



EUROPEAN UNION SCIENCE OLYMPIAD

TESTE 1

Tema: Água

Gothenburg, Sweden

Terça-feira 13 de Abril, 2010



UNIVERSITY OF GOTHENBURG

Instruções gerais

Use uma bata de plástico fornecida 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 seu livro de respostas.

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

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

As tarefas podem ser realizadas pela ordem que desejar.

Tarefa 1: 7 pontos creditados

Tarefa 2: 17 pontos creditados

Tarefa 3: 27 pontos creditados

Tarefa 4: 26 pontos creditados

O cenário

Numa galáxia a muitos anos-luz da Via Láctea, um planeta semelhante ao nosso é povoado por vida inteligente. Estes “extra-terrestres” (*aliens*) não são humanos, mas parecem-se muito conosco e a sua tecnologia é de longe mais avançada que a nossa. Por exemplo, têm tecnologia para viajar entre galáxias. O nome do planeta é Rullet e os cidadãos de Rullet são chamados réguas (“*rulers*”).

Apesar da sua tecnologia ser muito avançada, eles enfrentam problemas graves no imediato. As suas fontes naturais para a produção de energia esgotaram-se há muitas gerações. Contudo, eles aprenderam a produzir energia solar em tais quantidades que foram capazes de sustentar a sua civilização consumidora de energia. Infelizmente, o seu sol está agora a morrer e em breve eles também não terão energia solar.

Isto, é claro, já era previsível há algum tempo e os cientistas réguas têm andando a trabalhar numa solução para o problema. Recentemente foi dado um passo científico determinante (*breakthrough*) no campo da fusão fria e agora sabem exactamente como produzir toda a energia que necessitam a partir de água pura em centrais de fusão fria. O único problema é que as fontes de água são muito limitadas em Rullet. A água é tão rara que os réguas consideram que a água é um “líquido nobre”.

De acordo com os cientistas réguas, 10 litros de água poderão ser suficientes para produzir toda a energia que o planeta necessita para 100 anos! Já que água nestas quantidades é algo nunca visto no planeta Rullet eles necessitam de encontrar fontes de água noutra sítio.

A regonauta¹ Hon Sal está incumbida da missão de explorar o universo e procurar planetas onde a água possa ser encontrada em superabundância. Astrónomos reguenses sugerem que ela deve começar a procurar na galáxia Via de Seda² (*Silky Road*), porque os seus espectros de infra-vermelho indicaram que pode haver grandes reservatórios de moléculas de água algures nessa galáxia.

Usando a sua nave espacial com propulsores WARP (NT: surgiram na ficção científica e “fazem” andar uma nave mais rápido do que a luz), ela chega à galáxia Via de Seda num tempo nulo (ou talvez devêssemos dizer percorrendo “um espaço nulo” já que ela viaja mais rápido do que a luz?). Uma vez na galáxia, ela não tem problemas em localizar os planetas onde existe água. O primeiro planeta que ela visitou foi Qeuso. Aí ela encontrou lagos que continham água contaminada. Os organismos habitantes nesses lagos produziam etanol durante o seu metabolismo. Agora ela dirige-se para o nosso planeta Terra. É aqui que a nossa história começa: Hon Sala acaba de chegar ao planeta Terra. Ela deixa a sua nave espacial para ir procurar água. Primeiro ela fica muito desapontada. Não há água à vista.

¹ astronauta do planeta Rullet.

² nome da Via Láctea no planeta Rullet.

Tarefa 1 – Humidade relativa do ar

Tendo procurado durante várias horas e continuando sem ter encontrado qualquer água, ela senta-se para pensar. É manhã cedo na hora local e enquanto ela está sentada tentando descobrir o seu próximo passo, uma barata aparece do seu ninho na areia.

“E como é que tu encontras água, minha amiguinha?” pergunta a Hon Sala à barata. Ela observa a barata durante algum tempo e vê-a correr para o topo de um monte de areia, voltar as suas costas para o sol e depois senta-se.

“O que estás à espera?” Imagina a Hon Sala. Para sua grande surpresa, após algum tempo aparece uma gota de água nas costas da barata e verifica que a pequena gota de água escorrega pelas costas e entra na boca.

