



**NÍVEL D: 2º 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 1896, o cientista francês Antoine Henri Becquerel (1852 - 1908) ficou surpreso quando verificou que algumas placas fotográficas que ele guardou em uma gaveta, junto a uma amostra de óxido de urânio, estavam escurecidas (Figura abaixo), mesmo protegidas por um material opaco. Desconfiou-se que o óxido citado deveria estar emitindo alguma coisa que afetou as placas fotográficas. Hoje sabemos graças a este cientista e a Marie Sklodowska Curie (1867 - 1934), entre outros, que o responsável pelo escurecimento era o urânio e que o núcleo deste átomo estava emitindo radiação, ou seja, apresentava radioatividade. A estes átomos que emitem radiação, denominamos radioisótopos. Neste contexto, conhecemos também que os tipos mais comuns de radiação são as partículas α (núcleos de átomos de hélio), as partículas β (elétrons rápidos ejetados pelos núcleos) e raios γ (radiação eletromagnética de alta energia). Os trabalhos de Marie Curie sobre este tema renderam-lhe dois Prêmios Nobel, um de Física em 1903 e um de Química em 1911.



Fonte: Atkins, P; Jones, L.; Laverman, L. P, Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente, 7ed., Porto Alegre : Bookman, 2018.

O isótopo de urânio-238 (${}_{92}\text{U}^{238}$) passa por uma série de decaimentos radioativos com a emissão de partículas α e β , compondo uma família de radioisótopos. O isótopo final da série é o chumbo-206 (${}_{82}\text{Pb}^{206}$) que não mais sofre decaimento devido à sua estabilidade.

- Iniciando em um radioisótopo de urânio-238 e finalizando em um átomo de chumbo-206, qual o número de partículas α e β que são emitidas? Mostre os cálculos.
- Considerando apenas o início e o final da série, ou seja, desconsiderando os radioisótopos intermediários, qual a massa de urânio que resta numa rocha, contendo inicialmente 68 μg (microgramas, 1 $\mu\text{g} = 10^{-6}$ g) de urânio-238, após o tempo equivalente a três meias-vidas da série citada?
- Para a mesma rocha e tempo citados no item anterior, qual o número total de partículas α emitidas na série? Dado: número de Avogadro = $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

2. Em Química, o estudo das soluções evidencia que, em certas condições ideais, as propriedades dessas misturas dependem apenas das quantidades relativas de soluto e solvente. Por exemplo, uma solução aquosa diluída a $0,001 \text{ mol L}^{-1}$ de NaCl terá praticamente os mesmos pontos de ebulição e de congelamento (numa mesma pressão) de uma solução aquosa a $0,001 \text{ mol L}^{-1}$ de KBr. Por outro lado, uma solução a $0,001 \text{ mol L}^{-1}$ de Li_2SO_4 terá maior ponto de ebulição e menor ponto de congelamento do que as duas soluções citadas, tendo em vista que esta substância, ao se dissolver, promove a dispersão de um número maior de espécies em solução do que os dois sais citados anteriormente. A elevação da temperatura de ebulição da solução em relação à temperatura do solvente, no caso dos exemplos, a água, é denominada de *efeito ebulioscópico*, enquanto o abaixamento da temperatura de congelamento é denominada de *efeito crioscópico*.

Sobre estes efeitos, responda aos itens a seguir, considerando que os sais solúveis se dissociam completamente, que as densidades das soluções são iguais à densidade da água, que a temperatura de ebulição da água pura é $100 \text{ }^\circ\text{C}$ e que a constante ebulioscópica da água, K_E , é igual a $0,52 \text{ K kg mol}^{-1}$.

- Qual o ponto de ebulição de uma solução de nitrato de prata a $0,1 \text{ mol kg}^{-1}$? Mostre os cálculos.
- Em um recipiente adequado misturam-se volumes iguais da solução do item anterior e de uma solução de cloreto de bário a $0,1 \text{ mol kg}^{-1}$. Qual a temperatura de ebulição da solução resultante?

