

Les règles et LA sécurité au laboratoire

Le développement de l'autonomie est une des compétences du cours de chimie générale. Vous êtes donc responsables de la planification de vos expériences. Cependant, vous ne devez jamais perdre de vue que le travail au laboratoire peut présenter des risques. Le travail en laboratoire peut se résumer à trois qualités essentielles : **propreté, ordre et prudence**.

Il faut savoir aussi que les règles de sécurité au laboratoire ne sont pas des règles déterminées par le cégep, mais par la **CSST** (commission de la santé et de la sécurité du travail).

C'est pourquoi vous devez vous conformer aux règles suivantes :

- 1- **Le port du sarrau et des lunettes est obligatoire.** Vous devez acheter les vôtres, aucun sarrau ou lunette ne sera prêté. Aucune lunette teintée ou fumée ne sera acceptée au laboratoire. Pas de sarrau, pas de laboratoire! Pas de lunettes, pas de laboratoire.
- 2- **Vous devez porter des souliers fermés.** Pas de gougounes, sandales, ou mules et de préférence pas de soulier en toile. Le soulier doit couvrir tout le dessus du pied.
- 3- Vous devez porter des **pantalons longs**. Un bon conseil, ne mettez pas vos vêtements préférés.
- 4- **Il est interdit de manger ou de boire au laboratoire.**
- 5- Il est interdit de consommer des aliments ou breuvages ayant servi au laboratoire ou d'utiliser de la vaisselle de laboratoire comme récipient pour manger ou boire.
- 6- Vous devez en tout temps faire preuve d'un comportement réfléchi et responsable.
- 7- Aucun travail de laboratoire ne peut être fait sans la présence du professeur ou d'un technicien.
- 8- Aucun travail de laboratoire ne peut être fait en dehors des heures allouées au projet sans autorisation préalable.
- 9- La manipulation des produits doit toujours se faire dans le respect de règles de sécurité.
- 10- **Tous les récipients avec lesquels vous travaillez et contenant des produits chimiques doivent être clairement identifiés.**
- 11- **Vous devez suivre les consignes données pour ranger ou disposer du matériel ou des produits utilisés au laboratoire.**
- 12- Tout accident doit aussitôt être signalé au technicien ou à l'enseignant.
- 13- Aucun étudiant ne sera autorisé à participer au laboratoire s'il arrive après les explications du technicien de laboratoire. Ceci pour des raisons de sécurité.

Masse volumique

Évaluation de la concentration d'une solutions sucrée par la masse volumique

1. Buts

- Étalonner un pycnomètre.
- Déterminer la corrélation entre la masse volumique (ρ) et la concentration d'une solution.
- Déterminer la concentration d'une solution de saccharose.

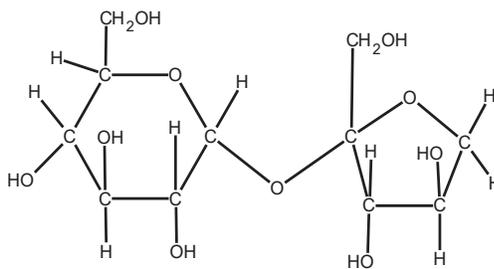
2. Théorie

La masse volumique est une propriété caractéristique des matériaux ; elle varie d'une substance à l'autre. Dans ce laboratoire, nous travaillerons avec la masse volumique d'une solution aqueuse de sucre. La masse volumique des solutions sucrées augmente avec la concentration du sucre. En mesurant la masse volumique de quelques solutions de concentrations connues, on peut déterminer graphiquement la variation de la masse volumique en fonction de la concentration de sucre. Par la suite, si on mesure la masse volumique d'une solution de concentration inconnue, on peut, par interpolation sur le graphique, déterminer la concentration de cette solution.

Rappel de la définition de la masse volumique :

$$\rho \text{ (masse volumique)} = \frac{\text{Masse (g)}}{\text{Volume (cm}^3 \text{ ou mL)}}$$

La molécule de saccharose...pour les curieux (C₁₂H₂₂O₁₁)



3. Manipulations

3.1. Étalonnage du pycnomètre.

