

UE4 – Physique

Annales Classées

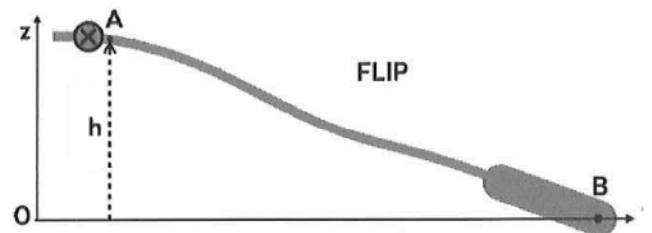
GAZ - PRESSION

SUJET

Pressions œsophagiennes

Un anneau de constriction se propage le long de l'œsophage, provoquant une surpression derrière le bol alimentaire pour le pousser vers l'estomac. Les appareils suivants permettent de diagnostiquer des anomalies de contraction de la paroi œsophagienne. On donne la masse volumique $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ des liquides incompressibles (eau et solution saline), l'accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ et la pression atmosphérique $p_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}$.

Le système FLIP teste l'élasticité de la paroi œsophagienne au gonflage. On descend dans l'œsophage un tube souple se terminant par un ballonnet qu'on gonfle avec une solution saline. Une pompe à l'extérieur prélève la solution à la pression atmosphérique et la maintient à l'équilibre avec une pression $\delta p_B = 30 \text{ mm Hg}$ au-dessus de la pression atmosphérique au point B dans



le ballon. La différence de hauteur entre le point A de sortie de pompe et le point B vaut $h = 10 \text{ cm}$.

Question 1 Calculer la pression p_A que doit fournir la pompe en sortie A pour obtenir la pression souhaitée en B. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $p_A = 0,99 \text{ atm}$
- B. $p_A = 1,01 \text{ atm}$
- C. $p_A = 1,03 \text{ atm}$
- D. $p_A = 1,04 \text{ atm}$
- E. $p_A = 1,05 \text{ atm}$

Question 2 Calculer le travail W à fournir à la solution pour gonfler le ballon du volume initial $V_1 = 20 \text{ ml}$ au volume final $V_2 = 60 \text{ ml}$ si la pompe maintient la surpression en B constante. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $W = 0,16 \text{ J}$
- B. $W = 0,23 \text{ J}$
- C. $W = 4,0 \text{ J}$
- D. $W = 4,2 \text{ J}$
- E. $W = 6,2 \text{ J}$

Métabolisme en course

On considère une athlète de masse $m = 65$ kg. On quantifie son métabolisme basal quotidien, M_b , en mesurant les échanges gazeux durant sa respiration dans une pièce où la pression atmosphérique vaut $p_{atm} = 1$ atm et la température $T = 27^\circ$ C. Au repos elle inspire et expire le même volume d'air $V_i = V_e = 0,4$ litre à chaque cycle, avec une fréquence $f = 14$ cycles par minute. Les fractions molaires de O_2 inspiré et expiré sont respectivement $\chi_i = 0,21$ et $\chi_e = 0,17$. L'air se comporte comme un mélange de gaz parfaits. La combustion d'une mole de glucose selon la réaction $6O_2 + C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ fournit une énergie $\Delta E = 2800$ kJ/mole. On donne la constante des gaz parfaits $R = 8,31$ J K⁻¹.mol⁻¹ et l'accélération de la pesanteur $g = 9,81$ m s⁻².

Question 12 Calculer le nombre n_{ai} de moles d'air inspirées à chaque cycle et le débit Q_{ai} d'air inspiré. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $n_{ai} = 0,016$ mole
- B. $n_{ai} = 0,18$ mole
- C. $n_{ai} = 16$ moles
- D. $Q_{ai} = 5,6 \times 10^{-3}$ m³/s
- E. $Q_{ai} = 9,3 \times 10^{-5}$ m³/s

Question 13 On compare les pressions partielles de O_2 dans l'air inspiré sec (p_{Oi}), dans l'air inspiré dans les poumons après ajout de vapeur d'eau au passage des bronches (p_{Op}), et dans l'air expiré (p_{Oe}). **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $p_{Oi} = 10^5$ Pa
- B. $p_{Oi} = 2,1 \times 10^4$ Pa
- C. $p_{Op} < p_{Oi}$
- D. $p_{Op} > p_{Oi}$
- E. $p_{Oe} = 1,7 \times 10^4$ Pa

Question 14 Calculer le nombre $\Delta n_{O_2} / \Delta t$ de moles de O_2 consommées par jour pour assurer les dépenses énergétiques de l'athlète au repos, puis calculer son métabolisme basal M_b , c'est-à-dire la puissance qu'elle consomme par jour au repos. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte (s) :**

- A. $\Delta n_{O_2} / \Delta t = 3590$ moles/jour
- B. $\Delta n_{O_2} / \Delta t = 323$ moles/jour
- C. $\Delta n_{O_2} / \Delta t = 12,9$ moles/jour
- D. $M_b = 7520$ kJ/jour
- E. $M_b = 6020$ kJ/jour

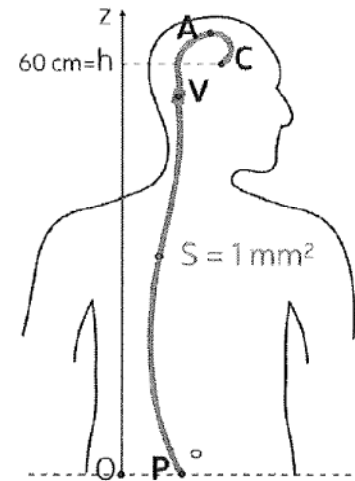
Dérivation ventriculo-péritonéale

En cas d'hydrocéphalie, on peut dériver l'excès de liquide céphalo-rachidien du cerveau (point C) jusque dans la cavité péritonéale (point P) dans l'abdomen. Les tensions dans le cerveau, T_C et dans la cavité péritonéale, T_P , dépendent

de la position du patient et valent :

tension	allongé	debout
T_C	1320 Pa	0 Pa
T_P	1180 Pa	1480 Pa

En station debout, on mesure une différence d'altitude $h = 60$ cm entre les points d'entrée C et de sortie P de la dérivation. Celle-ci comprend un cathéter court CV, une valve V et un cathéter long VP. Les deux cathéters ont la même section $S = 1 \text{ mm}^2$ constante. Le liquide céphalo-rachidien, incompressible, a une densité $d = 1,02$ et une viscosité telle que la résistance hydraulique du cathéter CV vaut $R_{CV} = 3,8 \times 10^9 \text{ Pa s m}^{-3}$ et celle du cathéter VP vaut $R_{VP} = 3,8 \times 10^{10} \text{ Pa s m}^{-3}$. On néglige la vitesse du liquide dans le cerveau. On donne la masse volumique $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ de l'eau, l'accélération $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ de la pesanteur et la pression atmosphérique $p_{atm} = 1 \text{ atm}$.



