



**NÍVEL E: 3º ANO  
ENSINO MÉDIO**

**Fase 2 - 2022**

- 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.

1. Em Química, a expressão “*semelhante dissolve semelhante*” é bastante utilizada quando tratamos de solubilidade, enfatizando uma tendência geral de substâncias polares se dissolverem em outras polares, o mesmo ocorrendo entre compostos apolares. Existem diversos exemplos em que essa frase pode ser aplicada, desde a solubilidade do etanol em água até a dissolução de hidrocarbonetos em solventes apolares, como o éter. No entanto, a máxima citada não pode ser generalizada, uma vez que temos compostos apolares que podem se dissolver em polares. Sabe-se, por exemplo, que os organismos aquáticos utilizam para a respiração o oxigênio, que possui molécula apolar, dissolvido na água. A quantidade de oxigênio dissolvida em dado volume de água depende da pressão desse gás sobre a superfície do líquido numa relação diretamente proporcional. Essa observação é válida para diversos gases e foi feita primeiramente, em 1801, pelo químico inglês William Henry (1775 - 1836), sendo agora conhecida como a lei de Henry. Matematicamente, temos para esta lei:

$$S = k_H P$$

onde,  $S$  é a solubilidade;  $k_H$  é a chamada constante de Henry, que depende do gás, do solvente e da temperatura; e  $P$  é a pressão do gás. Se tivermos uma mistura gasosa (como, por exemplo, o ar) sobre o líquido, então a solubilidade de cada componente depende de sua pressão parcial.

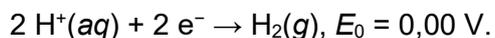
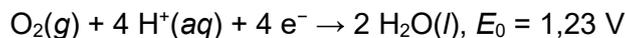
Com base no que foi exposto e nos seus conhecimentos, responda aos itens a seguir.

a) Explique sucintamente por que o aumento da pressão de um gás sobre um líquido provoca o aumento da sua solubilidade neste mesmo líquido.

b) Para que um corpo hídrico sustente vidas aquáticas, estima-se que a concentração de  $O_2$  requerida seja de no mínimo  $1,3 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ . Se um lago está num ambiente onde a pressão atmosférica é 1 atm e a temperatura é  $20^\circ \text{C}$ , com concentração de 21% de oxigênio gasoso, este corpo hídrico pode sustentar vida? Demonstre através de cálculos. Dado: 1 atm = 101,3 kPa;  $k_H$  do oxigênio em água, a  $20^\circ \text{C} = 1,3 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ .

c) As células sanguíneas correspondem a cerca de 55% do volume de 6,0 L de sangue de uma pessoa com estatura média. Os demais 45% são o plasma sanguíneo, que é uma solução aquosa. Se um indivíduo médio mergulha a uma profundidade onde a pressão é 10 atm, qual o volume de nitrogênio medido a 1 atm e  $37^\circ \text{C}$  (considerando-o como um gás ideal) pode se dissolver no sangue dessa pessoa? Dados:  $k_H$  do nitrogênio em água, a  $37^\circ \text{C} = 5,8 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ ; Constante universal dos gases ideais,  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

2. Uma célula a combustível é um dispositivo que gera eletricidade diretamente de uma reação química usando reagentes que são fornecidos continuamente. A tecnologia foi utilizada pela primeira vez na cápsula espacial Gemini (Figura abaixo), da Nasa, em 1962, e posteriormente foi aplicada em um automóvel em 1997, o Mercedes-Benz Necar 3. Uma célula a combustível que opera com hidrogênio e oxigênio, em um meio eletrolítico ácido, baseia-se nas seguintes semi-reações:



Os valores de  $E_0$  são os potenciais padrão de redução das semi-reações.

Nave Gemini 6



Fonte: <https://pt.m.wikipedia.org>.

