

江西理工大学

2015 年硕士研究生入学考试试题

考试科目代码及名称: 工程流体力学 (A)

要求: 1、答案一律写在考点发放的答题纸上, 写在试题上无效。

2、需配备的工具: 计算器, 直尺

一、简要说明下列概念 (每小题 6 分, 共 30 分)

1. 水力半径; 2. 水力坡度; 3. 欲保证两个流动问题的力学相似, 须满的条件; 4. 真空度; 5. 附面层。

二、计算题 (每小题 20 分, 共 120 分)

1. 某选矿厂自高位水池引出一条管路 AB 向球磨车间供水, 如图 1 示。现因检修停车, 关闭了阀门 B。问此时阀门 B 处的绝对压强和相对压强? (取大气压强 $P_a=9.8\text{N/cm}^2$, 水的重度 $\gamma=0.0098\text{N/cm}^3$)。

2. 一水仓构筑物, 安设有三个圆柱形不淹没的泄流孔, 如图 2 示。泄流孔孔径 $d=0.2\text{m}$, 水仓壁厚 $L=0.7\text{m}$, 泄流孔中心以上水头 $H=1.5\text{m}$, 若忽略行进速度, 试决定通过泄流孔的流量。(取流量系数 $\mu=0.82$)。

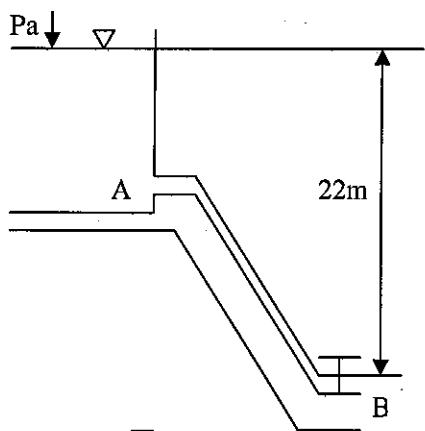


图 1

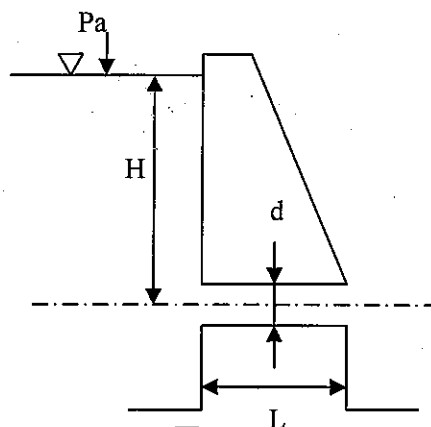


图 2

3. 水泵的吸水管装置如图 3 所示。设水泵的最大许可真空度为 $P_k/\gamma=7\text{mH}_2\text{O}$, 工作流量 $Q=8.3\text{L/s}$, 吸水管直径 $d=80\text{mm}$, 长度 $L=10\text{m}$, $\lambda=0.04$,

江西理工大学

2015 年硕士研究生入学考试试题

弯头局部阻力系数： $\zeta_{\text{弯头}}=0.7$ ， $\zeta_{\text{底阀}}=8$ ，求水泵的最大许可安装高度 H_s 。（注： 10°C 时水的运动粘滞系数 $\nu=1.31\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ ，1 个大气压 $=9.8\text{N}/\text{cm}^2$ ，水的重度 $\gamma=0.0098\text{N}/\text{cm}^3$ ）。

4. 水箱水深 H ，底部有一长为 L ，直径为 d 的圆管（如图 4 示）。管道进口为流线形，进口水头损失可不计，管道沿程阻力系数 λ 设为常数。若 H 、 d 及 λ 给定，问：

- (1) 什么条件下流量 Q 不随 L 而变？
- (2) 什么条件下流量 Q 随管长 L 的加大而增加？
- (3) 什么条件下流量 Q 随管长 L 的加大而减小？

