

# Interdisciplinares de Ciências Humanas e de Ciências da Natureza Matemática | Física | Química



## Instruções para a realização da prova

- Neste caderno, deverão ser respondidas as questões das seguintes provas:  
Interdisciplinar de **Ciências Humanas** (1 e 2);  
Interdisciplinar de **Ciências da Natureza** (3 e 4);  
**Matemática** (5 a 10);  
**Física** (11 a 16);  
**Química** (17 a 22).
- Atenção:** nas questões que exigem cálculo, não basta escrever apenas o resultado final. É necessário mostrar a resolução ou o raciocínio utilizado para responder às questões.
- A prova deve ser feita com caneta esferográfica preta. Utilize apenas o espaço reservado (e claramente identificado) para a resolução das questões.**
- A duração total da prova é de cinco horas.**

### ATENÇÃO

Os rascunhos **não** serão considerados na correção.

UNICAMP VESTIBULAR 2022 – 2ª FASE  
CIÊNCIAS EXATAS / TECNOLÓGICAS

ORDEM

INSCRIÇÃO

ESCOLA

SALA

LUGAR

NOME

ASSINATURA DO CANDIDATO

As fórmulas necessárias para a resolução de algumas questões são fornecidas no próprio enunciado – leia com atenção. Quando necessário, use:

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\pi = 3$$

Classificação Periódica dos Elementos Químicos																			
1 <b>H</b> Hidrogênio 1,0079																	2 <b>He</b> Hélio 4,0026		
3 <b>Li</b> Lítio 6,941(2)	4 <b>Be</b> Berílio 9,0122													5 <b>B</b> Boro 10,811(5)	6 <b>C</b> Carbono 12,011	7 <b>N</b> Nitrogênio 14,007	8 <b>O</b> Oxigênio 15,999	9 <b>F</b> Fluor 18,998	10 <b>Ne</b> Neônio 20,180
11 <b>Na</b> Sódio 22,990	12 <b>Mg</b> Magnésio 24,305													13 <b>Al</b> Alumínio 26,982	14 <b>Si</b> Silício 28,086	15 <b>P</b> Fósforo 30,974	16 <b>S</b> Enxofre 32,066(6)	17 <b>Cl</b> Cloro 35,453	18 <b>Ar</b> Argônio 39,948
19 <b>K</b> Potássio 39,098	20 <b>Ca</b> Cálcio 40,078(4)	21 <b>Sc</b> Escândio 44,956	22 <b>Ti</b> Titânio 47,867	23 <b>V</b> Vanádio 50,942	24 <b>Cr</b> Cromio 51,996	25 <b>Mn</b> Manganês 54,938	26 <b>Fe</b> Ferro 55,845(2)	27 <b>Co</b> Cobalto 58,933	28 <b>Ni</b> Níquel 58,693	29 <b>Cu</b> Cobre 63,546(3)	30 <b>Zn</b> Zinco 65,39(2)	31 <b>Ga</b> Gálio 69,723	32 <b>Ge</b> Germânio 72,61(2)	33 <b>As</b> Arsênio 74,922	34 <b>Se</b> Selênio 78,96(3)	35 <b>Br</b> Bromo 79,904	36 <b>Kr</b> Criptônio 83,80		
37 <b>Rb</b> Rubídio 85,468	38 <b>Sr</b> Estrôncio 87,62	39 <b>Y</b> Ítrio 88,906	40 <b>Zr</b> Zircônio 91,224(2)	41 <b>Nb</b> Níbio 92,906	42 <b>Mo</b> Molibdênio 95,94	43 <b>Tc</b> Tecnécio 98,906*	44 <b>Ru</b> Rutênio 101,07(2)	45 <b>Rh</b> Ródio 102,91	46 <b>Pd</b> Paládio 106,42	47 <b>Ag</b> Prata 107,87	48 <b>Cd</b> Cádmio 112,41	49 <b>In</b> Índio 114,82	50 <b>Sn</b> Estanho 118,71	51 <b>Sb</b> Antimônio 121,76	52 <b>Te</b> Telúrio 127,60(3)	53 <b>I</b> Iodo 126,90	54 <b>Xe</b> Xenônio 131,29(2)		
55 <b>Cs</b> Césio 132,91	56 <b>Ba</b> Bário 137,33	57 a 71 <b>La-Lu</b>	72 <b>Hf</b> Háfnio 178,49(2)	73 <b>Ta</b> Tântalo 180,95	74 <b>W</b> Tungstênio 183,84	75 <b>Re</b> Rênio 186,21	76 <b>Os</b> Ósmio 190,23(3)	77 <b>Ir</b> Írídio 192,22	78 <b>Pt</b> Platina 195,08(3)	79 <b>Au</b> Ouro 196,97	80 <b>Hg</b> Mercúrio 200,59(2)	81 <b>Tl</b> Tálio 204,38	82 <b>Pb</b> Chumbo 207,2	83 <b>Bi</b> Bismuto 208,98	84 <b>Po</b> Polônio 209,98*	85 <b>At</b> Astató 209,99*	86 <b>Rn</b> Radônio 222,02*		
87 <b>Fr</b> Frâncio 223,02*	88 <b>Ra</b> Rádio 226,03*	89 a 103 <b>Ac-Lr</b>	104 <b>Rf</b> Rutherfordio 261*	105 <b>Db</b> Dúbnio 262*	106 <b>Sg</b> Seabórgio ---	107 <b>Bh</b> Bóhrnio ---	108 <b>Hs</b> Hássio ---	109 <b>Mt</b> Meitnério ---											

Número atômico →	25
Símbolo →	<b>Mn</b>
Nome →	Manganês
	54,938

Massa atômica relativa. A incerteza no último dígito é ±1, exceto quando indicado entre parêntesis. Os valores com \* referem-se ao isótopo mais estável.