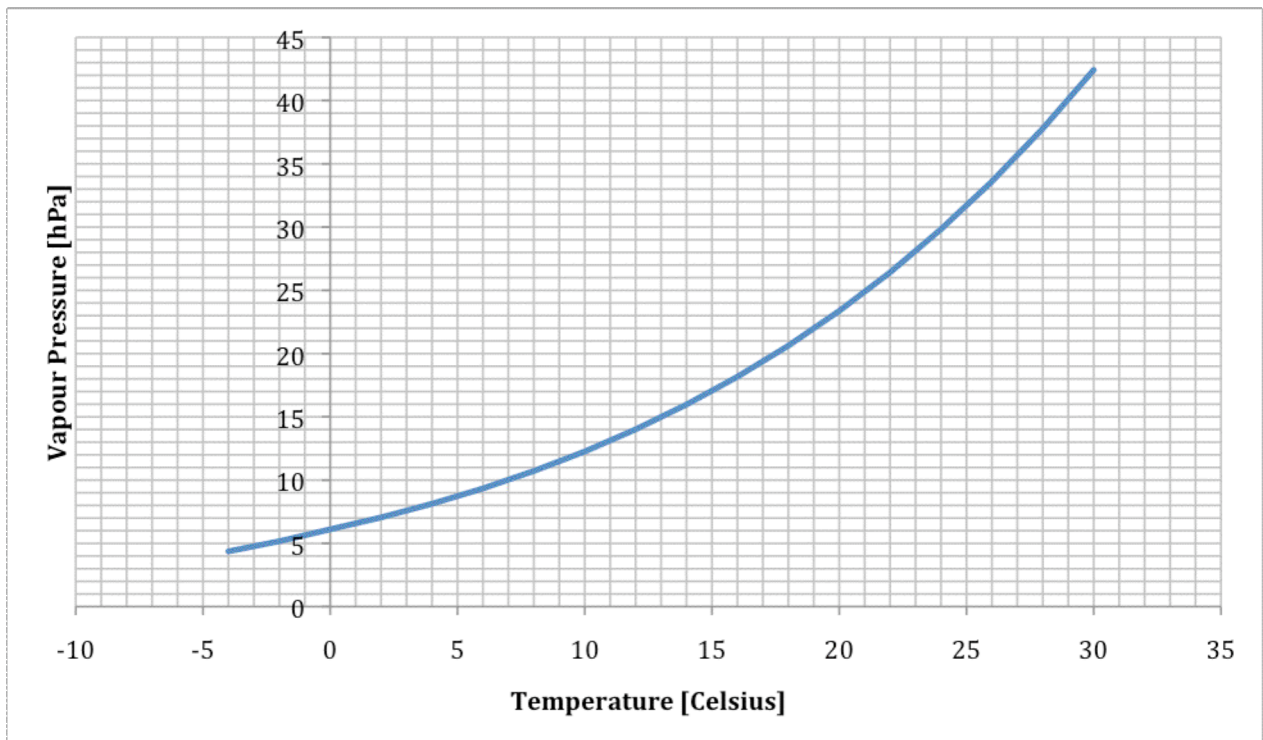
“Claro!”, grita ela, ”agora eu sei como arranjar água!”

Senta-se e tenta recapitular o que aprendeu na Escola de Ciências de Rullet. Ela lembra-se que os líquidos libertam sempre uma certa quantidade de vapor no ambiente. Se houver alguma água na Terra deve haver também algum vapor de água no ar. O vapor, claro, dá origem a uma certa pressão na atmosfera que é chamada pressão de vapor. Se a pressão de vapor se torna suficientemente elevada, a água pode condensar na forma de água líquida. Ela ainda consegue lembrar-se das palavras finais da sua professora:

“Lembrem-se disto, estudantes, quanto maior for a temperatura mais elevada é a pressão de vapor!”

Agora ela sabe exactamente como extrair a água do ar! Ela apenas precisa de esperar até à noite quando a temperatura do ar descer. Se tiver sorte, a temperatura do ar descerá tanto que o ar não mais conseguirá conter toda a água e então a água aparecerá nas folhas onde ela a pode recolher!

A pressão parcial máxima de água no ar depende da temperatura de acordo com o diagrama abaixo.



Máxima pressão de vapor no ar em função da temperatura (1 hPa = 10² Pa = 10² N/m²).

A *humidade relativa* no ar é definida como

$$\frac{\text{pressão de vapor no ar}}{\text{Máxima pressão de vapor no ar antes das gotas de água condensarem}} \times 100\%$$

Deves agora ajudar Hon Sala determinando a humidade relativa na sala em que estás, usando apenas o equipamento disponível.

Experiência

A Hon Sala esperou pela noite para que a temperatura baixasse. Terás que ser mais inteligente que isso, pois não dispões de um ar condicionado e não podes arrefecer toda a sala! Examina o equipamento que tens e faz bom uso dele! Podes usar o *spray* de arrefecimento para diminuir a temperatura de um pedaço de metal de superfície espelhada e assim determinar a pressão de vapor na sala. (Sugestão: arrefece o metal devagar e mede a temperatura frequentemente).

Determina a temperatura para a qual é atingido o ponto de orvalho ou de condensação. Coloca a tua resposta na **caixa 1.1** do caderno de respostas juntamente com a hora em que a medição foi efectuada. Agora podes determinar a pressão de vapor de água na sala. Coloca a tua resposta na **caixa 1.2**. Finalmente calcula a humidade relativa na sala. Mostra os teus cálculos na **caixa 1.3**.

Tarefa 2 – Viscosidade da água

Depois de uma noite ocupada a recolher água condensada das folhas e flores, Hon Sala está um pouco desapontada. Obviamente o ar neste planeta não contém água suficiente para os seus propósitos. Durante a noite, ela foi capaz de recolher apenas 0.7 litros de água sem contar com os 0.2 litros que bebeu. A água é tão escassa no seu planeta que quase ninguém pode bebê-la, mas aqui, ela não consegue resistir.

