

Pertes de charge

Partout sauf l'exercice 10 les conduites sont supposées d'être en charge

Exercices de base

Exercice 1 Nous nous intéressons au régime d'écoulement d'eau sortante d'un robinet. On suppose alors le débit égal à 400ml/s , le diamètre de 1.5cm et on considère deux cas: a) l'eau est froide: $T = 15\text{C}^\circ$; b) l'eau est chaude: $T = 60\text{C}^\circ$. Déterminez les nombres de Reynolds correspondants et en déduire le régime d'écoulement.

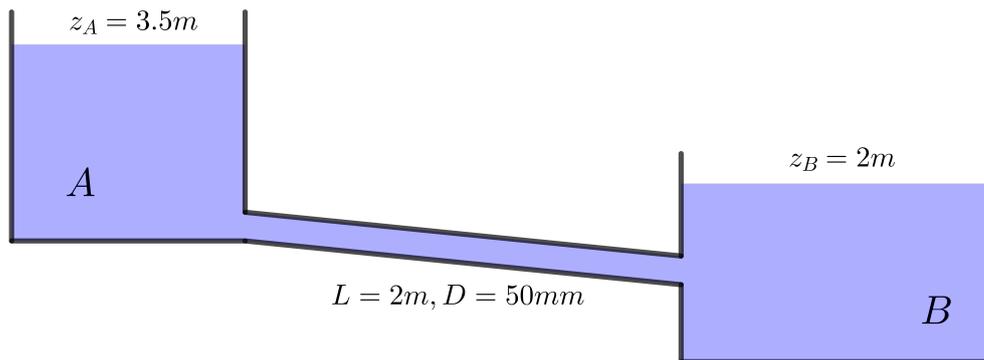
Réponse: a) $30 \cdot 10^3$; b) $72 \cdot 10^3$

Exercice 2 Déterminez la perte de charge due à l'écoulement de l'eau dans une conduite de longueur 2km , de diamètre 400 et de la rugosité 0.1mm . Le débit est égal à 200l/s .

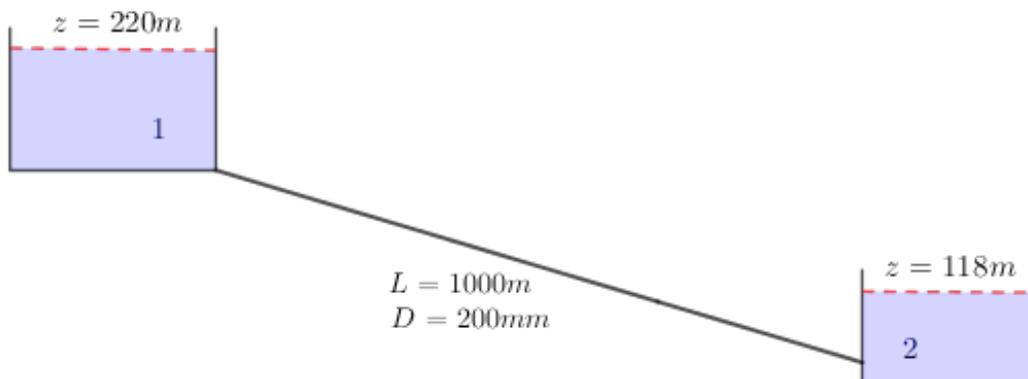
Réponse: $\lambda = 0.015$, $\Delta h = 9.7\text{m}$

Exercice 3 Un tuyau de diamètre 50 et de longueur 2m doit être utilisé pour alimenter le réservoir B (surface libre à 2m) à partir du réservoir A (surface libre à 3.5m) avec un débit de 10l/s . La viscosité cinématique du fluide est de $2.5 \cdot 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$, les pertes locales sont négligées. Quelle rugosité maximale serait acceptable?

Réponse: 0.175mm



Exercice 4 L'eau coule dans une installation présentée sur la figure ci-dessous

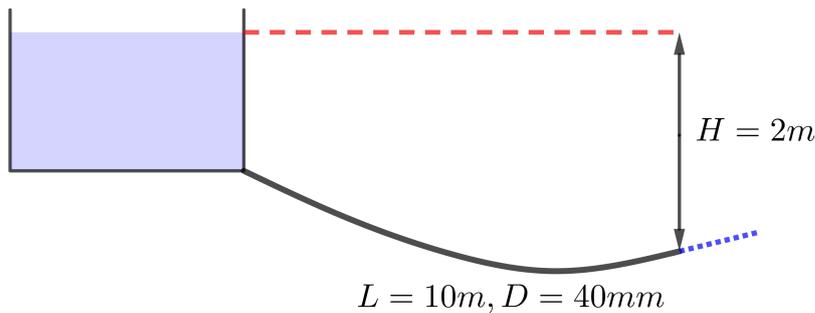


En négligeant les pertes de charge locales déterminez le débit dans l'installation pour deux valeurs de rugosité $\epsilon = 2mm$ et $\epsilon = 0.01mm$.

