
Médisup Sciences

UPC

Année universitaire 2023-2024

Examen Blanc Classant n°1

UE4

Physique

CORRIGE

Question 1 : C

En l'absence de frottements, une goutte d'eau n'est soumise qu'à son poids qui est une force conservative, on en déduit que l'énergie totale d'une goutte se conserve lors de sa chute. L'énergie totale de la goutte à l'instant initial (altitude $z_{\text{initial}} = h'$) est donc égale à son énergie totale lors de l'impact au fond de la baignoire (altitude $z_{\text{final}} = 0$) :

$$E_{\text{tot initial}} = E_{\text{tot final}}$$

Or l'énergie totale correspond à la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur, on en déduit :

$$E_{C \text{ initial}} + E_{P \text{ initial}} = E_{C \text{ final}} + E_{P \text{ final}}$$

$$\frac{1}{2}mv_{\text{initial}}^2 + mgz_{\text{initial}} = \frac{1}{2}mv_{\text{final}}^2 + mgz_{\text{final}}$$

Comme $v_{\text{initial}} = 0$ et $z_{\text{final}} = 0$ on obtient :

$$mgh' = \frac{1}{2}mv'^2 \Rightarrow v' = \sqrt{2gh'} = (2gh')^{1/2}$$

Question 2 : A

La puissance sonore qui pénètre dans le conduit auditif (surface $S_E = 400 \text{ mm}^2 = 400 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$) s'exprime :

$$P_0 = I_0 S_E$$

Où I_0 est l'intensité sonore à l'entrée du conduit, cette intensité vérifie :

$$I_0 = I_{\text{ref}} \times 10^{\frac{L_0}{10}} = 10^{-12} \times 10^{\frac{50}{10}} = 10^{-12+5} = 10^{-7} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

On en déduit la valeur de P_0 :

$$P_0 = I_0 S_E = 10^{-7} \times 400 \cdot 10^{-6} = 400 \cdot 10^{-13} = 4 \cdot 10^{-11} \text{ W}$$

Question 3 : D

On sait que $\Delta L = 13 \text{ dB}$ et que :

$$\Delta L = L_C - L_E$$

Donc le niveau sonore à l'entrée du conduit auditif vaut :

$$L_E = L_C - \Delta L$$

Le seuil de sensibilité pour l'impact d'une goutte d'eau correspond au niveau $L_S = 33 \text{ dB}$ au niveau de la cochlée, le niveau sonore à l'entrée du conduit auditif correspondant est :

$$L_E = L_S - \Delta L = 33 - 13 = 20 \text{ dB}$$

Le niveau sonore limite à l'entrée de l'oreille pour lequel on ne perçoit plus le bruit est donc égal à 20 dB. Ainsi, on cherche la distance D_S à laquelle le niveau sonore vaut $L_E = 20 \text{ dB}$.

Pour cela on utilise l'intensité sonore qui est proportionnelle à l'inverse de la distance au carré. On sait qu'à la distance $D_0 = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$ le niveau sonore vaut $L_0 = 50 \text{ dB}$:

$$\frac{I_0}{I_E} = \frac{D_S^2}{D_0^2} \Rightarrow D_S = D_0 \sqrt{\frac{I_0}{I_E}} = D_0 \sqrt{\frac{I_{\text{ref}} \times 10^{\frac{L_0}{10}}}{I_{\text{ref}} \times 10^{\frac{L_E}{10}}}} = D_0 \sqrt{\frac{10^{\frac{L_0}{10}}}{10^{\frac{L_E}{10}}}}$$

Application numérique :

$$D_S = 0,5 \times \sqrt{\frac{10^{\frac{50}{10}}}{10^{\frac{20}{10}}}} = 0,5 \sqrt{\frac{10^5}{10^2}} = 0,5 \times \sqrt{1000} \approx 15,8 \text{ m} \approx 16 \text{ m}$$

Question 4 : ABE

A. **Vrai** et B. **Vrai** : La tension artérielle vérifie : $T = p_{\text{sang}} - p_{\text{atm}}$. La tension varie donc de la même façon que la pression sanguine. Lorsque le sang monte dans le cou :

- il y a des frottements car le fluide est visqueux : les pertes de Poiseuille causent une diminution de la pression (et donc de la tension).
- L'altitude du sang augmente : la gravité cause une diminution de la pression.

C. **Faux** : Lorsque le sang descend dans le cou son altitude diminue, la gravité cause donc une augmentation de la pression.

