IJSO

14th INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD

THE NETHERLANDS 2017

Água e sustentabilidade

Prova Experimental

***Paramecium* – Método de Fajans por titulação – Energia azul**

9 de dezembro de 2017

Leia com cuidado as "REGRAS DA PROVA" e
as "INSTRUÇÕES PARA A PROVA"

QUADRAAM GELDERSE ONDERWIJS GROEP

Radboud Universiteit

IN·DEI·NOMINE·FELICITER

Hogeschool van Arnhem en Nijmegen

slo

REGRAS DA PROVA

1. NÃO é permitido o uso de qualquer outro material, exceto uma garrafa de água, remédios pessoais ou equipamentos médicos aprovados.
2. Sente-se no lugar designado para você.
3. Verifique os materiais fornecidos pela organização (caneta, calculadora, régua e rascunho).
4. NÃO comece a responder às questões antes do sinal de início da prova.
5. NÃO é permitida a saída da sala durante a prova, exceto em caso de emergência. Neste caso, você será acompanhado por um supervisor.
6. NÃO perturbe os outros competidores. Caso necessite de ajuda, levante a mão e espere a chegada de um supervisor.
7. Você pode fazer perguntas e discutir as questões APENAS entre os membros da sua equipe. Você deve ficar na sua mesa até o fim do tempo de prova, mesmo se você tiver terminado ou se não quiser continuar.
8. Ao final da prova, você ouvirá um sinal de "FIM". NÃO escreva nada no Caderno de Respostas após este sinal. Deixe a prova, os Cadernos de Respostas e os materiais fornecidos (caneta, calculadora, régua e rascunho) organizados na sua mesa. NÃO deixe a sala antes de todas os Cadernos de Respostas serem coletados.

INSTRUÇÕES PARA A PROVA

1. Após o sinal de início da prova, você terá 15 minutos para ler os experimentos. Neste período, NÃO é permitido começar o experimento ou responder às perguntas.
2. Depois dos primeiros 15 minutos, outro apito indicará que você pode começar a fazer o experimento e a responder às perguntas. A partir deste momento você terá três horas para completar a prova.
3. Utilize apenas a caneta e o lápis fornecidos pela organização.
4. O número total de experimentos é 3. Verifique se você tem o Caderno de Questões completo (16 páginas, página 4 – página 19) e o Caderno de Respostas também completo (28 páginas, incluindo a capa). Levante a mão se você sentir falta de alguma página.
5. Verifique se o seu nome, código e país estão escritos no seu Caderno de Respostas e assine todas as páginas. Levante a mão se você sentir falta de alguma página.
6. Leia atentamente os procedimentos experimentais e as questões e escreva as respostas corretas no espaço correspondente no Caderno de Respostas.
7. Quando as unidades são fornecidas no Caderno de Respostas, certifique-se de que sua resposta esteja na unidade indicada.
8. Sempre mostre seus cálculos se houver espaço disponível para isto. Se você não mostrar estes cálculos, não será dado nenhum ponto para a questão.
9. Você deve escrever as suas respostas finais com o número apropriado de algarismos.
10. Você DEVE usar um **jaleco de laboratório** e **óculos de segurança** durante os experimentos.
11. Serão entregues dois Cadernos de Respostas traduzidos. Apenas o caderno AMARELO será avaliado. Você pode distribuir as folhas do Caderno de Respostas branco dentro da sua equipe e usá-las como rascunho, pois elas NÃO serão avaliadas.
12. O Caderno de Respostas AMARELO deve ficar atrás da cobertura de papelão.
13. A pontuação máxima de cada questão é indicada no início dos enunciados.
14. Uso da micropipeta (pipeta de Gilson):

a) Ajuste o volume com o tambor no topo da pipeta. O volume máximo para a P1000 é 1000 µL (indicado pelo número “1” vermelho e dois números “0” pretos; há uma escala sob o último número preto, que indica o terceiro decimal); para a P20 o máximo é 20 µL. (“0” vermelho”, “2” preto e “0” preto, nesta ordem). **Não exceda o volume máximo!**

b) Encaixe a ponteira na pipeta.

c) Aperte o botão até a primeira parada.

d) Para retirada do líquido: coloque a ponteira mergulhada no líquido e, vagarosamente, solte o botão.

e) Para despejo do líquido: coloque a ponteira em outro frasco e aperte o botão até a segunda parada.

f) Remova a ponteira.

Biologia - O vacúolo contrátil do *Paramecium*

Introdução

Paramecia estão entre os mais conhecidos e mais estudados tipos de organismos unicelulares. O formato da célula de um *Paramecium* parece com um chinelo, apesar de que a frente da célula está localizada na posição do "calcanhar" e a parte de trás fica na posição dos "dedos" (veja Figura 1).

Paramecia são cultivados principalmente em "infusões de palha" (água em que palha foi fervida por cerca de dez minutos). As bactérias se alimentam de produtos da decomposição da palha e prontamente crescem nesse meio. *Paramecia*, por sua vez, consomem bactérias, de modo que acabam crescendo neste meio também.

Paramecia contêm algumas organelas celulares interessantes denominadas "vacúolos contráteis". Estes vacúolos são utilizados para bombear água para fora das células.

