

## MELHORES RESPOSTAS DA 2ª ETAPA

### PROVA DO NIVEL A

1.

a) Evaporação e condensação.

b) Volume =  $[1000 \text{ L}/(\text{dia} \cdot \text{árvore})] \cdot (4 \times 10^6 \text{ árvores}) = 4 \times 10^9 \text{ L}$ .

Isto equivale a  $(4 \times 10^9 \text{ L}) / (2 \times 10^6 \text{ L}/\text{piscina}) = 2000$  piscinas olímpicas.

c) Total inicial =  $4 \times 10^6$  árvores

árvores derrubadas =  $0,00002 \cdot 4 \times 10^6 = 80$

assim: Volume =  $(1000 \text{ L}/\text{dia}) \cdot (80 \text{ árvores}) = 8 \times 10^4 \text{ L}$ .

2.

a) As mudanças de fase ocorrem entre B e C e entre D e E. As mudanças de fase são a FUSÃO e a EBULIÇÃO.

b) entre D e E ocorre a ebulição e a invariância da temperatura significa que o calor absorvido está sendo usado para quebrar interações entre as partículas. Esse calor é latente e não altera a temperatura.

c) O sistema NÃO pode ser uma substância pura pois a fusão está ocorrendo numa faixa de temperatura e não em um ponto. As substâncias puras possuem pontos de fusão e ebulição.

d) Não. A destilação se baseia nas diferenças de temperatura de ebulição dos componentes. Se o sistema tiver mais de um componente não há separação, pois a ebulição ocorre em um ponto.

3.

a) os Maias ou os Astecas

*a existência de uma capital, a construção de obras de intervenção no espaço natural, arquitetura em pirâmides, governo centralizado na figura de um líder, cultivo de milho, batatas, a presença do politeísmo, existência de uma sociedade hierarquizada, sistema de escrita.*

b) descentralização política dos povos indígenas

sociedades indígenas brasileiras terem a divisão dos grupos baseadas em gênero e não haver uma estrutura social hierarquizada tal qual outros impérios.

[características seminômades de alguns povos indígenas brasileiros

não sistematização da escrita.

as sociedades indígenas não foram organizadas em torno de cidades organizadas com construção de pedras.

#### 4.

a) O acontecimento histórico que possibilitou a produção dos mapas acima é conhecido como As Grandes Navegações.

desenvolvimento de rotas comerciais utilizando o Oceano Atlântico.

conflitos no Mediterrâneo que permitiram que portugueses e espanhóis buscassem novas rotas.

Oriente como o destino das navegações

desenvolvimento tecnológico e científico que as Grandes Navegações possibilitaram.

b) Até o século 16, os mapas não eram exatamente a representação de elementos geográficos. Eles manifestavam também valores e crenças dos homens que os produziam. As Grandes Navegações possibilitaram que a Cartografia fosse sendo construída como ciência. Portanto, a existência de monstros indica a transição entre os modelos anteriores e a novidade do período: registrar elementos geográficos.

monstros são fruto do imaginário da época, ou seja, formas das sociedades explicarEm o que não conhecem.

monstros podem representar elementos geográficos.

a existência de monstros tem a ver com a oralidade e a experiência de navegadores do período.

#### 5.

a) Nos meses de 2021 a ISS atingiu sua maior altitude no mês de **setembro**.

b) Nos meses de 2021 a ISS atingiu sua menor altitude no mês de **abril**.

c) O decaimento gradual da altitude da ISS é causado pela **resistência** imposta pela atmosfera.

d) Mudanças na densidade da camada da atmosfera exterior à ISS se deve, principalmente, à **atividade solar**.

#### 6.

a) Um observador que esteja sobre **a Linha do Equador** (a Linha do Equador / o Polo Sul / o Trópico de Capricórnio / Trópico de Câncer) consegue ver, ao longo do ano, todas as estrelas dos dois hemisférios celestes.

b) Um observador que esteja sobre **o Polo Sul** (a Linha do Equador / o Polo Sul / o Trópico de Capricórnio / Trópico de Câncer) consegue ver, ao longo do ano, somente as estrelas do Hemisfério Sul Celeste.

c) Um observador que esteja sobre **Trópico de Câncer** (a Linha do Equador / o Polo Sul / o Trópico de Capricórnio / Trópico de Câncer) consegue ver, ao longo do ano, algumas estrelas do Hemisfério Sul Celeste.

d) Um observador que esteja sobre **Trópico de Capricórnio** (a Linha do Equador / o Polo Sul / o Trópico de Capricórnio / Trópico de Câncer) consegue ver, ao longo do ano, algumas estrelas do Hemisfério Norte Celeste.

## 7.

a) A estrutura ilustrada é chamada de sinapse.

b) Neurotransmissores.

c) Em busca da repetição da sensação de recompensa, há uma vontade incessante de consumir mais nicotina. Isso é o que chamamos de adicção ou vício.

## 8.

a) A retina é responsável por receber luz e transmitir sinais nervosos para o nervo óptico. O acúmulo dos danos na retina pode causar cegueira.

b) A situação A indica a miopia.

A lente que corrige esse problema é a lente divergente, que faz com que a luz foque na retina e não antes dela, como ocorre na miopia.

## 9.

### DESENVOLVIMENTO

- O volume de água no recipiente maior é:  
 $V = 10 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} = 500 \text{ cm}^3$
- O volume de água nos recipientes menores são:  
 $V = 8 \text{ cm} \cdot 8 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} = 320 \text{ cm}^3$   
 $V = 6 \text{ cm} \cdot 6 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} = 180 \text{ cm}^3$
- **Relação:** o volume da água no recipiente grande é igual à soma dos volumes nos recipientes menores.
- Essa relação era esperada, já que se trata da mesma quantidade de água.

- A área da base do recipiente maior é:  
 $A = 10 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} = 100 \text{ cm}^2$
- As áreas das bases dos recipientes menores são:  
 $A = 8 \text{ cm} \cdot 8 \text{ cm} = 64 \text{ cm}^2$   
 $A = 6 \text{ cm} \cdot 6 \text{ cm} = 36 \text{ cm}^2$
- Relação: a área da base do recipiente maior é igual à soma das áreas das bases dos recipientes menores.

- Podemos usar a relação anterior.
- A área da base do recipiente maior é:  
 $A = 13 \text{ cm} \cdot 13 \text{ cm} = 169 \text{ cm}^2$

- A área da base do recipiente de lado conhecido:  
 $A = 12 \text{ cm} \cdot 12 \text{ cm} = 144 \text{ cm}^2$
- A área da base do maior é igual à soma das áreas das bases dos menores, logo a área do terceiro recipiente é  $169 - 144 = 25 \text{ cm}^2$
- $A = X \cdot X = 25 \text{ cm}^2$ , o que implica  $X = 5 \text{ cm}$

10.

#### DESENVOLVIMENTO

- Fumaça: tem uma grande quantidade de fogo, pois se movimenta para o lugar natural do fogo, acima do ar.
  - Cinzas: tem uma grande quantidade de terra, pois fica naturalmente junto à terra.
  - Metal: tem uma grande quantidade de terra, pois se movimenta buscando ficar abaixo da água.
  - Madeira: não é predominantemente feita de terra ou de fogo, pois não desce pela água, nem sobe pelo ar.
- 
- Na combustão da madeira, cresce a quantidade de terra para compor as cinzas e cresce a quantidade de fogo para compor a fumaça. Portanto, parte da água e do ar da madeira devem se transformar em fogo e em terra
  - Depois, eles se separam em fumaça e cinzas, concentrando fogo na fumaça e terra nas cinzas.
- 
- O aspecto I se aproxima mais da química e o aspecto II se aproxima mais da Física.