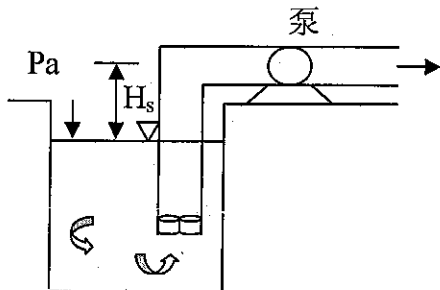


图 3

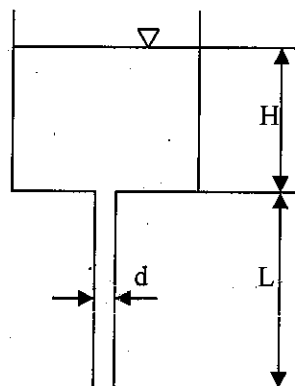


图 4

5. 水在内径 $d=0.1\text{m}$ 的圆管内流动，流速 $V=0.4\text{m}/\text{s}$ ，水的运动粘度 $\nu=1\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 。试问水在管中呈何种流动状态？

若设管中的流体是油，流速不变，油的运动粘度 $\nu=31\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 。试问油在管中又呈何种流动状态？

6. 倾斜闸门 AB ，宽度 B 为 1 米，垂直于图面。A 处为铰链轴，整个闸门可绕此轴转动，如图 5 示。已知 $H=3$ 米， $h=1$ 米，闸门自重及铰链中的摩擦力可略去不计。问升起此闸门时所需垂直向上的拉力 T 是多少？

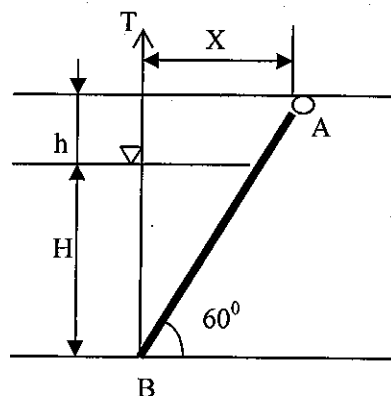


图 5

江西理工大学

2015 年硕士研究生入学考试试题答案 (A)

一、简要说明下列概念 (每小题 6 分, 共 30 分)

1. 水力半径: 过水断面的面积与过水断面的润湿周长的比值。
2. 水力坡度: 总水头线沿流程的降低值与沿程长度的比值。
3. 欲保证两个流动问题的力学相似, 须满足什么条件: 要保证两个流动问题的力学相似, 必须是两个流动的几何相似、运动相似以及两个流动的边界条件和起始条件相似。
4. 真空度: 当静止流体中某点的绝对压强小于大气压强时, 其小于大气压强的数值称为该点的真空度。
5. 附面层: 粘性小的流体在绕过物体运动时, 其摩擦阻力主要发生在紧靠物体表面的一个流速梯度很大的流体薄层内, 该薄层即为附面层。

二、计算题 (每小题 20 分, 共 120 分)

1. 某选矿厂自高位水池引出一条管路 AB 向球磨车间供水, 如图 1 示。现因检修停车, 关闭了阀门 B。问此时阀门 B 处的绝对压强和相对压强? (取大气压强 $P_a=9.8\text{N/cm}^2$, 水的重度 $\gamma=0.0098\text{N/cm}^3$)。

2. 一水仓构筑物, 安设有三个圆柱形不淹没的泄流孔, 如图 2 示。泄流孔孔径 $d=0.2\text{m}$, 水仓壁厚 $L=0.7\text{m}$, 泄流孔中心以上水头 $H=1.5\text{m}$, 若忽略行进速度, 试决定通过泄流孔的流量。(取流量系数 $\mu=0.82$)。