D. **Faux** : Les vaisseaux situés au niveau de la tête représente une résistance $R_T \neq 0$, il y a donc des pertes de Poiseuille au niveau de la tête : la pression diminue. La pression en sortie de tête est donc inférieure à celle en entrée.

E. **Vrai** : L'énoncé donne $p_A = 0,24 \text{ atm}$ la tension en bas de la carotide. Or la tension vérifie :

$$p_A = p_{\text{sang}} - p_{\text{atm}}$$

La pression en base de la carotide vaut donc : $p_{\text{sang}} = p_A + p_{\text{atm}} = 0,24 + 1 = 1,24 \text{ atm}$.

Question 5 : C

D'après le schéma de l'énoncé, les résistances hydrauliques R_C , R_T et R_J sont en série, la résistance totale R est donc égale à somme des résistances :

$$R = R_C + R_T + R_J$$

Question 6 : BD

A. **Faux** et B. **Vrai** : Les pertes de charges (ou pertes de Poiseuille) dans la carotide valent :

$$\Delta p_C = R_C \times Q = 1,6 \cdot 10^7 \times 5 \cdot 10^{-5} = 8 \cdot 10^2 \text{ Pa}$$

On change d'unité ($10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm}$) :

$$\Delta p_C = \frac{8 \cdot 10^2}{10^5} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ atm} = 0,008 \text{ atm}$$

C. **Faux**, D. **Vrai** et E. **Faux** : Les pertes de charges (ou pertes de Poiseuille) dans la jugulaire valent :

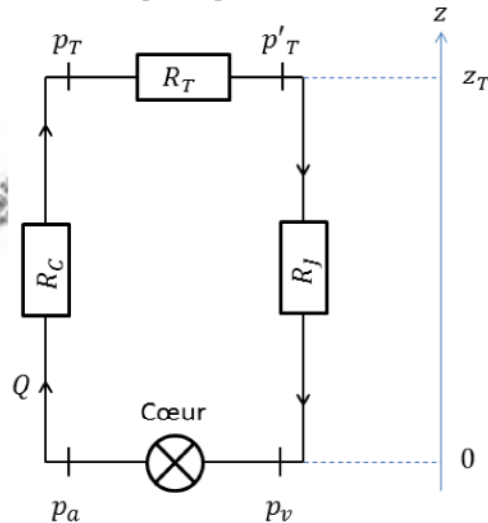
$$\Delta p_J = R_J \times Q = 3,6 \cdot 10^8 \times 5 \cdot 10^{-5} = 18 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

On change d'unité ($10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm}$) :

$$\Delta p_J = \frac{18 \cdot 10^3}{10^5} \text{ atm} = 18 \cdot 10^{-2} \text{ atm} = 0,18 \text{ atm}$$

Question 7 : AE

La circulation du sang dans la tête de la girafe peut être schématisée comme suit :



A. **Vrai**, B. **Faux**, C. **Faux** : On applique la loi de Bernoulli modifiée entre la sortie du cœur (tension p_a) et l'entrée de la tête (tension p_T) :

$$(p_A + p_{atm}) + \rho g z_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 = (p_T + p_{atm}) + \rho g z_T + \frac{1}{2} \rho v_T^2 + \Delta p_C$$

Donc :

$$p_A + \rho g z_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 = p_T + \rho g z_T + \frac{1}{2} \rho v_T^2 + \Delta p_C$$

Le débit est constant sur toute la circulation (car circuit série), et puisque la section des vaisseaux est constante on en déduit que la vitesse v est constante sur tout le circuit car :

$$Q = S \times v$$

Donc $v_A = v_T$, et puisque $z_A = 0$ il vient finalement : $p_A = p_T + \Delta p_C + \rho g z_T$

Soit : $p_T = p_A - \Delta p_C - \rho g z_T$

D. **Faux** et E. **Vrai** : De la même façon, on applique la loi de Bernoulli modifiée entre la sortie de la tête (tension p'_T) et l'entrée du cœur (tension p_v) :

$$(p'_T + p_{atm}) + \rho g z_T + \frac{1}{2} \rho v_T^2 = (p_v + p_{atm}) + \Delta p_J + \rho g z_v + \frac{1}{2} \rho v_v^2$$

