

- 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 um trecho da *Constituição Brasileira de 1988*, também chamada *Constituição Cidadã*:

CAPÍTULO VI DO MEIO AMBIENTE

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; [...]

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente; [...]

CAPÍTULO VIII DOS ÍNDIOS

Art. 231. São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens. [...]

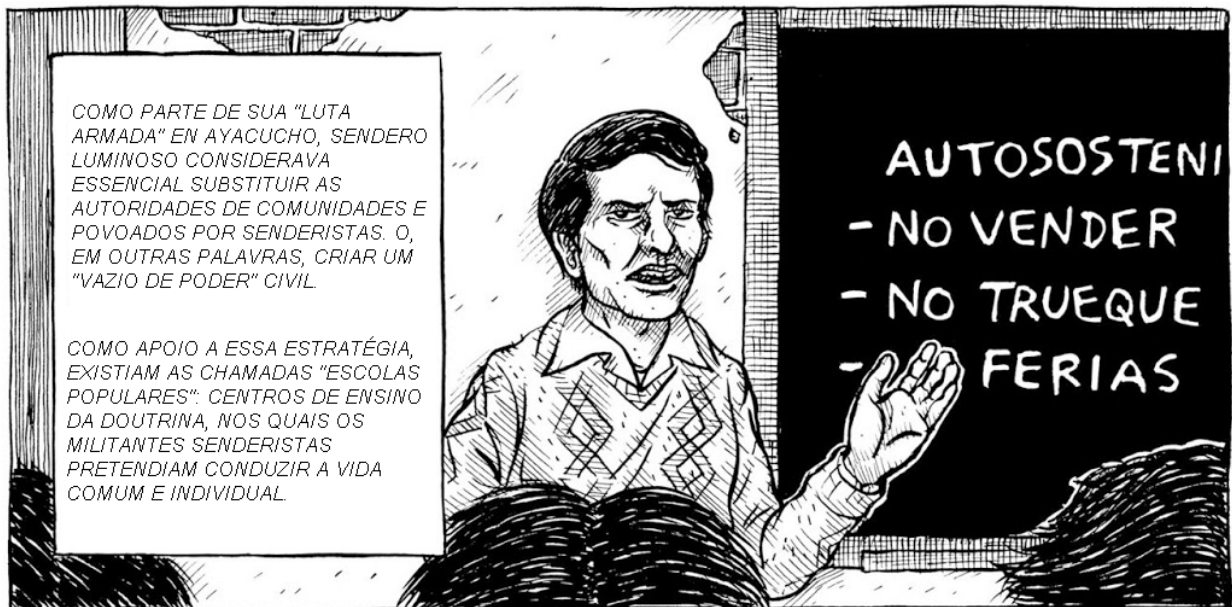
§ 2º As terras tradicionalmente ocupadas pelos índios destinam-se a sua posse permanente, cabendo-lhes o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes.

§ 3º O aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei.

§ 5º É vedada a remoção dos grupos indígenas de suas terras, salvo, "ad referendum" do Congresso Nacional, em caso de catástrofe ou epidemia que ponha em risco sua população, ou no interesse da soberania do País, após deliberação do Congresso Nacional, garantido, em qualquer hipótese, o retorno imediato logo que cesse o risco".

- a) Explique por que a exploração econômica pode violar direitos constitucionais.
- b) Analise um caso brasileiro (histórico ou recente) em que atividades econômicas infringiram artigos constitucionais.

02. Observe, abaixo, fragmentos da história em quadrinhos “Sendero Luminoso: História de uma guerra suja” (2016), de Jesús Cossio, Alfredo Villar e Luis Rossel.



Fonte: VILLAR, Alfredo; ROSSELL, Luis; COSSIO, Jesus. Sendero Luminoso: História de uma guerra suja. São Paulo: Veneta, 2016, p. 156.

