



FÍSICA

Essa prova aborda fenômenos físicos relacionados com grandes avanços científicos e tecnológicos da Humanidade. Algumas questões, em particular as que tratam de Física Moderna, apresentam as fórmulas necessárias para a resolução da questão no próprio enunciado. Leia com atenção.

- 1.** Os avanços tecnológicos nos meios de transporte reduziram de forma significativa o tempo de viagem ao redor do mundo. Em 2008 foram comemorados os 100 anos da chegada em Santos do navio *Kasato Maru*, que, partindo de Tóquio, trouxe ao Brasil os primeiros imigrantes japoneses. A viagem durou cerca de 50 dias. Atualmente, uma viagem de avião entre São Paulo e Tóquio dura em média 24 horas. A velocidade escalar média de um avião comercial no trecho São Paulo-Tóquio é de 800 km/h.
- a) O comprimento da trajetória realizada pelo *Kasato Maru* é igual a aproximadamente duas vezes o comprimento da trajetória do avião no trecho São Paulo-Tóquio. Calcule a velocidade escalar média do navio em sua viagem ao Brasil.
- b) A conquista espacial possibilitou uma viagem do homem à Lua realizada em poucos dias e proporcionou a máxima velocidade de deslocamento que um ser humano já experimentou. Considere um foguete subindo com uma aceleração resultante constante de módulo $a_R = 10 \text{ m/s}^2$ e calcule o tempo que o foguete leva para percorrer uma distância de 800 km, a partir do repouso.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



2. O aperfeiçoamento de aeronaves que se deslocam em altas velocidades exigiu o entendimento das forças que atuam sobre um corpo em movimento num fluido. Para isso, projetistas realizam testes aerodinâmicos com protótipos em túneis de vento. Para que o resultado dos testes corresponda à situação real das aeronaves em vôo, é preciso que ambos sejam caracterizados por valores similares de uma quantidade conhecida como número de Reynolds R . Esse número é definido como $R = \frac{VL}{b}$, onde V é uma velocidade típica do movimento, L é um comprimento característico do corpo que se move e b é uma constante que depende do fluido.

- a) Faça uma estimativa do comprimento total das asas e da velocidade de um avião e calcule o seu número de Reynolds. Para o ar, $b_{ar} \cong 1,5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.
- b) Uma situação de importância biotecnológica é o movimento de um micro-organismo num meio aquoso, que determina seu gasto energético e sua capacidade de encontrar alimento. O valor típico do número de Reynolds nesse caso é de cerca de $1,0 \times 10^{-5}$, bastante diferente daquele referente ao movimento de um avião no ar. Sabendo que uma bactéria de $2,0 \text{ }\mu\text{m}$ de comprimento tem massa de $6,0 \times 10^{-16} \text{ kg}$, encontre a sua energia cinética média. Para a água, $b_{\text{água}} \cong 1,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

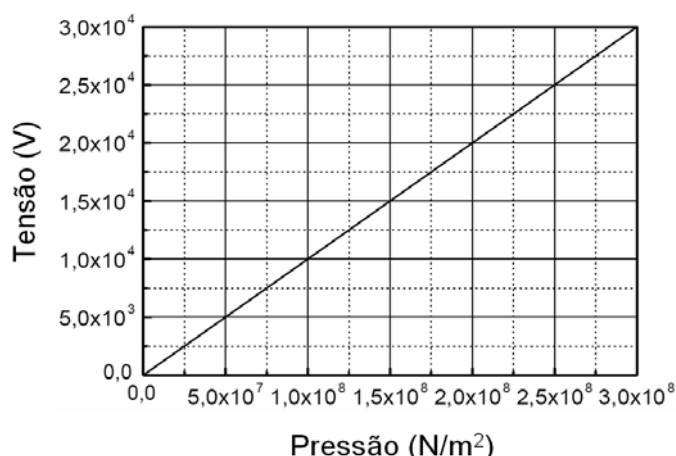
Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).



3. A produção de fogo tem sido uma necessidade humana há milhares de anos. O homem primitivo provavelmente obtinha fogo através da produção de calor por atrito. Mais recentemente, faíscas elétricas geradoras de combustão são produzidas através do chamado efeito piezelétrico.