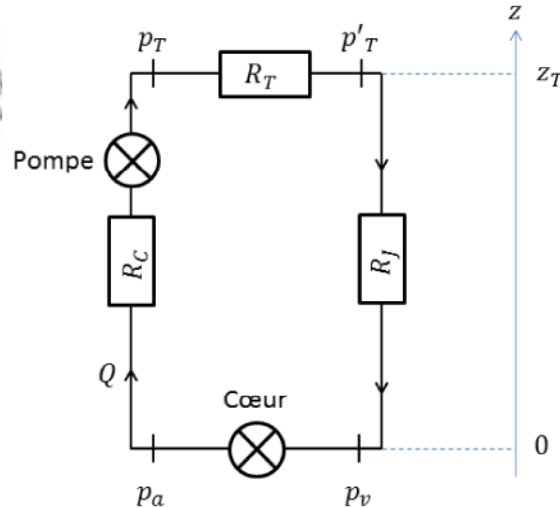
Avec $z_v = 0$ et $v_v = v_T$, il vient : $p'_T + \rho g z_T = p_v + \Delta p_J$

Soit : $p'_T = p_v + \Delta p_J - \rho g z_T$

Question 8 : BD

A. **Faux** et B. **Vrai** : Une pompe permet d'augmenter la pression. Puisque c'est la pression artérielle en haut de la carotide qui est plus élevée, on a mis la pompe dans la partie carotide du circuit.

C. **Faux**, D. **Vrai** et E. **Faux** : Avec ajout de la pompe dans la partie carotide, la schématisation de la circulation devient :



On applique la loi de Bernoulli modifiée entre la sortie (tension p_a) et l'entrée du cœur (tension p_v) :

$$(p_A + p_{atm}) + \rho g z_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 + \delta p = (p_v + p_{atm}) + \rho g z_v + \frac{1}{2} \rho v_v^2 + \Delta p_C + \Delta p_T + \Delta p_J$$

Avec $z_A = z_v = 0$ et $v_A = v_v$, on obtient :

$$p_A + \delta p = p_v + \Delta p_C + \Delta p_T + \Delta p_J$$

On en déduit :

$$\Delta p_T = p_A - p_v + \delta p - \Delta p_C - \Delta p_J$$

Question 9 : D

Pour N vaisseaux disposés en parallèle, la résistante totale de la tête de la girafe vaut :

$$\frac{1}{R_T} = \sum_1^N \frac{1}{R_{cap}} = \frac{N}{R_{cap}} \Rightarrow N = \frac{R_{cap}}{R_T}$$

Or la résistance totale de la tête vérifie également la loi de Poiseuille :

$$\Delta p_T = R_T \times Q \Rightarrow R_T = \frac{\Delta p_T}{Q}$$

Et l'expression de Δp_T a été trouvée précédemment, elle peut donc être calculée :

$$\Delta p_T = p_A - p_v + \delta p - \Delta p_C - \Delta p_J = 0,24 - 0 + 0,06 - 0,008 - 0,18 = 0,3 - 0,188 = 0,112 \text{ atm}$$

On passe en Pa :

$$\Delta p_T = 0,112 \times 10^5 \text{ Pa}$$

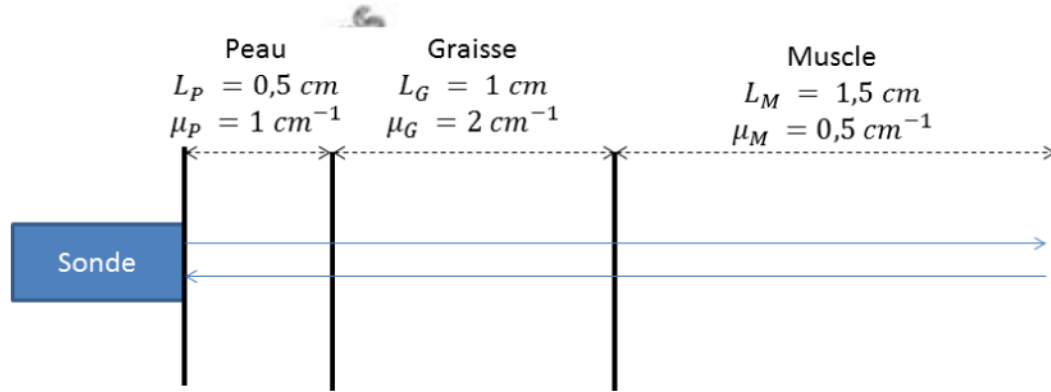
Finalement :

$$N = \frac{R_{cap}}{R_T} = \frac{R_{cap}}{\Delta p_T / Q} = \frac{R_{cap} \times Q}{\Delta p_T} = \frac{1,1 \cdot 10^{17} \times 5 \cdot 10^{-5}}{0,112 \cdot 10^5} \approx 10^{13} \times 5 \cdot 10^{-5} \approx 5 \cdot 10^8$$

