



EUROPEAN UNION SCIENCE OLYMPIAD

TESTE 2

Tema: Investigação criminal

Gothenburg, Sweden

Quinta-feira 15 de Abril de 2010

Instruções gerais

Use um avental de laboratório e óculos de segurança em todos os momentos dentro do laboratório.

Comer e beber é proibido no laboratório.

Luvas descartáveis são fornecidas e devem ser usadas quando manusear produtos químicos.

Todo o papel utilizado, incluindo o papel de rascunho, deverá ser entregue no final da experiência.

Todos os resultados devem ser inseridos no livro de respostas.

Os gráficos feitos devem ser entregues junto com o livro de respostas.

Apenas podem utilizar as calculadoras fornecidas.

Apenas serão corrigidos o livro respostas final e os gráficos anexados.

As tarefas podem ser realizadas pela ordem que desejarem.

História principal - Quem matou Erik Lundberg?

Era uma manhã sombria de domingo, no início de Outubro. O vento forte fazia as gotas de chuva bater nas janelas, criando um som intenso.

Dentro da delegacia, por outro lado, um forte cheiro de café tornava o ambiente muito convidativo. Embora fosse um domingo, estavam bastantes oficiais. A razão disto era o assassinato muito recente de Erik Lundberg. Os dois locais suspeitos de serem a cena do crime foram a casa da vítima e um pub local, "A Coroa".

A Inspectora Carin Larsson entrou no laboratório forense e aproximou-se da Dr. Mary Blade, chefe dos Investigadores da Cena do Crime (CSI). Antes da inspetora Larsson ter sequer tempo para perguntar sobre a causa da morte, a Dr. Blade, espontaneamente, declarou: "Um caso típico de envenenamento com sulfato de cobre penta-hidratado".

Inspector Larsson recolheu todas as informações da Dr. Blade antes de retornar ao seu escritório, onde começou a resumir o que se sabia.

Erik Lundberg tinha sido encontrado na sua casa naquela mesma manhã. A empregada encontrou-o deitado em sua cama, aparentemente morto. Os policias que chegaram primeiro à cena do crime garantiram a segurança do local e esperaram a chegada dos investigadores e da equipe forense.

A equipa forense chegou ao meio-dia e imediatamente começaram a documentar a cena do crime. Mediram directamente a temperatura do corpo do cadáver, para ser capaz de estimar a hora da morte. Eles observaram que a janela do quarto estava aberta e que a temperatura da sala era 10,0 ° C (assuma que a temperatura do quarto foi constante durante a noite e continua constante). A equipa forense levou mais 9 horas para concluir a investigação da cena do crime (fotografando e garantir a evidência, procurando todos os vestígios possíveis do assassino, etc) e, antes do o corpo ser removido, a equipa mediu novamente a temperatura do corpo.

A Inspectora Larsson também havia sido informada de que Erik Lundberg tinha recebido uma ameaça de morte anónima, três dias antes. O autor tinha cortado letras de diversas revistas e jornais para formar a seguinte mensagem:

On FRiDay yOU sh**a**LlDiE !!!

(na sexta morrerás!!!)

Esta carta foi analisada em detalhe pelos investigadores forenses, que encontraram um grande número de partículas desconhecidas, provavelmente de origem biológica. Não havia impressões digitais. Amostras das partículas foram recolhidas para análise microscópica.

Não demorou muito para os investigadores perceberem que havia quatro principais suspeitos de estarem envolvidos no assassinato de Erik Lundberg.

Os suspeitos eram:

- A) Nils, 52, colega de Erik Lundberg.
- B) Anders, 45, primo
- C) Malin, 37, ex-mulher
- D) Linda, 43, ex-sóci

Quem matou Erik Lundberg? A história continua

A polícia interrogou os suspeitos e cerca de quarenta testemunhas. Também investigaram recibos, o uso de cartões de crédito e câmaras de vigilância. Como resultado destas investigações, a polícia foi capaz de estabelecer os seguintes factos ...

Erik Lundberg encontrou-se com Linda para almoço às 12.00 horas. Erik bebeu dois copos de cerveja.