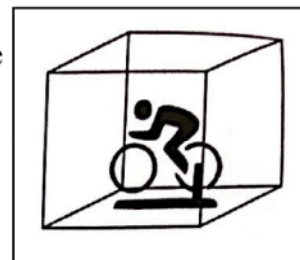
On oriente l'axe vertical Oz vers le haut et on note A le point le plus haut de la dérivation en position debout. En position allongée, on néglige les différences d'altitude entre les différents endroits de la dérivation. La valve est pleinement ouverte et on néglige les frottements dans le liquide céphalo-rachidien pour les questions 12, 13 et 14.

Question 12 Le patient est debout. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. La pression en C est nulle.
- B. La pression en V est supérieure à celle en A.
- C. La pression en A est inférieure à celle en C.
- D. Le liquide s'écoule vers l'abdomen grâce à la différence de pression entre le cerveau et la cavité péritonéale.
- E. Le liquide s'écoule vers l'abdomen grâce à la pesanteur.

TENTE HYPOXIQUE (questions 11 à 13)

Certains athlètes utilisent une tente hypoxique pour reproduire les conditions d'appauvrissement en oxygène d'un entraînement à haute altitude. On considère une tente fermée, de volume $V=24,9 \text{ m}^3$, à la pression $p = 1 \text{ atm}$, à la température $T = 27^\circ\text{C}$, contenant de l'air sec avec une fraction molaire $f_{\text{O}_2} = 15 \%$ de O_2 , un cycliste s'y entraîne pendant une durée $\Delta t = 1 \text{ heure}$. Il rayonne de l'énergie thermique dont une partie est absorbée par l'air, sa transpiration fournit de la vapeur d'eau à raison de $0,9 \text{ kg}$ par heure. On néglige la perte de O_2 et l'apport de CO_2 dans l'air à cause de la respiration de l'athlète. Au bout de l'heure d'entraînement on constate une élévation de pression $\Delta p/p = 6\%$ dans la tente par rapport aux conditions initiales. Tous les gaz sont considérés comme parfaits et on donne la constante des gaz parfaits $R = 8,3 \text{ J/K}$. La masse molaire de l'eau vaut $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g}$. On rappelle l'approximation $(1+\varepsilon)^\alpha \approx 1+\alpha\varepsilon$ si $\varepsilon \ll 1$ et on note que $3 \times 8,3 = 24,9$



Question n°11

Calculer le nombre n de moles d'air initial et le nombre Δn de moles d'eau ajoutées par sudation.

Indiquer la ou les propositions exactes :

- A. $n = 0,01 \text{ mole}$
- B. $n = 0,11 \text{ mole}$
- C. $n = 10^3 \text{ moles}$
- D. $\Delta n = 0,05 \text{ mole}$
- E. $\Delta n = 50 \text{ moles}$

Question n°12

Calculer la variation relative $\Delta T/T$ de température et la variation relative $\Delta U/U$ d'énergie interne de l'air dans la tente entre le début et la fin de l'entraînement. **Indiquer la ou les propositions exactes :**

- A. $\Delta T/T = 6 \%$
- B. $\Delta T/T = 5 \%$
- C. $\Delta T/T = 1 \%$
- D. $\Delta U/U = 6 \%$
- E. $\Delta U/U = \Delta T/T$

Question n°13

Exprimer les pressions partielles de O_2 au début (p_{O_2}) et à la fin (p'_{O_2}) de l'entraînement. Calculer leur rapport. **Indiquer la ou les propositions exactes :**

- A. $p_{O_2} = 1 \text{ atm}$
- B. $p_{O_2} = 0,15 \text{ atm}$
- C. $\frac{p'_{O_2}}{p_{O_2}} \approx 1 + \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta n}{n} = 1,11$
- D. $\frac{p'_{O_2}}{p_{O_2}} \approx 1 - \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta n}{n} = 0,99$
- E. $\frac{p'_{O_2}}{p_{O_2}} \approx 1 + \frac{\Delta p}{p} - \frac{\Delta n}{n} = 1,01$

2019

Voix de fausset

Les poumons d'un étudiant contiennent au repos un volume $V_a = 3,1$ litres d'air, de masse molaire $M_a = 29$ g/mol, à la température $T_a = 37^\circ\text{C}$ et à la pression atmosphérique $p_{\text{atm}} = 1$ atm. Pour maquiller sa voix, il va inhaler un volume $V_h = 0,5$ litre d'hélium d'un réservoir à la pression atmosphérique et à la température $T_h = 27^\circ\text{C}$. La masse molaire de l'hélium vaut $M_h = 4$ g/mol. La constante des gaz parfaits vaut $R = 8,3 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$. On donne également $1/R = 0,12 \text{ J}^{-1}.\text{K}.\text{mol}$.

Question n°10

Calculer le nombre n_a de moles d'air et n_h de moles d'hélium qui constituent le mélange gazeux final.

Cocher la (ou les) proposition(s) vraie(s) :

- A. $n_a = 120$ moles
- B. $n_a = 0,12$ moles
- C. $n_a = 0,0012$ moles
- D. $n_h = 0,02$ moles
- E. $n_h = 0,0002$ moles

Question n°11

L'étudiant retient sa respiration quelques instants pour laisser l'hélium se mélanger à l'air. Calculer la pression partielle de l'hélium, p_h , dans le mélange et exprimer la masse molaire M_m du mélange. **Cocher la (ou les) proposition(s) vraie(s) :**

- A. $p_h = 1/7$ atm
- B. $p_h = 1/6$ atm
- C. $M_m = n_a M_a + n_h M_h$
- D. $M_m = (n_a M_a + n_h M_h)/n_a$
- E. $M_m = (n_a M_a + n_h M_h)/(n_a + n_h)$

Effets thermiques de la nicotine

La prise de nicotine affecte la circulation sanguine périphérique. Les effets sont visibles sur les images infrarouges des mains d'une série de patients. Une demi-heure après l'ingestion de nicotine, la température initiale moyenne $T = 31^\circ\text{C}$ de la peau au dos des mains diminue de 1°C .

On considère l'air comme un gaz parfait diatomique, de masse volumique globale ρ , à la pression atmosphérique. L'air compris entre les vêtements et la peau des bras se met à l'équilibre thermique avec la peau et subit la même chute de température que la peau des mains après la prise de nicotine. On néglige les vibrations des molécules.