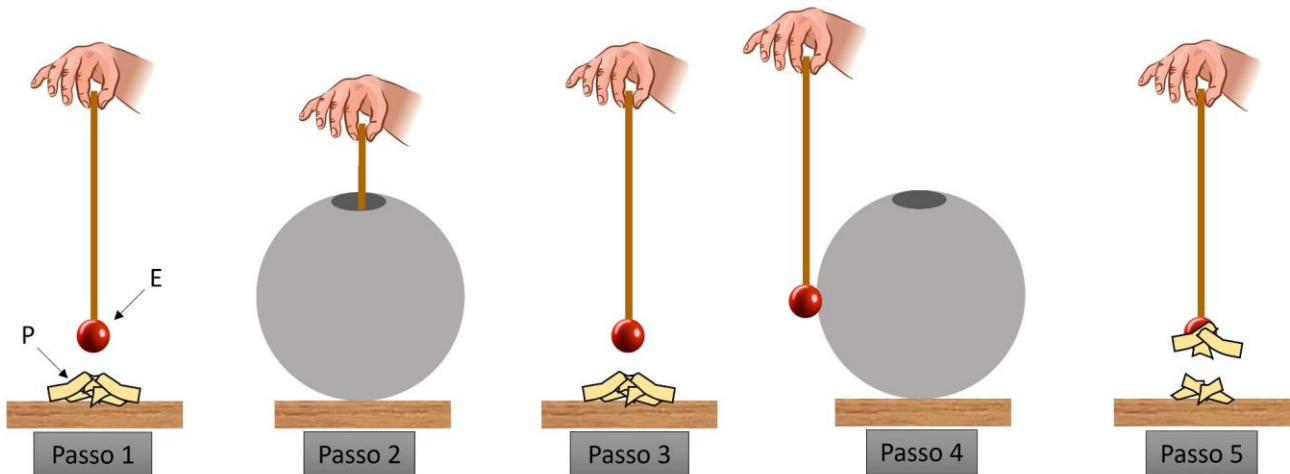


Fonte: VILLAR, Alfredo; ROSSELL, Luis; COSSIO, Jesus. Sendero Luminoso: História de uma guerra suja. São Paulo: Veneta, 2016, p 71.

- O que foi o movimento conhecido como Sendero Luminoso?
- Cite e explique uma semelhança e uma diferença entre o Sendero Luminoso e o Exército Zapatista de Libertação Nacional.

03. Joseph Priestley foi um cientista inglês que é conhecido pela descoberta do oxigênio. Entretanto, ele também fazia experiências no campo da eletrostática. Uma dessas experiências foi apresentada abaixo em cinco passos sucessivos. Segue algumas observações sobre a montagem e essa sequência de passos:

- P são pedaços pequenos (muito leves) de papel.
- E é uma esfera metálica presa a uma haste de madeira.
- A esfera maior é oca e metálica.
- A madeira usada na haste e no piso é um excelente isolante elétrico.
- As imagens dos passos 1, 3 e 5 mostram a menor distância entre a esfera E e o piso durante esses passos.
- No passo 2, a esfera E tocou a superfície interna da esfera metálica oca.

