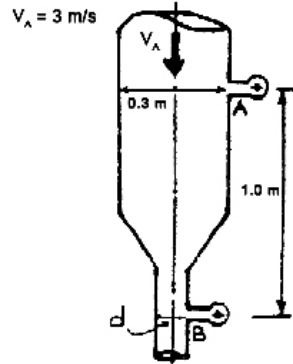


İdeal Akışkanların Bir Boyutlu Akımları

Soru 1 : Şekilde gösterilen boru sistemine monte edilmiş A ve B manometrelerinde aynı basınç değeri okunmaktadır. Enerji kayıplarını ihmal ederek B borusunun çapını belirleyiniz (*Boru düşeydedir.*).



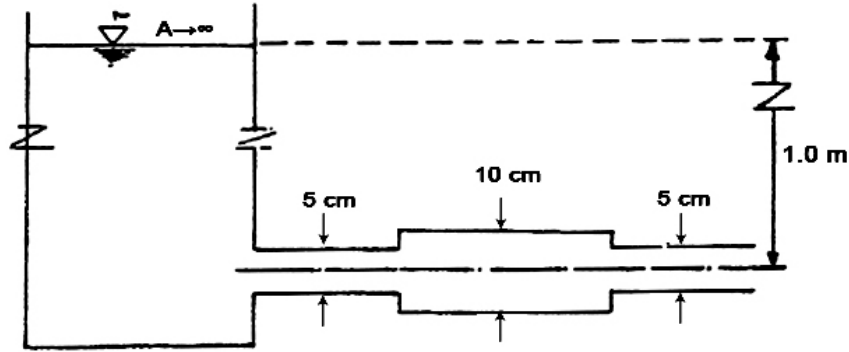
A ile B arasında Süreklilik Denklemi:

$$V_A \cdot S_A = V_B \cdot S_B$$
$$\Rightarrow 3 \cdot \frac{\pi \times 0.3^2}{4} = V_B \cdot \frac{\pi \times d^2}{4} \Rightarrow V_B = \frac{0.27}{d^2}$$

A ile B arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma_{su}} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\gamma_{su}} + z_B$$
$$P_A = P_B \Rightarrow \frac{3^2}{19.62} + 3 = \frac{V_B^2}{19.62} + 0 \Rightarrow V_B = 8.24 \text{ ms}^{-2} \Rightarrow d = 0.18 \text{ m}$$

Soru 2 : Akışkanı ideal kabul ederek, şekildedeki hazne boru sisteminin debisini hesaplayınız; rölatif enerji ve piyezometre çizgilerini çiziniz.



A ile B arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma_{su}} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\gamma_{su}} + z_B$$
$$\forall_{\text{hazne}} \rightarrow \infty \Rightarrow V_A \approx 0$$
$$P_A = P_B = P_{\text{atm}}$$
$$\Rightarrow V_B = \sqrt{2g \cdot (z_A - z_B)} \Rightarrow V_B = 4.43 \text{ ms}^{-1}$$
$$Q = V_B \cdot S_B = 4.43 \cdot \frac{\pi \cdot 0.05^2}{4} = 0.0087 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = 8.7 \text{ lts}^{-1}$$
$$Q = V_C \cdot S_C \Rightarrow V_C = \frac{0.0087}{\frac{\pi \times 0.1^2}{4}} = 1.11 \text{ ms}^{-1}$$

İdeal Akışkanların Bir Boyutlu Akımları

Tüm kesitlerde rölatif enerji yüksekliği:

$$H_E = \frac{V^2}{2g} + \frac{P_{\text{Rölatif}}}{\gamma} + z = 1 \text{ m}$$

Rölatif piyezometre yüksekliği:

