

**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 :	Prénom :
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.***

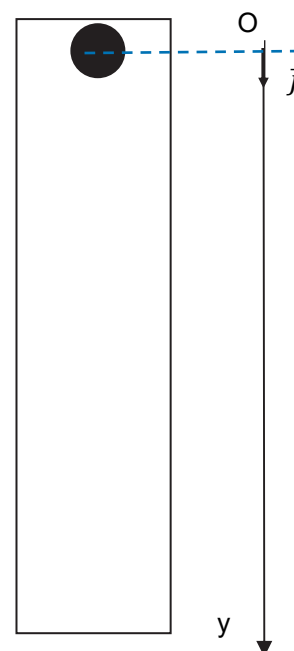
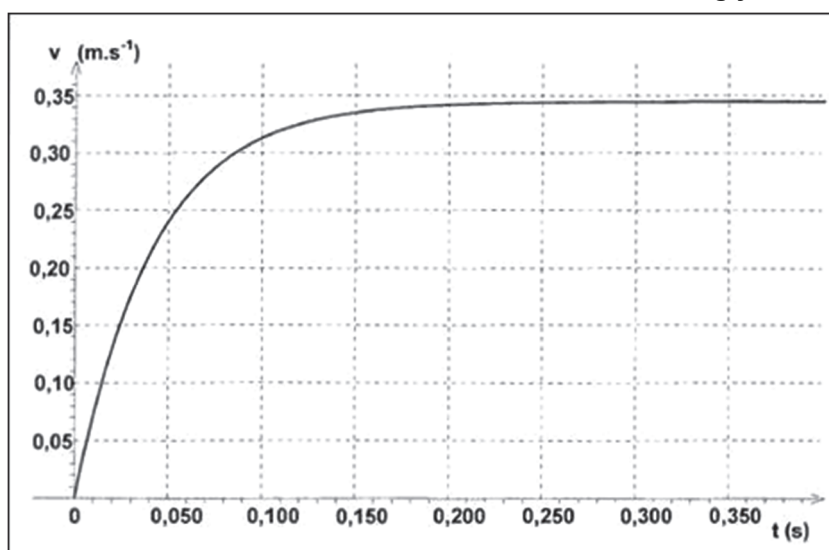
## INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

### 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.

La bille est lâchée sans vitesse initiale et il est possible de filmer son mouvement. Il est possible ensuite de faire une analyse vidéo à l'aide d'un logiciel adapté afin d'obtenir les positions successives occupées par la bille et d'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 peut être définie comme l'ensemble des phénomènes de résistance au mouvement d'un fluide lors d'un écoulement. La viscosité du fluide diminue donc la liberté de mouvement du fluide. La viscosité  $\eta$  est une grandeur caractéristique d'un fluide. Elle s'exprime en Pa.s. La vitesse limite 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 :

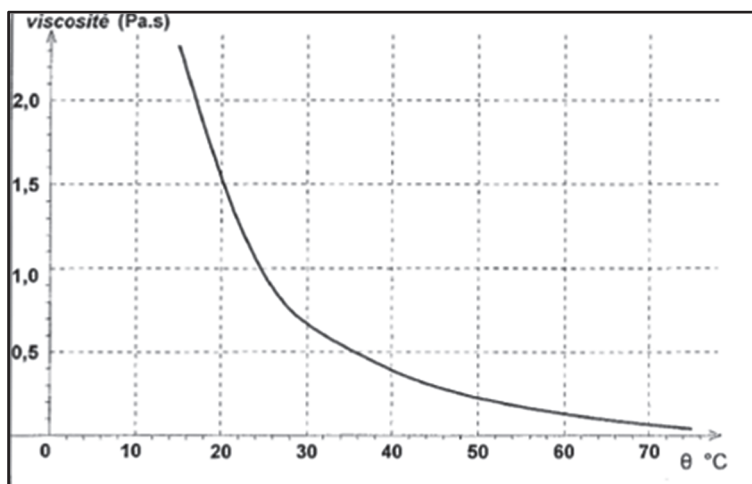
$$v_{lim} = \frac{2 \times (\rho_{bille} - \rho_{fluide}) \cdot g \cdot R^2}{9 \times \eta}$$

- Avec :
- $\rho_{bille}$  : masse volumique de la bille en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
  - $\rho_{fluide}$  : masse volumique du fluide en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
  - $R$  : rayon de la bille en m
  - $\eta$  : viscosité du fluide en Pa.s
  - $g$  : intensité du champ de pesanteur en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

## Données utiles

- Le glycérol, aussi appelé glycérine, est un composé, liquide à température ambiante, et de formule brute  $C_3H_8O_3$ . Son nom officiel dans la nomenclature est : 1, 2, 3-propanetriol. La valeur de la viscosité  $\eta$  du glycérol dépend de la température.

### Évolution de la viscosité du glycérol en fonction de la température



- Masse volumique de l'acier :  $\rho_{acier} = 7,8 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- Intensité du champ de pesanteur  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
- Diamètre de la bille d'acier utilisée :  $D = 0,94 \text{ cm} \pm 0,01 \text{ cm}$

## TRAVAIL À EFFECTUER

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

Pour déterminer la viscosité du glycérol, il faut déterminer sa masse volumique.

En tenant compte du matériel mis à disposition, établir le lister du matériel nécessaire déterminer cette masse volumique.

.....

.....



.....

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

.....



.....

.....

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

## 2. Détermination de la vitesse limite (30 minutes conseillées)

- Effectuer les réglages nécessaires sur le logiciel pour obtenir un film exploitable et comportant 15 images/seconde.
- Filmer la chute de la bille d'acier dans le glycérol.
- Effectuer l'analyse de cette vidéo afin d'afficher la courbe représentant  $y = f(t)$  dans une fenêtre graphique.
- 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		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté</b>	

Déterminer la date à partir de laquelle la vitesse limite est-elle atteinte :

.....

.....



.....

Effectuer une modélisation d'une partie de la courbe  $y = f(\text{temps})$  afin d'obtenir la valeur de la vitesse limite. Noter le résultat obtenu.

.....

.....

.....

APPEL FACULTATIF		
	<b>Appeler le professeur en cas de difficulté</b>	

## 3. Exploitation des mesures (20 minutes conseillées)

Déterminer la valeur de la viscosité  $\eta$  du glycérol à partir des mesures obtenues.

.....

.....

.....

.....

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  $t$  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  $a$  la précision de la balance.
- L'incertitude-type sur la mesure du rayon  $R$  dépend du pied à coulisse utilisé. Elle vaut  $u(R) = 0,01$  cm.
- L'incertitude-type sur la mesure de la vitesse limite dépend de plusieurs sources d'erreurs (étalonnage, pointage, modélisation). On admettra que dans les conditions de l'expérience l'incertitude-type est  $u(v_{lim}) = 0,05$  m·s<sup>-1</sup>.

Evaluer l'incertitude-type composée de la viscosité  $u(\eta)$  en utilisant la formule fournie.

$$\left(\frac{u(\eta)}{\eta}\right) = \sqrt{\left(\frac{u(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2 + \left(\frac{2u(R)}{R}\right)^2 + \left(\frac{u(v_{lim})}{v_{lim}}\right)^2}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Les valeurs obtenues de  $\eta$  et  $u(\eta)$  paraissent-elles cohérentes avec la courbe de l'évolution de la viscosité du glycérol en fonction de la température ?

.....

.....

.....

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