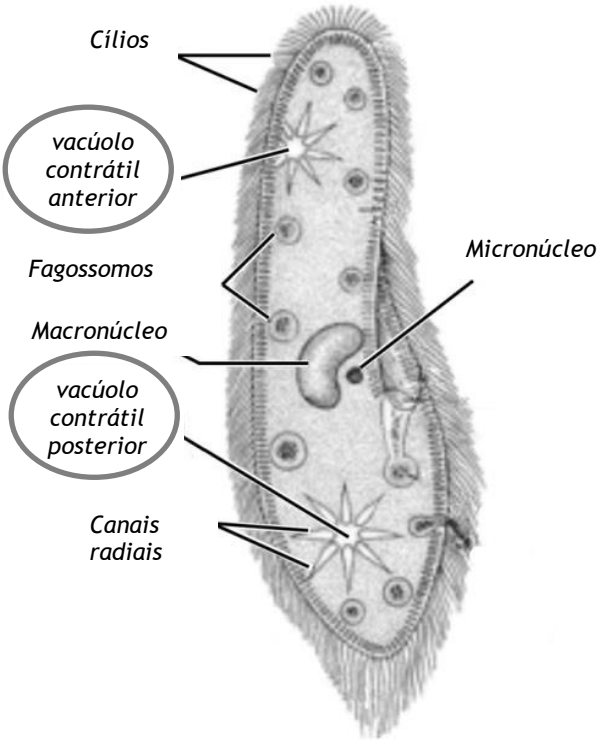

Figura 1 *– Desenho esquemático da célula de um Paramecium com vacúolos contráteis e algumas outras organelas celulares indicadas.*

Neste experimento, você vai investigar a frequência de contração do vacúolo contrátil anterior (isto é, da "frente" da célula) do *Paramecium caudatum* em meios com duas concentrações de sal diferentes.

- **Leia o protocolo e responda à questão 1 no Caderno de Respostas.**

Protocolo

Investigação da frequência de contração do vacúolo contrátil anterior

Para ser capaz de investigar a frequência de contração do vacúolo contrátil anterior do *Paramecium*, você deve estudar *Paramecia* vivos no microscópio. Para isto, você preparará suas próprias amostras de microscopia, seguindo estes passos: Primeiro, você irá concentrar os *Paramecia* da infusão de palha (seção **A**). Então, você preparará uma amostra de microscopia da cultura concentrada de *Paramecium* (seções **B** e **C**). Finalmente, você analisará os *Paramecia* no microscópio (seção **D**).

ATENÇÃO! É importante que os *Paramecia* nas amostras de microscopia estejam tão frescos quanto possível quando você os analisar. Portanto, realize todas as seções (A, B, C e D) para uma concentração de sal antes de passar para outra concentração de sal.

ATENÇÃO! É possível que alguns *Paramecia* não sobrevivam à preparação da amostra de microscopia. Não analise os *Paramecia* que não estiverem saudáveis (inchados ou murchos ou com vesículas protuberantes), que não apresentem nenhum movimento ou cujos vacúolos contraiam menos que uma vez por minuto. Caso sua amostra não contenha *Paramecia* saudáveis o suficiente, você deve fazer uma nova amostra. Você pode usar mais que uma gotícula para as suas observações.

Materiais

- Um frasco de Erlenmeyer de 50 mL com água
- Um tubo plástico de 15 mL rotulado com '**P—**', contendo uma cultura de *Paramecium* em infusão de palha *sem nenhum aditivo*
- Um tubo plástico de 15 mL rotulado com '**P+**', contendo uma cultura de *Paramecium com cloreto de sódio adicionado para aumentar a concentração salina de 0,03 mol/L*
- Uma estante para tubos de 15 mL
- Um tubo de microcentrífuga vazio de 1,5 mL rotulado com '**P—**' e o número do grupo
- Um tubo de microcentrífuga vazio de 1,5 mL rotulado com '**P+**' e o número do grupo
- Um tubo de microcentrífuga vazio de 1,5 mL rotulado com '**•**'
- Três tubos reservas de microcentrífuga
- Uma micropipeta P1000 com ponteiras de pipeta azuis
- Uma micropipeta P20 com ponteiras de pipeta amarelas
- Uma microcentrífuga, em um lado do laboratório, controlada por um supervisor
- Um tubo plástico de 15 mL rotulado com '**G—**', contendo gel de metilcelulose *sem nenhum aditivo*
- Um tubo plástico de 15 mL rotulado com '**G+**', contendo gel de metilcelulose com cloreto de sódio adicionado com uma concentração de *0,03 mol/L*
- Uma estante de microcentrífuga
- Lâminas de microscópio
- Lamínulas de microscópio
- Um microscópio
- Um cronômetro
- Uma pequena lixeira
- Agulha de dissecção

Procedimento Experimental

A. Concentrando *Paramecia*

1. Use uma micropipeta P1000 para transferir 1,5 mL de água para o tubo de microcentrífuga rotulado com '•'. Feche de modo a vedar completamente o tubo com a tampa anexada.
2. Use uma micropipeta P1000 para transferir 1,5 mL da cultura de *Paramecium* a partir do tubo de 15 mL rotulado com '**P—**' para o tubo de microcentrífuga de 1,5 mL com o mesm rótulo. Feche de modo a vedar completamente o tubo com a tampa anexada.
3. Passe para um supervisor centrifugar o tubo de microcentrífuga rotulado com '**P—**' e com o número do seu grupo, e o tubo rotulado com '•' por 3 minutos a 3000 rpm. O tubo rotulado com '•' é utilizado como contrapeso.
4. Pegue os tubos centrifugados. Os *Paramecia* estão agora no denominado "corpo de fundo", no fundo do tubo com o número do seu grupo, ligeiramente mais próximo do lado do tubo ao qual a tampa está presa (veja Figura 2).