- a) A obtenção de fogo por atrito depende do calor liberado pela ação da força de atrito entre duas superfícies, calor que aumenta a temperatura de um material até o ponto em que ocorre a combustão. Considere que uma superfície se desloca $2,0 \text{ cm}$ em relação à outra, exercendo uma força normal de $3,0 \text{ N}$. Se o coeficiente de atrito cinético entre as superfícies vale $\mu_c = 0,60$, qual é o trabalho da força de atrito?
- b) Num acendedor moderno, um cristal de quartzo é pressionado por uma ponta acionada por molas. Entre as duas faces do cristal surge então uma tensão elétrica, cuja dependência em função da pressão é dada pelo gráfico abaixo. Se a tensão necessária para a ignição é de 20 kV e a ponta atua numa área de $0,25 \text{ mm}^2$, qual a força exercida pela ponta sobre o cristal?

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).





a) Pode-se utilizar uma analogia entre as vibrações de um cristal de massa m e aquelas de um corpo de mesma massa preso a uma mola. Por exemplo: a frequência de vibração do cristal e a sua energia potencial elástica também são dadas por $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ e $E_p = \frac{1}{2} k \Delta x^2$, respectivamente, onde k é a propriedade do cristal análoga à constante elástica da mola e Δx é o análogo da sua deformação. Um cristal de massa $m = 5,0 \text{ g}$ oscila com uma frequência de 30 kHz . Usando essa analogia, calcule a energia potencial elástica do cristal para $\Delta x = 0,020 \text{ }\mu\text{m}$. Utilize $\pi = 3$.

b) Em 1582, Galileu mostrou a utilidade do movimento pendular na construção de relógios. O período de um pêndulo simples depende do seu comprimento L . Este varia com a temperatura, o que produz pequenas alterações no período. No verão, um pêndulo com $L=90\text{ cm}$ executa um certo número de oscilações durante um tempo $t=1800\text{ s}$. Calcule em quanto tempo esse pêndulo executará o mesmo número de oscilações no inverno, se com a diminuição da temperatura seu comprimento variar $0,20\text{ cm}$, em módulo. Para uma pequena variação de comprimento ΔL , a variação correspondente no tempo das oscilações Δt é dada por $\frac{\Delta t}{t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta L}{L}$. Assim, Δt pode ser positivo ou negativo, dependendo do sinal de ΔL .

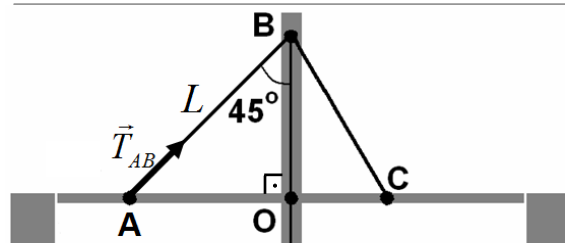
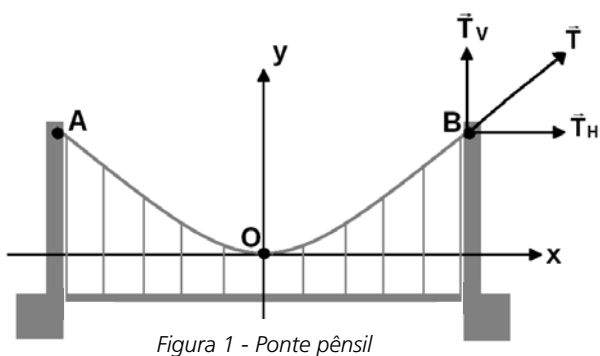
This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



5. Grandes construções representam desafios à engenharia e demonstram a capacidade de realização humana. Pontes com estruturas de sustentação sofisticadas são exemplos dessas obras que coroam a mecânica de Newton.