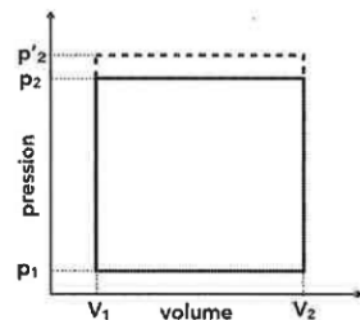
Question n°2

Calculer les variations relatives de masse volumique $\Delta\rho/\rho$ de l'air situé près de la peau entre les deux prises d'images (après moins avant). **Cocher la proposition vraie :**

- A. $\Delta\rho/\rho = +6\%$
- B. $\Delta\rho/\rho = +4\%$
- C. $\Delta\rho/\rho = +3\%$
- D. $\Delta\rho/\rho = +0,3\%$
- E. $\Delta\rho/\rho = -0,3\%$

Effets cardiaques de la nicotine

De nombreux fumeurs ont une fréquence F' de battements cardiaques supérieure de 10% à celle F des non-fumeurs. Ils ont également une tension artérielle plus forte. Le diagramme pression-volume du sang dans le ventricule gauche est donné (simplifié) ci-contre pour un non-fumeur (en trait plein) et pour un fumeur (en trait pointillé). La phase isobare de remplissage est identique, à la tension basse de 12 mm Hg. Les parois du ventricule se contractent et se relâchent aux mêmes volumes, mais la phase isobare d'éjection s'effectue à une tension moyenne de 100 mm Hg pour le non-fumeur et de 106 mm Hg pour le fumeur. On évalue un travail net du sang au cours d'un cycle (W pour le non-fumeur et W' pour le fumeur) en le calculant comme pour un gaz parfait.



Question n°8

Cocher la ou les propositions vraies :

- A. La pression p_2 est supérieure à la pression atmosphérique
- B. Le sang échange du travail pendant les phases à volume constant
- C. Les travaux pendant les phases de remplissage et d'éjection ont des signes opposés
- D. $|W'| > |W|$
- E. $|W'| < |W|$

Question n°9

Calculer le rapport des travaux nets W'/W et le rapport P'/P des puissances mécaniques du ventricule des deux personnes. **Cocher la ou les propositions vraies :**

- A. $W'/W = 1,07$
- B. $W'/W = 1,06$
- C. $W'/W = 1,007$
- D. $P'/P = 1,1 \ W'/W$
- E. $P'/P = (W'/W) / 1,1$

Appareil respiratoire

En milieu toxique, les pompiers peuvent utiliser un appareil respiratoire en circuit fermé. Ils respirent toujours le même air, recyclé par piégeage du CO_2 et apport de O_2 grâce à la réaction de l'air expiré humide sur du superoxyde de potassium: $4 \text{KO}_2 + 2 \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{K}_2\text{CO}_3 + 3 \text{O}_2$. L'air expiré a la composition suivante, $\alpha_{\text{N}_2} = 75\%$ de N_2 , $\alpha_{\text{O}_2} = 16\%$ de O_2 , $\alpha_{\text{CO}_2} = 4\%$ de CO_2 et $\alpha_{\text{H}_2\text{O}} = 6\%$ de H_2O , en fractions molaires, et une température $T = 37^\circ\text{C}$. Il se comporte comme un gaz parfait. On donne les masses molaires du carbone $M_{\text{C}} = 12 \text{ g/mole}$, de l'oxygène $M_{\text{O}} = 16 \text{ g/mole}$ et du potassium $M_{\text{K}} = 39,1 \text{ g/mole}$. Le pompier respire avec une fréquence $f = 15$ cycles par minute et il échange un volume $V = 0,6 \text{ l}$ d'air à la pression $p = 1 \text{ atm}$ à chaque cycle. On prendra $R \approx 8 \text{ J K}^{-1} \text{ mole}^{-1}$ pour la constante des gaz parfaits. On cherche à calculer la masse de KO_2 nécessaire pour garantir une durée $\Delta t = 200$ minutes d'autonomie pour ce pompier.

Question n°6

Exprimer le nombre n de moles d'air et le nombre n_{CO_2} de CO_2 expirés à chaque cycle, ainsi que la pression partielle p_{CO_2} de CO_2 . Cocher **la ou les** propositions vraies:

- A. $n_{\text{CO}_2} = \alpha_{\text{CO}_2} n$
- B. $p_{\text{CO}_2} = \alpha_{\text{CO}_2} p$
- C. $p_{\text{CO}_2} = p / \alpha_{\text{CO}_2}$
- D. $n = pV / (RT)$
- E. $n = pV / (\alpha_{\text{CO}_2} RT)$

Question n° 7

Exprimer le nombre N de cycles respiratoires sur la durée Δt et calculer le nombre total de moles n'_{CO_2} expirées. Cocher **la ou les** propositions vraies:

- A. $N = \Delta t / f$
- B. $N = f \Delta t$
- C. $n'_{\text{CO}_2} = 10^{-3} \text{ mole}$
- D. $n'_{\text{CO}_2} = 2,9 \text{ moles}$
- E. $n'_{\text{CO}_2} = 24,3 \text{ moles}$

Question n° 8

Exprimer le nombre total n'_{O_2} de moles de O_2 fournie par la réaction pendant la durée Δt et le nombre total n'_{KO_2} de moles de KO_2 requises. Cocher **la ou les** propositions vraies:

- A. $n'_{\text{O}_2} = 3 n'_{\text{CO}_2} / 2$
- B. $n'_{\text{O}_2} = 3 n'_{\text{CO}_2}$
- C. $n'_{\text{KO}_2} = 2 n'_{\text{CO}_2} / 3$
- D. $n'_{\text{KO}_2} = n'_{\text{CO}_2}$
- E. $n'_{\text{KO}_2} = 2 n'_{\text{CO}_2}$

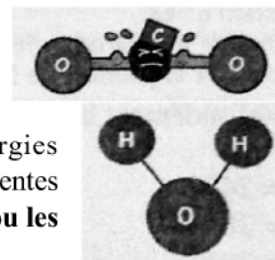
Question n° 9

Calculer la masse molaire M_{KO_2} et la masse m_{KO_2} de KO_2 nécessaire pour assurer l'autonomie Δt désirée.
Cocher **la ou les** propositions vraies:

- A. $M_{\text{KO}_2} = 71,1 \text{ g/mole}$
- B. $M_{\text{KO}_2} = 55,1 \text{ g/mole}$
- C. $m_{\text{KO}_2} = 320 \text{ g}$
- D. $m_{\text{KO}_2} = 413 \text{ g}$
- E. $m_{\text{KO}_2} = 3,5 \text{ kg}$

Question n° 10

A la température T de l'air expiré, les vibrations des molécules N_2 , O_2 et H_2O n'apportent pas d'énergie à l'air et les vibrations des molécules linéaires de CO_2 apportent une énergie RT par mole. Exprimer les énergies internes E par mole de chaque espèce dans une expiration. Les différentes molécules se comportent comme des gaz parfaits polyatomiques. Cocher **la ou les** propositions vraies:



- A. $E_{\text{O}_2} = 3 RT$
- B. $E_{\text{N}_2} = 2,5 RT$
- C. $E_{\text{H}_2\text{O}} = 3 RT$
- D. $E_{\text{CO}_2} = 4 RT$
- E. $E_{\text{CO}_2} = 3,5 RT$

Question n° 11

Exprimer l'énergie interne E_{air} d'une mole d'air expiré selon la composition précitée. Cocher **la** proposition vraie:

- A. $E_{\text{air}} = 1,5 RT$
- B. $E_{\text{air}} = 2,6 RT$
- C. $E_{\text{air}} = 3 RT$
- D. $E_{\text{air}} = 3,2 RT$
- E. $E_{\text{air}} = 3,5 RT$

Pressurisation du dôme d'habitation

Les astronautes cherchent à estimer l'énergie nécessaire pour pressuriser leur dôme d'habitation, de volume $V = 200 \text{ m}^3$, sous une pression de type terrestre $p_T = 10^5 \text{ Pa}$, avec 20% de pression partielle de O_2 et 80% de pression partielle de N_2 . On néglige les vibrations dans ces deux gaz diatomiques parfaits à la température T du dôme. On note R la constante des gaz parfaits.