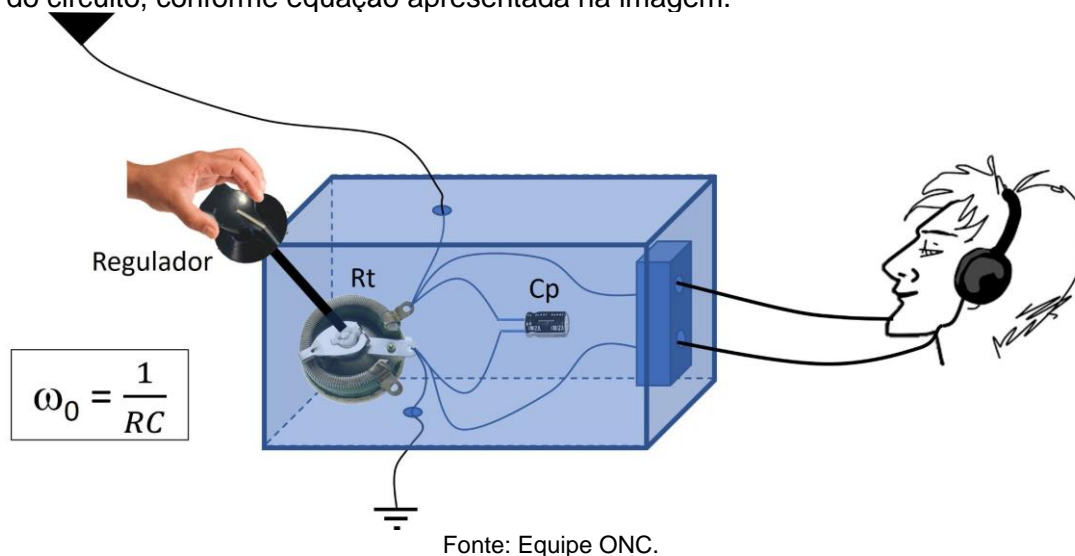


Fonte: Equipe ONC.

- Os passos 4 e 5 revelam o quê sobre a esfera oca e descrevem que processo físico?
- Depois de analisar os passos 4 e 5, notamos que os passos 1, 2 e 3 evidenciam uma propriedade de corpos metálicos. Qual o nome dessa propriedade e como podemos descrevê-la?
- Essa experiência ocorreu após um século de consolidação da teoria da gravitação proposta por Isaac Newton. Em uma das demonstrações matemáticas apresentadas por Newton, foi provado que o efeito gravitacional no interior de uma enorme casca esférica oca seria nulo, algo parecido ao que vemos acontecer aqui com a eletricidade. Essa semelhança trouxe um forte indício da similaridade entre a força gravitacional e a força elétrica, servindo de bússola para Augustin Coulomb descobrir a lei que rege as forças elétricas.

Apresente a lei de Coulomb e a lei da gravitação de Isaac Newton. Identifique duas semelhanças e duas diferenças entre as forças trocadas por dois corpos pontuais eletrizados.

04. A imagem abaixo mostra um esquema simplificado de um rádio de galena, um equipamento que transforma as ondas eletromagnéticas emitidas pelas rádios em ondas sonoras. Para que isso aconteça, o rádio deve sintonizar o sinal de uma rádio. Tecnicamente, isso corresponde à ressonância entre a onda eletromagnética da rádio e o circuito do rádio de galena. O modelo de rádio de galena apresentado abaixo possui um reostato R_t e um capacitor C_p , cujos respectivos valores de resistência R e de capacitância C definem a pulsação ω_0 correspondente à frequência natural do circuito, conforme equação apresentada na imagem.



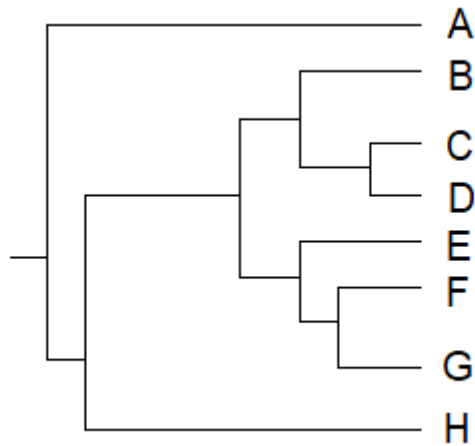
Nesse equipamento, o reostato é formado por um fio de cobre cuja seção transversal possui um raio de 1,5 mm. Ao mexer no regulador do reostato, altera-se o comprimento de fio que participa do circuito (trecho do fio por onde passa corrente elétrica).

Dados: Resistividade do cobre = $1,5 \times 10^{-8} \Omega m$
 Capacitância do capacitor = 20 nF
 Constante de Planck = $6 \times 10^{-34} J.s$

Sabendo que a ressonância ocorre quando o circuito recebe energia na sua frequência natural, responda às perguntas abaixo.

