




Titre : Comment faire une lampe à lave « Maison » ?

DESCRIPTIF DE L'ACTIVITÉ

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser le volume molaire d'un gaz pour déterminer une quantité de matière. - Déterminer la quantité de matière de chaque espèce dans un mélange (liquide ou solide) à partir de sa composition. - Suivre l'avancement d'une réaction chimique. Déterminer le réactif en excès et calculer l'avancement maximal. - Déterminer la composition de l'état final d'une réaction avec un langage de programmation. 	
Niveau concerné	1 Spé	
Programme	Notion et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support
	<p>Décrire qualitativement l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques lors d'une transformation.</p> <p>Établir le tableau d'avancement d'une transformation chimique à partir de l'équation de la réaction et des quantités de matière initiales des espèces chimiques.</p> <p>Déterminer la composition du système dans l'état final en fonction de sa composition initiale pour une transformation considérée comme totale.</p> <p>Déterminer l'avancement final d'une réaction à partir de la description de l'état final et comparer à l'avancement maximal.</p>	<p><i>Déterminer la composition de l'état final d'un système et l'avancement final d'une réaction (y compris avec un langage de programmation)</i></p>
Place de l'activité dans la progression et pré-requis	<p>Dans le thème : Constitution et transformations de la matière</p> <p>Il faut avoir traité les parties ci-dessous du programme au préalable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Détermination de la composition du système initial à l'aide de grandeurs physiques • Suivi et modélisation de l'évolution d'un système chimique <p>Il faut avoir travaillé sur le langage Python</p>	
Compétences de la démarche scientifique évaluées	<p>Cette activité permet d'évaluer les compétences de la démarche scientifique</p> <ul style="list-style-type: none"> ● S'approprier (APP) Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée ● Analyser (ANA) Proposer une stratégie de résolution ● Réaliser (REA) Mettre en œuvre les étapes d'une démarche ● Valider (VAL) Confronter un modèle à des résultats expérimentaux – Faire un calcul d'erreur relative ● Communiquer (COM) Faire une synthèse orale 	
Éléments d'évaluation	Cf grille d'évaluation	
Mise en œuvre de l'activité	<p>Activité préparatoire : TP donné une semaine à l'avance. Les élèves doivent lire les documents et visionner les vidéos + faire les questions 1-1 et 1-2 .</p> <p>Nombre de séances/Durée : 1 TP de 2h + préparation préalable à la maison</p> <p>Travail en groupe par 3 en début de séance les élèves mettent en commun leur travail de préparation et propose au professeur une solution commune négociée entre les membres du groupe.</p>	
Outils numériques utilisés	<p>Dictaphone</p> <p>Dépôt sur espace numérique de travail...</p>	
Remarques	<p>TP réalisé en 2h mais qui reste un peu long.</p> <p>L'activité peut être simplifiée et raccourcie en enlevant la partie sur Python ou la production orale.</p>	
Auteur(s)	<p>Nicolas Vossier – Lycée Henri Laurens (26)</p> <p>TP réalisé en adaptant 2 autres TP l'un proposé par Sébastien Badel - Lycée Henri Laurens (26) pour la partie Python et l'autre proposé sur le site https://eprofs.fr/tp-la-lampe-a-lave-1ere-specialite/</p>	

L'ACTIVITÉ

<h3 style="color: #E91E63; margin: 0;">Comment faire une lampe à lave « Maison » ?</h3>	Nom, Prénom :	autoéval	eval
	Compétences travaillées		
Objectifs : <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser le volume molaire d'un gaz pour déterminer une quantité de matière. - Déterminer la quantité de matière de chaque espèce dans un mélange (liquide ou solide) à partir de sa composition. - Suivre l'avancement d'une réaction chimique. Déterminer le réactif en excès et calculer l'avancement maximal. - Déterminer la composition de l'état final d'une réaction avec un langage de programmation. 		<p><u>Analyser/Raisonner</u> : Proposer un protocole. Exploiter des observations, des résultats expérimentaux et informations issues des documents et des expériences.</p> <p><u>Réaliser</u> : Mettre en œuvre un protocole en respectant les règles de sécurité Observer et décrire des résultats expérimentaux à l'aide d'un schéma.</p> <p><u>Valider</u> : Confronter un modèle à des résultats expérimentaux – Faire un calcul d'erreur</p> <p><u>Communiquer</u> : Faire une synthèse à l'oral</p> <p><u>Attitude</u> : Être autonome, savoir travailler en collaboration, gérer son temps, travailler dans le calme en respectant les règles de sécurité</p>	

CONTEXTE

Sur la chaîne Youtube « Les Ptites Manips », on trouve la description du fonctionnement d'une expérience très esthétique de lampe à lave. Dans cette vidéo au bout de 2min 50 environ la présentatrice propose de relever le défi suivant et de mettre votre réponse dans les commentaires :


Pourquoi l'expérience de la lampe à lave s'arrête ?