1. Question

Calculer le rapport $N_{\text{O}_2}/N_{\text{N}_2}$ du nombre de moles de O_2 et de N_2 dans le dôme et exprimer l'énergie interne U d'une mole de l'un des gaz. Cocher **la ou les** propositions vraies:

- A. $N_{\text{O}_2} / N_{\text{N}_2} = 0,2$
- B. $N_{\text{O}_2} / N_{\text{N}_2} = 0,25$
- C. $N_{\text{O}_2} / N_{\text{N}_2} = 0,5$
- D. $U = 3 RT$
- E. $U = (5/2) RT$

2. Question

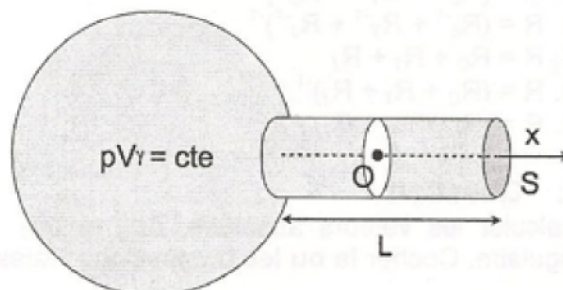
Calculer les énergies internes U_D de tout l'air dans le dôme et U_{O_2} de tout le dioxygène dans le dôme. Cocher **la ou les** propositions vraies:

- A. $U_{\text{O}_2} = 3 \cdot 10^7 \text{ J}$
- B. $U_{\text{O}_2} = 10^7 \text{ J}$
- C. $U_{\text{O}_2} = 6 \cdot 10^6 \text{ J}$
- D. $U_D = 5 \cdot 10^7 \text{ J}$
- E. $U_D = 3 \cdot 10^7 \text{ J}$

Voix des girafes

Les girafes communiquent par infrasons qu'elles produisent en faisant vibrer la colonne d'air de leur longue trachée, de section $S = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ et de longueur $L = 1,5 \text{ m}$ pour la girafe considérée précédemment.

On modélise le comportement de l'air des poumons et de la trachée par un résonateur de Helmholtz comprenant un réservoir sphérique (poumon) et un tube cylindrique (trachée), tous deux rigides. Le tube est fermé par un capot étanche, de section S , mobile sans frottement (en blanc sur la figure). A l'équilibre, pour une pression externe $p_0 = 1 \text{ atm}$ et une masse volumique d'air $\rho_0 = 1,2 \text{ kg m}^{-3}$, le capot est à l'abscisse $x = 0$ et le volume d'air enfermé vaut $V_0 = 14 \text{ litres}$. Hors équilibre, le capot oscille le long de l'axe Ox et l'air enfermé, de pression p et volume V , évolue adiabatiquement en maintenant le produit pV^γ constant, avec un indice adiabatique $\gamma = 1,4$. On considère l'air comme un gaz parfait. Si besoin, prendre $\pi^2 \approx 10$.



7. Question

Cocher **la ou les** propositions vraies:

- A. pour un capot situé à $x > 0$, la pression de l'air interne augmente.
- B. pour un capot situé à $x < 0$, la pression de l'air interne augmente.
- C. l'air interne a fourni un travail pour placer le capot en $x > 0$.
- D. l'air interne a fourni un travail pour placer le capot en $x < 0$.
- E. l'énergie interne de l'air enfermé a augmenté quand $x < 0$.

Urgence dans la station spatiale

Des astronautes dans la station spatiale s'occupent d'un de leur camarade malade. Les conditions dans la station sont proches de celles sur Terre (pression de l'air $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$, température de l'air $T_{\text{atm}} = 20^\circ\text{C}$) mais ils sont en apesanteur. On considérera l'air comme un gaz parfait.

Le malade a besoin d'une perfusion. Un purificateur d'eau fournit un volume $V_s = 0,5$ litre de solution saline stérilisée, incompressible, de masse volumique $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, de viscosité Ils la versent dans une poche souple qu'ils ferment hermétiquement en emprisonnant un volume $V_{\text{air}} = 0,1$ litre d'air. La poche est souple mais inextensible au-delà d'un volume $V_{\text{max}} = 0,7$ litre.

Ils relient à la poche un tube de longueur $L = 1 \text{ m}$ et de section $S = 10 \text{ mm}^2$ constante, qui se termine par un fin cathéter de longueur $L' = 1 \text{ cm}$ et de section $S' = S/10$ à insérer dans une veine du bras du malade où la tension veineuse vaut $p_v = 7,6 \text{ mm Hg}$.

1.

Cocher la ou les propositions vraies :

- A- la tension veineuse varie avec la position horizontale ou verticale du bras.
- B- la pression dans la veine vaut 0,01 atm
- C- la pression dans la veine vaut 1,01 atm
- D- le plasma pénétrera dans la veine si la poche est placée tout près du bras
- E- le plasma pénétrera dans la veine si la poche est à une hauteur suffisante au-dessus du bras.

2.

Pour créer une surpression relative $\delta p/p_{\text{atm}} = 1\%$ dans la poche, les astronautes réfléchissent à différentes solutions. Cocher **la ou les** propositions vraies:

- A- diminuer la température de la poche de 1%, sans autre précaution.
- B- augmenter la température de la poche de 1%, sans autre précaution.
- C- chauffer la poche de plasma pour la gonfler à V_{max} et augmenter encore la température de 1%.
- D- comprimer la poche pour diminuer son volume de 1%, sans autre précaution.
- E- comprimer la poche pour diminuer son volume de 1%, à température constante.

Pléthysmographie corporelle

Pour mesurer la capacité pulmonaire d'un patient, on l'installe dans une cabine étanche contenant de l'air à la température constante $T_c = 20^\circ\text{C}$. Nez fermé par une pince, le patient respire par la bouche par une arrivée d'air pris à l'extérieur de la cabine où la pression vaut $p_{\text{atm}} = 1 \text{ atm}$. On mesure la pression p_c de l'air dans la cabine et la pression p dans la bouche que l'on assimilera à la pression d'air dans les poumons du patient. L'air des poumons reste à température constante. On considère l'air comme un gaz parfait.

