

Les questions 9 à 20 sont des questions QCS (avec pénalités)

9- la viscosité dynamique μ d'un fluide réel peut être caractérisée par :

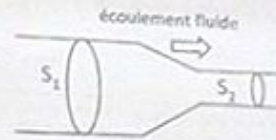
- a- l'expérience dite de pascal ;
- b- l'expérience dite de couette ;
- c- l'expérience de la poussée d'Archimède ;
- d- toutes ces réponses sont fausses.

10- soit un fluide réel de viscosité dynamique μ . La viscosité cinématique η s'écrit comme :

- a- le rapport de la viscosité dynamique μ sur la masse volumique ρ du fluide : $\eta = \mu/\rho$
- b- le produit de la viscosité dynamique μ et de la masse volumique ρ du fluide : $\eta = \mu \cdot \rho$
- c- le produit de la viscosité dynamique μ et du carré de la masse volumique ρ^2 du fluide : $\eta = \mu \cdot \rho^2$
- d- toutes ces réponses sont fausses.

11- soit un fluide réel supposé incompressible qui s'écoule selon le schéma ci-contre. L'équation de continuité permet d'écrire :

- a- $S_1 V_1 = S_2 V_2$
- b- $S_1/V_1 = S_2/V_2$
- c- $S_1/V_2^2 = S_2/V_2^2$
- d- toutes ces réponses sont fausses.



12- soit un fluide parfait qui s'écoule dans un tube de sections différentes, et pour lequel le débit est constant au cours du temps. Le théorème de Bernoulli permet d'exprimer :

- a- la conservation de la vitesse d'une particule fluide au sein de ce tube de courant ;
- b- la conservation de l'énergie mécanique totale d'une particule fluide au sein de ce tube de courant ;
- c- la conservation de l'énergie cinétique au sein de ce tube de courant ;
- d- toutes ces réponses sont fausses.

13- dans le cadre de l'écoulement d'un fluide parfait dans un tube cylindrique où se trouve un rétrécissement (schéma ci-contre) l'effet Venturi traduit le fait que :

- a- la pression est plus faible au niveau du rétrécissement ;
- b- la pression est plus forte au niveau du rétrécissement ;
- c- la pression ne varie pas, quel que soit le diamètre du tube ;
- d- toutes ces réponses sont fausses.

14- selon Poiseuille, l'écoulement laminaire d'un fluide réel incompressible, de masse volumique ρ et de viscosité dynamique μ , qui s'écoule dans une conduite de rayon interne r , avec un débit D , entraîne une perte de charge ΔP entre deux points A et B de cette conduite distants de L . Cette perte de charge ΔP s'écrit :

- a- $\Delta P = D \cdot (8L/\pi \mu r^4)$
- b- $\Delta P = D \cdot (8\mu L/\pi r^4)$
- c- $\Delta P = D \cdot (8\mu L r^4/\pi)$
- d- toutes ces réponses sont fausses.

8- la loi de Poiseuille s'écrit :

- a- $\Delta P = D \cdot \frac{8 \cdot \pi \cdot L}{\mu \cdot r^4}$
- b- $\Delta P = D \cdot \frac{8 \cdot \mu \cdot L}{\pi \cdot r^4}$
- c- $\Delta P = D \cdot \frac{8 \cdot \mu}{\pi \cdot r^4 \cdot L}$

d- toutes ces réponses sont fausses.

9- un écoulement caractérisé par :

- a- un nombre de Reynolds Re inférieur à 1000 est laminaire ;
- b- un profil de vitesses rigoureusement parabolique est turbulent ;
- c- un nombre de Reynolds $Re = 5000$ est laminaire ;
- d- toutes ces réponses sont fausses.

10- dans le cadre de l'hydrodynamique des fluides réels incompressibles, l'écoulement d'un fluide dans un tube creux de section S et de longueur L entraîne entre deux points de ce tube :

- a- une augmentation de l'énergie totale ;
- b- une perte d'énergie exprimée par « une perte de charge » ;
- c- une augmentation de la viscosité du fluide ;
- d- toutes ces réponses sont fausses.

11- une seule affirmation est exacte :

- a- la viscosité traduit l'augmentation d'énergie d'un fluide réel en mouvement ;
- b- la viscosité traduit le comportement des fluides parfaits en mouvement ;
- c- la viscosité caractérise les fluides réels en mouvement ;
- d- toutes ces réponses sont fausses.