57 <b>La</b> Lantânio 138,91	58 <b>Ce</b> Cério 140,12	59 <b>Pr</b> Praseodími 140,91	60 <b>Nd</b> Neodímio 144,24(3)	61 <b>Pm</b> Promécio 146,29	62 <b>Sm</b> Samário 150,36(3)	63 <b>Eu</b> Európio 151,96	64 <b>Gd</b> Gadolínio 157,25(3)	65 <b>Tb</b> Térbio 158,93	66 <b>Dy</b> Disprósio 162,50(3)	67 <b>Ho</b> Hólmio 164,93	68 <b>Er</b> Érbio 167,26(3)	69 <b>Tm</b> Túlio 168,93	70 <b>Yb</b> Íterbio 173,04(3)	71 <b>Lu</b> Lutécio 174,97
89 <b>Ac</b> Actínio 227,03*	90 <b>Th</b> Tório 232,04*	91 <b>Pa</b> Protactínio 231,04*	92 <b>U</b> Urânio 238,03*	93 <b>Np</b> Netúnio 237,05*	94 <b>Pu</b> Plutônio 239,05*	95 <b>Am</b> Americio 241,06*	96 <b>Cm</b> Cúrio 244,06*	97 <b>Bk</b> Berquélio 249,06*	98 <b>Cf</b> Califórnio 252,08*	99 <b>Es</b> Einstênio 252,08*	100 <b>Fm</b> Férmio 257,10*	101 <b>Md</b> Mendelévio 258,10*	102 <b>No</b> Nobélio 259,10*	103 <b>Lr</b> Laurêncio 262,11

# RASCUNHO

**1.** Na virada do século XIX para o XX, o Modernismo se constrói com base em um conjunto de ideias que vinha transformando a cultura e a sensibilidade europeias. Predominava o imaginário de ruptura e de libertação do passado, visto como um fardo a ser abandonado. Essa percepção do modernismo como urgência de uma demanda de tornar-se novo foi particularmente experimentada no Brasil.

Realizada no Teatro Municipal de São Paulo, nos dias 13, 15 e 17 de fevereiro de 1922, a Semana de Arte Moderna assumiu o papel de acontecimento fundador do moderno Brasileiro. Desde o início do século XX, porém, movimentos culturais relacionados ao advento de uma sensibilidade modernista vinham acontecendo em diversas cidades brasileiras. Ocorre que as dinâmicas e os ritmos culturais desses lugares não necessariamente condiziam com o perfil urbano e industrial-tecnológico de São Paulo. A coexistência do arcaico e do moderno, marcando distintas temporalidades, era uma realidade na vida cultural brasileira. (...) Assim, criar o “novo” significava construir vínculos de pertencimento com o repertório das tradições populares. O novo jamais é inteiramente novo.

(Adaptado de M. Velloso, *História e Modernismo*. Belo Horizonte: Autêntica, 2010, pp. 20, 21, 28.)

- a) As interpretações sobre o modernismo enquanto movimento cultural e artístico não raro se concentram em pares de conceitos polarizados como tradicional/moderno ou local/internacional. Identifique, para cada conceito indicado na tabela (que aparece no espaço da resposta), um elemento presente na imagem. Não repita elementos nas células.
  
- b) A obra de Ismael Nery é representativa do modernismo no Brasil. Com base na leitura do texto e na análise da imagem, identifique e analise a distinção entre o modernismo na Europa e no Brasil.



Ismael Nery (Belém 1909 – Rio de Janeiro 1934), *Autorretrato*, óleo sobre tela, 129 × 84 cm, 1927, coleção particular.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

a)	Tradicional	Local
	Moderno	Internacional

---

---

---

---

---

---

---

---

---

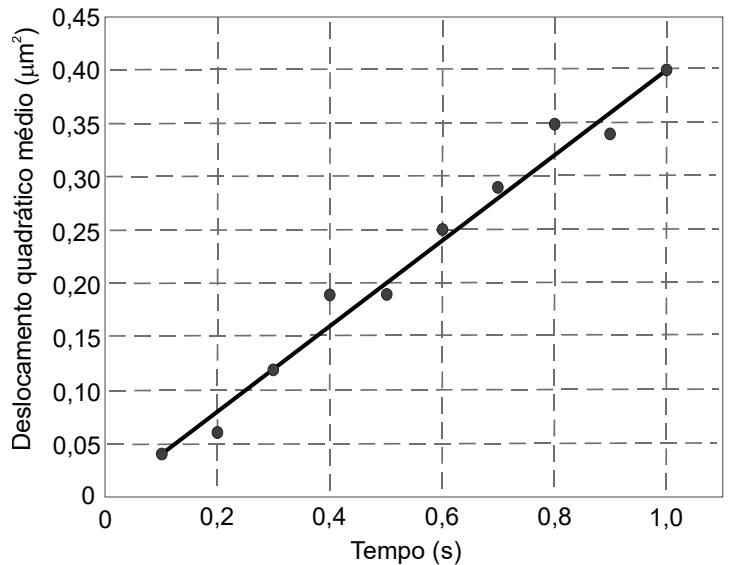
---



**3.** As células contêm várias estruturas que sintetizam moléculas utilizadas em locais distantes de onde elas foram formadas. Por exemplo, a molécula de adenosina trifosfato (ATP) é sintetizada num local específico da célula e usada em diferentes locais. O mecanismo de transporte molecular mais básico no mundo celular é a *difusão*, que resulta das colisões da molécula sintetizada com as moléculas que compõem o meio. No movimento de difusão, o deslocamento médio,  $L$ , da molécula sintetizada está relacionado com o tempo,  $t$ , da seguinte forma:

$$L^2 = 6Dt$$

onde  $D$  é a constante de difusão da molécula sintetizada num determinado meio.



- A relação entre o tempo e o deslocamento quadrático médio,  $L^2$ , é apresentada, para uma molécula de ATP, no gráfico acima. Estime a constante de difusão da molécula.
- A membrana plasmática, composta por uma bicamada de fosfolípídios, representa uma barreira à difusão, em especial quando tratamos moléculas para as quais a membrana apresenta baixa permeabilidade. Como você explica a difusão dessas moléculas para o interior das células? O que é necessário para o movimento de moléculas contra um gradiente de concentração?

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**4.** A água é essencial para a vida, não apenas por compor a maior parte do corpo das plantas, mas também pelas suas propriedades. Devido às pontes de hidrogênio formadas entre as moléculas, a água tem um alto calor específico e também um alto calor latente de vaporização. Essas propriedades são essenciais para a regulação térmica das plantas em um ambiente em constante mudança, onde temperatura e disponibilidade de água variam sazonalmente.

- a) Tecidos hidratados possuem menor variação da sua temperatura se comparados a tecidos desidratados. Considerando o enunciado, defina a propriedade da água que explica esse fenômeno.
- b) Em uma situação de baixa disponibilidade de água no solo, a temperatura das folhas aumenta. Com base no enunciado, explique esse fenômeno.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**RASCUNHO**

5. Um fabricante de produtos de beleza está modificando as dimensões da embalagem de seu principal produto, o shampoo antiolhos chamado 100πolho. Atualmente, as embalagens têm o formato de um paralelepípedo com 18 cm de altura e com base retangular de dimensões 2 cm × 3 cm.