Le pycnomètre ressemble à une fiole conique dont le bouchon serait coiffé d'un tube capillaire. Ce dispositif permet une mesure très précise du volume contenu dans la fiole et dans le capillaire.

- 1- Peser le pycnomètre sec et propre avec son bouchon. Si le vôtre a besoin de nettoyage, le technicien vous indiquera comment le traiter.
- 2- Remplir le pycnomètre d'eau. Essuyer l'extérieur en suivant les consignes du technicien. Peser le pycnomètre rempli d'eau.
- 3- Vous pourrez ensuite calculer le volume de l'eau contenu dans le pycnomètre en utilisant le tableau des masses volumiques de l'eau en fonction de la température qui est présenté à la fin de ce texte.

Tableau 1 : Données nécessaires à l'étalonnage du pycnomètre

Température de l'eau	
Masse pycnomètre vide	
Masse pycnomètre + H ₂ O	

Ne pas oublier les incertitudes !

Voir sur LEA les vidéos sur :

- la manipulation du pycnomètre
- utilisation des pipettes sérologiques
- utilisation des fioles jaugées.

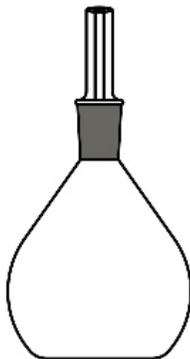


Figure 13. Pycnomètre⁶

⁶ <https://www.jsgw.com/product-range-bottle-specific-gravity-bottles.php>

3.2. Évaluation des masses volumiques des solutions étalons.

Au laboratoire vous aurez à votre disposition une solution sucrée dont la concentration molaire volumique est d'environ $1,000 \text{ mol / L}$.

- 1) Vous devez préparer 100 mL de chacune des solutions étalons, ayant les concentrations de sucre suivantes :

Tableau 2 : Volume à prélever de solution mère

Concentration de la solution diluée (mol/L)	$3,00 \times 10^{-2}$	$6,00 \times 10^{-2}$	$9,00 \times 10^{-2}$	$12,00 \times 10^{-2}$	$15,00 \times 10^{-2}$
Volume de solution mère (1,00M) à prélever (mL)					
Volume final de la solution diluée (mL)					

Exemple de calcul du volume de prélèvement de la solution concentrée pour la préparation de la solution étalon de concentration $3,00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$. **À faire avant d'entrer au laboratoire.**

- 2) Dans un bécher de 100 mL, prélevez environ 60 mL de la solution mère.
- 3) Pipettez la quantité calculée de solution mère et transférez dans une fiole jaugée.
- 4) Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge
- 5) Bien mélanger
- 6) Préparez de la même façon les autres solutions étalons.

- 7) Remplir le pycnomètre avec votre solution de concentration étalon.
- 8) Prendre la masse du pycnomètre et de son contenu.

Tableau 3 : Mesure des masses des solutions étalons contenues dans le pycnomètre.

Concentration de la solution diluée (mol/L)	$3,00 \times 10^{-2}$	$6,00 \times 10^{-2}$	$9,00 \times 10^{-2}$	$12,00 \times 10^{-2}$	$15,00 \times 10^{-2}$	Inconnu # _____
Masse du pycnomètre plein de la solution de saccharose (g) ± _____						

*****NOTE IMPORTANTE*** Il est important de bien rincer(conditionner) le pycnomètre entre les mesures des différentes solutions étalon. Après votre dernière solution étalon, rincer le pycnomètre 3 fois à l'eau distillée et ensuite 3 fois avec votre solution inconnue. Nous avons mesuré jusqu'à 50% d'écart par rapport à la valeur attendue lors de mauvais rinçages...et vous avez des points pour la précision expérimentale !**

- 9) Prendre en note les informations suivantes :

Numéro de la solution inconnue	
Incertitude sur les fioles jaugées	
Incertitudes sur les pipettes 25 mL	
Incertitude sur les pipettes de 10 mL	
Incertitude sur le thermomètre	
Incertitude sur la balance	