12- une seule affirmation est exacte :

- a- la loi de Poiseuille s'applique uniquement aux régimes turbulents ;
- b- en régime laminaire, la résistance à l'écoulement est inversement proportionnelle à la longueur du tube considéré ;
- c- le fluide sanguin est un fluide non newtonien ;

les questions 1 à 10 sont des questions QCM (une seule réponse)

- 1- dans le cadre de l'écoulement d'un fluide réel incompressible en régime laminaire dans un tube cylindrique, le profil de vitesses :
 a- **est parabolique** b- est hyperbolique c- toutes ces réponses sont fausses.
- 2- dans le cadre de l'écoulement d'un fluide réel incompressible en régime laminaire, la loi de Poiseuille traduit, entre deux points 1 et 2 d'un tube de courant :
 a- une augmentation du débit volumique D b- **une perte d'énergie** c- toutes ces réponses sont fausses.
- 3- le théorème de Bernoulli, appliqué à une particule fluide d'un liquide incompressible supposé parfait qui s'écoule entre deux points 1 et 2 d'un tube de courant, exprime, vis-à-vis de cette particule fluide :
 a- la conservation du débit volumique, uniquement c- toutes ces réponses sont fausses.
 b- **la conservation de l'énergie totale**
- 4- soit une tubulure cylindrique horizontale de longueur L dans laquelle s'écoule un fluide incompressible supposé parfait. Cette tubulure présente un rétrécissement à mi-distance. Dans cette portion rétrécie, la pression statique :
 a- augmente b- **diminue** c- toutes ces réponses sont fausses.
- 5- soit un fluide réel incompressible qui s'écoule de manière laminaire dans une tubulure cylindrique entre les points A et B. Soit un point C, situé entre A et B. La perte d'énergie constatée entre les points A et C est :
 a- **est inférieure à la perte d'énergie constatée entre A et B** c- toutes ces réponses sont fausses.
 b- est égale à la perte d'énergie constatée entre A et B
- 6- suite aux questions précédentes, la résistance à l'écoulement est :
 a- **proportionnelle à la longueur de la tubulure** b- inversement proportionnelle à la longueur de la tubulure
 c- toutes ces réponses sont fausses.
- 7- du point de vue de la rhéologie, le sang dans les petits vaisseaux se comporte comme une suspension :
 a- de particules solides b- **de gouttes déformables** c- toutes ces réponses sont fausses.
- 8- la rhéopexie exprime la réalité d'un fluide qui se caractérise, lorsqu'une contrainte constante lui est appliquée, par une viscosité qui :
 a- **augmente avec le temps** b- diminue avec le temps c- toutes ces réponses sont fausses.
- 9- soit la viscosité dynamique μ d'un liquide newtonien supposé incompressible (à température constante), sa viscosité cinématique η :
 a- varie en fonction de la vitesse de l'écoulement b- **est constante** c- toutes ces réponses sont fausses.
- 10- un nombre de Reynolds inférieur à 1000 signifie que l'écoulement fluide est :
 a- **laminaire** b- turbulent c- toutes ces réponses sont fausses.
- 24- le nombre de Reynolds R permet de caractériser la nature d'un écoulement fluide. Celui-ci s'écrit en fonction de la masse volumique ρ , du diamètre d du conduit où s'écoule le fluide, de la vitesse v de celui-ci, et de sa viscosité dynamique η :
 a- **$R = \rho \cdot d \cdot v / \eta$** b- $R = d \cdot v / \rho \eta$ c- toutes ces réponses sont fausses.
- 25- soit un fluide réel de viscosité dynamique μ .
 a- la viscosité μ ne dépend pas de la température c- toutes ces réponses sont fausses.
 b- **la viscosité μ dépend de la température**
- 26- la viscosité dynamique μ d'un fluide réel peut être caractérisée par :
 a- l'expérience dite de pascal b- **l'expérience dite de couette** c- toutes ces réponses sont fausses.
- 27- le sang est un fluide :
 a- newtonien b- **non newtonien** c- toutes ces réponses sont fausses.
- 28- soit un fluide **parfait** qui s'écoule dans un tube de sections différentes, et pour lequel le débit est constant au cours du temps. Le théorème de Bernoulli permet d'exprimer :
 a- la conservation de la vitesse d'une particule fluide au sein de ce tube de courant
 b- **la conservation de l'énergie mécanique totale d'une particule fluide au sein de ce tube de courant**
 c- toutes ces réponses sont fausses.
- 29- soit un fluide réel de viscosité dynamique μ . La viscosité cinématique η s'écrit comme :
 a- **le rapport de la viscosité dynamique μ vis-à-vis de la masse volumique ρ du fluide : $\eta = \mu / \rho$**
 b- le produit de la viscosité dynamique μ et de la masse volumique ρ du fluide : $\eta = \mu \cdot \rho$
 c- toutes ces réponses sont fausses.
- 30- soit un fluide réel incompressible de masse volumique ρ , et de viscosité dynamique μ . Celui-ci s'écoule de manière laminaire dans une conduite cylindrique de rayon interne r, avec un débit D. La perte de charge ΔP entre deux points A et B (de cette conduite) distants de L s'écrit :
 a- **$\Delta P = D \cdot (8 \mu L / \pi r^4)$** b- $\Delta P = D \cdot (8 \mu L r^4 / \pi)$ c- toutes ces réponses sont fausses.