$$H_p = H_E - \frac{V^2}{2g} = \frac{P_{\text{Rölatif}}}{\gamma} + z$$

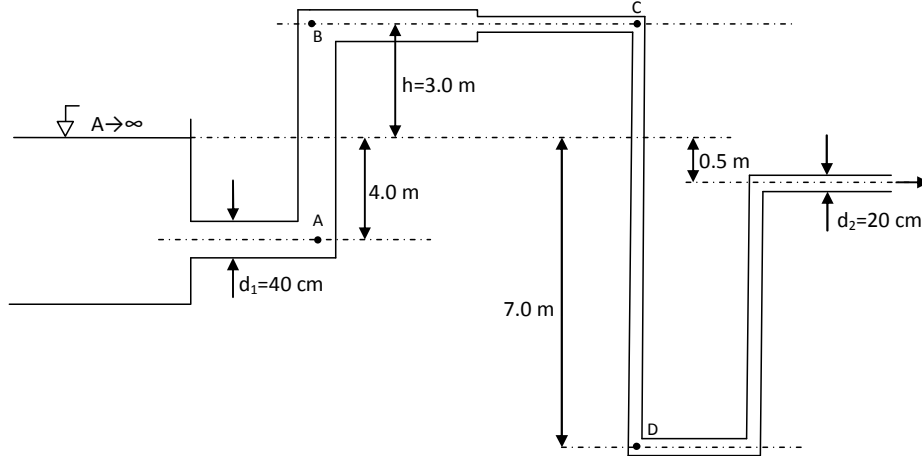
$$H_{p,A} = 1 \text{ m}$$

$$H_{p,C} = 1 - 0.0625 = 0.9375 \text{ m}$$

$$H_{p,B} = 0 \text{ m}$$

Rölatif piyezometre çizgisi, boru çapının 5 cm olduğu kesimlerde boru ekseninden, 10 cm olduğu kesimlerde ise 0.9375 m seviyesinden geçmektedir.

Soru 3 : Şekildeki verilen hazne boru sisteminin debisini hesaplayınız. A, B, C ve D noktalarındaki hız ve basınç değerlerini belirleyiniz. Sistemin mutlak ve rölatif enerji ve piyezometre çizgilerini çiziniz. Suyun mutlak buharlaşma basıncının değerini 2.26 kPa olarak yüksekliğinin alabileceği en büyük değeri hesaplayınız.



Hazne yüzeyi (1) ile çıkış kesiti (2) arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_{\text{suy}}}} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma_{\text{suy}}}} + z_2$$

$$V_{\text{hazne}} \rightarrow \infty \Rightarrow V_1 \approx 0$$

$$P_1 = P_2 = P_{\text{atm}}$$

$$z_1 - z_2 = 7 - 6.5 = 0.5 \text{ m}$$

$$\Rightarrow V_2 = \sqrt{2g \cdot (z_1 - z_2)} \Rightarrow V_2 = 3.13 \text{ ms}^{-1}$$

$$Q = V_2 \cdot S_2 = 3.13 \cdot \frac{\pi \cdot 0.2^2}{4} = 0.098 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

$$Q = V_A \cdot S_A \Rightarrow V_A = \frac{0.098}{\pi \cdot 0.4^2 / 4} = 0.78 \text{ ms}^{-1}$$

$$Q = V_2 \cdot S_2 = V_A \cdot S_A = V_B \cdot S_B = V_C \cdot S_C = V_D \cdot S_D$$

$$d_A = d_B \Rightarrow S_A = S_B \Rightarrow V_B = V_A = 0.78 \text{ ms}^{-1}$$

$$d_C = d_D = d_2 \Rightarrow S_C = S_D \Rightarrow V_C = V_D = V_2 = 3.13 \text{ ms}^{-1}$$

İdeal Akışkanların Bir Boyutlu Akımları

Hazne yüzeyi (1) ile A noktası arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_{su}} + z_1 = \frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma_{su}} + z_A$$

$$\forall_{\text{hazne}} \rightarrow \infty \Rightarrow V_1 \approx 0$$

$$(P_1)_{\text{Rölatif}} = (P_{\text{atm}})_{\text{Rölatif}} = 0$$

$$z_1 - z_A = 4 \text{ m}$$

$$\frac{V_A^2}{2g} = 0.03 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \frac{(P_A)_{\text{Rölatif}}}{\gamma_{su}} = 3.97 \text{ m} \Rightarrow (P_A)_{\text{Rölatif}} = 38.94 \text{ kPa} \Rightarrow (P_A)_{\text{Mutlak}} = (P_A)_{\text{Rölatif}} + (P_{\text{atm}})_{\text{Mutlak}} = 38.94 + 101.325 = 140.265 \text{ kPa}$$