Hon Sala é realmente uma cientista e portanto começa a investigar mais propriedades da água. No seu planeta ela estudou muitos líquidos diferentes e pensa que a água que acumulou durante a noite escorre muito facilmente. A propriedade de um fluído que está relacionada com o fluir chama-se viscosidade. Ela procura na sua nave espacial equipamento adequado para efectuar uma experiência e encontra um tubo longo e um conjunto de pequenas esferas. Ela tenciona encher o tubo vertical com água e depois deixar cair uma esfera dentro da água. A esfera atingirá rapidamente uma velocidade constante e essa velocidade pode ser relacionada com a viscosidade. A Hon Sala agora tenta lembrar-se da relação entre a viscosidade e a velocidade. Ela necessita da tua ajuda. A força de atrito entre a esfera e a água pode ser aproximadamente dada por a expressão seguinte:

$$F_R = 6 \pi \eta r v$$

onde η = viscosidade, r = raio da esfera e v = velocidade da esfera (a expressão é válida apenas se r for pequeno e se as dimensões do tubo forem grandes).

Assume que a densidade da água é 1000kg/m^3 .

Questão

Há mais uma força dirigida para cima a actuar. Escreve a expressão para essa força na **caixa 2.1** do caderno de respostas.

Questão

Depois de um curto intervalo de tempo a soma das forças que actuam na esfera para cima igualam a força que actua para baixo. Escreve a expressão da força que actua para baixo na **caixa 2.2** do caderno de respostas.

Questão

Deduz uma expressão para a viscosidade, η , em termos das variáveis definidas acima. Escreve a expressão na **caixa 2.3**.

Questão

Hon Sala também quer encontrar a unidade para a viscosidade. Da tua expressão deduz a unidade de escreve-a na **caixa 2.4**.

Experiência

Agora é a altura de montar a experiência. Usa o equipamento que tens na caixa na tua bancada de laboratório. Enche o tubo com a água da proveta rotulada com "H₂O - η". O tubo tem duas marcas. A distância entre as setas é 0.50 m. Faz pelo menos cinco medições para obteres uma boa estimativa da viscosidade. Para cada esfera determina a sua massa (m_B) e raio (r). Usa a a balança disponível no laboratório e a craveira que se encontra na bancada. Determina o tempo de queda de cada esfera e calcula a velocidade correspondente. Agora podes calcular a viscosidade ($g = 9.82 \text{ m/s}^2$). Preenche com os teus dados a **TABELA 2.A** do caderno de respostas.

Devido à influência das paredes do tubo, a esfera cai ligeiramente mais devagar do que aconteceria se não houvesse paredes na vizinhança da esfera. O factor de correcção para a viscosidade medida é dada por

$$C = \frac{1}{1 + 2.4 \frac{r}{R}}$$

Onde r = valor médio do raio das esferas usadas e R = raio interno do tubo usado.

Escreve o valor do factor de correcção na **caixa 2.5**.

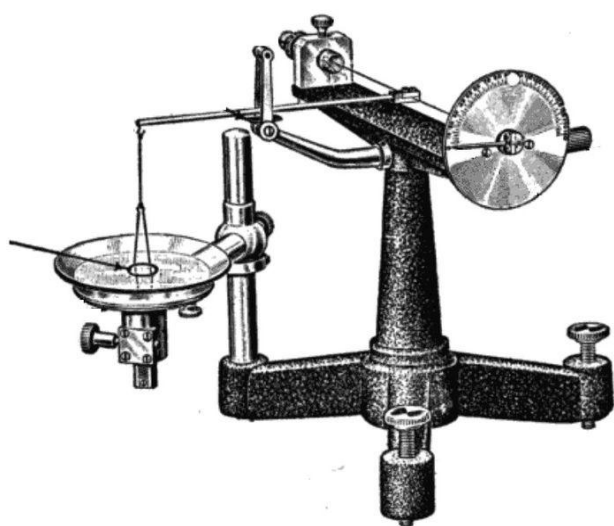
Agora faz a correcção à viscosidade e regista-a na **caixa 2.6**.

Questão

É interessante saber qual deveria ser o raio do tubo para a Hon Sala poder desprezar o factor de correcção. Assume que ela pode desprezar o factor se ele for igual a 0.99 e calcula R . Preenche com a tua resposta a **caixa 2.8**.