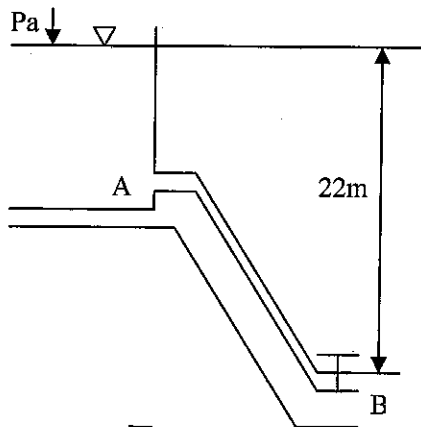


图 1

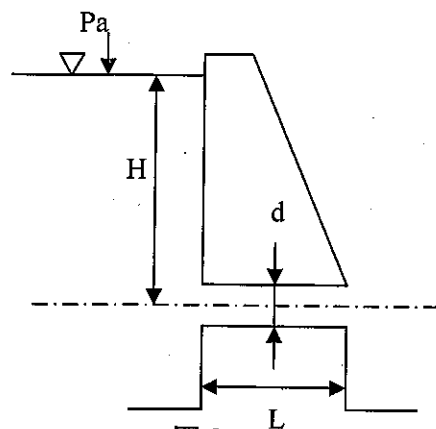


图 2

1 解: B 点的绝对压强为 $P_B = P_a + \gamma h = 9.8 + 0.0098 \times 2200 = 31.36 \text{ N/cm}^2$
B 点的相对压强为 $P_B' = \gamma h = 0.0098 \times 2200 = 21.56 \text{ N/cm}^2$

2 解: 因水仓壁厚等于泄流孔径的 3.5 倍 (即 $L=3.5d$) 故可以把水仓的泄流

孔的液流当作流量系数 $\mu=0.82$ 的圆柱形外管嘴不淹没出流考虑, 即每条泄流孔的出流量为

$$q = \mu A \sqrt{2gH} = 0.82 \times \frac{\pi}{4} \times 0.2^2 \sqrt{19.6 \times 1.5} = 0.14 \text{ 米}^3/\text{秒}$$

通过三个泄流孔的出流量为 $Q = 3q = 3 \times 0.14 = 0.42 \text{ 米}^3/\text{秒}$ 。

3. 水泵的吸水管装置如图 3 所示。设水泵的最大许可真空度为 $P_k/\gamma = 7\text{mH}_2\text{O}$, 工作流量 $Q = 8.3\text{L/s}$, 吸水管直径 $d = 80\text{mm}$, 长度 $L = 10\text{m}$, $\lambda = 0.04$, 弯头局部阻力系数: $\zeta_{\text{弯头}} = 0.7$, $\zeta_{\text{底阀}} = 8$, 求水泵的最大许可安装高度 H_s 。(注: 10°C 时水的运动粘滞系数 $\nu = 1.31 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$, 1 个大气压 $= 9.8\text{N/cm}^2$, 水的重度 $\gamma = 0.0098\text{N/cm}^3$)。

3 解: 以吸水井的水面为基准面, 列断面 0-0 与 1-1 的能量方程式为:

$$0 + P_a/\gamma + 0 = H_s + P_1/\gamma + v_1^2/2g + h_w$$

得 $H_s = (P_a - P_1)/\gamma - v_1^2/2g - h_w$

式中, $(P_a - P_1)/\gamma = P_k/\gamma$ 是水泵进口断面 1-1 处的真空度,

$$v_1 = Q/\omega_1 = 0.0083/(0.08)^2 \times \pi/4 = 1.65\text{m/s}$$

$$h_w = (\lambda L/d + \zeta_{\text{弯头}} + \zeta_{\text{底阀}}) v_1^2/2g$$

$$= (0.04 \times 10/0.08 + 8 + 0.7) 1.65^2/2 \times 9.81 = 1.91\text{mH}_2\text{O}$$

则得 $H_s = 7 - 1.65^2/2 \times 9.81 - 1.91 = 4.95\text{m}$ 。

4. 水箱水深 H , 底部有一长为 L , 直径为 d 的圆管 (如图 4 示)。管道进口为流线形, 进口水头损失可不计, 管道沿程阻力系数 λ 设为常数。若 H 、 d 及 λ 给定, 问:

- (1) 什么条件下流量 Q 不随 L 而变?
- (2) 什么条件下流量 Q 随管长 L 的加大而增加?
- (3) 什么条件下流量 Q 随管长 L 的加大而减小?