A la fin d'une expiration normale, il reste un volume V résiduel d'air dans les poumons et on mesure les pressions $p_c = p = p_{\text{atm}}$ et un volume $V_c = 1 \text{ m}^3$ d'air dans la cabine.

On ferme alors l'arrivée d'air externe et on demande au patient de gonfler ses poumons en « apnée ». On note $\Delta V > 0$ l'accroissement de volume des poumons en fin de dilatation. On mesure une variation de pression $|\Delta p_c| = 2,5 \cdot 10^{-3} p_{\text{atm}}$ dans la cabine et $|\Delta p| = p_{\text{atm}}/2$ dans les poumons en fin de dilatation. On remarque que ΔV est très petit par rapport à V_c mais pas par rapport à V .



1. Question

Cocher **la ou les** propositions vraies en fin de dilatation :

- A. $p_c \leq p_{\text{atm}}$
- B. $p_c > p_{\text{atm}}$
- C. $p_c = p_{\text{atm}}$
- D. $p < p_{\text{atm}}$
- E. $p > p_{\text{atm}}$

2. Question

On pose $\Delta p_c > 0$ dans les expressions suivantes. En considérant l'air de la cabine et en faisant les approximations nécessaires, exprimer l'accroissement de volume ΔV en fin de dilatation des poumons. Cocher **la** proposition vraie :

- A. $\Delta V/V_c = \Delta p_c / p_{\text{atm}}$
- B. $\Delta V/V_c = p_{\text{atm}} / \Delta p_c$
- C. $\Delta V/V_c = 1 - (p_{\text{atm}} / \Delta p_c)$
- D. $\Delta V/V_c = 1 - (\Delta p_c / p_{\text{atm}})$
- E. $\Delta V/V_c = (\Delta p_c / p_{\text{atm}}) - 1$

3. Question

Calculer le volume résiduel V des poumons du patient. Cocher **la** proposition vraie :

- A. $V = 0.25$ litre
- B. $V = 0.5$ litre
- C. $V = 1$ litre
- D. $V = 2.5$ litres
- E. $V = 5$ litres

4. Question

L'air est assimilable à un gaz parfait monoatomique. Cocher **la ou les** propositions vraies :

- A. L'énergie interne de l'air de la cabine a augmenté en fin de dilatation.
- B. L'énergie interne de l'air des poumons reste constante.
- C. L'air des poumons a perdu de l'énergie interne.
- D. L'énergie interne initiale de l'air dans la cabine vaut 150 kW.
- E. L'énergie interne initiale de l'air dans la cabine vaut 150 kJ.

Repérage sonore de baleines bleues

Les baleines bleues émettent des appels sonores très puissants sur une plage de fréquence allant de 10 à 100Hz. Ils sont repérés par un réseau de capteurs en mer. Les hydrophones utilisés dans la faille de Rottneest située à l'ouest de l'Australie ont un seuil de sensibilité $L_{\min} = 35$ dB. Ils sont immergés jusqu'à 450 m de profondeur. A une distance $r_1 = 1$ m d'une baleine, on mesure un niveau sonore $L_1 = 115$ dB correspondant à une intensité I_1 . La baleine émet de manière isotrope. On prend $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ comme intensité de référence de l'échelle sonore, $c = 1500$ m/s pour la vitesse du son dans l'eau de mer et on néglige l'absorption du son par l'eau.

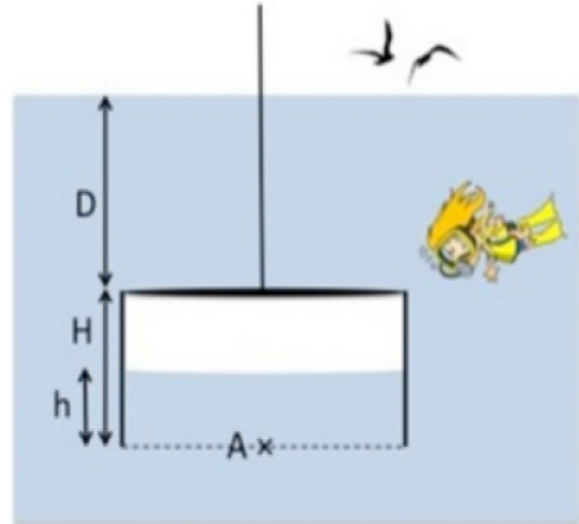
8. Question

Les hydrophones doivent résister à une pression maximum $p_{\max}$. Cocher **la** proposition vraie :

- A. $p_{\max} = 44$ atm
- B. $p_{\max} = 45$ atm
- C. $p_{\max} = 46$ atm
- D. $p_{\max} = 47$ atm
- E. $p_{\max} = 48$ atm

Une cloche de plongée

Une cloche de plongée est constituée d'une cuve cylindrique, de section $S = 1 \text{ m}^2$ et de hauteur $H = 2 \text{ m}$, ouverte vers le bas. Initialement, le bas de la cloche effleure tout juste la surface de l'eau. On note p_{atm} la pression atmosphérique et $g \approx 10 \text{ m s}^{-2}$ l'accélération de la pesanteur. On descend la cloche dans l'eau de masse volumique $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. Le haut de la cloche descend à la profondeur D et l'eau monte dans la cuve d'une hauteur h . On considère l'air emprisonné dans la cloche comme un gaz parfait. Sa température $T = 15^\circ \text{C}$ ne varie pas pendant la descente.



1. Question

Exprimer la pression au point A situé au bas de la cloche. Cocher **la** proposition vraie :

- A. $p_A = p_{\text{atm}} + \rho gh$
- B. $p_A = p_{\text{atm}} - \rho gh$
- C. $p_A = p_{\text{atm}} + \rho g(D+H)$
- D. $p_A = p_{\text{atm}} - \rho g(D+H)$
- E. $p_A = p_{\text{atm}} + \rho g(D+h)$

2. Question

Exprimer la pression p de l'air emprisonné dans la cloche en plongée à la profondeur D . Cocher **la ou les** propositions vraies :

- A. $p = p_{\text{atm}}$
- B. $p = p_A + \rho gh$
- C. $p = p_A - \rho gh$
- D. $p = p_{\text{atm}} + \rho gD$
- E. $p = p_{\text{atm}} + \rho g(D+H-h)$

3. Question

Cocher **la ou les** propositions vraies concernant l'air emprisonné dans la cloche :

- A. il subit un réchauffement
- B. il subit une compression
- C. il subit une dilatation
- D. il a reçu de l'énergie
- E. il a fourni un travail positif

4. Question

On étudie la pression p de l'air enfermé au cours de la descente. Cocher **la ou les** propositions vraies :

- A. p augmente pendant la descente
- B. p diminue pendant la descente
- C. $p = p_{\text{atm}} h / (H - h)$
- D. $p = p_{\text{atm}} H / (H - h)$
- E. $p = RT / (SH)$