Tarefa 3 – tensão superficial e biomecânica

Finalmente Hon Sala encontra um lago. Desce até ao lago para recolher uma amostra de água para as suas experiências. Nota que há pequenos animais que correm sobre a superfície da água. Fica perplexa, pois nunca viu nenhuns animais correndo sobre a água no planeta Qeuso. Pensa que há pelo menos duas explicações para este fenómeno: ou estes animais diferem de algum modo dos animais do planeta Qeuso, ou então a água deste planeta tem alguma propriedade particular. Como teve alguma dificuldade para capturar os pequenos animais, vai procurar antes um método para testar a



água. Pensa que a tensão superficial da água pode explicar as suas estranhas observações. No seu computador encontra um ficheiro relacionado com a medição de tensão superficial. Aí está descrito um método desenvolvido pelo físico francês Pierre Lecomte du Noüy. Este método é baseado num anel tensímetro (ver a figura à esquerda), mas infelizmente não há este aparelho na nave. No entanto, como ela é inventiva, olhando para a figura do aparato percebe que consegue construir uma versão simplificada com coisas que há a bordo da nave. A vossa tarefa é reproduzir o tensímetro simples que

Hon Sala usou para efectuar as suas medições.

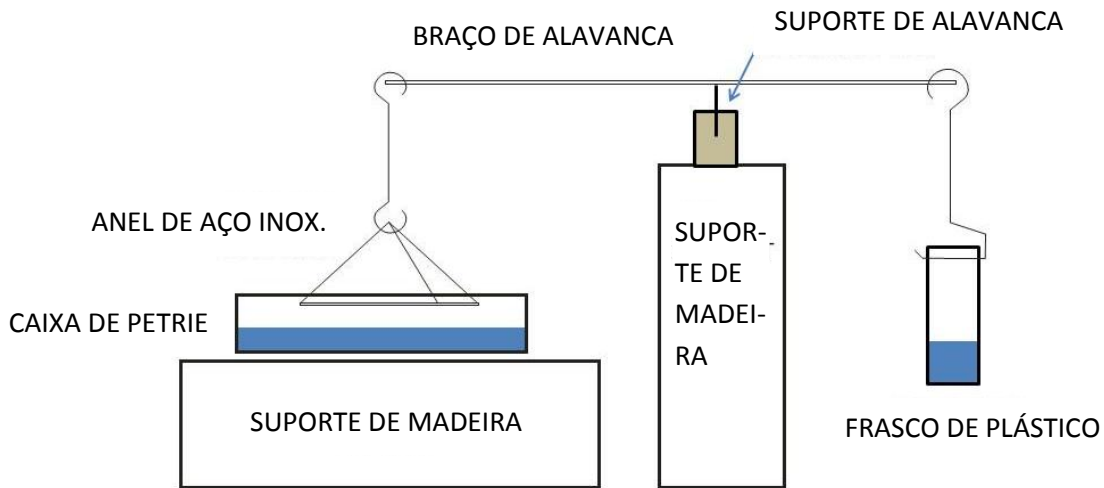
Fundamentos experimentais

Na bancada do laboratório vão encontrar todas as coisas que Hon-Sala necessitou e podem construir uma réplica do equipamento que ela usou.

- Um braço de alavanca de aço inoxidável com um buraco em cada ponta
- Um pequeno suporte de madeira com uma fenda num dos lados.
- Um pequeno pedaço de chapa de aço inoxidável que se encaixa nesse suporte de madeira.
- Um anel de aço inoxidável
- Dois ganchos de aço inoxidável
- Um pequeno frasco de plástico
- Duas pipetas diferentes
- Uma caixa de Petri
- Dois frascos com amostras de água.

- Dois suportes maiores de madeira, um para o braço da alavanca e um para a caixa de Petri e o anel de aço.

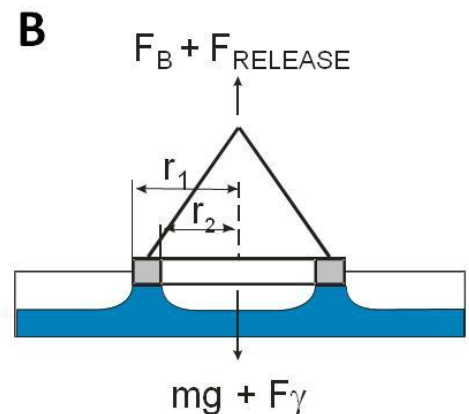
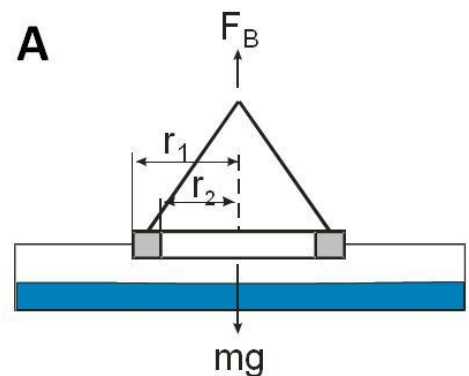
Com este material podes construir uma balança muito simples e com ela determinar a tensão superficial (ver abaixo).



Hon Sala também encontrou uma descrição sobre como calcular a tensão superficial e podemos ver os desenhos e a fórmula que fez para calcular a tensão superficial à direita e em baixo.

Nota que a parte preta do braço da alavanca deve estar virada para cima e a fenda no outro lado marca o local onde se deve colocar o suporte de alavanca. Nota também que quando tiveres montado o teu sistema de alavanca, o anel de aço inoxidável deve estar repousado sobre o suporte de madeira suportado pelo seu peso antes de equilibrares o sistema (o braço de alavanca não é simétrico em relação ao ponto de equilíbrio).