# PROVA DO NIVEL B

1

a)

1: Funil de separação ou funil de bromo ou funil de decantação;

2: Erlenmeyer

b) A fase aquosa estará na parte de cima, pois a água é mais densa do que o hexano.

c) Se for utilizado um solvente solúvel em água não haverá separação de fases e o componente de interesse não poderá ser particionado entre os líquidos.

2.

a) Os átomos isóbaros são aqueles com mesmo número de massa:

Grupo 1:  ${}_{90}\text{Th}^{234}$ ;  ${}_{91}\text{Pa}^{234}$ ;  ${}_{92}\text{U}^{234}$

Grupo 2:  ${}_{82}\text{Pb}^{214}$ ;  ${}_{83}\text{Bi}^{214}$ ;  ${}_{84}\text{Po}^{214}$

Grupo 3:  ${}_{81}\text{Tl}^{210}$ ;  ${}_{82}\text{Pb}^{210}$ ;  ${}_{83}\text{Bi}^{210}$ ;  ${}_{84}\text{Po}^{210}$

b) Os átomos isótopos são aqueles com mesmo número atômico:

Grupo 1:  ${}_{92}\text{U}^{238}$ ;  ${}_{92}\text{U}^{234}$

Grupo 2:  ${}_{90}\text{Th}^{234}$ ;  ${}_{90}\text{Th}^{230}$

Grupo 3:  ${}_{84}\text{Po}^{218}$ ,  ${}_{84}\text{Po}^{214}$ ,  ${}_{84}\text{Po}^{210}$

Grupo 4:  ${}_{83}\text{Bi}^{214}$ ,  ${}_{83}\text{Bi}^{210}$

Grupo 5:  ${}_{82}\text{Pb}^{214}$ ,  ${}_{82}\text{Pb}^{210}$ ,  ${}_{82}\text{Pb}^{206}$

c) Ao emitir uma partícula alfa, o radioisótopo perde 2 nêutrons e 2 prótons.

3.

a) As principais motivações que contribuíram para o surgimento da Revolução Francesa foram no âmbito político, social e econômico.

não participação política do 3º Estado nas decisões do reino da França.

desigualdade econômica, problemas climáticos e o aumento de impostos.

A circulação de ideias iluministas: liberalismo, liberdade de expressão, defesa da propriedade privada, descentralização política.

A fome como um elemento que mobiliza as manifestações contrárias ao Antigo Regime.

b)

- Fim das violências físicas.
- Direito ao aborto.
- Combate à exploração sexual.
- Combate ao assédio em ambientes públicos e privados.
- Igualdade salarial.
- Maior representatividade no cenário político.

**4.**

a) A Guerra do Paraguai, segundo uma historiografia mais recente, tem suas razões nas questões territoriais e na busca pela delimitação da consolidação dos Estados nacionais na América do Sul. Ou seja, nos últimos anos tem sido possível olhar para o conflito por meio dos interesses dos envolvidos: Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai.

características geográficas do Paraguai que não tem saída para o mar.

Paraguai invadir o Mato Grosso em busca de ampliação territorial.

o conflito relacionado a bacia hidrográfica do Prata

o Brasil ser uma Monarquia e outros países eram repúblicas

a intervenção do Brasil na política interna do Uruguai

o desenvolvimento do Paraguai preocupava a Inglaterra, que fomentou que fosse atacado por Brasil e Uruguai.

b)

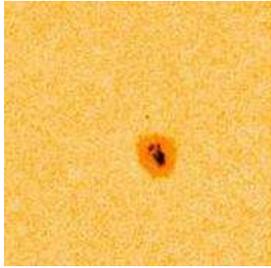
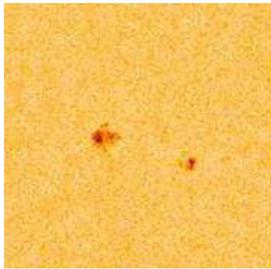
Após a Guerra do Paraguai houve mobilizações significativas na História do Brasil nas décadas de 1870 e 1880. destaca-se:

Após a Guerra, o Exército despontou como uma instituição organizada, a qual se mobilizou em prol de melhorias, reconhecimento e valorização por parte do governo e também pelo direito de articulação e participação política.

A Guerra do Paraguai contribuiu para lutas abolicionistas. O fato de haver homens escravizados que, após a guerra, tornaram-se livres em razão de participação no conflito, fortaleceu o movimento abolicionista. Outro fato é que homens negros e membros do exército lutaram no mesmo lado, permitiu a adesão de alguns setores do Exército à causa.

A partir da Guerra, também se intensificou o debate em torno da mudança de regime político no Brasil, sobretudo pelo contato de membros dos exércitos com aliados que provinham de governos republicanos como Argentina e Uruguai. Desse modo, após a Guerra houve mais apoio a causas republicanas.

5.

Imagem	Região ativa	Tamanho (MH)	% da área do hemisfério solar	Hemisférios da Terra (HT)
	3046	70	$70 \times 0,0001\% = \mathbf{0,007}$	$70 \times 0,012 = \mathbf{0,84}$
	3052	$0,003 \times 10.000 = \mathbf{30}$	0,003	$30 \times 0,012 = \mathbf{0,36}$
	3053	180	$180 \times 0,0001\% = \mathbf{0,018}$	$180 \times 0,012 = \mathbf{2,16}$

6.

a) As estrelas componentes do sistema podem ser vistas individualmente através de um **telescópio**.

b) Lemos no texto que o período orbital das estrelas do binário é de 80 anos. Portanto, se em 2060 será o ano da maior separação visual das estrelas, a última vez em que isso aconteceu foi em

$$2060 - 80 \text{ anos} = \mathbf{1980}$$

7.

a) A pintura corporal indígena é temporária porque a tinta natural é aplicada na epiderme da pele, uma camada de células queratinizadas em contínua descamação.

A tatuagem, por sua vez, aplica a tinta com a utilização de uma agulha que a deposita na derme da pele, de forma permanente.

b) A agulha que injeta a tinta pode estar contaminada com micro-organismos patogênicos causadores de doenças infectocontagiosas como hepatites e AIDS

8.

a) **Hormônio C = FSH (hormônio foliculoestimulante) e o hormônio D = LH (hormônio luteinizante).** Ambos os hormônios **atuam nos ovários.**

b) O aumento da temperatura corpórea é perceptível, principalmente, na fase de **ovulação.** .

**Caso a mulher faça uso da pílula anticoncepcional não ocorrem as alterações nos níveis hormonais, nem a ovulação, portanto, não é verificado o aumento da sua temperatura corpórea..**

9.