- Escreva a equação química para a reação global da célula a combustível citada acima.
- Qual a diferença de potencial padrão gerada pela célula? Mostre os cálculos.
- Considere uma célula a combustível hidrogênio/oxigênio que funciona com eficiência de 70% sob condições padrão de 1 bar e 298 K. Qual o trabalho elétrico fornecido por esta célula associado ao consumo de 0,001 mol de  $\text{H}_2(g)$ ? Mostre os cálculos. Dados: constante de Faraday,  $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$ .

3. Observe a tabela abaixo que trata do número de universidades em 1875 e 1913.

<i>Universidades</i>		
	<i>1875</i>	<i>1913</i>
<i>América do Norte</i>	<i>360</i>	<i>500</i>
<i>América do Sul</i>	<i>30</i>	<i>40</i>
<i>Europa</i>	<i>110</i>	<i>150</i>
<i>Ásia</i>	<i>5</i>	<i>20</i>
<i>Austrália</i>	<i>2</i>	<i>5</i>
<i>África</i>	<i>0</i>	<i>5</i>

Fonte: HOBBSAWAN, Eric. *A era do capital, 1848-1875*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988. p. 319.

- Explique o papel das universidades no final do século XIX e início do século XX, utilizando a tabela em sua argumentação.
- A primeira universidade no Brasil foi criada em 1920. A partir daí, a universidade foi ampliando sua ação e redefinindo sua importância no cenário brasileiro. Considerando seus conhecimentos, qual o papel da universidade no Brasil hoje?

#### 4. Leia os documentos abaixo:

##### Texto 01

Maior hidrelétrica do país, Itaipu foi projetada e construída de 1970 a 1982 durante os governos militares dos generais Emílio Médici (1905-1985), Ernesto Geisel (1907-1996) e João Figueiredo (1918-1999) —as obras em si começaram em 1975. Como é uma empresa binacional, pela lei uma eventual ação judicial contra a usina deve tramitar no STF (Supremo Tribunal Federal), daí a participação direta da PGR no caso.

Para criar o lago artificial, a obra inundou cerca de 135 mil hectares e transferiu 40 mil pessoas entre índios e não índios no Paraná. Na área afetada estavam diversos territórios considerados sagrados pelos índios guaranis, como as Sete Quedas.

Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/poder/2019/04/construcao-de-itaipu-provocou-graves-violacoes-de-direitos-indigenas-diz-pgr.shtml?origin=folha>. Acessado em 24 de junho de 2022.

##### Texto 02 - Transamazônica

Brasil, Pará, Altamira, 22/08/1972, Trator faz terraplenagem durante a construção da segunda etapa da rodovia. O trecho inicia em Altamira e segue em direção ao rio Repartimento. A construtora Mendes Júnior detinha a concessão de construção deste trecho.



Fonte: SOLANO JOSÉ/ESTADÃO CONTEÚDO.

##### Texto 03

As duas usinas nucleares de Angra foram erguidas na selvagem Praia de Itaorna (“pedra podre” em tupi-guarani). A área do litoral era uma vila de descendentes de escravos. Sua iluminação, até o início dos anos 70, funcionava à base de lampiões. Angra I e II foram ali instaladas pela proximidade com Rio-São Paulo-Belo Horizonte, cidades de maior consumo de energia no país. Alvo também de protestos que chegaram a fechar a Rio-Santos, a construção das centrais nucleares foi criticada por ecologistas brasileiros e militantes de partidos verdes da Europa. Eles alertam que sempre há perigo de vazamento e apontam dificuldades para evacuar a população da cidade, em caso de acidente nuclear. Outra ameaça seria o destino do lixo atômico. Os argumentos, porém, são contestados por técnicos do setor e pelo governo.

Disponível em : <https://acervo.oglobo.globo.com/em-destaque/cercada-de-polemica-usina-nuclear-angra-1-construida-na-ditadura-militar-16997174#ixzz7X8Ydc0Ao>. Acesso em 24 de junho de 2022.

Levando em conta os documentos acima, e considerando seus conhecimentos, responda:

- a) Cite e explique o objetivo do governo ditatorial com as construções citadas.
- b) Localize as construções no âmbito das disputas da Guerra Fria.