Depois do almoço, aproximadamente à 13.00 horas, encontrou-se com Anders. Nesse encontro bebeu uma chávena de café.

À tarde encontrou-se com Malin para jantar às 18.00 horas para jantar. Erik bebeu três copos de vinho.

Cerca das 19.00 horas Erik encontrou-se com Nils num bar. Ambos beberam um copo de whiskey.

Resumo da análise da temperatura corporal

- Temperatura do quarto: 10,0 °C
- Temperatura do corpo às 12 horas de Sábado: 28,0 °C
- Temperatura às 21 horas de Sábado 22,0 °C

Acerca de Erik Lundberg

- Idade: 46 anos
- Peso: 70,0 kg
- Volume total de sangue: 5,00 L
- Envenenado com Sulfato de Cobre penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
- Outros sinais no corpo: nenhum

Informação química de referência

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- Densidade $\rho=3,7$ g/mL

Volume das bebidas (por dose)

- Cerveja: 0,40 L
- Café 0,15 L
- Vinho 0,15 L
- Whiskey 0,06 L

A equipa forense investigou a flora dentro das casa dos suspeitos e também nas áreas em redor. Os resultados estão resumidos no “**Relatório da Equipa Botânica Forense**” Os dados de referência para a identificação das partículas descobertas na carta anónima pode ser encontrado no “**Manual for Forensic Palynologists**”.

Factos fictícios

Nesta história fictícia usamos uma substância que na vida real tem propriedades diferentes das que lhe vamos dar aqui. A razão é porque precisamos de uma substância que VOCÊS possam trabalhar, sem perigo. As afirmações seguintes são falsas, mas vão ser consideradas factos verdadeiros nesta história.

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ é um veneno letal. A ingestão de qualquer quantidade acima de 20mg/kg vai levar inevitavelmente à morte.

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ é facilmente dissolvido em qualquer dos líquidos bebidos pelos sujeitos nesta histórias e também fica invisível nestas bebidas.

Todos os líquidos podem conter um máximo de 25 mg/mL do veneno. Se for misturado mais numa bebida ninguém a vai beber pois terá um sabor horrível que só é sentido acima desta quantidade.

Este veneno tem umas propriedades estranhas que vão atrasar todos os sintomas por 7-8 horas após a ingestão. Quando os sintomas finalmente ocorrem, a morte é praticamente instantânea.

A Inspectora Larsson sabia que a curva de arrefecimento por tempo construída pelos analistas físicos forenses iriam dar-lhe, provavelmente, uma hora relativamente precisa da morte, o que era uma outra peça de prova circunstancial que podia ser usada, possivelmente, para excluir alguns dos suspeitos.

Quando a vítima foi encontrada a equipa forense retirou todo sangue, porque a Inspectora Larsson constactou que se alguém pudesse determinar a concentração do veneno na amostra de sangue, com base nos resultados do laboratório forense e análises complementares feitas por vocês, ela poderia provavelmente excluir um ou dois dos quatro suspeitos, com base no que Erik Lundberg bebeu durante seu último dia na vida.

É hora de vocês resolverem este caso de homicídio. Por favor, observem que é necessário utilizar as informações baseadas nas análises químicas, biológicas e físicas feitas pela equipa forense ou por vocês, para terem definitivamente a certeza de quem envenenou Erik Lundberg esta sexta-feira à tarde ou à noite.

BOM TRABALHO!

Tarefa 1. Determinação da curva de arrefecimento de um cadáver.

Há muito tempo, antes das batatas serem importadas para a Suécia, o nabo (conhecido por "rutabaga" nos USA), era um ingrediente base da alimentação sueca. e uma fonte importante de vitamina C. Nesta experiência, vais concentrar-te no arrefecimento de um nabo como meio de aprofundamento dos teus conhecimentos sobre como os corpos arrefecem, e também para encontrar a hora a que Erik morreu começando o seu corpo a arrefecer. Como constatarás, o arrefecimento é razoavelmente lento e portanto necessitas segui-lo durante um intervalo de tempo considerável. A temperatura inicial do nabo, directamente retirado do banho de aquecimento, é cerca de 50-60°C. Devem ser tomados em consideração os seguintes detalhes experimentais:

- Toma cuidado para não queimares as mãos. Usa óculos de protecção e luvas quando retirares o nabo do banho de aquecimento.
- Põe o nabo sobre a bancada e mantém-no afastado de outros objectos que possam influenciar o processo de arrefecimento.
- Mede a temperatura no centro do nabo à medida que ela varia com o tempo. O sensor do termómetro está localizado na ponta da aste metálica.