Hazne yüzeyi (1) ile B noktası arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_{su}} + z_1 = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\gamma_{su}} + z_B$$

$$\forall_{\text{hazne}} \rightarrow \infty \Rightarrow V_1 \approx 0$$

$$(P_1)_{\text{Rölatif}} = (P_{\text{atm}})_{\text{Rölatif}} = 0$$

$$z_1 - z_B = -3 \text{ m}$$

$$\frac{V_B^2}{2g} = 0.03 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \frac{(P_B)_{\text{Rölatif}}}{\gamma_{su}} = -3.03 \text{ m} \Rightarrow (P_B)_{\text{Rölatif}} = -29.72 \text{ kPa} \Rightarrow (P_B)_{\text{Mutlak}} = (P_B)_{\text{Rölatif}} + (P_{\text{atm}})_{\text{Mutlak}} = -29.72 + 101.325 = 71.605 \text{ kPa}$$

Hazne yüzeyi (1) ile C noktası arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_{su}} + z_1 = \frac{V_C^2}{2g} + \frac{P_C}{\gamma_{su}} + z_C$$

$$\forall_{\text{hazne}} \rightarrow \infty \Rightarrow V_1 \approx 0$$

$$(P_1)_{\text{Rölatif}} = (P_{\text{atm}})_{\text{Rölatif}} = 0$$

$$z_1 - z_C = -3 \text{ m}$$

$$\frac{V_C^2}{2g} = 0.5 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \frac{(P_C)_{\text{Rölatif}}}{\gamma_{su}} = -3.5 \text{ m} \Rightarrow (P_C)_{\text{Rölatif}} = -34.3 \text{ kPa} \Rightarrow (P_C)_{\text{Mutlak}} = (P_C)_{\text{Rölatif}} + (P_{\text{atm}})_{\text{Mutlak}} = -34.3 + 101.325 = 67.025 \text{ kPa}$$

Hazne yüzeyi (1) ile D noktası arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_{su}} + z_1 = \frac{V_D^2}{2g} + \frac{P_D}{\gamma_{su}} + z_D$$

$$\forall_{\text{hazne}} \rightarrow \infty \Rightarrow V_1 \approx 0$$

$$(P_1)_{\text{Rölatif}} = (P_{\text{atm}})_{\text{Rölatif}} = 0$$

$$z_1 - z_D = 7 \text{ m}$$

$$\frac{V_D^2}{2g} = 0.5 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \frac{(P_D)_{\text{Rölatif}}}{\gamma_{su}} = 6.5 \text{ m} \Rightarrow (P_D)_{\text{Rölatif}} = 63.77 \text{ kPa} \Rightarrow (P_D)_{\text{Mutlak}} = (P_D)_{\text{Rölatif}} + (P_{\text{atm}})_{\text{Mutlak}} = 63.77 + 101.325 = 165.1 \text{ kPa}$$

Rölatif ve mutlak enerji yükseklikleri:

$$H_E = \frac{V^2}{2g} + \frac{P_{\text{Rölatif}}}{\gamma} + z$$

$$P_{\text{Mutlak}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{Rölatif}} \Rightarrow H_{E,\text{Mutlak}} = \frac{V^2}{2g} + \frac{P_{\text{Mutlak}}}{\gamma} + z = H_E + 10.33 \text{ m}$$

