

DEVOIR SURVEILLE N°1 DE PHYSIQUE

Monsieur GIGON

Documents non 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.

Bien lire tout l'énoncé. Travailler 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 ! De nombreuses questions sont indépendantes.

On rappelle les formules suivantes :

$$T \text{ (K)} = \theta \text{ (}^\circ\text{C)} + 273,15$$

$$P V = n R T \quad \text{où } R = 8,31 \text{ unités SI}$$

$$dP = -\rho g dz$$

$$P_{\text{totale}} = \sum P_{\text{partielle}}$$

$$M_{\text{moyenne}} = \sum X_i M_i$$

$$dU = dQ + dW \quad \text{avec } dW = -P dV, \quad dQ_v = n C_v dT \quad \text{et } dQ_p = n C_p dT$$

$$dU = n C_v dT$$

$$P V^\gamma = K$$

$$\gamma = C_p / C_v$$

$$C_p - C_v = R$$

$$C_v \text{ (monoatomique)} = 3/2 R; \quad C_v \text{ (diatomique)} = 5/2 R; \quad C_v \text{ (triatomique)} = 6/2 R$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2, \quad d_{\text{Hg}} = 13,6.$$

Toute autre formule utilisée au cours de ce devoir devra être démontrée à partir des formules précédentes.

.. **EXERCICE** (10 points)

Un litre d'air pris dans les conditions initiales (1 bar, 20 °C) subit une suite de transformations quasi-statiques :

- chauffage à volume constant jusqu'à tripler la pression (transformation AB),
- détente adiabatique jusqu'à retrouver la pression initiale (transformation BC),
- refroidissement à pression constante jusqu'à retrouver le volume initial (transformation CA).

11. **Représenter rapidement** ces transformations dans le diagramme (P, V). **Remarques** (3 lignes).  
**Calculer** les 3 coordonnées des points A, B et C (P en bar, V en L, T en °C).

12. **Calculer** les quantités de chaleur et de travail échangées par l'air pendant chacune de ces transformations. **Remarques** (3 lignes).

13. On remplace la détente adiabatique BC par une détente isotherme BC'. Représenter cette transformation sur le même diagramme (P, V). **Calculer** à nouveau les quantités de chaleur et de travail échangées par l'air au cours des transformations BC' et C'A. **Remarques**.

## 2. PROBLEME (20 points)

La variation de la pression atmosphérique  $P_{atm}$  en fonction de l'altitude  $z$  est donnée par la formule :

$$P_{atm} = P_0 e^{-\frac{Mg}{RT}z}$$

21. Sachant que la pression atmosphérique au niveau de la mer  $P_0$  est de 74,0 cmHg, **calculer** la pression partielle du dioxygène en cmHg et en Pa, sachant que l'air atmosphérique est constitué de dioxygène, de diazote et d'argon, que l'on assimilera à des gaz parfaits. La fraction molaire du dioxygène est de 21%, celle du diazote est de 78% et celle de l'argon est de 1%.

**Déterminer** la masse molaire  $M$  de l'air.

$M_{O_2} = 32$  g/mol,  $M_{N_2} = 28$  g/mol,  $M_{Ar} = 40$  g/mol.

22. **Trouver** la dimension de  $\frac{Mg}{RT}$  et **en déduire** son unité en SI. On détaillera le raisonnement. **Calculer** sa valeur en SI (on prendra  $T = 20,0$  °C).

**Calculer** la pression atmosphérique à 3000 m d'altitude en cmHg, sachant que la pression au niveau de la mer  $P_0$  est 74,0 cmHg.

**Quelle serait la valeur indiquée** sur un baromètre à mercure (en cmHg) de cette pression ramenée au niveau de la mer ?

23. **Calculer** la précision de ce calcul de la pression atmosphérique à 3000 m, sachant que l'on connaît la pression atmosphérique à 1 mmHg près, l'altitude à 10 m près et la température de l'air à 1 °C près, et que les erreurs sur  $R$ ,  $M$  et  $g$  sont négligeables. Prendre la méthode de votre choix.

**Donner le résultat** sous la forme :  $P = (P_{calculée} \pm \Delta P)$  cmHg

24. Lorsque la pression extérieure diminue, l'homme éprouve des troubles d'hypoxie dus essentiellement à l'insuffisance en dioxygène de l'air respiré. Pour un individu respirant à l'air libre (par opposition à un individu utilisant un masque à oxygène), la pression partielle du dioxygène ne peut descendre au-dessous de 57,75 mmHg. On considère que la fraction molaire du dioxygène est constante.

**Calculer** l'altitude correspondante à cette limite sachant qu'au niveau de la mer, la température est de 20 °C et la pression de 74,0 cmHg.

25. Dans la troposphère, la température absolue  $T$  varie avec l'altitude  $z$  selon la relation :

$$T = T_0 - az$$

En admettant qu'au niveau de la mer la température est de 20 °C et qu'à une altitude de 10 km, la température est de - 63 °C, **déterminer** la valeur de la constante  $a$ . Ne pas oublier l'unité.

**Démontrer** la relation suivante à partir de la formule fondamentale  $dP = -\rho g dz$  en supposant que  $g$  est constant, que la température  $T$  varie en fonction de  $z$  et que  $\rho$  varie en fonction de  $P$  et de  $T$  :

$$P = P_0 \left( \frac{T_0 - az}{T_0} \right)^{\left( \frac{Mg}{aR} \right)}$$

**Calculer** à nouveau à partir de cette nouvelle expression la pression atmosphérique à 3000 m d'altitude en cmHg, sachant qu'au niveau de la mer, la température est de 20 °C et la pression de 74,0 cmHg.

**Remarque !**

*Attention à l'ivresse des hauteurs !!!*

*Ne pas oublier de participer au **don du sang** qui aura lieu demain 8 décembre de 10 h à 13h 30 à l'atrium de la Catho (après le cours de zoologie). Repas gratuit assuré ! Prendre un encas à 10 h.*