

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM : ROBB	Prénom : Finn
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Dans l'industrie, différents appareils sont utilisés pour mesurer la viscosité des fluides comme les huiles, les solvants et les encres. Ces appareils sont également utilisés dans l'industrie pharmaceutique pour mesurer la viscosité de la glycérine, constituant notamment du gel hydroalcoolique. Un des appareils permettant cette mesure est le viscosimètre à chute de bille de Hoppler qui utilise le roulement d'une bille dans un tube incliné rempli de fluide. Au laboratoire, il est possible d'utiliser un viscosimètre à chute de bille verticale pour réaliser la mesure de la viscosité de la glycérine.



Source : <https://www.es-france.com/>

Le but de cette épreuve est de mesurer la viscosité de la glycérine en utilisant un viscosimètre à chute de bille verticale.

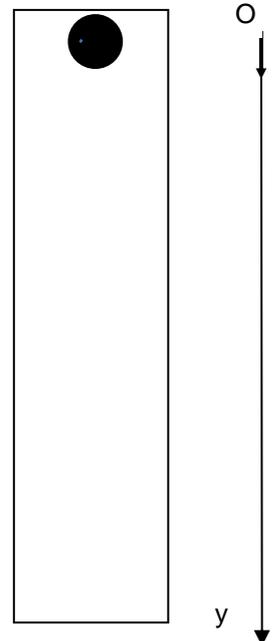
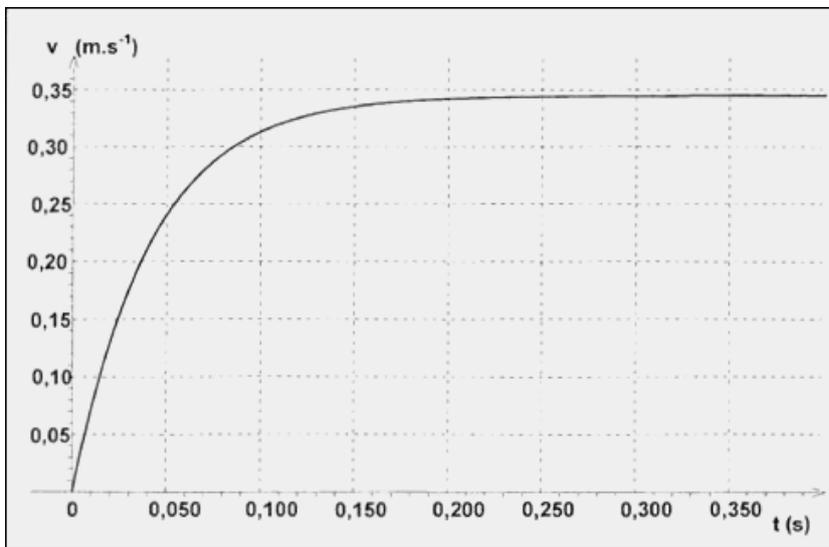
INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Principe du viscosimètre à chute de bille verticale

On peut construire un viscosimètre à chute de bille en faisant tomber une bille sphérique dans une grande éprouvette remplie du fluide dont on veut déterminer la viscosité. La bille doit avoir un rayon suffisamment petit par rapport au diamètre de l'éprouvette pour éviter les effets de bords. Dans ces conditions, la bille est soumise à trois forces : son poids, la poussée d'Archimède et la force de frottement exercée par le fluide.

Si on lâche la bille sans vitesse initiale, on peut filmer son mouvement et faire ensuite une analyse vidéo à l'aide d'un logiciel adapté. On peut obtenir les positions successives occupées par la bille et en déduire comment évolue la vitesse au cours du mouvement.

Exemple de résultat obtenu lors de la chute d'une bille dans la glycérine



Viscosité et vitesse limite

La viscosité η est une grandeur physique qui caractérise dans la situation présente, la résistance du fluide au mouvement de la bille qui chute dans ce fluide. Elle s'exprime en Pa·s.

La vitesse limite v_{lim} atteinte par la bille dans le viscosimètre dépend de la viscosité du fluide.