4- Traitement des données

Pour commencer, il vous faut déterminer le volume exact du pycnomètre. Par la suite, vous pourrez calculer les masses volumiques de chaque solution étalon. Une fois que vous aurez la masse volumique de chaque solution étalon, tracez à l'aide d'Excel votre courbe d'étalonnage (masse volumique en fonction de la concentration). Dans Excel, vous devez choisir un graphique « nuage de points »  (sans ligne ou courbe). Sous l'onglet « graphique » cliquer sur ajouter une courbe de tendance. Cocher les cases pour faire afficher l'équation de la droite et le coefficient R^2 . Dans l'équation de la droite, l'ordonnée à l'origine doit avoir **4 décimales**. Reportez-vous à la page 83 ou 85 pour les graphiques dans Excel. Si vous êtes capable, démarrez l'échelle de la masse volumique à 0,995 g/mL.

Par la suite à l'aide de l'équation de la droite d'étalonnage, vous pourrez déterminer la concentration de votre solution inconnue à partir de sa masse volumique.

Pour ce laboratoire vous pouvez faire des tableaux qui comprennent à la fois des mesures et des résultats. Voici des exemples de tableaux.

Au laboratoire dépendamment des pipettes et des fioles jaugées utilisées les incertitudes peuvent changer. Vous pouvez prendre $\pm 0,03$ sur la pipette de 10 mL; $\pm 0,1$ pour la pipette de 25 mL et $\pm 0,08$ sur la fiole jaugée de 100 mL. Avec ces incertitudes vous serez en mesure de déterminer le nombre de chiffres significatifs que vous pouvez conserver dans vos calculs.

Tableau 4 : (Titre?)

Température de l'eau (<i>unités</i>) \pm <i>valeur de l'incertitude</i>	<i>valeur</i>
Masse pycnomètre vide (<i>unités</i>) \pm <i>valeur de l'incertitude</i>	<i>valeur</i>
Masse pycnomètre + H ₂ O (<i>unités</i>) \pm <i>valeur de l'incertitude</i>	<i>valeur</i>
Masse H ₂ O (<i>unités</i>)	<i>valeur</i>
Volume pycnomètre (<i>unités</i>)	<i>valeur</i>

Note : Pour la masse d'eau et le volume du pycnomètre, vous n'avez pas à mettre de valeur pour l'incertitude, car celle-ci vient d'un calcul. Nous ne faisons pas de calculs d'incertitude dans le cours de chimie générale. Faites attention à donner vos valeurs avec le bon nombre de chiffres significatifs.

Tableau 5 : (titre significatif)

Concentration de la solution sucrée (mol/L) (pas de \pm ici)	Masse pycnomètre + solution (g) $\pm ?$	Masse solution saccharose (g)	Masse volumique (g/mL)
$3,00 \times 10^{-2}$			
$6,00 \times 10^{-2}$			
$9,00 \times 10^{-2}$			
$12,0 \times 10^{-2}$			
$15,0 \times 10^{-2}$			

Tableau 6 : Données nécessaires et résultats pour la détermination de la concentration d'une solution inconnue de sucrose.

Numéro de l'inconnu	# ?
Masse pycnomètre + solution inconnue (g) \pm <i>incertitude</i>	<i>valeur</i>
Masse de la solution inconnue (g)	<i>valeur</i>
Masse volumique de la solution inconnue (g/mL)	<i>valeur</i>
Concentration de la solution inconnue (mol/L)	<i>valeur</i>

5- Rapport

- En-tête de rapport

(Une page titre n'est pas nécessaire, voir guide des rapports de laboratoire page 75)

- Buts
- Tableaux des mesures et des résultats (18 pts)
 - Tableau des mesures/résultats pour l'étalonnage du pycnomètre. (Quelles mesures avez-vous besoin pour déterminer le volume du pycnomètre? Voir l'exemple de tableau page 93)
 - Tableau des mesures/résultats pour la droite d'étalonnage. (Quelles données ou résultats seront nécessaires pour tracer votre graphique? Voir l'exemple de tableau page 94)
 - Tableau des données/résultats pour l'inconnu. (Quelles sont les données nécessaires pour déterminer la concentration de votre inconnu? Voir l'exemple de tableau page 94)
- Exemples de calculs (12 pts)

Faire **un** exemple de calcul pour chacun des calculs différents effectués dans l'expérience. Vous devez présenter vos calculs comme démontré dans le *guide des rapports de laboratoires*.