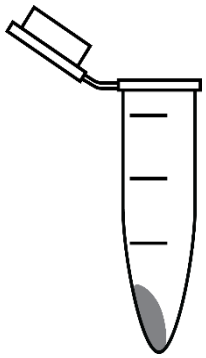

Figura 2 *– Desenho esquemático de um tubo de microcentrífuga com um corpo de fundo (área cinza).*

5. Ajuste a micropipeta P1000 para 1 mL e, *imediatamente* após a centrifugação, extraia 1 mL do líquido sobrenadante (líquido acima do corpo de fundo) do tubo de microcentrífuga. Tome cuidado para NÃO coletar o corpo de fundo; logo, NÃO coloque a ponta da pipeta no fundo do tubo! Descarte este 1 mL de sobrenadante em uma pia.
6. Feche o tubo e dê alguns toques com o dedo firmemente na parte de baixo do tubo, de modo a deixar os *Paramecia* novamente em suspensão. Depois disso, certifique-se de que todo o líquido esteja no fundo do tubo de novo.
7. Agora você tem 0,5 mL de suspensão concentrada de *Paramecium*. Sempre que for utilizar esta suspensão para preparar a amostra de microscopia, **primeiro dê toques com seu dedo de modo a deixá-la homogênea.**

B Preparando a amostra de microscopia para avaliação do supervisor

1. Ajuste sua micropipeta P20 para 5 µL e mantenha-a assim. Use esta micropipeta para colocar 4 gotículas de 5 µL de suspensão concentrada de *Paramecium* em uma lâmina de microscópio, como mostrado na Figura 3.
2. Coloque a lâmina de microscópio com as gotículas na platina (mesa) do microscópio.
3. Use o procedimento correto para ampliar a amostra 40x (10x com a lente ocular e 4x com a objetiva) e certifique-se de que há um *Paramecium* com foco adequado.

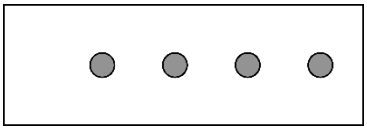

Figura 3 *– desenho esquemático de uma lâmina de microscópio com 4 gotículas.*

4. *Levante a mão para chamar um supervisor. Ele(a) vai inspecionar sua amostra e atribuir os pontos na* ***questão 2****, dependendo da sua preparação.*
5. Após a inspeção da sua amostra, **leia a questão 3 no Caderno de Respostas**, mas não a responda até realizar a seção D. Amplie a amostra 100x e observe os *Paramecia*.

C. Preparando a amostra de microscopia para análise

1. Use a micropipeta P20 para colocar um total de 25 µL de gel de metilcelulose do tubo rotulado com **'G—'** no meio da lâmina de microscópio. ATENÇÃO: mova *devagar* o êmbulo da pipeta para evitar bolhas na ponta.
2. Agora, use novamente a micropipeta P20 para coletar 5 µL da suspensão de *Paramecium* e cuidadosamente depositar esse material na gotícula de gel na lâmina de microscópio.
3. Use a agulha de dissecção para misturar cuidadosamente, mas integralmente, os *Paramecia* com o gel. Tente evitar que a gotícula se espalhe pela lâmina e tente evitar a formação de bolhas de ar.
4. Cuidadosamente posicione uma lamínula de microscópio na gotícula do gel, mas NÃO a pressione! A sua amostra de microscopia agora está pronta para uso.

D Observando *Paramecia*

1. Coloque a lâmina de microscópio com a amostra na platina (mesa) do microscópio.
2. Utilize o procedimento correto para ampliar a amostra 100x.
3. Observe atentamente os *Paramecia*.

➢ **Responda à questão 3**.

Os *Paramecia* tem dois vacúolos contráteis, sendo um na frente (o vacúolo contrátil anterior) e um na parte de trás (o posterior) das células (veja Figura 1). Ao longo de todo o experimento, observe os vacúolos contráteis *anteriores*.

4. Observe seis contrações consecutivas do vacúolo anterior de um *Paramecium*. Anote o tempo total entre a contração 1 e a contração 6 na **Tabela A2 na questão 4** no seu Caderno de Respostas. Repita isso para mais oito *Paramecia*.

Repita os procedimentos das seções A, C e D para a cultura de *Paramecium* com a maior concentração, rotulada com **'P+'**. Você NÃO precisa ter suas amostras inspecionadas, isto é, você deve pular toda a seção B. Na seção C, use o gel de metilcelulose rotulado com **'G+'** ao invés do gel **'G—'**.

Responda às questões 5-12.

Química – Determinação da concentração de uma solução de cloreto de sódio utilizando o Método de Fajans por titulação

Introdução

A água do mar contém aproximadamente 35 g de sais por litro, sendo que a maior parte destes é o cloreto de sódio. Pela diferença de concentração de sal entre água do mar e água doce, a energia elétrica pode ser gerada usando técnicas chamadas de "energia azul".

Titulação por pesagem

Para determinar a concentração de cloreto da água, uma técnica chamada de *titulação por pesagem* pode ser empregada.

