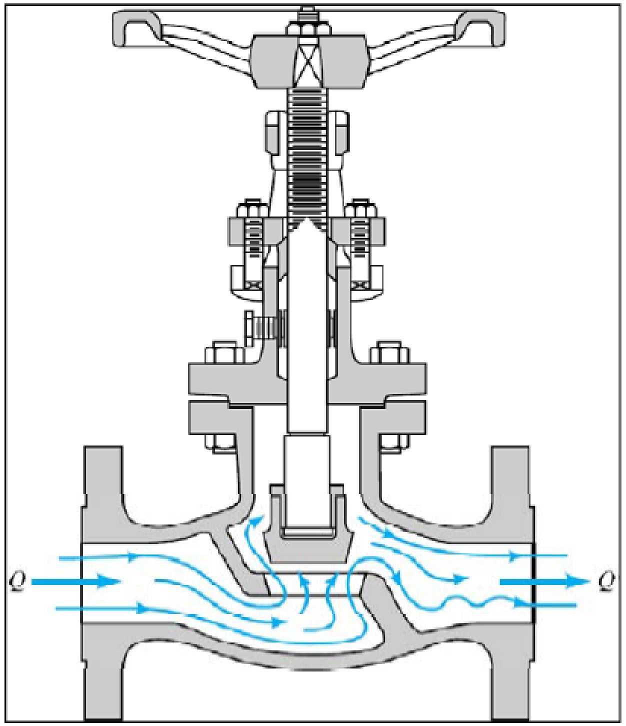
1.2 Υπολογισμός δευτερευουσών (τοπικών) απωλειών ενέργειας

Συντελεστής απωλειών $$K_L = \frac{h_L}{U^2/2g} = \frac{\Delta p}{\frac{1}{2}\rho U^2}$$

Έτσι ώστε $\Delta p = K_L \frac{1}{2}\rho U^2$ ή $h_L = K_L U^2/2g$ K_L=Φ (γεωμετρίας, Re)



Τοπικές Απώλειες σε :

(α) Είσοδο σωλήνα (σύνδεση δεξαμενής-σωλήνα)

(β) Έξοδο σωλήνα (σύνδεση σωλήνα-δεξαμενής)

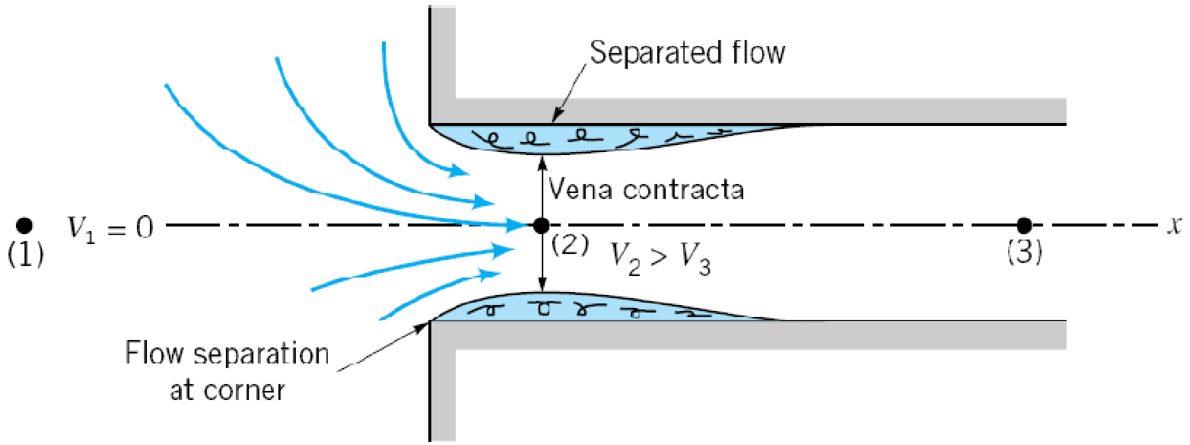
(γ) Απότομη μείωση της διατομής (στένωση)

(δ) Απότομη αύξηση της διατομής

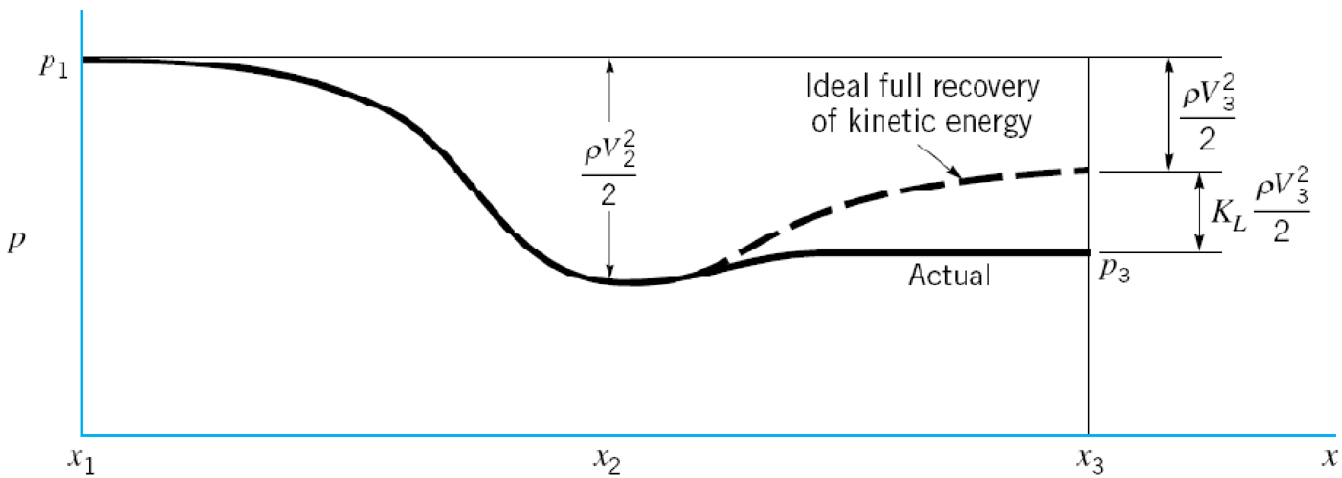
(ε) Κωνικό Διαχύτη

(ζ) Γωνία

1.2.1 Απώλειες στην είσοδο σωλήνα (σύνδεση δεξαμενής- σωλήνα)

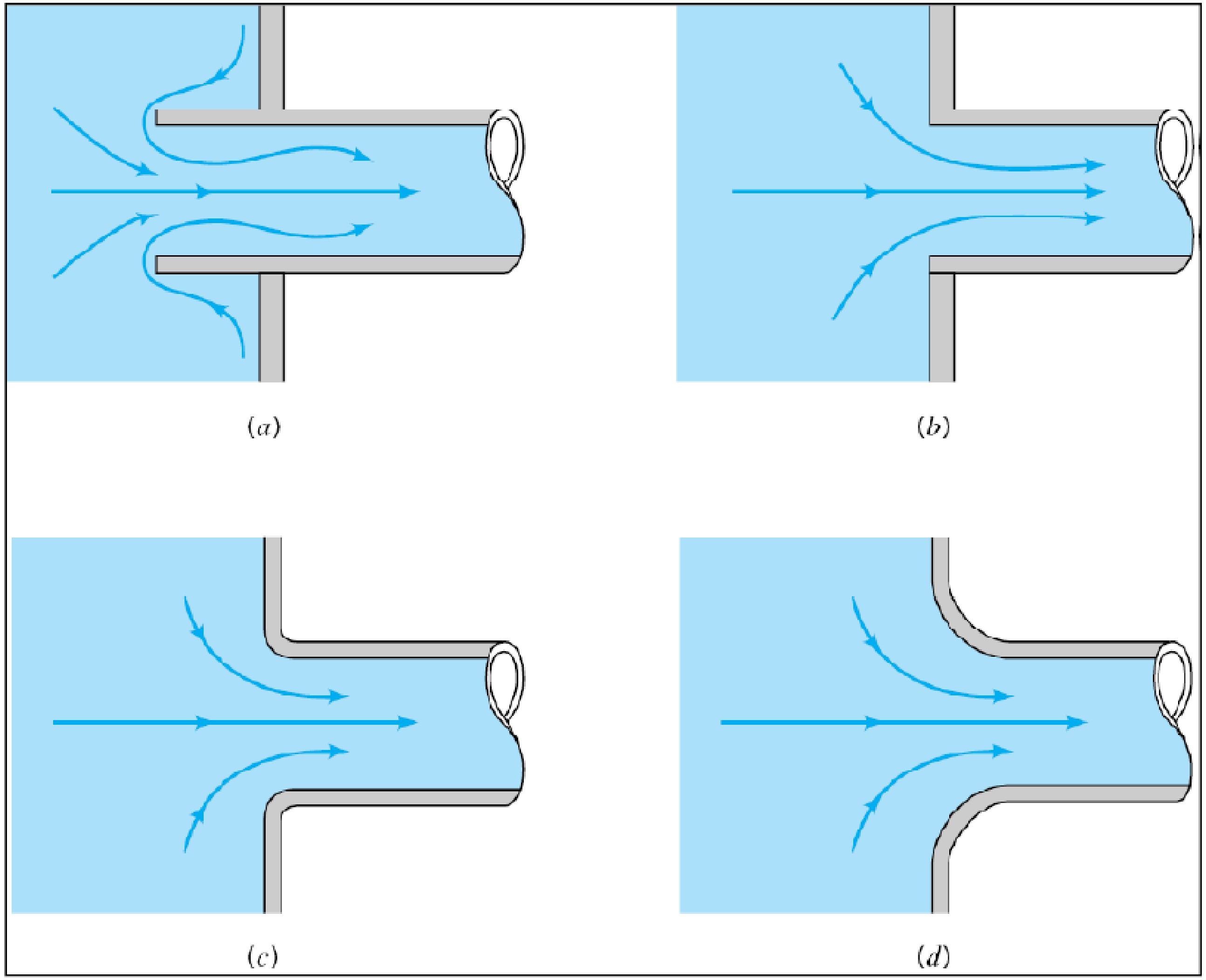


(a)