Estátua do Bandeirante Borba Gato – São Paulo (SP) - 2020



Fonte: Grupo de Ação/Divulgação, 2020

A partir das imagens e de seus conhecimentos, responda:

a) Cite duas motivações para as ações bandeirantes no período colonial.

B) Em outubro de 2020, um grupo de ativistas colocou “caveiras” aos pés da estátua do bandeirante Borba Gato, na cidade de São Paulo. Explique a intenção do grupo que realizou essa ação

4. – Leia o texto abaixo:

É bem conhecido que, entre os povos primitivos, a medição do tempo está relacionada com os processos familiares no ciclo do trabalho ou das tarefas domésticas.

Em Madagascar, o tempo podia ser medido pelo “cozimento do arroz” (cerca de meia hora, no nosso tempo) ou pelo “fritar de um gafanhoto” (um momento). Registrou-se que os nativos de Cross River dizem: “O homem morreu em menos tempo do que leva o milho para assar” (menos de quinze minutos, no nosso tempo).

Não é difícil encontrar exemplos dessa atitude mais próximos de nós. Assim, no Chile do século XVII, o tempo era frequentemente medido em “credos” (oração católica): “Um terremoto foi descrito em 1647 como tendo durado o tempo de dois credos; enquanto o cozimento do ovo podia ser estimado por uma Ave-Maria rezada em voz alta.

A partir da Revolução Industrial os tempos mudaram, e a contagem dele também.

Com a popularização do relógio que auxiliaria na contagem do tempo, vamos observar um testemunho de um trabalhador, Dundee, na década de 1820:

“[...] na realidade não havia horas regulares: os mestres e os gerentes faziam conosco o que desejavam. Os relógios nas fábricas eram frequentemente adiados de manhã e atrasados à noite; em vez de serem instrumentos para medir o tempo, eram usados como disfarces para encobrir o engano e a exploração. Embora isso fosse do conhecimento dos trabalhadores, todos tinham medo de falar, e o trabalhador tinha medo de usar o relógio, pois não eram incomum despedirem aqueles que ousavam saber demais sobre a ciência das horas.”

O relato termina com a seguinte frase: “Pequenos truques eram usados para diminuir a hora do almoço e aumentar o dia”.

Fonte: Costumes em comum: Tempo, disciplina de trabalho e capitalismo industrial – Adaptação de Edward Thompson

- a) Apresente duas mudanças ocorridas nas relações de trabalho a partir da industrialização.
- b) Discorra sobre a percepção do tempo em sociedades industrializadas.

5. Manchas solares são fenômenos temporários na fotosfera do Sol, que aparecem como manchas mais escuras do que as áreas circundantes (vide imagem). Elas são regiões de temperatura superficial reduzida, causadas por concentrações de campo magnético.

As manchas ou grupos de manchas podem durar de dias a alguns meses, mas acabam se dissipando. Seu tamanho também não é fixo e elas se expandem e se contraem à medida que se movem pela superfície do Sol, com diâmetros variando de algumas dezenas a centenas de milhares de quilômetros.



Fonte: NASA/Solar Dynamics Observatory.

Podemos medir a área de uma mancha solar em milhares ou milhões de km^2 , mas esta área é melhor expressa em "milionésimos do hemisfério solar" (MH), de modo que 1 MH corresponde à área visível do Sol (metade da sua área total) dividida por 1.000.000.

Também podemos interpretar o MH de forma percentual. Neste caso, 1 MH corresponde a 0,0001 % da área total do hemisfério visível do Sol.

Por exemplo, a maior mancha solar já registrada até hoje ocorreu em abril de 1947. Ela atingiu cerca de 6.000 MH. Ou seja:

$$6.000 \text{ MH} = 6.000 \times \frac{\text{área do hemisfério solar}}{1.000.000} = 0,006 \text{ da área do hemisfério solar}$$

ou

$$6.000 \text{ MH} = 6.000 \times 0,0001\% \text{ da área do hemisfério solar} = 0,6\% \text{ da área do hemisfério solar}$$

Calcule em termos de "Hemisférios de Júpiter" (HJ) o tamanho atingido por esta mancha solar de 1947.

