

Oficina de Formação

Utilização e Organização dos Laboratórios Escolares

DGIDC, Parque Escolar, FCTUNL

Coordenação: Prof. Dr. Vítor Teodoro

Actividade Laboratorial

A cor e a composição quantitativa de soluções de iões metálicos

Química 12^o ano



Formanda: Rosa Maria Pais

Escola Secundária José Saramago - Mafra

Julho 2010

Nota prévia

O procedimento proposto, para a execução desta actividade laboratorial, destina-se a alunos familiarizados com a utilização de interfaces automáticas de aquisição de dados, e análise de resultados no computador.

No caso concreto a recolha de dados será realizada com um colorímetro (Vernier®) e o tratamento de resultados com o *software* Logger *Pro*®.



Actividade Laboratorial 1.5

A cor e a composição quantitativa de soluções de iões metálicos

Nome _____ nº _____ Turma _____

O que se pretende

1. Aplicar a lei de Lambert-Beer para determinação da concentração de um ião complexo corado.
2. Traçar uma curva de calibração (absorvância em função da concentração).
3. Determinar a concentração de uma solução-problema a partir da sua absorvância e da recta de calibração.

Verificar significados

3. Escreva, na tabela 1, breves descrições dos seguintes termos:

Termo	Breve descrição
Ião complexo	
Recta de calibração	
Lei de Lambert-Beer	

Tabela 1

Procedimento laboratorial

Para realizar esta actividade escolheu-se o ião complexo $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ representado na figura 1, que apresenta cor verde e absorção máxima a $\lambda = 635 \text{ nm}$.

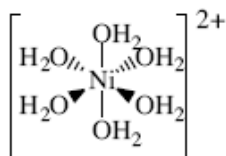


Fig. 1

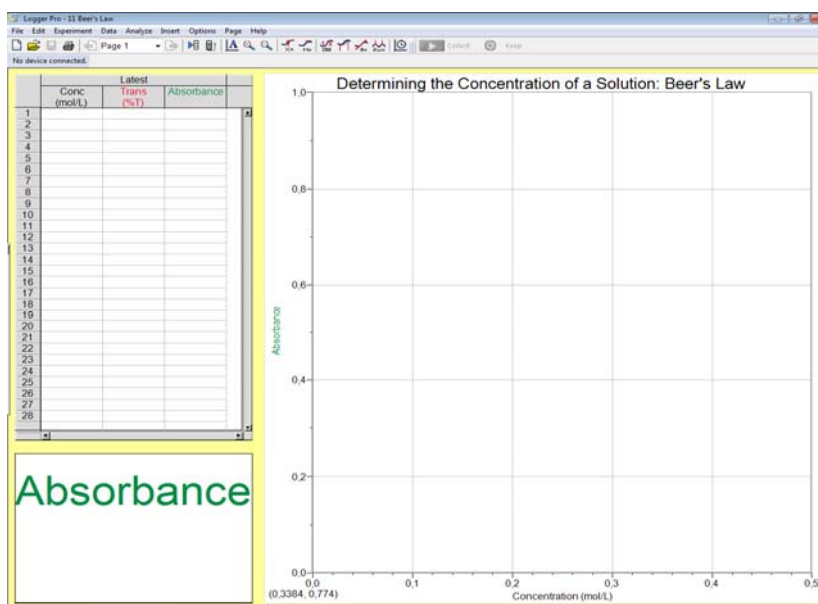
Dispõe de cinco soluções-padrão, preparadas, anteriormente, a partir de uma solução $0,40 \text{ mol/dm}^3$ de sulfato de níquel e uma solução-problema de concentração desconhecida.

Soluções padrão	Concentração (mol/dm^3) Ni^{2+} (aq)
1	0,08
2	0,16
3	0,24
4	0,32
5	0,40



4. Faça uma lista do material a utilizar tendo em conta o procedimento exemplificado nas imagens seguintes (tabela 2):

4.1 Para construir a recta de calibração inicie, no computador, o programa Logger *Pro*® e seleccione o ficheiro 11 - Beer's Law.



4.1 Ligue o colorímetro Vernier® ao computador através do GoLink®. O sensor deve ser reconhecido de imediato. Formate os **eixos** e a **tabela** de acordo com os objectivos da actividade que vai realizar. Guarde o ficheiro com o nome Lei de Beer_Grupo....



4.3 Segure a célula espectrofotométrica pelos lados foscos. Com a ajuda de uma pipeta Pasteur coloque solução-padrão 0,08 mol/dm³ até quase encher a célula. Coloque a tampa.



4.4 Seleccione no colorímetro $\lambda = 635 \text{ nm}$.



4.5 Introduza a célula, no colorímetro, de modo a que a face transparente esteja virada para o trajeto do feixe (figura 2).