11- le sang est maintenant considéré comme un fluide incompressible visqueux de viscosité dynamique $\mu = 4.10$
Le nombre de Reynolds Re caractérisant le régime d'écoulement, au niveau du gros diamètre, est :
a- $Re = 3260$ b- $Re = 1250$ c- toutes ces réponses sont fausses.

12- suite à la question précédente, entre deux points 1 et 2 distants de 3 cm au niveau de la partie caractérisée
le gros diamètre ($d = 1$ cm), la perte de charge ΔP vaut :
a- $\Delta P = 15,2$ Pa b- $\Delta P = 38,4$ Pa c- toutes ces réponses sont fausses.

les questions 13 à 20 sont des questions QCS (avec pénalités)

13- une seule affirmation est exacte :
a- la loi de Poiseuille s'applique uniquement aux régimes turbulents
b- la loi de Poiseuille s'applique aux régimes dits laminaires
c- toutes ces réponses sont fausses.

14- lors de l'écoulement d'un fluide parfait dans un conduit pour lequel le débit est constant au cours du temps
a- il est nécessaire de tenir compte des forces de frottements
b- la masse volumique du fluide varie en fonction de la distance parcourue
c- toutes ces réponses sont fausses.

15- le théorème de Bernoulli traduit :
a- le fait que l'énergie totale par unité de volume se conserve
b- le fait que la vitesse du fluide est toujours constante dans un tube de courant
c- toutes ces réponses sont fausses.

16- lors de l'écoulement d'un fluide parfait au travers d'un rétrécissement, l'effet Venturi explique :
a- l'élévation de la température de ce fluide au niveau de ce rétrécissement
b- l'augmentation de la vitesse de ce fluide au niveau de ce rétrécissement
c- toutes ces réponses sont fausses.

17- le coefficient de viscosité dynamique d'un fluide réel :
a- ne dépend pas de la température
b- dépend de la température
c- toutes ces réponses sont fausses.

18- dans le cadre de l'écoulement d'un fluide réel incompressible, la perte de charge exprime
a- une perte d'énergie dissipée sous forme de chaleur
b- une diminution de la masse volumique du fluide
c- toutes ces réponses sont fausses.

19- le nombre de Reynolds permet :
a- de caractériser le régime d'écoulement du fluide considéré
b- d'expliquer la nature du fluide réel considéré
c- toutes ces réponses sont fausses.

20- la loi de Poiseuille permet d'exprimer la perte de charge ΔP . Celle-ci s'écrit alors :

a- $\Delta P = 0 \frac{8 \cdot \mu \cdot l}{\pi \cdot r^4}$ b- $\Delta P = D^2 \frac{8 \cdot \mu \cdot l}{\pi \cdot r^4}$ c- toutes ces réponses sont fausses.

33- dans le cadre de l'écoulement d'un fluide parfait dans un tube cylindrique où se trouve un rétrécissement (schéma ci-contre) l'effet Venturi traduit le fait que :

- a- la pression est plus faible au niveau du rétrécissement
b- la pression est plus forte au niveau du rétrécissement
c- toutes ces réponses sont fausses.



