



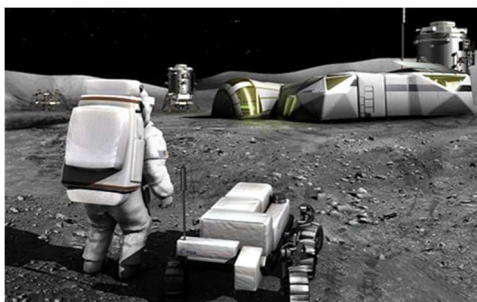
**ONC**  
OLIMPÍADA NACIONAL DE CIÊNCIAS

**NÍVEL D: 3ª ANO**  
**ENSINO MÉDIO**

**Fase 1 - 2019**

**D1.** Faz muito tempo desde a última vez que o ser humano esteve na Lua presencialmente. A missão Apollo 17 foi a sexta e última missão tripulada do Projeto Apollo à Lua, em dezembro de 1972. Depois deste feito, o interesse em explorar nosso satélite natural foi perdendo a força e as missões tripuladas se limitaram à Estação Espacial Internacional (ISS, em inglês) e a exploração espacial mudou seu foco para a utilização de sondas automáticas, que permitiram missões muito longas sem a preocupação de manter astronautas vivos e trazê-los ilesos de volta à Terra.

Nestes últimos anos, a ideia de missões tripuladas à Lua parece estar voltando a ser interessante e já existem alguns projetos pensando em usar a Lua como base para a exploração de Marte.

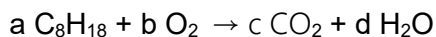


Concepção artística de uma base lunar. Fonte:ESA

Num futuro não muito distante, teremos pessoas trabalhando na Lua por longos períodos, ou até morando lá permanentemente. Para estes trabalhadores e colonos será possível a observação de um eclipse total do Sol?

- Sim, todos os meses.
- Não, nunca.
- Sim, mas só no momento em que da Terra nós estivermos presenciando um eclipse lunar.
- Sim, mas só no momento em que da Terra nós estivermos presenciando, também, um eclipse solar.

**D2.** A gasolina é uma mistura de vários hidrocarbonetos, que, na média típica, pode ser representada por  $C_8H_{18}$ . A forma simplificada da combustão completa da gasolina é:



onde a, b, c e d são coeficientes estequiométricos.

O calor de combustão da gasolina é aproximadamente 9600 cal/g e os motores que usam sua combustão para realizar trabalho possui um desperdício mínimo de 60%. Sendo assim, determine a proposição CORRETA:

- A substância que representa a gasolina é o octeno.
- Um grama de gasolina permite que um automóvel realize, aproximadamente, até 5.760 cal de trabalho.

- Para a equação química apresentada, quando  $a = 2$ , o coeficiente d assume o valor 18.
- A gasolina é uma fonte de energia limpa.

**D3.** Em 2010 foi iniciada a instalação do Laboratório de Astrobiologia, ou simplesmente AstroLab, na Universidade de São Paulo, em um esforço conjunto de pesquisadores de vários institutos e universidades para estudar a biodiversidade de nosso planeta, compreender suas conexões com os sistemas planetários e avançar no entendimento do fenômeno da vida no Universo. Um dos principais equipamentos desenvolvidos pelos pesquisadores brasileiros é uma câmara capaz de simular ambientes espaciais e planetários, com gravidade aparentemente nula, permitindo diversos estudos dentro da área de astrobiologia e ciências planetárias.

Fonte: <http://www.iag.usp.br/astrobiologia/grupo/laboratório-de-astrobiologia>

Um experimento que pode ser realizado em botânica para simular o crescimento de plantas em um ambiente de gravidade aparente nula é:

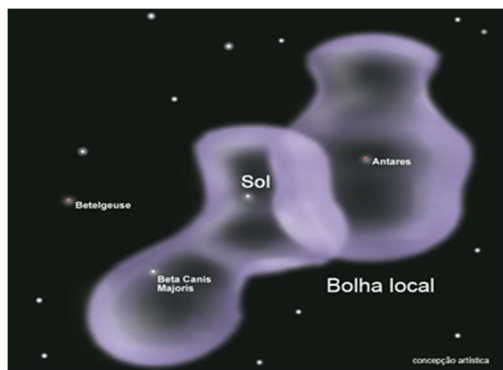
- colocar o vaso da planta na vertical em um ambiente fechado com pressão atmosférica reduzida.
- colocar o vaso da planta na horizontal e deixá-lo parado.
- colocar o vaso da planta na vertical e acoplá-lo a um clinostato girando em movimento rotacional com velocidade não constante.
- colocar o vaso de uma planta na horizontal e acoplá-lo a um clinostato girando em movimento rotacional com velocidade constante.

