Un tube de verre fermé aux deux extrémités est assimilé à un cylindre droit de faible diamètre et d'axe vertical. Une colonne de mercure de hauteur h est introduite à l'intérieur du cylindre. Le mercure crée ainsi deux compartiments fermés. Chaque compartiment contient de l'hélium assimilé à un gaz parfait. Le gaz enfermé dans la partie inférieure du tube est noté C tandis que celui contenu dans la partie supérieure est noté C'.

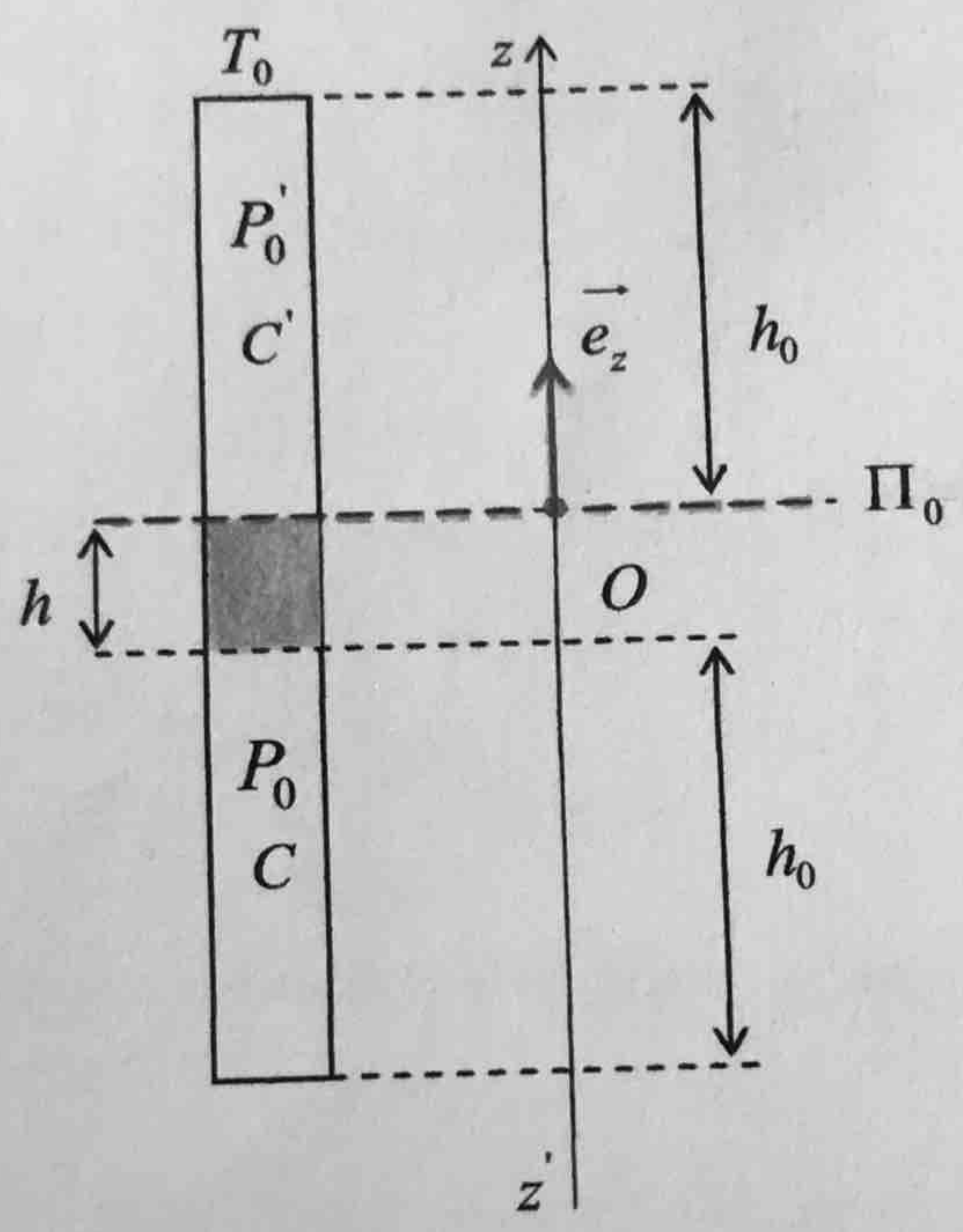
On écrit la masse m de la colonne de mercure sous la forme : $m=\sigma S$ où σ et S désignent respectivement la masse surfacique et la section du tube.