5. A velocidade de escape ( $V_e$ ) é a velocidade mínima que um corpo precisa obter para conseguir escapar do campo gravitacional que um determinado corpo celeste exerce sobre ele. No caso da Terra, esta velocidade teórica, a partir da sua superfície, é de cerca de 11,2 km/s, não levando em consideração a atmosfera.

A velocidade de escape pode ser calculada pela seguinte equação:

$$V_e = \sqrt{\frac{2GM}{d}}$$

onde,  $G$  é a constante de gravitação universal ( $6,6 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ),  $M$  é a massa do corpo principal e  $d$  é a distância do centro do corpo ao corpo principal.

Considere que um cometa, observado em oposição, está localizado no plano da eclíptica a uma distância de 3,4 UA do nosso planeta.

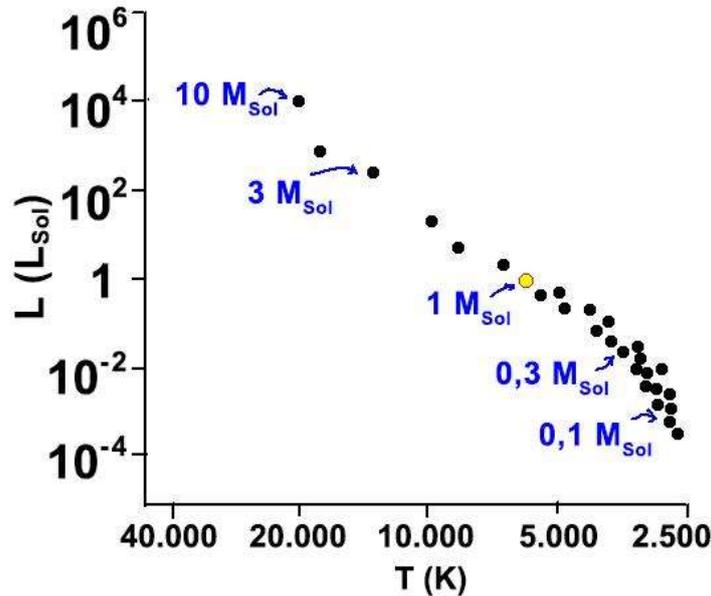
Determine a velocidade mínima  $V_{\min}$  de afastamento do Sol, em km/s, que este cometa precisa ter para escapar do Sistema Solar.

Considere apenas a gravidade do Sol, desprezando as possíveis interações com os demais corpos do Sistema Solar. Suponha que a órbita da Terra seja circular.

Dados: Massa do Sol  $M_{\text{Sol}} = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$ ; 1 UA =  $1,5 \times 10^{11} \text{ m}$

6. O Diagrama de Hertzsprung-Russell, conhecido como Diagrama HR, foi publicado independentemente pelo dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967), em 1911, e pelo americano Henry Norris Russell (1877-1957), em 1913, como uma relação existente entre a **luminosidade L** de uma estrela e sua **temperatura superficial T**.

Para as estrelas da Sequência Principal, como o Sol, podemos dizer que a sua luminosidade também está bem relacionada à sua massa. Usando essa relação, podemos rotular regiões no diagrama HR de acordo com a massa das estrelas correspondentes, como vemos no gráfico a seguir.



Fonte: <https://pages.uoregon.edu/soper/Stars/hrmass.html> (adaptado).

Além disso, sabemos que a luminosidade **L** (energia total por segundo) de uma estrela é proporcional à sua área superficial ( $4\pi R^2$ ) e proporcional à quarta potência de sua temperatura superficial ( $T^4$ ), de forma que podemos escrever:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

Nessa relação, conhecida como Lei de Stefan-Boltzmann,  $\sigma$  é uma constante de proporcionalidade.