- a) A ponte pênsil de São Vicente (SP) foi construída em 1914. O sistema de suspensão de uma ponte pênsil é composto por dois cabos principais. Desses cabos principais partem cabos verticais responsáveis pela sustentação da ponte. O desenho esquemático da figura 1 abaixo mostra um dos cabos principais (AOB), que está sujeito a uma força de tração $\vec{T}$ exercida pela torre no ponto B. A componente vertical da tração $\vec{T}_V$ tem módulo igual a um quarto do peso da ponte, enquanto a horizontal $\vec{T}_H$ tem módulo igual a $4,0 \times 10^6 \text{ N}$. Sabendo que o peso da ponte é $P = 1,2 \times 10^7 \text{ N}$, calcule o módulo da força de tração $\vec{T}$.
- b) Em 2008 foi inaugurada em São Paulo a ponte Octavio Frias de Oliveira, a maior ponte estaiada em curva do mundo. A figura 2 mostra a vista lateral de uma ponte estaiada simplificada. O cabo AB tem comprimento $L = 50 \text{ m}$ e exerce, sobre a ponte, uma força $\vec{T}_{AB}$ de módulo igual a $1,8 \times 10^7 \text{ N}$. Calcule o módulo do torque desta força em relação ao ponto O. Dados: $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).





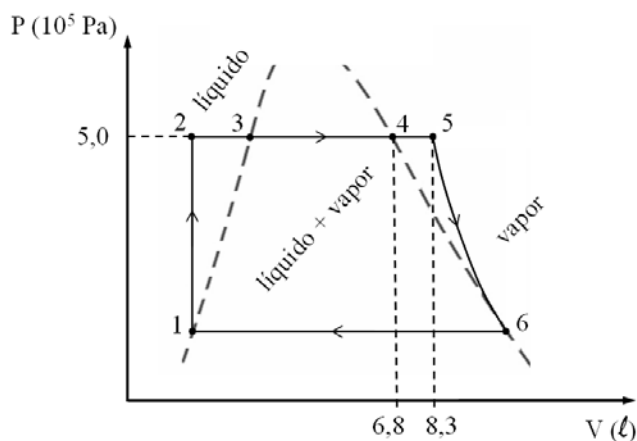
6. O aperfeiçoamento da máquina a vapor ao longo do século XVIII, que atingiu o ápice com o trabalho de James Watt, permitiu a mecanização do modo de produção, desempenhando papel decisivo na revolução industrial. A figura abaixo mostra o diagrama de pressão P versus volume V do cilindro de uma máquina a vapor contendo 1,0 mol de água. Os diferentes trechos do gráfico referem-se a:

- 1 $\rightarrow$ 2: água líquida é bombeada até a pressão P_2 ;
2 $\rightarrow$ 3: a temperatura da água é aumentada pela caldeira a pressão constante;
3 $\rightarrow$ 4: a água é vaporizada a pressão e temperatura constantes ($T_3 = 400\text{ K}$);
4 $\rightarrow$ 5: o vapor é aquecido a pressão constante, expandindo de V_4 a V_5 ;
5 $\rightarrow$ 6: o vapor sofre expansão sem troca de calor, fazendo com que a temperatura e a pressão sejam reduzidas;
6 $\rightarrow$ 1: o vapor é condensado com a retirada de calor do cilindro a pressão constante.

a) No ponto 5 o vapor d'água se comporta como um gás ideal. Encontre a temperatura do vapor neste ponto. A constante universal dos gases é $R = 8,3\text{ J/mol K}$.

b) Calcule o trabalho realizado pelo vapor d'água no trecho de 4 $\rightarrow$ 5.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).



a) Um sitiante pretende instalar em sua propriedade uma roda d'água e a ela acoplar um gerador elétrico. A partir do fluxo de água disponível e do tipo de roda d'água, ele avalia que a velocidade linear de um ponto da borda externa da roda deve ser $v = 2,4 \text{ m/s}$. Além disso, para que o gerador funcione adequadamente, a frequência de rotação da roda d'água deve ser igual a $0,20 \text{ Hz}$. Qual é o raio da roda d'água a ser instalada? Use $\pi = 3$.

b) Numa usina nuclear, a diferença de massa Δm entre os reagentes e os produtos da reação de fissão é convertida em energia, segundo a equação de Einstein $E = \Delta mc^2$, onde $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Uma das reações de fissão que podem ocorrer em uma usina nuclear é expressa de forma aproximada por

Calcule a quantidade de energia liberada na reação de fissão descrita acima.

[illegible]



8. Thomas Edison inventou a lâmpada utilizando filamentos que, quando percorridos por corrente elétrica, tornam-se incandescentes, emitindo luz. Hoje em dia, os LEDs (diodos emissores de luz) podem emitir luz de várias cores e operam com eficiência muito superior à das lâmpadas incandescentes.