DESENVOLVIMENTO
<ul style="list-style-type: none"><li>● Se o carro desloca 80 km por h, deslocará os 1600 km em 20 h.</li><li>● Como <b>Consumo = Pot x Tempo:</b> <math>100 \text{ kWh} = \text{Pot} \times 20 \text{ h}</math> <math>\text{Pot} = 5 \text{ kW}</math></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Um carro, viajando a 80 km/h durante 6 h, percorrerá 480 km.</li><li>● Como o carro movido à gasolina consome 1 L de gasolina por 10 km, gastará 48 L nos 480 km.</li><li>● Se cada litro custa R\$ 7,00, 48 L custará R\$ 336,00.</li><li>● O carro elétrico consome 100 kWh para percorrer 1600 km, logo consumirá 30 kWh para percorrer 480 km.</li><li>● Para o carro elétrico, cada placa fotovoltaica possui uma área de 10 cm x 10 cm = 0,1 m x 0,1 m = 0,01 m<sup>2</sup>.</li><li>● 150 placas terão 150 x 0,01 m<sup>2</sup> = 1,5 m<sup>2</sup>. Como a incidência solar média é 4 kW/m<sup>2</sup>, 1,5 m<sup>2</sup> receberá uma potência solar de 6 kW, que, em 6 h, trará 36 kWh de energia solar.</li><li>● Como o rendimento da transformação de solar em elétrica é de 25%, dos 36 kWh de solar, serão armazenados 36 kWh x 0,25 = 9 kWh de elétrica.</li><li>● A energia elétrica paga corresponde a 30 kWh - 9 kWh = 21 kWh. Como cada kWh custa R\$ 1,20, os 21 kWh custam R\$ 25,20.</li><li>● A diferença é 336,00 - 25,20 = R\$ 310,80</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● De acordo com a lei da Inércia, apenas forças contra o movimento fazem o corpo parar, logo elas são as responsáveis por consumir mais ou menos energia no movimento uniforme.</li><li>● Quando esse carro está em movimento horizontal, apenas a força do ar é contra o movimento já que as rodas são associadas às forças propulsoras e o peso não aponta para trás, mas para baixo.</li><li>● Em uma rodovia, o peso só é contra o movimento em um aclive. Isso significa que o menor peso desse carro, desenvolvendo um movimento uniforme, gera um menor consumo em relação a outros apenas em aclives.</li></ul>

10.

DESENVOLVIMENTO
-----------------

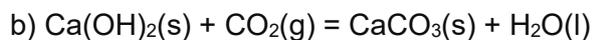
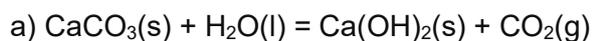
- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● X: <b>amarelo</b> que pode ser produzida com luz de frequência <b>c</b>;</li><li>● Y: <b>ciano</b> que pode ser produzida com luz de frequência <b>e</b>;</li><li>● Z: <b>magenta</b> que não pode ser produzida por luz monocromática;</li><li>● W: <b>branca</b> que não pode ser produzida por luz monocromática.</li></ul> |
|--|

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● X: <b>amarelo</b> que pode ser produzida com luz de frequências <b>b e d</b>;</li><li>● Y: <b>ciano</b> que pode ser produzida com luz de frequência <b>d e f</b>;</li><li>● Z: <b>magenta</b> que pode ser produzida com luz de frequência <b>b e f</b>;</li><li>● W: <b>branca</b> que não pode ser produzida por luz bicromática.</li></ul> |
|--|

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● luz de frequência <b>a</b>: infravermelha - a visão humana não produz cor;</li><li>● luz de frequência <b>h</b>: ultravioleta - a visão humana não produz cor.</li></ul> |
|--|

# PROVA DO NIVEL C

1.



c) a calcinação é:



Para cada 1 mol de  $\text{CO}_2(\text{g})$ , ou seja, 44 g de  $\text{CO}_2(\text{g})$  temos a transformação de 1 mol de  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  em 1 mol de  $\text{CaO}(\text{s})$ .

Desse modo, para cada 4400 kg de  $\text{CO}_2(\text{g})$  temos a transformação de 100000 mol de  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  em 100000 mol de  $\text{CaO}(\text{s})$ .

1 mol de  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  tem massa de 100 g, assim:

100000 mols de  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  tem massa de 10000000 g, logo:

densidade = massa / volume,  $2,71 \text{ g cm}^{-3} = 10000000 \text{ g} / \text{volume}$

volume =  $3690037 \text{ cm}^3 = 3,7 \text{ m}^3$ .

1 mol de  $\text{CaO}(\text{s})$  tem massa de 56 g, assim:

100000 mols de  $\text{CaO}(\text{s})$  tem massa de 5600000 g, logo:

densidade = massa / volume,  $3,34 \text{ g cm}^{-3} = 5600000 \text{ g} / \text{volume}$

volume =  $1676647 \text{ cm}^3 = 1,7 \text{ m}^3$ .

A variação é de  $2,0 \text{ m}^3$ .

2.

a)

Aplicação direta:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad \rightarrow \quad \frac{1}{\lambda} = 1,1 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\lambda = 6,545 \times 10^{-7} \text{ m} = 654,5 \text{ nm}$$

b) Aplicação direta:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad \rightarrow \quad \frac{1}{\lambda} = 1,1 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

$$\lambda = 1,212 \times 10^{-7} \text{ m} = 121,2 \text{ nm}$$

c) Pela figura temos que:

$\Delta E_{31} = \Delta E_{32} + \Delta E_{21}$ , onde  $\Delta E_{31}$ ,  $\Delta E_{32}$  e  $\Delta E_{21}$  são, respectivamente, a energia da segunda transição da série de Lyman ( $n=3 \rightarrow n=1$ ), a energia da primeira transição da série de Balmer ( $n=3 \rightarrow n=2$ ) e a energia da primeira transição da série de Lyman ( $n=2 \rightarrow n=1$ ).  
usando:

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$$

temos,

$$\frac{hc}{\lambda_{31}} = \frac{hc}{\lambda_{32}} + \frac{hc}{\lambda_{21}}$$

e cancelando os termos:

$$\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}}$$

3,0 pontos para a dedução completa. 1,0 ponto se mostrar as relações entre as energias.

d) Para a primeira transição da série de Balmer temos:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right), \text{ sabe-se que } c = \lambda * f \text{ e assim: } \frac{1}{\lambda} = \frac{f}{c}$$

logo:

$$\frac{f}{c} = R_H \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right), \text{ manipulando matematicamente,}$$

$$f = \left( \frac{5c}{36} \right) R_H$$

### 3.

a)

Dentro dos vários estudos sobre o Antigo Regime, há algumas características que definem o absolutismo que são comuns na cultura escolar.

a figura do rei como central nas relações políticas.

o mercantilismo como característica econômica, ou seja, o Estado regular as relações comerciais.

a relação do rei com a religião e a nobreza.

o conceito Antigo Regime ou Estado Absolutista

as desigualdades políticas e sociais no Absolutismo.

b)

O papel das vestimentas nos regimes absolutistas é ser parte de um teatro do poder. Em outras palavras, são elementos simbólicos que conferem distinção social.

a ideia de riqueza e do luxo.

campo do poder político.

o rei, sem roupas, é um homem comum

o absolutismo tem vários ritos para demonstração de poder como execução em praça pública, beija mão, passeios e afins  
os palácios do absolutismo

#### 4.

a)

No século VII, os árabes muçulmanos consolidaram o controle da Península Arábica e conquistaram regiões fora dela como o Egito, Síria e a Palestina. Os recursos provenientes dessas regiões fortaleceram os muçulmanos para dominar outras regiões. Os reinos islâmicos na África Ocidental se converteram ao islamismo pela difusão e expansão da religião que, até o século VIII, buscou o controle do Norte da África e da Península Ibérica.

houve expansão dos árabes para regiões além de seu lugar de origem, conforme sinalizado acima. Essas expansões influenciaram que reinos, ainda que não fizessem parte do Império Muçulmano, aderissem ao islamismo.