São utilizados dois tipos de materiais para construir a embalagem. O material utilizado tanto para a base quanto para a lateral é mais simples e custa R\$ 10,00 o metro quadrado. O material utilizado para a tampa custa R\$ 40,00 o metro quadrado, por ser mais resistente.

a) Qual o custo atual do material para construir 100 embalagens?

b) Por questões logísticas, as novas embalagens devem ter o formato de um paralelepípedo com base quadrada e com altura de 12 cm, e precisam ter a mesma capacidade volumétrica que as embalagens atuais. Quais as dimensões da nova embalagem e o custo de produção de 100 delas, considerando os mesmos materiais para produção?

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

RASCUNHO

6. Márcia está fazendo um teste de condicionamento físico e corre numa pista circular de 200 m de comprimento, com velocidade angular constante, e no sentido anti-horário. A distância, em metros, entre Márcia e um equipamento eletrônico localizado na parte externa da pista foi registrada nos primeiros 60 segundos e está representada na Figura 1 abaixo.

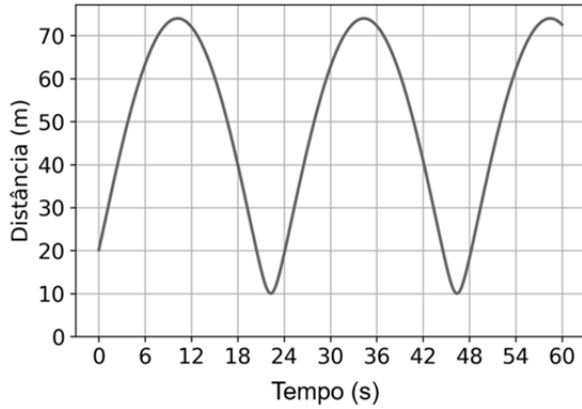


Figura 1: Distância, em função do tempo, entre Márcia e o equipamento eletrônico.

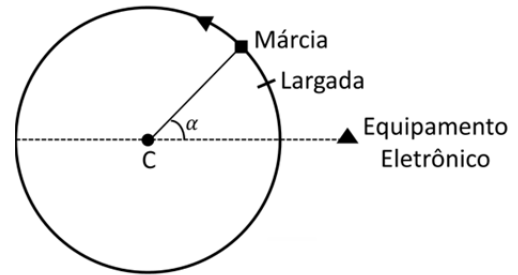


Figura 2: Representação da situação considerada no item (b).

- a) Determine quanto tempo Márcia demora para completar uma volta e quantos metros ela percorreu nos primeiros 60 segundos.
- b) A Figura 2 representa um determinado instante em que a distância entre Márcia e o centro da pista (ponto C) é igual à distância entre ela e o equipamento eletrônico. Calcule o cosseno do ângulo  $\alpha$  indicado na Figura 2.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



7. Heloísa está brincando com uma urna que contém dez bolinhas, sendo três azuis, três verdes e quatro rosas. Ela resolve construir uma sequência numérica  $x_0, x_1, x_2, \dots$  de acordo com as cores das bolinhas que sorteia da urna. O primeiro termo da sequência é  $x_0 = 1$ .

A cada sorteio, um novo termo da sequência é determinado multiplicando-se o termo anterior:

- por 2, se a bolinha sorteada for azul;
- por 3, se a bolinha sorteada for verde;
- por 5, se a bolinha sorteada for rosa.

A bolinha sorteada é devolvida para a urna antes do próximo sorteio. Por exemplo, se nos três primeiros sorteios Heloísa retira, respectivamente, uma bolinha rosa, uma verde e uma azul, então a sequência obtida é

- $x_0 = 1$ ,
- $x_1 = 5 \cdot x_0 = 5$ ,
- $x_2 = 3 \cdot x_1 = 15$ ,
- $x_3 = 2 \cdot x_2 = 30$ .

- a) É possível que Heloísa obtenha uma sequência contendo o termo 189? Justifique.
- b) Qual a probabilidade de Heloísa obter o número 360 como termo de uma sequência?

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

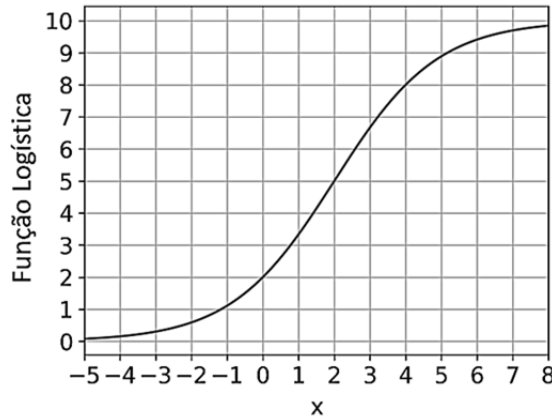
**RASCUNHO**

8. Por volta de 1845, o matemático belga Pierre Verhulst começou a estudar um tipo de função que hoje é conhecida como função logística. Originalmente utilizada para modelar problemas envolvendo crescimento populacional, atualmente tem muitas outras aplicações em ecologia, biomatemática, sociologia e ciências políticas. Uma função logística pode ser definida por

$$f(x) = \frac{L}{1 + 2^{-k(x-x_0)}}, \quad x \in \mathbb{R},$$

em que  $k > 0$ ,  $L > 0$  e  $x_0 \in \mathbb{R}$ .

- Seja  $f^{-1}$  a função inversa de  $f$ . Determine a expressão e o domínio de  $f^{-1}$ .
- O gráfico abaixo é de uma função logística com  $L = 10$ . Determine os valores de  $x_0$  e  $k$ .



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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

RASCUNHO



9. Seja  $a$  um número real e considere o polinômio  $f(x) = x^3 + (a + 1)x^2 + (a + 2)x + 2$ , que tem  $x = -1$  como uma de suas raízes.

- a) Determine todos os valores de  $a$  tais que  $x = -1$  é a única raiz real.
- b) Determine todos os valores de  $a$  tais que as soluções de  $f(x) = 0$  sejam números inteiros.

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**RASCUNHO**

10. Seja  $K$  a região poligonal, no plano cartesiano, dos pontos  $(x, y)$  que satisfazem as inequações

$$\begin{aligned}x &\geq 0, \\y &\geq 0, \\x + y &\leq 3, \\3x + y &\leq 5.\end{aligned}$$

A área hachurada da figura abaixo representa a região  $K$  no plano cartesiano.

