

- A - O exame possui 10 questões analítico expositivas e vale 100 pontos.
- B - A resposta de cada questão deve ocupar apenas o espaço destinado à mesma na folha de resposta.
- C - Para cada questão deverá ser utilizada uma folha de resposta. Utilize o verso se precisar.
- D - Para resolução é permitido o uso apenas de lápis, borracha, caneta e régua.
- E - Não é permitido o uso de calculadoras ou celulares.
- F - A sua identificação é feita apenas na folha de respostas.

**01.** Leia o documento a seguir e depois responda ao que se pede:

#### PREÂMBULO

Mães, filhas, irmãs, mulheres representantes da nação reivindicam constituir-se em uma assembleia nacional. Considerando que a ignorância, o menosprezo e a ofensa aos direitos da mulher são as únicas causas das desgraças públicas e da corrupção no governo, resolvem expor em uma declaração solene, os direitos naturais, inalienáveis e sagrados da mulher.

Art. 1º A mulher nasce livre e tem os mesmos direitos do homem. As distinções sociais só podem ser baseadas no interesse comum.

Art. 2º O objeto de toda associação política é a conservação dos direitos imprescritíveis da mulher e do homem. Esses direitos são a liberdade, a propriedade, a segurança e, sobretudo, a resistência à opressão.

Art. 3º O princípio de toda soberania reside essencialmente na nação, que é a união da mulher e do homem: nenhum organismo, nenhum indivíduo, pode exercer autoridade que não provenha expressamente deles. [...]

Art. 6º A lei deve ser a expressão da vontade geral. Todas as cidadãs e cidadãos devem concorrer pessoalmente ou com seus representantes para sua formação; ela deve ser igual para todos. [...]

Art. 11 A livre comunicação de pensamentos e de opiniões é um dos direitos mais preciosos da mulher, já que essa liberdade assegura a legitimidade dos pais em relação aos filhos [...].

#### FORMULÁRIO PARA UM CONTRATO SOCIAL ENTRE HOMEM e MULHER

Nós, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ movidos por nosso próprio desejo, unimo-nos por toda nossa vida e pela duração de nossas inclinações mútuas sob as seguintes condições: Pretendemos e queremos fazer nossa uma propriedade comum saudável, [...] e nós impomos a nós mesmos a obrigação de subscrever a lei que pune qualquer rejeição de filhos do seu próprio sangue (recusando o reconhecimento do filho ilegítimo). Da mesma forma nós nos obrigamos, em caso de separação, a dividir nossa fortuna, igualmente, e de separar a porção que a lei designa para nossos filhos. Em caso de união perfeita, aquele que morrer primeiro deixa metade de sua propriedade em favor dos filhos; e se não tiver filhos, o sobrevivente herdará, por direito [...].

Fonte: Olympe de Gouges. Declaração dos direitos da mulher e da cidadã. 1791. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Documentos-antiores-%C3%A0-cria%C3%A7%C3%A3o-da-Sociedade-das-Na%C3%A7%C3%B5es-at%C3%A9-1919/declaracao-dos-direitos-da-mulher-e-da-cidada-1791.html>

- a) Qual era a necessidade de elaborar uma Declaração dos Direitos da Mulher e da Cidadã? E por que o documento pode ser considerado iluminista?
- b) Como a ideia de “contrato social entre homem e mulher” impacta o casamento?

02. Observe as imagens abaixo e responda ao que se pede:

Jacque-Louis David. Bonaparte atravessando o Grande São Bernardo, 1802



Fonte: [http://warburg.chaa-unicamp.com.br/img/obras/jacques\\_louis\\_david\\_-\\_bonaparte\\_franchissant\\_le\\_grand\\_saint-bernard\\_20\\_mai\\_1800x.jpg](http://warburg.chaa-unicamp.com.br/img/obras/jacques_louis_david_-_bonaparte_franchissant_le_grand_saint-bernard_20_mai_1800x.jpg)

Eugène Delacroix. A liberdade guiando o povo. 1830.