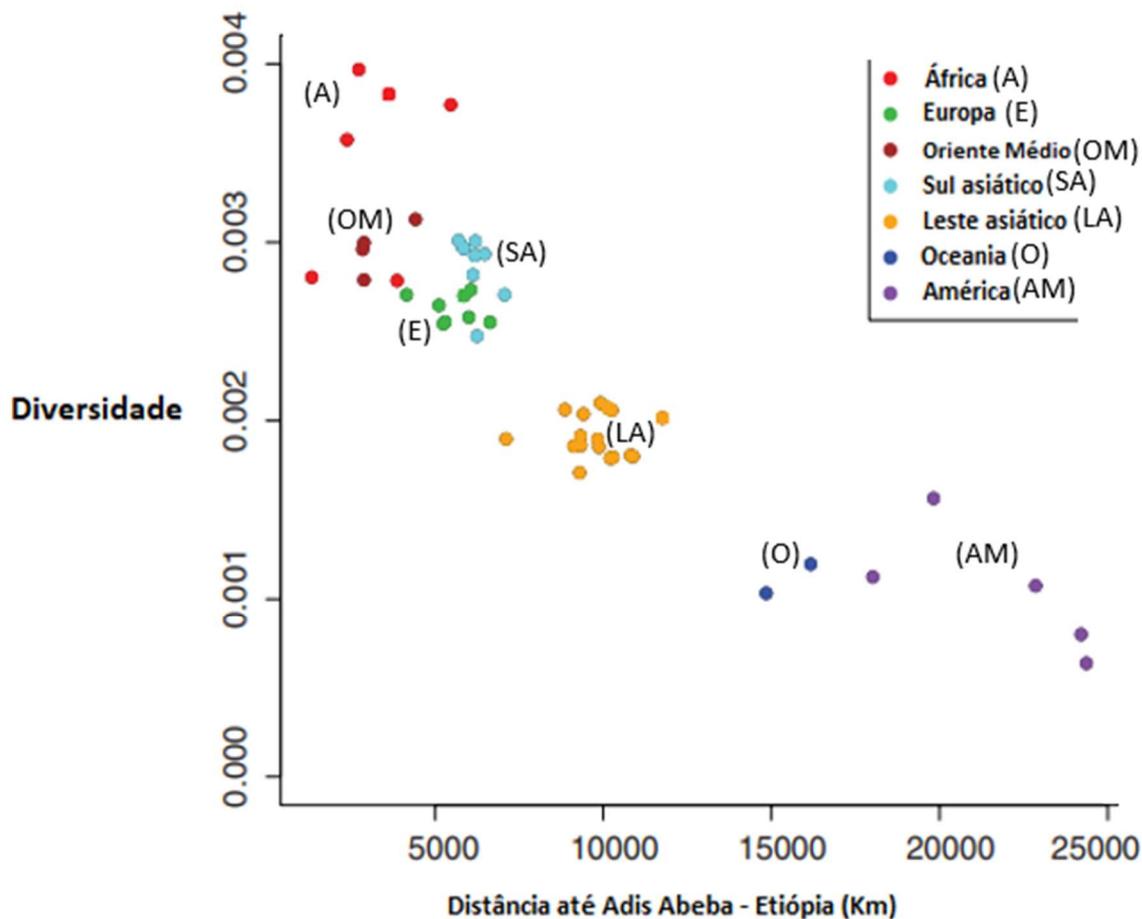
a) Utilize as informações do gráfico para estimar a luminosidade **L**, em função da luminosidade do Sol  $L_{Sol}$ , e a temperatura superficial **T** de uma estrela da Sequência Principal com 10 massas solares ( $10 M_{Sol}$ ).

a.1)  $L = \dots\dots\dots$

a.2)  $T = \dots\dots\dots$

b) Utilize a Lei de Stefan-Boltzmann para estimar o raio **R**, em função do raio do Sol  $R_{Sol}$ , dessa estrela da Sequência Principal de 10 massas solares ( $10 M_{Sol}$ ). Para simplificar, considere a temperatura superficial do Sol  $T_{Sol} = 6.000 \text{ K}$ . Mostre suas contas.

7. Estamos chegando a 8 bilhões de humanos na Terra. O advento do sequenciamento permitiu que pudéssemos estudar as variações entre populações geograficamente separadas e comparar as diferenças de variabilidade genética entre elas. Isso nos diz muito sobre como os humanos migraram e se estabeleceram pelo planeta. Observe no gráfico abaixo resultados de um estudo que sequenciou diferentes populações e responda as questões a seguir.