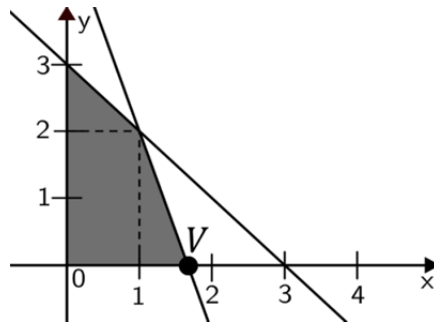


Figura 1: representação da região  $K$ .

- Determine as coordenadas do vértice  $V$ , indicado na Figura 1, e a área da região  $K$ .
- Determine o maior valor de  $2x + y$  para  $(x, y) \in K$ .

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

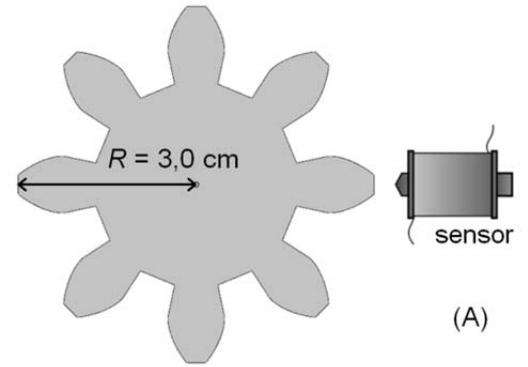
---

---

---

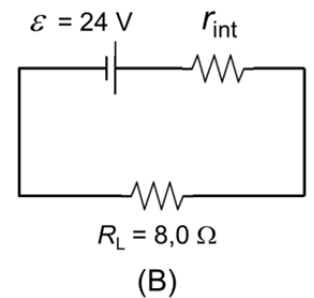
**RASCUNHO**

11. O órgão Hammond, instrumento eletromecânico inventado por Laurens Hammond e John Hanert em 1935, como alternativa aos órgãos de tubos em igrejas, rapidamente tornou-se popular entre músicos de jazz e de outros gêneros musicais. O funcionamento do instrumento é baseado num conjunto de rodas fônicas (discos metálicos com dentes magnetizados) que giram próximas a bobinas eletromagnéticas (sensores), conforme a figura A. À medida que os dentes passam em frente ao sensor, o fluxo magnético através da bobina varia, dando origem a uma corrente elétrica que oscila com um período correspondente à passagem de cada dente. Essa corrente elétrica é então amplificada e alimenta os alto-falantes.



a) Se a roda fônica da nota Lá, de frequência  $f = 220\text{Hz}$ , possui 8 dentes e tem um raio  $R = 3,0\text{cm}$ , qual é o módulo da velocidade linear de um ponto na extremidade de um dente?

b) Uma fonte contínua de força eletromotriz  $\mathcal{E} = 24\text{V}$  e resistência interna  $r_{\text{int}}$  alimenta um amplificador de áudio. A figura B apresenta um circuito com a fonte e sua resistência interna ligadas à resistência  $R_L = 8,0\ \Omega$ , equivalente ao circuito do amplificador. Se a queda de tensão em  $r_{\text{int}}$  é igual a  $U_{\text{int}} = 4,0\text{V}$ , qual é a potência  $P_L$  dissipada por  $R_L$ ?

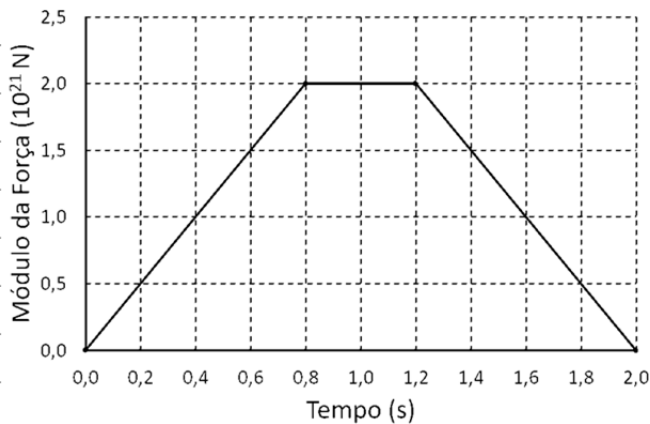


**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

**12.** Recentemente, cientistas internacionais realizaram um estudo sobre as opções para evitar um possível impacto de um asteroide com a Terra e estimaram que o tempo mínimo de antecedência do início das ações para impedir a colisão é de cinco anos.

- a) Considere um asteroide de massa  $M = 3,0 \times 10^{15}$  kg (comparável com a massa do asteroide que supostamente colidiu com a Terra e causou a extinção dos dinossauros) se deslocando em direção à Terra com uma quantidade de movimento de módulo  $|\vec{Q}_i| = 1,2 \times 10^{20}$  N·s. Na tentativa de evitar o impacto, pretende-se lançar um míssil da Terra em direção ao asteroide de modo que, com o choque, seja gerado um impulso que altere a velocidade do asteroide (em módulo ou direção). Suponha que essa operação ocorra com sucesso, reduzindo o módulo da velocidade de deslocamento do asteroide pela metade. Desprezando a variação da massa do asteroide durante a operação, calcule a variação da energia cinética do asteroide como resultado da operação.
- b) Considere agora um outro asteroide que sofre, de fato, um impacto com a Terra. Considere também que o módulo da força de impacto da superfície da Terra agindo sobre o asteroide varie em função do tempo, de acordo com o gráfico abaixo. Calcule o módulo do impulso que agiu sobre o asteroide durante a colisão com a Terra.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

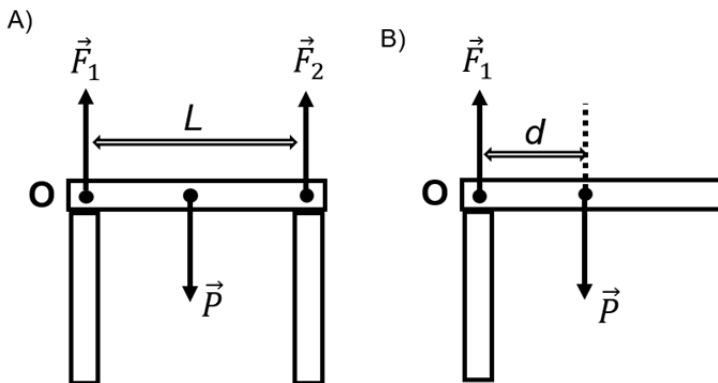


**13.** Recentemente, os arqueólogos do Reino Unido apresentaram novas evidências sobre a origem do círculo de pedras de Stonehenge, na Grã-Bretanha. Testes geoquímicos indicam que a maioria dos monumentos megalíticos compartilham uma origem comum a cerca de vinte e cinco quilômetros de distância, enquanto as pedras azuis menores podem ter sido trazidas de outro monumento que foi desmontado e movido duzentos e oitenta quilômetros.