A relação entre o interesse do império árabe em regiões de exploração de ouro, conforme é possível ser identificado na tabela.

o papel da religião nas definições de relações políticas e econômicas no período.

b)

as rotas transaarianas que conectavam reinos africanos ao sul do Saara a cidades portuárias no Mar Mediterrâneo.

as relações possíveis são:

- a) O comércio de sal e de marfim
- b) Trocas de conhecimento sobre agricultura
- c) Abastecimento de ouro

intercâmbios culturais possíveis por meio de trocas econômicas como, por exemplo

#### 5.

Se a área total da superfície do Sol corresponde a 12 mil vezes a área total da superfície da Terra, então o hemisfério visível do Sol corresponderá, também, a 12 mil hemisférios da Terra (HT).

Pela definição:

$$1 MH = \frac{12.000 HT}{1.000.000} \rightarrow 1 MH = 0,012 HT \text{ (3,0 pontos)}$$

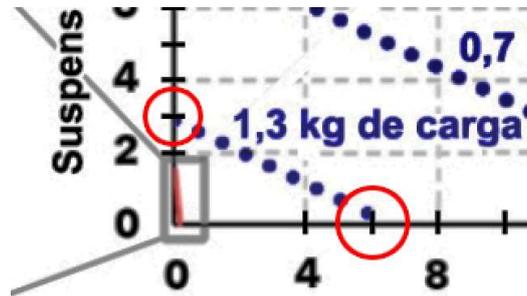
Portanto, 6.000 MH corresponderá a:

$$6.000 MH = 6.000 \times 0,012 HT = 72 HT \text{ (7,0 pontos)}$$

Ou seja, a maior mancha solar já registrada atingiu o equivalente a área de 72 hemisférios da Terra.

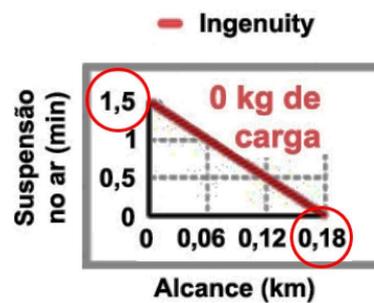
6.

a) Podemos usar o tempo máximo de planagem e o alcance máximo para calcular a velocidade máxima de voo na modalidade de 1,3 kg de carga.



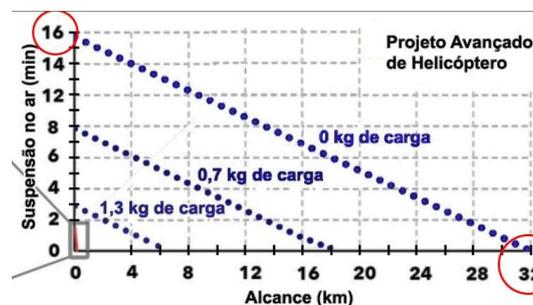
$$v_{1,3} = \frac{6 \text{ km}}{3 \text{ min}} = 2 \text{ km/min} = 120 \text{ km/h}$$

b) Segundo o gráfico menor, a velocidade máxima de voo do Ingenuity será:



$$v_{\text{ingenuity}} = \frac{0,18 \text{ km}}{1,5 \text{ min}} = 0,12 \text{ km/min} = 7,2 \text{ km/h}$$

Para o PAH, temos:



$$v_0 = \frac{32 \text{ km}}{16 \text{ min}} = 2 \text{ km/min} = 120 \text{ km/h}$$

A razão entre as velocidades máximas na modalidade 0 kg será:

$$\frac{v_0}{v_{\text{ingenuity}}} = \frac{120 \text{ km/h}}{7,2 \text{ km/h}} \approx 16,7$$

7.

a) As figuras representam caules, o que pode ser concluído pela presença de feixes vasculares (ou liberolenhosos), não encontrados em raízes.

b) É uma monocotiledônea, pois os feixes vasculares estão dispersos por todo o interior do caule. Além disso, as monocotiledôneas não apresentam câmbio, que só pode ser visualizado no esquema II.

c) Melhor aproveitamento da luz.

Epífitas não são consideradas plantas parasitas, pois não trazem malefícios, como a retirada de seiva, das plantas às quais estão apoiadas.

8.

a) Estruturas homólogas são aquelas que apresentam a mesma origem evolutiva, pois foram herdadas de um mesmo ancestral comum.

Se penas e pelos são homólogos, eles evoluíram a partir de uma mesma estrutura ectodérmica encontrada em um vertebrado ancestral das espécies atuais de aves e mamíferos.

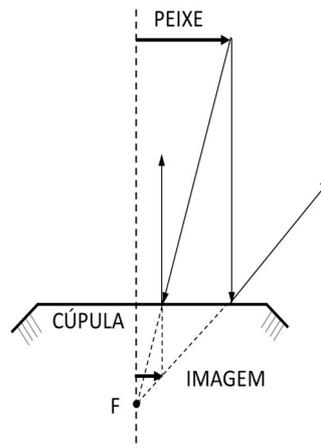
b) O ancestral comum passou pelo processo de divergência adaptativa, na qual populações diferentes foram submetidas a pressões seletivas diferentes.

O acúmulo de muitas mudanças genéticas selecionadas pelas condições ambientais diferentes acabou produzindo estruturas com funções diversas.

9.

#### DESENVOLVIMENTO

- O esboço da formação da imagem é o seguinte:



- O esquema mostra que a imagem é reduzida, direita e virtual, o que é coerente em relação à função que a cúpula exerce, a de espelho convexo.

- Usando as convenções de Gauss:  $d_o = 60$  cm e  $f = R/2 = -30$  cm/2 = - 15 cm (espelho divergente).

- Equação dos pontos conjugados:  $1/f = 1/d_o + 1/d_i$ :

$$1/(-15) = 1/60 + 1/d_i$$

$$d_i = - 12 \text{ cm (imagem virtual)}$$

- Ampliação linear transversal:

$$A = - d_i/d_o$$

$$A = - (-12)/60 = 1/5 \text{ ou } 0,2$$

10.

#### DESENVOLVIMENTO

- Como os corpos no interior da nave estão em movimento circular, o natural é que eles sigam em linha reta, tangente à trajetória circular, conforme a **lei da inércia**.
- Essa tendência faz os corpos tocarem na parede interna da região cilíndrica aplicando nela uma força normal. A **lei da ação e reação** estabelece que os corpos recebem uma força normal oposta.
- Conforme a **lei fundamental da Mecânica**, essa reação normal produz a aceleração centrípeta necessária para os corpos acompanharem o movimento de rotação da região cilíndrica.
- No interior da nave, um tripulante fica em pé com os pés voltados para a parede e o corpo na direção centrípeta acompanhando a direção da reação normal para o corpo se estabilizar. Da mesma forma, isso acontece quando estamos em pé na superfície de um planeta. A sensação de peso, na verdade, é produzida pela força normal que a superfície exerce no nosso corpo.