- a) Em uma residência, uma lâmpada incandescente acesa durante um dia consome uma quantidade de energia elétrica igual a 1,2 kWh. Uma lâmpada de LEDs com a mesma capacidade de iluminação consome a mesma energia elétrica em 10 dias. Calcule a potência da lâmpada de LEDs em watts.
- b) O gráfico da figura 1 mostra como a potência elétrica varia em função da temperatura para duas lâmpadas de filamento de Tungstênio, uma de 100 W e outra de 60 W. A potência elétrica diminui com a temperatura devido ao aumento da resistência do filamento. No mesmo gráfico é apresentado o comportamento da potência emitida por radiação para cada lâmpada, mostrando que quanto maior a temperatura, maior a potência radiada. Na prática, quando uma lâmpada é ligada, sua temperatura aumenta até que toda a potência elétrica seja convertida em radiação (luz visível e infravermelha). Obtenha, a partir do gráfico da figura 1, a temperatura de operação da lâmpada de 100 W. Em seguida, use a figura 2 para encontrar o comprimento de onda de máxima intensidade radiada por essa lâmpada.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

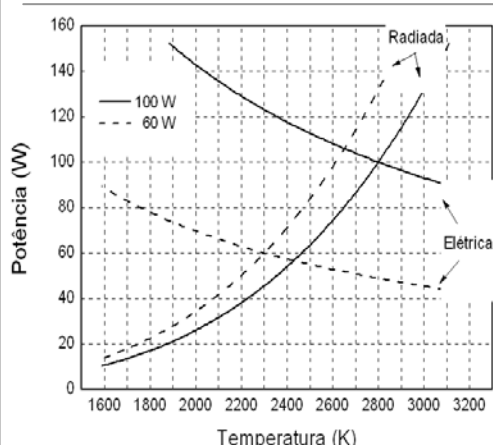


Figura 1 - Potência elétrica e radiada em função da temperatura para duas lâmpadas.

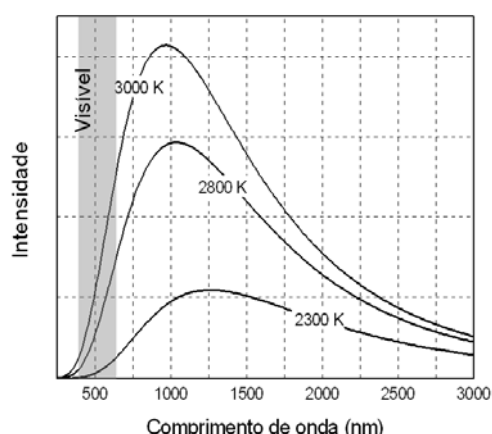


Figura 2 - Intensidade radiada por um filamento em função do comprimento de onda para três temperaturas.

This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 20 horizontal grey lines spaced evenly apart, typical of notebook paper. The lines extend across the entire width of the page, leaving small margins at the top and bottom. There are no vertical lines or other markings present.



a) Num experimento similar ao que levou à descoberta do nêutron, em 1932, um nêutron de massa m desconhecida e velocidade $v_0 = 4 \times 10^7 \text{ m/s}$ colide frontalmente com um átomo de nitrogênio de massa $M = 14 \text{ u}$ (unidade de massa atômica) que se encontra em repouso. Após a colisão, o nêutron retorna com velocidade v' e o átomo de nitrogênio adquire uma velocidade $V = 5 \times 10^6 \text{ m/s}$. Em consequência da conservação da energia cinética, a velocidade de afastamento das partículas é igual à velocidade de aproximação. Qual é a massa m , em unidades de massa atômica, encontrada para o nêutron no experimento?

b) O Grande Colisor de Hádrons (*Large Hadron Collider*-LHC) é um acelerador de partículas que tem, entre outros propósitos, o de detectar uma partícula, prevista teoricamente, chamada bóson de Higgs. Para esse fim, um próton com energia de $E = 7 \times 10^{12} \text{ eV}$ colide frontalmente com outro próton de mesma energia produzindo muitas partículas. O comprimento de onda (λ) de uma partícula fornece o tamanho típico que pode ser observado quando a partícula interage com outra. No caso dos prótons do LHC, $E = hc/\lambda$, onde $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$, e $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Qual é o comprimento de onda dos prótons do LHC?