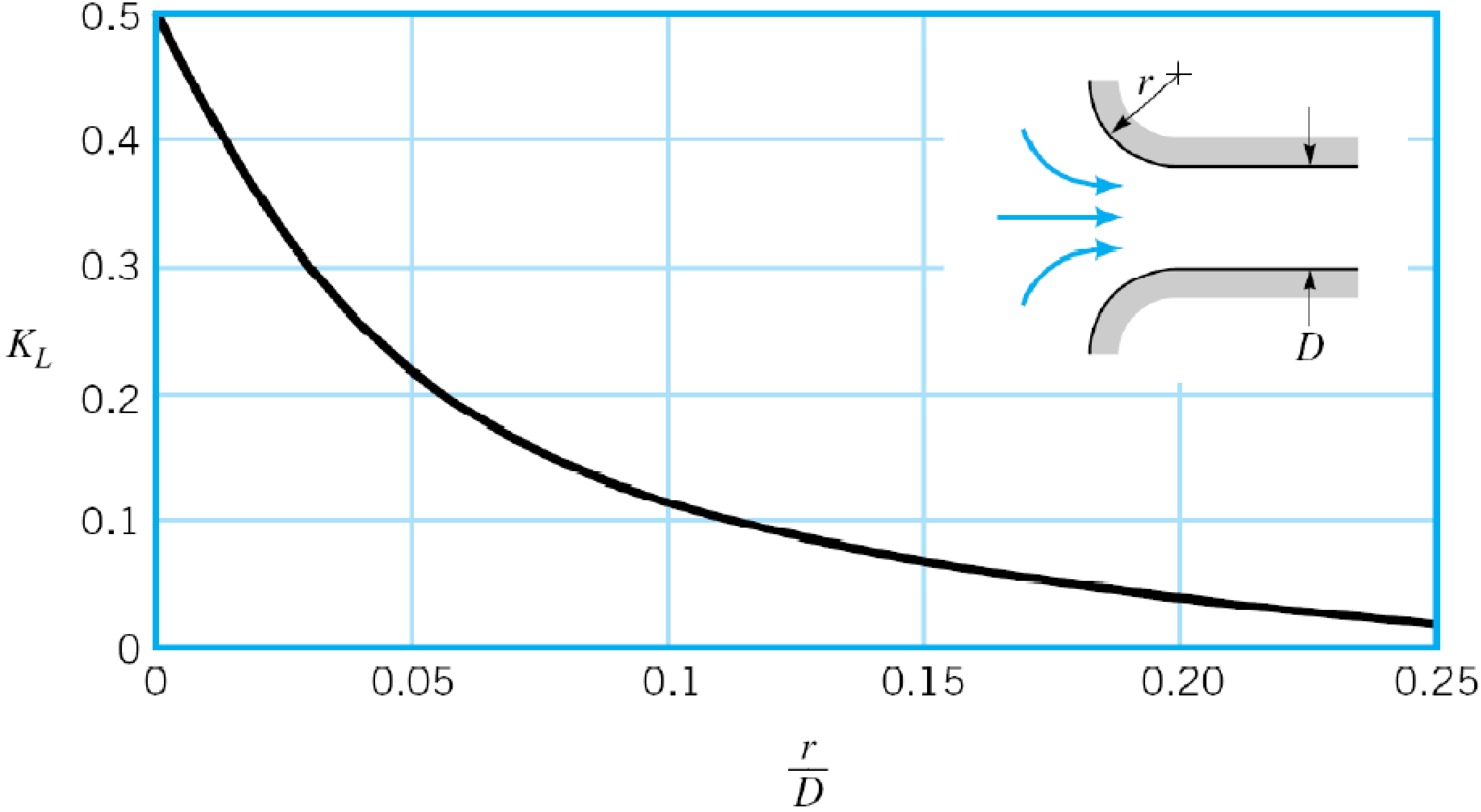
(b)

1.2.1 Απώλειες στην είσοδο σωλήνα (σύνδεση δεξαμενής- σωλήνα)

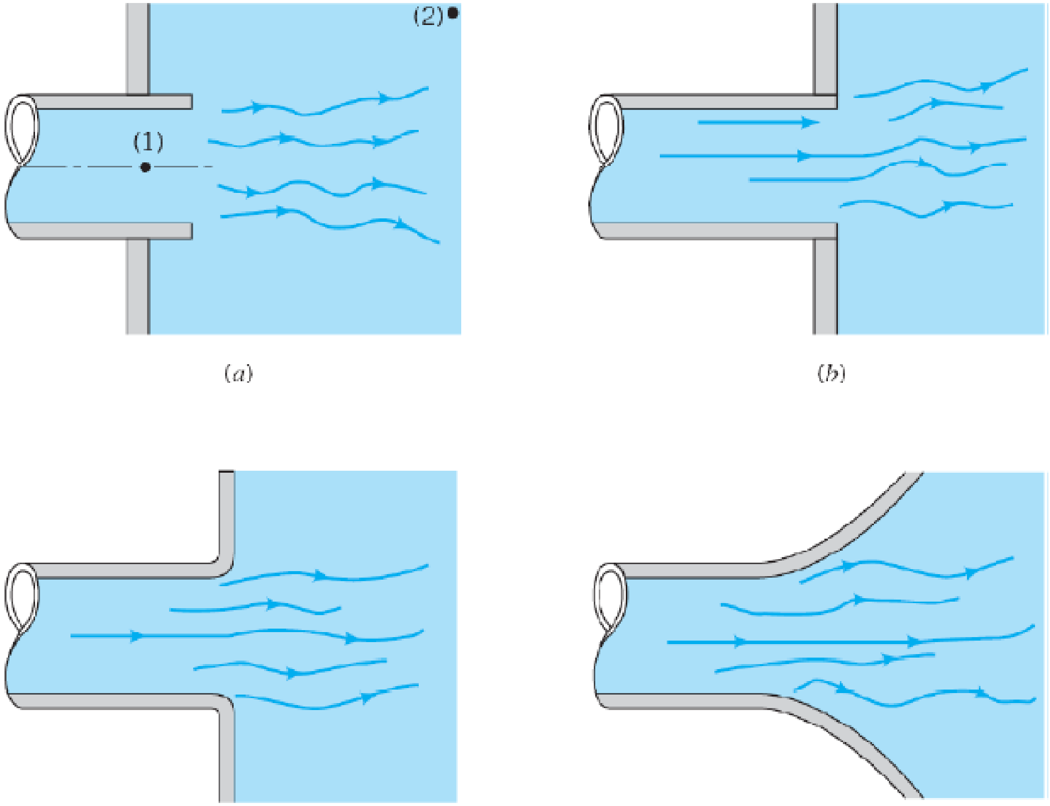


(a) $K_L = 0.8$ (b) $K_L = 0.5$ (c) $K_L = 0.2$ (d) $K_L = 0.04$

Μεταβολή του K_L με τον λόγο r/D.