- a) Qual o comprimento de fio do reostato que deve participar do circuito para que esse rádio sintonize a rádio “Princesa do Sertão” cuja frequência é 750 MHz?
- b) A pessoa que está manipulando esse rádio consegue ver a torre da rádio “Princesa do Sertão” a uma certa distância. A potência de emissão do sinal dessa torre é 31,4 kW. A intensidade do sinal que chega ao local onde a pessoa está manipulando o rádio pode ser expressa por 4×10^{26} fótons por m^2 a cada 3 minutos. Considerando que a fonte de sinal é pontual e a energia foi distribuída simetricamente sem dissipação até o sinal atingir o rádio, qual a distância entre o rádio e a torre da rádio “Princesa do Sertão”?

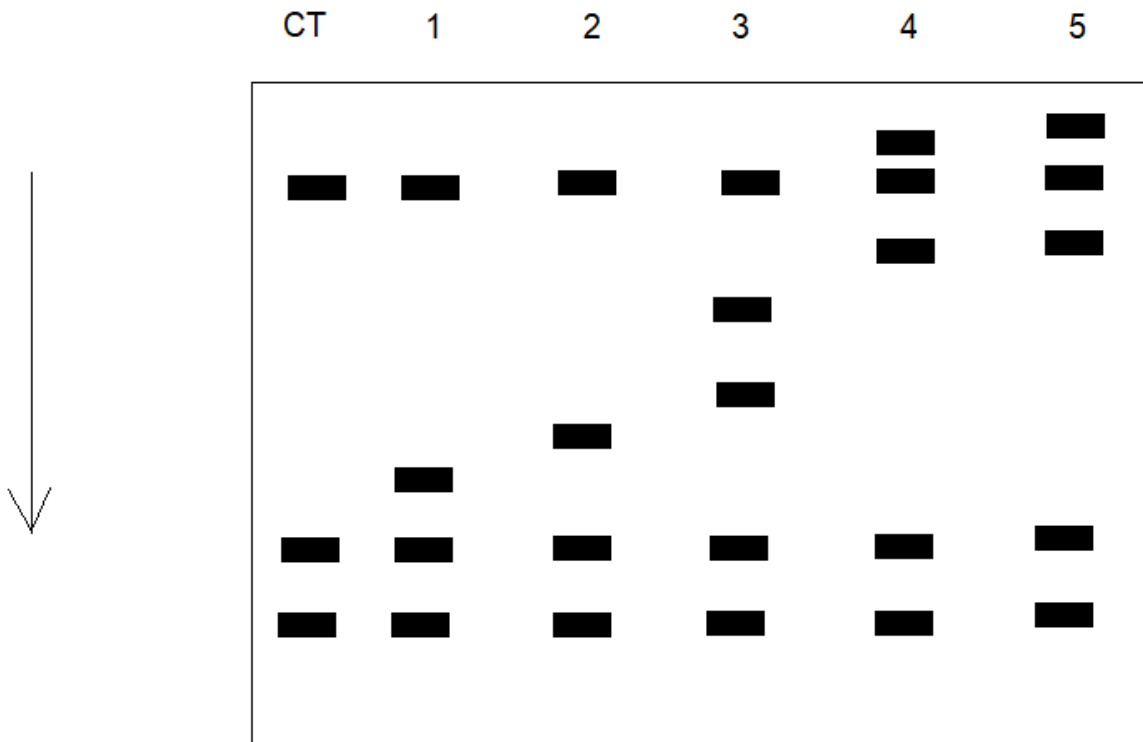
05. Por meio de pesquisas com sequenciamentos genéticos em amostras de infectados por Sars-CoV-2 foi construída a filogenia viral apresentada abaixo. As letras de A - H representam variantes do vírus. Supondo a variante B como a que mais causa problemas no mundo, foi desenvolvida uma vacina de RNAm baseada em sua proteína espícula.