Dans les conditions de l'expérience la vitesse limite v_{lim} a pour expression :

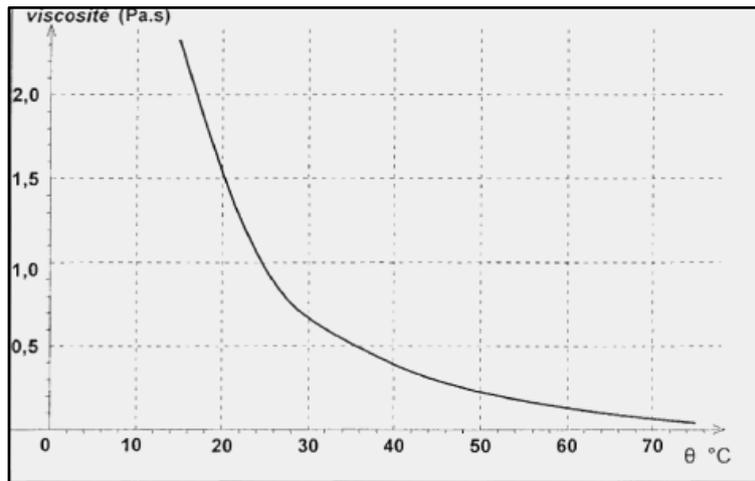
$$v_{lim} = \frac{(\rho_{bille} - \rho_{fluide}) \cdot g \cdot D^2}{18 \times \eta}$$

- Avec :
- ρ_{bille} : masse volumique de la bille en kg·m⁻³
 - ρ_{fluide} : masse volumique du fluide en kg·m⁻³
 - D : diamètre de la bille en m
 - η : viscosité du fluide en Pa·s
 - g : intensité du champ de pesanteur en m·s⁻²

Données utiles

- Le glycérol est un composé liquide à température ambiante. La valeur de la viscosité η du glycérol dépend de la température.

Évolution de la viscosité du glycérol en fonction de la température



- Masse volumique de l'acier : $\rho_{acier} = 7,85 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- Intensité du champ de pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
- Diamètre de la bille d'acier utilisée (déterminé avec un pied à coulisse 1/10^e de mm) : $D = \dots\dots\dots \text{cm}$

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Détermination de la masse volumique du glycérol (10 minutes conseillées)

Pour déterminer la viscosité du glycérol, il faut dans un premier temps déterminer sa masse volumique.

1.1. Établir la liste du matériel nécessaire à partir du matériel mis à disposition, afin de déterminer la masse volumique du glycérol.

Becher à volume supérieur à celui de fiole jaugée, Fiole jaugée de 20mL, Balance de précision, Pipette jaugée de 20 mL, Pipetteur

1.2. Effectuer les mesures nécessaires et en déduire la valeur de la masse volumique du glycérol.

Remarque : Ne pas arrondir cette valeur et utiliser cette valeur dans la suite des calculs.

- Prélever approximativement 50 mL de glycérol dans un bécher.
- Tarer la balance avec la fiole jaugée qui sera utilisé par la suite
- Prélever 20 mL de la solution à partir de la pipette et pipetteur
- Verser dans la fiole jaugée
- Peser à l'aide de la balance
- A partir de la valeur mesurée et du volume de la solution, calculer la masse volumique selon la formule :
- $\rho_{fluide} = m_{fluide} / V_{solution}$
D'après internet : 1,26 g.mL⁻¹

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

2. Acquisition d'une vidéo (20 minutes conseillées)

L'objectif est de procéder à l'acquisition de la vidéo d'une chute, sans vitesse initiale, de la bille dans le glycérol.

Les réglages nécessaires sur le logiciel pour obtenir un film exploitable et comportant 15 images/seconde ont été réalisés.

2.1. Filmer la chute de la bille d'acier dans le glycérol.

2.2. Analyser cette vidéo afin d'afficher la courbe représentant les variations de l'altitude y de la bille en fonction du temps $y = f(t)$ dans une fenêtre graphique.

2.3. Récupérer la bille d'acier à l'aide d'une tige aimantée dans le fond de l'éprouvette en veillant à ne pas introduire d'eau dans le glycérol. Essuyer la bille à l'aide d'un papier essuie-tout.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

3. Détermination de la vitesse limite (10 minutes conseillées)

3.1. Exploiter la vidéo afin de déterminer la date à partir de laquelle la vitesse limite est atteinte :

Méthode 1 :

- Filmer chute de la bille en faisant attention à avoir de quoi faire un étalon (règle au niveau de l'éprouvette dans laquelle on lâche la bille)
- Exploiter sur aviméca la chute de la bille, en définissant $t=0s$ le moment où la bille entre en contact avec le liquide, définir l'étalon et avoir nos axes avec y qui descend pour faciliter les calculs
- Pointer chaque image jusqu'à ce que la bille touche le fond de l'éprouvette
- A partir des valeurs, reporter sur Regressi et détermine $y=f(t)$
- Créer grandeur $V_y = dy/dt$
- Retrouver le même genre de graphique qu'en énoncé avec une vitesse maximale qui stagne au bout d'un certain delta t (*j'utiliserai $t = 0,2$ sec dans les calculs suivants*)

Méthode 2 :

- A partir de $y = f(t)$, repérer la date à laquelle la courbe prend l'allure d'une fonction affine.