1.2.2 Απώλειες στην έξοδο σωλήνα (σύνδεση σωλήνα-δεξαμενής)

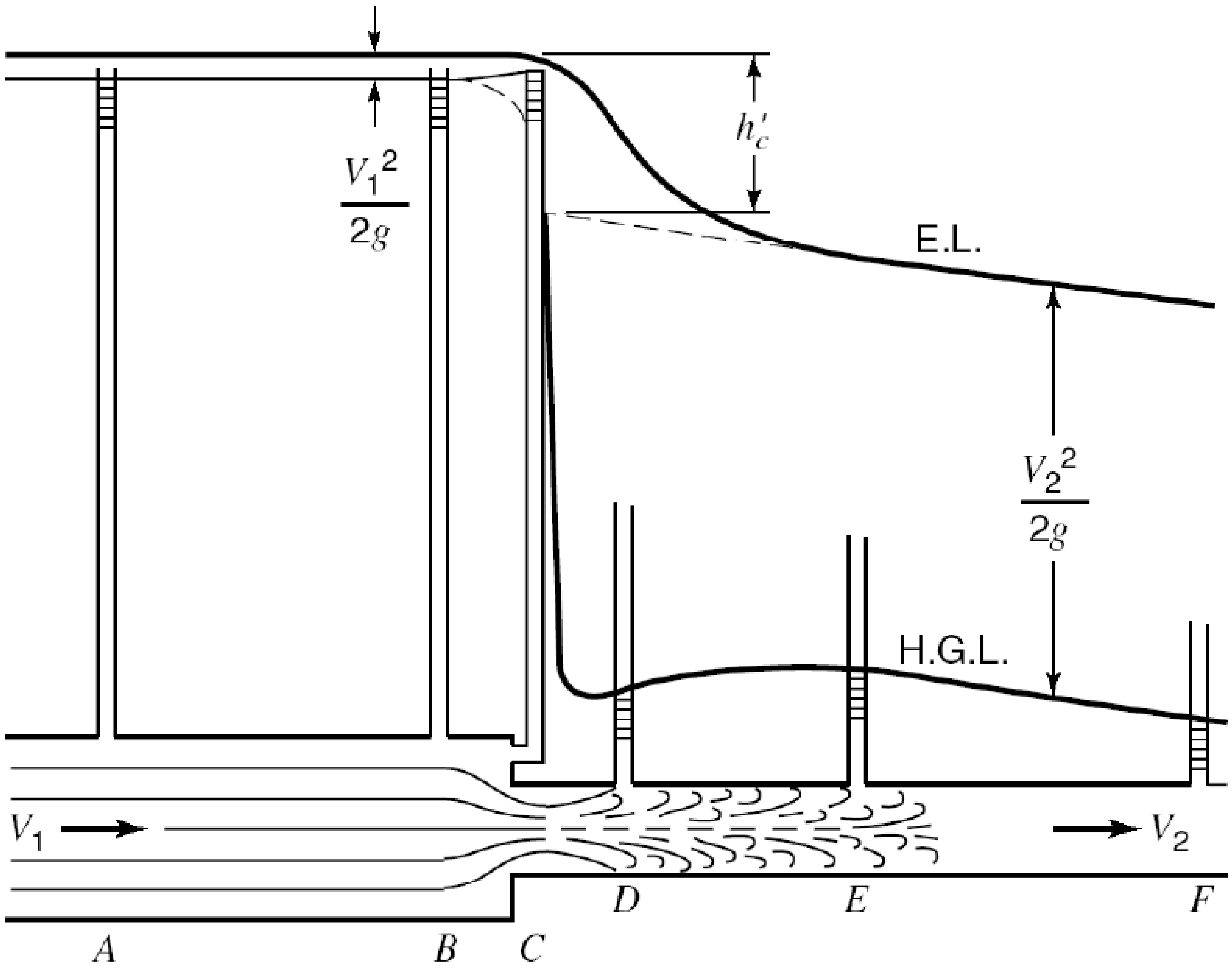


(a) (b) (c) (d)

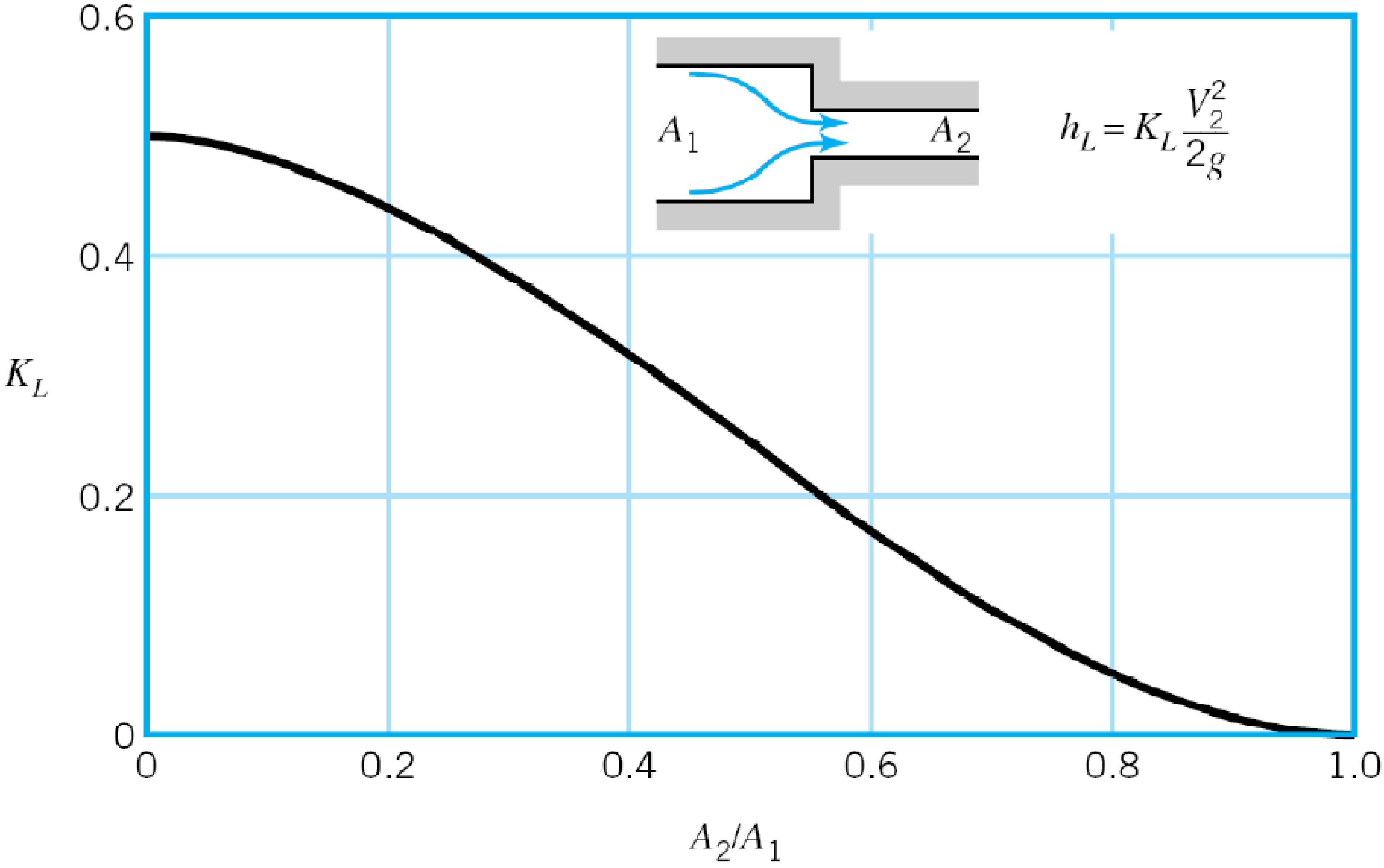
Σε κάθε περίπτωση K_L =1.0

Η συνολική κινητική ενέργεια του ρευστού (με ταχύτητα U_1) σκεδάζεται λόγω ιξώδους. Μετά από ανάμιξη με το ρευστό της δεξαμενής η ενέργεια μηδενίζεται ($U_2 = 0$)

1.2.3 Απώλειες σε απότομη μείωση της διατομής (στένωση)