- $V = \omega \cdot R = 0,25 \times 80 = 20 \text{ m/s}$
- Na nave, a força normal que um tripulante sofrerá mede  $F_N = F_{Rcp} = m \cdot a_{cp} = m \cdot \frac{V^2}{R} = 60 \times \frac{20^2}{80} = 300 \text{ N}$
- Para ter a mesma sensação de peso que se estivesse no planeta de destino, teria que possuir a mesma força normal parado, logo deveria sofrer um peso  $P_D = 300 \text{ N}$
- Na Terra,  $P_T = m \cdot g_T = 60 \times 10 = 600 \text{ N}$
- A razão  $P_D/P_T = 300 \text{ N}/600 \text{ N} = 0,5$  ou  $\frac{1}{2}$ .

# PROVA DO NIVEL D

1

a) Temos a reação para o decaimento:  ${}_{92}\text{U}^{238} \rightarrow {}_{82}\text{Pb}^{206} + x {}_2\alpha^4 + y {}_{-1}\beta^0$

onde,  $x$  e  $y$  são os número de partículas alfa e beta, respectivamente.

Assim:  $238 = 206 + 4x$ , resolvendo  $x = 8$

e  $92 = 82 + 2x - y$ , usando  $x = 8$ , temos  $y = 6$ .

Portanto, na série temos a emissão de 8 partículas alfa e 6 partículas beta.

b) Após a primeira meia-vida restam 34  $\mu\text{g}$  de urânio-238, após a segunda, 17  $\mu\text{g}$  e após a terceira restam 8,5  $\mu\text{g}$  de urânio-238.

c) Calculamos o número de átomos de urânio-238 que decaíram no tempo considerado.

Em  $68 \times 10^{-6}$  g temos: número de mols =  $68 \times 10^{-6} \text{ g} / 238 \text{ g mol}^{-1} = 2,86 \times 10^{-7}$  mols

O número de átomos é  $1,7 \times 10^{17}$  átomos de urânio-238.

Após 3 meias-vidas restam  $2,14 \times 10^{16}$  átomos de urânio-238, tendo decaído um total de  $(1,7 \times 10^{17} - 2,14 \times 10^{16}) = 1,5 \times 10^{17}$  átomos.

Uma vez que para cada átomo que decai na série desde o início até o fim são emitidas 8 partículas alfa, então o total emitido é de  $8 \times 1,5 \times 10^{17} = 1,2 \times 10^{18}$ .

2

a) A elevação da temperatura de ebulição da água é:

$$\Delta T_E = K_E \cdot W \cdot i$$

onde  $K_E$  é a constante ebullioscópica,  $W$  é a molalidade da solução e  $i$  é o fator de correção de Van't Hoff. Este fator é numericamente igual ao número de espécies por fórmula do soluto, para sais completamente dissolvidos.

Para a solução  $0,1 \text{ mol kg}^{-1}$  de  $\text{AgNO}_3$ , com  $i = 2$ , temos:

$$\Delta T_E = (0,52 \text{ K kg mol}^{-1}) \times (0,1 \text{ mol kg}^{-1}) \times 2 = 0,104 \text{ K} = 0,104 \text{ }^\circ\text{C}$$

Assim, a temperatura de ebulição da solução,  $T$  será:

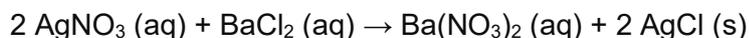
$\Delta T_E = T - T_0$ , onde  $T_0$  é a temperatura de ebulição da água pura

$$0,104 \text{ }^\circ\text{C} = T - 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T = 100,104 \text{ }^\circ\text{C}$$

b)

ocorrerá a reação:



Uma vez que as densidades das soluções são as mesmas, então ao utilizar os mesmos volumes, as soluções vão ser ter as mesmas massas, conseqüentemente as molalidades irão reduzir pela metade, assim:

	<b>2 AgNO<sub>3</sub> (aq)</b>	<b>+</b>	<b>BaCl<sub>2</sub> (aq)</b>	<b>→</b>	<b>Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (aq)</b>	<b>+</b>	<b>2 AgCl (s)</b>
Início	(0,1)/2 = 0,05		(0,1)/2 = 0,05		0		0
reage/forma	- 0,05		- 0,025		+ 0,025		0,05
Final	0		0,025		0,025		0,05 (precipitado)

O BaCl<sub>2</sub> irá fornecer 0,025 mol kg<sup>-1</sup> de Ba<sup>2+</sup> e 0,050 mol kg<sup>-1</sup> de Cl<sup>-</sup> e o Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> irá fornecer 0,025 mol kg<sup>-1</sup> de Ba<sup>2+</sup> e 0,050 mol kg<sup>-1</sup> de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Portanto, teremos uma concentração molal de íons de 0,15 mol kg<sup>-1</sup>.

Usamos  $\Delta T_E = K_E \cdot W \cdot i$ , onde  $i = 1$ , uma vez que já estão somadas todas as concentrações em 0,15 mol kg<sup>-1</sup>.

Logo:  $\Delta T_E = K_E \cdot W \cdot i$

$\Delta T_E = (0,52 \text{ K kg mol}^{-1}) \times (0,15 \text{ mol kg}^{-1}) \times 1 = 0,078 \text{ K} = 0,078 \text{ }^\circ\text{C}$

Assim, a temperatura de ebulição da solução,  $T$  será:

$\Delta T_E = T - T_0$ , onde  $T_0$  é a temperatura de ebulição da água pura

$0,078 \text{ }^\circ\text{C} = T - 100 \text{ }^\circ\text{C}$

$T = 100,078 \text{ }^\circ\text{C}$

### 3.

a)

Há quatro motivações possíveis

- A interiorização da exploração colonial que, até o século XVII, concentrava-se nas áreas mais próximas ao litoral.
- A escravização de povos indígenas.
- O papel dos bandeirantes nas destruições de comunidades quilombolas
- A relação das ações bandeirantes e o interesse por minas de ouro, seja por vias terrestres, seja pela organização de monções.

b)

O objetivo da intervenção na estátua é chamar atenção para o caráter violento das expedições bandeirantes, buscando reflexões sobre os usos do passado das figuras de bandeirantes. Tem sido recorrente em alguns monumentos e estátuas esse tipo de intervenções, principalmente em 2020.

A intenção foi criticar a celebração ao bandeirante, porque eles matavam os indígenas

Existe uma ideia heroica nas homenagens atribuídas aos bandeirantes.

Essas intervenções são recorrentes, pois questionam uma ideia de homenagear figuras que subalternizaram grupos indígenas e africanos escravizados.

Uma maneira de ressignificar homenagens, ou seja, propor olhares críticos sobre o passado colonial.

#### 4.

a)

A existência de um novo tipo de grupo social, os operários.

Ingresso de mão de obra feminina e infantil em cenários fabris

Dupla jornada para as mulheres que passaram a trabalhar em casa e nas indústrias.

Indicar para condições insalubres nas atividades indústrias, que levaram a organizações de trabalhadores em prol de melhores condições de trabalho

A divisão racional do trabalho e o sistema produtivo industrial como importantes na industrialização.

b)

O tempo passou a ser relacionado com a ideia de utilidade do trabalho.

Nas sociedades industrializadas o tempo de descanso e alimentação são medidos pelas indústrias, ou seja, não se tem autonomia no ambiente de trabalho.