A vous de relever le défi !



DOCUMENTS

Document 1 : Vidéo de l'expérience.

Lampe à lave maison -
PtitesManips 12




https://youtu.be/eqHTfNKS8h4





Document 2 : Sécurité.

Bicarbonate de sodium
($Na^+ + HCO_3^-$)_(aq)



Acide éthanóïque
 CH_3COOH



Document 3 : Protocole expérimental de l'éruption colorée.

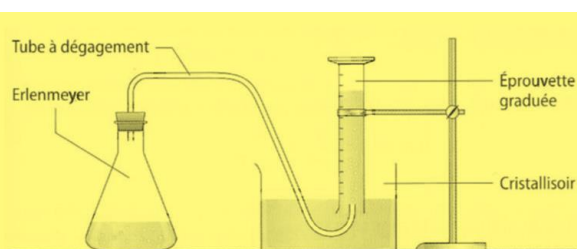
- Verser **5,0 g** de bicarbonate de sodium au fond d'un erlenmeyer de 100 mL en faisant une couche uniforme.
- Ajouter **délicatement** 90,0 mL d'huile de colza.
- Verser dans un bécher **10,0 mL** environ d'acide éthanóïque à **1,0 mol/L** (ou de vinaigre blanc à 6°) et rajouter une goutte de colorant mis à votre disposition (bleu, rouge ou jaune).
- A l'aide d'une pipette graduée, pipeter **3,0 mL** de la solution d'acide éthanóïque (ou de vinaigre blanc à 6°) colorée et l'introduire dans l'erlenmeyer.



La réaction démarre immédiatement !

Document 4 : Montage expérimental pour récupérer un gaz par déplacement d'eau.

- Remplir à moitié un cristallisoir et complètement une éprouvette graduée d'eau du robinet.
- Boucher l'éprouvette (avec un petit morceau de papier) et la renverser sur le cristallisoir (libérer le morceau de papier), la fixer à une pince et placer en dessous un tube à dégagement.
- Dans un erlenmeyer (ou un ballon), introduire les espèces nécessaires à la production du gaz puis placer rapidement le tube à dégagement sur l'erlenmeyer.
- Attendre la fin de la réaction et noter le volume de gaz recueilli.



Document 5 : Quelques données.

- Formule brute du bicarbonate de sodium : $NaHCO_3$
Remarque : c'est un solide ionique : Na^+, HCO_3^-
- Formule brute de l'acide éthanoïque contenu dans le vinaigre blanc : CH_3COOH
- Concentration de l'acide éthanoïque contenu dans le vinaigre blanc à $6^\circ C = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$.
- Volume molaire : $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$ à $20^\circ C$ et à la pression atmosphérique

$$M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(H) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

Document 6 : Calculer une erreur relative E_r .

$$E_r = \frac{|Valeur_{\text{expérimentale}} - Valeur_{\text{théorique}}|}{Valeur_{\text{théorique}}}$$

L'erreur absolue doit être exprimée en pourcentage !

Pour rappel $0,01 = 1\%$

Document 7 : Réaction totale VS Réaction non totale.

On appelle **transformation chimique non totale** une transformation chimique pour laquelle l'avancement final est différent de l'avancement maximal. Ce type de transformation chimique non totale conduit à un état d'équilibre ou coexistent réactifs et produits. Ainsi les quantités de produits présents dans le milieu réactionnel sont inférieures aux quantités attendues dans une réaction totale.

Bien que la plupart des réactions soient totales, les réactions entre les acides et les bases dites faibles sont très souvent non totales.