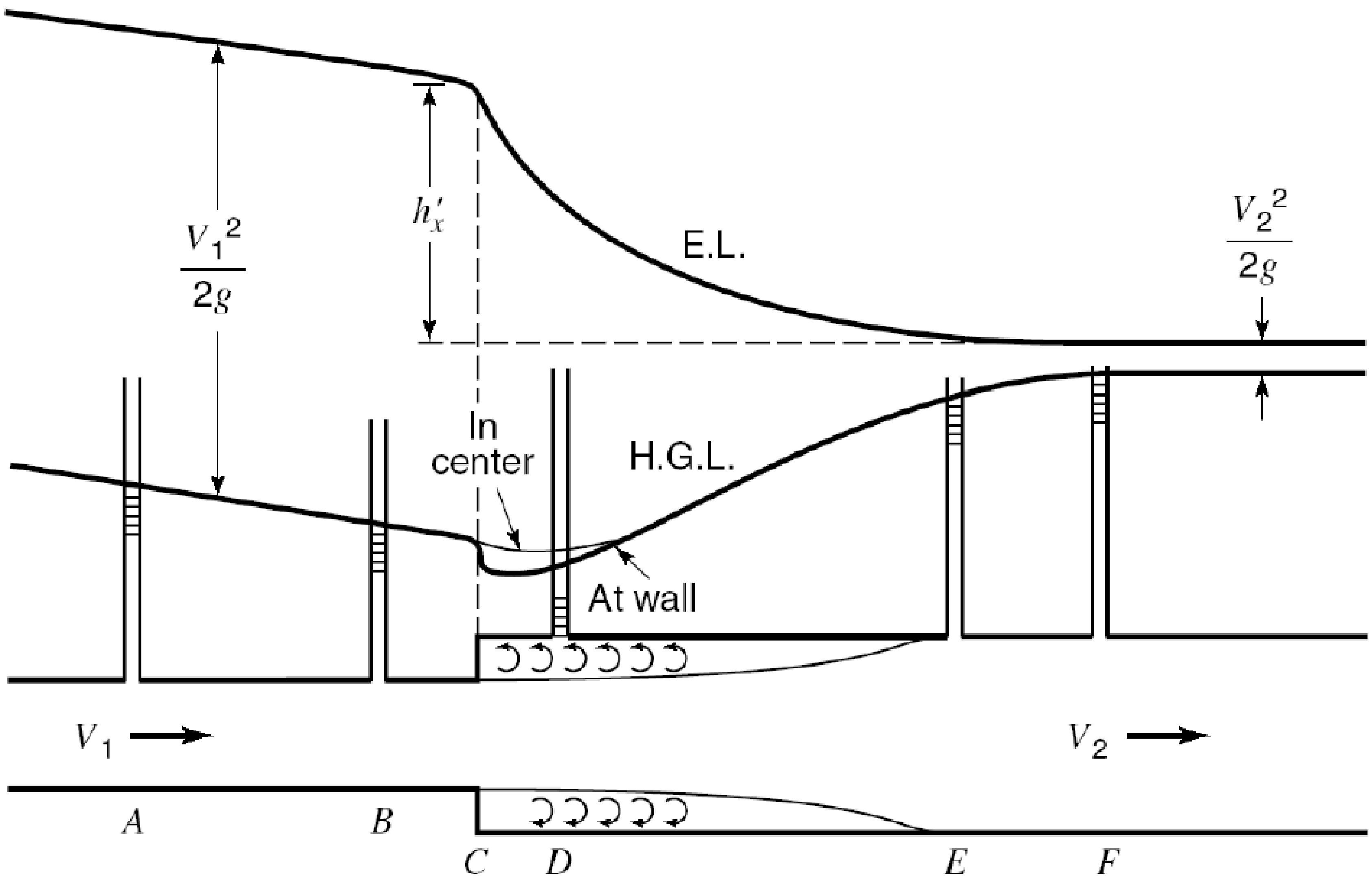


Απώλειες σε απότομη μείωση της διατομής (στένωση)

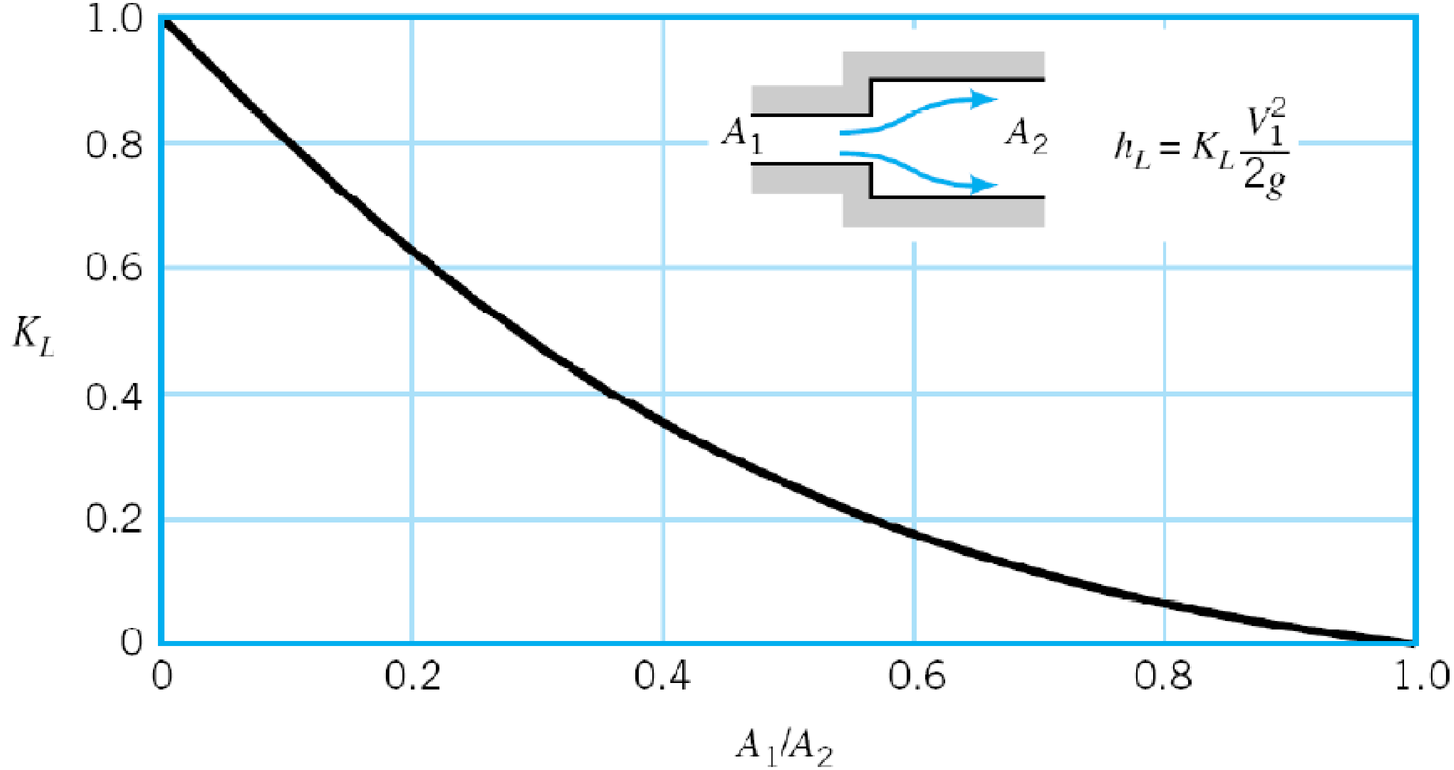


$K_L = f(A_2/A_1)$ Από 0.5 → 0.0

Απώλειες σε απότομη αύξηση της διατομής



Απώλειες σε απότομη αύξηση της διατομής



Υπολογισμός συντελεστή απωλειών

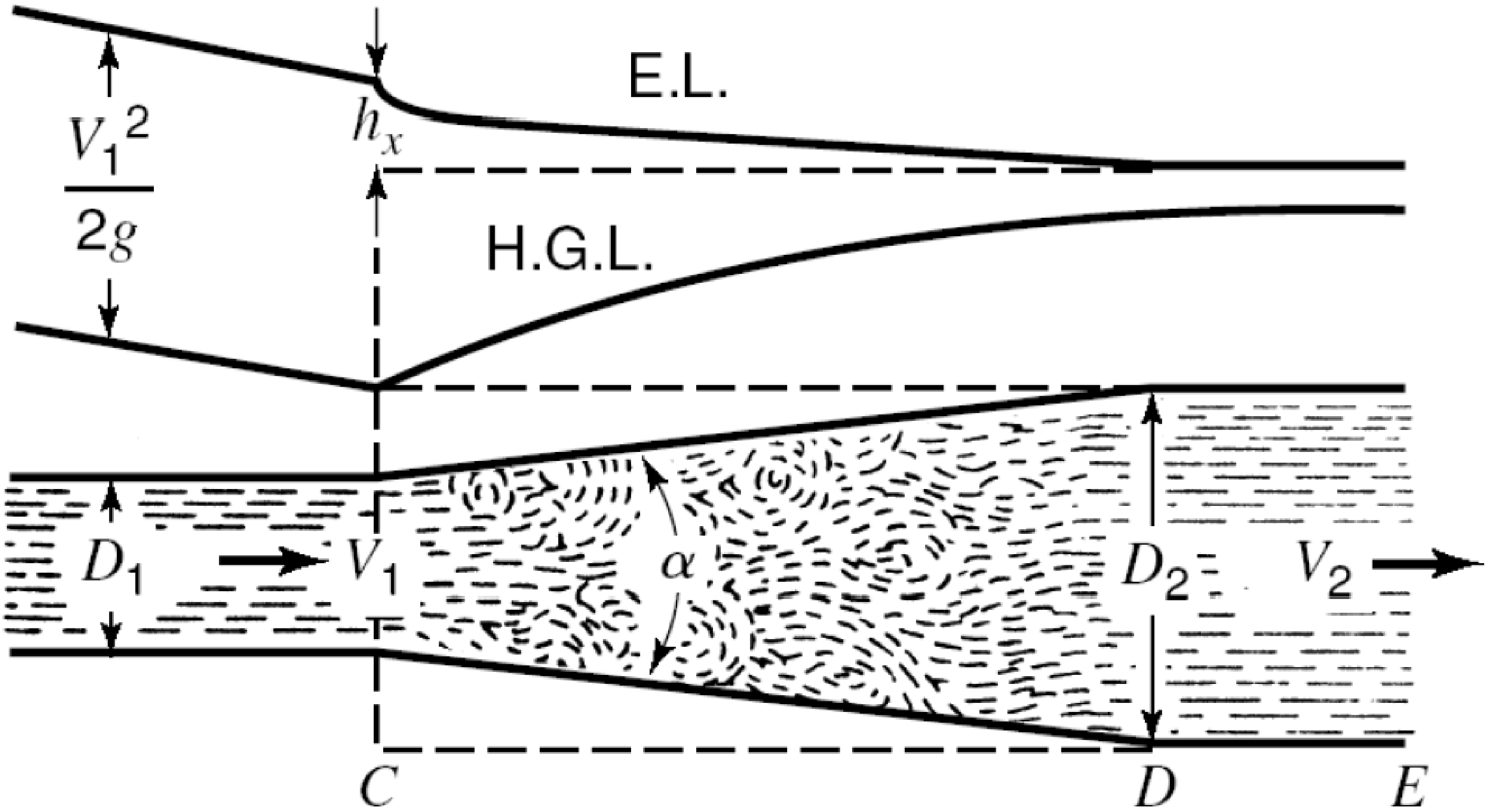
Μάζα $A_1V_1 = A_3V_3$

Ορμή $p_1A_1 - p_3A_3 = PA_3V_3(V_3 - V_1)$

Ενέργεια $\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_3}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g} + h_L$ $\quad K_L = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$ $\quad K_L = \frac{h_L}{V_1^2/2g}$