- a) Observe o conjunto de pedras mostrado na figura A, e considere que a pedra na horizontal está em equilíbrio estático, sustentada pelas duas pedras verticais de mesma altura. A pedra horizontal é homogênea, estando a sua massa uniformemente distribuída ao longo do seu comprimento  $L = 4,0$  m. A força vertical  $\vec{F}_1$  indicada na figura A tem módulo igual a  $F_1 = 9,0 \times 10^4$  N. Suponha que uma das pedras verticais se rompa, gerando, imediatamente após a ruptura, o diagrama de forças mostrado na figura B. Na situação da figura A, a força peso – que age no centro de massa da pedra horizontal – produz um torque com módulo  $\tau_p$  em relação ao ponto O. O módulo do torque  $\tau_p$  é dado pelo produto do módulo da força peso  $P$  vezes a distância  $d$  do centro de massa ao ponto O. Calcule o módulo do torque resultante  $\tau_p$  na situação da figura B.
- b) Um mistério que permanece sobre o monumento de Stonehenge diz respeito ao modo como pedras tão pesadas teriam sido deslocadas, percorrendo grandes distâncias. Para ilustrar tal desafio, calcule o trabalho que deve ser realizado por uma força horizontal aplicada a uma pedra de massa  $M = 1,8 \times 10^4$  kg para arrastá-la, com velocidade constante, por uma distância  $d = 20$  km em contato com uma superfície horizontal de coeficiente de atrito cinético igual a  $\mu_c = 0,6$ . Sabendo que  $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6$  J, expresse sua resposta em kWh.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**




---

---

---

---

---

---

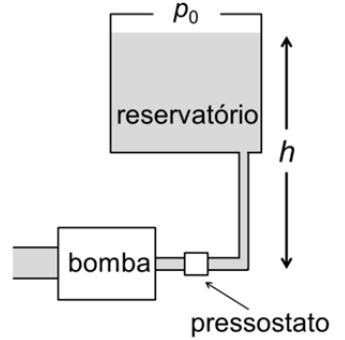
---

---

---

---

14. Na ilustração da figura, uma bomba eleva óleo até um reservatório. Um pressostato instalado ao lado da bomba tem a função de ligá-la e de desligá-la conforme varia a altura  $h$  do nível do óleo.



a) A bomba é desligada quando a pressão manométrica no pressostato atinge o valor  $p_m = 3,2 \times 10^5$  Pa. Lembrando que a pressão manométrica é dada por  $p_m = p - p_0$ , sendo  $p$  a pressão absoluta e  $p_0$  a pressão atmosférica, e sabendo que a densidade do óleo em questão é  $\rho_{\text{óleo}} = 8,0 \times 10^2$  kg/m<sup>3</sup>, qual é o valor de  $h$  para que o pressostato desligue a bomba?

b) Um elevador hidráulico faz uso da força exercida por um fluido, normalmente um óleo ou o ar. Num elevador residencial a vácuo, a força aplicada sobre a cabine verticalmente para cima é proveniente da diferença de pressão do ar na base e no teto da referida cabine. A parte inferior da base fica em contato com a atmosfera ambiente, portanto, na pressão atmosférica  $p_0 = 100$  kPa. Já na parte superior do teto, que é fechada hermeticamente, retira-se ar com uma bomba de vácuo, reduzindo-se a pressão. Qual deve ser a pressão  $p_{\text{sup}}$  na parte superior de uma cabine cilíndrica de massa  $m = 300$  kg para que ela suba em movimento retilíneo uniforme? As áreas da base e do teto são idênticas e dadas por  $A_{\text{base}} = A_{\text{teto}} = 1,5$  m<sup>2</sup>. Despreze qualquer força de atrito.

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**15.** Foi inaugurada em 2021, no deserto do Atacama, no Chile, a primeira usina termossolar da América Latina. Nessa usina, a energia solar é usada para fundir uma mistura de sais em temperaturas elevadas. A energia térmica armazenada nesses sais fundidos é então usada para produzir vapor de água em alta pressão e temperatura, o qual aciona as turbinas geradoras de eletricidade. A coleta da energia solar é feita por mais de dez mil espelhos móveis (helióstatos) distribuídos sobre o terreno.

- a) A insolação diária  $\sigma$  é a energia solar incidente por unidade de área durante 1 dia. Na área  $A = 6,0 \times 10^6 \text{ m}^2$  do terreno ocupado pelos helióstatos,  $\sigma = 8,0 \text{ kWh/m}^2$ . Uma fração de 5% dessa energia solar incidente no terreno é convertida em energia elétrica pela usina, energia esta fornecida para o consumo durante as 24 h do dia a uma potência constante. Qual é a potência fornecida pela usina?
- b) Quanto tempo leva para que uma massa  $m = 25000$  toneladas de sal seja fundida se a potência luminosa usada para a fusão for  $P_{\text{lumin}} = 400 \text{ MW}$ ? O calor latente de fusão do sal é  $L_{\text{sal}} = 160 \text{ kJ/kg}$ . Desde o início até o final do processo, a temperatura do sal permanece constante e igual à temperatura de fusão.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

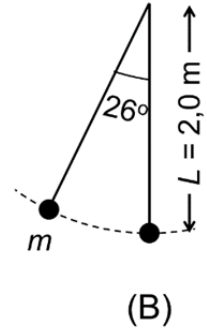
---

---

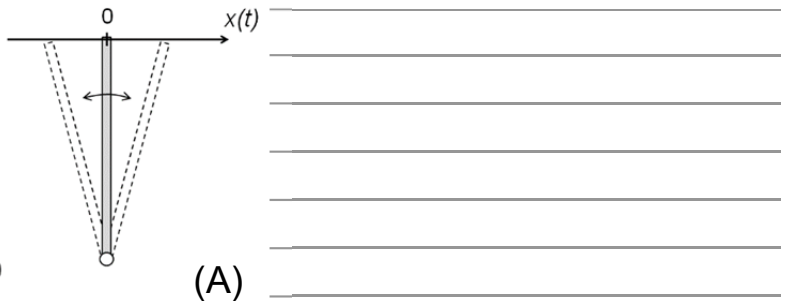
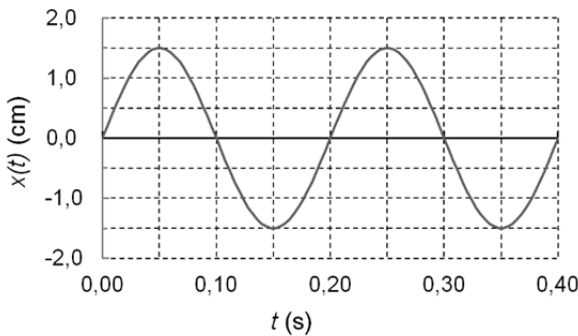
**16.** Uma nova forma de geração de energia elétrica eólica que vem sendo testada usa a vibração de uma haste vertical de carbono produzida pela força do vento. A energia da oscilação da haste é transformada em energia elétrica por meio de alternadores. Esse sistema apresenta vantagens para o meio ambiente, uma vez que não utiliza as turbinas eólicas convencionais por serem muito barulhentas e perturbarem as comunidades vizinhas e a migração de pássaros.