Document 8 : Programme Python pour prévoir les quantités de matières produites par une réaction.

```
# Définition de la fonctions utilisée dans le programme -----
# On considère une réaction d'équation aA + bB -> cC + dD + H2O
# n_Ai, n_Bi, n_Ci et n_Di = quantités de matière de A, B, C, D à l'état initial
# n_Af, n_Bf, n_Cf et n_Df = quantités de matière à l'état final
print("On considère une réaction d'équation aA + bB -> cC + dD + H2O")
print("On note n_Ai, n_Bi, n_Ci et n_Di les quantités de matière de A, B, C, D à l'état initial")
# fonction qui calcule et affiche xmax et les quantités de matière à l'état final
def etat_final(a,n_Ai,b,n_Bi,c,n_Ci,d,n_Di):
# CHOISIR LA LIGNE CORRECTE PARMIS LES 4 SUIVANTES
# (effacer les mauvaises lignes et retirer le hashtag sur la ligne correcte) :
# Attention, cette ligne doit bien commencer par une tabulation
# x_max=min(n_Ai*a, n_Bi*b)
# x_max=min(n_Ai/a, n_Bi/b)
# x_max=max(n_Ai/a, n_Bi/b)
# x_max=max(n_Ai*a, n_Bi*b)
# COMPLETER LE CALCUL DES QUANTITES DE MATIERE FINALES POUR A ET B (n_Af et n_Bf)
# utiliser n_Ai, a et x_max pour A et n_Bi, b et x_max pour B
n_Af=
n_Bf=
n_Cf=n_Ci+c*x_max
n_Df=n_Di+d*x_max
if (n_Af<1E-10 and n_Bf<1E-10):
print("Nous sommes dans les conditions stoechiométriques")
print("x_max = ",x_max,"mol")
print("Il se forme", n_Cf, "mol de C.")
print("Il se forme", n_Df, "mol de D.")
elif n_Af<1E-10 :
n_Af=0
print("A est le réactif limitant.")
print("x_max = ",x_max,"mol")
print("A la fin de la transformation, il n'y a plus de A.")
print("Il reste", n_Bf,"mol de B.")
print("Il se forme", n_Cf," mol de C.")
print("Il se forme", n_Df," mol de D.")
else :
n_Bf=0
print("B est le réactif limitant.")
print("x_max = ",x_max,"mol")
print("A la fin de la transformation, il n'y a plus de B.")
print("Il reste", n_Af,"mol de A.")
print("Il se forme", n_Cf," mol de C.")
print("Il se forme", n_Df," mol de D.")
# Le programme principal-----
# On demande les coefficients stoechiométriques a, b, c et d
# et les quantités de matières initiales à l'utilisateur
a=float(input("Entrez le nombre stoechiométrique a :"))
n_Ai=float(input("n_Ai = "))
b=float(input("Entrez le nombre stoechiométrique b :"))
n_Bi=float(input("n_Bi = "))
c=float(input("Entrez le nombre stoechiométrique c :"))
n_Ci=float(input("n_Ci = "))
```

MATERIEL MIS A DISPOSITION

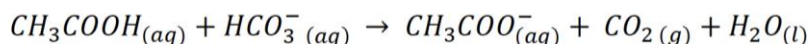
- Balance avec spatule et coupelle de pesée
- 1 bécher 25mL
- 1 pipette graduée de 3mL
- 1 erlenmeyer de 100mL et tube à dégagement adapté
- 1 éprouvette de 100mL
- 1 cristalliseur + montage de dégagement
- Colorants alimentaires : bleu, rouge ou vert
- Acide éthanoïque à **1,0 mol.L⁻¹**
- Bicarbonate de sodium en poudre
- Huile de colza

TRAVAIL A EFFECTUER

1. Analyse du problème et formulation d'un protocole expérimental.

1.1. Conditions de sécurité et analyse du problème.

- a- Rappeler la signification des pictogrammes associés aux réactifs mis en jeu dans la réaction et indiquer quelles sont les précautions à prendre pour réaliser les manipulations.
- b- On donne ci-dessous l'équation de la réaction entre l'acide éthanoïque et les ions bicarbonate, indiquer quels sont les ions spectateurs ?



- c- Calculer les quantités de matière $n_i(\text{CH}_3\text{COOH})$ et $n_i(\text{HCO}_3^-)$ d'acide éthanoïque et de bicarbonate de sodium initialement introduites dans le milieu réactionnel.
- d- Compléter entièrement le tableau d'avancement en indiquant les étapes de votre raisonnement et les calculs nécessaires. Préciser quelle espèce est le réactif limitant.

	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{HCO}_3^-_{(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$				
État initial x =					Excès
État intermédiaire < x <					Excès
État final x =					Excès

- e- En déduire les quantités de matière des produits $n(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ et $n(\text{CO}_2)$ dans l'état final.
- f- Dans le programme python du document 8 :
- repérer la partie du programme permettant de déterminer la valeur de l'avancement maximum x_{\max} et surligner parmi les 4 propositions celle qui vous semble la bonne.
 - repérer et surligner la partie du programme permettant de calculer les quantités de matières finales n_{Af} et n_{Bf} , pour les réactifs
 - choisir parmi les propositions ci-dessous la bonne formule qui permettra de calculer les quantités de matières finales des réactifs A et B puis recopier les bonnes formules dans le programme du document 7.