İdeal akışkan \Rightarrow Sistemde enerji kaybı mevcut değil \Rightarrow Tüm noktalar için rölatif ve mutlak enerji yükseklikleri:

$$H_E = \frac{V^2}{2g} + \frac{P_{\text{Rölatif}}}{\gamma} + z = \frac{V_1^2}{2g} + \frac{(P_1)_{\text{Rölatif}}}{\gamma_{su}} + z_1 = 0 + 0 + 7 = 7 \text{ m}$$

$$H_{E,\text{Mutlak}} = \frac{V^2}{2g} + \frac{P_{\text{Mutlak}}}{\gamma} + z = \frac{V_1^2}{2g} + \frac{(P_1)_{\text{Mutlak}}}{\gamma_{su}} + z_1 = 0 + 10.33 + 7 = 17.33 \text{ m}$$

İdeal Akışkanların Bir Boyutlu Akımları

Rölatif ve mutlak piyezometre yükseklikleri:

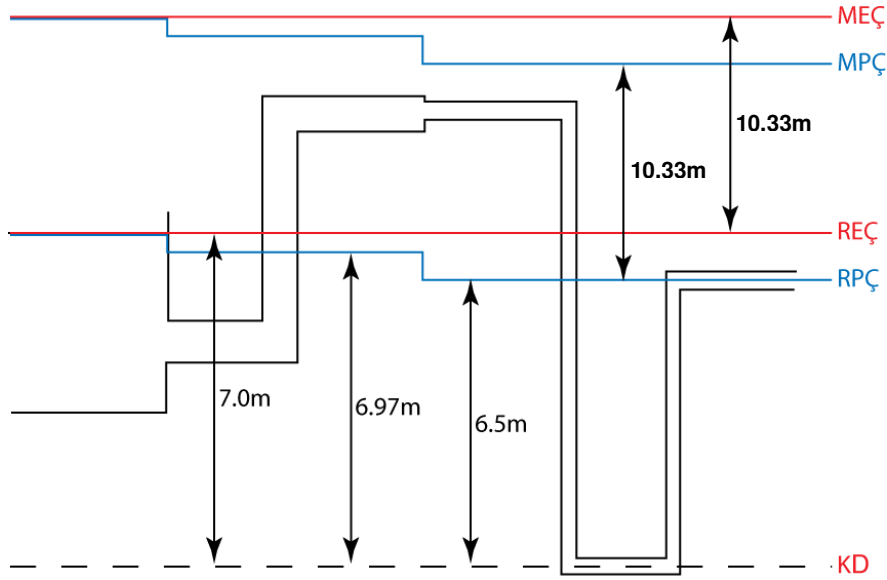
$$H_p = H_E - \frac{V^2}{2g} = \frac{P_{Rölatif}}{\gamma} + z$$

$$P_{Mutlak} = P_{atm} + P_{Rölatif} \Rightarrow H_{P,Mutlak} = H_{E,Mutlak} - \frac{V^2}{2g} = \frac{P_{Mutlak}}{\gamma} + z = H_p + 10.33 \text{ m}$$

$$H_{P,1} = H_{E,1} - \frac{V_1^2}{2g} = 7 - 0 = 7 \text{ m} \Rightarrow (H_{P,1})_{Mutlak} = 7 + 10.33 = 17.33 \text{ m}$$

$$H_{P,A} = H_{E,A} - \frac{V_A^2}{2g} = H_{P,B} = H_{E,B} - \frac{V_B^2}{2g} = 7 - 0.03 = 6.97 \text{ m} \Rightarrow (H_{P,A})_{Mutlak} = 6.97 + 10.33 = 17.3 \text{ m}$$

$$H_{P,C} = H_{E,C} - \frac{V_C^2}{2g} = H_{P,D} = H_{E,D} - \frac{V_D^2}{2g} = H_{P,2} = H_{E,2} - \frac{V_2^2}{2g} = 7 - 0.5 = 6.5 \text{ m} \Rightarrow (H_{P,C})_{Mutlak} = 6.5 + 10.33 = 16.83 \text{ m}$$