Dados: Raio do Sol $R_{\text{Sol}} = 6,96 \times 10^8 \text{ m}$

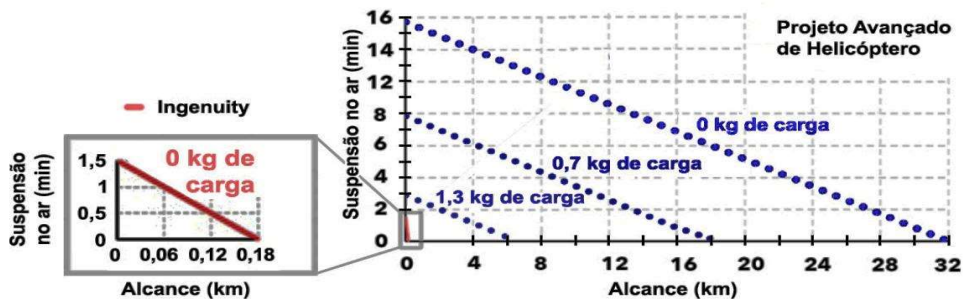
Raio de Júpiter $R_{\text{Jup}} = 7,15 \times 10^7 \text{ m}$

6. Os veículos aéreos robóticos aumentam o alcance do terreno que pode ser examinado, em comparação com os tradicionais veículos robóticos sobre rodas, e têm mais capacidade de imageamento próxima à superfície do que os orbitadores. A mobilidade aérea é uma possibilidade promissora para a exploração planetária, pois reduz os desafios que obstáculos difíceis representam para os veículos terrestres. O *Ingenuity* foi o primeiro helicóptero robótico a ser usado para testar esta tecnologia e fez seu primeiro voo em Marte em 19 de abril de 2021.



Fonte: NASA.

Os gráficos a seguir trazem a comparação teórica entre o tempo de suspensão no ar (planagem) *versus* o alcance do *Ingenuity* e de um Projeto Avançado de Helicóptero robótico planetário (PAH).



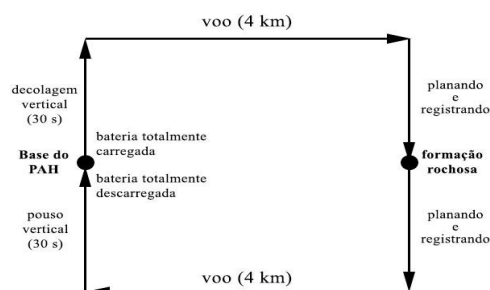
Fonte: Mars Science Helicopter Conceptual Design, NASA, 2020.

Pelo gráfico da esquerda, com dados do *Ingenuity*, vemos que ele, sem carregar nenhuma carga, tem uma autonomia de voo de **1,5 minuto**. Com isso, ele pode chegar a 0,06 km (60 m) de distância em 0,5 min e planar por mais 1 min, ou chegar a 0,12 km (120 m) de distância em 1 min e planar por mais 0,5 min ou alcançar 0,18 km (180 m) de distância e pousar.

Suponha que os cientistas querem investigar uma formação rochosa, em Marte, a **4 km** de distância da base do Projeto Avançado de Helicóptero (PAH). O veículo robótico precisa voar até lá, carregando uma câmera de **0,7 kg**, ficar o maior tempo possível planando sobre as rochas registrando, voltar para a sua base e pousar antes que sua bateria se esgote. Considere que o PAH precise de 30 s para decolar e pousar verticalmente em sua base.

O esquema do voo de pesquisa pode ser visto na imagem a seguir.

Esquema de voo de pesquisa do PAH



Fonte: Equipe ONC.