- a) Uma haste vertical rígida, usada num experimento de laboratório, oscila com pequena amplitude de forma que a sua extremidade superior descreve um movimento aproximadamente horizontal. A posição horizontal da extremidade,  $x(t)$ , varia com o tempo  $t$  conforme o gráfico da figura A. Calcule a velocidade escalar média  $v_{em}$  e o módulo  $v_m$  da velocidade média da extremidade superior da haste durante um período completo de oscilação.
- b) O movimento da extremidade superior da haste do item (a) é similar ao de um pêndulo. Um pêndulo simples, de comprimento  $L = 2,0$  m e massa  $m$  em sua extremidade inferior (a massa da haste em si é desprezível), é solto a partir do repouso do ângulo  $\theta_0 = 26^\circ$  (veja a figura B). Despreze perdas por atrito e calcule a velocidade da massa  $m$  quando ela passa pelo ponto mais baixo da trajetória.

Dados:  $\text{sen } 26^\circ \approx 0,44$ ;  $\text{cos } 26^\circ \approx 0,90$ ;  $\text{tan } 26^\circ \approx 0,49$ .

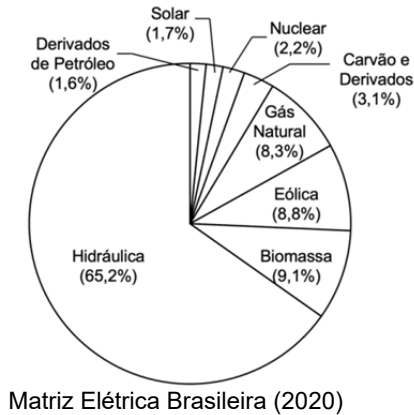
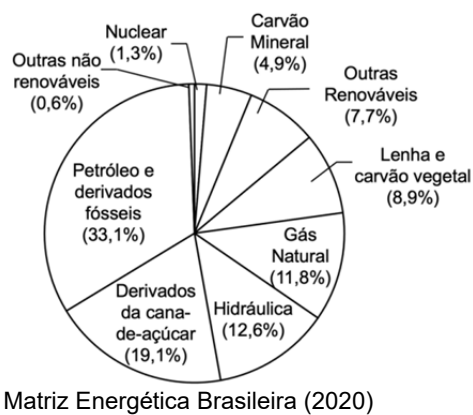


**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**



**17.** O combustível do futuro, o  $H_2$ , está sendo anunciado em uma representação que guarda semelhança com o espectro de cores de um arco-íris. O hidrogênio verde é produzido por eletrólise da água, eletrólise esta alimentada só por fontes renováveis de energia como a eólica, a solar e a hidráulica. Todas as outras cores envolvem fontes não renováveis de energia, as quais se utilizam, ou não, da eletrólise. O marrom é produto da gaseificação de carvão mineral, e o cinza é obtido a partir da reforma do gás natural. Para os  $H_2$  marrom e cinza, os gases emitidos na sua produção, inclusive o  $CO_2$ , vão para a atmosfera. O azul é uma variante do marrom ou do cinza quando se captura e se armazena o dióxido de carbono. O hidrogênio, contudo, pode ser classificado em outras cores.

- a) De acordo com as informações do texto, indique três critérios gerais, utilizados para classificar o  $H_2$  nas diversas cores.
- b) Considerando as condições ambientais, climáticas e econômicas em 2021, bem como a composição das matrizes energética e elétrica brasileiras (ano-base: 2020), comente, separadamente, os desafios para a implementação do  $H_2$  verde e azul como fonte de combustível alternativo.



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

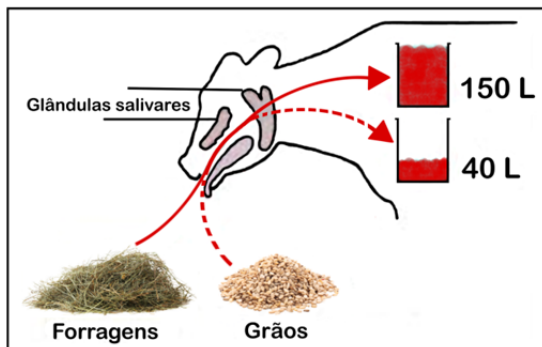
---

---

---

---

**18.** O pH do rúmen de bovinos varia entre 5,7 e 7,3, valores diretamente dependentes da alimentação. Em vacas leiteiras de alta produção, a acidose (pH ruminal < 6,0) é um problema comum, o que pode levar à acidose láctica, a abscessos hepáticos, à redução na digestão de fibras e à redução da gordura no leite. Isso ocorre quando a vaca ingere alimentos com muitos grãos, alimentos estes que contêm amido ou açúcar rapidamente digerível. Um alto valor de pH (> 7) será observado em dietas com forrageiras de baixa qualidade, suplementadas com ureia. A maior parte do tampão no rúmen vem na forma de saliva, que é gerada quando a vaca mastiga o alimento. A figura abaixo mostra esquematicamente o que ocorre com a produção de saliva, a depender do tipo de alimentação. A tabela mostra a composição média da saliva bovina.