Hazne yüzeyi (1) ile C noktası arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_{su}} + z_1 = \frac{V_C^2}{2g} + \frac{P_C}{\gamma_{su}} + z_C$$

$$\nabla_{\text{hazne}} \rightarrow \infty \Rightarrow V_1 \approx 0$$

$$h = h_{\text{max}} \Rightarrow (P_C)_{Mutlak} = (P_C)_{Mutlak, \text{min}}$$

$$(P_1)_{Mutlak} = (P_{atm})_{Mutlak} = 10.33 \text{ kPa}$$

$$(P_C)_{Mutlak, \text{min}} = 2.26 \text{ kPa} \Rightarrow \frac{(P_C)_{Mutlak}}{\gamma_{su}} = 0.23 \text{ m} \Rightarrow h_{\text{max}} = 9.6 \text{ m}$$

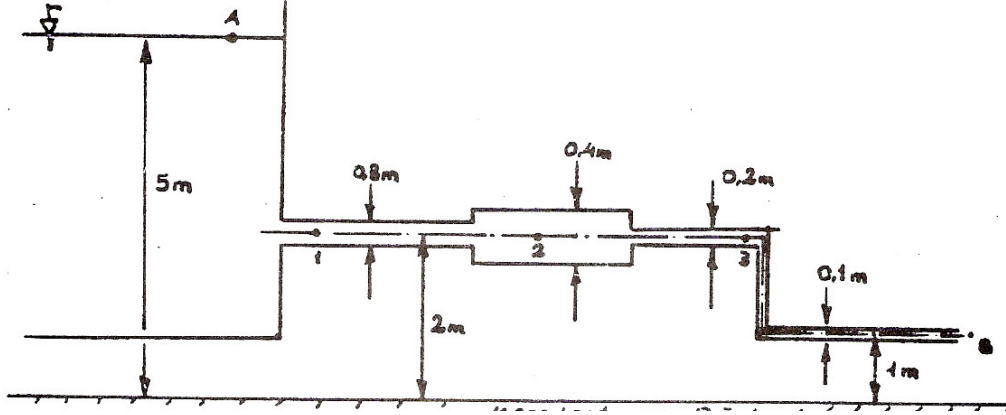
$$z_1 - z_C = -h_{\text{max}}$$

$$\frac{V_C^2}{2g} = 0.5 \text{ m}$$

İdeal Akışkanların Bir Boyutlu Akımları

Soru 4: Aşağıdaki şekilde gösterilen sistem için:

- "1", "2", ve "3" nolu noktadaki basınçları hesaplayınız.
- Sistemin mutlak ve rölatif enerji ile mutlak ve rölatif piyezometre çizgilerini çiziniz.



Hazne yüzeyi (A) ile çıkış kesiti (B) arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma_{su}} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\gamma_{su}} + z_B$$

$$V_{\text{hazne}} \rightarrow \infty \Rightarrow V_1 \approx 0$$

$$P_A = P_B = P_{\text{atm}}$$

$$z_A - z_B = 5 - 1 = 4 \text{ m}$$

$$\Rightarrow V_B = \sqrt{2g \cdot (z_A - z_B)} \Rightarrow V_B = 8.86 \text{ m s}^{-1}$$

$$Q = V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2 = V_3 \cdot A_3 = V_B \cdot A_B$$

$$V_1 = 0.98 \text{ m s}^{-1}; V_2 = 0.55 \text{ m s}^{-1}; V_3 = 2.22 \text{ m s}^{-1}$$

A ile 1 noktası arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_{su}} + z_1 = \frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma_{su}} + z_A$$

$$z_A - z_1 = 3 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{V_1^2}{2g} = 0.05 \text{ m} \\ z_A - z_1 = 3 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{(P_1)_{\text{Rölatif}}}{\gamma_{su}} = 2.95 \text{ m} \Rightarrow (P_1)_{\text{Rölatif}} = 28.94 \text{ kPa} \Rightarrow (P_1)_{\text{Mutlak}} = (P_1)_{\text{Rölatif}} + (P_{\text{atm}})_{\text{Mutlak}} = 28.94 + 101.325 = 130.265 \text{ kPa}$$