Se donner un axe $z'Oz$ de vecteur unitaire $\vec{e_z}$ tel que l'accélération de pesanteur $\vec{g}$ s'écrive : $\vec{g}=-g\vec{e_z}$.

A la température T_0 ($T_0 = 273{,}15$ K) les deux compartiments cylindriques C et C' possèdent la même hauteur h_0. Le compartiment C est alors scellé à la pression P_0.

L'origine O est placée dans le plan Π_0 tangent à la surface libre du mercure fermant C'.

Tube de verre à la température T_0



1. Le tube est à la température T_0. Exprimer la pression P_0' du gaz de C' en fonction de P_0 et de σ.

   A : $P_0' = P_0 + \sigma g$

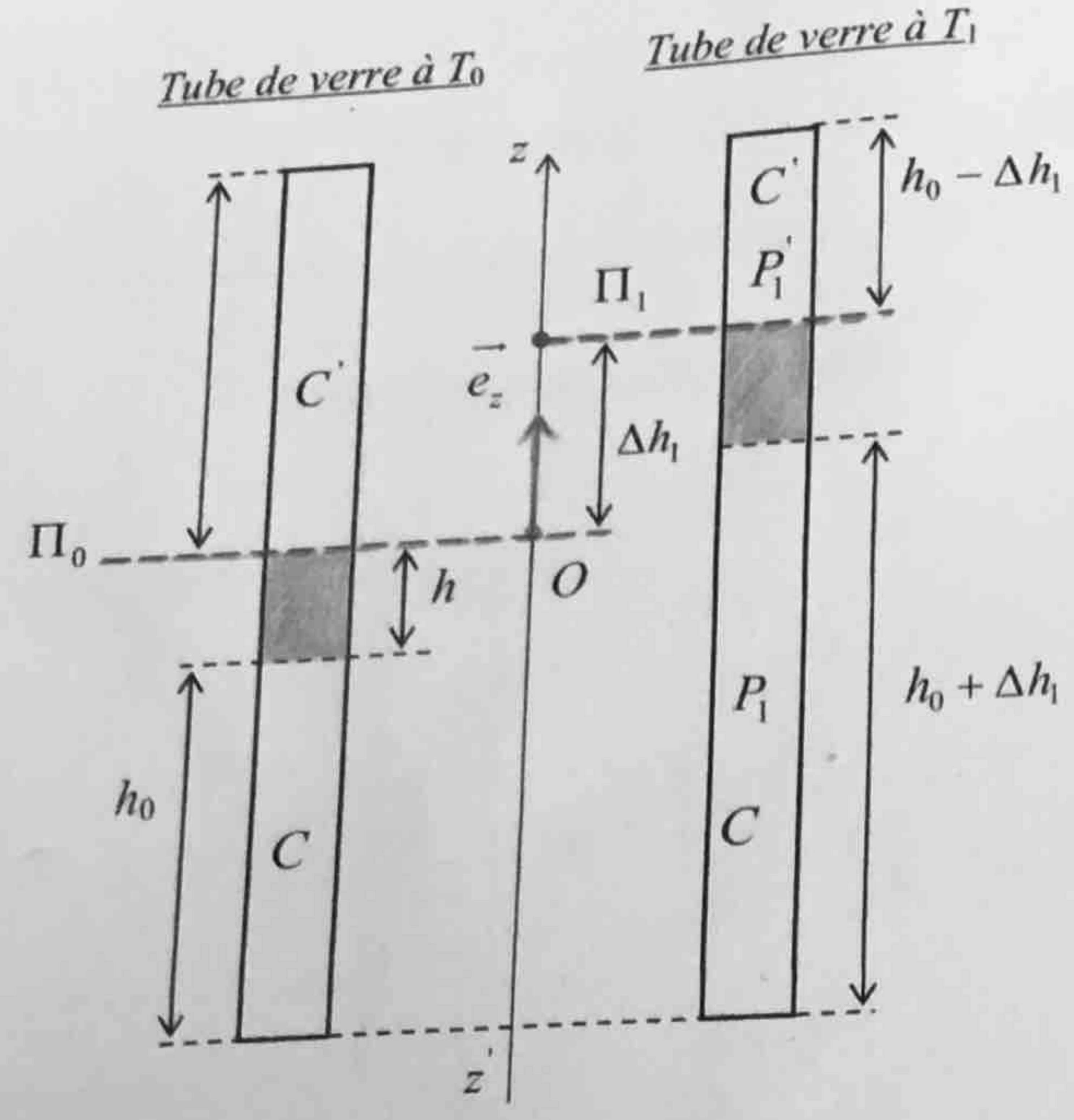
   B : $P_0' = P_0 - \sigma g$

   C : $P_0' = P_0 + \sigma g h_0$

   D : $P_0' = P_0 - \sigma g h_0$

   E : Aucune de ces réponses n'est exacte.

2. Le tube est placé à une température T_1(K) ($T_1 > T_0$). La surface libre du mercure fermant C' s'élèv d'une hauteur Δh_1. Les pressions de C et C' sont notées respectivement P_1 et P_1'.



On note x_1 $(x_1 = \dfrac{\Delta h_1}{h_0})$ le déplacement relatif de la colonne de mercure à la température T_1.

2.1 Déterminer la pression P_1 en fonction de la pression P_1' et de σ.

A : $P_1 = P_1' - \sigma g$

B : $P_1 = \sigma g - P_1'$

C : $P_1 = P_1' + \sigma g$

D : $P_1 = P_1' - \sigma g h_0$

E : Aucune de ces réponses n'est exacte.

2.2 Exprimer la pression P_0 de l'hélium de C en fonction de T_0, T_1, P_1 et x_1.