Antes de poderes testar a tensão superficial das duas amostras de água é necessário equilibrar o sistema de alavanca. Este equilíbrio faz-se deitando uma pequena quantidade de água da torneira (cerca de 600 μ l) no frasco de plástico pendurado, até que o anel de aço inoxidável se eleve em relação ao suporte de madeira e o braço da alavanca fique na horizontal. Neste ponto a força que puxa o anel para cima (força de equilíbrio =



F_B) corresponde à massa do anel multiplicado pela constante gravitacional (mg) (ver a Figura A à direita em cima).

A caixa de Petri com a amostra de água deve, no final, ser colocada com cuidado no suporte de madeira por baixo do anel de aço inoxidável. Depois baixa-se o braço da alavanca de modo a que o anel de aço inoxidável toque na superfície da água. Para superar a tensão superficial que agora está a actuar sobre o anel (F_γ) tem que se deitar mais água no frasco de plástico. Finalmente $F_B + F_{RELEASE}$ (Release é desprendimento) chega a um ponto em que ultrapassa $mg + F_\gamma$, e nessa altura o anel separa-se da água (ver a Figura B na página anterior). Tem cuidado em tomar nota da quantidade de água que deitas no frasco, quando o anel é puxado da superfície da água deves tomar nota da quantidade de água que juntaste e (assumindo a densidade da água de $1,0 \text{ g ml}^{-1}$) podes agora calcular a força ($F_{RELEASE}$) e depois calcular a tensão superficial usando a fórmula referida em baixo. Nota que terás que ter em conta que o

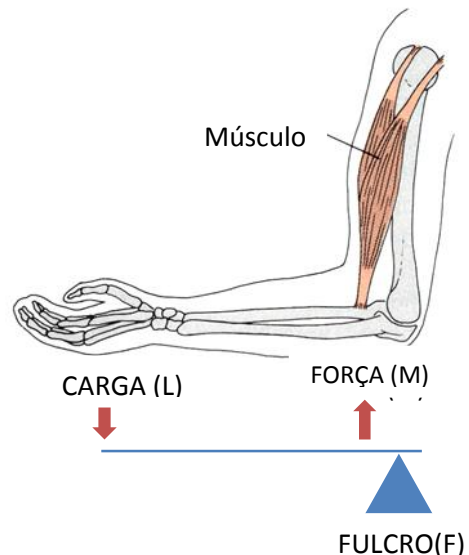
$$\gamma = \frac{F_{RELEASE}}{4 \cdot \pi \cdot r}$$

braço da alavanca não está disposto de forma simétrica sobre o suporte da alavanca.

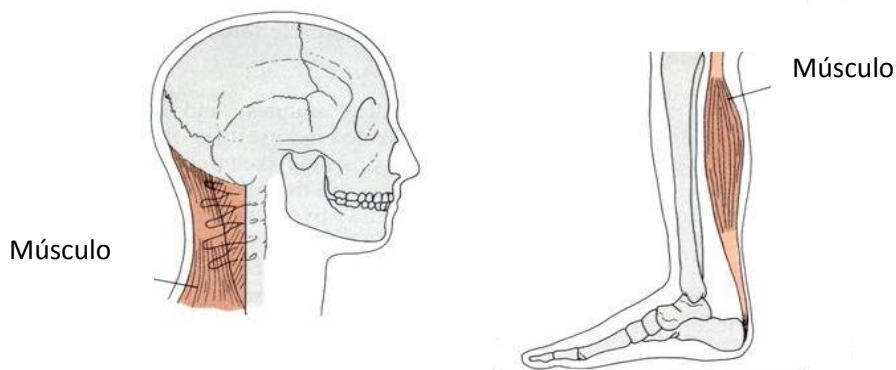
Em que r é o valor médio de r_1 e r_2 e $F_{RELEASE}$ é a força necessária para puxar o anel da superfície .

Esta montagem é um simples equilíbrio e Hon Sala percebe que precisa de compreender este conceito antes de poder fazer os testes de tensão superficial. Mais tarde farás estas experiências também. Ela lembra-se vagamente que durante os seus estudos de biologia leu algo acerca de sistemas de alavanca no corpo humano e como se calculam essas forças. Já não se lembra de todos os detalhes pelo que tens que a ajudar.

Em cima à direita podemos ver um exemplo de sistemas de alavanca, o braço humano. Quando levantamos qualquer coisa ficamos com a CARGA (L) na mão, a força que usamos para levantar ou segurar no objecto é gerada pelos músculos e o fulcrum é a articulação do cotovelo. Na figura esquemática do sistema de alavanca à direita as duas forças estão marcadas por FORÇA (M), que é a força muscular, e CARGA (L) que é a carga. O FULCRO (F) é o ponto de equilíbrio do sistema de alavanca, neste exemplo o cotovelo.



Dois outros exemplos de sistemas de alavanca são descritos no ficheiro de Hon Sala mas, infelizmente falta a descrição esquemática sobre onde estão a CARGA, FORÇA e FULCRO.