A percepção de tempo está relacionada com as jornadas de trabalho, ou seja, a sociedade é organizada pelos dias que trabalho ou não, e também pelo início e fim das atividades de trabalho.

#### 5.

Área do hemisfério solar (HS):  $\frac{1}{2} 4\pi R_{Sol}^2$

Área do hemisfério joviano (HJ):  $\frac{1}{2} 4\pi R_{Jup}^2$

Portanto,

$$\frac{HS}{HJ} = \frac{\frac{1}{2} 4\pi R_{Sol}^2}{\frac{1}{2} 4\pi R_{Jup}^2} = \frac{R_{Sol}^2}{R_{Jup}^2} = \left(\frac{R_{Sol}}{R_{Jup}}\right)^2 = \left(\frac{6,96 \times 10^8 \text{ m}}{7,15 \times 10^7 \text{ m}}\right)^2 \approx 9,48 \times 10^1 = 94,8$$

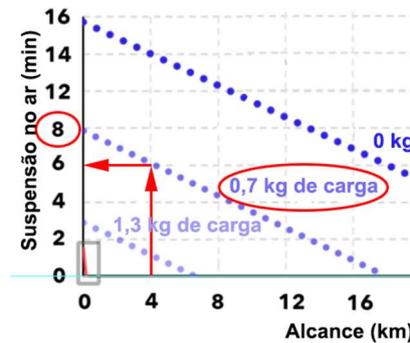
Portanto, 6.000 MH corresponderá a:

$$6.000 \text{ MH} = 6.000 \times \frac{94,8 \text{ HJ}}{1.000.000} = 0,5688 \text{ HJ} \approx 0,57 \text{ HJ}$$

Ou seja, a maior mancha solar já registrada atingiu o equivalente a área de 0,57 hemisférios de Júpiter.

#### 6.

Pelo gráfico, vemos que a autonomia de voo do PAH, com 0,7 kg de carga é de 8 min e que para chegar a 4 km de distância da base ele demora  $t(0 \text{ km}) - t(4 \text{ km}) = 8 - 6 = 2 \text{ min}$ .



Então, podemos equacionar o plano de voo levando em consideração os tempos conhecidos e o tempo que queremos determinar:

tempo de decolagem + tempo de voo na ida + tempo máximo de registro + tempo de voo da volta + tempo de pouso = autonomia de voo

$$30 \text{ s} + 2 \text{ min} + \text{tempo máximo de registro} + 2 \text{ min} + 30 \text{ s} = 8 \text{ min}$$

Portanto, o tempo máximo que o PAH pode ficar registrando as rochas antes de voltar seguramente para sua base será:

$$\text{tempo máximo de registro} = 8 \text{ min} - (30 \text{ s} + 2 \text{ min} + 2 \text{ min} + 30 \text{ s}) = 3 \text{ min}$$

7.

a) Respiração celular.

b) A fotossíntese é um processo que depende da luminosidade como fonte de energia e, assim, está limitada ao período diurno.

Apesar desse sistema também depender da luz, o acetato produzido poderia ser armazenado e fornecido às plantas em qualquer horário do dia.

c) As leveduras são seres heterótrofos e, assim, precisam receber a matéria orgânica produzida por seres autótrofos. Como há muita perda em sua transferência ao longo das cadeias alimentares, a energia disponível para a síntese de alimentos nas leveduras é bem menor do que se elas recebessem o acetato vindo da eletrólise.

8.

a) Células ou linfócitos B e T de memória.

b) Reduções do número de mortes, de casos graves ou da superlotação de hospitais.

c) Com um alto número de infectados também é mais alta a probabilidade de que mutações aconteçam, dado que o vírus só se multiplica em células.

É importante inibir mutações no geral para que a chance de alguma variante fugir do controle vacinal diminua.

9.

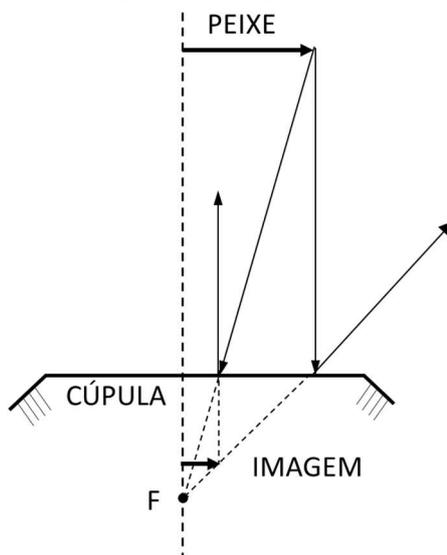
DESENVOLVIMENTO

- Início:  $PV = nRT \Rightarrow 3 \times 10^6 \cdot V = 10 \times 8 \times 3000$   
 $V = 0,08 \text{ m}^3 = 80 \text{ L}$
  - combustão incompleta:  $C_{(s)} + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO + 111 \text{ kJ}$   
 $20 C_{(s)} + 10 O_{2(g)} \rightarrow 20 CO_{(g)} + 2220 \text{ kJ}$
  - O  $n_{\text{gasoso}}$  duplicou, de 10 mol para 20 mol, logo o volume duplicou já que a transformação foi isobárico:  $V_f = 160 \text{ L} = 0,16 \text{ m}^3$
  - $\Delta V = 0,16 - 0,08 = 0,08 \text{ m}^3$
- O trabalho do gás no processo isobárico é  $P \cdot \Delta V$   
 $W = 3 \times 10^6 \cdot 0,08 = 240.000 \text{ J} = 240 \text{ kJ}$
  - Se foi gerado 2.220 kJ de calor na reação química e 240 kJ foram usados para realizar trabalho, sobra 1.980 kJ de calor que não foram absorvidos pelo sistema, pois a transformação foi isotérmica. Esse calor foi transferido para o meio externo via condução térmica.

10.

DESENVOLVIMENTO

- O esboço da formação da imagem é o seguinte:



- O esquema mostra que a imagem é reduzida, direita e virtual, o que é coerente em relação à função que a cúpula exerce, a de espelho convexo.

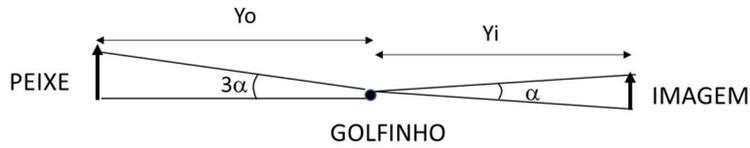
- Usando as convenções de Gauss:  $d_o = 60 \text{ cm}$  e  $f = R/2 = -30 \text{ cm}/2 = -15 \text{ cm}$  (espelho divergente).
- Equação dos pontos conjugados:  $1/f = 1/d_o + 1/d_i$   
 $1/(-15) = 1/60 + 1/d_i$   
 $d_i = -12 \text{ cm}$  (imagem virtual)

- Ampliação linear transversal:

$$A = - d_i/d_o$$

$$A = - (-12)/60 = 1/5 \text{ ou } 0,2$$

- A distância entre o peixe e sua imagem é  $60 + 12 = 72$  cm. Como o golfinho está entre os dois,  $Y_i + Y_o = 72$  cm, conforme imagem abaixo.