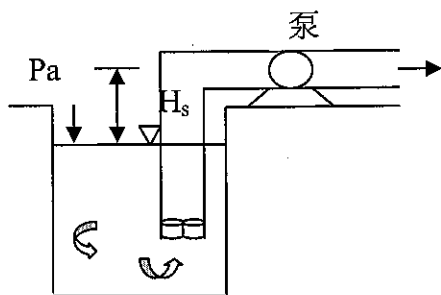


图 3

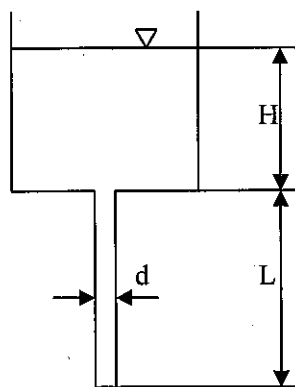


图 4

4 解: 列水箱水面与管道出口断面的能量方程式

$$H + L = (1 + \lambda L/d) V^2/2g,$$

则 $V = [2g(H+L)/(1 + \lambda L/d)]^{1/2}$

$$Q = V \pi d^2/4 = [2g(H+L)/(1+\lambda L/d)]^{1/2} \pi d^2/4$$

(1) Q 不随 L 而变。可令 $dQ/dL=0$

$$\text{即 } \frac{(\pi d^2/4) [2g(1+\lambda L/d) - 2g(H+L) \lambda/d]}{2[2g(H+L)/(1+\lambda L/d)]^{1/2} (1+\lambda L/d)^2}$$

$$=0 \quad \text{即 } (1+\lambda L/d) - (H+L) (\lambda/d) =0 \quad \text{则 } 1-H\lambda/d=0$$

或 $H=d/\lambda$ ，此即为管长 L 与流量 Q 无关的条件。

(2) Q 随 L 加大而增加，即 $dQ/dL > 0$ ，即 $1-H\lambda/d > 0$ ，或 $H < d/\lambda$ 。

(3) Q 随 L 加大而减少，即 $dQ/dL < 0$ ，即 $1-H\lambda/d < 0$ ，或 $H > d/\lambda$ 。

5. 水在内径 $d=0.1\text{m}$ 的圆管内流动，流速 $V=0.4\text{m/s}$ ，水的运动粘度 $\nu=1 \times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 。试问水在管中呈何种流动状态？若设管中的流体是油，流速不变，油的运动粘度 $\nu=31 \times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ ，试问油在管中又呈何种流动状态？

5 解：水的雷诺数 $Re = \frac{Vd}{\nu} = \frac{0.4 \times 0.1}{1 \times 10^{-6}} = 40000 > 2000$ ，所以，水在管中呈湍流

状态。

$$\text{油的雷诺数 } Re = \frac{Vd}{\nu} = \frac{0.4 \times 0.1}{31 \times 10^{-6}} = 1290 < 2000,$$

所以，油在管中呈层流状态。

6. 倾斜闸门 AB，宽度 B 为 1 米，垂直于图面。A 处为铰链轴，整个闸门可绕此轴转动，如图 5 示。已知 $H=3$ 米， $h=1$ 米，闸门自重及铰链中的摩擦力可略去不计。问升起此闸门时所需垂直向上的拉力 T 是多少？

