

DEVOIR SURVEILLE DE PHYSIQUE n°1

Monsieur GIGON -
(avec documents)

Documents autorisés avec calculatrice (tout type autorisé)

Il sera tenu compte de la présentation, de l'expression et des fautes d'orthographe. Détailler le raisonnement et les calculs : bien mettre en évidence les applications numériques de manière à comprendre d'où viennent les bons résultats ou les erreurs. Encadrer uniquement les résultats demandés, sans oublier les unités. Tout résultat non encadré ne sera pas pris en compte. De nombreuses questions sont indépendantes !

Bien lire tout l'énoncé. Travailler les exercices sur le brouillon. Ne recopier sur la copie d'examen que lorsque vous êtes sûr(e) de votre raisonnement et de votre résultat. La rédaction doit être claire et concise. Il n'y a aucun piège. On prendra dans tous les exercices la valeur de $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$.

1. EXERCICE (12 points environ)

Le but de cet exercice est de comparer les différentes méthodes proposées par Niels Bohr pour mesurer la hauteur d'un building avec un baromètre (cf document distribué en cours !).

Pour les calculs d'erreur, vous choisirez l'une des deux méthodes (différentielle totale ou différentielle logarithmique). On suppose que l'erreur sur g est négligeable dans tout l'exercice.

11. "On place le baromètre à la hauteur du toit. On le laisse tomber et on mesure le temps de chute". On trouve $(2,7 \text{ s} \pm 0,1 \text{ s})$. **Calculer** la hauteur du building en utilisant la formule $h = \frac{1}{2} g t^2$ et la précision de la mesure. On exprimera le résultat sous la forme : $h = h_{\text{calculée}} \pm \Delta h$

12. "On place le baromètre dehors lorsqu'il y a du soleil. On mesure la hauteur du baromètre, la longueur de son ombre et la longueur de l'ombre du building. Ensuite, avec un simple calcul de proportion, on trouve la hauteur du building". La longueur de l'ombre du baromètre est de $(70,3 \pm 0,1) \text{ cm}$ et celle du building est de $(20,22 \pm 0,01) \text{ m}$. La longueur du baromètre est égale à $1,250 \text{ m} \pm 1 \text{ mm}$. **Calculer** la hauteur du building et la précision de la mesure. On exprimera le résultat sous la forme : $h = h_{\text{calculée}} \pm \Delta h$

On calculera l'angle d'inclinaison du soleil (angle formé par les rayons du soleil et l'horizontale) et la précision. On exprimera le résultat sous la forme : $\alpha = (\alpha_{\text{calculée}} \pm \Delta\alpha)^\circ$

13. "On attache le baromètre à une grande corde et en étant sur le toit, on le laisse descendre jusqu'au niveau de la rue. On le fait balancer comme un pendule et on calcule la hauteur du building à partir de la période de précession". On trouve une période de $12,0 \text{ s} \pm 0,1 \text{ s}$ près. **Calculer** la hauteur du building et la précision de la mesure sachant que $T = 2\pi (h/g)^{1/2}$. On exprimera le résultat sous la forme : $h = h_{\text{calculée}} \pm \Delta h$

14. On mesure la pression atmosphérique en bas et en haut du building. On trouve une pression de $76,00 \text{ cmHg}$ en bas et une pression de $75,68 \text{ cmHg}$ en haut à $0,2 \text{ mm}$ près. **Calculer** la hauteur du building et la précision de la mesure en utilisant la formule démontrée en TD : $P = P_0 e^{-\rho g H}$ où $H = RT/Mg$.

On prendra $T = (27 \pm 1)^\circ\text{C}$ et $M = (28,96 \pm 0,01) \text{ g mol}^{-1}$. On détaillera tous les calculs.

On exprimera le résultat sous la forme : $h = h_{\text{calculée}} \pm \Delta h$

15. Les résultats sont-ils cohérents ? **En déduire** la meilleure méthode. **Remarques !**

2. EXERCICE (5 points environ)

Le but de cet exercice est de mesurer la pression atmosphérique avec un "baromètre" particulier constitué d'un tube ouvert à une extrémité, de section intérieure uniforme $s = 1 \text{ mm}^2$ contenant de l'air emprisonné par un index de mercure de longueur $l = 10 \text{ cm}$.