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

11. O fato de os núcleos atômicos serem formados por prótons e nêutrons suscita a questão da coesão nuclear, uma vez que os prótons, que têm carga positiva $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, se repelem através da força eletrostática. Em 1935, H. Yukawa propôs uma teoria para a força nuclear forte, que age a curtas distâncias e mantém os núcleos coesos.

- a) Considere que o módulo da força nuclear forte entre dois prótons F_N é igual a vinte vezes o módulo da força eletrostática entre eles F_E , ou seja, $F_N = 20F_E$. O módulo da força eletrostática entre dois prótons separados por uma distância d é dado por $F_E = K \frac{q^2}{d^2}$, onde $K = 9,0 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$. Obtenha o módulo da força nuclear forte F_N entre os dois prótons, quando separados por uma distância $d = 1,6 \times 10^{-15} \text{ m}$, que é uma distância típica entre prótons no núcleo.
- b) As forças nucleares são muito maiores que as forças que aceleram as partículas em grandes aceleradores como o LHC. Num primeiro estágio de acelerador, partículas carregadas deslocam-se sob a ação de um campo elétrico aplicado na direção do movimento. Sabendo que um campo elétrico de módulo $E = 2,0 \times 10^6 \text{ N/C}$ age sobre um próton num acelerador, calcule a força eletrostática que atua no próton.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



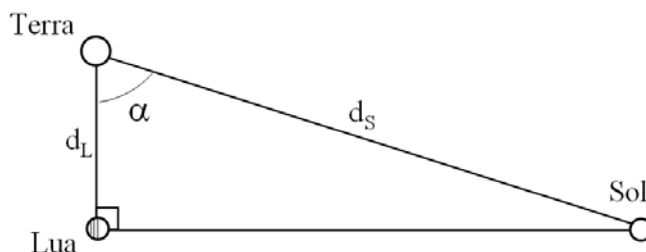
12. As medidas astronômicas desempenharam papel vital para o avanço do conhecimento sobre o Universo. O astrônomo grego Aristarco de Samos (310 - 230 a.C.) determinou a distância Terra-Sol e o diâmetro do Sol. Ele verificou que o diâmetro do Sol é maior que o da Terra e propôs que a Terra gira em torno do Sol.

- a) Para determinar a distância Terra-Sol d_s , Aristarco mediu o ângulo α formado entre o Sol e a Lua na situação mostrada na figura a seguir. Sabendo-se que a luz leva 1,3 s para percorrer a distância Terra-Lua d_L , e que medidas atuais fornecem um valor de $\alpha = 89,85^\circ$, calcule d_s .

Dados:

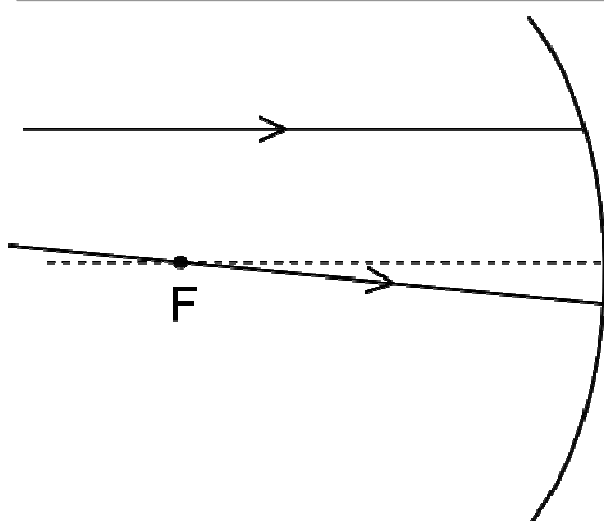
velocidade da luz: $c = 3,0 \times 10^8$ m/s

$$\cos(89,85^\circ) = \sin(0,15^\circ) = 2,6 \times 10^{-3}$$



- b) O telescópio Hubble, lançado em 1990, representou um enorme avanço para os estudos astronômicos. Por estar orbitando a Terra a 600 km de altura, suas imagens não estão sujeitas aos efeitos da atmosfera. A figura abaixo mostra um desenho esquemático do espelho esférico primário do Hubble, juntamente com dois raios notáveis de luz. Se F é o foco do espelho, desenhe na figura a continuação dos dois raios após a reflexão no espelho.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).