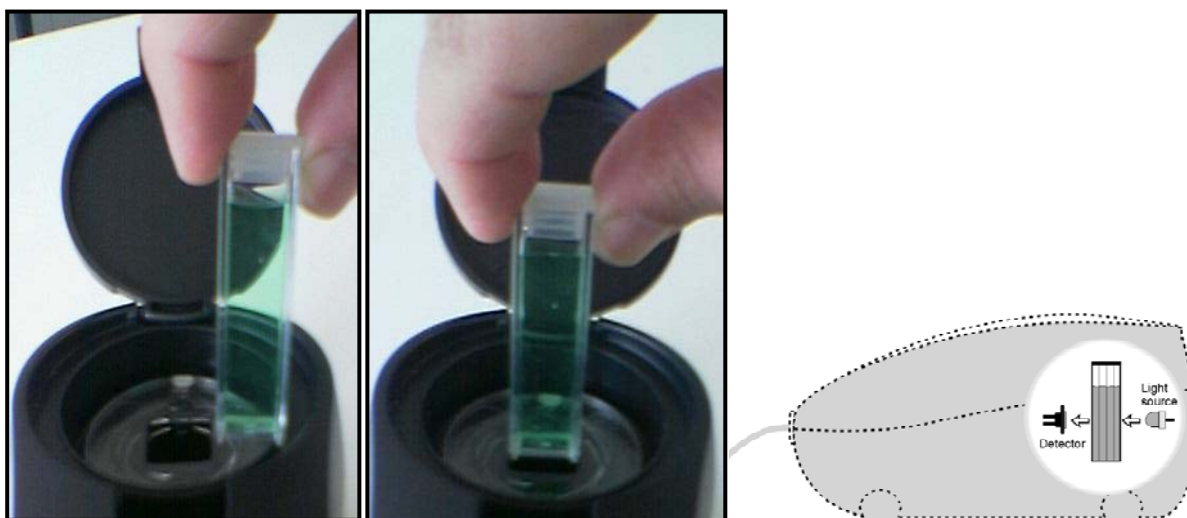
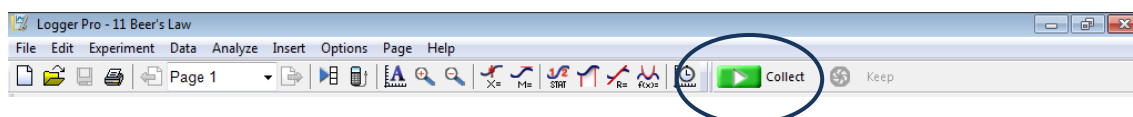
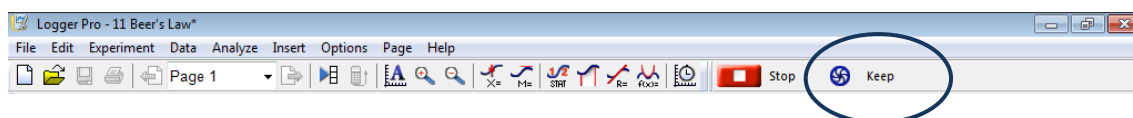


Fig. 2 – Corte lateral do colorímetro¹

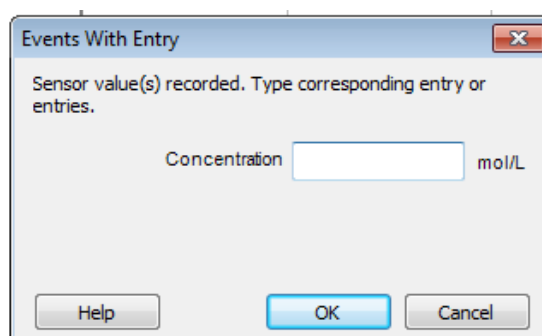
4.6 Feche a tampa do colorímetro e clique em **Collect**.



4.7 Quando o valor de absorvância estabilizar clique em **Keep**.



4.8 Preencha a caixa de diálogo com o valor da concentração solução-padrão e depois clique **OK**.



¹ Fonte: *Advanced Chemistry with Vernier®*. Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law. Disponível em <http://www.vernier.com/cmat/chema.htm>, consultado em 23/7/2010

4.9 Retire a célula e repita o procedimento (4.5, 4.6, 4.7 e 4.8) para as outras soluções-padrão. Use sempre a mesma célula, que deve ser bem lavada, com água desionizada, e seca entre cada medição.