A : $P_0 = P_1 + \dfrac{T_0 P_1}{T_1} x_1$

B : $P_0 = P_1 - \dfrac{T_0 P_1}{T_1} x_1$

C : $P_0 = \dfrac{T_0 P_1}{T_1}(1 + x_1)$

D : $P_0 = \dfrac{T_1 P_1}{T_0}(1 + x_1)$

E : Aucune de ces réponses n'est exacte.

2.3 Exprimer la pression P_0' de l'hélium de C' en fonction de T_0, T_1, P_1' et x_1.

A : $P_0' = P_1' + \dfrac{T_1 P_1'}{T_0} x_1$

B : $P_0' = P_1' + \dfrac{T_0 P_1'}{T_1} x_1$

C : $P_0' = \frac{T_0 P_1'}{T_1}(1+x_1)$

D : $P_0' = \frac{T_0 P_1'}{T_1}(1-x_1)$

E : Aucune de ces réponses n'est exacte.

2.4 Etablir une équation entre T_0, T_1, P_0 et x_1.

A : $x_1^2 + \left(1 - \frac{2P_0}{\sigma g}\right)\left(\frac{T_1}{T_0}\right)x_1 + \frac{T_1 - T_0}{T_0} = 0$

B : $x_1^2 + \left(1 + \frac{2P_0}{\sigma g}\right)\left(\frac{T_1}{T_0}\right)x_1 + \frac{T_1 - T_0}{T_0} = 0$

C : $x_1^2 + \left(\frac{2P_0 T_1}{\sigma g T_0}\right)x_1 + \frac{T_1 - T_0}{T_0} = 0$

D : $x_1^2 + \left(1 - \frac{P_0}{\sigma g}\right)\left(\frac{T_1}{T_0}\right)x_1 + \frac{T_1 - T_0}{T_0} = 0$

E : Aucune de ces réponses n'est exacte.

2.5 Calculer x_1. On donne : $T_1 = \frac{5}{4}T_0$; $P_0 = 0{,}68.10^5$ Pa ; $\sigma = 1{,}36.10^3$ kg.m^{-2} et $g = 10$ m.s^{-2}.

Prendre : $(45)^2 = 2025$ et $\sqrt{2009} \approx 44{,}80$.

A : $x_1 \approx 2{,}5\ \%$

B : $x_1 \approx 4{,}5\ \%$

C : $x_1 \approx 7{,}5\ \%$

D : $x_1 \approx 10\ \%$

E : Aucune de ces réponses n'est exacte.