Numa titulação 'normal' (volumétrica), uma solução de uma substância X com uma concentração desconhecida é pipetada para um frasco de Erlenmeyer. Um indicador é adicionado e a solução de X no frasco Erlenmeyer é *titulada* com uma segunda solução de reagente com concentração conhecida através da lenta adição da solução por uma bureta. Quando o indicador muda sua coloração, o ponto final da titulação é alcançado e a concentração da substância X pode ser calculada a partir do volume da solução X, do volume da solução reagente que foi adicionada, da concentração da solução reagente e da proporção em que as substâncias reagem entre si.

Numa *titulação por pesagem*, tanto a solução de X quanto a solução reagente estão contidas em seringas. Ambas as seringas são pesadas antes da titulação iniciar. Então, uma certa quantidade da solução de X é transferida da seringa para um frasco de Erlenmeyer. Um indicador é adicionado e a solução de X no frasco de Erlenmeyer é *titulada* com a segunda solução de concentração conhecida através da lenta adição dessa solução a partir da segunda seringa. Quando o indicador muda de coloração, o ponto final da titulação é alcançado e ambas as seringas são pesadas novamente. A concentração da substância X pode ser calculada a partir das densidades de ambas as soluções, das massas das soluções que foram transferidas para o frasco de Erlenmeyer, da concentração de solução reagente e da proporção em que as substâncias reagem entre si.

Sobretudo, numa titulação de pesagem, é muito fácil de corrigir a adição de maior quantidade de solução reagente ('ultrapassando o ponto final') adicionando uma pequena quantidade da solução de X novamente até que o indicador tenha recuperado sua cor original e então titulando a solução novamente com a solução reagente. Ambas as seringas são somente pesadas quando o ponto final tiver sido alcançado precisamente.

O experimento

Neste experimento, você usará o Método de Fajans por titulação de precipitação para determinar a concentração de uma solução de cloreto de sódio (NaCl). O Método de Fajans envolve a titulação de solução de cloreto de sódio com uma solução de nitrato de prata ($AgNO_3$), resultando em um precipitado branco de acordo com a seguinte equação:

$$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \longrightarrow AgCl(s)$$

É adicionado um pouco de dextrina (um tipo de amido) para evitar que o precipitado coagule excessivamente. Diclorofluoresceína funciona como o indicador. Ela muda de amarelo para rosa quando o ponto de viragem é atingido.

Materiais

ATENÇÃO! As quantidades de materiais fornecidos e detalhados nesta lista, são mais do que suficientes para executar os experimentos completamente. Você terá a sua disposição qualquer material extra em caso de algum derramamento, quebra ou desperdício de material, mas isto custará (para a equipe) **um ponto dos treze totais** referentes a este experimento. A única exceção é a água deionizada, que você pode usar sem penalização na nota. Basta entregar a garrafa vazia para um supervisor que ele providenciará uma cheia.

- Um frasco de Erlenmeyer de 250 mL ou 300 mL
- Dois béqueres de 50 mL
- Duas seringas plásticas de 20 mL
- Duas agulhas sem corte para as seringas
- Uma espátula pequena
- Uma micropipeta P1000
- Uma estante para pipeta
- Duas pontas azuis de micropipetas
- Papel toalha
- Um recipiente de descarte com o rótulo 'Waste'
- Uma caneta de marcação permanente
- Luvas descartáveis (disponíveis nas caixas no centro do laboratório)
- Uma cobertura de papelão para a mesa
- Uma garrafa plástica, rotulada 'NaCl', contendo 100 mL de uma solução de cloreto de sódio de concentração desconhecida
- Uma garrafa plástica preta, rotulada '$AgNO_3$', contendo 75 mL de uma solução de nitrato de prata **20,00 g/L**
- Um tubo de centrífuga de 15 mL, rotulado 'DCF', contendo uma solução de 1 mg/mL de diclorofluoresceína em etanol 96%
- Uma prateleira para tubo de centrífuga
- Uma pisseta com água deionizada
- Um frasco de vidro tampado, rotulado 'Dextrin', cheio de dextrina
- Dois frascos de vidro de 10 mL
- Uma balança de precisão (compartilhado entre duas equipes)
- Uma pipeta plástica descartável (pipeta de Pasteur) de 1,0 mL com escala (veja a Figura 1 abaixo)

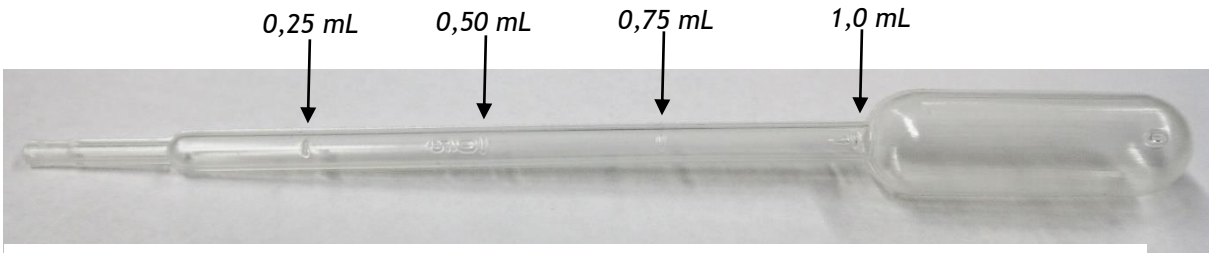

***Figura 1** – Uma pipeta plástica descartável com escalas indicadas pelas setas.*

Dados

Na Tabela 1 abaixo, você pode encontrar as massas atômicas padrão de alguns elementos:

Tabela 1 – *Massas atômicas padrão de alguns elementos*

Elemento	Massas atômicas padrão
N	14,01
O	16,00
Na	22,99
Cl	35,45
Ag	107,87

Precauções de Segurança

ATENÇÃO! Você é obrigado a usar luvas durante todo o experimento. Apesar das soluções usadas serem inofensivas, se derramar solução de nitrato de prata na pele aparecerão manchas marrons. O mesmo cuidado vale para a roupa, a mesa e o chão, logo tente evitar o derramamento da solução. Se você derramar acidentalmente algo, seque todas as gotas imediatamente com papel toalha.