34- soit un segment artériel [AB] supposé parfaitement cylindrique de rayon interne $r = 0,5$ cm, et positionné horizontalement. Sur une longueur [CD] de 1 cm (le segment [CD] est situé entre les points A et B de l'artère), un rétrécissement (sténose) apparaît réduisant le rayon interne de 10% sur toute la longueur [CD]. Si la vitesse de l'écoulement sanguin (considéré comme fluide incompressible) vaut $v = 0,2$ m/s au point A, la vitesse v' entre C et D vaut :

- a- $v' = 0,153$ m/s b- $v' = 0,247$ m/s c- toutes ces réponses sont fausses.

35- la perte de charge ΔP correspondante entre le point C et le point D vaut : $\mu = 2.4 \cdot 10^{-3}$ Pa.s
a- $\Delta P = 1,95$ Pa b- $\Delta P = 2,34$ Pa toutes ces réponses sont fausses

36- pensant corriger la sténose évoquée à la question précédente, un praticien génère un anévrisme (élargissement) entre les points C et D. Cet élargissement est de 20%. La vitesse de l'écoulement sanguin :

- a- augmente au niveau de cet élargissement situé entre C et D
b- diminue au niveau de cet élargissement situé entre C et D c- toutes ces réponses sont fausses.

les questions 17 à 20 sont liées [autres données : masse volumique du sang $\rho = 1050 \text{ Kg/m}^3$]

17- soit un segment artériel (supposé horizontal) de diamètre constant $d = 5 \text{ mm}$ et de longueur $L = 10 \text{ cm}$. La pression moyenne est supposée égale à 100 mmHg . Si le débit dans cette artère est $D = 180 \text{ ml/min}$, la vitesse moyenne V_m du sang vaut :

a- $V_m = 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$

b- $V_m = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$

☒ c- $V_m = 15,3 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$

d- toutes ces réponses sont fausses.

18- il est supposé que la viscosité dynamique du sang est $\mu = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$, le nombre de Reynolds R_e vaut alors :

a- $R_e = 675,135$

b- $R_e = 123,475$

☒ c- $R_e = 133,875$

d- toutes ces réponses sont fausses.

19- la perte de charge ΔP constaté sur la longueur de ce segment artériel est :

a- $\Delta P = 15,2 \text{ Pa}$

b- $\Delta P = 439,7 \text{ Pa}$

☒ c- $\Delta P = 117,3 \text{ Pa}$

d- toutes ces réponses sont fausses.

20- en réalité, il est constaté qu'à ces vitesses d'écoulement, la viscosité dynamique du fluide sanguin est plutôt égale à μ' ($\mu' = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$). La viscosité cinématique ν' est alors :

☒ a- $\nu' = 1,9 \cdot 10^{-6} \text{ SI}$

b- $\nu' = 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ SI}$

d- $\nu' = 5,1 \cdot 10^{-6} \text{ SI}$

c- toutes ces réponses sont fausses.

25- soit un segment horizontal d'artère de diamètre constant $d = 5 \text{ mm}$ et de longueur 20 cm . Sachant que la pression artérielle moyenne dans cette artère est de 6579 Pa , la pression P en mmHg vaut :

a- $P = 120,6 \text{ mmHg}$

☒ b- $P = 50 \text{ mmHg}$

c- toutes ces réponses sont fausses.

26- suite à la question précédente la vitesse moyenne V_m du sang dans l'artère pour un débit de 180 ml/mn vaut :

a- $V_m = 2,93 \text{ m/s}$

☒ b- $V_m = 0,153 \text{ m/s}$

c- toutes ces réponses sont fausses.

27- suite à la question précédente, et si l'on suppose que la viscosité sanguine vaut $\eta = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$, le nombre de Reynolds R_e dans cette artère vaut :

☒ a- $R_e = 127,5$

b- $R_e = 1738,4$

c- toutes ces réponses sont fausses.

28- le régime d'écoulement dans cette artère est :

☒ a- laminaire

b- turbulent

c- toutes ces réponses sont fausses.