Fig 3 – Lavagem e secagem da célula²


4.10 Termine a recolha de dados, para a construção da recta de calibração, clicando em **Stop**.

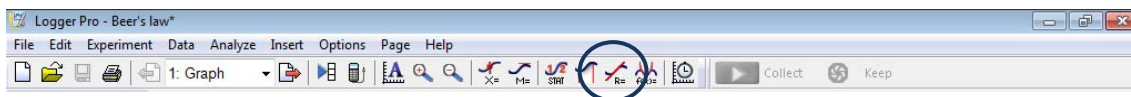


Descrição do material	Quantidade

Tabela 2

² Fonte: <http://www.quimicambiental.com/>

4.11 Para obter a recta de calibração clique no ícone **Linear Regression** .



4.12 Qual é o significado do declive desta recta?

4.13 Determine a absorvância da solução-problema, repetindo os passos 4.5 e 4.6.

Valor da absorvância da solução-problema _____

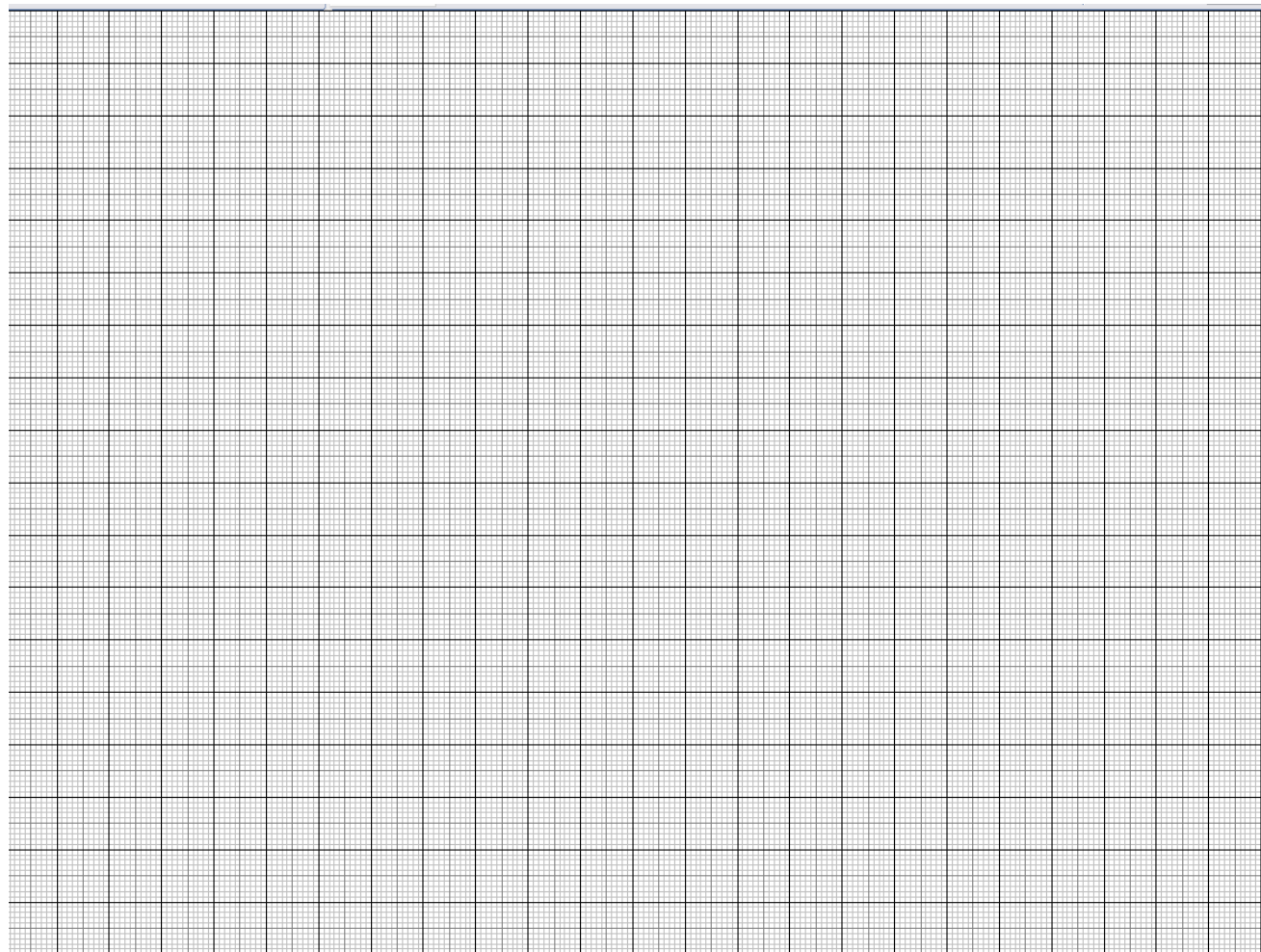
4.14 Utilizando a recta de calibração determine a concentração da solução-problema, de sulfato de níquel.

4.15 Porque usou sempre a mesma célula nas medições de absorvância?

4.16 Registe, na tabela 3, os valores de absorvância obtidos e trace em papel milimétrico (na página seguinte) o gráfico de absorvância em função da concentração da solução. Determine a concentração da solução problema.

Soluções-padrão	Concentração (mol/dm ³) Ni ²⁺ (aq)	Absorvância
1	0,08	
2	0,16	
3	0,24	
4	0,32	
5	0,40	
Solução-problema		

Tabela 3



Pode reproduzir, virtualmente, uma actividade laboratorial semelhante, na simulação *Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law*.

disponível em <http://core.ecu.edu/chem/chemlab/exper13/techniques.htm>

Multimedia **Preparation** for Chemistry 1151 and 1161 Laboratory

● MAIN ● POLICIES ● SAFETY ● PROCEDURES
● EQUIPMENT ● EXPERIMENTS ● CHARTS/TABLES ● INDEX

1. Safety
2. Objectives/Overview
3. Procedures
4. Observations
5. Equipment
6. View Techniques
7. Waste Disposal/Clean-up
8. Conclusions
9. Calculations/Set-Ups
10. Grading Scale
11. Review Prelab Questions
12. Review Postlab Questions

Experiment 13
Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law

OBJECTIVE/SUMMARY

The primary objective of this experiment is to determine the concentration of an unknown nickel (II) sulfate solution. You will be using the Colorimeter shown in Figure 1. In this device, red light from the LED light source will pass through the solution and strike a photocell. The NiSO_4 solution used in this experiment has a deep green color. A higher concentration of the colored solution absorbs more light and transmits less light than a solution of lower concentration. The computer-interfaced colorimeter monitors the light received by the photocell as either an absorbance or a percent transmittance value.




Figure 1




Figure 2

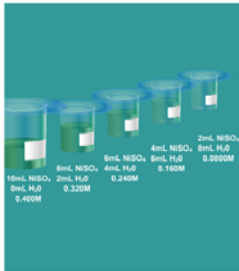
Multimedia **Preparation** for Chemistry 1151 and 1161 Laboratory

● MAIN ● POLICIES ● SAFETY ● PROCEDURES
● EQUIPMENT ● EXPERIMENTS ● CHARTS/TABLES ● INDEX

1. Safety
2. Objectives/Overview
3. Procedures
4. Observations
5. Equipment
6. View Techniques
7. Waste Disposal/Clean-up
8. Conclusions
9. Calculations/Set-Ups
10. Grading Scale
11. Review Prelab Questions
12. Review Postlab Questions

Experiment 13
Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law

TITLE



15mL NiSO_4 , 0.400M
10mL H_2O , 0.400M
8mL NiSO_4 , 0.320M
2mL H_2O , 0.320M
6mL NiSO_4 , 0.240M
4mL H_2O , 0.240M
4mL NiSO_4 , 0.160M
6mL H_2O , 0.160M
2mL NiSO_4 , 0.0800M
8mL H_2O , 0.0800M

Prepare Solutions
Keep the remaining 0.400M NiSO_4 in the 100mL beaker to use in the 5th trial.
Approximate volumes and concentrations for the trials are shown left. Actual values of volume should be recorded on the data sheet. These will then be used to calculate actual concentrations.