- Antes de usar as soluções de NaCl e $AgNO_3$ coloque-as em um béquer.
- Não se preocupe em retirar as bolhas de ar de dentro das seringas.

A. Determinação das densidades das soluções

Use a balança, a micropipeta (e **ponteiras!**) e os frascos de vidro para determinar as densidades das soluções de cloreto de sódio e nitrato de prata. Certifique-se de ter obtido valores muito precisos para as densidades das soluções! **Escreva as suas medidas, cálculos e respostas no Caderno de Respostas.**

B. Uma titulação teste

Objetivos

A titulação teste tem dois objetivos:

- Estimar o volume aproximado de solução de nitrato de prata a ser adicionado em uma certa quantidade de solução de cloreto de sódio para se atingir o ponto final.
- Observar a mudança de coloração do indicador no ponto final. Note que a cor amarela da solução gradualmente se torna alaranjada; este NÃO é o ponto final da titulação. O ponto final é atingido assim (isto é, com a adição de apenas uma gota) que a cor amarelo-laranja da suspensão se tornar claramente rosa e também permanecer rosa após agitação completa do conteúdo do Erlenmeyer.

Procedimento

1. Coloque uma agulha sem ponta em uma seringa.
2. Preencha a seringa com a solução de cloreto de sódio até a marca de **15** mL.
3. Seque qualquer líquido que estiver aderido do lado de fora da seringa e da agulha, incluindo da ponta da agulha. Não se preocupe com a bolha de ar no interior da seringa.
4. Cuidadosamente esvazie o conteúdo da seringa em um Erlenmeyer de 250 ou de 300mL.
5. Adicione aproximadamente 85mL de água deionizada ao Erlenmeyer.
6. Adicione três espátulas cheias de dextrina ao Erlenmeyer. Agite o frasco para suspender a dextrina.
7. Use a pipeta descartável para adicionar aproximadamente 0,5mL de solução de diclorofluoresceína ao Erlenmeyer.
8. Coloque uma segunda agulha sem ponta em uma outra seringa.
9. Preencha a seringa com a solução de nitrato de prata até a marca de **20** mL.
10. Seque qualquer líquido que estiver aderido do lado de fora da seringa e da agulha, incluindo da ponta da agulha.
11. Agora, titule a solução de cloreto de sódio com a solução de nitrato de prata, adicionando a solução de nitrato de prata à solução de cloreto de sódio dentro do frasco de Erlenmeyer, enquanto agita o conteúdo do frasco constantemente ou intermitentemente. Continue adicionando a solução de nitrato de prata até atingir o ponto final.
12. Leia o volume remanescente da solução de nitrato de prata dentro da seringa e calcule o volume de nitrato de prata que você adicionou.
13. Se você quiser, você pode praticar um pouco, adicionando de novo algumas gotas de cloreto de sódio, seguido de algumas gotas de solução de nitrato de prata, para você entender o princípio da titulação por pesagem.
14. Quando você tiver terminado, derrame a suspensão no Erlenmeyer dentro do frasco de descarte. Enxágue minunciosamente o Erlenmeyer três vezes com água deionizada. Também derrame a água da lavagem no frasco de descarte.

C. Titulações precisas

ATENÇÃO! Para titular precisamente a solução de cloreto de sódio, é importante que você adicione a solução do indicador **apenas imediatamente antes** de se atingir o ponto final da titulação.

Procedimento

1. Preencha a primeira seringa com a solução de cloreto de sódio até a marca de **20 mL**.
2. Seque qualquer líquido que estiver aderido do lado de fora da seringa e da agulha, incluindo da ponta da agulha.
3. Pese a seringa, com a ponta virada para cima, com a solução. **Anote a massa inicial no Caderno de Respostas.**
4. Cuidadosamente esvazie a seringa **até a marca de 5mL** no Erlenmeyer. Portanto, elimine apenas cerca de 15 mL da seringa; é importante que um pouco de solução de cloreto de sódio permaneça na seringa!
5. Adicione cerca de 85 mL de água deionizada ao Erlenmeyer.
6. Adicione três espátulas cheias de dextrina ao Erlenmeyer. Agite o frasco para suspender a dextrina.
7. Preencha a segunda seringa com a solução de nitrato de prata até a marca de **20** mL.
8. Seque qualquer líquido que estiver aderido do lado de fora da seringa, incluindo da ponta.
9. Pese a seringa com a solução. **Anote a massa inicial no Caderno de Respostas.**
10. Agora, titule a solução de cloreto de sódio com a solução de nitrato de prata até que você esteja a cerca de 1 mL do ponto final.
11. Use a pipeta descartável para adicionar 0,5 mL da solução de diclorofluoresceína ao Erlenmeyer.
12. Complete a titulação.
13. Quando você estiver convencido que atingiu exatamente o ponto final, pese ambas as seringas e **anote os valores das suas massas finais no Caderno de Respostas.**
14. Quando você tiver terminado, derrame a suspensão no Erlenmeyer dentro do frasco de descarte. Enxágue minuciosamente o Erlenmeyer três vezes com água deionizada. Também derrame a água da lavagem no frasco de descarte.