**D4.** Aldeídos correspondem a uma classe de compostos orgânicos de grande interesse no campo da síntese orgânica. Um tipo de reação destes compostos muito utilizada é a conhecida condensação aldólica que ocorre quando no aldeído há pelo menos um hidrogênio alfa ( $\alpha$ -H), ou seja, um hidrogênio ligado a um carbono vizinho à carbonila. O hidrogênio citado possui certa acidez devido à retirada de elétrons por parte da carbonila e por este motivo ele pode ser removido por uma base forte, o que resulta num enolato que atuando sobre outra molécula de aldeído, gera um composto  $\beta$ -hidróxi-aldeído (aldol). Por outro lado, se a molécula do aldeído não possuir hidrogênio alfa, a ação de uma base forte leva ao seu desproporcionamento (o composto sofre ao mesmo tempo oxidação e redução) num processo conhecido como reação de Cannizzaro. Assinale a opção que mostra o composto que NÃO reage segundo a reação de Cannizzaro:

- acetaldeído.
- benzaldeído.
- formaldeído.
- trimetilacetaldeído.

**D5.** A Bolha Local é uma região do Universo, situada no Braço de Órion da Via Láctea que contém a Nuvem Interestelar Local onde Sistema Solar está contido. A Bolha

Local tem, pelo menos, 300 anos-luz de diâmetro e estima-se que a densidade média do gás interestelar em seu interior seja da ordem de  $10^3$  átomos/m<sup>3</sup>.



Concepção artística da Bolha Local (imagem NASA). Fonte: <https://www.skyandtelescope.com/astronomy-news/local-hot-bubble-07282014/>

Se considerarmos, em primeira aproximação, que este gás interestelar é composto apenas de hidrogênio, então a massa total de gás contida dentro de um volume igual ao da Terra, nesta Bolha, será de aproximadamente:

- 5,4 g
- 1,8 g
- 5,4 kg
- 1,8 kg

Dados: raio da Terra:  $6,37 \times 10^6$  m, massa do átomo de H:  $1,66 \times 10^{-27}$  kg

**D6.** Sabemos que a Terra dá um giro completo de 360° em torno do seu eixo a cada 24 horas. Suponha que um homem está numa localidade cujo meio-dia solar ocorreu 5 horas e 40 minutos depois do meio-dia solar em Greenwich. Podemos afirmar que este homem está:

- 92° a oeste de Greenwich.
- 92° a leste de Greenwich.
- 85° a oeste de Greenwich.
- 85° a leste de Greenwich.

**D7.** No contexto da teoria metalúrgica é bastante comum o uso do chamado diagrama de Ellingham que fornece informações sobre a espontaneidade dos processos, ilustrando a dependência da energia livre de Gibbs padrão da formação de óxidos metálicos com a temperatura. Em geral, o diagrama é utilizado para identificar a temperatura na qual a redução dos óxidos, formando os respectivos metais, ocorre favoravelmente pela ação do carbono ou do monóxido de carbono. Os gráficos do diagrama são retas que representam a equação:

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$$

sendo que para a faixa de temperatura estudada, os valores de variação de entalpia e entropia são tomados como constantes, ou seja, independentes da temperatura. Assim diversas reações são representadas no diagrama de  $\Delta G^0$  versus T, cada uma com sua inclinação e intercepto. Assinale a opção que mostra a reação que possui inclinação negativa na sua reta no diagrama de Ellingham:

- $\text{Mg(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{MgO(s)}$
- $2 \text{Ag(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{O(s)}$
- $\text{C(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO(g)}$
- $\text{CO(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$

**D8.** No dia 10 de abril de 2019, foi apresentada a primeira imagem de um buraco negro. Essa descoberta foi feita pelo telescópio Event Horizon, com o apoio de diversas agências espaciais europeias e a dos Estados Unidos da América.

A presença de um buraco negro, por sua grande massa, pode distorcer as posições de objetos astronômicos que estão mais distantes do que ele devido ao desvio produzido na luz, conforme ilustra a figura abaixo.

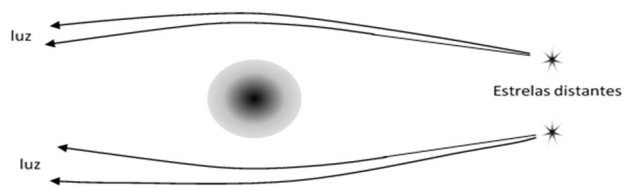


Imagem: Equipe ONC.