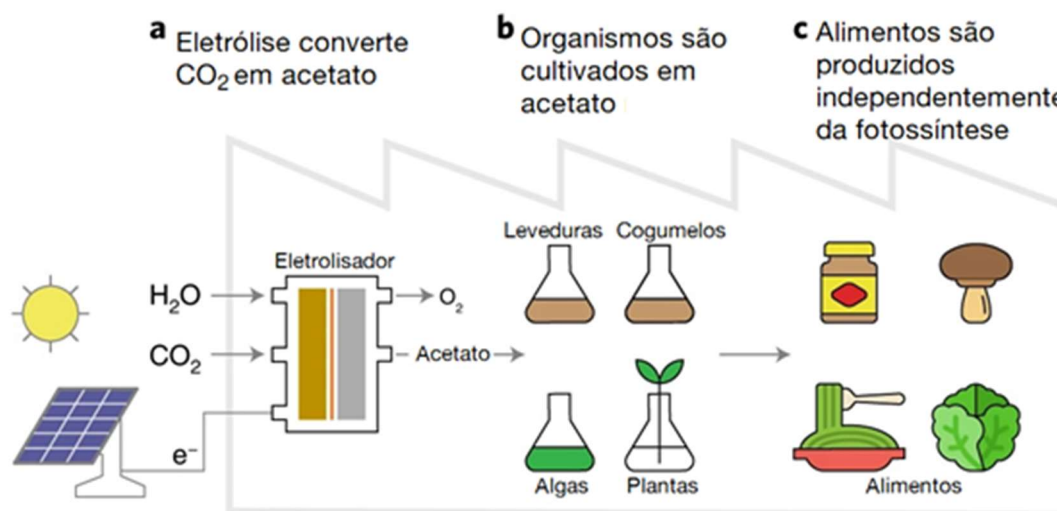
Baseado no gráfico e nas informações do texto, calcule o **tempo máximo** que o PAH pode ficar planando sobre as rochas fazendo seu registro.

7. Em junho de 2022, cientistas da Universidade da Califórnia publicaram no periódico “*Nature Food*” a construção de um sistema de produção de alimentos independente da fotossíntese, o que poderia contribuir para um aumento considerável da oferta frente à demanda crescente da população mundial.

Ele consiste na utilização de um sistema fotovoltaico acoplado a um eletrolisador capaz de gerar acetato a partir de água e gás carbônico. Então, o acetato é fornecido a uma variedade de organismos vivos que podem ser utilizados na alimentação humana: leveduras, cogumelos, algas e plantas.

Um destino desse acetato pode ser a conversão em acetil-CoA, molécula que é consumida no ciclo do citrato (ciclo de Krebs). Outro destino pode ser a geração de carboidratos.

A eficiência da conversão de energia solar em biomassa é quase 4 vezes maior do que a fotossíntese biológica em algas. Em leveduras, a eficiência é quase 18 vezes maior.



Fonte: Adaptado de <https://www.nature.com/articles/s43016-022-00530-x>

- O ciclo do citrato é parte importante de qual processo bioquímico?
- “Além da maior eficiência de conversão energética, esse sistema ainda permitiria que as plantas crescessem praticamente 24 horas por dia, ao contrário do que ocorre com a fotossíntese biológica”. Explique essa afirmação.
- Por que essa diferença é tão grande na eficiência da conversão de energia solar em alimentos produzidos por leveduras em relação aos processos convencionais?

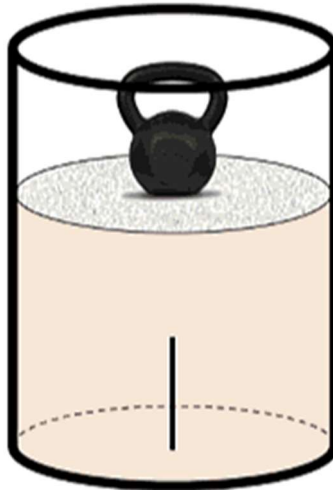
8. Depois de dois anos de duração da pandemia de Covid-19 ainda vemos um alto número de infectados por todo o mundo. O uso disseminado de vacinas está sendo indispensável para impedir que as consequências fossem piores. Máscaras de qualidade em ambientes fechados, como respiradores PFF2, e a ventilação de ambientes seguirão sendo importantes por um bom tempo. Sobre a evolução da pandemia de Covid-19, responda as questões a seguir.