GEOGRAFIA

13. *Nos primeiros dias do outono subitamente entrado, quando o escurecer toma uma evidência de qualquer coisa prematura, e parece que tardamos muito no que fazemos de dia, gozo, mesmo entre o trabalho quotidiano, essa antecipação de não trabalhar...*

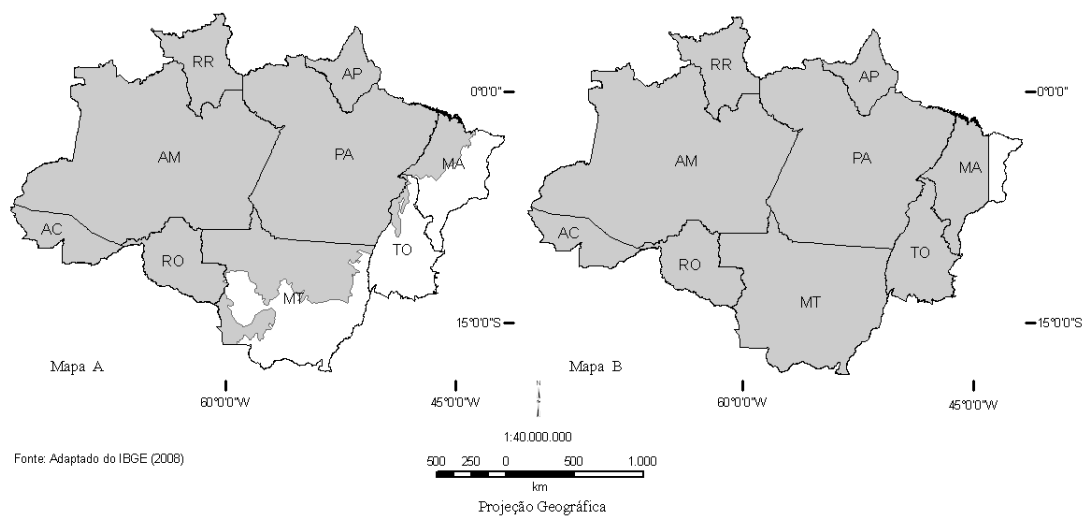
(Fernando Pessoa, *Livro do Desassossego*. Campinas: Editora da Unicamp, 1994, vol II, p. 55).

- Compare as características do outono em Portugal (terra natal de Fernando Pessoa) com o outono da região nordeste do Brasil.
- Diferencie *solstício* de *equinócio*.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins or other markings on the paper.

14. Os mapas A e B representam parte do território nacional, com delimitação de área segundo dois importantes elementos para estudo do espaço brasileiro.



- Identifique a que se referem, respectivamente, as áreas representadas nos Mapas A e B.
- Quais os principais problemas ambientais da atualidade verificados na região? Que tecnologia geográfica vem sendo empregada para o monitoramento dessa região?

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

This image shows a full page of a document template. It consists of a series of evenly spaced, light gray horizontal lines running across the width of the page. The background is white, and there are no margins, text, or other markings present.

Balanço Hídrico Climatológico

Boa Vista (RR)
 2°49'14"N
 60°40'18"W

Uberaba (MG)
 19°45'03"S
 47°56'00"W

Legend: ■ Déficit, ■ Retirada, ■ Reposição, ■ Excesso

a) Indique o(s) tipo(s) climático(s) representado(s) nos dois balanços hídricos. Justifique sua resposta.

b) Indique o tipo de cobertura vegetal dominante nestas áreas. Quais suas principais características?

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



16. Uma tendência marcante no mundo contemporâneo é a formação de organismos regionais, como o Mercosul e a União Européia. Considerando esse fato, responda às questões:

- a) A primeira “onda” de integração regional iniciou-se após a Segunda Guerra Mundial e perdurou até cerca de 1970. Considerando esse período, aponte pelo menos duas organizações que surgiram na América Latina, e comente os resultados dessa integração no subcontinente.
- b) Recentemente, a idéia de “regionalismo aberto” tem sido utilizada para promover a convergência dos diversos acordos regionais existentes, visando também à adesão de novos países ao processo de integração. Neste contexto, quais seriam os principais objetivos almejados pela integração regional?