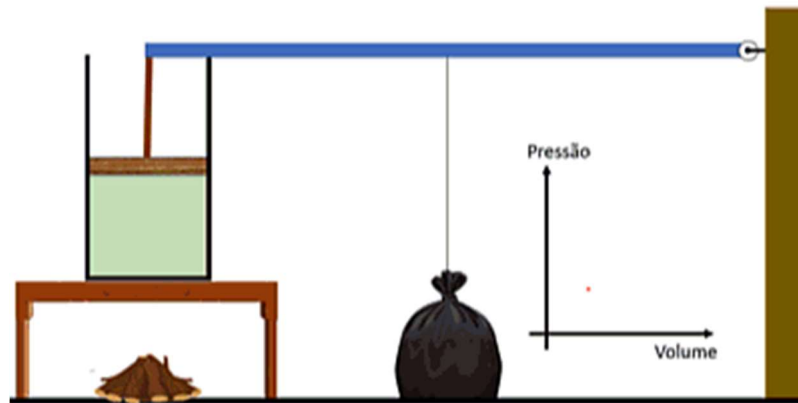


Fonte:

[http://warburg.chaa-unicamp.com.br/img/obras/1543\\_original.jpg](http://warburg.chaa-unicamp.com.br/img/obras/1543_original.jpg)

- Quem são e como estão representados os personagens das obras?
- Explique como a arte dialoga com política, relacionando as pinturas aos seus contextos de produção.

**03.** No interior de um recipiente, um punhado de gás estava sendo contido por um êmbolo de massa desprezível, ou seja, a pressão do gás se igualava à pressão atmosférica. Uma fogueira foi acesa e passou a transmitir um fluxo de calor constante para o gás. Consequentemente, a pressão e o volume do gás se comportaram conforme o gráfico abaixo, que está sincronizado com a animação. Em 10 min, o gás absorveu 120 kJ de calor, momento que o êmbolo começou a subir, levantando a extremidade de uma barra de 200 kg que tinha um saco preso exatamente no meio dela. O êmbolo possuía uma área de  $0,5 \text{ m}^2$  e deslizou pelas paredes do recipiente sem atrito significativo, em movimento uniforme.



Fonte: Equipe da ONC.

Dados: aceleração da gravidade =  $10 \text{ m/s}^2$

pressão atmosférica =  $100 \text{ kPa}$

calor molar à pressão constante =  $\frac{5}{3}$  calor molar a volume constante

- Se o volume do gás cresceu  $0,4 \text{ m}^3$  durante os dez primeiros minutos de movimento do êmbolo, qual o valor da pressão do gás durante a transformação isobárica
- Qual a massa do saco?

**04.** Em uma partida de futebol, um jogador fez o seguinte gol de cabeça: ele observou o lançamento da bola pelo goleiro adversário para fora da “pequena área” (região do campo de futebol em que ficam as traves), notou a aproximação da bola e saltou em direção à ela, adquirindo uma pequena velocidade de 10 cm/s. A bola estava a 36 km/h quando colidiu com a cabeça do jogador. A colisão foi quase perfeitamente elástica e fez com que a velocidade da bola invertesse o seu sentido, mantendo a direção e o módulo. O goleiro não esperava o retorno da bola e não conseguiu impedir o gol.



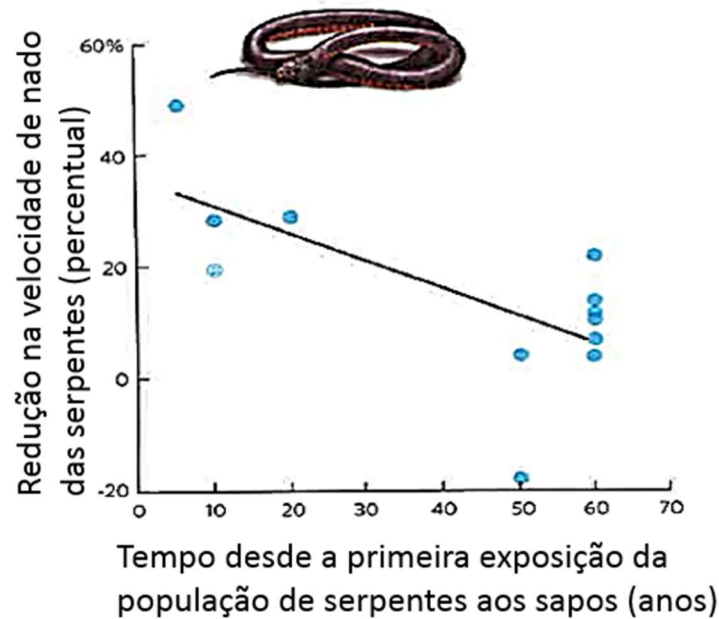
Fonte: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/blog/espinal/post/nao-deixe-seu-filho-cabecear.html> acessada em 15/06/2021

Sabendo que a colisão entre o jogador e a bola foi unidimensional e que o coeficiente de restituição mediu 100/101, responda às perguntas a seguir.