- Como  $A = H_i/H_o = 1/5 \Rightarrow H_o = 5 H_i$
- O “ângulo de visão” para o peixe é 3 vezes o para a sua imagem:  $H_o/Y_o = 3 \cdot H_i/Y_i$   
 $\Rightarrow 5H_i/Y_o = 3 \cdot H_i/Y_i$   
 $\Rightarrow Y_o = 5 Y_i/3$
- $Y_i + Y_o = 72 \text{ cm} \Rightarrow Y_i + 5 Y_i/3 = 72 \text{ cm}$
- $8 Y_i/3 = 72 \text{ cm}$
- $Y_i = 27 \text{ cm}$
- distância até a cúpula:  $27 - 12 = 15 \text{ cm}$

# PROVA DO NIVEL E

1.

a) A solubilidade de um gás é proporcional a sua pressão parcial, porque um aumento de pressão corresponde a um aumento na velocidade com a qual as moléculas de gás se chocam com a superfície do solvente.

b) A pressão parcial do oxigênio será:  $P = 0,21 \times 1 \text{ atm} \times (101,3 \text{ kPa}/1 \text{ atm}) \times (1000 \text{ Pa}/1 \text{ kPa}) = 21273 \text{ Pa}$ .

A solubilidade a 20 °C será:  $S = (1,3 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1} \text{ Pa}^{-1}) \times (21273 \text{ Pa}) = 2,76 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ .  
Este valor está acima do valor requerido, logo poderá haver vida aquática.

c) Calcular o número de mols dissolvidos do nitrogênio na pressão de 10 atm:

$$S = k_H P$$

$$S = (5,8 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}) \times (10 \text{ atm}) = 5,8 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

O volume de plasma é:  $V_p = 0,45 \times 6,0 \text{ L} = 2,7 \text{ L}$

Logo, o número de mols de nitrogênio será:

$$n = (5,8 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}) \times (2,7 \text{ L}) = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Calcular o volume de nitrogênio a 37 °C e 1 atm:

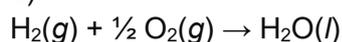
$$PV = nRT$$

$$(1 \text{ atm}) \times V = (1,6 \times 10^{-2} \text{ mol}) \times (0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) \times (273 + 37 \text{ K})$$

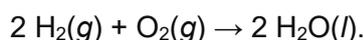
$$V = 0,4 \text{ L}$$

2.

a)

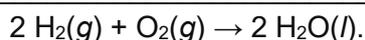
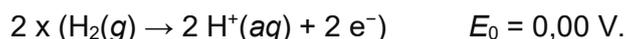


ou



b)

Soma-se as duas semi-reações fornecidas, invertendo a semi-reação de redução do hidrogênio e multiplicando-a por 2 para igualar a quantidade de elétrons transferidos:



Logo, a diferença de potencial padrão,  $\Delta E_0$  será a soma dos potenciais de semi-reação:

$$\Delta E_0 = 1,23 + 0,00 = 1,23 \text{ V.}$$

c) Para a reação global da célula a combustível, para cada 1 mol de  $H_2(g)$  são transferidos 2 mols de elétrons. Assim, para 0,001 mol de hidrogênio gasoso, há a transferência de 0,002 mols de elétrons.

O trabalho elétrico é trabalho útil e, portanto, corresponde ao valor da energia livre de Gibbs que é calculada por:

$$\Delta G_0 = - n \cdot F \cdot \Delta E_0$$

onde  $n$  é o número de mols de elétrons transferidos e  $F$  é a constante de Faraday.

logo,  $\Delta G_0 = - (0,002 \text{ mols}) \cdot (96500 \text{ C mol}^{-1}) \cdot (1,23 \text{ V})$

$$\Delta G_0 = - 237,4 \text{ J}$$

Mas o rendimento da célula é de 70% logo o trabalho útil será:

$$W_{\text{elétrico}} = 0,70 \cdot (- 237,4 \text{ J}) = - 166,2 \text{ J}$$

### 3.

#### a)

As universidades tiveram tido um papel preponderante na difusão do cientificismo.

Os países investem em pesquisas científicas para usos de novas matérias primas, estudos sobre sociedades e populações, inovações tecnológicas, e também na área do corpo e saúde. O interesse cientificista da América do Norte, sendo o fato de ser Estados Unidos um país investidor em tecnologia industrial.

A presença da universidade na África se relacionar com o neocolonialismo.

#### b)

A permanência da função da universidade na produção da pesquisa e avanço do conhecimento.

A universidade sendo um espaço de formação profissional.

O impacto que as universidades tem no desenvolvimento da comunidade local, não apenas em geração de empregos, mas também no desenvolvimento de bem estar e qualidade de vida.

A importância da educação superior como um direito, ou seja, garantir acesso a todos.

### 4.

#### a)

Construções faraônicas com o objetivo de demonstrar progresso e modernidade.

Dicotomia entre desenvolvimento de grandes obras e cerceamento de direitos como liberdade de expressão e direitos políticos.

Regime ditatorial com as seguintes características: autoritário, supressão de direitos, criação de polícias políticas, violação de direitos humanos.

Obras relacionadas a suas funções, ou seja, as estradas e as hidrelétricas como elementos de desenvolvimento industrial e tecnológico.

Relação entre as construções faraônicas e o Milagre Econômico.

b)

Alinhamento dos Estados Unidos com a ditadura militar.

Uma das disputadas da Guerra Fria envolvia o desenvolvimento de energia nuclear

Ideia de progresso tecnológico como necessário para uma imagem positiva internacionalmente.

Durante a ditadura militar no Brasil houve uma grande proliferação de eletrodomésticos, sendo necessário uma maior capacidade de produção de energia elétrica.

5.

Como o cometa está em oposição no plano da eclíptica, Sol, Terra e ele estão alinhados, de forma que sua distância ao Sol será de  $1,00 \text{ UA} + 3,40 \text{ UA} = 4,40 \text{ UA}$

$$d = 4,4 \text{ UA} \times \frac{1,5 \times 10^{11} \text{ m}}{\text{UA}} = 6,6 \times 10^{11} \text{ m}$$

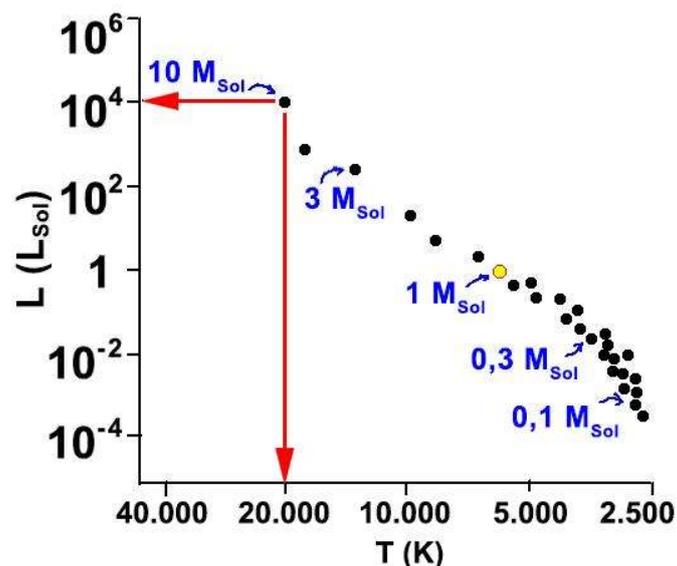
Substituindo os valores na equação dada, teremos:

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \times 6,6 \times 10^{-11} \times 2,0 \times 10^{30}}{6,6 \times 10^{11}}} = 20,0 \times 10^3 \text{ m/s} = 20 \text{ km/s}$$

A velocidade mínima do cometa para ele escapar do Sistema Solar, ou seja, escapar da gravidade do Sol estando a 4,4 UA de distância do Sol, será  $v_{\text{min}} = 20 \text{ km/s}$ .