Preenche o teu livro de respostas à medida que fores efectuando a tua investigação

- 1.1. Regista os teus dados numa Tabela à medida que fores efectuando as medições. Não te esqueças de incluir a Tabela no teu livro de respostas.
- 1.2. Traça o gráfico mostrando como varia a temperatura do nabo com o tempo!
Adicionalmente, desenha no gráfico uma linha horizontal nIn addition correspondente à temperatura ambiente.

1.3 Assume que o arrefecimento de um cadáver segue o mesmo tipo de relação entre a temperatura e o tempo da de um nabo. Podes então usar o teu gráfico experimental para estimar a hora da morte de Erik Lundberg. Já que um nabo arrefece mais rapidamente do que um corpo humano, e as temperaturas envolvidas são diferentes, terás que estabelecer novas escalas para os eixos, e assim mudar as escalas de tempo e temperatura para que se ajustem à informação relevante dada no “texto da história principal” no que diz respeito à morte.

A figura à direita mostra um exemplo de como incluir eixos coordenados alternativos, correspondentes ao arrefecimento do cadáver. No teu diagrama, acrescenta eixos (incluindo as escalas) correspondentes ao tempo medido após a morte e para a temperatura do corpo de Erik Lundberg's. Assume que a temperatura do seu corpo na altura da morte era 37°C.



1.4 Agora podes determinar a que horas morreu Erik Lundberg. Escreve a tua resposta na caixa 1.4.

1.5 A partir da hora da morte obtida acima podes concluir que alguns suspeitos não podem ter assassinado Erik Lundberg. Quem permanece suspeito? Assinala a tua conclusão no caderno de respostas.

Questões Suplementares

1.6 O arrefecimento do nabo segue uma curva que pode ser descrita por uma das seguintes alternativas:

- A) $T = (T_{inicial} - T_{ambiente}) \cdot a^t$
- B) $T = T_{inicial} - a \cdot t$
- C) $T = T_{inicial} - a \cdot t^2$
- D) $T = T_{inicial} - a \cdot \sqrt{t}$
- E) $T = (T_{inicial} - T_{ambiente}) \cdot a^t + T_{ambiente}$
- F) $T = T_{inicial} - a \cdot t - T_{ambiente}$
- G) $T = T_{inicial} - a \cdot t^2 - T_{ambiente}$
- H) $T = T_{inicial} - a \cdot \sqrt{t} - T_{ambiente}$

onde T representa a temperatura medida em °C e t o tempo medido em unidades convenientes, por exemplo, minutos ou horas ou qualquer outra unidade de tempo à tua escolha. O valor do parâmetro a obviamente depende da tua escolha para a unidade de tempo. Escolhe a expressão correcta e escreve a tua resposta na caixa 1.6.

1.7 Determina o parâmetro a para o nabo de acordo com a escolha que efectuaste para a unidade de tempo. Escreve o teu valor para a e a unidade de tempo que escolheste na caixa 1.7.