Press forward to continue.

A cor e a composição quantitativa de soluções de iões metálicos

O que se pretende³

1. Aplicar a lei de Lambert-Beer para determinação da concentração de um ião complexo corado.
2. Traçar uma curva de calibração (absorvância em função da concentração).
3. Determinar a concentração de uma solução-problema a partir da sua absorvância e da recta de calibração.

Verificar significados

3. Escreva, na tabela 1, breves descrições dos seguintes termos:

Termo	Breve descrição
Ião complexo	Um ião que contém um átomo central ao qual se ligam outros átomos ou moléculas, os ligandos. Na maior parte dos casos esse átomo central é um elemento metálico.
Recta de calibração	Recta obtida a partir do gráfico da absorvância em função da concentração de um conjunto de soluções-padrão da espécie em estudo.
Lei de Lambert-Beer	Estabelece a proporcionalidade entre a absorvância A , de uma solução e a sua concentração, c : $A = \epsilon l c$ c - concentração da solução (moles/dm ³) l - percurso óptico ou espessura da solução (cm) ϵ - absorvidade molar. Valor característico da solução.

Tabela 1

³ Parte dos objectivos de aprendizagem da AL 1.5 - A cor e a composição quantitativa de soluções de iões metálicos, do Programa de Química 12º ano.

Procedimento laboratorial

Para realizar esta actividade escolheu-se o ião complexo $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ representado na figura 1, que apresenta cor verde e absorção máxima a $\lambda = 635 \text{ nm}$.

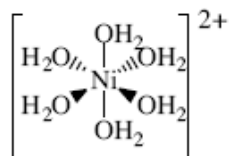


Fig. 1

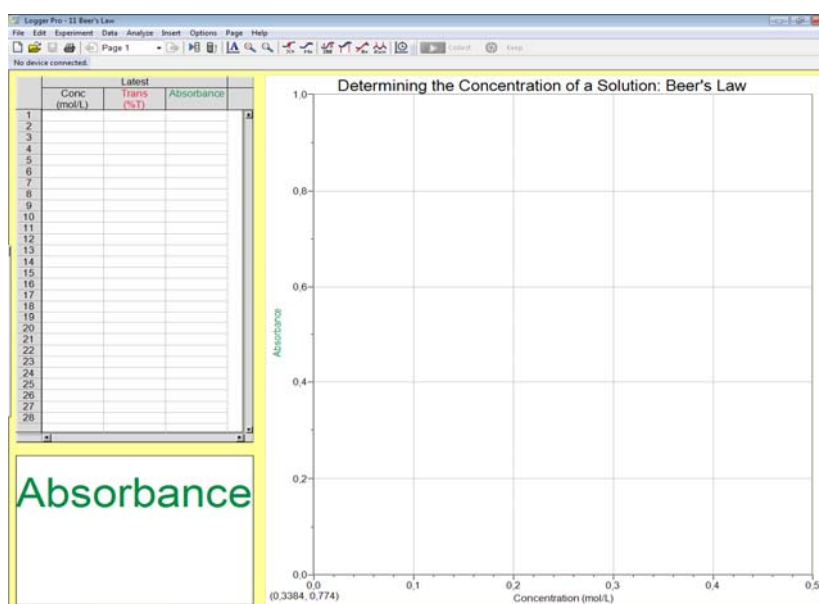
Dispõe de cinco soluções-padrão, preparadas, anteriormente, a partir de uma solução aquosa $0,40 \text{ mol/dm}^3$ de sulfato de níquel e uma solução-problema de concentração desconhecida.

Soluções padrão	Concentração (mol/dm^3) Ni^{2+} (aq)
1	0,08
2	0,16
3	0,24
4	0,32
5	0,40

