

UE4 – Physique

Annales Classées

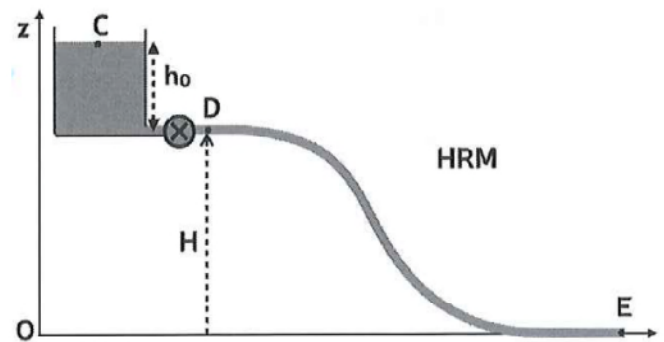
FLUIDES PARFAITS

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 HRM descend dans l'œsophage un réseau de tubes de section constante et de longueurs différentes, à l'extrémité E desquels on mesure l'écart δp_E de pression par rapport à la pression atmosphérique pour suivre l'onde de contraction. Ces tubes sont raccordés à un réservoir d'eau ouvert à la pression atmosphérique et de grand volume par rapport aux tubes. On étudie l'un des tubes. Une pompe y maintient un débit $Q = 0,3 \text{ ml/minute}$ d'eau qui s'écoule dans l'œsophage par l'extrémité E où l'œsophage impose δp_E .



La différence de hauteur entre le point D de sortie de pompe et l'extrémité E vaut $H = 45 \text{ cm}$. La hauteur d'eau dans le réservoir au-dessus de D vaut $h_0 = 10 \text{ cm}$.

Question 3 Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :

- A. Les pressions aux points C et E sont identiques.
- B. Le débit aux points C et E est identique.
- C. La vitesse de l'eau en E est supérieure à celle en D .
- D. La gravitation est motrice.
- E. L'énergie potentielle gravitationnelle diminue de C à E .

Question 4 En l'absence de pompe et de frottements, calculer la pression p_C à la surface du réservoir et la surpression œsophagienne maximum, $\delta p_{E_{\text{max}}}$, qui permet à l'eau de s'écouler dans le tube et l'œsophage. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $p_C = 720 \text{ mm Hg}$
- B. $p_C = 760 \text{ mm Hg}$
- C. $\delta p_{E_{\text{max}}} = 34 \text{ mm Hg}$
- D. $\delta p_{E_{\text{max}}} = 41 \text{ mm Hg}$
- E. $\delta p_{E_{\text{max}}} = 800 \text{ mm Hg}$

Question 5 La paroi œsophagienne impose une surpression $\delta p_E = 80 \text{ mm Hg}$ à l'extrémité du tube et la pompe assure le débit Q précité. On néglige les variations de densité volumique d'énergie cinétique d'ensemble le long de l'écoulement ainsi que la viscosité de l'eau. Calculer la surpression Δp_p et la puissance P_p que doit fournir la pompe. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $\Delta p_p = 39 \text{ mm Hg}$
- B. $\Delta p_p = 41 \text{ mm Hg}$
- C. $\Delta p_p = 121 \text{ mm Hg}$
- D. $P_p = 80 \text{ } \mu\text{W}$
- E. $P_p = 26 \text{ } \mu\text{W}$

2022 Session 1

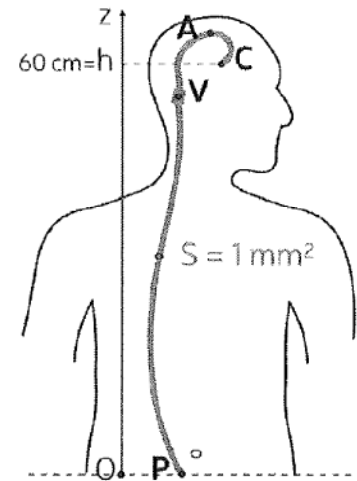
Dérivation ventriculo-péritonéale

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.

Question 13 Le patient est allongé à l'horizontale. Calculer la vitesse v de l'écoulement juste avant la sortie du cathéter VP. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. Le liquide s'écoule à une vitesse supérieure à v dans le cathéter CV.
- B. Le liquide s'écoule à une vitesse inférieure à v dans le cathéter CV.
- C. $v = 27 \text{ cm/s}$
- D. $v = 52 \text{ cm/s}$
- E. $v = 1,7 \text{ m/s}$

Question 14 Calculer le débit Q de l'écoulement pour le patient allongé. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