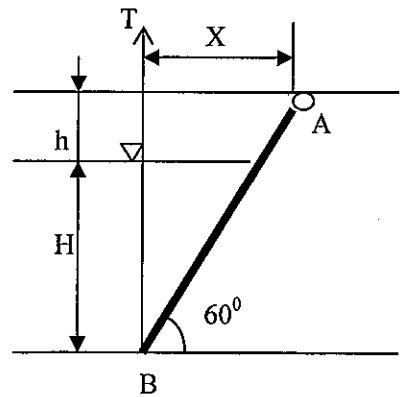


图 5

6 解：闸门所受总压力为： $P = \gamma h_c A = 9800 \times 1.5 \times (1 \times 3 / \sin 60^\circ) = 50923\text{N} = 50.923\text{KN}$
压力中心 D 点到铰链轴 A 距离为

$$l = \frac{h}{\sin 60^\circ} + \left(Z_c + \frac{J_c}{Z_c A} \right) = \frac{h}{\sin 60^\circ} + \left(\frac{1}{2} \times \frac{H}{\sin 60^\circ} + \frac{\frac{1}{12} B \left(\frac{H}{\sin 60^\circ} \right)^3}{\frac{1}{2} \times \frac{H}{\sin 60^\circ} \left(B \frac{H}{\sin 60^\circ} \right)} \right)$$

$$= \frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2}} + \left(\frac{1}{2} \times \frac{3}{\frac{\sqrt{3}}{2}} + \frac{\frac{1}{12} \times 1 \times \left(\frac{3}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \right)^3}{\frac{1}{2} \times \frac{3}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \times \left(1 \times \frac{3}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \right)} \right) = 3.455\text{m} \quad x = \frac{H+h}{\text{tg} 60^\circ} = \frac{4}{\sqrt{3}} = 2.31\text{m}$$

根据理论力学平衡理论，当闸门刚刚转动时，力 P，T 对铰链 A 的力矩的代数和

应为

$$\sum M_A = Pl - Tx = 0$$

故 $T = \frac{Pl}{x} = \frac{50.923 \times 3.455}{2.31} = 76.16 \text{KN}$

江西理工大学

2015 年硕士研究生入学考试试题答案 (B)

一、简要说明下列概念 (每小题 6 分, 共 30 分)

1. 水力光滑管与水力粗糙管: 当管壁的粗糙凸出高度完全被淹没于层流边层之中时, 通常称为水力光滑管; 当管壁的粗糙凸出高度暴露在层流边层以外时, 通常称为水力粗糙管。

2. 流体静压强的特性: ①流体静压强的方向必然重合与受力面的内法线方向; ②平衡流体中任意点的静压强值只能由该点的坐标位置来决定, 而与该压强的作用方向无关。

3. 同卷 A。

4. 流体等压面及其特性: 流体中压强相等的各点组成的面称为等压面。

等压面有以下 2 个重要特性: A、等压面也是等势面; B、在平衡的流体中通过每一点的等压面必与该点所受的质量力互相垂直。

5. 水力最佳断面: 当明渠底坡一定、过流断面一定时, 所能获得的最大流速即通过最大流量时的那个断面。

二、计算题 (每小题 20 分, 共 120 分)

1. 某水渠的木质闸门如图 1 所示。已知宽度 $B=2\text{m}$, 水深 $h=1.5\text{m}$, 试求作用于闸门上的总压力 P 及其作用点位置。

1 解: $Z_c = hc = h/2 = 0.75\text{m}$, $A = Bh = 2 \times 1.5 = 3\text{m}^2$

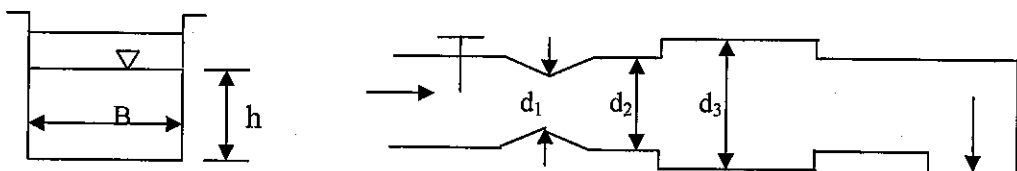
$\therefore P = \gamma hcA = 9.8 \times 0.75 \times 3 = 22.05\text{KN}$.