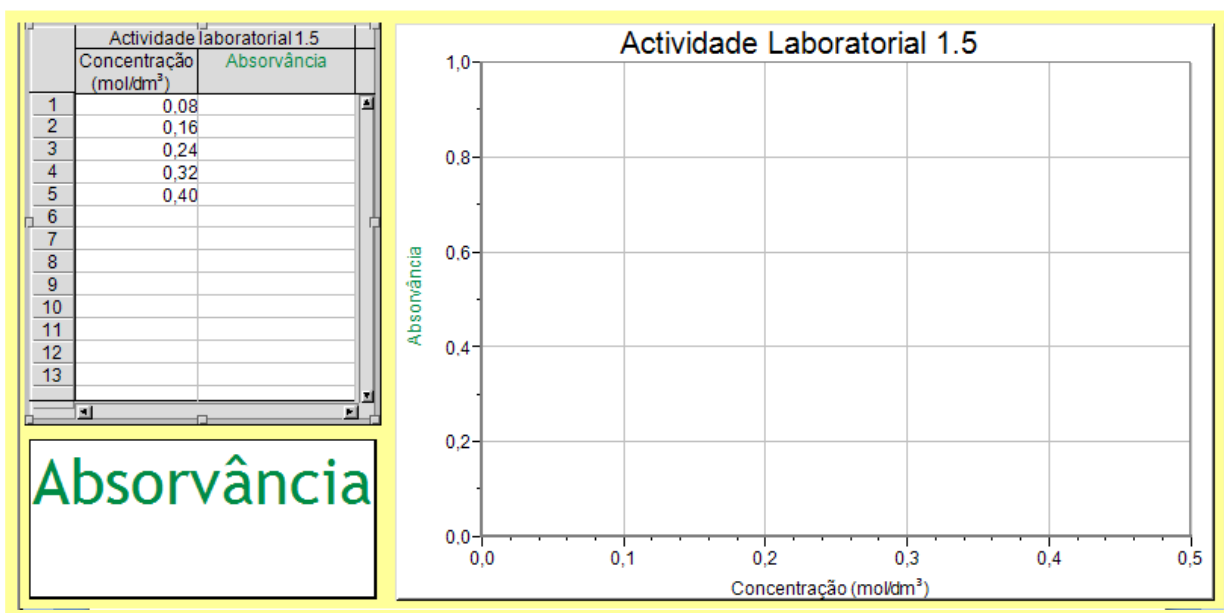


4. Faça uma lista do material a utilizar tendo em conta o procedimento exemplificado nas imagens seguintes (tabela 2):

4.1 Para construir a recta de calibração inicie, no computador, o programa Logger Pro® e seleccione o ficheiro 11 - Beer's Law.



4.1 Ligue o colorímetro Vernier® ao computador através do *GoLink*®. O sensor deve ser reconhecido de imediato. Formate os **eixos** e a **tabela** de acordo com os objectivos da actividade que vai realizar. Guarde o ficheiro com o nome Lei de Beer_Grupo.....



4.3 Segure a célula pelos lados foscos. Com a ajuda de uma pipeta Pasteur coloque solução-padrão 0,08 mol/dm³ até quase encher a célula. Coloque a tampa.



4.4 Seleccione no colorímetro $\lambda = 635 \text{ nm}$.



4.5 Introduza a célula, no colorímetro, de modo a que a face transparente esteja virada para o trajecto do feixe (figura 2).

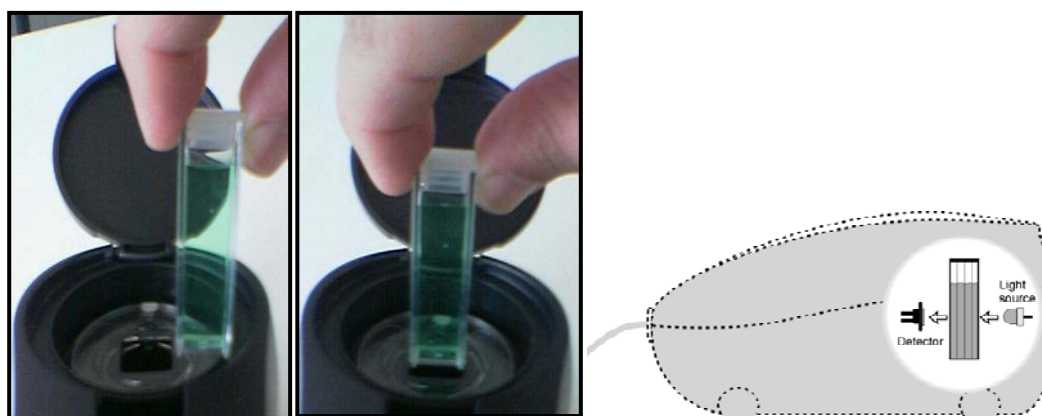
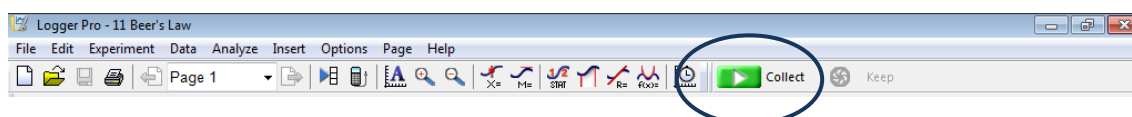
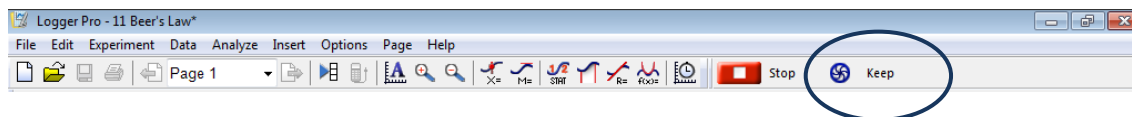


Fig. 2 – Corte lateral do colorímetro⁴

4.6 Feche a tampa do colorímetro e clique em **Collect**.

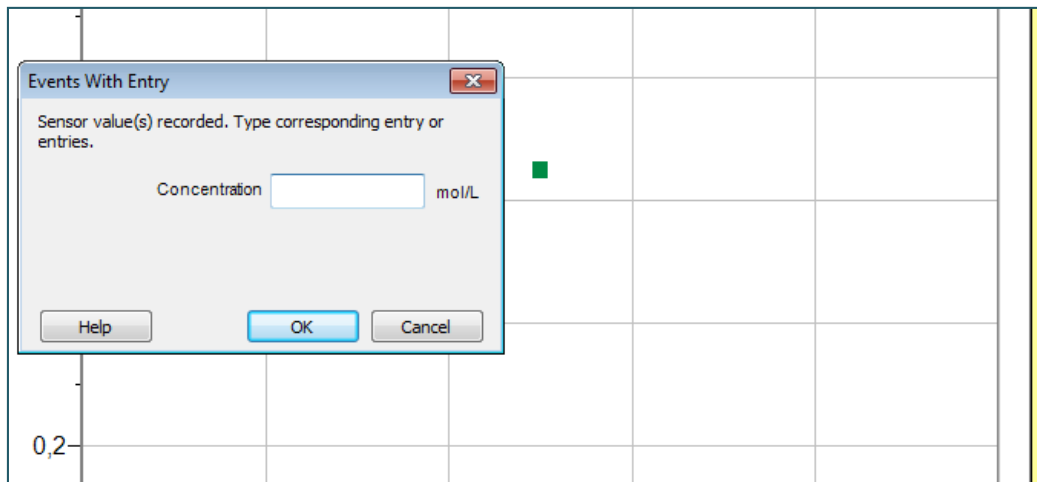


4.7 Quando o valor de absorvância estabilizar clique em **Keep**.



⁴ Fonte: *Advanced Chemistry with Vernier®*. Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law. Disponível em <http://www.vernier.com/cmat/chema.htm>, consultado em 23/7/2010