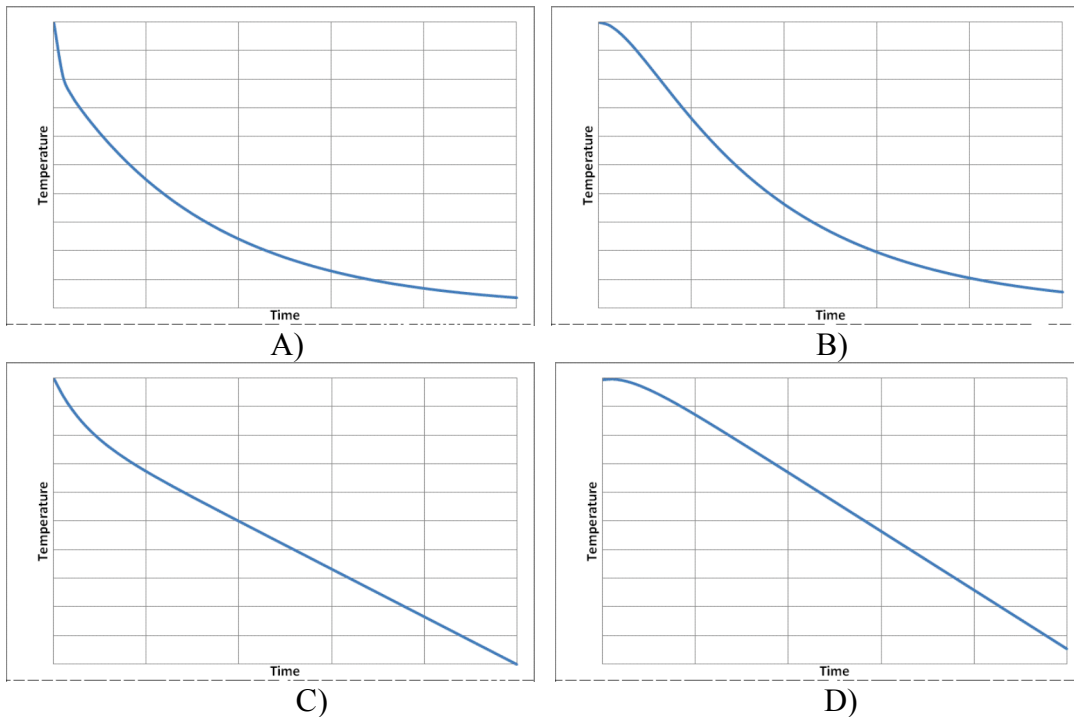
1.8 De acordo com a escolha que efectuaste em 1.6 para a expressão do arrefecimento determina o valor do parâmetro a para o cadáver de Erik Lundberg, usando os dados fornecidos na história principal. Usa uma unidade de tempo adequada e indica o valor de a para essa escolha. Escreve o teu valor para a e para a unidade de tempo escolhida na caixa 1.8.

1.9 A que hora deverá o cadáver de Erik Lundberg ter arrefecido até aos 11 °C (assumindo que a temperatura ambiente se manteve constante)? Escreve a tua resposta na caixa 1.9.

1.10 Se o teu gráfico para o arrefecimento do nabo pode ser usado como um modelo do que sucede a um cadáver, também pode ser usado para outros objectos. As escalas de tempo e os valores de a determinados anteriormente em 1.7 e 1.8 dependem da escolha da unidade de tempo. Contudo, em ambos os casos, podemos identificar um tempo, t_{50} , para o qual a diferença entre a temperatura do cadáver e a temperatura ambiente baixou para 50% do seu valor inicial. Podes então introduzir uma variável adimensional, $x = t/t_{50}$, independente da unidade de tempo usada, e reescrever agora a expressão que escolheste em 1.6 sob a forma $y=f(x)$. A variável y deve ser adimensional e indicar qual o valor, em cada instante, da fracção da diferença original entre a temperatura do corpo e a temperatura ambiente, que permanece.

Esta variável é também independente da escala de temperatura usada. Escreve uma expressão para y em função das temperaturas envolvidas, isto é, T , $T_{inicial}$ e $T_{ambiente}$. Escreve também a função $y=f(x)$ na caixa 1.10.

1.11 A curva experimental que usaste para simular o processo de arrefecimento de um cadáver humano não é no entanto perfeitamente realista. O arrefecimento de um cadáver começa pelo exterior já que o calor é transferido através da superfície do corpo. Num humano vivo a parte central do corpo é mantida à temperatura constante de 37°C . Esta temperatura é mantida pelo metabolismo celular e a distribuição de energia (calor) pela circulação do sangue. Assim que a morte ocorre, a produção de energia resultante do metabolismo celular e a circulação param. Numa análise forense a temperatura do cadáver é então medida bem no interior do corpo. Qual dos gráficos seguintes será o mais realista?