$Z_D = Z_c + Jc / (ZcA) = hc + Jc / (hcA) = h/2 + (Bh^3/12) / [(h/2) \times Bh] = h/2 + h/6 = 2h/3 = 1\text{m}$

2. 图 2 所示的管段, $d_1=2.5\text{cm}$, $d_2=5\text{cm}$, $d_3=10\text{cm}$ 。

(1) 当流量为 4L/s , 求各管段的平均流速。

(2) 旋动阀门, 使流量增加到 8L/s 或使流量减少至 2L/s 时, 平均流速如何变化?



2 解: (1) 根据连续性方程

$$Q=V_1A_1=V_2A_2=V_3A_3, \text{ 则}$$

$$V_1=Q/A_1=4 \times 10^{-3}/[(2.5 \times 10^{-2})^2 \times \pi/4]=8.16\text{m/s}$$

$$V_2=V_1A_1/A_2=V_1(d_1/d_2)^2=8.16 \times (2.5/5)^2=2.04\text{m/s}$$

$$V_3=V_1(d_1/d_3)^2=8.16 \times (2.5/10)^2=0.51\text{m/s}.$$

(2) 各断面流速比例保持不变, 流量增加至 8L 时, 即流量增加为 2 倍, 则各段流速亦增加至 2 倍。

$$\text{即 } V_1=16.32\text{m/s}, V_2=4.08\text{m/s}, V_3=1.02\text{m/s}$$

流量减小至 2L 时, 即流量减小到 1/2, 各流速亦为原值的 1/2。即 $V_1=4.08\text{m/s}$, $V_2=1.02\text{m/s}$, $V_3=0.255\text{m/s}$ 。

3. 断面为 $50 \times 50\text{cm}^2$ 的送风管, 通过四个 $40 \times 40\text{cm}^2$ 的送风口向室内输送空气 (如图 3 示)。送风口气流平均速度均为 5m/s , 求通过送风管 1-1, 2-2, 3-3 各断面的流速和流量。

3 解: 每一送风口的风量 $Q=0.4 \times 0.4 \times 5=0.8\text{m}^3/\text{s}$

$$\text{则 } Q_1=Q=0.8 \text{ m}^3/\text{s}; Q_2=2Q=2 \times 0.8=1.6 \text{ m}^3/\text{s}; Q_3=3Q=3 \times 0.8=2.4 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$\text{所以 } V_1=Q_1/S_1=2.4/(0.5 \times 0.5)=9.6 \text{ m/s}$$

$$V_2=Q_2/S_2=1.6/(0.5 \times 0.5)=6.4 \text{ m/s}$$

$$V_3=Q_3/S_3=0.8/(0.5 \times 0.5)=3.2 \text{ m/s}$$

4. 水池中盛水如图 4 示。已知液面压强 $P_0=98.07\text{KN}/\text{m}^2$, $h_1=1\text{m}$, $h_2=1.6\text{m}$ 。求水中 C 点、以及池壁 A、B 和池底 D 点所受的水静压强。

4 解: A、B、C 三点在同一水平面上, 水深均为 1m , 所以压强相等, 即 $P_A=P_B=P_C=P$ 。

$$\text{故 } P=P_0+\gamma h=98.07 \text{ KN}/\text{m}^2+9.807 \text{ KN}/\text{m}^3 \times 1\text{m}=107.88 \text{ KN}/\text{m}^2=107.88\text{kPa}$$