$$n_{\text{Af}} = n_{\text{Ai}} + a \cdot x_{\max} \quad \text{et} \quad n_{\text{Bf}} = n_{\text{Bi}} + b \cdot x_{\max}$$

OU

$$n_{\text{Af}} = n_{\text{Ai}} - a \cdot x_{\max} \quad \text{et} \quad n_{\text{Bf}} = n_{\text{Bi}} - b \cdot x_{\max}$$

1.2. Formulation du protocole expérimental.

À partir de la liste de matériel, des analyses réalisées et des informations contenues dans les documents, proposer un protocole expérimental permettant de :

- **Vérifier si la quantité de CO₂ produite en fin de réaction est conforme aux attentes de la question 1.2.e. afin de démontrer quel est le réactif limitant.**

Rmq : le protocole expérimental doit expliciter la façon dont on va utiliser le matériel, présenter tous les calculs et toutes les étapes de sa réalisation.

Appel 1 : Appeler le professeur pour lui présenter l'analyse du problème et le protocole expérimental ou en cas de difficultés.

2. Réalisation du protocole expérimental proposé.

Après validation par le professeur, mettre en œuvre le protocole établi précédemment.
Donner la valeur du volume de CO₂ obtenu expérimentalement.

$$V_{\text{CO}_2\text{EXP}} = \dots$$

Appel 2 : Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats expérimentaux et vos schémas d'observation ou en cas de difficultés.

3. Utiliser un programme Python pour vérifier ses hypothèses.

Dans cette partie on se propose d'utiliser le programme en langage python afin de vérifier si l'analyse du problème réalisée dans la partie 1. semble correcte.

3.1. Copier le programme dans EduPython :



Utiliser Edupython



<https://youtu.be/Czug9xVKGyA>

1 - Copier le programme fourni :

- se rendre sur le réseau du lycée : « **P : Echange/tous/1spé-Vossier/Tp Lampe à lave** », ouvrir le fichier .txt »
- **sélectionner** tout le texte du document (à la souris ou par un **Control+A**)
- le **copier** (clic droit ou **Control+C**)

2- Coller le programme dans le logiciel :

- **ouvrir le logiciel Edupython** par le chemin suivant :
 - > **Tous les programmes / EduPython**
- cliquer sur **File / New File** : une nouvelle fenêtre s'ouvre : c'est la fenêtre qui contiendra le programme
- dans la nouvelle fenêtre, faire « **coller** » (clic droit ou **Control+V**)



Dans le programme, veiller à ne rien modifier d'autre que ce qui est demandé



3.2. Compléter les deux parties du programme incomplètes :

- **pour le calcul de x_{max}** , choisir la ligne correcte parmi celles proposées (Attention, la ligne devra commencer par une tabulation)
- **pour le calcul des quantités de matières finales des réactifs A et B**, compléter les lignes du programme permettant de calculer les quantités de matières finales n_{Af} et n_{Bf} (aidez-vous de la question 1-f.).

Appel 3 : Appeler le professeur pour lui faire vérifier le programme. ou en cas de difficultés.

3.3. Utiliser le programme Python :

1 - Enregistrer le programme complété :

- dans la fenêtre du programme, cliquer sur **File / Save As**
- enregistrer dans **sur le bureau** ; noter votre nom pour le nom du fichier

2- Exécuter le programme :

- dans la fenêtre du programme, cliquer sur **Exécuter**
- Utiliser le programme dans la première fenêtre en indiquant les coefficients stœchiométriques et les quantités de matière initiales

Vérifier si les résultats donnés par le programme sont conformes à vos prévisions de la partie 1-e.. Si ce n'est pas conforme, reprendre les réponses du 1-e. pour corriger les erreurs.

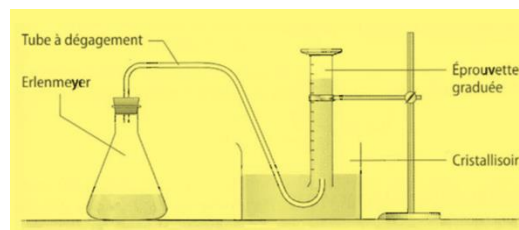
Appel 4 : Appeler le professeur pour lui faire vérifier le programme. ou en cas de difficultés.