Repita a titulação precisa duas vezes (três titulações precisas no total). **Então responda às questões no Caderno de Respostas.**

Física - Energia azul

Introdução

Em 1932, na Holanda, foi construído um dique que represou o antigo Mar do Sul do Mar de Wadden (Figura 1). Esse dique, chamado de dique de fechamento, fez com que o antigo mar salgado se tornasse o lago IJssel, de água doce, com o nome do rio IJssel que o alimenta. Para regular o nível de água no lago, a água é drenada através do dique de fechamento no Mar de Wadden na maré baixa.

Figura 1 *– O lago IJssel com o dique de fechamento ao norte. Os contornos do antigo mar do sul são indicados pela linha em negrito.*

A partir da diferença nas concentrações de sal entre água do mar e água doce (*fresh water*), pode-se gerar energia elétrica. O nome dado a energia elétrica gerada pelas diferenças na concentração de sal é "energia azul". Uma das formas de gerar energia elétrica nessas usinas é denominada "Eletro Diálise Reversa", da sigla em inglês RED ('Reverse ElectroDialysis'). Em tal usina, água salgada e doce são fisicamente separadas por membranas que permitem que íons carregados positivamente ou íons carregados negativamente passem. Devido a diferença de concentração, os íons da água salgada migram para água doce. Este transporte de carga pode ser usado para gerar eletricidade. A energia azul é uma fonte renovável de energia que não resulta na produção de gases de efeito estufa, como CO_2, NO_x e SO_x.

Objetivos e montagem experimental

Você usará duas montagens experimentais para gerar resultados que você pode usar para estimar a quantidade máxima de energia, que pode ser gerada a partir da diferença na concentração de sal em uma usina de energia azul. O experimento completo consiste em três partes:

A. **Montagem A: Célula de concentração.**
   Você usará essa montagem para medir a tensão elétrica (= diferença de potencial elétrico) entre soluções com sal de diferentes concentrações.
B. **Montagem B: Condutividade.**
   Você usará essa montagem para calcular a condutividade elétrica das diferentes soluções com sal.
C. Executando um serie de cálculos.

Folha de equações

Lei de Ohm:	$\Delta V = I \cdot R$
Condutância elétrica:	$G = \frac{1}{R}$; unidade em siemens: $[G] = \mathrm{S} = \Omega^{-1}$
Condutividade elétrica especifica:	$\sigma = G\frac{l}{A}$
Potência elétrica:	$P = \Delta V \cdot I$
Comprimento da circunferência:	$2\pi r$
Área do círculo:	πr^2

A. Medindo diferenças de potencial usando a célula de concentração

Objetivos do experimento

1. Medir a diferença de potencial entre a solução **X0** e as soluções de **X1** até **X4.**
2. Determinar a concentração da solução **X0**.

O experimento

Montagem

Uma fotografia da montagem experimental é fornecida na figura 2 (situação inicial).

Materiais

- Dois béqueres de 100 mL (indicados por A na figura 2)
- Um suporte com prendedores
- Uma ponte salina (B)
- Dois eletrodos de prata/cloreto de prata (C)
- Um suporte de plástico para a ponte salina e os eletrodos (D)
- Um multímetro digital
- Um fio elétrico vermelho
- Um fio elétrico preto
- Um frasco de 250 mL rotulado com **X0**, contendo uma solução com sal de concentação desconhecida
- Quatro frascos de 250 mL rotulados de **X1** até **X4**, contendo diferentes soluções de sal com concentrações conhecidas. (Nota: você também irá precisar destes frascos no experimento B)
- Uma lista de concentrações é fornecida no kit experimental
- Papel toalha

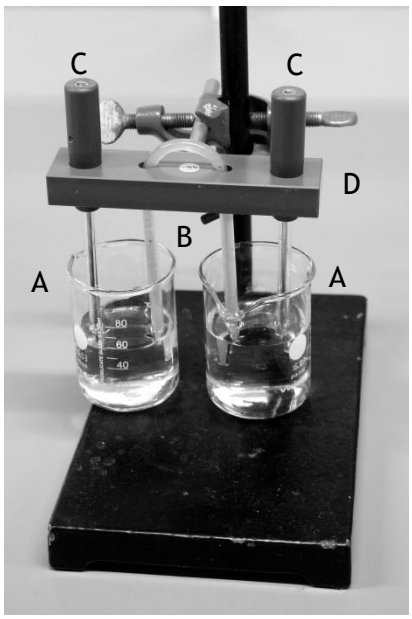

Figura 2 *– Montagem experimental, situação inicial.*

Atenção!
Tenha cuidado ao usar os eletrodos! Sempre guarde-os com os seus fios em uma solução de sal exceto quando for mudar as soluções . Não os lave com água deionizada.
NÃO use a posição Ω do interruptor do multímetro. Os eletrodos de cloreto de prata serão gravemente danificados e, assim, ficarão sem utilidade.
Se o multímetro emitir um sinal sonoro pressione o botão RANGE para evitar que seja desligado. Se desligou, gire a chave seletora para OFF , em seguida volte para mV≅.
Caso tenha algum problema com os multímetros, por favor comunique ao assistente de laboratório.