6.

a) Pela leitura do gráfico, a luminosidade de uma estrela da Sequência Principal com  $10 M_{\text{Sol}}$  vale  $L = 10^4 L_{\text{Sol}}$  e corresponde a uma estrela com temperatura superficial de  $T = 20.000 \text{ K}$ .



a.1)  $L = 10^4 L_{\text{Sol}}$

a.2)  $T = 20.000 \text{ K}$

b) Utilizando a Lei de Stefan-Boltzmann com os valores do item a:

$$\begin{aligned}
 L_*(10 M_{Sol}) &= 10^4 L_{Sol} \\
 T_*(10 M_{Sol}) &= 20.000 K \\
 \frac{L_*}{L_{Sol}} &= \frac{4\pi R_*^2 \sigma T_*^4}{4\pi R_{Sol}^2 \sigma T_{Sol}^4} \rightarrow \frac{10^4}{1} = \frac{R_*^2 (20.000 K)^4}{R_{Sol}^2 (6.000 K)^4} \\
 \left(\frac{R_*}{R_{Sol}}\right)^2 &= \left(\frac{10 \times 6.000}{20.000}\right)^4 \\
 \frac{R_*}{R_{Sol}} &= \left(\frac{60.000}{20.000}\right)^2 = 3^2 = 9
 \end{aligned}$$

Portanto, essa estrela tem um raio 9 vezes maior do que o raio do Sol ( $R_* = 9 R_{Sol}$ )

7.

a) Quanto mais longe de Adis Abeba, menor a diversidade genética observada nas populações.

Isso condiz com a história evolutiva da humanidade, pois é sabido que a origem foi nessa região da África. As populações que lá habitam tiveram mais tempo para acumular mutações.

b) A deriva genética explica a menor variabilidade genética em populações mais distantes da África.

Os inúmeros gargalos evolutivos passados durante migrações a partir do continente africano colaboraram com o efeito fundador, ou seja, um número pequeno de indivíduos estabelecendo novas populações e contribuindo com todo o *pool* gênico.

8.

a) Usualmente procariotos não possuem organelas membranosas nem material genético envolto por membrana, como possuem as *T. magnifica*.

b) Transcrição e tradução devem ocorrer dentro das pepinas. Um forte indicativo é a presença de ribossomos no mesmo compartimento do material genético. Para que os ribossomos traduzam RNAm, eles devem ter sido transcritos anteriormente

c) Não, pois neste caso uma bactéria (ser procariótico), como *T. magnifica*, seria maior que inúmeros organismos eucarióticos.

9.

DESENVOLVIMENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>● massa de água = 4,9890 - 3,0030 = 1,9860 kg</li> <li>● perda de massa em forma de vapor = 4,9890 - 4,9680 = 0,0210 kg = 21,0 g</li> <li>● A água não deixa o sistema ultrapassar 120 °C: ela vaporiza levando a energia térmica que faria isso.</li> <li>● <math>\Delta T = 120 - 20 = 100</math> °C</li> <li>● alumínio: <math>Q = m.c.\Delta T = 3.003 \times 0,2 \times 100 = 60.060</math> cal</li> <li>● água: <math>Q = mc.\Delta T = 1.986 \times 1 \times 100 = 198.600</math> cal</li> <li>● vaporização: <math>Q = \Delta m.L = 21 \times 540 = 11.340</math> cal</li> <li>● Total = 270.000 cal</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Resultado:</b> a massa da panela com a válvula travada permaneceu a mesma.</li> </ul>

- **Isso depõe contra a teoria do calórico porque**, se o calor fosse uma substância, esperava-se que, ao receber calor, um corpo tivesse sua massa aumentada.
- **Para que esse resultado não depusesse contra a teoria do calórico**, o próprio calórico deveria ser a única substância conhecida que não possui massa, não pesa.

- Como as chamas eram iguais e o tempo foi o mesmo, podemos considerar que os calores absorvidos pelas panelas foram iguais, ou muito próximos.
- Para a panela com a válvula travada,  $Q = 270.000 \text{ cal} = 1.080.000 \text{ J} = 108 \times 10^4 \text{ J} = \Delta E$
- $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \rightarrow \Delta m = \Delta E / c^2 = 108 \times 10^4 / (3 \times 10^8)^2 = 12 \times 10^{-12} \text{ kg} = 12 \times 10^{-9} \text{ g}$
- Conforme as medidas apresentadas, o aparelho usado diferencia décimos de grama, uma precisão incapaz de identificar o aumento de massa por aumento da energia interna, já que essa aparece na ordem de dezenas de bilionésimos de grama. Certamente, nenhuma balança do século XVIII possuía o nível de precisão necessário para essa detecção.

## 10.

### DESENVOLVIMENTO

- A trajetória descrita pelos prótons são formadas por arcos de círculo, pois o campo magnético gera uma aceleração centrípeta:

$$F_R = M \cdot a, \text{ com } F_R = F_m = B \cdot q \cdot V \text{ e } a = a_{cp} = \frac{V^2}{R}:$$

$$B \cdot q \cdot V = M \cdot \frac{V^2}{R}$$

$$V = \frac{B \cdot q \cdot R}{M} = \frac{0,4 \cdot 1,6 \times 10^{-19} \cdot 0,5}{1,6 \times 10^{-27}} = 2 \times 10^7 \text{ m/s}$$

- Obs.: O aluno pode usar a relação já conhecida:  $R = \frac{M \cdot V}{B \cdot q}$

- O período é o tempo que ele completa um ciclo.
- O aluno pode seguir dois caminhos:

$$V = \frac{B \cdot q \cdot R}{M} \rightarrow \frac{2\pi \cdot R}{T} = \frac{B \cdot q \cdot R}{M} \rightarrow T = \frac{2\pi M}{B \cdot q} = \frac{2\pi \cdot 1,6 \times 10^{-27}}{0,4 \times 1,6 \times 10^{-19}} \\ T = 5\pi \times 10^{-8} \text{ s}$$

- O aluno pode usar a fórmula acima pronta.
- O outro caminho é usando a velocidade que tinha encontrado:

$$T = \frac{2\pi \cdot R}{V} = \frac{2\pi \cdot 0,5}{2 \times 10^7} = 5\pi \times 10^{-8} \text{ s}$$

- Trabalho =  $\Delta E_c$  e  $E_{c0} = 0$ :

$$\text{Trabalho} = \frac{M \cdot V^2}{2} = \frac{1,6 \times 10^{-27} \cdot (2 \times 10^7)^2}{2} = 3,2 \times 10^{-13} \text{ J}$$

- Trabalho ao passar uma vez por R:

$$\text{Trab } F_{ele} = U \cdot q = 2 \times 10^3 \cdot 1,6 \times 10^{-19} = 3,2 \times 10^{-16} \text{ J}$$

- Para conseguir a  $E_c$  necessária, é preciso repetir o trabalho acima 1000 vezes:  $1000 \times 3,2 \times 10^{-16} \text{ J} = 3,2 \times 10^{-13} \text{ J}$