BOM TRABALHO!

Tarefa 2. Química forense

Nota! Atenção por favor! Nesta página tens informações importantes sobre experiências que não tens que realizar mas cujos resultados necessitas conhecer!

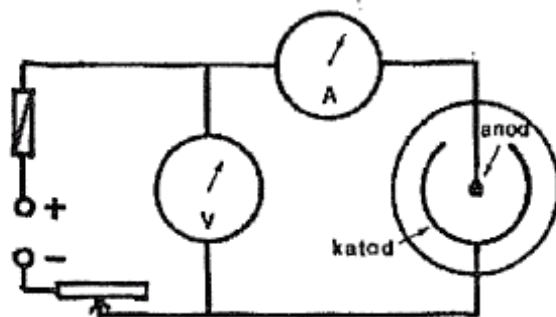
Este esquema experimental foi seguido pelo laboratório forense (Dr Blake) para determinar por electrólise a massa de cobre depositada no cátodo. Esta massa é uma medida da quantidade de cobre existente numa amostra de sangue da vítima.

O método do Dr Blake (não é para ser feito mas para ser lido) !! Este método descreve o manuseamento da célula electrolítica e a preparação da amostra incluindo os passos de filtração e concentração da amostra, que tens que ter em consideração para poderes calcular um valor correcto no final desta análise.

Antes do início da análise retiraram-se os glóbulos vermelhos a uma amostra de sangue, contendo a maior parte do sangue da vítima, que foi concentrada 5 vezes até um volume de 1,00 L. Marcou-se esta amostra concentrada com o nome "serum do sangue". No início da análise mediram-se, com uma pipeta, 10,0 mL da amostra "serum do sangue" para um copo de 250 mL e diluiu-se com água destilada, de modo a que cerca de 90% do cátodo ficou imerso na solução. À solução contida no copo adicionou-se 1 mL de H_2SO_4 concentrado.

Antes de ser colocado na solução electrolítica, o cátodo (uma lâmina de cobre) foi limpo por imersão rápida numa solução de limpeza de H_2SO_4 diluído. A seguir, a lâmina de cobre foi lavada várias vezes com água destilada, seca e a sua massa foi determinada numa balança de precisão. O valor da massa da lâmina de cobre está escrito no saco de plástico, que contém o cátodo de cobre.

Para fazer a electrólise foi feita uma montagem de acordo com o esquema da figura. Uma fonte de tensão forneceu a corrente eléctrica necessária para a electrólise. Esta decorreu durante cerca de 1,5 horas – o tempo necessário para todo o cobre ser depositado. Nesta reacção várias camadas de cobre sólido foram depositadas sobre a lâmina de cobre.



Quando o processo terminou retiraram-se os eléctrodos da solução que continuaram ligados à fonte de tensão. O cátodo foi borrifado com água destilada, constantemente, durante cerca de 30 segundos. Só então os eléctrodos foram desligados da fonte de tensão. O cátodo foi seco e colocado num saco de plástico.

2.1 CONTINUA A PROVA E RESPONDE ÀS QUESTÕES NO CADERNO DE RESPOSTAS, COM BASE NESTA DESCRIÇÃO, ENQUANTO FAZES A EXPERIÊNCIA!

Realiza agora a tua tarefa!!

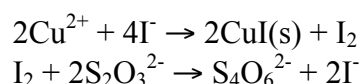
Informações fornecidas pela electrólise

Agora tens o eléctrodo de cobre disponível. Ele foi seco no laboratório forense e a sua massa original, antes da experiência de electrólise, está escrita no saco de plástico que o contém. Mede a massa que o eléctrodo tem agora usando a balança de precisão. Regista os valores no sítio apropriado no caderno de respostas e responde a todas as questões relacionadas com a electrólise.

Não te esqueças do factor de concentração da solução usado pelo laboratório forense!