Realizando o experimento

No início do experimento, a montagem experimental está descrita na figura 2 . A ponte salina e os eletrodos são ambos submersos em uma solução com sal **X0**. Durante o experimento, o conteúdo do béquer da esquerda é substituído pelas soluções de **X1** até X**4**; o béquer da direita permanece preenchido com a solução **X0**.

1. Ajuste o seletor do multímetro mV≅ e pressione o botão azul para selecionar corrente continua (do inglês DC).
2. Conecte cuidadosamente o eletrodo direito com o fio elétrico vermelho na entrada $V\Omega$ do multímetro e o eletrodo esquerdo com o fio elétrico preto na entrada COM do multímetro.
3. Aguarde até o multímetro indicar uma tensão constante. Anote a tensão na tabela A1 no Caderno de Respostas (Nota: a tensão pode ter um valor positivo ou negativo). *Se a tensão for superior a 3mV (ou menor que -3mV), peça ao assistente do laboratório um novo conjunto de eletrodos!*
4. Levante a braçadeira com o suporte de modo que a ponte salina e os eletrodos sejam removidos das soluções. Esvazie o béquer da esquerda na pia. Seque cuidadosamente o interior do béquer com o papel toalha.
5. Despeje aproximadamente 80mL da solução **X1** no béquer e coloque novamente na base do suporte.
6. Abaixe a braçadeira com suporte de modo que a ponte salina e os eletrodos se encaixem adequadamente nas soluções novamente.
7. Aguarde a tensão se estabilizar (no máximo 5 min), você pode mexer suavemente os béqueres durante este período. Anote a tensão na tabela A1 no Caderno de Respostas.
8. Repita os passos 4 até 7 para as soluções **X2**, **X3** e **X4**.
9. Quando terminar, deixe o conjunto com eletrodos e ponte salina pendurados nas soluções, desconecte os fios elétricos e desligue os multímetros. Peça ao assistente do laboratório para guardar os eletrodos e a ponte salina. Se você necessitar dos eletrodos novamente, você pode pedir por eles.

- **Responda às questoes de 1 até 5 no Caderno de Respostas.**

B. Medindo a condutância elétrica das soluções

Objetivos do experimento

- Medir a condutância elétrica das soluções **X0** e **X1** até **X4**.
- Determinar a concentração de **X0**.
- Determinar a condutividade elétrica especifica de **X0** e **X1** até **X4**.

O experimento

Materiais

- Dois béqueres de 100mL
- Um conjunto de dois eletrodos banhados a ouro (parte A na figura 3)
- Fonte de alimentação AC (B) (sem cabos)
- Dois multímetros digitais (C)
- Quatro frascos de 250mL rotulados de **X1** até **X4**, contendo soluções com sal de diferentes concentrações (são os mesmos frascos usados na parte A)
- Um frasco com 250mL rotulado com **X0** contendo uma solução com sal de concentração desconhecida
- Papel toalha
- Um conjunto de placas (dentro do seu estojo)
- Quatro fios elétricos (vermelho, preto, 2X azul) (D) e dois fios de um multímetro (vermelho, preto) (E)
- Um suporte com prendedores

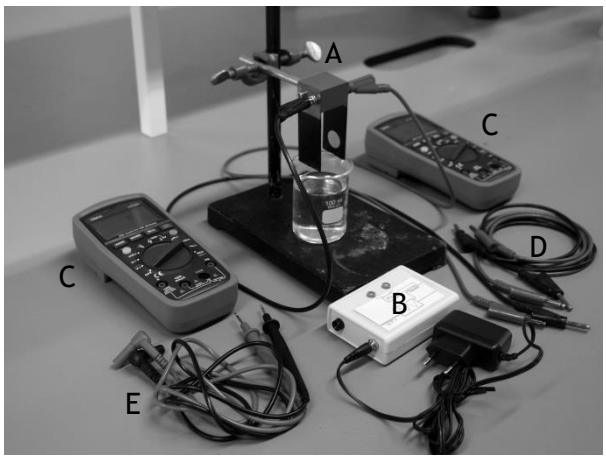

Figura 3: *Materiais para montagem do experimento.*

Montagem

Neste experimento, a condutância elétrica das soluções com sal serão determinadas com os materiais descritos na figura 3. Um conjunto de eletrodos banhados a ouro são totalmente submersos em um béquer contendo a solução com sal. Os eletrodos devem ser conectados a uma fonte de alimentação que fornece uma tensão alternada com alta frequência (1kHz) e baixa tensão. Isso é necessário para evitar a eletrolise da solução com sal. A partir da medida da tensão e da corrente através dos eletrodos, a condutância elétrica pode ser determinada.

Na figura 4 é mostrado um esquema da fonte de alimentação AC representada com um desenho de forma triangular na caixa. Durante o experimento você irá conectar as entradas do lado direito com os eletrodos para efetuar as medições de condutância. Para medir a corrente, a caixa tem uma resistência R_1=10Ω e um amplificador para aumentar a tensão através do resistor em 10 vezes. A saída é medida entre as duas entradas superiores.

Realizando o experimento

1. Despeje 80mL da solução **X0** em ambos os béqueres. O béquer 1 será usado para medições, o béquer 2 para limpeza com **X0** entre as medições.
2. Submerja o conjunto de eletrodos no béquer 1 de modo que as superfícies circulares banhadas a ouro estejam totalmente submersas na solução.
3. Construa o circuito elétrico usando o esquema da figura 4. Certifique-se de que os multímetros estão na configuração mV≅, AC (usando o botão azul para que "AC" apareça na tela) para corrente alternada e conectados às tomadas apropriadas.