Fonte: Equipe ONC

- Onde se localiza a proteína espícula no Sars-CoV-2? Considerando o modo de apresentação desse antígeno, qual a inovação das vacinas de RNAm comparando com as de vírus inativado ou atenuado?
- Como é possível construir uma filogenia a partir de sequenciamentos genéticos? Cite duas variantes que teriam menores chances de adquirir resistência à vacina e justifique segundo a filogenia.

06. Uma pesquisadora que estuda encefalopatia espongiforme bovina (EEB), a “doença da vaca louca”, decidiu analisar diferenças de agressividade da doença. Como é uma condição neurodegenerativa causada por príons (proteínas mal enoveladas), desenhou um experimento de eletroforese para analisar a relação de diferentes príons com a agressividade da doença. Separou amostras da mesma região encefálica, garantindo que eram os mesmos tipos celulares, em autópsias de cinco indivíduos afetados somente por EEB, e de um que não possuía alterações encefálicas. Todos eram do mesmo sexo e possuíam idades semelhantes. Os doentes foram numerados de 1 a 5, crescente conforme a agressividade da doença, e o indivíduo não afetado foi denominado controle (CT). Por fim, isolou das células seus conteúdos proteicos totais e correu em gel de eletroforese. O resultado obtido está representado abaixo:



Fonte: Equipe ONC

a) Por que, para a análise da eletroforese, foi importante garantir no desenho experimental que os tipos celulares coletados nos seis indivíduos seriam os mesmos, as idades semelhantes, e todos de mesmo sexo?

b) Qual a relação entre a massa dos príons e a agressividade da EEB? Justifique.

07. O Observatório do Pico dos Dias (OPD) é um observatório astronômico localizado entre os municípios de Brazópolis e Piranguçu, no estado de Minas Gerais, a 1.864 m de altitude. Ele é operado e mantido pelo Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA/MCTI) e possui o maior telescópio instalado em território brasileiro, o Telescópio de 1,6 m (diâmetro do seu espelho principal), fabricado por Perkin-Elmer.



Fonte: Leandro Negro/Agência FAPESP.

Suponha que o Telescópio 1,6 m Perkin-Elmer esteja observando uma estrela de magnitude $m = +23,0$.

Considere que:

- cada fóton vindo da estrela tem energia média de $E_f = 5,0 \times 10^{-19} \text{ J}$
- a magnitude aparente do Sol vale $m_{\text{Sol}} = -27$
- o fluxo solar recebido na Terra vale $F_{\text{Sol}} = 1.400 \text{ W/m}^2$

a) Utilize a fórmula de Pogson, que nos dá uma relação genérica entre magnitudes aparentes (m) e fluxos (F) de duas estrelas quaisquer e **calcule o fluxo da estrela** comparado ao fluxo solar recebido na Terra.

$$m_{\text{estrela}} - m_{\text{Sol}} = -2,5 \log \left(\frac{F_{\text{estrela}}}{F_{\text{Sol}}} \right)$$

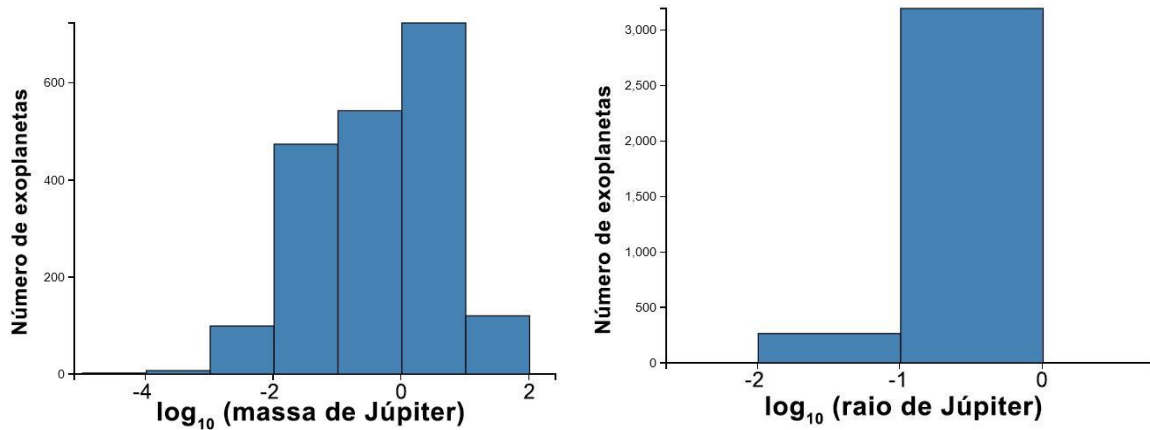
b) Conhecendo a energia média dos fótons vindos da estrela, **calcule o número (n) de fótons** que chegam a cada segundo em uma superfície de um metro quadrado na Terra. Despreze qualquer tipo de absorção pela atmosfera terrestre.