Dados: massa da bola = 400 g  
massa do jogador = 80 kg

- a) Qual o valor da velocidade da bola imediatamente após a cabeçada?
- b) Qual a quantidade de calor produzido por causa da colisão?

**05.** Os sapos-cururus (*Bufo marinus*), como outros anfíbios, apresentam toxinas em sua pele que podem matar ou provocar doenças em seus predadores. Em 1935, estes sapos foram introduzidos na Austrália como controle biológico do besouro-da-cana que devastava os canaviais, porém, acabou afetando outras espécies como as serpentes-negras (*Pseudechis porphyriacus*) que se alimentam de anfíbios, e acabavam morrendo ao ingerir estes animais. Setenta anos depois, os pesquisadores concluíram que as populações de serpentes que coexistiram por mais tempo com estes sapos apresentavam menor suscetibilidade às suas toxinas. Para isso, coletaram serpentes-negras de diferentes regiões que viviam com os sapos-cururus entre 5 a 60 anos. As serpentes ingeriram uma dose não letal das toxinas coletadas da pele destes anfíbios e foram colocadas em uma piscina para o registro da velocidade de natação destes répteis, como mostrado no gráfico a seguir:

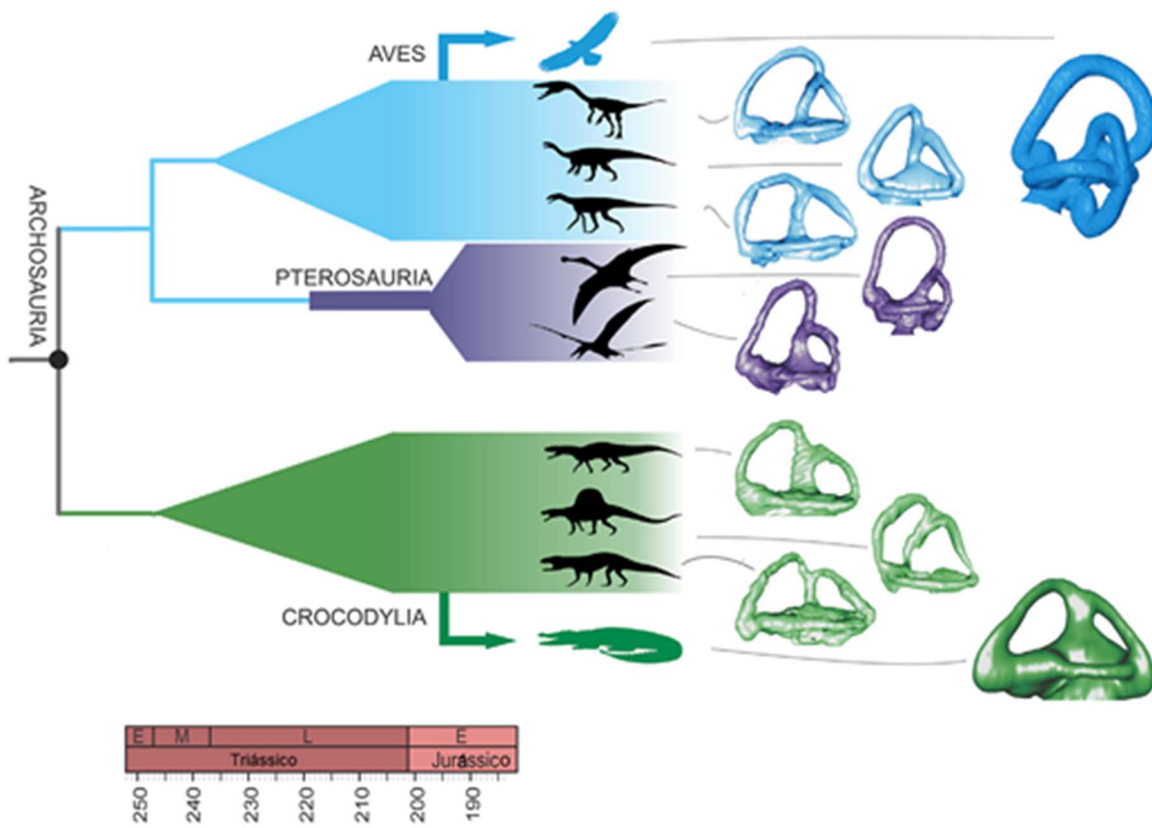


Fonte: "A Economia da Natureza" - Ricklefs, Robert - 7ª edição, pág. 336 (Adaptado).

a) Em relação à pele, os répteis, como as serpentes, apresentam adaptações para viverem no meio terrestre, que são ausentes em anfíbios. Cite duas dessas adaptações que favoreceram a conquista definitiva do meio terrestre. As serpentes mais velozes são aquelas com maior ou menor tempo em contato com os anfíbios venenosos?

b) Como pode ser explicada, segundo o evolucionismo biológico, a menor suscetibilidade às toxinas do sapo-cururu pelas serpentes-negras que coexistiram por mais tempo com estes animais? Como denominamos quando duas espécies, como as destacadas, afetam a evolução uma da outra reciprocamente?

06. Pesquisadores utilizaram tomografias computadorizadas de fósseis e investigaram modelos tridimensionais dos canais semicirculares que formam o labirinto de répteis extintos e vivos, focando o grupo *Archosauria*.



Fonte: *Deep evolutionary diversification of semicircular canals in archosaurs* - Mario Bronzati, Mario and Benson, Roger B.J. - Current Biology (Adaptado).