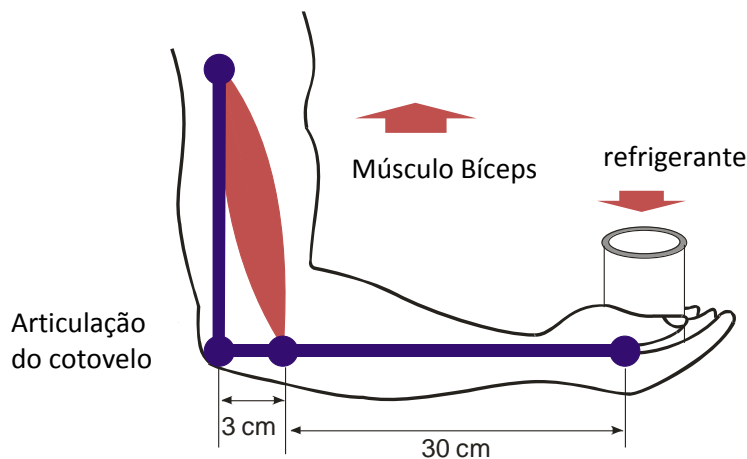


Questão

Na figura acima vemos uma representação esquemática dos dois outros sistemas de alavanca que Hon Sala encontrou no ficheiro. Marca, na figura da **caixa 3.1** na folha de respostas, onde a CARGA, FORÇA e FULCRO estão a actuar, (usando os mesmos símbolos), nos dois exemplos.

Questão

A próxima questão refere-se a como calcular as forças num sistema de alavanca. Olha para a figura abaixo. Calcula a força muscular necessária para segurar a lata de refrigerante que pesa 365 gramas e preencha as respostas na **caixa 3.2** na sua folha de respostas.



Experiência

Agora monta a balança de alavanca para poder fazer as medições da tensão de superfície (ver acima).

Hon Sala trouxe uma amostra da água do planeta Qeuso e também uma amostra de água do lago do planeta Terra. Vais ajudá-la a medir a tensão superficial de ambas as amostras. Infelizmente ela não se lembra qual dos frascos tem a amostra de água do planeta Qeuso, os frascos estão apenas marcados 1 e 2 (vai encontrar os dois frascos com as amostras de água que ela deixou na bancada).

Mede a tensão superficial das duas amostras de água. Repete as medidas pelo menos três vezes para cada amostra de água e calcula o valor médio. Não te esqueças de indicar correctamente as unidades para a tensão superficial. Preenche a **TABELA 3.A** na tua folha de respostas.

Assim como conseguiste descobrir que há uma diferença significativa na tensão superficial das duas amostras de água, Hon Sala também o descobriu. Assumindo que não há diferenças nos animais do planeta Qeuso ela agora sabe porque razão nunca viu nenhuns animais a correr na superfície da água e pode marcar os dois frascos com amostras correctamente. Preenche as respostas na **TABELA 3.A** da sua folha de respostas.

Agora ela começa a procurar, na biblioteca da nave, uma explicação para a diferença. Uma diferença que ela encontra é que em Qeuso a água tem uma percentagem 10% de etanol devido a haver um grande número de peixes a produzir etanol no seu metabolismo normal. Ela também descobre que o conteúdo de oxigénio na água é muito baixo devido a uma combinação de dois factores: uma percentagem mais baixa de oxigénio na atmosfera e um elevado consumo de oxigénio por todos os peixes que vivem na água.

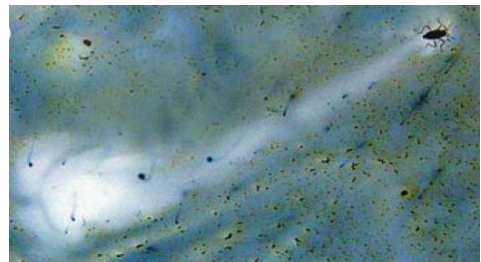
Questão

Hon Sala tenta relacionar esta informação (produção de etanol e baixas concentrações de oxigénio). Tens que a ajudar riscando as expressões erradas no texto da caixa **3.3** na tua folha de respostas.

Quando acaba as suas medições no laboratório da nave, volta ao lago. Ao estar sentada na beira do lago repara num pequeno insecto que vem a correr na direcção da água, vai para a superfície da água do lago e depois pára. Hon Sala apanha uma folha de pinheiro e tenta picar o pequeno insecto para poder ver como é que ele move as pernas quando caminha sobre a superfície da água. O animal dispara sobre a superfície com o dobro da velocidade que tinha quando caminhava na terra. Hon sala fica supresa com esta actividade súbita e deixa cair a



folha de pinheiro na água. Para sua surpresa a folha flutua e começa a mover-se lentamente sobre a superfície da água. A água está completamente calma, não há correntes nem vento. Num artigo científico de Billard & Bruyant encontra uma referência à propulsão de Marangoni mas parte do artigo



que descreve o mecanismo desapareceu.