3.2. Effectuer une modélisation d'une partie de la courbe $y = f(t)$ afin d'obtenir la valeur de la vitesse limite. Noter le résultat obtenu.

Méthode 1 :

- Ouvrir des bornes Regressi entre delta t trouvé précédemment et les derniers points
- Modéliser en fonction affine et prendre la valeur de k le coefficient directeur qui correspond à la vitesse limite.

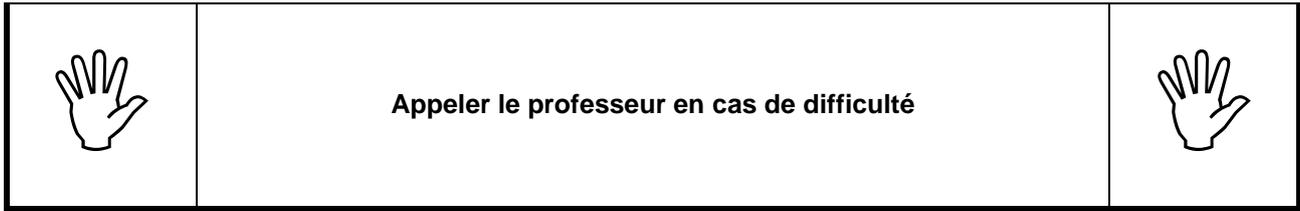
Méthode 2 :

- Dériver sur Regressi une partie de la courbe et noter la valeur de V au bout de notre delta t trouvé précédemment.

On obtient $V_{lim} = 0.922m.s^{-1}$

Remarque : Ne pas arrondir cette valeur. Utiliser cette valeur dans la suite des calculs

APPEL FACULTATIF



4. Exploitation des mesures (20 minutes conseillées)

Le programme Python disponible sur le bureau de l'ordinateur permet de calculer la valeur non arrondie de la viscosité η du glycérol à partir des valeurs de mesures obtenues ainsi que la valeur non arrondie de l'incertitude-type associée $u(\eta)$.

4.1. Exécuter le programme pour vérifier qu'il fonctionne avec les valeurs arbitraires déjà présentes dans les lignes à modifier.

Toutes les mesures effectuées lors de l'épreuve ont une influence sur l'incertitude-type de la viscosité :

- L'incertitude-type sur la mesure de volume V dépend de la fiole jaugée utilisée. Elle est donnée par la relation $u(V) = \frac{t}{\sqrt{3}}$ avec $t = \dots\dots\dots$ mL **la tolérance indiquée sur la fiole.**
- L'incertitude-type sur la mesure de masse m dépend de la balance utilisée. Elle est donnée par la relation $u(m) = \frac{a}{\sqrt{3}}$, avec $a = \dots\dots\dots$ g **la précision de la balance.**
- L'incertitude-type sur la mesure du diamètre D dépend du pied à coulisse utilisé. Elle vaut $u(D) = \frac{d}{\sqrt{12}}$ avec $d = 0,1\text{mm}$ **la plus petite graduation du pied à coulisse (au 1/10ème de millimètre).**
- Par hypothèse, il n'y a pas d'incertitude sur ρ_{acier}
- L'incertitude-type sur la mesure de la vitesse limite dépend de plusieurs sources (étalonnage, pointage, modélisation). On admettra que dans les conditions de l'expérience l'incertitude-type est $u(v_{lim}) = \dots\dots\dots$ m·s⁻¹ ; **voir avec professeur**

4.2. Remplacer dans le programme Python les valeurs arbitraires par les valeurs mesurées et les valeurs mises à disposition dans l'énoncé. On pourra s'aider des commentaires présents dans le programme, pour identifier les lignes à modifier.

- **compléter les : # A COMPLÉTER, avec les valeurs ci-dessus en respectant l'écriture python (^2 = **2; 2,5 = 2.5,...)**

4.3. Exécuter le programme. Écrire ci-dessous les valeurs arrondies de la viscosité η et de l'incertitude type associée.

- **Exécuter le programme et reporter la valeur de η et de l'incertitude type associée en respectant bien l'écriture qui y est associée " $\eta = (x \pm y) \text{ Pa.s}$ "**

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.