Verificaram que os *Pterosauria*, répteis voadores extintos, apresentavam canais semicirculares menores do que outros *Archosauria* não voadores. Assim, concluíram que a presença dos grandes canais semicirculares em aves viventes não é uma adaptação ao voo, mas que o tamanho e forma destas estruturas são devidos ao formato do crânio. Essas estruturas são relacionadas à maior capacidade visual que auxiliam a manter objetos nítidos no seu campo de visão, também, gera maior controle do equilíbrio durante a locomoção ágil dos animais, principalmente. A grande variação nos tamanhos dos canais semicirculares nos mais antigos *Archosauria* indica uma grande diversificação na capacidade de exploração dos ambientes, o que ajuda a entender o do domínio deste grupo durante a Era Mesozoica.

a) O que são fósseis e por que são fundamentais para o estudo dos processos evolutivos? Em que órgão estão localizados os canais semicirculares que formam o labirinto dos vertebrados representados.

b) Considerando o cladograma apresentado, pode-se dizer que o grupo *Archosauria* é mono, poli ou parafilético? Justifique a sua resposta. Que tipo de evolução permitiu a formação dos grupos das aves e dos *Crocodylia*?

**07.** Um Remanescente de supernova (SNR, sigla em inglês) é um invólucro de gás, composto com os restos mortais de uma estrela que foi destruída por uma violenta explosão de supernova, marcando a morte desta. Esta violenta explosão gera uma onda de choque e ejeta o material estelar da antiga estrela que se afasta a grande velocidade do núcleo estelar. Um exemplo disso é o Remanescente da Supernova SN 1006, na constelação da Lebre, visto na imagem a seguir.



Fonte: NASA, ESA, Zolt Levay (STScI).

Considere um Remanescente de forma esférica, com um diâmetro angular de  $\Theta = 360''$  (segundos de arco), a uma distância de  $D = 5,0$  kpc (quiloparsec) da Terra.

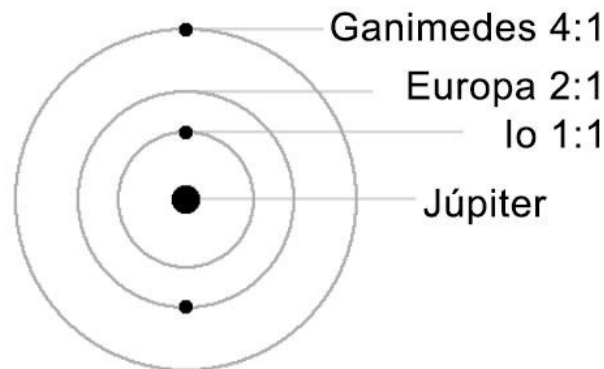
- Estime o diâmetro real  $L$ , em parsecs e km, do Remanescente de supernova.
- Sabendo que a velocidade de expansão dos gases do Remanescente permaneceu constante e igual a  $v = 2.500$  km/s, estime quantos anos se passaram depois que a supernova explodiu.