Fonte: Adaptado e traduzido de Li et al., *Science* 319:1100-4, 2008; Diversidade medida por heterozigose de SPNs x Distância até Adis Abeba (Km)

- Qual a tendência observada nesses resultados? Isso condiz ou contradiz com a história evolutiva da humanidade, na qual os seres humanos tenham surgido no continente africano?
- Em populações grandes e bem distribuídas, como a humana, é esperada uma grande diversidade genética. Por que algumas populações acima apresentam menor diversidade? Qual o processo evolutivo que melhor explica isso?

8. Em junho de 2022 um grupo de pesquisadores publicou uma descoberta curiosa. A maior bactéria já descoberta, *Thiomargarita magnifica*. Ela tem quase 1 cm de comprimento em média e é visível a olho nu. Possui organelas membranosas denominadas pepinas, que alojam material genético e ribossomos.

**Bactérias *T. magnifica* ao lado de uma moeda**



Fonte: Tomas Tynl / Lawrence Berkeley National Laboratory

- Além do tamanho das bactérias, explique o motivo da descoberta ser surpreendente, do ponto de vista da organização estrutural destes micro-organismos.
- Qual ou quais processos da síntese proteica devem ocorrer nas pepinas? Justifique.
- Essa descoberta corrobora com a informação biológica de que seres procarióticos são sempre menores que eucarióticos. Justifique.

### 9. Leia a história abaixo.

No final do século XVIII, os cientistas discutiam profundamente a natureza do calor. A teoria mais aceita assumia que o calor era um efeito produzido por uma substância chamada de **calórico**. Nesse contexto, um cientista que ainda não tinha se posicionado sobre o calórico, resolveu fazer algumas experiências em seu laboratório. Até esse momento, toda substância conhecida possuía massa, logo pesava. A sequência experimental que ele seguiu é a descrita abaixo.

- Reuniu duas panelas de pressão idênticas feitas de alumínio. Mediu a massa delas: 3,0030 kg cada.
- Encheu-as de água, colocou as tampas e mediu a massa novamente: 4,9890 kg cada.
- Verificou que a temperatura ambiente e a dos corpos era 20 °C.
- Em uma das panelas, o cientista deixou a válvula livre. Esta deixava passar vapor se a pressão interna assumisse o valor de 1500 mmHg. Nessa pressão, a água entra em ebulição a 120,0 °C.
- A outra panela estava com a válvula travada, o que impediria a saída de vapor por ela.
- Colocou as panelas sobre chamas iguais.
- No final de certo tempo, mediu a massa das panelas: a que tinha a válvula travada estava com 4,9890 kg e a que tinha a válvula livre estava com 4,9680 kg.

Responda os itens abaixo, aplicando os conhecimentos sobre termologia na situação descrita por essa história e apresentando todos os cálculos necessários.

a) Desprezando o volume ocupado pelo vapor dentro da panela, determine a quantidade de calor que foi absorvido pelo sistema formado pela panela com válvula livre mais a água do seu interior. Considere que todas as partes do sistema possuem a mesma temperatura e use os parâmetros abaixo, caso precise.

Dados: calor específico da água = 1,00 cal/g°C

calor específico do alumínio = 0,20 cal/g°C

calor latente de vaporização da água = 540,0 cal/g

b) Existe um resultado da sequência experimental que depõe contra a teoria do calórico. Para que essa teoria não seja abandonada, considerando que esse resultado é correto, deve-se acreditar que o calórico possui uma propriedade que nenhuma outra substância manifestou até o momento da sequência experimental. Que resultado é esse; por que ele depõe contra a teoria do calórico e que propriedade é essa?