- calcul de la masse d'eau
- volume du pycnomètre
- masses volumiques des solutions étalon
- Calcul de la concentration de la solution inconnue. Utilisez les symboles appropriés pour les variables de l'équation et non x et y.
- Calculer le % d'écart expérimental entre la valeur obtenue de l'ordonnée à l'origine et la valeur théorique selon la température mesurée.

$$(\% \text{ Écart expérimental} = \frac{(\text{valeur expérimentale} - \text{valeur acceptée})}{\text{Valeur acceptée}} \times 100 \quad \% \text{ en deçà de } 10\%???)$$

Analyse (8 pts)

- Le premier but est d'étalonner un pycnomètre. Quel est le volume de votre pycnomètre ?
- Faites une analyse critique de votre droite d'étalonnage. (Avez-vous une droite ou une courbe ? La majorité des points sont sur la droite ? Sinon la droite passe-t-elle près des points ? Coefficient de corrélation près de 0,9999 ? Voir pages 83 et suivantes).
- La valeur de l'ordonnée à l'origine est près de la valeur prévue ? Quelle valeur devrait-on obtenir et pourquoi?
- Analyse générale de l'expérience.
- Une source d'erreur et **son influence sur la droite d'étalonnage ou la valeur finale de la concentration de l'inconnu.**
- Valeur de la concentration obtenue pour la solution inconnue.

Conclusion

- 1 à 3 phrases pour résumer les résultats. (Revoir les buts de l'expérience! Une phrase pour chaque but)

Graphique (5 pts)

- Imprimer en orientation paysage et agrafez à la fin de votre rapport. Revoir la page 83 sur la présentation des graphiques.

Prendre note que la pondération pour chaque section n'est qu'à titre d'indication et est sujette à changement.

Tableau 7 : Masse volumique de l'eau distillée (g/ mL) en fonction de la température (°C)

°C	Dixième de degrés Celsius									
	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
18	0,998595	0,998576	0,998558	0,998539	0,998520	0,998501	0,998482	0,998463	0,998444	0,998424
19	0,998405	0,998385	0,998365	0,998345	0,998325	0,998305	0,998285	0,998265	0,998244	0,998224
20	0,998203	0,998183	0,998162	0,998141	0,998120	0,998099	0,998078	0,998056	0,998035	0,998018
21	0,997992	0,997970	0,997948	0,997926	0,997914	0,997882	0,997860	0,997837	0,997815	0,997792
22	0,997770	0,997747	0,997724	0,997701	0,997678	0,997655	0,997632	0,997608	0,997585	0,997561
23	0,997538	0,997514	0,997490	0,997466	0,997442	0,997418	0,997394	0,997369	0,997345	0,997320
24	0,997296	0,997271	0,997246	0,997221	0,997196	0,997171	0,997146	0,997120	0,997095	0,997069
25	0,997044	0,997018	0,996992	0,996967	0,996941	0,996914	0,996888	0,996862	0,996836	0,996809
26	0,996783	0,996756	0,996729	0,996703	0,996676	0,996649	0,996621	0,996594	0,996567	0,996540
27	0,996512	0,996485	0,996457	0,996429	0,996401	0,996373	0,996345	0,996317	0,996289	0,996261
28	0,996232	0,996204	0,996175	0,996147	0,996118	0,996089	0,996060	0,996031	0,996002	0,995973

Exemples : La masse volumique de l'eau égale 0,997992 g/mL à exactement 21,0 °C.

La valeur correspondante pour 21,5 °C est de 0,997882 g/mL, tandis que celle de 25,2 °C sera de 0,996992 g/mL.

L'incertitude sur la masse volumique est d'environ $\pm 0,000002$ g/mL.