Questão

Tens que a ajudar riscando as partes erradas no texto da **caixa 3.4** na tua folha de respostas.

Tarefa 4 – Dureza da água

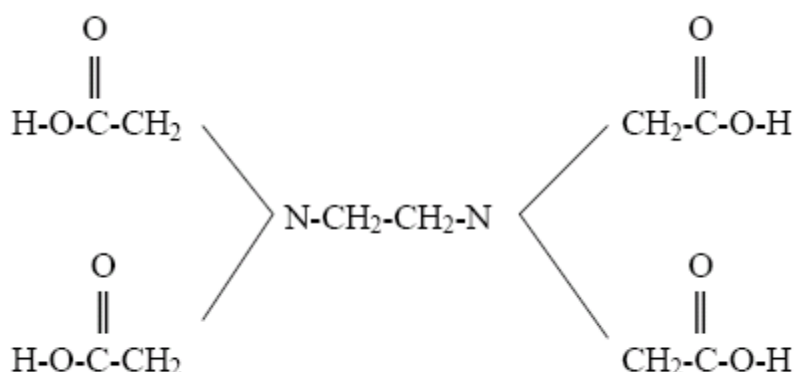
Agora, que ela tem toda a água de que precisa, há mais uma tarefa que gostaria de fazer antes de regressar a casa, testar a qualidade da água que obteve.

Hon Sala sabe que um dos parâmetros que determinam a qualidade de um fornecimento de água é a sua dureza. Visto que esta é uma das propriedades que ela foi instruída para investigar, estudou-a durante a sua longa viagem. A dureza da água é definida em termos do seu conteúdo em iões cálcio e magnésio. Uma vez que esta análise não distingue entre os iões Ca^{2+} e Mg^{2+} , e visto que uma maior dureza é originada por depósitos de carbonatos na terra, a dureza é, geralmente, expressa em partes por milhão de carbonato de cálcio, em massa. Um fornecimento de água com uma dureza de 100 partes por milhão conteria o equivalente a 100 gramas de CaCO_3 em 1 milhão de gramas de água ou 0,1 gramas em um litro de água. Quanto Mg^{2+} e Ca^{2+} contêm a água? Do ponto de vista da sua dureza será a água perigosa para Hon Sala?

Análise do Cálcio e Magnésio por titulação com EDTA

Fundamentos químicos

Hon Sala olhou para os seus apontamentos de química, que tinha agora à mão, e encontrou que a dureza da água pode ser determinada através de uma titulação com o agente quelante EDTA (ácido etilenodiaminatetraacético). Este reagente é um ácido fraco que pode perder quatro protões por neutralização completa; a sua fórmula estrutural é apresentada a seguir.



Nos apontamentos está escrito: "Os quatro oxigénios ácidos e os dois átomos de nitrogénio contêm pares de electrões não partilhados, de modo que um único ião de EDTA pode formar um complexo que pode ter até seis ligações com um dado catião. O complexo é bastante estável, e as condições da sua formação podem ser controladas de modo que ele contenha EDTA e o ião metálico na relação molar de 1:1. Numa titulação para determinar a concentração de um ião metálico, o EDTA que é adicionado combina-se quantitativamente com o catião para formar o complexo. O ponto final ocorre quando praticamente todos os catiões reagiram".

Nesta experiência usar-se-á uma solução de EDTA com concentração conhecida para determinar a dureza de uma amostra de água desconhecida. Visto que tanto as soluções aquosas de EDTA como as de Ca^{2+} e Mg^{2+} são incolores, é necessário utilizar um indicador especial para detectar o ponto final da titulação. O indicador que será utilizado denomina-se Eriochrome Black T, que forma um complexo muito estável vermelho-vinho, MgIn^- , com o

ião magnésio. Conforme se vai adicionando o EDTA este complexa com os iões Ca^{2+} e Mg^{2+} deixando o complexo MgIn^- sozinho até que praticamente todos os iões cálcio e magnésio foram convertidos em quelatos. Neste ponto a concentração de EDTA na solução aumentará de tal modo que será suficiente para deslocar o Mg^{2+} do complexo do indicador; o indicador volta para a sua forma ácida, que tem a cor azul acinzentado, e esta mudança indica o ponto final da titulação.

A titulação é realizada a pH 10, com um tampão de borato, que mantém o EDTA (H_4Y) principalmente na forma meio-neutralizada H_2Y^{2-} , situação em que complexa muito bem com os iões do Grupo IIA mas não tem tendência para reagir tão facilmente com outros catiões como o Fe^{3+} , que podem estar presentes na água como impurezas. Considere H_4Y e H_3In , respectivamente, como as fórmulas do EDTA e do Eriochrome Black T.

Esta experiência necessita que saibas os conceitos de estequiometria, concentração e diluição.