D 点的水深是 1.6m , 故

$$P_D=98.07 \text{ KN}/\text{m}^2+9.807 \text{ KN}/\text{m}^3 \times 1.6\text{m}$$

$$=113.8 \text{ kPa}.$$

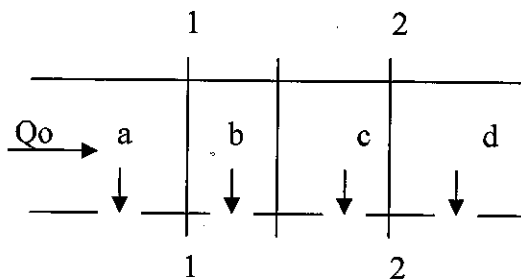


图 3

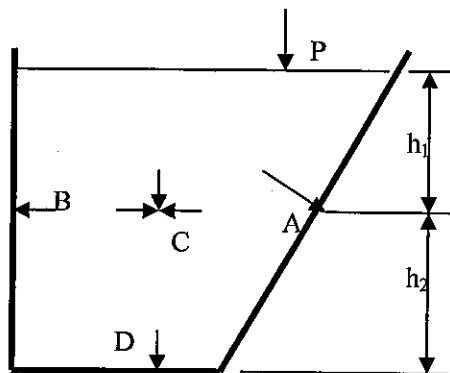


图 4

5. 图 5 表示管 A 内的流体重度为 γ_1 ，管 B 内的流体重度为 γ_3 。管 A 与管 B 之间连接一个液柱式测压计，测压计的封液重度为 γ_2 。测得测压计上的液柱高度为 h_1 、 h_2 和 h_3 。求管 A 与管 B 内流体的压差 ($P_A - P_B$)。

解：由图示可知，1-2-3 是一个等压面，4-5 是一个等压面。所以

$$p_1 = p_2 = p_3; \quad p_4 = p_5。 \quad \text{这样} \quad \begin{aligned} p_A &= p_3 + \gamma_1 h_1 = p_5 + \gamma_2 h_2 + \gamma_1 h_1 \\ &= p_B - \gamma_3 h_3 + \gamma_2 h_2 + \gamma_1 h_1 \end{aligned}$$

可得 $p_A - p_B = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3 h_3$ 。

6. 水箱水深 H ，底部有一长为 L ，直径为 d 的圆管（如图 6 示）。管道进口为流线形，进口水头损失可不计，管道沿程阻力系数 λ 设为常数。若 H 、 d 及 λ 给定，问：（1）什么条件下流量 Q 不随 L 而变？（2）什么条件下流量 Q 随管长 L 的加大而增加？（3）什么条件下流量 Q 随管长 L 的加大而减小？

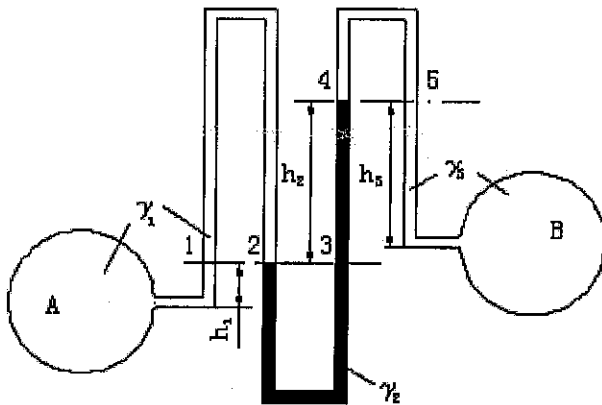


图 5

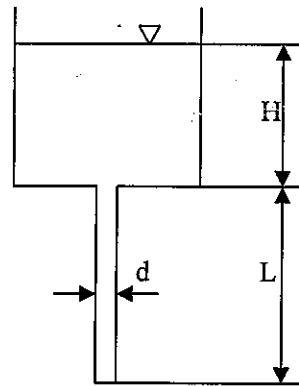


图 6

题 6 同卷 A。