Réponse: 102 et 178l/s

Exercice 5 L'eau coule dans une installation présentée sur la figure ci-dessous. Le sortie se fait à l'aire libre. En négligeant les PDC locales déterminez le débit dans l'installation si $\epsilon = 0.01mm$.

Réponse: 3.3l/s

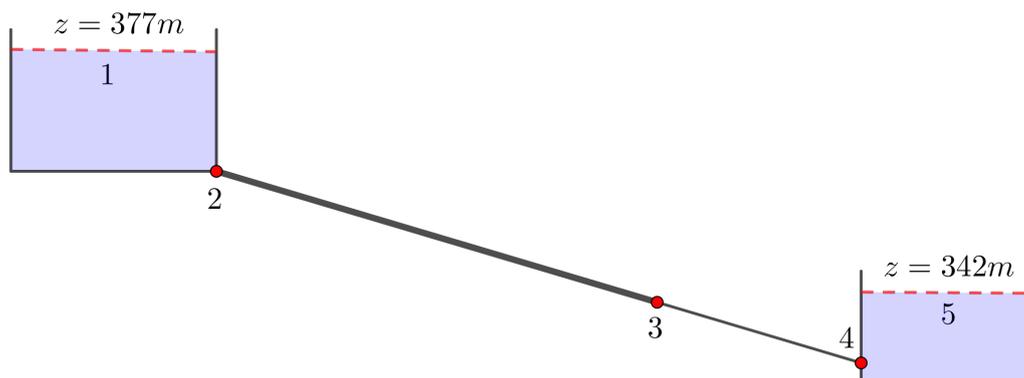


Calcul itératif

Exercice 6 Nous nous intéressons à nouveau au problème de l'exercice 4. Au lieu d'utiliser le diagramme de Moody écrivez le code Scilab permettant de calculer le débit. Soit $\epsilon = 0.01$, élaborer deux versions de code: sans et avec la prise en compte des pertes locales. (Indication: il faudra utiliser la fonction *Colebrook*) Quel est l'effet de la prise en compte des PDC locales?

Exercice 7 Nous nous intéressons à nouveau au problème de l'exercice 5. Cette fois-ci le débit de 10l/s est imposé. Déterminez le diamètre de conduite permettant un tel débit.

Exercice 8 Une installation comporte deux conduites



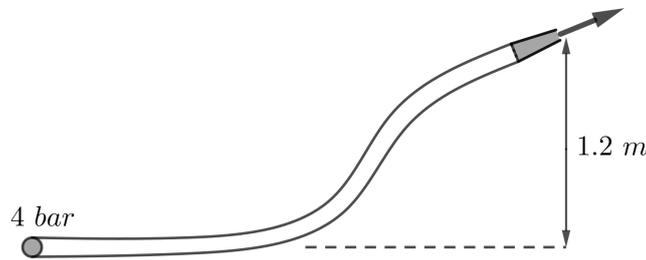
$$L_1 = 1000m, D_1 = 300mm, \epsilon_1 = 0.01mm$$

$$L_2 = 500m, D_2 = 250mm, \epsilon_2 = 0.005mm$$

Déterminez, avec un programme Scilab, le débit dans l'installation dans les deux cas: sans et avec la prise en compte des pertes locales.

Exercice 9 Le tuyau d'arrosage (longueur $L = 15m$, diamètre $D = 20mm$, rugosité $\epsilon = 0.1mm$) est raccordé au réseau d'eau potable. La pression absolue au point de raccord et de $4bar$.