Procedimento experimental

Primeira série de experiências – soluções desionizadas de referência

(Toma atenção de que o procedimento para enchimento da bureta será demonstrado no laboratório)

- Pipeta quatro porções de 5,00 ml de água desionizada para quatro Erlenmeyers de 25 mL limpos, mas não necessariamente secos.
- A seguir adiciona a cada um dos Erlenmeyers, respectivamente, 0,30; 0,50; 0,70 e 1,00 mL, da solução de Mg^{2+} existente em frasco de plástico.
- A cada Erlenmeyer adiciona 1 mL do tampão de borato (pH 10) e 1 gota de indicador Eriochrome Black T.
- A cor inicial deve ser agora vermelho escuro e no ponto final a cor de equilíbrio deve ser púrpura. (Comparar com a cor da solução dada como referência).
- Enche a microbureta com a solução de EDTA, ajusta-a ao zero, e titula a primeira solução. Regista o volume da solução de EDTA usado até ao ponto de equivalência.
- Volta a encher a microbureta e repete o procedimento anterior para as outras três soluções de referência.
- Assegura-te de que fazes as leituras na microbureta com a maior precisão possível.
- Se alguma experiência decorrer mal, por favor repete o procedimento experimental só para essa solução.

Coloca todos os resultados na **TABELA 4.A** do teu caderno de respostas.

Amostras para determinação da dureza da água da superfície do planeta

Dar-lhe-ão agora uma amostra de água para análise da dureza. A determinação da dureza seguirá um procedimento igual ao da análise feita com a água desionizada.

Segunda série de experiências – água superficial do planeta

- Pipeta quatro porções de 5,00 ml da água superficial para quatro Erlenmeyers de 25 mL limpos, mas não necessariamente secos.
- A seguir adiciona a cada um dos Erlenmeyers, respectivamente, 0,30; 0,50; 0,70 e 1,00 mL, da solução de Mg^{2+} existente em frasco de plástico.
- A cada Erlenmeyer adiciona 1 mL do tampão de borato (pH 10) e 1 gota de indicador Eriochrome Black T.
- A cor inicial deve ser agora vermelho escuro e no ponto final a cor de equilíbrio deve ser púrpura. (Comparar com a cor da solução dada como referência).
- Enche a microbureta com a solução de EDTA, ajusta-a ao zero, e titula a primeira solução. Regista o volume da solução de EDTA usado até ao ponto de equivalência.
- Volta a encher a microbureta e repete o procedimento anterior para as outras três soluções de água superficial..
- Assegura-te de que fazes as leituras na microbureta com a maior precisão possível.
- Se alguma experiência decorrer mal, por favor repete o procedimento experimental só para essa solução.

Coloca todos os resultados na **TABELA 4.A** do teu caderno de respostas.

Determinação da dureza

Usa o papel milimétrico que te é dado para traçar num gráfico dois conjuntos de linhas.

Traça o gráfico da variação do volume de EDTA (em mL) em função do volume de solução de Mg^{2+} adicionado:

- a) Para a água desionizada
- b) Para a água superficial

Ambos os gráficos são traçados no mesmo sistema de eixos.

- Determina a partir do gráfico neste figura (e dos dados na Tabela 4.A do caderno de respostas) a diferença ($\Delta EDTA$) entre as soluções de água superficial e as soluções de referência.
- Visto que a concentração da solução de EDTA é conhecida, 0,005 M, a dureza da água superficial do planeta pode ser calculada através do valor de $\Delta EDTA$.

Agora podes responder, no caderno de respostas, às **questões 4.1 - 4.4**.

Por fim responde, no caderno de respostas, às **questões 4.5 - 4.7**.

Missão cumprida

Deste modo Hon Sala completou a sua missão. Antes de se ir embora ela quis ter uma bela vista da paisagem. Começou a subir a montanha. Era uma montanha muito bonita e podia ver que o seu cume estava todo branco.

“Eu gostaria de saber o que é todo aquele material branco?” pensava ela. “Daqui parece-se com chantilly.” Quando ela finalmente atingiu o cume da montanha verificou que o material branco não era chantilly. Quando o pôs na boca derreteu e ela compreendeu que era água gelada. “Wow!” disse em voz muito alta. Ela estava com frio após a longa caminhada e decidiu fazer uma chávena de água quente utilizando um pequeno fogão de campismo que trazia com ela.

Pergunta

A temperatura de ebulição da água é 100 °C, ao nível do mar. Hon Sala está agora no topo de uma montanha alta. Terá esta situação alguma influência na temperatura a que a água entra em ebulição?

- a) Não, a água continuará a entrar em ebulição exactamente a 100 °C.
- b) Sim, a água entrará em ebulição a uma temperatura inferior a 100 °C.
- c) Sim, a água entrará em ebulição a uma temperatura superior a 100 °C.
- d) Depende da temperatura na montanha: Se a temperatura na montanha for diferente da temperatura ao nível do mar, então a temperatura de ebulição também terá a mesma diferença.
- e) Depende da humidade na montanha: Se a humidade na montanha for diferente da humidade ao nível do mar, então a temperatura de ebulição também será diferente.

Assinala a tua resposta na **caixa 4.8** do caderno de respostas.

ASSINA O CADERNO DE RESPOSTAS E ENTREGA-O AO VIGILANTE!

BOA SORTE!