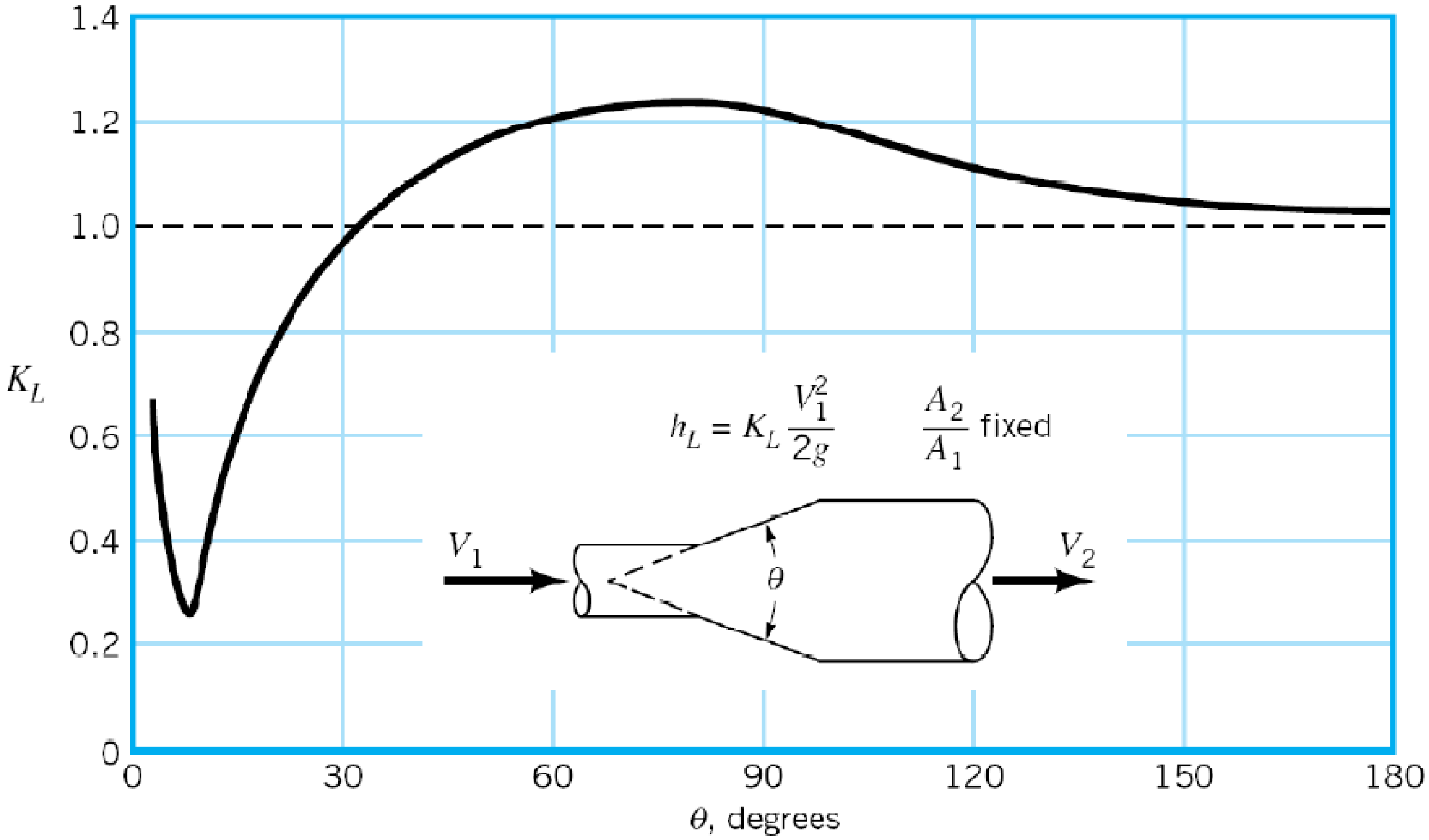
Απώλειες σε κωνικό διαχύτη

-Κωνικός Διαχύτης $\frac{A_2}{A_1}$



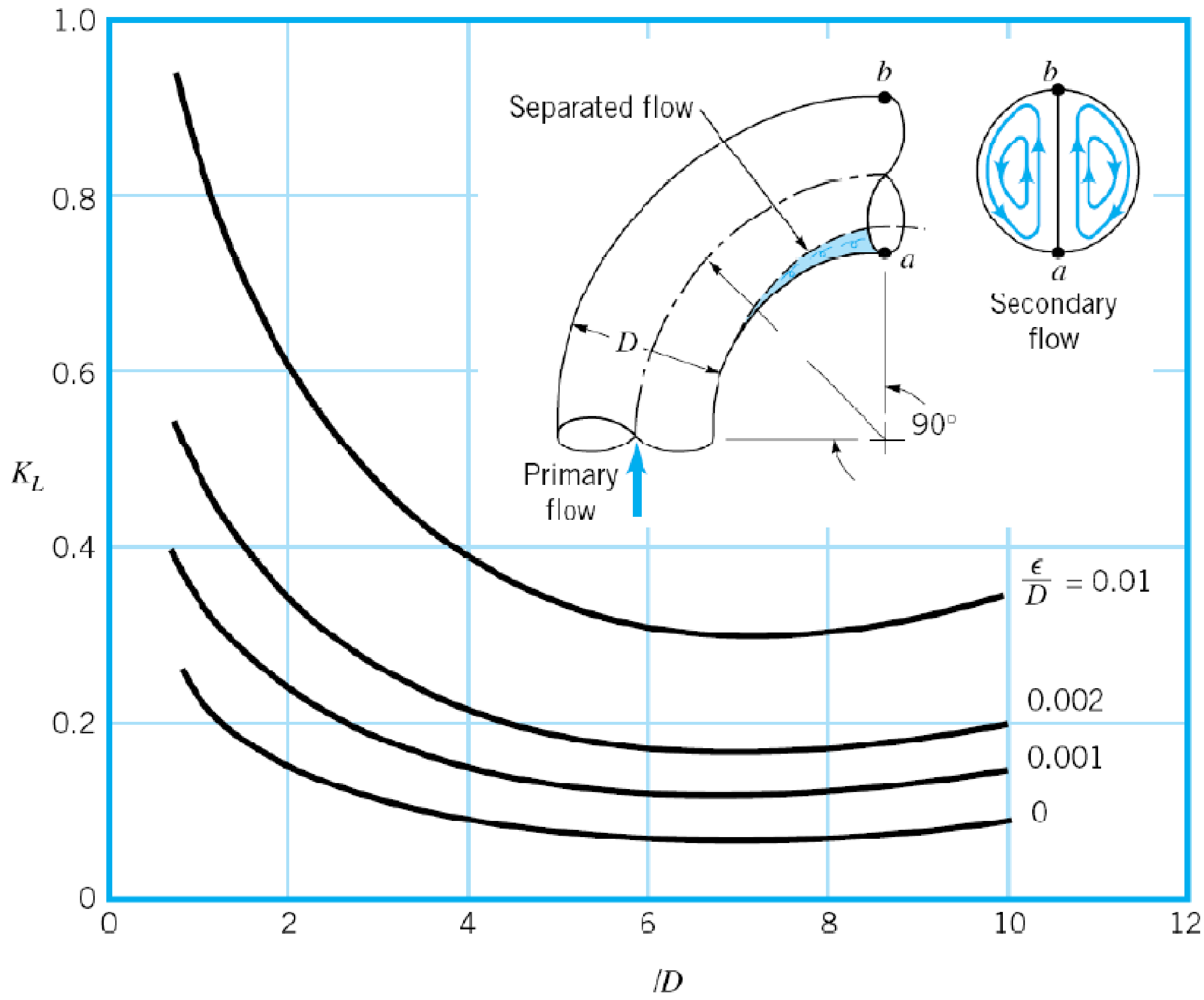
Απώλειες σε κωνικό διαχύτη

-Κωνικός Διαχύτης $\dfrac{A_2}{A_1}$

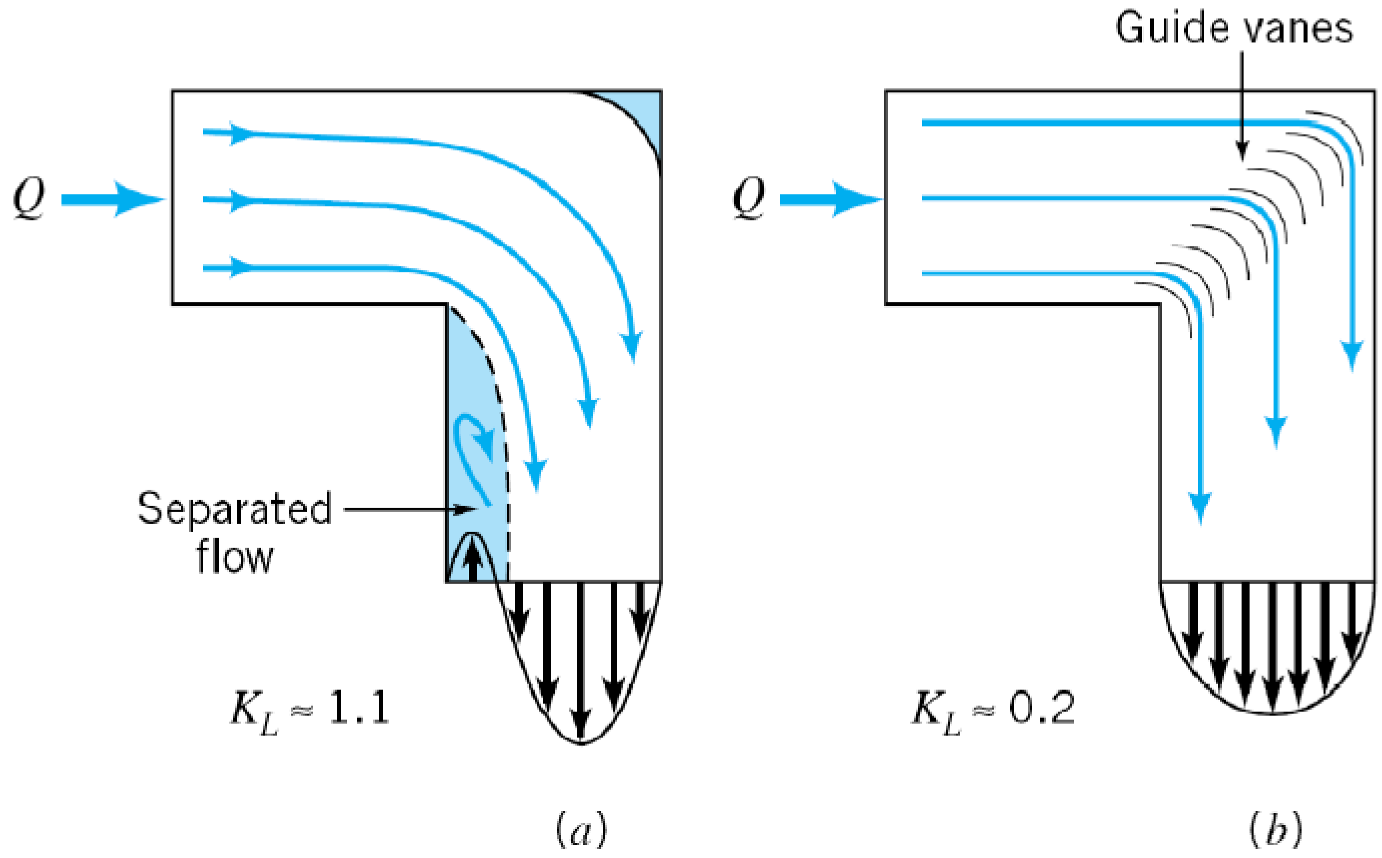


θ = 8º βέλτιστη γωνία-μεγάλο μήκος

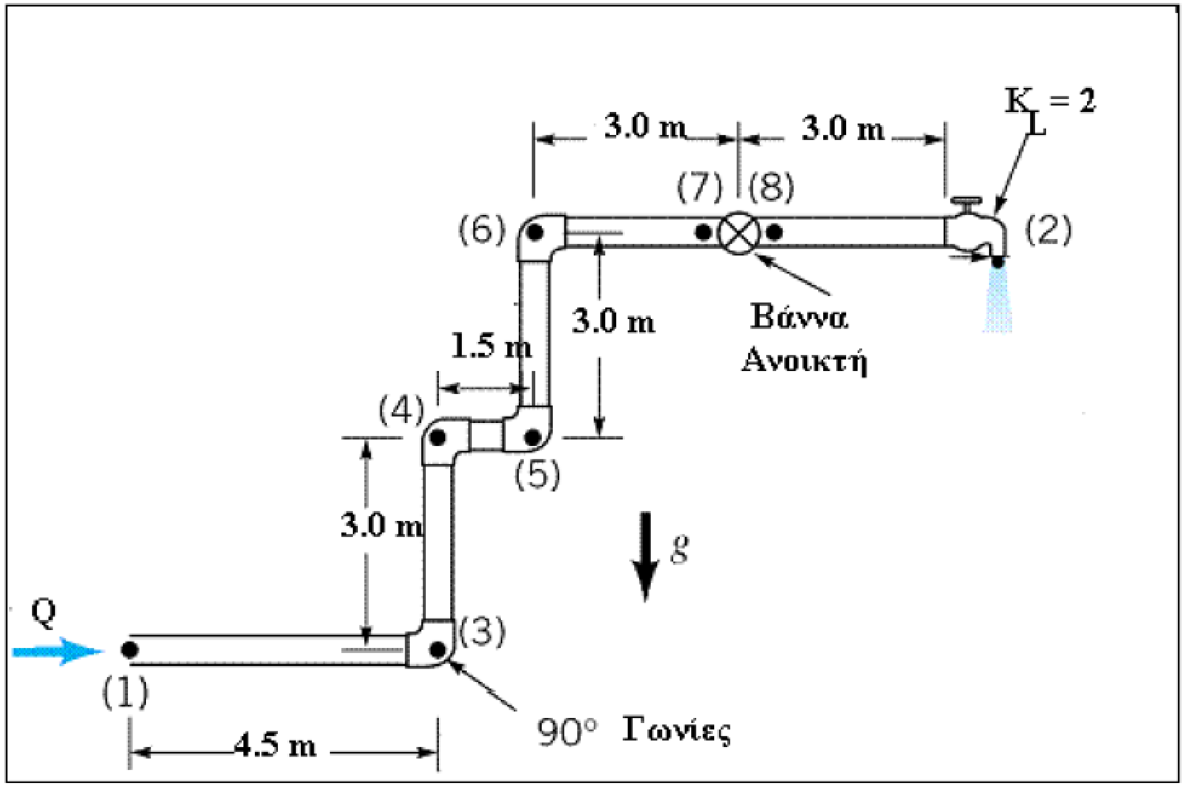
1.2.6 Απώλειες σε γωνία

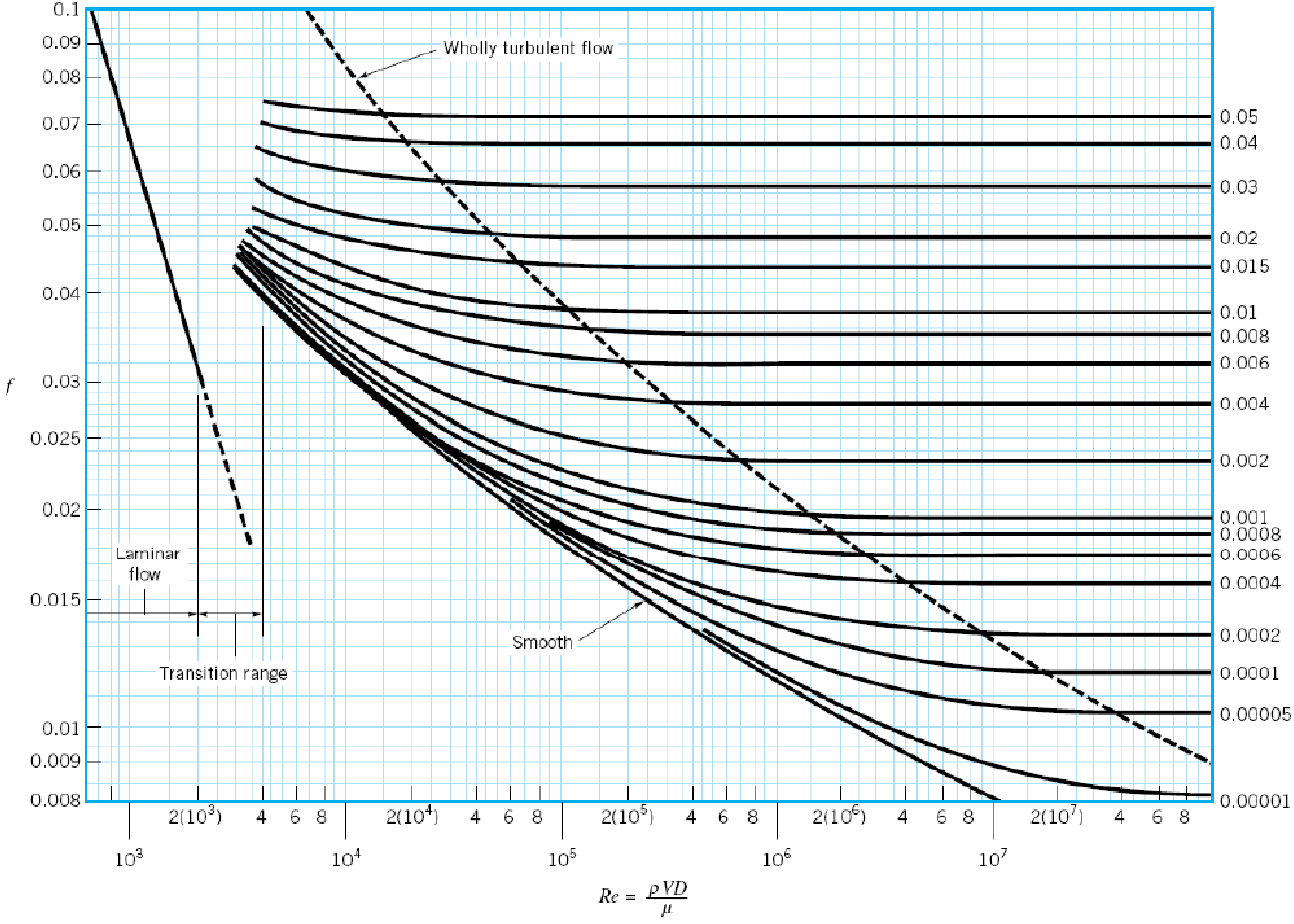


1.2.6 Απώλειες σε γωνία



Νερό ρέει στον σωλήνα του σχήματος από την θέση (1) στη θέση (2). Η παροχή είναι 7.2*10^{-4} m^3/s και η εκροή γίνεται από μία βρύση διαμέτρου 1.25 cm. Ο σωλήνας έχει διάμετρο 2.0 cm και τραχύτητα 1.6*10^{-3} mm. Να υπολογισθεί η πίεση στη θέση (1) όταν (α) οι απώλειες ενέργειας θεωρούνται αμελητέες (β) ληφθούν υπόψη οι απώλειες λόγω τριβών (γ) ληφθούν υπόψη όλες οι απώλειες.





Wholly turbulent flow