29- suite à la question précédente, la perte de charge pour un débit de 180 ml/mn (et sur la distance de 20 cm) est :

a- $\Delta P = 774,39 \text{ Pa}$

☒ b- $\Delta P = 234,68 \text{ Pa}$

c- toutes ces réponses sont fausses.

30- soit une grosse artère (supposée horizontale) de diamètre d ($d = 2 \text{ cm}$). Le sang (considéré ici comme un fluide incompressible non visqueux) y circule à une vitesse moyenne v ($v = 0,3 \text{ m/s}$). La pression hydrostatique qui règne dans cette artère est P ($P = p - p_0 = 120 \text{ mmHg}$). Pour rappel, $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$.

A un endroit de cette artère, apparaît un anévrisme (dilatation locale importante de type hernie de la paroi artérielle) qui porte le diamètre de l'artère localement à d' ($d' = 3 \text{ cm}$). La pression P' à ce niveau est :

a- $P' = 1,158 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

b- $P' = 4,753 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

c- toutes ces réponses sont fausses.

$$25/ \quad P = \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h \rightarrow h = \frac{P}{\rho_{\text{Hg}} \cdot g}$$

$$h = \frac{6579}{13,6 \cdot 10^3 \times 9,81} \quad h = 50 \text{ mm}$$

$$26/ \quad Q = v \cdot S \quad Q = v \cdot \frac{\pi D^2}{4}$$

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi D^2} \quad v = \frac{4 \times 180 (10^{-3} / 60) \times 10^{-3}}{3,14 \times (5 \times 10^{-3})^2}$$

$$27/ \quad v = 180 \text{ mL} \quad v = 180 \cdot 10^{-3} \text{ L} \\ v = 180 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$v = 0,153 \text{ m/s}$$

$$27/ \quad Re = \rho \cdot \frac{v D}{\eta}$$

$$Re = 10^3 \times 0,153 \times 5 \times 10^{-3} \\ 6 \times 10^{-3}$$

$$Re = 127,5$$

28/ $Re < 2400 \rightarrow$ régime laminaire

$$29/ \quad \Delta P = \frac{8 \eta L}{\pi r^4} \cdot Q$$

$$\Delta P = \frac{8 \times 6 \cdot 10^{-3} \times 0,20}{3,14 (5 \cdot 10^{-3})^4} \times \frac{180 \cdot 10^{-3} \times 10^{-3}}{60} = 234,68 \text{ Pa}$$

13- soit la vitesse V d'écoulement du sang (supposé être un liquide incompressible et non visqueux) dans une artère moyenne (positionnée de façon horizontale) dont le diamètre est de 0,6 cm. La pression hydrostatique relative mesurée est $P - P_{\text{atm}} = 100 \text{ mm Hg}$ et la vitesse de ce fluide est $V = 0,2 \text{ m/s}$. Si cette artère est affectée d'un rétrécissement (sténose) en son milieu tel que le diamètre de celle-ci devient égal à 0,2 cm, la vitesse V' au niveau de cette sténose sera :
a- $V' = 0,228 \text{ m/s}$ b- $V' = 1,8 \text{ m/s}$ c- $V' = 4,3 \text{ m/s}$ d- toutes ces réponses sont fausses.

14- suite à la question précédente, cette même problématique d'écoulement sanguin est également étudiée sur une aorte abdominale qui présente un anévrisme. Celui-ci entraîne une inflation du diamètre normal de l'artère de 25% (vis-à-vis d'un diamètre de 1 cm pour l'artère dans sa situation normale). Sachant que la vitesse V' au niveau de cet anévrisme est $V' = 0,8 \text{ m/s}$, la vitesse v dans la partie non affectée est alors :
a- $v = 0,62 \text{ m/s}$ b- $v = 2,37 \text{ m/s}$ c- $v = 1,25 \text{ m/s}$ d- toutes ces réponses sont fausses.

15- suite à la question précédente, et dans le cas hypothétique où le fluide sanguin, en réalité visqueux, est caractérisé par une viscosité $\mu = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$, l'écoulement au niveau de la partie saine de l'aorte serait :

a- laminaire b- transitoire c- turbulent d- toutes ces réponses sont fausses.