c) Utilizando os dados obtidos nos dois primeiros itens, obtenha o **número de fótons (N)** vindos da estrela que são **coletados** pelo **espelho principal** do Telescópio 1,6 m Perkin-Elmer.

08. Um exoplaneta (ou planeta extrassolar) é um planeta que orbita uma estrela que não seja o Sol e, desta forma, pertence a um sistema planetário distinto do nosso. Até 2 de julho de 2021 já tivemos confirmados a existência de mais de 4476 exoplanetas em 3413 sistemas planetários.

A maioria dos exoplanetas são observados quando “passam na frente” de uma estrela. Quando isso acontece, registra-se uma minúscula redução no brilho da estrela. Medidas do tempo de trânsito dos exoplanetas permitem estimar o seu tamanho e a sua distância até a estrela. Outras técnicas permitem estimar a massa dos exoplanetas.

Os gráficos a seguir trazem as contagens do número de exoplanetas em função da sua massa, em termos de massas de Júpiter (M_{Jup}), e do seu raio, em termos de raios de Júpiter (R_{Jup}).



Fonte: The Open Exoplanet Catalogue (modificado).

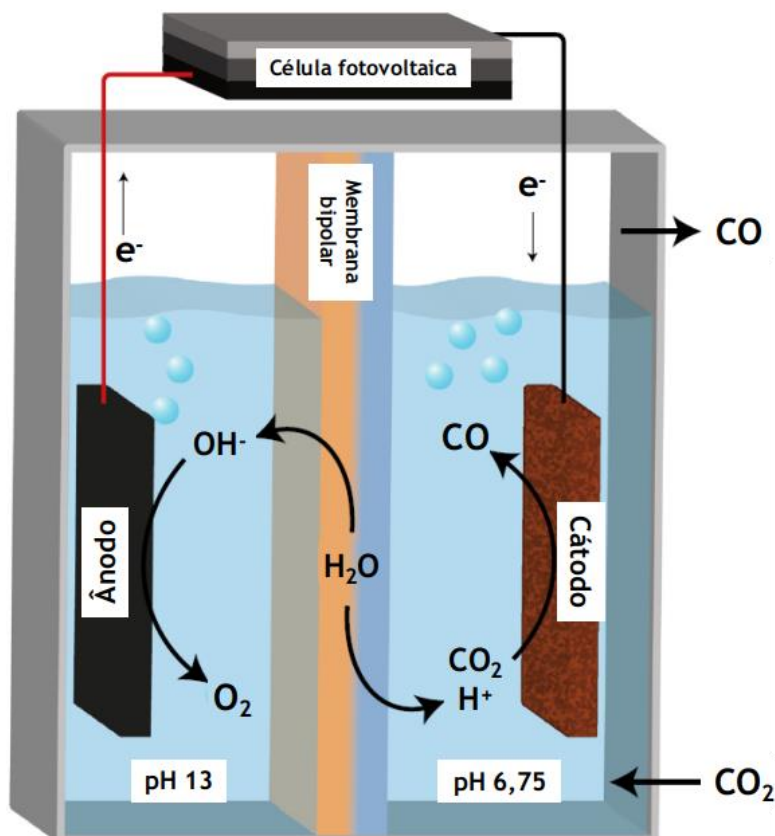
Analisando os gráficos, indique quais são **os valores mais comuns** para:

- a **massa** dos exoplanetas confirmados até agora.
- o **raio** dos exoplanetas confirmados até agora.