A ile 2 noktası arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma_{su}} + z_2 = \frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma_{su}} + z_A$$

$$z_A - z_2 = 3 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{V_2^2}{2g} = 0.015 \text{ m} \\ z_A - z_2 = 3 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{(P_2)_{\text{Rölatif}}}{\gamma_{su}} = 2.985 \text{ m} \Rightarrow (P_2)_{\text{Rölatif}} = 29.28 \text{ kPa} \Rightarrow (P_2)_{\text{Mutlak}} = (P_2)_{\text{Rölatif}} + (P_{\text{atm}})_{\text{Mutlak}} = 29.28 + 101.325 = 130.605 \text{ kPa}$$

A ile 3 noktası arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_3^2}{2g} + \frac{P_3}{\gamma_{su}} + z_3 = \frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma_{su}} + z_A$$

$$z_A - z_3 = 3 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{V_3^2}{2g} = 0.25 \text{ m} \\ z_A - z_3 = 3 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{(P_3)_{\text{Rölatif}}}{\gamma_{su}} = 2.75 \text{ m} \Rightarrow (P_3)_{\text{Rölatif}} = 26.98 \text{ kPa} \Rightarrow (P_3)_{\text{Mutlak}} = (P_3)_{\text{Rölatif}} + (P_{\text{atm}})_{\text{Mutlak}} = 26.98 + 101.325 = 128.305 \text{ kPa}$$

İdeal Akışkanların Bir Boyutlu Akımları

Rölatif enerji çizgisi kotları:

$$H_{A,r} = \frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_{Rölatif}}{\gamma} + z_A = 0 + 0 + 5 = 5 \text{ m}$$

$$H_{1,r} = \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_{Rölatif}}{\gamma} + z_1 = 0.05 + 2.95 + 2 = 5 \text{ m}$$

$$H_{2,r} = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_{Rölatif}}{\gamma} + z_2 = 0.015 + 2.985 + 2 = 5 \text{ m}$$

$$H_{3,r} = \frac{V_3^2}{2g} + \frac{P_{Rölatif}}{\gamma} + z_3 = 0.25 + 2.75 + 2 = 5 \text{ m}$$

$$H_{B,r} = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_{Rölatif}}{\gamma} + z_B = 4 + 0 + 1 = 5 \text{ m}$$

Rölatif piyezometre çizgisi kotları:

$$H_{PA,r} = H_{A,r} - \frac{V_A^2}{2g} = \frac{P_{Rölatif}}{\gamma} + z_A = 5 \text{ m}$$

$$H_{p1,r} = 4.95 \text{ m}$$

$$H_{p2,r} = 4.985 \text{ m}$$

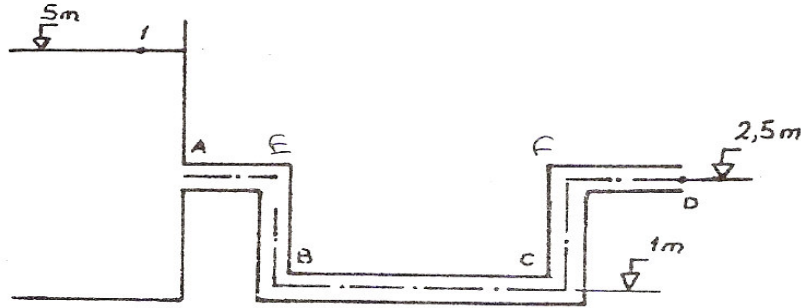
$$H_{p3,r} = 4.75 \text{ m}$$

$$H_{PB,r} = 1 \text{ m}$$

Soru 5 : Aşağıda şekilde gösterilen borunun AB ve CD bölgesinde boru çapı 0.2 m dir. Akışkanın ideal olduğunu kabul ederek

- Borunun BC bölgesinde çap 0.15 m iken, sistemin çeşitli noktalarında hızları ve debiyi hesaplayınız; rölatif enerji ve piyezometre çizgilerini çiziniz.
- Aynı debi için B bölgesindeki minimum çapı belirleyiniz.