16- soit une conduite circulaire de rayon R ($R = 1,2 \text{ cm}$) et de longueur L ($L = 10 \text{ cm}$). Celle-ci est parcourue par un fluide supposé incompressible (de masse volumique $\rho = 1050 \text{ kg/m}^3$) et visqueux de viscosité dynamique $\mu = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$. Le débit volumique est supposé être de 5 litres/min. le nombre de Reynolds Re vaut :

a- $Re = 518,92$ b- $Re = 311,66$ c- $Re = 1234$ d- toutes ces réponses sont fausses.

17- la perte de charge ΔP sur la longueur L est :

a- $\Delta P = 6,14 \text{ Pa}$ b- $\Delta P = 36,86 \text{ Pa}$ c- $\Delta P = 119,84 \text{ Pa}$ d- toutes ces réponses sont fausses.

18- soit le cas hypothétique où une artère moyenne (de longueur L_m et de rayon interne r_m) se subdivise en un réseau parallèle de 20 petites artérioles (de longueur $L_a = L_m/2$ et de rayon interne $r_a = r_m/2$ pour chacune d'entre elles). L'écoulement du fluide sanguin sera considéré laminaire tant dans l'artère moyenne que dans le réseau des artérioles. Soit R_m , la résistance à l'écoulement dans l'artère moyenne et R_a , la résistance à l'écoulement dans chacune des artérioles. Le rapport $R = R_m/R_a$ est :

a- $R = 3,67$ b- $R = 32$ c- $R = 0,125$ d- toutes ces réponses sont fausses.

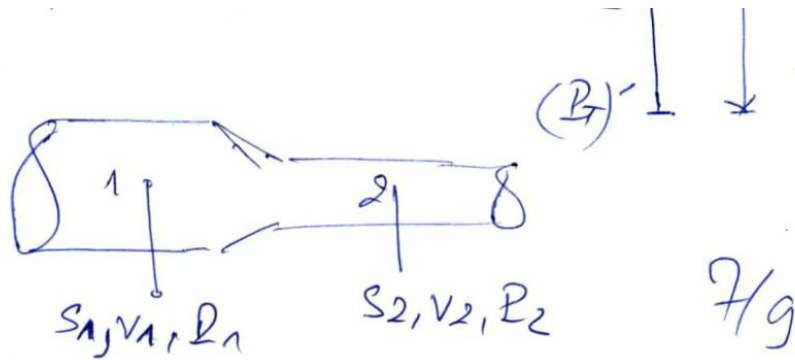
19- suite à la question précédente, la résistance totale R_{ta} du réseau des 20 petites artérioles s'écrit :

a- $R_{\text{ta}} = 0,4 R_m$ b- $R_{\text{ta}} = 2,5 R_m$ c- $R_{\text{ta}} = 160 R_m$ d- toutes ces réponses sont fausses.

20- soit une tubulure cylindrique horizontale de longueur L dans laquelle s'écoule un fluide incompressible supposé parfait. Cette tubulure présente un rétrécissement à mi-distance. Dans cette portion rétrécie, la pression statique :

a- augmente b- diminue c- reste constante d- toutes ces réponses sont fausses.

13/

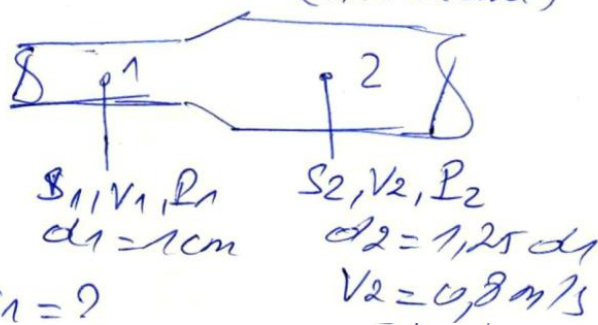


$$Q = v_1 S_1 = v_2 S_2 \quad v_1 \pi \frac{d_1^2}{4} = v_2 \pi \frac{d_2^2}{4}$$