Au départ, lorsque le tube est vertical et ouvert vers le haut (schéma 1), $X_1 = 65,2 \text{ cm}$. Lorsqu'on retourne le tube (schéma 2), $X_2 = 85,2 \text{ cm}$.

Calculer la pression atmosphérique en cmHg et en hPa en supposant que la transformation s'est effectuée à température constante de 20°C et que l'air contenu dans le tube est un gaz parfait. On rappelle que la densité du mercure est égale à $13,6$.

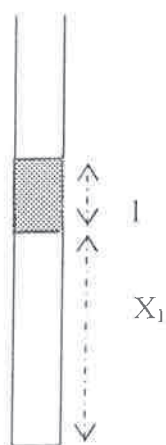


Schéma 1

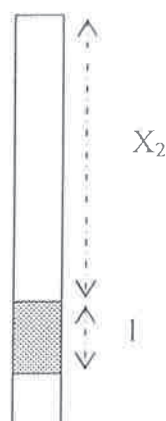


Schéma 2

3. PROBLEME (13 points environ)

Une pompe à bicyclette est constituée par un cylindre de section intérieure de 6 cm^2 dans lequel se déplace un piston sur une longueur maximale de 40 cm . L'air ambiant est à la pression atmosphérique 1 bar et à la température 20°C . Dans tout le problème, on confond chambre à air et pneu.

31. **Compléter** le schéma suivant en indiquant l'endroit où l'on met la valve de la chambre à air. **Calculer** le nombre de moles contenues dans le corps de pompe contenant de l'air ambiant.



32. On veut gonfler un pneu qui se trouve initialement à la pression relative de $1,2 \text{ bar}$. Le piston est tiré au maximum puis enfoncé lentement (à température constante). **Calculer** la longueur du déplacement du piston à partir de laquelle la valve de la chambre à air s'ouvrira, permettant à l'air de pénétrer dans le pneu. **On représentera** les différentes transformations correspondant à l'aller-retour du piston dans le diagramme de Clapeyron. On suppose qu'il n'y a pas de raccord entre la pompe et le pneu (pas de volume mort).

33. Après le premier coup de pompe, la pression relative dans le pneu est $1,4 \text{ bar}$. On donne un second coup de pompe dans les mêmes conditions que le premier. **Calculer** la longueur du déplacement du piston à partir de laquelle la valve de la chambre à air s'ouvrira.

En déduire le volume du pneu en cm^3 en supposant que le pneu garde un volume constant. **Vérifier** ce résultat en calculant le volume du pneu 622×28 où le premier chiffre indique le diamètre de la roue en mm et le deuxième indique le diamètre du pneu en mm. On donne la formule du volume du pneu (tore) : $V = S 2\pi R$ où S est la section du pneu considéré comme circulaire quand il est gonflé et R le rayon de la roue.

34. On suppose qu'il y a un raccord, donc que l'ensemble pompe + raccord possède un volume résiduel de 6 cm^3 lorsque le piston est enfoncé au maximum. **Montrer** qu'avec une telle pompe on ne pourrait gonfler un pneu au-delà d'une certaine pression **que l'on calculera**. **Remarque**.

On représentera les différentes transformations correspondant à l'aller-retour du piston dans le diagramme de Clapeyron.

35. On suppose que le pneu a été gonflé à une pression relative de $1,4 \text{ bar}$ à la température ambiante de 20°C . **Calculer** la pression relative de ce pneu s'il est laissé au soleil à une température de 40°C . On suppose que le volume du pneu reste constant.

36. **Calculer** la surface de contact du pneu arrière avec le sol en cm^2 sachant que les $2/3$ du poids du cycliste de masse 70 Kg et du vélo de masse 10 Kg s'applique sur la roue arrière et que la pression relative du pneu est de $1,4 \text{ bar}$. **Remarque !** En réalité, on ne trouve que quelques cm^2 : **d'où vient** cette différence ?

Expliquer l'intérêt de bien gonfler les pneus !

Il est inutile de vous précipiter pour faire les calculs : le vélo reste un sport dangereux !