Laminar flow
Transition range
Smooth
f
0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.025
0.02
0.015
0.01
0.009
0.008
ε/D
0.05
0.04
0.03
0.02
0.015
0.01
0.008
0.006
0.004
0.002
0.001
0.0008
0.0006
0.0004
0.0002
0.0001
0.00005
0.00001
2(10^3) 4 6 8 2(10^4) 4 6 8 2(10^5) 4 6 8 2(10^6) 4 6 8 2(10^7) 4 6 8
10^3 10^4 10^5 10^6 10^7
Re = ρVD/μ

(γ) Για απώλειες λόγω τριβών και τοπικές απώλειες η εξίσωση ενέργειας γίνεται

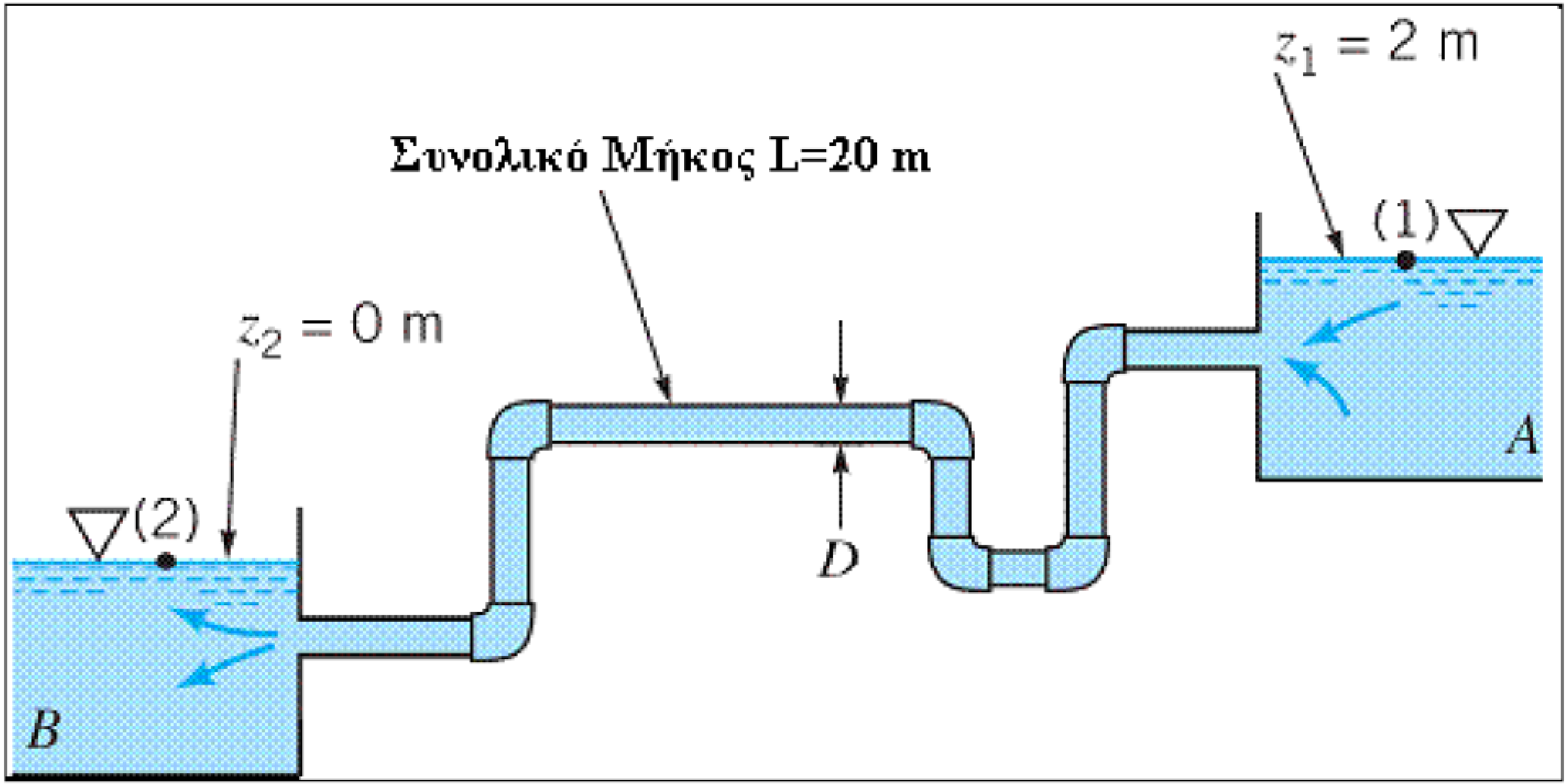
$$\frac{p_1}{\gamma}+\frac{U_1^2}{2g}+z_1=\frac{p_2}{\gamma}+\frac{U_2^2}{2g}+z_2+h_f+\sum h_L$$

Το άθροισμα των τοπικών απωλειών είναι

$$\sum h_L = 4h_{\gamma\omega\nu}+h_{\beta\alpha\nu}+h_{\beta\rho\upsilon}=4*1.5\frac{U_1^2}{2g}+10\frac{U_1^2}{2g}+2\frac{U_1^2}{2g}$$

$$\Rightarrow \sum h_L = 4.85\text{ m} \quad \text{και επομένως} \quad p_1 = 172\text{ kPa}$$