5. Question

Calculer la profondeur D à laquelle on peut descendre le haut de la cloche pour que la hauteur d'eau dans la cuve ne dépasse pas $h = 1$ m. Cocher **la** proposition vraie :

- A. $D = 10$ m
- B. $D = 9$ m
- C. $D = 8$ m
- D. $D = 5$ m
- E. $D = 2$ m

6. Question

On étudie le travail W des forces de pression de l'air emprisonné pendant la descente de la cloche. Cocher **la ou les** propositions vraies :

- A. $W > 0$
- B. $W < 0$
- C. $|W| = 100$ kJ
- D. $|W| = 140$ kJ
- E. $|W| = 200$ kJ

Fauteuil de dentiste

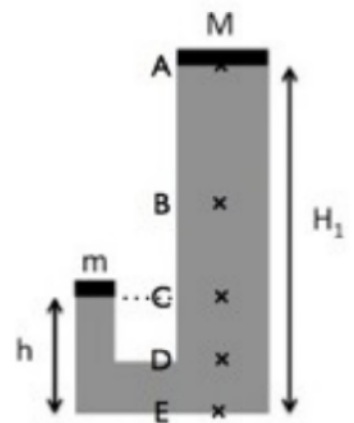
Un fauteuil de dentiste peut monter et descendre à la demande du praticien grâce à un vérin hydraulique. Ce mécanisme fut inventé en 1877 par Basil Wilkinson à Baltimore (photo ci-contre). On modélise son fonctionnement par un tuyau coudé rempli d'huile incompressible, avec un embout cylindrique de rayon $r = 1 \text{ cm}$ à la hauteur $h = 10 \text{ cm}$ pour la commande, et un embout de rayon $R = 5 \text{ cm}$ sur lequel s'appuie l'assise du fauteuil à la hauteur $H_1 = 60 \text{ cm}$. La masse à soulever, patient et fauteuil, vaut $M = 100 \text{ kg}$. Une masse m est posée côté commande pour modéliser la force d'appui de la jambe du praticien. On note $g = 10 \text{ m/s}^2$ l'accélération de la pesanteur et $\rho \sim 10^3 \text{ kg/m}^3$ la masse volumique de l'huile. Le système est en équilibre.



1. Question

On considère la pression p exercée dans l'huile au niveau de la surface d'appui de la masse m . En quel point, côté fauteuil, retrouve-t-on la même pression p ? Cocher **la** proposition vraie :

- A. $p = p_A$
- B. $p = p_B$
- C. $p = p_C$
- D. $p = p_D$
- E. $p = p_E$



2. Question

Exprimer la pression p . Cocher **la ou les** propositions vraies :

- A. $p = p_{\text{atm}}$
- B. $p = p_{\text{atm}} + \rho g (H_1 - h)$
- C. $p = p_{\text{atm}} - \rho g h$
- D. $p = p_{\text{atm}} + mg / (\pi r^2)$
- E. $p = mg / (\pi r^2)$

3. Question

Exprimer la pression p_1 exercée dans l'huile au niveau de la surface d'appui du fauteuil. Cocher **la ou les** propositions vraies :

- A. $p_1 = p_{\text{atm}}$
- B. $p_1 = p_{\text{atm}} - \rho g (H_1 - h)$
- C. $p_1 = p - \rho g (H_1 - h)$
- D. $p_1 = Mg / (\pi R^2)$
- E. $p_1 = p_{\text{atm}} + Mg / (\pi R^2)$

4. Question

Calculer la masse m nécessaire pour maintenir le fauteuil à l'équilibre. Cocher **la ou les** propositions vraies :

- A. $m < M$
- B. $m > M$
- C. $m = 3.8 \text{ kg}$
- D. $m = 4.0 \text{ kg}$
- E. $m = 4.2 \text{ kg}$

5. Question

Calculer le travail W que doit fournir le dentiste pour soulever le fauteuil de H_1 à $H_2 = 1 \text{ m}$. Cocher **la ou les** propositions vraies :

- A. $W > 0$
- B. $W < 0$
- C. $|W| = 400 \text{ J}$
- D. $|W| = 1600 \text{ J}$
- E. Le travail est moteur pour le fauteuil

6. Question

Calculer la hauteur Δh sur laquelle il faudrait appuyer avec la masse m pour soulever le fauteuil de H_1 à H_2 . Cocher **la ou les** propositions vraies :

- A. $\Delta h = 0.4 \text{ m}$
- B. $\Delta h = 10 \text{ m}$
- C. $\Delta h = 25 \text{ m}$
- D. il faut un système de démultiplication pour « pomper » sur le vérin plusieurs fois pour soulever le fauteuil.
- E. il ne faut pas un système de démultiplication pour « pomper » sur le vérin plusieurs fois pour soulever le fauteuil.

Ondes sonores

Un haut-parleur, d'une puissance sonore $P = 6,28 \text{ mW}$, émet un son à la fréquence $\nu = 1 \text{ kHz}$, de manière isotrope dans une salle de bains. On note c la vitesse du son dans l'air et $Z = 400 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ l'impédance acoustique de l'air. On note u_a l'amplitude du mouvement d'oscillation sinusoïdale des molécules d'air au passage de l'onde. On suppose que les murs absorbent parfaitement le son et que l'amplitude est maximale à l'instant $t = 0$ au niveau du haut-parleur.

L'air se comprime comme un gaz parfait de pression p , de volume V , d'indice adiabatique $\gamma = 7/5$. Dans les conditions adiabatiques du passage de l'onde, le produit pV^γ reste constant.

10. Ecrire la relation qui lie les variations relatives de pression et de volume dans ces conditions. Cocher **la** proposition vraie :

- A. $dp/p = (1 - \gamma) dV/V$
- B. $dp/p = (1 + \gamma) dV/V$
- C. $dp/p = -\gamma dV/V$
- D. $dp/p = \gamma dV/V$
- E. $dp/p = -(1 / \gamma) dV/V$

11. Exprimer la variation relative de température correspondant à la variation relative de pression. Cocher **la** proposition vraie :

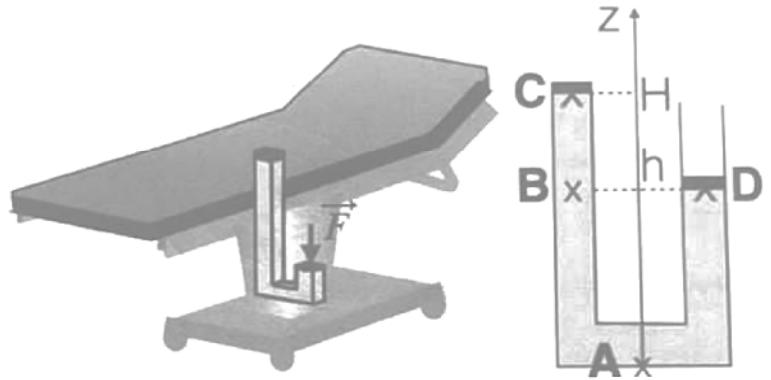
- A. $dT/T = (\gamma / [\gamma - 1]) dp/p$
- B. $dT/T = ([\gamma - 1] / \gamma) dp/p$
- C. $dT/T = (\gamma / [1 - \gamma]) dp/p$
- D. $dT/T = ([1 - \gamma] / \gamma) dp/p$
- E. $dT/T = \gamma dp/p$