Question 10 : C

L'écho du foie revenu à la sonde est celui qui a traversé l'ensemble des tissus (peau/graisse/muscle) puis s'est réfléchi sur l'interface muscle-foie et a retraversé l'ensemble des tissus (peau/graisse/muscle). L'onde ultrasonore a donc parcouru une distance totale d :

$$d = 2 (L_P + L_G + L_M) = 6 \text{ cm} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$



La vitesse de propagation est la même pour les trois tissus et vérifie :

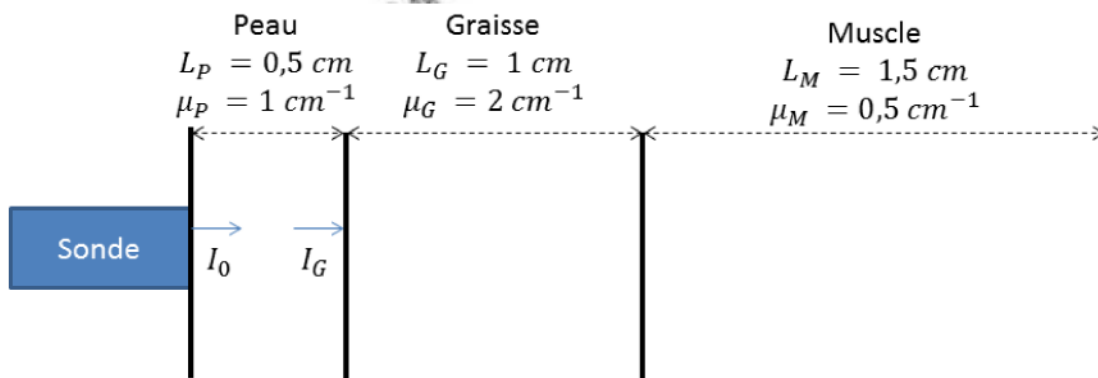
$$c = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{d}{c}$$

Soit :

$$\Delta t = \frac{2 \times (L_P + L_G + L_M)}{c} = \frac{6 \cdot 10^{-2}}{1500} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ s} = 40 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 40 \mu\text{s}$$

Question 11 : B

L'onde qui atteint la surface peau/graisse a traversé l'épaisseur de peau L_P .

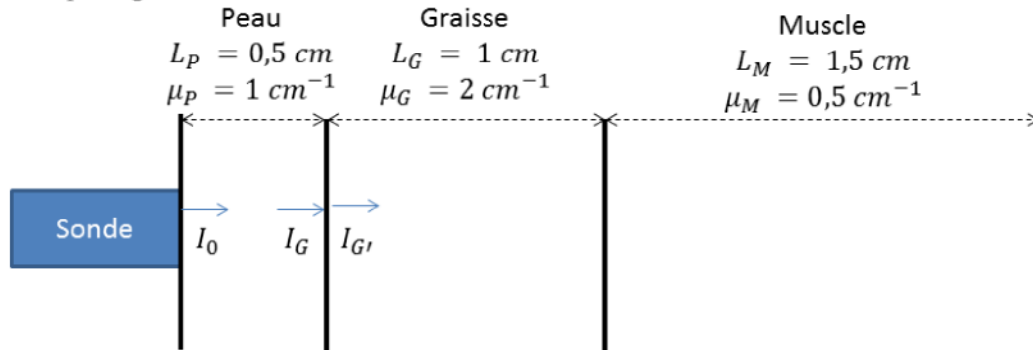


Puisque la peau est un milieu absorbant de coefficient d'atténuation en intensité μ_P , on en déduit que l'intensité I_G est plus petite que l'intensité I_0 et vaut :

$$I_G = I_0 \times e^{-\mu_P \times L_P} \Rightarrow \frac{I_G}{I_0} = e^{-\mu_P \times L_P}$$

Question 12 : C

L'intensité qui pénètre dans la graisse correspond à la part de l'intensité I_G qui est transmise à travers l'interface peau/graisse.