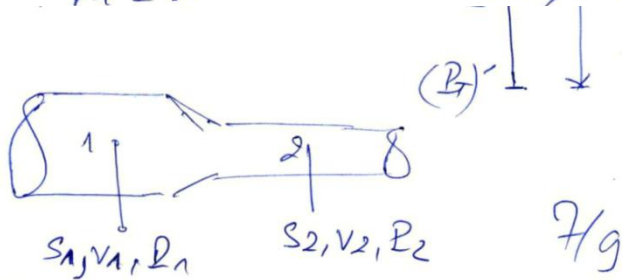
$$v_2 = v_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \quad v_2 = 0,2 \times \left(\frac{0,6}{0,2} \right)^2$$

$$v_2 = 1,8 \text{ m/s} \quad (\text{convergence})$$

14/



13/

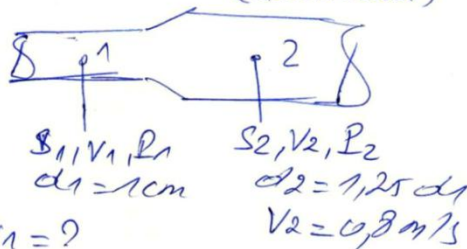


$$Q = v_1 S_1 = v_2 S_2 \quad v_1 \pi \frac{d_1^2}{4} = v_2 \pi \frac{d_2^2}{4}$$

$$v_2 = v_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \quad v_2 = 0,2 \times \left(\frac{0,6}{0,2} \right)^2$$

$$v_2 = 1,8 \text{ m/s} \quad (\text{convergence})$$

14/



$$Q = V_1 S_1 = V_2 S_2 \quad V_1 \pi \frac{d_1^2}{4} = V_2 \pi \frac{d_2^2}{4}$$

$$V_1 d_1^2 = V_2 d_2^2 \rightarrow V_1 = V_2 \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

$$V_1 = 0,8 \left(\frac{1,25 d}{d} \right)^2$$

$$V_1 = 1,25 \text{ m/s}$$

15 / Il faut calculer le nbre de Reynolds R pour connaître le régime d'écoulement

$$R = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} \quad R = \frac{1050 \times 1,25 \cdot 10^{-2}}{6 \times 10^{-3}}$$

$$R = 2187 < 2300 \rightarrow \text{régime laminaire}$$

16 / $Re = \frac{\rho \cdot V \cdot d}{\mu} \quad V = ? \quad 8/g$

$$Q = V \cdot S \quad Q = V \pi \frac{d^2}{4} \rightarrow V = \frac{4 \cdot Q}{\pi d^2}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot \frac{4Q}{\pi d^2} \cdot d}{\mu} \rightarrow Re = \frac{\rho \cdot 4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot \mu}$$

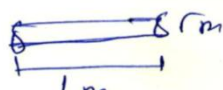
$$Re = \frac{1050 \times 4 \times 5 \times 10^{-3} / 60}{3,14 \times 2,4 \times 10^{-2} \times 6 \times 10^{-3}}$$

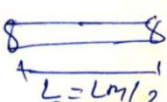
$$Re = 774$$

$$17 / \Delta P = \frac{8 \mu \cdot L \cdot Q}{\pi r^4}$$

$$\Delta P = \frac{8 \times 6 \times 10^{-3} \cdot 0,1}{3,14 \times (1,2 \times 10^{-2})^4} \times \left(\frac{5 \times 10^{-3}}{60} \right)$$

$$\Delta P = 6,14 \text{ Pa}$$

18 /  $L_m = \frac{8 \mu L_m}{\pi r_m^4}$

 $r_a = \frac{r_m}{2} \quad L_a = \frac{8 \mu L_a}{\pi r_a^4}$

$$R_a = \frac{8 \mu L_m / 2}{\pi (r_m / 2)^4}$$

$$R_a = \frac{8 \mu \cdot L}{2 \pi \frac{r_m^4}{24}} \quad R_a = \frac{8 \mu L_m \times 8}{\pi r_m^4}$$

$$R_a = R_m \times 8 \rightarrow \frac{R_m}{R_a} = \frac{1}{8} \quad \frac{R_m}{R_a} = 0,125$$

19 / $\frac{1}{R_a} = \sum \frac{1}{R_a} \quad \frac{1}{R_a} = \frac{20}{R_a} \quad R_a = \frac{R_m}{20}$

$$R_a = \frac{8 \cdot R_m}{20} \quad R_a = 0,4 \times R_m \quad 9/9$$

$$R_a = 2,4 R_m$$

20 / dans un étranglement : $S \downarrow$ donc la vitesse $V \uparrow$, alors la pression $P \downarrow$