Composição da Saliva	Concentração (mmol L <sup>-1</sup> )
sódio	160
potássio	6,2
cloreto	7,1
hidrogenocarbonato	126
fosfato	26
matéria seca	1,0

- Considerando essas informações, aponte e discuta, do ponto de vista químico, duas razões pelas quais uma alimentação rica em grãos pode conduzir a uma acidose ruminal.
- Numa situação de acidose ruminal, apenas um dos seguintes suplementos alimentares poderia ser fornecido às vacas para solucionar o problema: **NH<sub>4</sub>Cl**, **NaCl** ou **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·NaHCO<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O**. Explique, do ponto de vista químico, por que dois deles não poderiam ser usados e um deles seria o único indicado.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

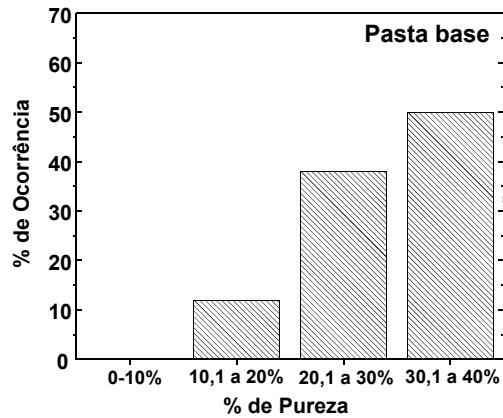
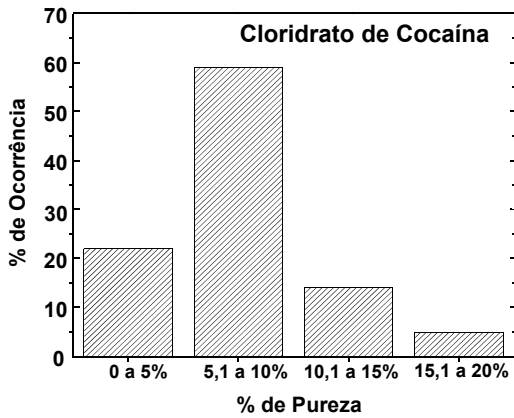
---

---

---

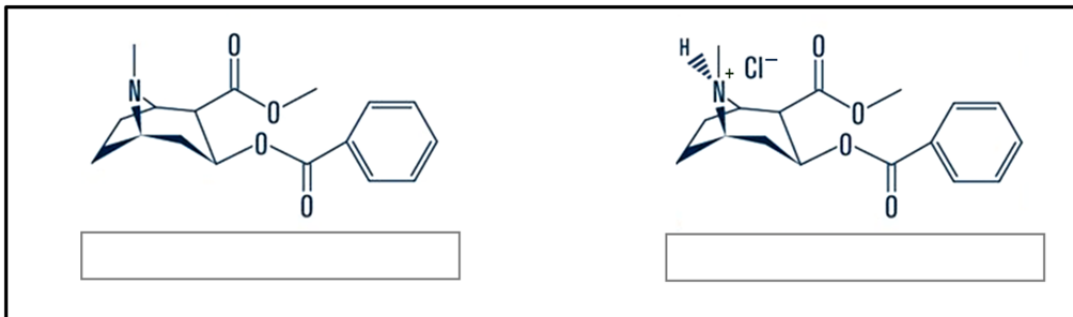
**19.** O mercado de drogas lícitas e ilícitas traz uma série de problemas à sociedade moderna, relativamente à saúde pública, evasão de divisas, criminalidade, entre outros. A cocaína, na forma de cloridrato, é um pó branco, muito solúvel em água, parcialmente solúvel em álcool e insolúvel em éter. Como base livre, a cocaína é branca ou ligeiramente amarela, muito pouco solúvel em água, um pouco solúvel em álcool e solúvel em éter. A cocaína de rua (cocaína e crack) geralmente vem adulterada, contendo outras substâncias. Assim, a toxicidade e o efeito de sua ingestão são frequentemente afetados por esses adulterantes.

- a) Considerando as informações do texto e utilizando as fórmulas estruturais dadas pela figura no campo de resposta, complete a referida figura, de forma a transformá-la na equação de equilíbrio entre o cloridrato de cocaína e a pasta base, identificando, na equação, as duas espécies químicas. Explique, levando em conta as interações intermoleculares envolvidas na solubilização, as diferenças de solubilidades descritas no texto.
- b) O histograma da figura abaixo mostra os resultados dos testes de pureza de muitas amostras dos dois tipos de cocaínas comercializadas nas ruas de um estado brasileiro. De acordo com esses dados, em média, qual produto está mais adulterado: cloridrato de cocaína ou pasta base? Explique.



**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

a)




---

---

---

---

---

---

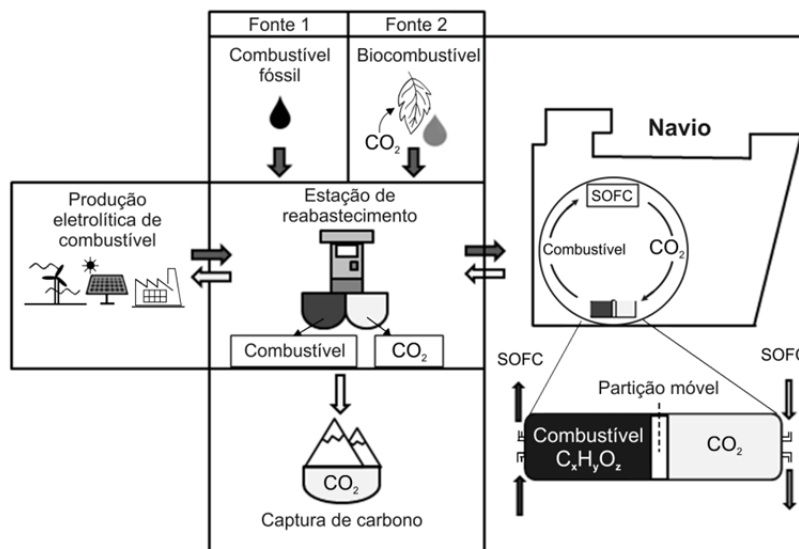
---

---

---

---

**20.** Navios cargueiros são responsáveis por 3% de todas as emissões de  $\text{CO}_2$ . Utilizando células de combustível de óxido sólido (SOFC) associadas à captura de  $\text{CO}_2$  “on board”, pesquisadores propõem tornar carbono neutro ou mesmo carbono negativo os navios. A SOFC funciona a partir da oxidação do combustível com oxigênio puro, extraído do ar, numa célula eletroquímica que dá origem a uma corrente elétrica. Nesse caso específico, o  $\text{CO}_2$  produzido é, então, armazenado no estado líquido, no espaço deixado pelo combustível queimado, num tanque com partição móvel. Esse  $\text{CO}_2$  deve ser reutilizado ou então armazenado adequadamente na natureza. A figura ao lado mostra como funciona o esquema proposto.