A ação do buraco negro nos feixes luminosos retratados parece a produzida na luz por um dos sistemas ópticos abaixo. Identifique-o:

- Espelho plano.
- Espelho esférico.
- Lentes de bordas delgadas.
- Lentes de bordas espessas.
- Dioptra plano.

**D9.** Acredita-se que muitas das moléculas precursoras das macromoléculas biológicas estavam presentes nos ambientes quando os planetas foram formados. Abaixo temos um exemplo de composto orgânico (A) que apresenta alta semelhança estrutural com uma pirimidina (B), composto que foi fundamental para o estabelecimento da vida.

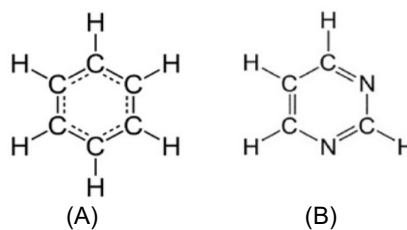


Imagem: Equipe ONC.

De acordo com a figura, o composto orgânico A e um exemplo de derivado pirimidico seriam, respectivamente:

- benzeno e uracila
- naftaleno e timina
- tolueno e adenina
- benzeno e guanina.

**D10.** O esquema abaixo mostra a representação 2D do enovelamento de uma proteína hipotética, com o direcionamento dos círculos pretos para o interior da proteína e dos círculos brancos para sua superfície.

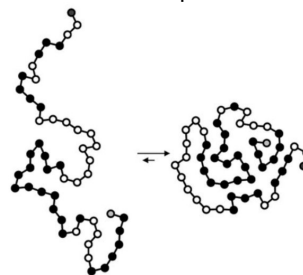


Imagem: <https://www.ufrgs.br/bioinfo/download/e-book-bioinformatica/?wpdmdl=2740>

Os círculos pretos e brancos desta proteína representam, respectivamente:

- resíduos hidrofóbicos e resíduos hidrofílicos.
- aminoácidos que interagem entre si principalmente por ligações de hidrogênio, e aminoácidos que interagem entre si por Forças de London.

- c) aminoácidos que interagem por pontes dissulfeto, e aminoácidos apolares.
- d) aminoácidos polares com carga positiva, e aminoácidos polares com carga negativa.

**D11.** A engenharia genética usa enzimas de restrição para cortar o DNA em fragmentos menores. A enzima de restrição EcoRI corta os fragmentos de DNA entre as bases nitrogenadas G e A, no sentido 5' a 3'.



Imagem: Equipe ONC.

Adicionando EcoRI a uma solução contendo uma cópia deste DNA haverá a produção de:

- a) dois fragmentos de DNA de fita dupla, cada um com extremidades cegas.
- b) quatro fragmentos de DNA de fita simples, cada um com extremidades cegas.
- c) dois fragmentos de DNA de fita dupla, cada um com extremidades coesivas.
- d) quatro fragmentos de DNA de fita simples, cada um com extremidades coesivas.

**D12.** Em 1911, Rutherford descobriu o núcleo atômico e, com ele, elaborou um modelo para o átomo de hidrogênio semelhante ao sistema solar. Para explicar a radiação emitida e a absorvida pelo átomo de hidrogênio, Bohr insere uma condição ao modelo de Rutherford: o elétron só poderia movimentar-se na eletrosfera por órbitas circulares cuja produto da quantidade de movimento pelo o raio fosse  $n.Q_0.R_0$ , sendo  $n$  um número inteiro de 1 a 7;  $Q_0$  a maior quantidade de movimento do elétron e  $R_0$  o menor raio de órbita.

Sobre o modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio, identifique a proposição INCORRETA.

Considere que  $e$  representa a carga elementar e  $m$  representa a massa do elétron.

- a) Na eletrosfera, o elétron não possui aceleração, pois desenvolve um movimento uniforme.
- b) A menor velocidade do elétron na eletrosfera é  $\sqrt{\frac{k.e^2}{m.R_0}}$
- c) Esse modelo não obedecia às leis clássicas do eletromagnetismo, pois o elétron não emitia onda eletromagnética mesmo sofrendo aceleração.
- d) Apesar de obedecer às leis newtonianas, esse modelo guarda características quânticas na medida em que assume quantidades discretas para grandezas físicas.