(Suyun mutlak buharlaşma basıncı=2.26 kPa; Patm=101.325 kPa)



Hazne yüzeyi (1) ile çıkış kesiti (D) arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_{su}} + z_1 = \frac{V_D^2}{2g} + \frac{P_D}{\gamma_{su}} + z_D$$

$$\forall_{\text{hazne}} \rightarrow \infty \Rightarrow V_1 \approx 0$$

$$P_1 = P_D = P_{\text{atm}}$$

$$z_1 - z_D = 5 - 2.5 = 2.5 \text{ m}$$

$$\Rightarrow V_D = \sqrt{2g \cdot (z_1 - z_D)} \Rightarrow V_D = 7.00 \text{ ms}^{-1}$$

$$Q = V_A \cdot A_A = V_B \cdot A_B = V_C \cdot A_C = V_D \cdot A_D = 0.22 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

$$D_{AB} = D_{CD} = D_D \Rightarrow V_{AB} = V_{CD} = V_D = 7.00 \text{ ms}^{-1}$$

$$Q = V_{BC} \cdot A_{BC} = 0.22 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \Rightarrow V_{BC} = 12.45 \text{ ms}^{-1}$$

İdeal Akışkanların Bir Boyutlu Akımları

1 ile BC arasındaki herhangi bir nokta arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_{su}} + z_1 = \frac{V_{BC}^2}{2g} + \frac{P_{BC}}{\gamma_{su}} + z_C$$

$$V_{\text{hazne}} \rightarrow \infty \Rightarrow V_1 \approx 0$$

$$P_{1,m} = P_{\text{Atm},m} = 101.325 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{su} = 9.81 \text{ kN m}^{-3}$$

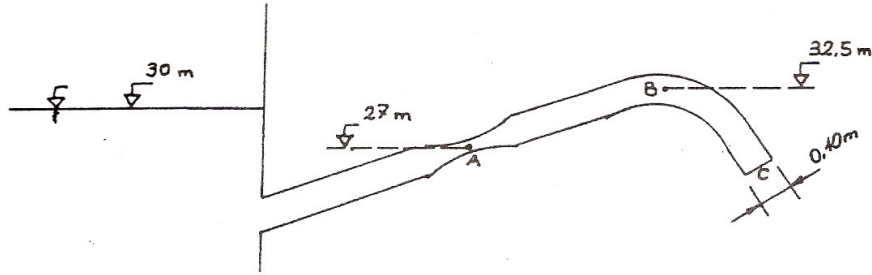
$$P_{BC,m} = 2.26 \text{ kPa}$$

$$\Rightarrow V_{BC} = 16.63 \text{ m s}^{-1}$$

$$Q = V_{BC} \cdot A'_{BC} = 16.44 \frac{\pi D'^2_{BC}}{4} = 0.22 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

$$\Rightarrow D'_{BC} = 0.13 \text{ m} = D_{\text{min}}$$

Soru 6: Aşağıda şekli verilen sistemde debi 50 l/s 'dir. İdeal akışkan kabulü yaparak; A noktasındaki boru çapı ne olmalıdır ki A ve B noktalarındaki basınç değerini birbirine eşit olsun?



$$Q = 50 \text{ l s}^{-1} = 0.05 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

$$P_A = P_B$$

$$D_C = 0.10 \text{ m}$$

$$Q = V_C \cdot A_C \Rightarrow V_C = 6.37 \text{ m s}^{-1}$$

(A) ile (B) arasında Bernoulli Denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma_{su}} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\gamma_{su}} + z_B$$

$$P_A = P_B$$

$$\frac{V_A^2}{2g} + 27 = \frac{V_B^2}{2g} + 32.5$$

$$V_A = 12.19 \text{ m s}^{-1}$$

$$Q = V_A \cdot A_A = 12.19 \frac{\pi D_A^2}{4} = 0.05 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

$$\Rightarrow D_A = 0.072 \text{ m}$$