Annales Classées Supplémentaires

2023 Session 2

Table chirurgicale

Une table d'opération peut monter et descendre grâce à un vérin hydraulique. Elle se trouve dans une pièce où règne la pression atmosphérique $p_0 = 1 \text{ atm}$. On modélise le fonctionnement du vérin par un tube coudé de section constante $S = 10 \text{ cm}^2$, rempli d'huile incompressible de masse volumique $\rho = 900 \text{ kg m}^{-3}$ et fermé par des capots rigides mobiles de masse négligeable. Le capot le plus bas, situé à une hauteur initiale $h = 50 \text{ cm}$ au-dessus du fond du tube, est soumis à la pression atmosphérique et à une force verticale descendante $\vec{F}$ délivrée par le moteur. On note un point D dans l'huile juste sous ce capot.



Le capot du haut, situé à une hauteur initiale $H = 70 \text{ cm}$ au-dessus du fond du tube, est soumis à la pression atmosphérique et au poids de la table et du patient dont la masse totale vaut $M = 100 \text{ kg}$. On note un point C dans l'huile juste sous ce capot. Le système est à l'arrêt, en équilibre. On repère un point A au fond du tube et un point B située à l'altitude h au-dessus du fond dans la colonne d'huile côté table. On prend un axe Oz vertical, orienté vers le haut et ayant pour origine $z = 0$ au fond du tube. On donne l'accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$.

Question 1 Calculer les pressions p_A et p_C aux points A et C. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $p_A < p_C$
- B. $p_A > p_C$
- C. $p_C = 10,8 \text{ atm}$
- D. $p_C = 9,8 \text{ atm}$
- E. $p_C = 1 \text{ atm}$

Question 2 Exprimer la pression p_B au point B. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $p_B = p_D$
- B. $p_B = p_D - \rho gh$
- C. $p_B = p_A - \rho gh$
- D. $p_B = p_C + \rho gH$
- E. $p_B = p_C + \rho g(H - h)$

Question 3 Calculer la force $|\vec{F}|$ nécessaire pour maintenir la table à l'équilibre. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $|\vec{F}| = 4,4 \text{ N}$
- B. $|\vec{F}| = 442 \text{ N}$
- C. $|\vec{F}| = 983 \text{ N}$
- D. $|\vec{F}| = 987 \text{ N}$
- E. $|\vec{F}| = 1766 \text{ N}$

Question 4 Le chirurgien demande de remonter la table d'une hauteur $\Delta H = 5 \text{ cm}$ au-dessus de la hauteur H initiale. Calculer la variation d'énergie potentielle gravitationnelle $\Delta E_g = E_{g \text{ fin}} - E_{g \text{ ini}}$ de l'ensemble table+patient entre les positions finale et initiale. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $\Delta E_g > 0$
- B. $\Delta E_g < 0$
- C. $|\Delta E_g| = 49 \text{ kJ}$
- D. $|\Delta E_g| = 687 \text{ kJ}$
- E. $|\Delta E_g| = 49 \text{ J}$

Question 5 Exprimer l'énergie potentielle gravitationnelle totale, $E_h(z)$, d'une colonne d'huile de section S du fond du tube jusqu'à une altitude z . **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $E_h(z) = \rho gz$
- B. $E_h(z) = \rho gz^2$
- C. $E_h(z) = \rho gSz$
- D. $E_h(z) = \frac{1}{2} \rho gSz^2$
- E. $E_h(z) = \rho gSz^2$

Question 6 Le moteur a fait descendre le capot sur lequel il appuie pour faire monter le capot côté table de ΔH . On fait l'approximation que le déplacement ΔH est petit devant les hauteurs initiales. Exprimer la variation $dE_h(z)$ de l'énergie gravitationnelle de l'huile pour un petit changement dz de hauteur. En déduire la variation d'énergie potentielle gravitationnelle $\Delta E_h = E_{h \text{ fin}} - E_{h \text{ ini}}$ de toute l'huile du tube entre les positions finale et initiale de la table. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $\Delta E_h = \rho g S H \Delta H$
- B. $\Delta E_h = \rho g S (H - h) \Delta H$
- C. $\Delta E_h = 0$
- D. $\Delta E_h = \rho g S \Delta H$
- E. $\Delta E_h = 2 \rho g S \Delta H$

Question 7 Exprimer le travail W_m que doit fournir le moteur. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $W_m = \Delta E_g$
- B. $W_m = -\Delta E_g$
- C. $W_m = \Delta E_g - \Delta E_h$
- D. $W_m = \Delta E_g + \Delta E_h$
- E. $W_m = \Delta E_g + \Delta E_h + p_0 S \Delta H$

Ecoute des baleines

Les baleines bleues émettent des appels sonores sur une plage de fréquence allant de 10 à 100 Hz. Ils sont repérés par un réseau de capteurs (hydrophones) en mer, chacun ayant un seuil de sensibilité $L_s = 35$ dB. Ils sont immergés jusqu'à 450 m de profondeur. A une distance $r_1 = 1$ m d'une baleine, on mesure une intensité I_1 correspondant à un niveau sonore $L_1 = 115$ dB. La baleine émet de manière isotrope et on néglige l'absorption du son par l'eau. On prend $I_{\text{ref}} = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ comme intensité de référence de l'échelle sonore. On donne $\rho = 1020 \text{ kg m}^{-3}$ la masse volumique de l'eau de mer, $c = 1500 \text{ m/s}$ la vitesse du son dans l'eau de mer et $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ l'accélération de la pesanteur. On considère l'air comme un gaz parfait d'indice adiabatique γ , où la vitesse du son varie avec la pression p_g et la masse volumique ρ_g du gaz comme $c_g = \sqrt{\gamma p_g / \rho_g}$.