Dados:  $1 \text{ parsec} = 3,0 \times 10^{16} \text{ m}$ ;  $\tan(0,05^\circ) = 0,001$ ;  $\tan(0,1^\circ) = 0,002$ ;  $\tan(0,2^\circ) = 0,003$ ;  
 $1 \text{ ano} = 3,0 \times 10^7 \text{ s}$



**08.** Uma Ressonância Orbital pode ser definida como uma relação de números inteiros entre os períodos orbitais dos corpos celestes que orbitam um mesmo astro. Este fenômeno foi estudado pelo matemático, astrônomo e físico francês Simon Laplace (1749-1827) quando este observava Júpiter e suas luas: Io, Ganimedes e Europa.

A figura a seguir, fora de escala, traz a relação de ressonância entre os satélites de Júpiter: Io dá uma volta ao redor do planeta em metade do tempo, que Europa demora para executar esse movimento, ou seja, eles estão em uma ressonância 2:1. Por sua vez Europa tem também uma ressonância 2:1 em relação ao próximo satélite que é Ganimedes.

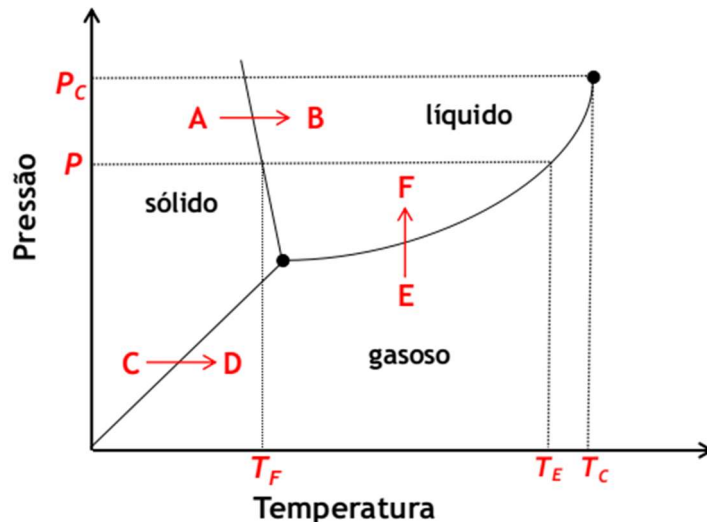


Fonte: PARIS OBSERVATORY/CNRS.

Considere um sistema extrassolar com dois exoplanetas em ressonância orbital. Sabe-se que a cada três órbitas do exoplaneta 1, o exoplaneta 2 realiza exatamente duas órbitas.

- Se o período orbital do primeiro for de 18 anos, qual é o período orbital do segundo?
- Se a estrela extrassolar tiver a mesma massa do Sol, qual é a distância média do exoplaneta 2, em unidades astronômicas, até a sua estrela?

09. O estudo das mudanças de fase de agregação da matéria (estados físicos) pode ser realizado analisando o chamado diagrama de fases. Este diagrama, que é específico de cada substância, corresponde a um gráfico de pressão *versus* temperatura, em que são mostradas as regiões de cada fase separadas por linhas de equilíbrio. A figura a seguir mostra o diagrama de fases da água, onde são observadas as regiões dos estados, sólido, líquido e gasoso, bem como três mudanças de fase (A → B; C → D; E → F), entre outros detalhes.