2.2 Titulação

A concentração desconhecida de Cu^{2+} na solução pode ser determinada por um método padrão – titulação usando o KI(s) como agente redutor para o Cu^{2+} e solução de $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ como titulante numa experiência com reacções sucessivas traduzidas pelas equações seguintes:



Parte experimental

- Para cada um de três Erlenmeyers limpos, mas não necessariamente secos, pipeta 10,00 mL da solução de cobre fornecida (o serum de sangue).
- Enche a bureta até ao zero (a bureta tem ajuste de zero automático), da maneira que for demonstrada, Se o menisco não coincidir com o zero anota esse valor.
- Adiciona a cada um dos três Erlenmeyers 2,0 g de KI sólido e 1,0 mL de ácido acético. Faz a titulação com a solução de $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ até que a solução fique amarelo pálido. Neste momento adiciona à solução do Erlenmeyer cerca de 0,5 mL do indicador de amido, usando uma pipeta pequena. Continua a titulação até ao desaparecimento da cor azul.
- Titula as soluções dos três Erlenmeyers até atingires o ponto final e anota os valores dos volumes lidos na bureta para cada titulação.
- Na bureta a concentração da solução de $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ é 0,100 mol/L.
- Se precisares de mais solução por favor pede-a!

Responde no caderno de respostas! Resolve este assassínio usando para isso a informação apresentada na história principal. Se os resultados da análise química não conduzem a uma conclusão, compara-os com os obtidos a partir das outras duas tarefas relacionadas com a física e a biologia.

BOM TRABALHO!

Tarefa 3. Biologia forense

Determina a origem e natureza das partículas na carta anónima. Estas podem ser estudadas na lâmina para microscópio que recebeste. Examina os relatórios dos biólogos forenses e usa a informação disponível para responderes às duas primeiras questões, e depois responde às questões seguintes.

3.1 Que espécie de planta deu origem às partículas? Escreve o resultado na tua folha de respostas.

3.2. Qual ou quais dos suspeitos parecem ser os mais prováveis de terem escrito a carta? Escreve a tua resposta na folha de respostas (1 ponto cada NB! 1 ponto será retirado a cada resposta que não é suportada com as provas botânicas)

3.3: O oficial veterinário do CSI, parte I - VERÃO:

Em quais dos seguintes animais se pode aplicar a curva de arrefecimento que construístes para determinar a hora da morte. Escreve a tua resposta na folha de respostas.

Espécie	CLASS
Rato castanho (<i>Rattus norvegicus</i>)	Mammalia /mamíferos
Estorninho (<i>Sturnus vulgaris</i>)	Aves / aves
Víbora (<i>Vipera berus</i>)	Reptilia / repteis
Sapo comum (<i>Bufo bufo</i>)	Amphibia / anfíbios
Carpa europeia (<i>Cyprinus carpio</i>)	Actinopterygii / peixes

3.4: O oficial veterinário do CSI, parte II - INVERNO:

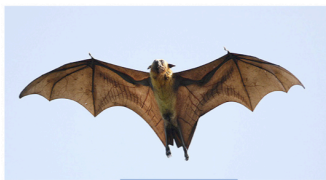
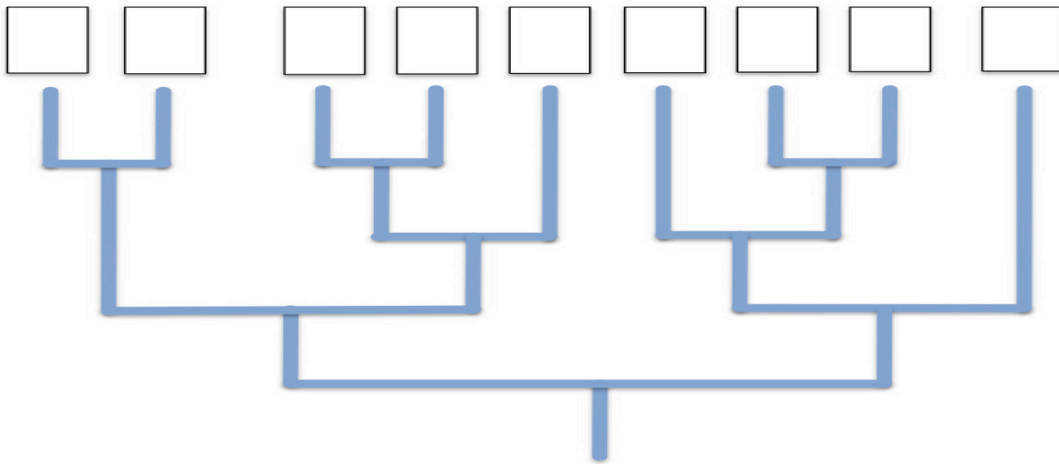
Pediram-te para vir a um local do crime muito diferente. Alguém matou (nas 13 últimas horas) um urso castanho (*Ursus arctos*) e um ouriço-cacheiro europeu (*Erinaceus europaeus*). Ambos os animais foram mortos nas suas jaulas de inverno nas quais a temperatura é de 8°C. A pergunta é: Pode ser aplicada uma curva de arrefecimento semelhante à que foi construída para o ERIK para determinar a hora da morte destes animais? **Escreve a tua resposta na folha de respostas.**