Νερό ρέει από την δεξαμενή A στην δεξαμενή B με παροχή 0.002 m^3/s. Η τραχύτητα του σωλήνα είναι 0.26 mm. Το σύστημα περιλαμβάνει 6 γωνίες 90^o με πάσσο. Να υπολογισθεί η διάμετρος



Με εφαρμογή της εξίσωσης ενέργειας από το σημείο (1) στο σημείο (2) έχουμε

$$\frac{p_1}{\gamma}+\frac{U_1^2}{2g}+z_1=\frac{p_2}{\gamma}+\frac{U_2^2}{2g}+z_2+h_f+h_L \qquad (1)$$

όπου $p_1=p_2=U_1=U_2=z_2=0$ και $h_L = h_{εις} + h_{εξ} + 6h_{γων}$

Η (1) γίνεται

$$z_1 = f\frac{L}{D}\frac{U^2}{2g}+0.5\frac{U^2}{2g}+1.0\frac{U^2}{2g}+6*1.5\frac{U^2}{2g}$$

Οπότε τελικά

$$2=\frac{U^2}{2g}(\frac{20}{D}f+10.5) \qquad (2)$$

$$U = \frac{Q}{A} \Rightarrow U = \frac{Q}{\pi D^2 / 4} \Rightarrow U = \frac{2.55*10^{-3}}{D^2} \qquad (3)$$

Η (2) γίνεται $$2 = \frac{(2.55*10^{-3})^2}{2gD^4}(\frac{20}{D}f + 10.5) \qquad (4)$$