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

A diagram illustrating a global satellite navigation system. At the center is a globe representing Earth, showing the continents of North and South America. Surrounding the Earth are several intersecting elliptical orbits. Numerous satellites, depicted as small rectangular blocks with circular antennas, are positioned at various points along these orbits, demonstrating global coverage.

- Qual a finalidade do GPS? Como esses satélites em órbita transmitem os dados para os aparelhos receptores localizados na superfície terrestre?
- O que são *latitude* e *longitude*?

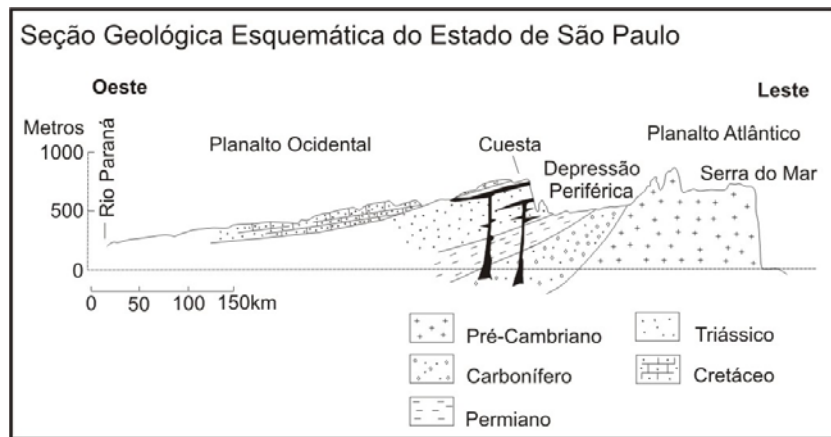
This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



- No Brasil, a produção de agrocombustíveis tem forte base na cultura da cana-de-açúcar. Aponte o principal impacto sócio-econômico advindo do crescimento da produção de cana-de-açúcar e identifique os principais Estados brasileiros em que essa expansão vem ocorrendo mais fortemente.
- A implementação de uma política de soberania ou segurança alimentar tem sido indicada como alternativa à crise de alimentos. Quais os principais objetivos das políticas de segurança alimentar?

[illegible]

19. Observe a figura abaixo e responda às questões:



Adaptado de Aziz Ab Saber, 1956. "A terra Paulista", *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, 23: 5-38.

- No perfil geológico-geomorfológico do Estado de São Paulo aparece representado o relevo de cuestras. O que é um relevo de cuestras e quais as suas principais características?
- O Rio Tietê tem suas nascentes no município de Salesópolis, no reverso da Serra do Mar, a aproximadamente 50 km do litoral, e tem a sua foz no rio Paraná. Quando adentra a Bacia Sedimentar do Paraná, o Rio Tietê corre concordante ao mergulho das rochas desta bacia. Por que, apesar de nascer próximo ao litoral, o Rio Tietê é afluente do Rio Paraná? Como são denominados os rios que têm o mesmo comportamento que o Rio Tietê no trecho da Bacia Sedimentar do Paraná?

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

[illegible]

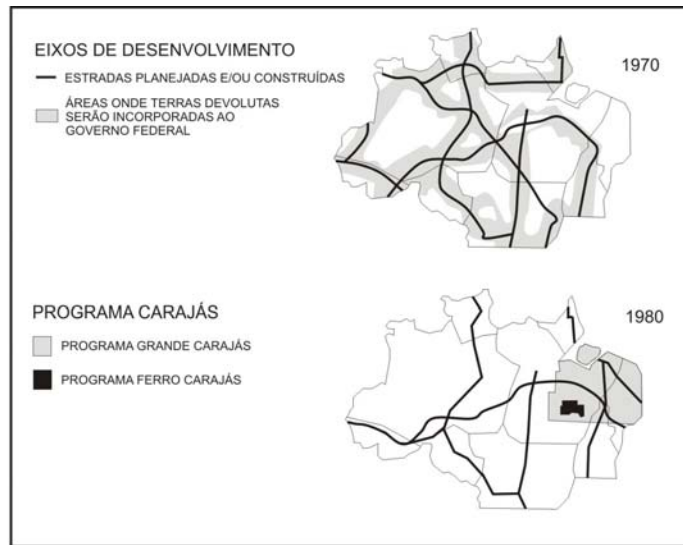
This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 20 evenly spaced horizontal grey lines across its entire width, providing a template for writing or drawing. The margins are consistent on all sides.