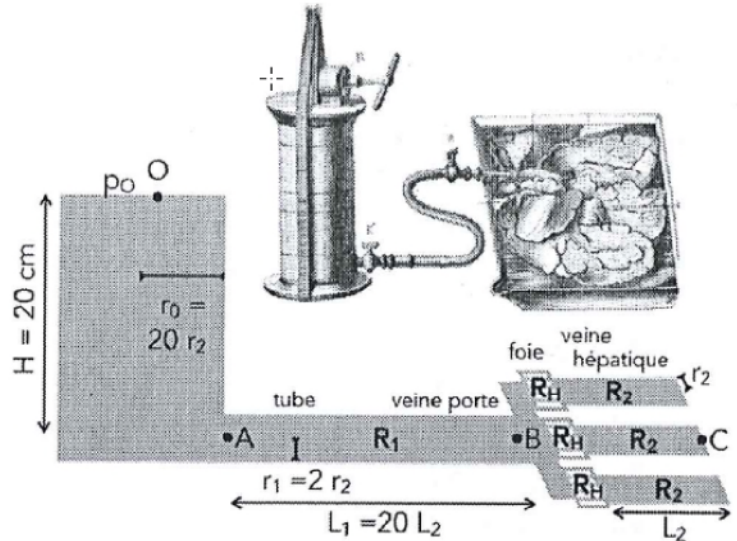
- A. $Q = S v$
- B. $Q = S v^2$
- C. $Q = 0,3$ litre/heure
- D. $Q = 1$ litre/heure
- E. $Q = 1,9$ litre/heure

2019

Expérience du foie lavé de Claude Bernard (1855)

(Questions 1 à 6)

Cette expérience a montré que le foie peut stocker puis libérer du glucose pour réguler la glycémie. Pour cela, Claude Bernard a lavé un foie pour le débarrasser du glucose sanguin. Il l'a retrouvé le lendemain de nouveau riche en glucose. Le dispositif d'injection d'eau de lavage dans le réseau sanguin est modélisé ci-contre. L'eau provient d'un réservoir légèrement pressurisé. La pression au point O d'altitude $H=20$ cm est maintenue à $p_O=1,06$ atm pour une pression atmosphérique $p_{atm}=1$ atm. L'eau, de masse volumique $\rho=10^3$ kg.m⁻³, s'écoule dans un tube inséré dans la veine porte. Le tube et la veine ont le même rayon r_1 et l'ensemble des deux a une longueur L_1 . L'eau traverse le foie et ressort à l'air libre par les 3 veines hépatiques qu'on supposera identiques, de rayon $r_2=r_1/2$ et de longueur $L_2=L_1/20$. Tout l'écoulement après la sortie du réservoir est horizontal. On néglige la vitesse de l'eau dans le réservoir devant celle dans les veines. On prendra l'accélération de la pesanteur $g=10$ m.s⁻² pour simplifier les calculs.



Question n°1

Comparer le débit Q_1 et la vitesse v_1 dans la veine porte au débit Q_2 et à la vitesse v_2 dans une veine hépatique.

Cocher la ou les propositions vraies :

- A. $Q_2 < Q_1$
- B. $Q_2 \geq Q_1$
- C. $v_1/v_2 = (r_2/r_1)^2$
- D. $v_1/v_2 = 3 (r_2/r_1)^2$
- E. $v_1/v_2 = 3 (r_1/r_2)^2$

On néglige tout d'abord la viscosité de l'eau.

Question n°2

Comparer les pressions p_O , p_A , p_B et p_C aux points O, A, B et en sortie C. **Cocher la (ou les) proposition(s) vraie(s) :**

- A. $p_A = p_B$
- B. $p_B < p_{atm}$
- C. $p_B = p_{atm}$
- D. $p_C = p_O$
- E. $p_C = p_{atm}$

Question n°3

Calculer la vitesse v_2 de sortie de l'eau par une veine hépatique. **Cocher la proposition vraie :**

- A. $v_2 = 1,4 \text{ m/s}$
- B. $v_2 = 2 \text{ m/s}$
- C. $v_2 = 4 \text{ m/s}$
- D. $v_2 = 14 \text{ m/s}$
- E. $v_2 = 20 \text{ m/s}$

Le supplice de la goutte d'eau

Dans un immeuble, une canalisation de large section délivre de l'eau sous une pression de référence $p_0 = 1.5 \text{ atm}$ au dernier étage. A un étage inférieur, le robinet de votre salle de bain est relié à la canalisation par un tuyau fin, horizontal, à une altitude $h = 15 \text{ m}$ sous le point de référence. On note $p_{\text{atm}} = 1 \text{ atm}$ la pression atmosphérique ambiante, $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ la masse volumique de l'eau, $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ l'accélération de la pesanteur, $I_{\text{ref}} = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ l'intensité de référence des niveaux sonores.