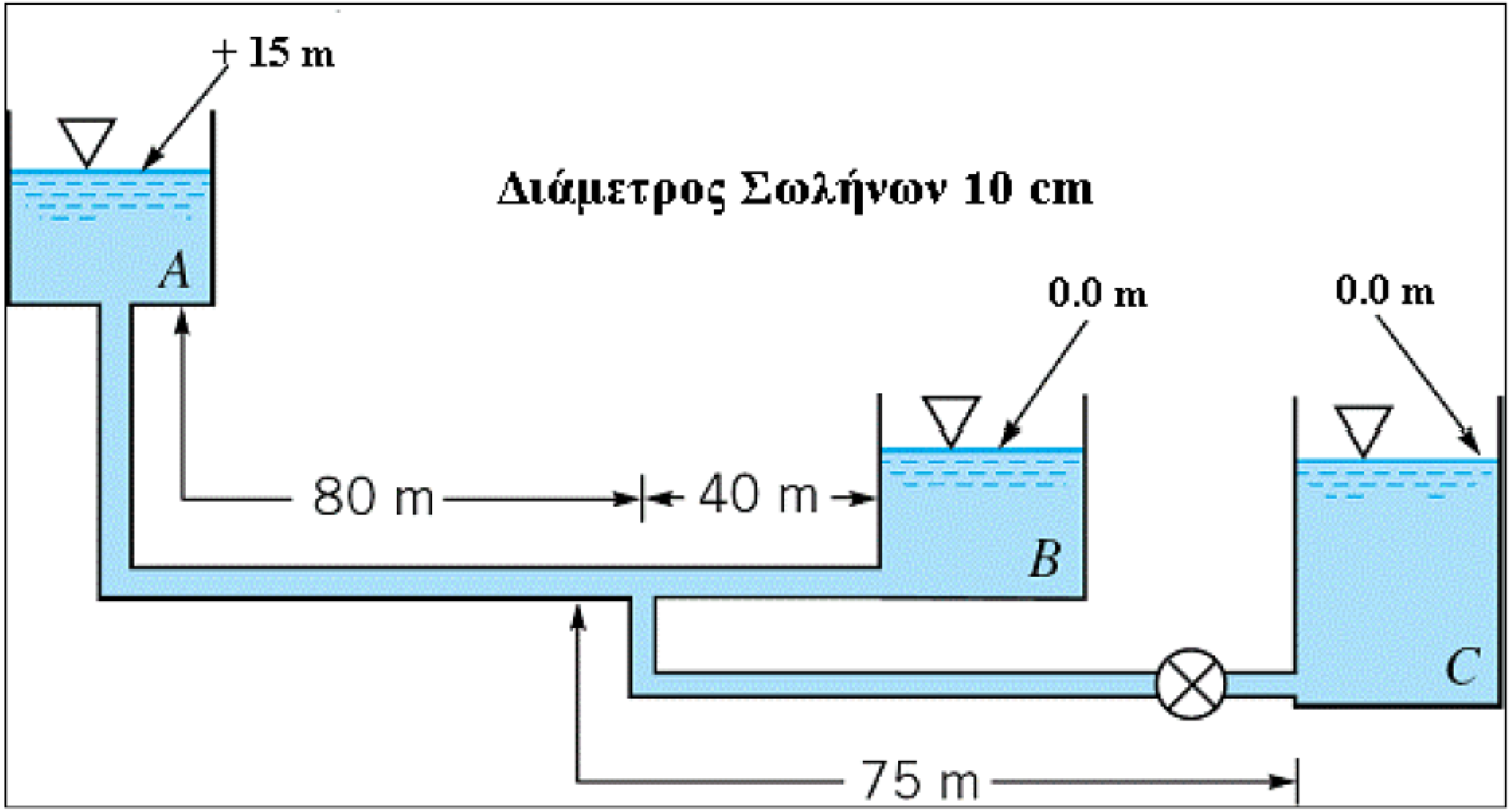
Για τον υπολογισμό του D θα πρέπει να γνωρίζουμε τον συντελεστή τριβής f που είναι συνάρτηση του Re και του ε/D, όπου Re=UD/ν = $1.95*10^3$/D και ε/D=$2.6*10^{-4}$/D.

Υποθέτουμε D=0.05 m και από την (4) υπολογίζουμε f=0.068, Re=$3.9*10^4$ και ε/D=$5.2*10^{-3}$.

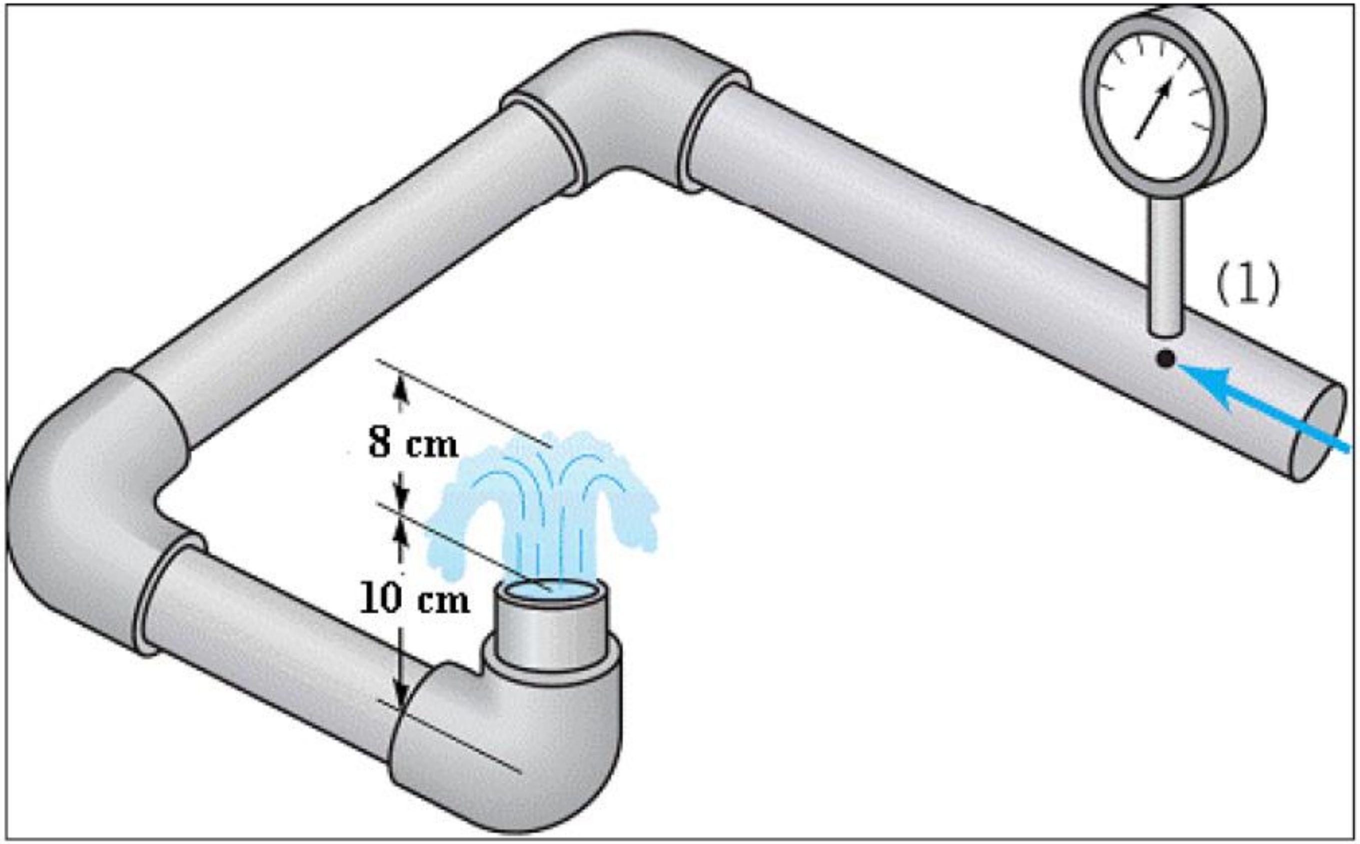
Για τις παραπάνω τιμές του Re και ε/D το διάγραμμα Moody μας δίνει f=0.033 που διαφέρει σημαντικά από την τιμή 0.068 που υπολογίσθηκε από την (4).

Μετά από νέες δοκιμές υπολογίζουμε τελικά D=0.045 m και f=0.032.

Όταν η βάννα του σχήματος είναι ανοικτή υπολογίστε την παροχή σε κάθε σωλήνα. Ο συντελεστής τριβής για κάθε σωλήνα είναι 0.02.



Η ροή στο σωλήνα του σχήματος δημιουργεί πίδακα ύψους 8.0 cm. Η διάμετρος του σωλήνα είναι 2.0 cm, η τραχύτητα του 0.2 mm και το μήκος από το σημείο (1) μέχρι την έξοδο είναι 50 cm.
Λαμβάνοντας υπόψη όλες τις απώλειες ενέργειας υπολογίστε την απαιτούμενη πίεση στο σημείο (1).



Νερό ρέει στο σωλήνα του σχήματος (διαμέτρου 5 cm και σχετικής τραχύτητας 0.004) με ταχύτητα 4.5 m/s. Υπολογίστε το ύψος h νερού στον πιεζομετρικό σωλήνα λαμβάνοντας υπόψη όλες τις απώλειες.