Questões suplementares

3.5. Supõe que uma árvore cresce e aumenta 100Kg de massa. Qual é a origem da maioria deste aumento de massa? Marca apenas UMA alternativa na folha de respostas.

- A) Terra/solo e água
- B) Água e ar
- C) Água (H₂O) e minerais
- D) Terra/solo e minerais

3.6. Coloca as espécies dos animais no diagrama de um modo que seja consistente com os seus parentescos ou relações evolutivas/filogenéticas. Escreve o número que está associado a cada animal e não os nomes. Não te esqueças de copiar os resultados para a tua folha de respostas.



1



2



3



4



5



6



7



8



9

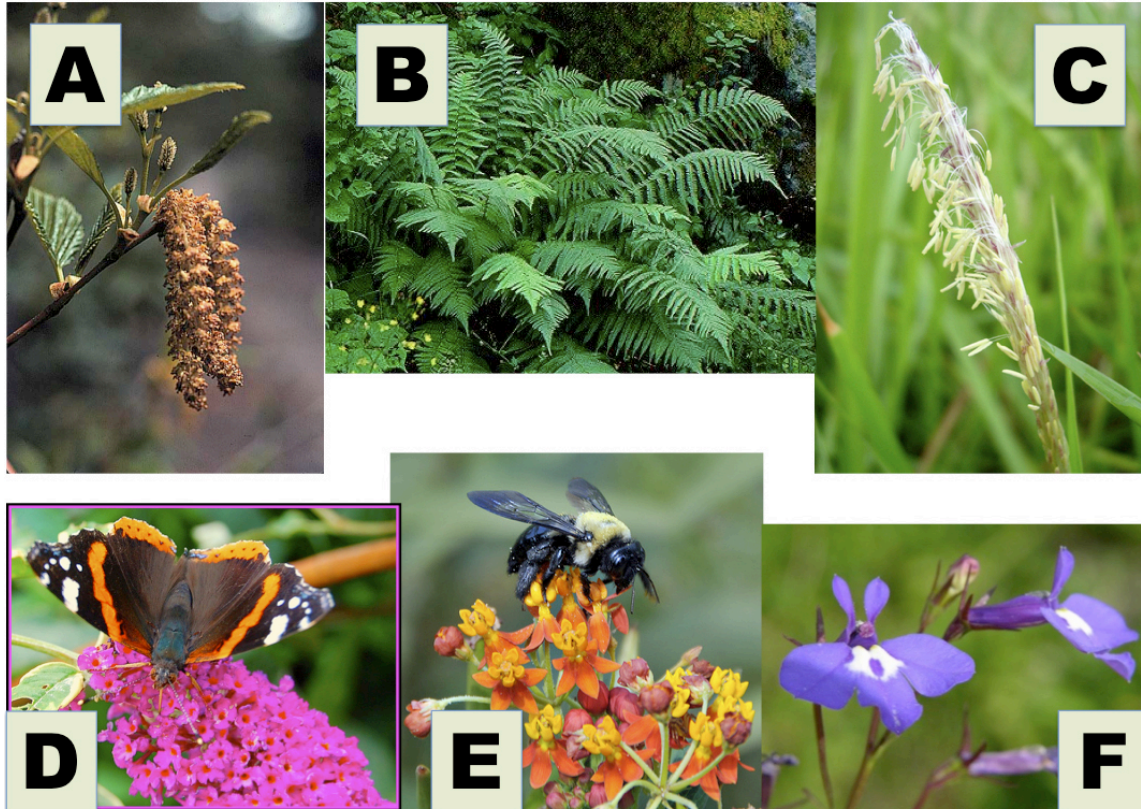
3.7. Supõe que TODAS as plantas, algas, protistas, fungos e bactérias que estão numa ilha isolada e à sua volta morrem. Qual das seguintes alternativas descreve melhor o que vai acontecer aos animais terrestres dessa ilha numa escala alargada de tempo? Marca apenas UMA alternativa.