5. Question

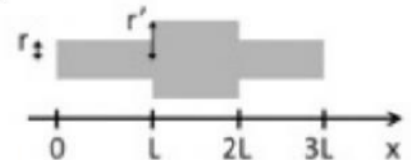
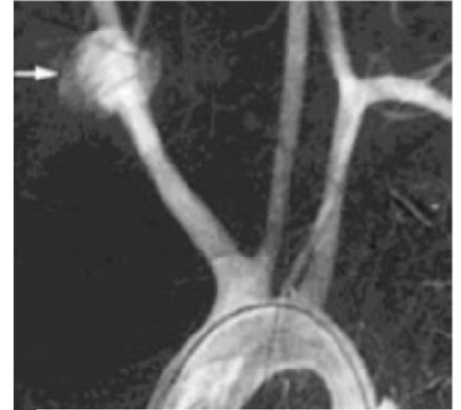
Calculer la vitesse v de l'eau en sortie du robinet ouvert. Cocher **la** proposition vraie :

- A. $v = 2 \text{ m s}^{-1}$
- B. $v = 14,1 \text{ m s}^{-1}$
- C. $v = 17,3 \text{ m s}^{-1}$
- D. $v = 20 \text{ m s}^{-1}$
- E. $v = 24,5 \text{ m s}^{-1}$

2009

Anévrisme

L'artère sous-clavière, visible au-dessus de la crosse de l'aorte sur la photographie ci-contre montre un anévrisme important (flèche). On modélise un tronçon de longueur $3L$ de l'artère selon le schéma ci-dessous et on le compare à un tronçon de même longueur de l'artère saine. On note r le rayon de cette dernière et $r' = 2r$ le rayon au niveau de l'anévrisme. L'axe Ox donne le sens d'écoulement du sang. Le patient est allongé et l'artère est horizontale. La vitesse du sang dans l'artère saine vaut $v = 40 \text{ cm/s}$ et on note Q le débit sanguin. La pression sanguine à l'entrée du tronçon, en $x = 0$ vaut $p(0) = 13100 \text{ Pa}$. On prend la masse volumique du sang $\rho \sim 10^3 \text{ kg/m}^3$ et on note η sa viscosité.



On néglige dans un premier temps les effets de viscosité.

16. Question

Calculer le rapport de vitesse v'/v entre les parties hypertrophiée et saine de l'artère. Cocher **la ou les** propositions vraies :

- A. le sang ralentit dans l'anévrisme
- B. le sang coule à la même vitesse dans l'anévrisme et dans l'artère saine
- C. $v'/v = 1/4$
- D. $v'/v = 1$
- E. $v'/v = 4$

17. Question

Calculer la variation $\delta p = p' - p$ de pression entre les parties hypertrophiée et saine. Cocher **la ou les** propositions vraies :

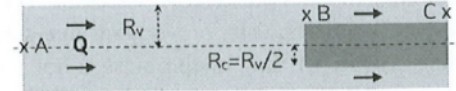
- A. $\delta p > 0$
- B. $\delta p < 0$
- C. $|\delta p| = 85 \text{ Pa}$
- D. $|\delta p| = 80 \text{ Pa}$
- E. $|\delta p| = 75 \text{ Pa}$

Annales Classées Supplémentaires

2022 Session 2

Thrombose de la veine porte

L'image de la veine porte d'un autre patient montre une thrombose, c'est-à-dire la présence d'un caillot situé le long de l'axe de la veine et qui s'obstrue partiellement. On fait l'approximation que la veine et le caillot sont cylindriques, avec un rayon R_v pour la partie saine de la veine et un rayon $R_c = R_v / 2$ pour le caillot.



Sur le schéma ci-dessus, on note les points A au début de la veine saine, B juste après le début du caillot et C juste avant la fin du caillot. La circulation sanguine va de A vers C avec un débit Q . Le patient est allongé et on néglige les différences d'altitude à l'intérieur de la veine. On note ρ la masse volumique du sang et on néglige tout d'abord la viscosité.

Question 12 Exprimer la vitesse du sang v' du sang le long du caillot en fonction de la vitesse v à l'entrée de la veine saine. **Laquelle des propositions suivantes est exacte :**

- A. $v' = v / 2$
- B. $v' = 3v / 4$
- C. $v' = v$
- D. $v' = 4v / 3$
- E. $v' = 2v$

Question 13 Exprimer les pression p_B et p_C du sang au début et à la fin du caillot si on note p_A la pression sanguine à l'entrée de la veine saine. **Laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) :**

- A. $p_C > p_B > p_A$
- B. $p_C < p_B < p_A$
- C. $p_B = p_A + \frac{1}{6} \rho v^2$
- D. $p_B = p_A - \frac{3}{2} \rho v^2$
- E. $p_C = p_A - \frac{7}{18} \rho v^2$

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	$4,852 \times 10^8$