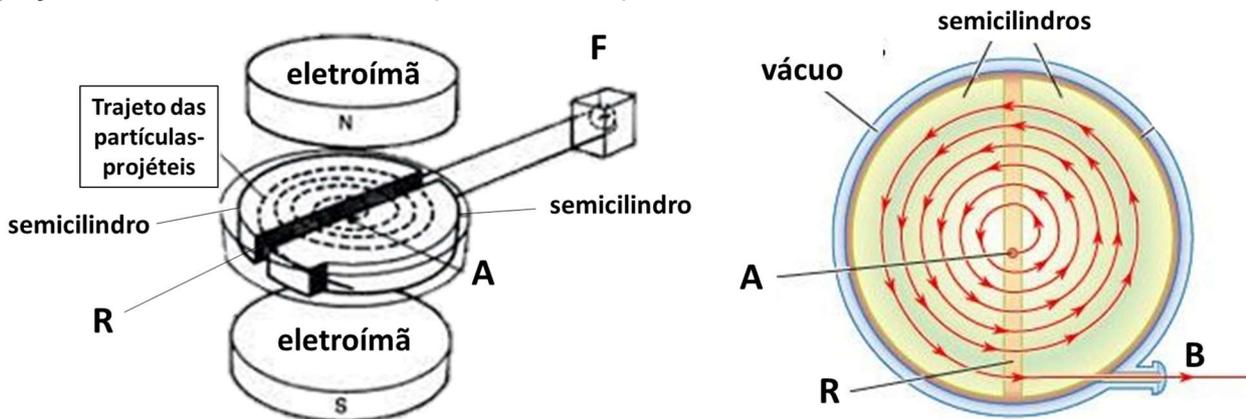
c) Atualmente, sabemos que o calor não é uma substância, entretanto, sabemos também que o resultado indicado acima não é totalmente correto. Considerando que a velocidade da luz mede  $3 \times 10^8$  m/s e que  $1 \text{ cal} \cong 4 \text{ J}$ , use a equivalência entre massa e energia para mostrar que o nível de precisão do instrumento de medida utilizado desqualifica-o a identificar um resultado diferente do que foi apresentado no item anterior.

10. Na intenção de estudar a constituição da matéria e suas interações mais fundamentais, os cientistas costumam fragmentar uma porção de matéria lançando sobre ela um feixe de partículas com altíssima velocidade. Para essas partículas ganharem velocidade, usa-se os aceleradores de partículas, como o **cíclotron** apresentado na foto abaixo, foco de nosso estudo.



Fonte: [http://ricabib.cab.cnea.gov.ar/707/1/1Plata\\_Avila.pdf](http://ricabib.cab.cnea.gov.ar/707/1/1Plata_Avila.pdf)

O cíclotron que vamos analisar acelera prótons ( $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  e  $1,6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ). No seu interior, eletroímãs poderosos criam um campo magnético uniforme e vertical de 0,4 T. Os prótons descrevem semi-círculos com raios cada vez maiores dentro de dois semi-cilindros ocos e metálicos. As paredes planas desses semi-cilindros que delimitam a região **R**, formam um capacitor plano, conforme imagem abaixo. Uma fonte de tensão **F** alimenta esse capacitor, alternando suas polaridades no mesmo período do ciclo do movimento dos prótons dentro desse cíclotron para que esses sempre acelerem sob tensão de 2 kV quando atravessarem a região **R**, o que é possível graças aos milhares de furos nas paredes do capacitor.



Fonte: Equipe ONC.

Desprezando o tempo que os prótons levam para atravessarem a região **R** e as distorções relativísticas, aplique o conhecimento sobre campos para responder aos itens abaixo sobre a situação descrita, apresentando todos os cálculos necessários.

- Para atingir o alvo, os prótons devem sair dos semi-cilindros pelo escape **B**. Isso só vai acontecer quando eles descreverem um arco de raio igual a 0,5 m. Qual a velocidade que os prótons devem possuir para conseguir isso?
- Determine o período do movimento dos prótons dentro desse cíclotron.
- Quantas vezes os prótons devem passar pela região **R** para adquirir a velocidade de escape, considerando que eles partiram do repouso no ponto **A**, próximo de uma das paredes do capacitor?