L'intensité $I_{G'}$ vérifie :

$$I_{G'} = I_G \times T_{PG}$$

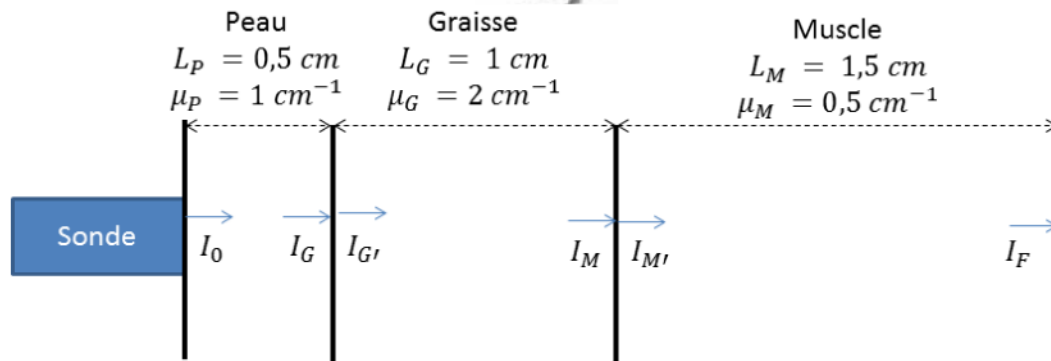
Avec T_{PG} le coefficient de transmission en intensité tel que $T_{PG} = 1 - R_{PG}$. Finalement :

$$I_{G'} = I_G \times (1 - R_{PG}) \Rightarrow \frac{I_{G'}}{I_G} = 1 - R_{PG}$$

Question 13 : D

D'après les deux questions précédentes :

$$I_{G'} = I_G \times (1 - R_{PG}) = [I_0 \times e^{-\mu_P \times L_P}] \times (1 - R_{PG})$$



On note I_M l'intensité qui atteint l'interface graisse/muscle, la graisse étant un milieu absorbant cette intensité vérifie :

$$I_M = I_{G'} \times e^{-\mu_G \times L_G} = [I_0 \times e^{-\mu_P \times L_P} \times (1 - R_{PG})] \times e^{-\mu_G \times L_G}$$

On note $I_{M'}$ l'intensité qui pénètre dans le muscle, elle correspond à la part de l'intensité I_M qui est transmise à travers l'interface graisse-muscle :

$$I_{M'} = I_M \times T_{GM}$$

Avec T_{GM} le coefficient de transmission en intensité tel que $T_{GM} = 1 - R_{GM}$. Finalement :

$$I_{M'} = I_M \times (1 - R_{GM}) = [I_0 \times e^{-\mu_P \times L_P} \times (1 - R_{PG}) \times e^{-\mu_G \times L_G}] \times (1 - R_{GM})$$

Le muscle étant un milieu absorbant, l'intensité I_F qui atteint l'interface muscle-foie vérifie :

$$I_F = I_{M'} \times e^{-\mu_M \times L_M} = [I_0 \times e^{-\mu_P \times L_P} \times (1 - R_{PG}) \times e^{-\mu_G \times L_G} \times (1 - R_{GM})] \times e^{-\mu_M \times L_M}$$

Finalement :

$$I_F = I_0 \times (1 - R_{PG}) \times (1 - R_{GM}) \times e^{-\mu_P \times L_P - \mu_G \times L_G - \mu_M \times L_M}$$

Question 14 : AD

A. **Vrai** et B. **Faux** : Une pompe est un dispositif délivrant une surpression, la pression en sortie et donc supérieure à celle en entrée. $\Rightarrow$

C. **Faux**, D. **Vrai** et E. **Faux** : La puissance mécanique de la pompe vérifie :

$$P = Q \times \Delta p = Q \times (p_S - p_E)$$

Soit :

$$p_S = p_E + \frac{P}{Q} = 3 \cdot 10^5 + \frac{100}{60 \cdot 10^{-3} / 60} = 3 \cdot 10^5 + 10^5 = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 4 \text{ atm}$$

Question 15 : BCE

A. **Faux** et B. **Vrai** : Le tuyau et la conduite sont disposées en série, le débit est donc conservé :

$$Q_C = Q_T$$

C. **Vrai** : Puisque le débit est conservé :

$$Q_C = Q_T \Rightarrow s \times v = \frac{s}{2} \times \bar{v} \Rightarrow \bar{v} = 2v$$

D. **Faux** et E. **Vrai** : L'eau dans le tuyau a une vitesse nulle sur les parois et une vitesse maximale au centre de l'écoulement telle que :

$$v_{max} = 2 \times \bar{v} = 4v$$

ANNEXE

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, $\ln N$, et 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	$4,852 \times 10^8$