(Simon Winchester. *Krakatoa – o dia em que o mundo explodiu*. São Paulo: Objetiva, contracapa, 2003).

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

22. As figuras abaixo representam duas concepções geopolíticas de ocupação da Amazônia brasileira no período militar. Responda às perguntas:



Adaptado de Bertha Becker e Cláudio Egler, *Brasil: uma nova potência regional na economia-mundo*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994, p. 152.

- Quais as principais diferenças entre “os eixos de desenvolvimento de 1970” e o “Projeto Calha Norte”?
- Que razões explicariam o programa Grande Carajás?

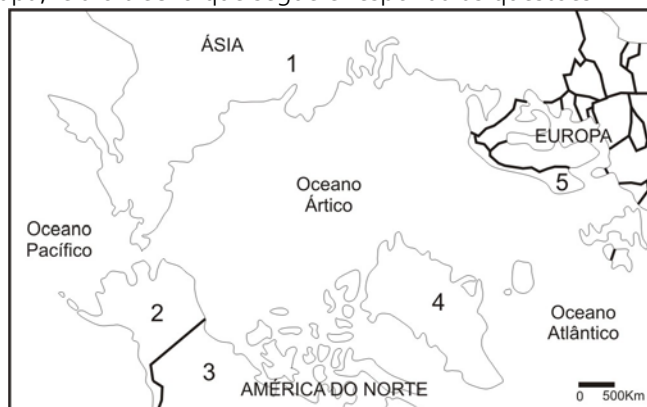
Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

- Quais os principais elementos cartográficos que ocasionam as “deformações calculadas e escolhidas” mencionadas pelo autor?
- Seguindo a seqüência de raciocínio do autor na delimitação geográfica, que vai da superfície do globo à habitação, indique quais as escalas cartográficas mais apropriadas aos estudos geográficos nesses dois casos.

[illegible]

24. Observe o mapa, leia o trecho que segue e responda às questões:



Adaptado de <http://www.libreria.com.br/imagens/mapas/OceanoArtico.jpg>

Um século depois das expedições dos americanos Frederick Cook (1865-1940) e Robert Perry (1856-1920) que visavam a conquistar o Pólo Norte, uma nova corrida está sendo disputada, desta vez no Oceano Glacial Ártico. Os seus protagonistas são os cinco países que fazem fronteira com essa “terra de ninguém” congelada.

Os seus protagonistas são os cinco países que fazem fronteira com essa terna de ninguém congelada. (Adaptado de Pierre Le Hir, "A corrida em busca dos recursos do Ártico se intensifica". *Le Monde*. www.noticias.uol.com.br/midiaglobal/lemonde/2008/08/22_ult.580u.3272.htm)

- O território identificado com o número 4 corresponde à Groenlândia, pertencente à Dinamarca. Identifique os demais países assinalados, respectivamente, com os números 1, 2, 3 e 5.
- Mesmo divergindo sobre as causas, a comunidade científica é unânime: o Oceano Ártico está derretendo. Em caso de derretimento de sua superfície, é esperado que os países banhados por esse oceano tenham maior interesse nesta área do globo. Aponte duas razões que justifiquem esse maior interesse.

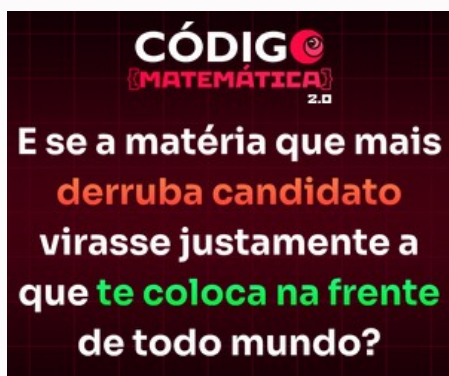
Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Cursos que Indicamos

Conheça os cursos e dê o próximo passo na sua preparação.

Clique na imagem ou no botão para acessar.



Código Matemática 2.0

Conhecer o curso



Curso Preparatório ENEM

Conhecer o curso



Curso Preparatório Redação ENEM

Conhecer o curso