09. Uma equipe da Escola Politécnica Federal de Lausanne, na Suíça, criou um sistema que converte o gás carbônico em monóxido de carbono e gás oxigênio. Esta pesquisa fornece um dispositivo de baixo custo que pode transformar o gás de efeito estufa em combustível líquido. O processo ocorre através da eletrólise do gás carbônico, utilizando como catalisadores, nanofios de óxido de cobre(II) e óxido de estanho(IV), que são acoplados a uma célula solar (célula fotovoltaica). Deste modo, a conversão do gás carbônico se dá pelo uso de energia solar e pode ser denominada uma fotoeletrólise.

Fonte: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=sistema-baixo-custo-transformar-co2-combustivel&id=010125170608#.YPXqGHVKhH5>.

A figura a seguir mostra o fotoeletrolisador e os seus elementos.



Fonte: Schreier M, *et al.* Solar conversion of CO₂ to CO using Earth-abundant electrocatalysts prepared by atomic layer modification of CuO. (adaptado)

Um parâmetro utilizado para medir a qualidade do dispositivo é a eficiência faradaica, η , dada em porcentagem e, para este experimento, definida como:

$$\eta = \left(\frac{nF n_{CO}}{Q} \right) \cdot 100\%$$

onde n é o número de elétrons envolvidos em um mol da reação (neste exemplo, $n = 2$), F é a constante de Faraday, n_{CO} é o número de mols de CO obtidos como produto na fotoeletrólise e Q é carga total, em coulombs, utilizada no experimento.

Dados: massas atômicas, C = 12 u, O = 16 u, H = 1 u. Constante de Faraday, $F =$ de valor 96480 C.mol⁻¹.

Com base no exposto acima e nos seus conhecimentos, responda:

a) Quais **as semi-reações** que ocorrem no **cátodo** e no **ânodo**?

- b) Qual a **reação global** do processo citado?
- c) Quais as fórmulas dos **óxidos** presentes nos catalisadores?
- d) Se no experimento for utilizada uma **corrente elétrica de 13,4 A** (amperes) durante **2 horas**, com uma **eficiência faradaica** do dispositivo de **80%**, qual a **massa de CO** formada?

10. O ar é uma mistura gasosa composta principalmente de oxigênio e nitrogênio, sendo que estes gases, em condições normais, não reagem entre si. No entanto, a formação de óxidos de nitrogênio pode ser promovida a altas temperaturas como ocorre em motores de combustão interna. Tomando como exemplo um desses óxidos, o monóxido de nitrogênio, temos um gás que pode representar um problema ambiental, pois participa da formação do ozônio na troposfera e da destruição da camada de ozônio na estratosfera. O NO possui um elétron desemparelhado, fazendo com que ele seja muito reativo e tem importância industrial, pois é um dos intermediários da produção do ácido nítrico. Neste contexto, o NO é produzido pela oxidação da amônia, tendo água como sub-produto. Diante das informações e a partir dos seus conhecimentos, responda aos itens a seguir:

Dados: ${}_{7}\text{N}$ e ${}_{8}\text{O}$.

a) Desenhe a **estrutura de Lewis** do NO.

b) Escreva a **reação balanceada de oxidação** da amônia na produção de monóxido de nitrogênio.

c) Uma mistura gasosa de nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2) é preparada numa **razão molar de 2:1** ($\text{N}_2:\text{O}_2$) em um vaso reacional fechado, à uma temperatura T . O equilíbrio entre esses gases é estabelecido com a **formação exclusiva** de monóxido de nitrogênio (NO) e nesta situação o número de moléculas **heteronucleares** na fase gasosa se torna igual ao número total de moléculas **homonucleares**. Determine a **constante de equilíbrio** K_C para a reação.