- A) Todos os animais vão eventualmente morrer
- B) Muitos animais morrem, mas os que comem carne sobrevivem.
- C) Alguns animais que costumavam comer plantas encontram outras coisas para comer e sobrevivem.
- D) Apenas os animais mais fortes sobrevivem.

3.8. Todas as plantas necessitam de energia para sobreviver. Uma das afirmações, acerca das substâncias ricas em energia que as plantas necessitam, está correcta. A questão apenas diz respeito a espécies que não têm ajuda de outras espécies para adquirir estas substâncias. Marca apenas UMA alternativa.

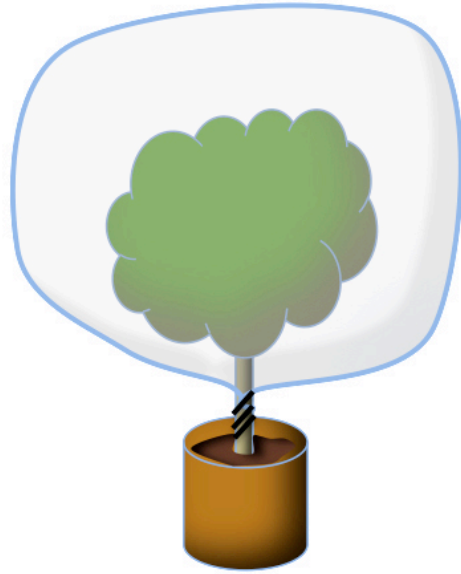
- A) As plantas absorvem estas substâncias ricas em energia pelas raízes
- B) As plantas absorvem estas substâncias ricas em energia pelas folhas
- C) As plantas absorvem estas substâncias ricas em energia pelas raízes e pelas folhas
- D) As plantas não usam nenhum dos métodos descritos nas alternativas de A a C para obter substâncias ricas em energia.

3.9. Uma pessoa que conheces sofre de febre dos fenos mas adora jardinagem. Baseando-te nos teus conhecimentos de cultura geral sobre a febre dos fenos e a ecologia das plantas, as plantas das fotografias em baixo podem diferir na maneira como são prejudiciais para pessoas alérgicas. Que 2 plantas em baixo seriam as primeiras que dirias ao teu amigo para NÃO para plantar no jardim?



3.10 . Supõe que cubres uma planta com um saco de plástico, como na imagem abaixo, e a colocas no escuro por 24 horas. O saco é selado, e nada pode passar para o interior nem para o exterior do saco. No início da experiência, o saco é enchido com o ar, com exactamente a mesma composição e propriedades como o ar fora do saco. Apenas duas das afirmações abaixo são verdadeiras para a situação após 24 horas no escuro. Marque as afirmações que são verdadeiras.

- A. A quantidade de oxigénio (O_2) diminui dentro do saco
- B. A quantidade de oxigénio (O_2) aumenta no interior do saco
- C. A quantidade de oxigénio (O_2) mantém-se inalterada no interior do saco
- D. A quantidade de dióxido de carbono (CO_2) diminui dentro do saco
- E. A quantidade de dióxido de carbono (CO_2), aumenta no interior do saco
- F. A quantidade de dióxido de carbono (CO_2) permanece inalterada no interior do saco



BOM TRABALHO!