Question 1 Calculer la pression maximum p_m jusqu'à laquelle les hydrophones immergés doivent résister un jour de pression atmosphérique normale $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $p_m = 4,5 \times 10^5 \text{ Pa}$
- B. $p_m = 4,6 \times 10^5 \text{ Pa}$
- C. $p_m = 4,5 \times 10^6 \text{ Pa}$
- D. $p_m = 4,6 \times 10^6 \text{ Pa}$
- E. $p_m = 4,7 \times 10^6 \text{ Pa}$

Question 6 L'étudiant qui immerge les hydrophones depuis le bateau se demande s'il les enferme dans un sac d'air étanche pour les protéger de la corrosion par le sel marin. Les conditions météorologiques de température $T_a = 15^\circ\text{C}$ et de pression $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$ donnent une masse volumique ρ_a à l'air ambiant. L'étudiant s'intéresse à la masse volumique ρ'_a qu'aurait l'air emprisonné dans le sac s'il l'immergeait à une profondeur où la pression de l'eau vaut $p_e = 10 p_{\text{atm}}$ et la température $T_e = 10^\circ\text{C}$. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $\rho'_a / \rho_a = 15$
- B. $\rho'_a / \rho_a = 10,2$
- C. $\rho'_a / \rho_a = 6,7$
- D. $\rho'_a / \rho_a = 1$
- E. $\rho'_a / \rho_a = 0,7$

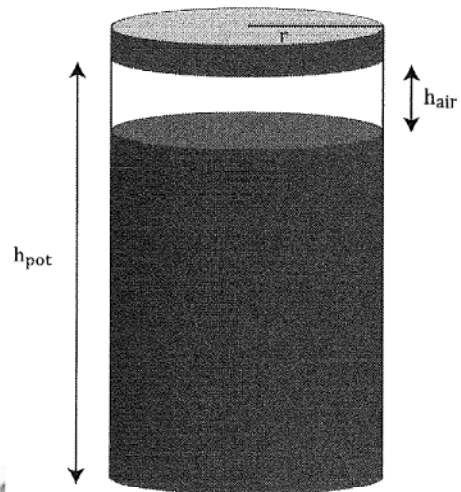
Pour tous les exercices on prendra l'accélération de la pesanteur égale $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$.

Pot de confiture

Vous préparez un pot de confiture un jour où la température de l'air vaut $T_{\text{ext}} = 27^\circ\text{C}$, la pression atmosphérique $p_{\text{atm}} = 100 \text{ kPa}$ et l'air comporte 20% de O_2 , 78% de N_2 et 2% de vapeur d'eau. On considère l'air comme un gaz parfait. Le pot est cylindrique, de rayon $r = 3 \text{ cm}$ et de hauteur $h_{\text{pot}} = 10 \text{ cm}$.

Pour préparer le pot, la confiture est amenée à ébullition à la température $T_{100} = 100^\circ\text{C}$. Elle est alors versée dans le pot qu'on ferme avec un couvercle hermétique rigide. Une quantité d'air, initialement à la température $T_i = T_{100}$, à la pression p_i et avec un nombre de moles n_i , reste enfermé sur une hauteur $h_{\text{air}} = 1 \text{ cm}$ entre la confiture et le couvercle. Puis on laisse le pot fermé reposer et revenir à la température finale ambiante $T_f = T_{\text{ext}}$.

La constante des gaz parfaits vaut $R = 8,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ et la masse molaire de l'eau $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$.



Question 6 On considère les propriétés initiales de l'air enfermé dans le pot juste après la fermeture du couvercle. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $p_i = 0$.
- B. $p_i > p_{\text{atm}}$
- C. $p_i = p_{\text{atm}}$
- D. $n_i = 3,4 \times 10^{-3} \text{ mole}$.
- E. $n_i = 9,1 \times 10^{-4} \text{ mole}$.

Question 7 On considère la pression p_f finale de l'air revenu à la température $T_f = T_{\text{ext}}$ dans le pot. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $p_f = p_i$
- B. $p_f > p_i$
- C. $p_f = 0,27 \text{ atm}$
- D. $p_f = 0,8 \text{ atm}$
- E. $p_f = 1 \text{ atm}$

Question 8 Calculer la force F_{ext} de pression exercée par l'air de la pièce sur la surface plane supérieure du couvercle. Calculera la résultante F' des forces de pression exercées sur le couvercle une fois le pot refroidi. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $F_{ext} = 90 \text{ N}$
- B. $F_{ext} = 283 \text{ N}$
- C. $F' = 57 \text{ N}$
- D. $F' = 283 \text{ N}$
- E. $F' = 565 \text{ N}$

Question 9 On note p_{air} la pression totale d'air dans le pot à un instant quelconque et p_{N_2} , p_{O_2} et p_{H_2O} les pressions partielles des différentes molécules. On néglige l'évaporation d'eau de la confiture. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $p_{N_2} = p_{O_2} = p_{H_2O}$ car les molécules sont toutes à la même température.
- B. $p_{air} = p_{N_2} + p_{O_2} - p_{H_2O}$
- C. $p_{O_2} = 0,20 p_{air}$
- D. $p_{N_2} + p_{O_2} = 0,98 p_{air}$
- E. $p_{N_2} = 0,80 p_{air}$

Question 10 On prend en compte l'évaporation de l'eau de la confiture dans l'air du pot pendant le refroidissement. La pression partielle de vapeur d'eau sature à la valeur $p'_{H_2O} = 3,6 \text{ kPa}$ à la température finale $T_f = T_{ext}$. Calculer la pression finale p'_f de l'air du pot. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $p'_f > p_f$
- B. $p'_f = p_f$
- C. $p'_f = 0,76 \text{ atm}$
- D. $p'_f = 0,82 \text{ atm}$
- E. $p'_f = 1,04 \text{ atm}$

Question 11 On ouvre le pot à la pression atmosphérique. On considère la confiture comme un liquide parfait de masse volumique $\rho = 4,2 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. Calculer la pression p'' dans la confiture au fond du pot. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $p'' = 2,15 \text{ atm}$
- B. $p'' = 1,01 \text{ atm}$
- C. $p'' = 1 \text{ atm}$
- D. $p'' = 0,99 \text{ atm}$
- E. $p'' = 0,01 \text{ atm}$

Valeurs et approximations numériques

Développements limités pouvant éventuellement être utiles si $x \ll 1$:

$$(1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha x$$

$$e^x \approx 1 + x$$

$$\ln(1+x) \approx x - \frac{x^2}{2}$$

Valeurs approchées de logarithmes décimaux, $\log_{10} N$, de logarithmes népériens, $\ln N$, d'exponentielles, e^N , pouvant éventuellement être utiles :

N	$\log_{10} N$	$\ln N$	e^N
0	$-\infty$	$-\infty$	1
1	0	0	2,7
2	0,30	0,69	7,4
3	0,48	1,10	20,1
4	0,60	1,39	54,6
5	0,70	1,61	148
6	0,78	1,79	403
7	0,85	1,95	1 097
8	0,90	2,08	2 981
9	0,95	2,20	8 103
10	1	2,30	$2,203 \times 10^4$
11	1,04	2,40	$5,987 \times 10^4$
12	1,08	2,49	$1,628 \times 10^5$
13	1,11	2,57	$4,424 \times 10^5$
14	1,15	2,64	$1,203 \times 10^6$
15	1,18	2,71	$3,269 \times 10^6$
16	1,20	2,77	$8,886 \times 10^6$
17	1,23	2,83	$2,415 \times 10^7$
18	1,26	2,89	$6,566 \times 10^7$
19	1,28	2,94	$1,785 \times 10^8$
20	1,30	3,00	$4,852 \times 10^8$