4.8 Preencha a caixa de diálogo com o valor da concentração solução-padrão e depois clique **OK**.



Para cada valor de absorvância, registado pelo *software*, surge um ponto no gráfico e uma caixa de diálogo para inserir o valor da concentração.


4.9 Retire a célula e repita o procedimento (4.5, 4.6, 4.7 e 4.8) para as outras soluções-padrão. Use sempre a mesma célula, que deve ser lavada e seca entre cada medição.

4.10 Termine a recolha de dados, para a construção da recta de calibração, clicando em **Stop**.



Descrição do material	Quantidade
Computador com <i>software</i> Logger Pro®	1
Sensor colorímetro Vernier®	1
Cabo ligação ao computador (GoLink®)	1
Células espectrofotométricas do colorímetro	1
Pipeta Pasteur	6
Esguicho de água desionizada	1
Embalagem de papel absorvente	1
Copo de precipitação (para as lavagens)	1

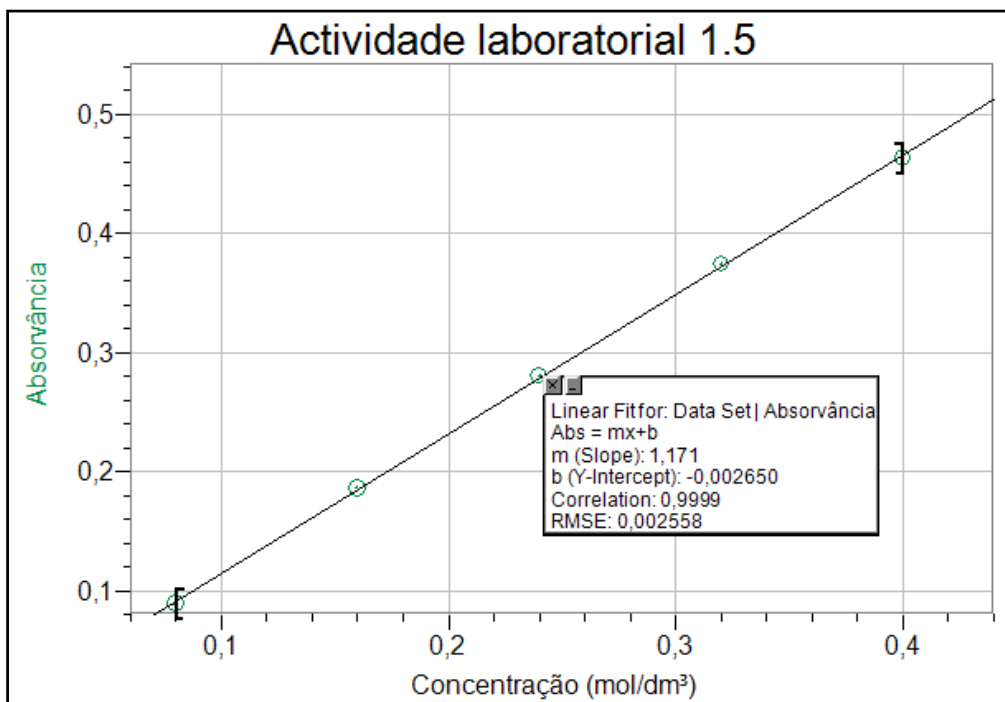
Tabela 2

4.11 Para obter a recta de calibração clique no ícone **Linear Regression** .



Actividade laboratorial 1.5		
	Concentração (mol/dm ³)	Absorvância
1	0,08	0,0888
2	0,16	0,1858
3	0,24	0,2807
4	0,32	0,3737
5	0,40	0,4634
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Linear Fit for: Actividade Laboratorial 1.5 | Absorbance
 Abs = mx+b
 m (Slope): 1,171
 b (Y-Intercept): -0,002659
 Correlation: 0,9999
 RMSE: 0,002508



4.12 Qual é o significado do declive desta recta?

Indica o valor da absorvidade molar (ϵ), que é uma constante característica da substância.