Fonte: <https://www.sfhp.org/news/health-and-wellness/covid-19-vaccine/>

- Quais células imunes são importantes para a manutenção da resposta vacinal a longo prazo?
- Cite duas relevâncias populacionais das vacinas além do controle do número de infectados.
- Por que o alto número de infectados ainda é preocupante para a evolução do vírus?

9. Dentro de um recipiente existiam 10 mol de oxigênio puro a 3.000 kelvins. Esse gás estava confinado no recipiente por um êmbolo muito pesado, o que obrigou o gás a assumir 3.000 kPa para equilibrar mecanicamente o sistema. Sobre a base do recipiente, tinha um fino cilindro de grafite em pé. A extremidade do grafite recebeu uma pequena faísca, gatilho para a combustão incompleta do grafite, o que gera 111 kJ de calor por cada mol de grafite queimado. O oxigênio foi sendo substituído lentamente por monóxido de carbono, enquanto o êmbolo se elevava, conforme animação abaixo. No final, todo o oxigênio foi consumido.



Fonte: Equipe ONC.

Considerando que a constante dos gases ideais mediu 8 J/mol.K e que o processo foi isobárico e isotérmico, responda as perguntas a seguir.

- Qual o aumento do volume gasoso dentro do recipiente?
- Desprezando o volume do grafite consumido pela reação, qual a quantidade de calor que o sistema perdeu por condução térmica para o ambiente externo?

10. Um golfinho estava querendo comer um peixe próximo a um submarino. O golfinho desistiu de comer aquele peixe e atacou a cúpula de vidro do submarino. Os tripulantes do submarino ficaram sem entender o que aconteceu, pois eles nunca viram golfinhos fazerem isso. O biofísico marinho a bordo apresentou sua hipótese.

Apesar de possuir visão, os golfinhos utilizam a ecolocalização para identificar e localizar com mais detalhes objetos dentro da água. Eles emitem pulsos ultrassônicos (altíssima frequência) cujos raios obedecem ao princípio de propagação retilínea, assim como os raios de luz. O vidro possui um excelente poder refletor para pulsos ultrassônicos. Como essa cúpula de vidro é esférica e perfeitamente lisa, ela se comporta como um espelho esférico para os pulsos ultrassônicos produzidos pelo golfinho e refletidos de forma irregular no peixe. Após sofrerem reflexão regular na cúpula, tais pulsos chegaram no golfinho como se fossem emitidos por uma imagem sonora que foi identificada pela ultra-audição do golfinho. Como o cérebro dele não diferenciou a imagem do peixe e o peixe real, ele atacou o que estava mais próximo: a imagem.

Esquema da situação



Fonte: Equipe ONC.

Considerando que a hipótese do biofísico marinho é correta, aplique os seus conhecimentos de óptica geométrica para a situação e obtenha o que é pedido nos itens abaixo, apresentando todos os cálculos.

a) Monte um esboço que mostra como os raios ultrassônicos que vieram do peixe e refletiram na cúpula formam a imagem. Use esse esboço para classificar a imagem como direita ou invertida, real ou virtual e ampliada ou reduzida.

b) Se a situação obedecer às condições de Gauss, o peixe estiver a 60 cm do vértice e o raio de curvatura da cúpula for 30 cm, qual o valor da ampliação linear transversal da imagem?

a) A ultra-audição do golfinho interpretou que o tamanho aparente da imagem do peixe tinha um terço do tamanho aparente do peixe real, obedecendo à mesma proporção entre os correspondentes “ângulos de visão”, adaptados para os raios ultrassônicos. Considerando que os ângulos entre os raios ultrassônicos que chegam no golfinho são muito pequenos, o golfinho estava a que distância da cúpula quando a ultra-audição do golfinho fez essa interpretação?

Dica: como os “ângulos de visão” são muito pequenos, considere que a razão entre os tamanhos reais dos objetos e a distância deles até o observador são aproximadamente iguais aos ângulos em radianos.