Liste de Matériel TP Lampe à Lave

Salle Informatique pour Edupython

Paillasse élève x 8 :

- Balance avec spatule
- 2 coupelles de pesée
- 1 bécher 25mL
- 1 bécher de 100mL
- 1 pipette graduée de 5 mL
- 1 Erlenmeyer de 100mL et bouchon + tube à dégagement adapté
- 1 éprouvette de 100mL
- 1 cristalliseur
- statif + pince + une deuxième éprouvette de 100mL pour faire le montage ci-contre
- torchon + éponge



Paillasse prof :

- Bicarbonate de sodium en poudre environ 50g pour 1TP
- Huile de colza ou de tournesol 1L
- Colorants alimentaires : bleu, rouge ou vert
- 200mL d'Acide éthanoïque à $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$

Compétence		Travail attendu																																	
Analyser	Questions	Sécurité : corrosif –Nocif irritant																																	
		Lunettes gants blouse cheveux attachés éviter contacts																																	
		Na+ spectateurs																																	
		$n_i(\text{CH}_3\text{COOH}) = C(\text{CH}_3\text{COOH}) \times V = 1 \times 3 \times 10^{-3} = 3 \text{ mmol}$ $n_i(\text{HCO}_3^-) = m/M \quad M(\text{HCO}_3^-) = M(\text{H}) + M(\text{C}) + 3 M(\text{O}) = 1 + 12 + 3 \times 16 = 61 \text{ g.mol}^{-1}$ $n_i(\text{HCO}_3^-) = 5/61 = 82 \text{ mmol}$																																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>En mmol</th> <th colspan="5">$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{HCO}_3^-_{(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{CO}_2_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>État initial $x = 0$</td> <td>10</td> <td>163</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Excès</td> </tr> <tr> <td>État intermédiaire $0 < x < x_{\text{max}}$</td> <td>$3 - x$</td> <td>$82 - x$</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>Excès</td> </tr> <tr> <td>État final $x = x_{\text{max}}$</td> <td>0</td> <td>79</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>Excès</td> </tr> </tbody> </table>					En mmol	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{HCO}_3^-_{(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{CO}_2_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$					État initial $x = 0$	10	163	0	0	Excès	État intermédiaire $0 < x < x_{\text{max}}$	$3 - x$	$82 - x$	x	x	Excès	État final $x = x_{\text{max}}$	0	79	3	3	Excès					
		En mmol	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{HCO}_3^-_{(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{CO}_2_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$																																
État initial $x = 0$	10	163	0	0	Excès																														
État intermédiaire $0 < x < x_{\text{max}}$	$3 - x$	$82 - x$	x	x	Excès																														
État final $x = x_{\text{max}}$	0	79	3	3	Excès																														
Calcul de x_{max} Pour CH_3COOH $3 - x_{\text{max}} = 0$ donc $x_{\text{max}} = 3 \text{ mmol}$ Pour HCO_3^- $82 - x_{\text{max}} = 0$ donc $x_{\text{max}} = 82 \text{ mmol}$ CCL $x_{\text{max}} = 3 \text{ mmol}$																																			
L'acide éthanoïque est le réactif limitant																																			
Dans l'état final $n(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 3 \text{ mol}$. Et $n(\text{CO}_2) = 3 \text{ mmol}$																																			
<pre># Attention, cette ligne doit bien commencer par une tabulation # x_max=min(n_Ai*a, n_Bi*b) x_max=min(n_Ai/a, n_Bi/b) # x_max=max(n_Ai/a, n_Bi/b) # x_max=max(n_Ai*a, n_Bi*b) # COMPLETER LE CALCUL DES QUANTITES DE MATIERE FINALES POUR A ET B (n_Af et n_Bf) # utiliser n_Ai, a et x_max pour A et n_Bi, b et x_max pour B n_Af= n_Ai-a*x_max n_Bf= n_Bi-b*x_max n_Cf=n_Ci+c*x_max</pre>																																			
	Protocol	Faire le protocole décrit dans le doc 3 avec les mêmes quantités Recueillir le CO_2 produit avec le montage à dégagement du doc 4 Calculer la quantité e matière de CO_2 produite $n(\text{Co}_2) = V / V_m$ avec $V_m = 24 \text{ L/mol}$																																	
Réaliser	Mesures et Résultats	Manipulation sans erreurs (pipetages corrects pas d'erreurs de solutions ou de volumes...)																																	
		$V_{\text{CO}_2} = \text{env } 72 \text{ mL}$. Donc $n(\text{CO}_2) = \text{env } 3 \text{ mmol}$ Le Programme FONCTIONNE																																	
Valider	Valider	Quantité conforme $E_r = n_{\text{vrai}} - n_{\text{exp}} / n_{\text{vrai}} = 50\%$ Source d'écart : mesure V car il reste des bulles air, pipetage, Mais surtout réaction non totale																																	
Communiquer	Synthèse Ccl orale	Problématique / démarche / résultats / conclusion																																	