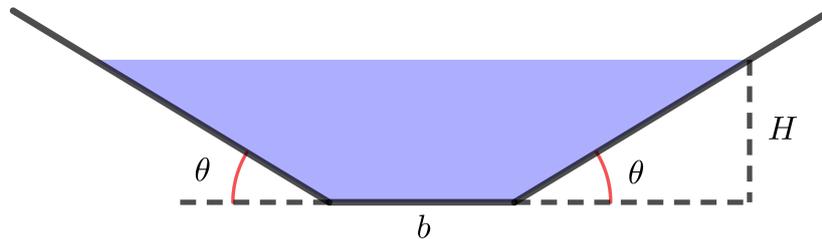
- Trouvez la vitesse du fluide à la sortie du tuyau.
- Le tuyau est équipé d'un ensemble de lances limitant le débit sortant. Le diamètre de sortie de la lance sera noté d . Comment changera la vitesse du fluide sortant si vous installez une lance rétrécissante? Comment changera le débit? Expliquez votre réponse.
- En négligeant les pertes locales déterminez la vitesse du fluide à la sortie pour $d = 5mm$.
- Tracez la vitesse du fluide sortant en fonction de d/D pour d entre 0 et $20mm$
- On admet la loi empirique $k = -\log(d/D)$ pour la perte de charge locale due au rétrécissant. Déterminez la valeur de d qui fournit la vitesse sortante maximale.



Conduites non circulaires

Exercice 10 On s'intéresse à l'écoulement uniforme à surface libre dans un canal à pente constante égale à 2%. Soit $H = 1m$ la profondeur de l'eau, soit $\epsilon = 0.1mm$ la rugosité du canal. Déterminez le débit dans le canal :

- Pour un canal rectangulaire de largeur $b = 2m$
- Pour un canal trapézoïdale avec $b = 0.5$ et $\theta = 30^\circ$ (voire Figure ci-dessous)
- Pour un canal circulaire de rayon $R = 1.5m$



Caractéristiques de l'eau: μ , ν en fonction de T

T, C^o	$\nu, m^2/s$	$\mu, Ns/m^2$	$\rho, kg/m^3$
2	1.6735 E - 6	1.6736E - 3	0.9999E + 3
3	1.6190 E - 6	1.6191E - 3	0.9999E + 3
4	1.5673 E - 6	1.5674E - 3	0.9999E + 3
5	1.5182 E - 6	1.5182E - 3	0.9999E + 3
6	1.4715 E - 6	1.4716E - 3	0.9999E + 3
7	1.4271 E - 6	1.4272E - 3	0.9999E + 3
8	1.3847 E - 6	1.3849E - 3	0.9999E + 3
9	1.3444 E - 6	1.3447E - 3	0.9998E + 3
10	1.3059 E - 6	1.3063E - 3	0.9997E + 3
11	1.2692 E - 6	1.2696E - 3	0.9996E + 3
12	1.2340 E - 6	1.2347E - 3	0.9995E + 3
13	1.2005 E - 6	1.2012E - 3	0.9994E + 3
14	1.1683 E - 6	1.1692E - 3	0.9992E + 3
15	1.1375 E - 6	1.1386E - 3	0.9991E + 3
16	1.1081 E - 6	1.1092E - 3	0.9989E + 3
17	1.0798 E - 6	1.0811E - 3	0.9988E + 3
18	1.0526 E - 6	1.0541E - 3	0.9986E + 3
19	1.0266 E - 6	1.0282E - 3	0.9984E + 3
20	1.0016 E - 6	1.0034E - 3	0.9982E + 3
21	0.9775 E - 6	0.9795E - 3	0.9980E + 3
22	0.9544 E - 6	0.9565E - 3	0.9978E + 3
23	0.9321 E - 6	0.9344E - 3	0.9975E + 3
24	0.9107 E - 6	0.9131E - 3	0.9973E + 3
25	0.8900 E - 6	0.8926E - 3	0.9970E + 3
26	0.8701 E - 6	0.8729E - 3	0.9968E + 3
27	0.8509 E - 6	0.8539E - 3	0.9965E + 3
28	0.8324 E - 6	0.8355E - 3	0.9962E + 3
29	0.8145 E - 6	0.8178E - 3	0.9959E + 3
30	0.7972 E - 6	0.8007E - 3	0.9956E + 3
31	0.7805 E - 6	0.7842E - 3	0.9953E + 3
32	0.7644 E - 6	0.7682E - 3	0.9950E + 3
33	0.7488 E - 6	0.7528E - 3	0.9947E + 3
34	0.7337 E - 6	0.7379E - 3	0.9944E + 3
35	0.7191 E - 6	0.7234E - 3	0.9940E + 3
36	0.7050 E - 6	0.7095E - 3	0.9937E + 3
37	0.6913 E - 6	0.6959E - 3	0.9933E + 3
38	0.6780 E - 6	0.6828E - 3	0.9930E + 3
39	0.6652 E - 6	0.6702E - 3	0.9926E + 3
40	0.6527 E - 6	0.6579E - 3	0.9922E + 3
45	0.5958 E - 6	0.6017E - 3	0.9902E + 3
50	0.5465 E - 6	0.5531E - 3	0.9880E + 3
55	0.5036 E - 6	0.5109E - 3	0.9857E + 3
60	0.4660 E - 6	0.4740E - 3	0.9832E + 3
65	0.4329 E - 6	0.4415E - 3	0.9806E + 3
70	0.4035 E - 6	0.4127E - 3	0.9778E + 3
75	0.3774 E - 6	0.3872E - 3	0.9748E + 3
80	0.3540 E - 6	0.3643E - 3	0.9718E + 3

