

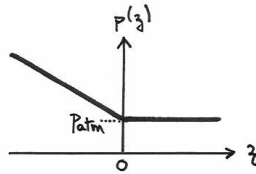
THERMODYNAMIQUE

I. Plongée sous-marine

I.1. Plongée en apnée

1.

$dp = -\rho g dz \Rightarrow p(z) = p_{atm} - \rho g z$ pour $z < 0$ et $p(z) = p_{atm}$ pour $z \geq 0$.



2. $nRT = p_{atm}V_M = p(z)V(z) \Rightarrow V(z) = \frac{p_{atm}}{p_{atm} - \rho g z} V_M$. Donc $V(z = -20\text{ m}) = 1,4\text{ L}$.

3. La flottabilité est la somme algébrique du poids et de la force d'archimède : $F = -mg + \rho g(V_0 + V(z))$. Elle diminue lorsque la profondeur augmente car la pression augmente donc le volume d'eau déplacé diminue, et donc la force d'archimède diminue.

4. On remplace m par $m + m_1$ dans l'expression ci-dessus, et on pose que $F = 0$ à $z = -5\text{ m}$, ce qui donne $m_1 = \rho \left(V_0 + \frac{V_M}{1 - \rho g z / p_{atm}} \right) - m = 1,7\text{ kg}$.

I.2. Plongée avec bouteille : utilité du détendeur

5. On obtient $n_i = \frac{pV_b}{RT_a} = 99\text{ mol}$ et $n_s = \frac{p_sV_b}{RT_c} = 2\text{ mol}$.

6. En notant k le nombre d'inspirations total, et $n_0 = \frac{p(z)\Omega_0}{RT_c}$ la quantité consommée à chaque inspiration, on $\Delta t_s(z) = \frac{k}{f}$ et $k = \frac{n_i - n_s}{n_0}$ d'où $\Delta t_s = \frac{(n_i - n_s)RT_c}{f(p_{atm} - \rho g z)\Omega_0} = 32\text{ min } 22\text{ s}$.

7. En surface il faut changer la pression et la température : $\frac{\Delta t_s(z)}{\Delta t_s(0)} = \frac{T_e}{T_a} \frac{p_{atm}}{p_{atm} - \rho g z} = 0,33$. La durée d'utilisation est divisée par trois en profondeur par rapport à la surface.

I.3. Plongée avec bouteilles : hyperoxie et ivresse des profondeurs

8. On a $p_i = n_i \frac{RT}{V} = \frac{n_i}{n_1 + n_2} (n_1 + n_2) \frac{RT}{V}$ d'où $p_i = x_i p$.

9. a) Notons $p_{m1} = 1,5\text{ bar}$ la pression en dioxygène à ne pas dépasser : $p_{m1} = x_{O_2}(p_{atm} - \rho g z_{min})$. D'où la profondeur à ne pas dépasser : $z_{min} = \frac{p_{atm} - p_{m1}/x_{O_2}}{\rho g} = -66\text{ m}$.

b) Notons $p_{m2} = 4,0\text{ bar}$ la pression en diazote à ne pas dépasser, on obtient de même : $z_{min} = \frac{p_{atm} - p_{m2}/x_{N_2}}{\rho g} = -41\text{ m}$.

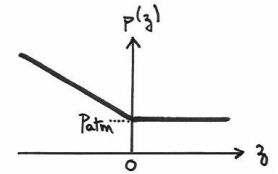
THERMODYNAMIQUE

I. Plongée sous-marine

I.1. Plongée en apnée

1.

$dp = -\rho g dz \Rightarrow p(z) = p_{atm} - \rho g z$ pour $z < 0$ et $p(z) = p_{atm}$ pour $z \geq 0$.



2. $nRT = p_{atm}V_M = p(z)V(z) \Rightarrow V(z) = \frac{p_{atm}}{p_{atm} - \rho g z} V_M$. Donc $V(z = -20\text{ m}) = 1,4\text{ L}$.

3. La flottabilité est la somme algébrique du poids et de la force d'archimède : $F = -mg + \rho g(V_0 + V(z))$. Elle diminue lorsque la profondeur augmente car la pression augmente donc le volume d'eau déplacé diminue, et donc la force d'archimède diminue.

4. On remplace m par $m + m_1$ dans l'expression ci-dessus, et on pose que $F = 0$ à $z = -5\text{ m}$, ce qui donne $m_1 = \rho \left(V_0 + \frac{V_M}{1 - \rho g z / p_{atm}} \right) - m = 1,7\text{ kg}$.

I.2. Plongée avec bouteille : utilité du détendeur

5. On obtient $n_i = \frac{pV_b}{RT_a} = 99\text{ mol}$ et $n_s = \frac{p_sV_b}{RT_c} = 2\text{ mol}$.

6. En notant k le nombre d'inspirations total, et $n_0 = \frac{p(z)\Omega_0}{RT_c}$ la quantité consommée à chaque inspiration, on $\Delta t_s(z) = \frac{k}{f}$ et $k = \frac{n_i - n_s}{n_0}$ d'où $\Delta t_s = \frac{(n_i - n_s)RT_c}{f(p_{atm} - \rho g z)\Omega_0} = 32\text{ min } 22\text{ s}$.

7. En surface il faut changer la pression et la température : $\frac{\Delta t_s(z)}{\Delta t_s(0)} = \frac{T_e}{T_a} \frac{p_{atm}}{p_{atm} - \rho g z} = 0,33$. La durée d'utilisation est divisée par trois en profondeur par rapport à la surface.

I.3. Plongée avec bouteilles : hyperoxie et ivresse des profondeurs

8. On a $p_i = n_i \frac{RT}{V} = \frac{n_i}{n_1 + n_2} (n_1 + n_2) \frac{RT}{V}$ d'où $p_i = x_i p$.

9. a) Notons $p_{m1} = 1,5\text{ bar}$ la pression en dioxygène à ne pas dépasser : $p_{m1} = x_{O_2}(p_{atm} - \rho g z_{min})$. D'où la profondeur à ne pas dépasser : $z_{min} = \frac{p_{atm} - p_{m1}/x_{O_2}}{\rho g} = -66\text{ m}$.

b) Notons $p_{m2} = 4,0\text{ bar}$ la pression en diazote à ne pas dépasser, on obtient de même : $z_{min} = \frac{p_{atm} - p_{m2}/x_{N_2}}{\rho g} = -41\text{ m}$.