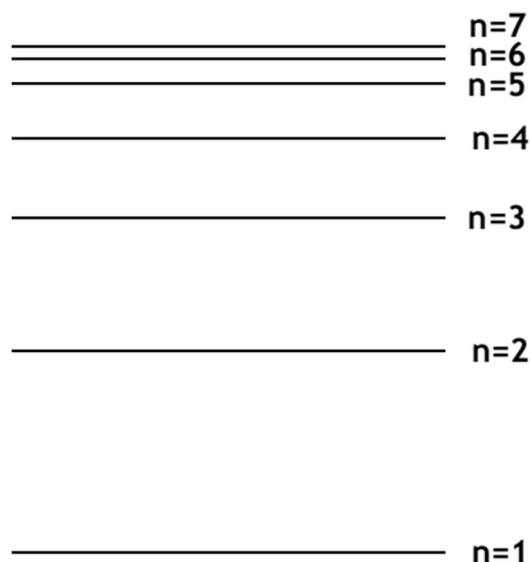
Fonte: Equipe ONC.

A respeito do diagrama de fases mostrado e com base nos seus conhecimentos, responda:

- Quais os nomes das três mudanças de fase mostradas no gráfico?
- Com base na reta que divide a região do sólido e do líquido no diagrama de fases da água, explique como é possível “escorregar” no gelo utilizando patins com lâmina.
- Se a pressão indicada no gráfico por  $P$  possuir o valor de **1 atm**, quais os valores, em graus celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) das temperaturas indicadas por  $T_E$  e  $T_F$ ?
- O ponto de coordenadas  $(P_c, T_c)$  é o ponto crítico e corresponde à condição de pressão e temperatura máximas na qual podemos ter o equilíbrio entre o líquido e o vapor. Como se chama a matéria acima do ponto crítico?
- Utilizando a equação dos gases ideais calcule o volume crítico de um mol de água, sabendo que  $P_c = 218 \text{ atm}$  e  $T_c = 374 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Dados: constante universal dos gases ideais,  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

10. Em 1913, o cientista dinamarquês Niels Bohr (1865 - 1962) publicou o seu modelo atômico, descrevendo como transições eletrônicas entre os níveis de energia quantizados originavam as linhas observadas nos espectros atômicos. O modelo foi bem sucedido na aplicação em sistemas com apenas um elétron (sistemas hidrogenóides). A figura a seguir esboça a relação entre as energias dos níveis eletrônicos num sistema hidrogenóide, como por exemplo,  ${}^1\text{H}$ ,  ${}^2\text{He}^+$ ,  ${}^3\text{Li}^{2+}$ ,  ${}^4\text{Be}^{3+}$ , entre outros.



Fonte: Equipe ONC.

O valor de energia em cada nível é dado pela equação:

$$E_n = \frac{-13,6Z^2}{n^2}$$

onde a energia  $E_n$  é dada em elétrons-volt (eV),  $n$  é o número quântico principal referente ao nível e  $Z$  é o número atômico. Segundo o modelo de Bohr, quando um elétron absorve radiação, ele salta para uma órbita mais externa, e ao retornar para uma órbita mais interna, ele emite energia na forma de luz, obedecendo à equação:

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

onde  $\Delta E$  é a diferença de energia entre os níveis envolvidos,  $h$  é constante de Planck =  $6,63 \times 10^{-34}$  J.s;  $c$  é a velocidade da luz =  $3 \times 10^8$  m/s e  $\lambda$  é o comprimento de onda da luz emitida.

Com base no exposto acima e a partir dos seus conhecimentos, responda:

- Dentre as transições dos níveis  **$n = 5$  para  $n = 4$**  e  **$n = 4$  para  $n = 3$** , qual emite um fóton com maior comprimento de onda? Justifique.
- Um átomo de hidrogênio e um íon  ${}^3\text{Li}^{2+}$  emitem fótons com comprimentos de onda,  $\lambda_{\text{H}}$  e  $\lambda_{\text{L}}$ , respectivamente, ambos decorrentes de transições entre **os mesmos níveis de energia**. Determine a razão  $\lambda_{\text{H}}/\lambda_{\text{L}}$ .
- Um elétron num sistema hidrogenóide absorve energia e sofre transição do nível  **$n = 2$**  para o nível  **$n = 6$** . Se o valor da energia absorvida for de **12,09 eV**, qual é o sistema hidrogenóide, dentre aqueles exemplificados no texto acima?
- Um átomo desconhecido possui  **$x$**  elétrons e passa por um processo onde sofre  **$(x - 1)$**  ionizações. O último elétron é então “arrancado” deste átomo, no **estado fundamental**, gastando-se uma energia de **8500 eV**. Qual a família e o período do átomo desconhecido, na tabela periódica?