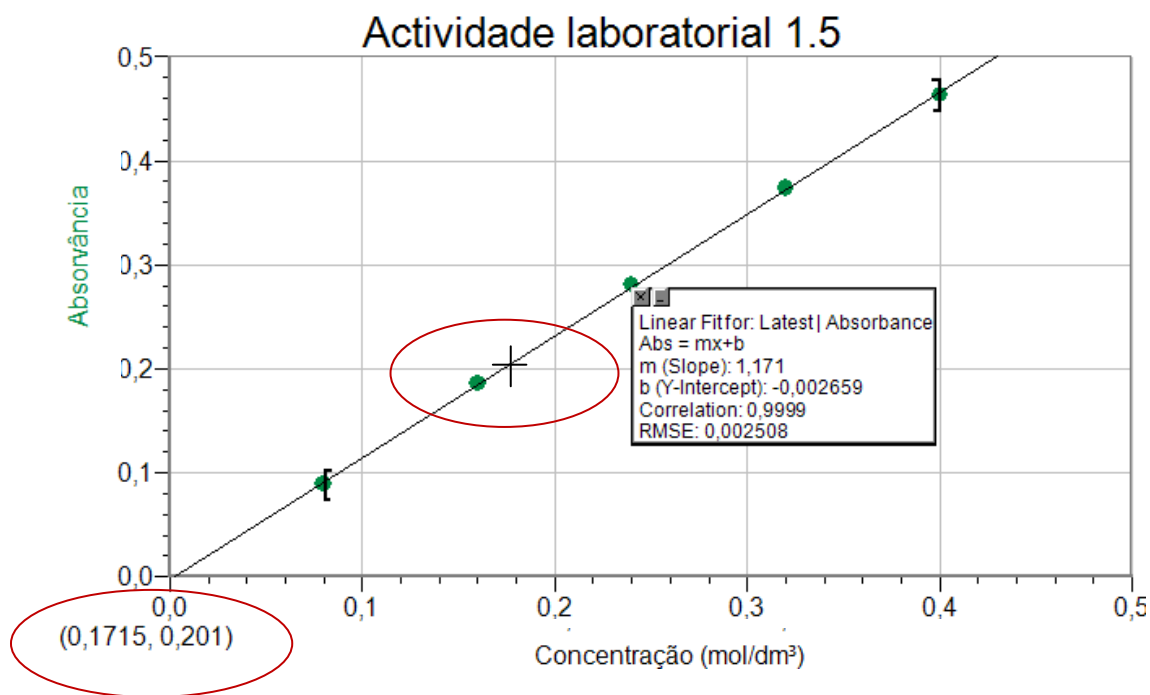
4.13 Determine a absorvância da solução-problema, repetindo os passos 4.5 e 4.6.

Valor da absorvância da solução-problema 0,201

4.14 Utilizando a recta de calibração determine a concentração da solução-problema de sulfato de níquel.

Com o cursor, sobre a recta de calibração, encontrar o valor de concentração correspondente ao valor de absorvância da solução-problema (0,201).

Neste caso a concentração tem o valor de 0,1715 mol/dm³.



4.15 Porque usou sempre a mesma célula nas medições de absorvância?

Para manter constante o percurso óptico, l .

4.16 Registe, na tabela 3, os valores de absorvância obtidos e trace em papel milimétrico o gráfico de absorvância em função da concentração da solução. Determine a concentração da solução problema.

Soluções-padrão	Concentração (mol/dm ³) Ni ²⁺ (aq)	Absorvância
1	0,08	0,0888
2	0,16	0,1858
3	0,24	0,2807
4	0,32	0,3737
5	0,40	0,4634
Solução-problema	Valor lido no gráfico traçado	0,201

Tabela 3

Construir o gráfico de absorvância em função da concentração da solução, em papel milimétrico, e traçar a recta de calibração. Assinalar o valor da absorvância da solução-problema e por intersecção no gráfico fazer a leitura (aproximada) do valor da concentração.

Pode reproduzir, virtualmente, uma actividade laboratorial semelhante, na simulação *Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law*.

disponível em <http://core.ecu.edu/chem/chemlab/exper13/techniques.htm>

Multimedia **Preparation**
[MAIN](#) [POLICIES](#) [SAFETY](#) [PROCEDURES](#)
[EQUIPMENT](#) [EXPERIMENTS](#) [CHARTS/TABLES](#) [INDEX](#)

for Chemistry 1151 and 1161 Laboratory

1. [Safety](#)
2. [Objectives/Overview](#)
3. [Procedures](#)
4. [Observations](#)
5. [Equipment](#)
6. [View Techniques](#)
7. [Waste Disposal/Clean-up](#)
8. [Conclusions](#)
9. [Calculations/Set-Ups](#)
10. [Grading Scale](#)
11. [Review Prelab Questions](#)
12. [Review Postlab Questions](#)

Experiment 13

Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law

OBJECTIVES/OVERVIEW

The primary objective of this experiment is to determine the concentration of an unknown nickel (II) sulfate solution. You will be using the Colorimeter shown in Figure 1. In this device, red light from the LED light source will pass through the solution and strike a photocell. The NiSO₄ solution used in this experiment has a deep green color. A higher concentration of the colored solution absorbs more light and transmits less light than a solution of lower concentration. The computer-interfaced colorimeter monitors the light received by the photocell as either an absorbance or a percent transmittance value.


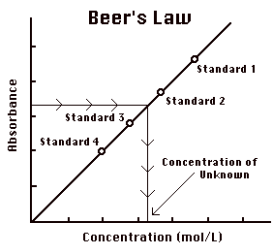
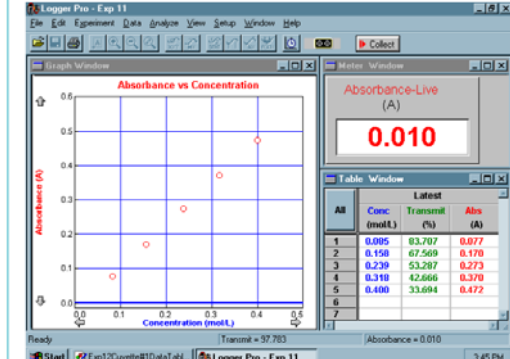



Figure 1

Figure 2

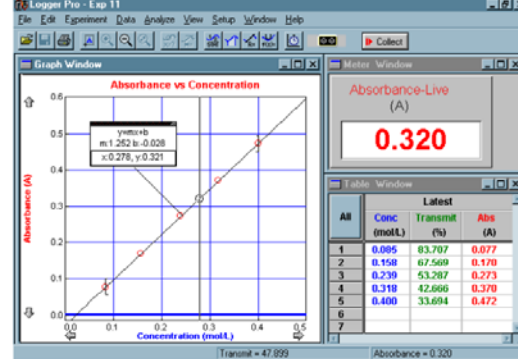


8. When you have finished reading and entering all five of your solutions, click on "STOP" under the "EXPERIMENT" menu.

9. Copy the absorbance and concentration data pairs from the Data Table on the screen, into the Data and Calculations Table of your report.