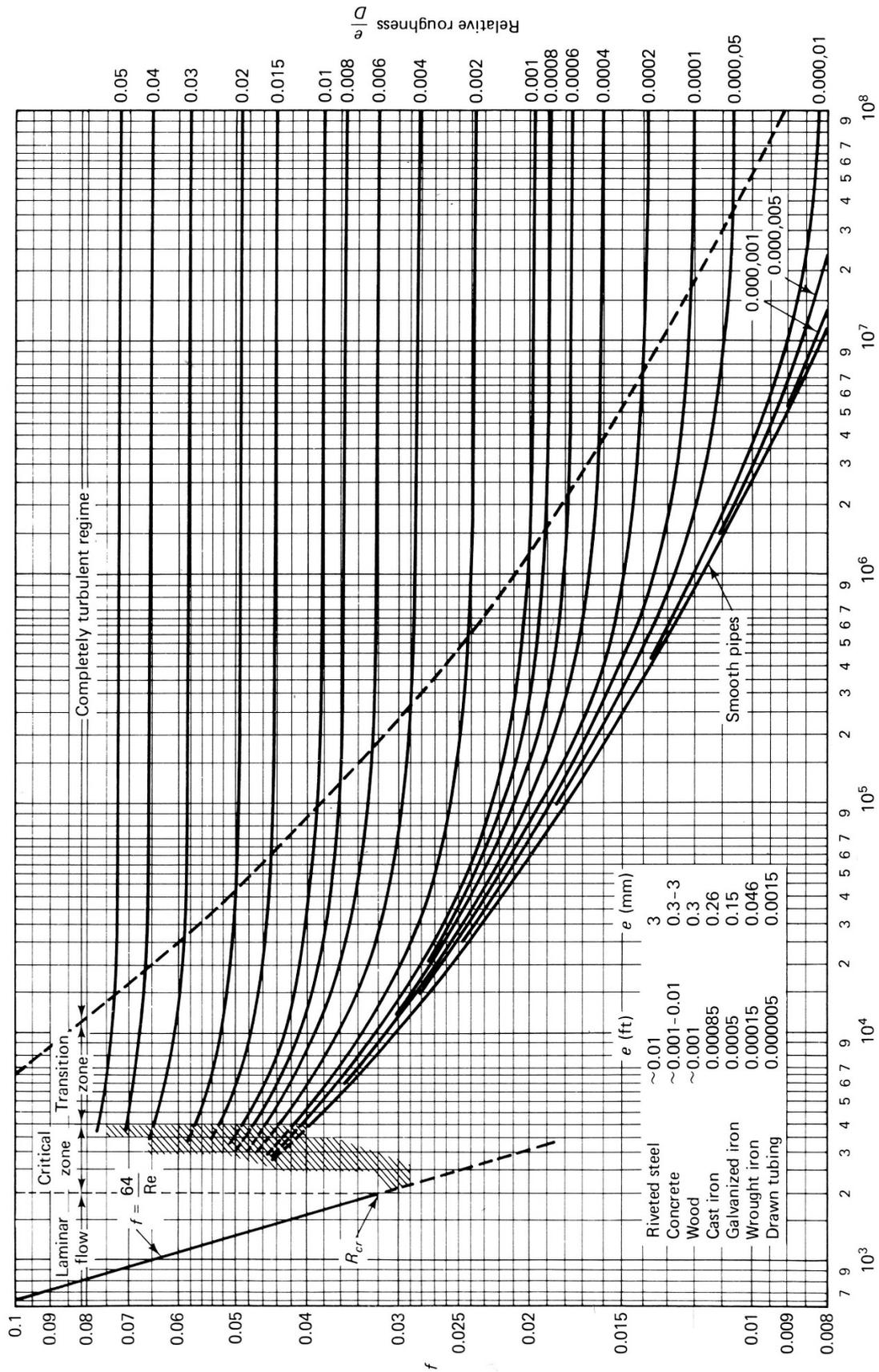


Figure 7.13 Moody diagram. (From L. F. Moody, *Trans. ASME*, Vol. 66, 1944.)