**D13.** O método de desinfecção caseira mais conhecido é a fervura. Não é um método de esterilização, mas mata a grande maioria de microrganismos devido à desnaturação de proteínas após 15 min de fervura. Digamos que uma pessoa deseje aplicar esse método em 0,9 litro de água que inicie à 20 °C de temperatura. Ela usa um fogão elétrico que funciona sob tensão de 120 V e possui uma resistência de 40 Ω. Nessa situação, podemos desprezar a evaporação e considerar que todo calor produzido foi absorvido pela água. Determine a proposição CORRETA.

- Dados: calor específico da água = 1 cal/g°C
- calor latente de ebulição da água = 540 cal/g
- densidade da água = 1 kg/L
- 1 cal = 4 J

- a) A desnaturação da proteína é o processo no qual todas as proteínas se fragmentam totalmente em aminoácidos.

b) O fogão elétrico gera energia térmica a partir da energia elétrica, um processo que não obedece à segunda lei da termodinâmica.

c) Essa amostra de água começa a ferver 10 min após ligar o fogão elétrico.

d) Até finalizar o período aconselhável para o método de desinfecção por fervura, 150 g de água se transformam em vapor.

**D14.** O estrôncio é encontrado em todas as rochas ígneas (aquelas que correspondem ao resultado do resfriamento do magma derretido ou parcialmente derretido) em uma pequena porcentagem na forma de sulfatos (celestita) e carbonatos (estroncianita), além de traços de brometo de estrôncio, que se formam na estrutura ortorrômbica quando desidratado (anidro) e na estrutura trigonal quando hexahidratado. O isótopo  $^{88}\text{Sr}$  do estrôncio tem abundância relativa de 1% e sofre um decaimento radioativo emitindo uma partícula beta ( $-\beta^0$ ) e formando o elemento ítrio ( $^{88}\text{Y}$ ). A reação nuclear, cuja meia vida é de 30 anos, pode ser representada por:  $^{88}\text{Sr} \rightarrow ^{88}\text{Y} + -\beta^0$ .

Assinale a opção que mostra a idade de uma amostra de SrBr<sub>2</sub> (brometo de estrôncio) isolada de uma rocha ígnea que possui 0,75% de  $^{88}\text{Y}$ .

- a) 60 anos.
- b) 30 anos.
- c) 90 anos.
- d) 75 anos.

**D15.** A análise das crateras de impacto na Terra revela que, felizmente, o número atual de fragmentos cósmicos (meteoritos) decresce conforme o tamanho deles aumenta. Por isso a probabilidade de colisão da Terra com um objeto grande (e perigosa para nós) é pequena, todavia não é nula. Em 1990 um grupo de cientistas encontrou, no México, uma cratera de impacto com aproximadamente 180 km de diâmetro, causado por um asteroide com aproximadamente 10 km de diâmetro. Estudos geológicos realizados no local sugerem que essa colisão teria ocorrido há 65 milhões de anos, coincidindo com a época da extinção dos dinossauros.

O gráfico a seguir traz a probabilidade teórica de impacto cósmico em função do tamanho do objeto. Nele podemos ver que o intervalo de tempo entre impactos de objetos com diâmetro de 10 km é da ordem de 10<sup>8</sup> anos (100 milhões de anos), o que concorda com os estudos geológicos citados anteriormente.

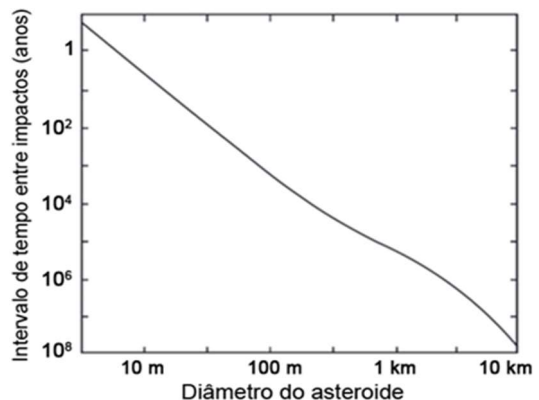


Imagem: Jakosky, B.: The Search for Life on Other Planets, Cambridge University Press, 25, 1998.

Analisando o gráfico, podemos afirmar que, em teoria, o intervalo médio de queda de um objeto cósmico de 1 km de diâmetro é da ordem de:

- a) 1 a cada mil anos.
- b) 1 a cada 10 mil anos.
- c) 1 a cada 100 mil anos.
- d) 1 a cada 1 milhão de anos.