10. Examine the graph of absorbance versus concentration presented on your computer screen. Does it

12. Click "INTERPOLATE" from the "ANALYZE" menu. A vertical cursor will appear on the screen. As you move the cursor back and forth across the screen with your mouse, you will see a small "zero" moving up and down your graph. Look in the information box connected to your graph. You will see changing values. Adjust the position of the cursor until you see the value of the y-axis equal to the value of the absorbance of your unknown. The corresponding value of the x-axis is the concentration of your unknown. Write this value into the appropriate space in your Data and Calculation Table. Leave the "INTERPOLATE" cursor on the screen so it is a part of the graph you print.



13. Select "PRINT" from the "FILE" menu. Enter your name and your partner's name. You may also enter comments. You need to print two copies of the graph, one for each partner. Several parts of your graph will need to be labeled: the calibration line prepared with known concentrations; the interpolation line; and the value of the unknown's concentration.

Multimedia **Preparation** for Chemistry 1151 and 1161 Laboratory

Experiment 13
Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law

1. [Safety](#)
2. [Objectives/Overview](#)
3. [Procedures](#)
4. [Observations](#)
5. [Equipment](#)
6. [View Techniques](#)
7. [Waste Disposal/Clean-up](#)
8. [Conclusions](#)
9. [Calculations/Set-Ups](#)
10. [Grading Scale](#)
11. [Review Prelab Questions](#)
12. [Review Postlab Questions](#)

Prepare Solutions
Dissolve the remaining 0.450M NiSO₄ in the 100mL beaker to use in the titration.
Approximate volumes and concentrations for the trials are shown left. Actual values of volume should be recorded on the data sheet. These will then be used to calculate actual concentrations.
Press forward to continue.

100 mL NiSO ₄	100 mL NiSO ₄	100 mL NiSO ₄	100 mL NiSO ₄	100 mL NiSO ₄
0.450M	0.240M	0.160M	0.080M	0.040M

Multimedia **Preparation** for Chemistry 1151 and 1161 Laboratory

Experiment 13
Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law

1. [Safety](#)
2. [Objectives/Overview](#)
3. [Procedures](#)
4. [Observations](#)
5. [Equipment](#)
6. [View Techniques](#)
7. [Waste Disposal/Clean-up](#)
8. [Conclusions](#)
9. [Calculations/Set-Ups](#)
10. [Grading Scale](#)
11. [Review Prelab Questions](#)
12. [Review Postlab Questions](#)

Calibrate Colorimeter
Always position the cuvette with its smooth sides facing toward the reference mark at the right of the cuvette slot on the colorimeter.
Press forward to continue.

Multimedia **Preparation** for Chemistry 1151 and 1161 Laboratory

Experiment 13
Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law

1. [Safety](#)
2. [Objectives/Overview](#)
3. [Procedures](#)
4. [Observations](#)
5. [Equipment](#)
6. [View Techniques](#)
7. [Waste Disposal/Clean-up](#)
8. [Conclusions](#)
9. [Calculations/Set-Ups](#)
10. [Grading Scale](#)
11. [Review Prelab Questions](#)
12. [Review Postlab Questions](#)

Calibration Curve
You should enter the concentration of your solution in the box (in this case 0.080). Then, press the enter key on the computer keyboard. The data pair you just indicated should now be plotted on the graph and entered in the data table.
Enter '0.080' in the concentration field and click 'Enter' on your keyboard.

Absorbance-Live (A)
0.089

Multimedia **Preparation** for Chemistry 1151 and 1161 Laboratory

Experiment 13
Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law

1. [Safety](#)
2. [Objectives/Overview](#)
3. [Procedures](#)
4. [Observations](#)
5. [Equipment](#)
6. [View Techniques](#)
7. [Waste Disposal/Clean-up](#)
8. [Conclusions](#)
9. [Calculations/Set-Ups](#)
10. [Grading Scale](#)
11. [Review Prelab Questions](#)
12. [Review Postlab Questions](#)

Calibration Curve
Examine the graph of absorbance versus concentration presented on your computer screen. Your graph should look like the one pictured left.
Click forward to continue.

Multimedia **Preparation** for Chemistry 1151 and 1161 Laboratory

Experiment 13
Determining the Concentration of a Solution: Beer's Law

1. [Safety](#)
2. [Objectives/Overview](#)
3. [Procedures](#)
4. [Observations](#)
5. [Equipment](#)
6. [View Techniques](#)
7. [Waste Disposal/Clean-up](#)
8. [Conclusions](#)
9. [Calculations/Set-Ups](#)
10. [Grading Scale](#)
11. [Review Prelab Questions](#)
12. [Review Postlab Questions](#)

Clean Up
Nickel Sulfate waste should be poured into the labeled waste container. Wash equipment in the sink at your lab station and return the clean, borrowed equipment (cuvettes, beakers, and watch glasses) to their storage; pipettes should be placed in the washing basket, point end up.

Absorbance vs. Concentration

$y = mx + b$
 $m = 0.450$ $b = 0.000$
 $x = 0.078$ $y = 0.0517$

Click [HERE](#) to view animation again.