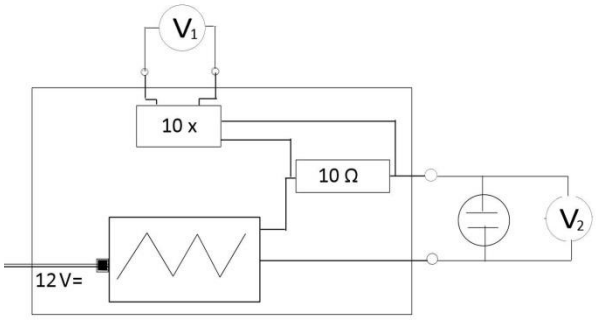

Figura 4 *– esquema da caixa de alimentação. O símbolo* *é usado para os eletrodos.*

Peça a um assistente de laboratório para verificar o seu circuito e ligar a fonte de alimentação.

Deixe o assistente de laboratório assinar o Caderno de Respostas antes de dar prosseguimento ao seu experimento!

4. Agora conecte a fonte de alimentação na tomado da parede e espere um momento até que ambos os multímetros mostrem um valor mais ou menos constante. Se a leitura do multímetro for fora do limite "OL" (do inglês, *out of limit*), altere a faixa com o botão RANGE ou gire a chave seletora para V~. Escreva os valores na tabela B1 na pergunta 7 no Caderno de Respostas e complete com os valores medidos e suas respectivas unidades na primeira linha de cada coluna.
5. Levante os eletrodos do béquer 1 e baixe-os no béquer 2 para a limpeza.
6. Despeje o conteúdo do béquer 1 para o dreno e seque o interior do béquer.
7. Preencha o béquer 1 com a solução **X1**.
8. Retire os eletrodos da braçadeira, remova-os lentamente e coloque-os no béquer 1 do mesmo modo que no passo 2. Faça a leitura do multímetro e escreva na tabela B1 na pergunta 7 no Caderno de Respostas.
9. Repita as medidas (passos 5 até 8) para as soluções restantes **X2**, **X3** e **X4**. Anote as leituras medidas no Caderno de Respostas.
10. Finalmente, remova a fonte de alimentação da tomada da parede. Limpe os béqueres e os eletrodos.

➢ **Responda as perguntas 8 até 10 no Caderno de Respostas**

A condutância que você mediu depende da distância entre os eletrodos e da área da superfície condutora. A condutividade especifica, no entanto, é uma propriedade da solução e não depende da configuração utilizada. A relação entre condutância e condutividade especifica σ é:

$$\sigma = G \cdot \frac{l}{A} \quad \text{a unidade de} \quad [\sigma] = \mathrm{S/m}.$$

Nesta equação l é a distância entre os eletrodos e A é a área da superfície condutora dos eletrodos. Na célula que você usou esta é a área circular banhada a ouro.

➢ **Responda às questões 11 e 12 no Caderno de Respostas**

C. Calculando a máxima potência elétrica teórica

Objetivo

- Calcular a máxima potência teórica produzida por uma célula de energia azul RED.

Nas seções anteriores obtivemos informações sobre a tensão que uma célula de concentração pode fornecer e a condutividade elétrica das soluções com sal. Usando esses dados, agora calcularemos a potência elétrica que uma usina de energia azul poderia produzir teoricamente. Na figura 5 o esquema de uma célula de energia azul RED é representado. O arranjo consiste em dois grandes eletrodos planos e uma membrana no meio. Essa membrana tem a mesma função que a ponte salina na montagem A. A água salgada flui de um lado da membrana e a água doce (*fresh water*) do outro lado. Isso cria uma diferença de potencial entre os eletrodos da mesma maneira que na montagem A. Os eletrodos podem ser conectados a uma resistência externa R_{ext} para gerar uma corrente e potência.

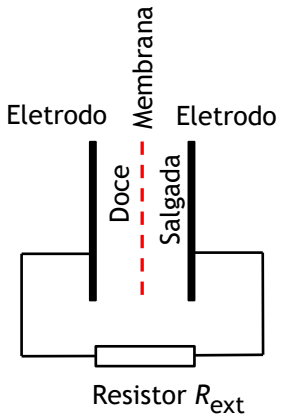

Figura 5 *-Esquema da célula RED de energia azul*

Na próxima parte deste exercício, você vai calcular a potência máxima que uma célula de energia azul pode fornecer com base em suas próprias medidas.

➢ **Responda à pergunta 13 no Caderno de Respostas.**

Para a célula RED a distância entre os eletrodos e a membrana é $2{,}0\mathrm{mm}$ e a área total dos eletrodos é $A = 1{,}0 \times 10^2\ \mathrm{m}^2$.
A resistência interna da célula RED pode ser calculada por :

$$R_{\mathrm{int}} = \frac{1}{G_{\mathrm{doce}}} + \frac{1}{G_{\mathrm{salgada}}}$$

➢ **Responda às perguntas 14 e 15 no Caderno de Respostas.**

Para obter a máxima potência da célula RED, conecte-a a um resistor externo com uma resistência igual à sua resistência interna:

$$R_{\mathrm{ext}} = R_{\mathrm{int}}$$

➢ **Responda às perguntas 16 até 18 no Caderno de Respostas.**