- a) Considerando o que se informa no texto, qual a importância, para o bom funcionamento da proposta, do uso das células de combustível em relação a motores de explosão interna (como os usados em carros convencionais e navios comuns)? Em condições ambientes, o  $\text{CO}_2$  é mais estável no estado gasoso; do ponto de vista prático, o que é preciso fazer, nas condições da proposta, para estocá-lo?
- b) De acordo com o texto e a figura acima, qual fonte de combustível (1 e 2) seria classificada como carbono neutro e qual como carbono negativo. Justifique suas escolhas.

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**RASCUNHO**

21. Analise os cartoons a seguir antes de responder às questões em a) e b).

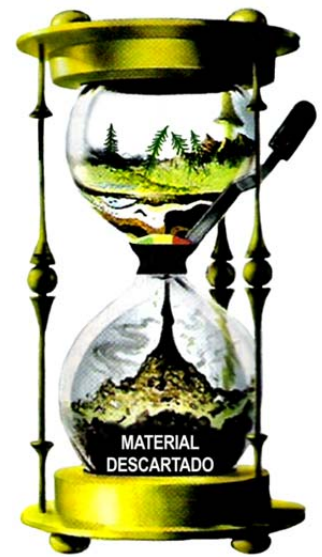
Cartoon A



Cartoon B



Cartoon C



- a) Para os cartoons A e B, indique, separadamente, uma ação (verbo) que pode ser realizada para superar os desafios impostos pelo cartoon C. Dê um exemplo concreto para cada ação (verbo) indicada. As ações enumeradas não podem corresponder à proposta apresentada no item b, a seguir.
- b) O processo de obtenção de metais provenientes de resíduos eletrônicos consiste na mineração urbana, que se baseia no conceito de economia circular. O fluxograma do campo de resposta apresenta uma forma de recuperação de metais do lixo eletrônico. Complete o fluxograma, utilizando os códigos para processos (números) e espécies (letras), apresentados no quadro ao lado do fluxograma do campo de resposta, de modo a tornar correto o processo representado pelo fluxograma. Cada processo ou espécie pode ser representado por um ou mais códigos que podem ser repetidos em campos diferentes.

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

---

---

---

---

---

---

---

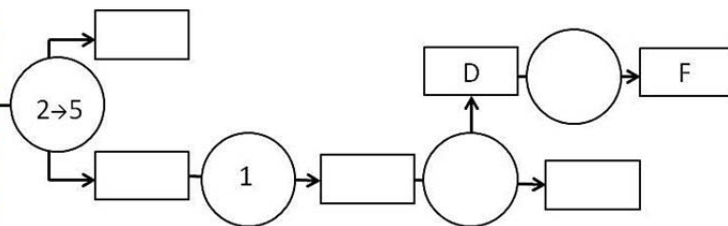
---

---

---



Resíduo eletrônico

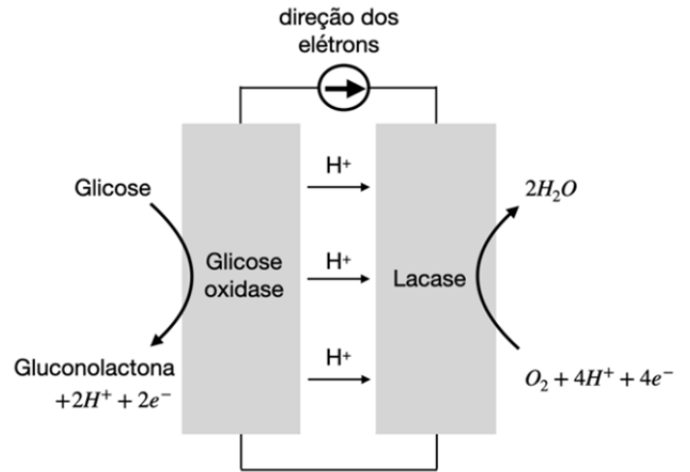


○ Processos	□ Espécies
1 - Dissolução	A - M1 <sup>x+</sup> (aq)
2 - Moagem	B - M1(OH) <sub>x</sub> (s)
3 - Eletrodeposição	C - M1(s)
4 - Precipitação	D - M2 <sup>y+</sup> (aq)
5 - Decantação	E - Não - Metais
	F - M2(s)

CIÊNCIAS EXATAS / TECNOLÓGICAS

RASCUNHO

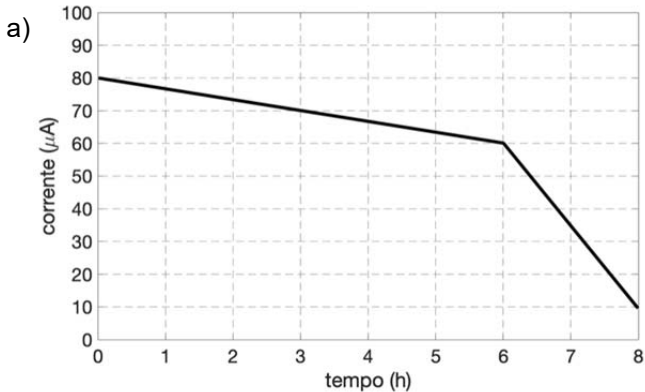
**22.** Recentemente, pesquisadores desenvolveram uma célula eletroquímica que usa glicose como combustível para gerar eletricidade (figura ao lado). Na célula usam-se enzimas adsorvidas em eletrodos de papel, onde ocorrem as reações que geram a corrente elétrica. O eletrodo da esquerda é previamente mergulhado em solução de glicose ( $20 \times 10^{-3}$  mol/L) e, depois de retirado dessa solução, a célula está pronta para funcionar. No seu funcionamento (no gráfico, no campo de resposta), observa-se uma queda da corrente ao longo do tempo, um reflexo da diminuição da concentração da glicose. Assim, para efeito de cálculo, pode-se considerar que a intensidade da corrente elétrica é diretamente proporcional à concentração de glicose.



- a) Imagine uma situação em que esta célula eletroquímica esteja inserida diretamente na corrente sanguínea de um indivíduo saudável, cuja concentração de glicose é 90 mg/dL. No gráfico do espaço de resposta, esboce a curva da corrente em função do tempo, produzida pela célula nesta situação. Construa a curva, usando argumentos quantitativos, e justifique seu formato.
- b) Com base nas informações do gráfico disposto no espaço de resposta, calcule a quantidade, em mol de glicose, que foi consumida durante as primeiras 3 horas de funcionamento.

Dado: massa molar da glicose = 180 g/mol. Constante de Faraday: 96500 C/mol (1 C = A·s)

**Resolução (será considerado apenas o que estiver escrito com caneta dentro deste espaço).**




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**RASCUNHO**