wikipedia.org/wiki/James\\_Clerk\\_Maxwell](http://pt.wikipedia.org/wiki/James_Clerk_Maxwell))

20) Uma esfera condutora oca está dentro de uma região de campo elétrico uniforme de módulo 100 V/m. Determine o valor do campo elétrico na superfície da esfera e no seu interior (respectivamente em V/m).

- a) 100 e 0
- b) 100 e 100
- c) 0 e 100
- d) 100 e 50
- e) 50 e 50

21) Qual das afirmativas abaixo é incorreta.

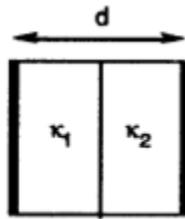
- a) Cargas elétricas manifestam-se em duas espécies: conhecidas como positiva e negativa.
- b) Cargas de espécies diferentes se atraem.
- c) Cargas de mesma espécie se atraem.
- d) Cargas de mesma espécie se repelem.
- e) Campos elétricos estáticos são gerados pela presença de cargas elétricas.

22) Imagine que você consiga carregar um bastão, muito longo (comprimento  $L$ ), de material não condutor com uma certa quantidade de carga elétrica  $Q$ . Vamos representar  $r$  a distância radial entre o bastão e um ponto qualquer do espaço ao seu redor. Considere as seguintes afirmações sobre o campo gerado pelo bastão carregado e indique qual a incorreta.

- a) A intensidade do campo diminui com  $1/r$  nas proximidades do bastão
- b) A intensidade do campo depende da quantidade de carga.
- c) O campo elétrico tem simetria radial.
- d) Na condição em que  $r \gg L$ , a intensidade do campo diminui com  $1/r^2$ .
- e) O campo é nulo em todo espaço para esta particular distribuição de cargas.

23) Um capacitor é construído a partir de duas placas de metal quadrada de área  $L^2$ , separadas por uma distância  $d$ . Numa das metades do espaço interno, preenche-se com material de constante dielétrica  $k_1$  e na outra metade com material de constante dielétrica  $k_2$ . Calcule a capacitância deste capacitor, assumindo que seu valor é  $C_0$  na situação em que não há material dentro das placas.

- a)  $5C_0k_1k_2/(k_1+k_2)$
- b)  $C_0(k_1+k_2)$
- c)  $C_0k_1k_2/(k_1+k_2)$
- d)  $2C_0k_1k_2/(k_1+k_2)$
- e)  $C_0(k_1+k_2)/2$

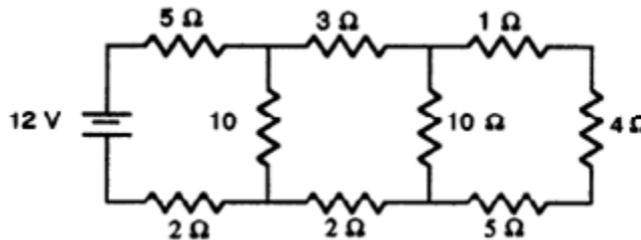


24) Uma câmara fotográfica pode ser construída usando uma caixa com um orifício (câmara de orifício). Para se obter uma imagem com a máxima fidelidade possível é necessário que o objeto seja eliminado com uma luz monocromática de comprimento de onda  $\lambda$ . Assuma  $D$  = distância do orifício ao objeto e  $d$  o diâmetro do orifício ( $D \gg d$ ). Obtenha uma boa aproximação para o valor de  $d$  nas condições em que a imagem possa ser a mais nítida possível para este comprimento de onda.

- a)  $2D^2/\lambda$
- b)  $\lambda^2/D$
- c)  $2\lambda^2/D$
- d)  $D^2/\lambda$
- e)  $\sqrt{\lambda D}$

25) Considere o circuito abaixo. Determine qual a corrente elétrica que atravessa o resistor de  $4\Omega$ .

- a) 0,25 A
- b) 0,50 A
- c) 0,75 A
- d) 1,00 A
- e) 1,25 A



**Enrico Fermi (1901 – 1954)**

Destacou-se pelo seu trabalho sobre o desenvolvimento do primeiro reator nuclear, e por sua contribuição ao desenvolvimento da teoria quântica, física nuclear e de partículas, e mecânica estatística. Doutorou-se na Universidade de Pisa e recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1938. Foi um dos poucos físicos da era moderna a combinar a teoria com a experiência. Foi um dos idealizadores do projeto Manhattan que resultou no desenvolvimento dos dois artefatos nucleares lançados no Japão durante a II guerra mundial. As chamadas de “questões de Fermi”, do inglês “Fermi questions”, são questões de rápida resolução e que têm como objetivo estimar ordem de grandezas de quantidades que geralmente são difíceis de serem qualificadas experimentalmente. (adaptado de [http://pt.wikipedia.org/wiki/Enrico\\_Fermi](http://pt.wikipedia.org/wiki/Enrico_Fermi))

As cinco questões que seguem pedem para que você faça estimativas condizentes com a realidade.

26) Faça uma estimativa de quantos passos um maratonista dá durante uma prova (lembre-se que a maratona é uma prova com 42 km de percurso).

- a) 35.000
- b) 420
- c) 4.200
- d) 3.500
- e) 420.000

27) Quantas barrinhas de cereal são necessárias, como referência, para a medida de uma linha de 100 m?

- a) 100
- b) 1.000
- c)  $1 \times 10^6$
- d)  $1 \times 10^7$
- e)  $1 \times 10^8$

28) Quanto tempo (em horas) são necessários para se contar até um milhão?

- a) 10
- b) 278
- c) 27
- d) 10.000
- e) 2.777

29) Qual a potência elétrica necessária para iluminar as ruas de uma cidade de 100.000 habitantes?

- a) 1 W
- b) 10 W
- c) 1 kW
- d) 10 kW
- e) 1.000 kW

30) O planeta tem hoje aproximadamente 6 bilhões de habitantes. Qual o total de litros de água armazenados nos corpos da população humana?

- a)  $6 \times 10^9$
- b)  $6 \times 10^8$
- c)  $2,5 \times 10^{11}$
- d)  $2,5 \times 10^9$
- e)  $5 \times 10^9$

**FOLHA DE RESPOSTAS DOS 2º e 3º ANOS  
PREENCHER USANDO LETRA DE FORMA**

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

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

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

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

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

		alternativa				
	questão	a	b	c	d	e
2º ano	01					
2º ano	02					
2º ano	03					
2º ano	04					
2º ano	05					
	06					
	07					
	08					
	09					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					
	30					