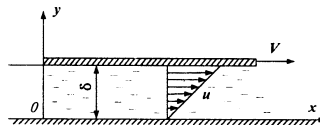


一、判断题( 对的打“√”，错的打“×”，每题 1 分，共 12 分)

1. 无黏性流体的特征是黏度为常数。
2. 流体的“连续介质模型”使流体的分布在时间上和空间上都是连续的。
3. 静止流场中的压强分布规律仅适用于不可压缩流体。
4. 连通管中的任一水平面都是等压面。
5. 实际流体圆管湍流的断面流速分布符合对数曲线规律。
6. 湍流附加切应力是由于湍流元脉动速度引起的动量交换。
7. 尼古拉茨试验的水力粗糙管区阻力系数  $\lambda$  与雷诺数  $Re$  和管长  $l$  有关。
8. 并联管路中总流量等于各支管流量之和。
9. 声速的大小是声音传播速度大小的标志。
10. 在平行平面缝隙流动中，使泄漏量最小的缝隙叫最佳缝隙。
11. 力学相似包括几何相似、运动相似和动力相似三个方面。
12. 亚声速加速管也是超声速扩压管。

二、选择题(每题 2 分，共 18 分)

1. 如图所示，一平板在油面上作水平运动。已知平板运动速度  $V=1\text{m/s}$ ，平板与固定边界的距离  $\delta=5\text{mm}$ ，油的动力粘度  $\mu=0.1\text{Pa}\cdot\text{s}$ ，则作用在平板单位面积上的粘滞阻力为 ( )



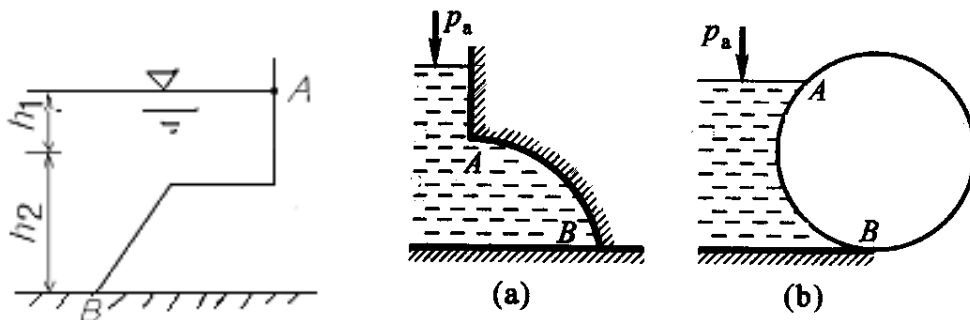
题 1 图

2. 在同一瞬时，位于流线上各个流体质点的速度方向总是在该点与此流线 ( )  
A. 相切; B. 重合; C. 平行; D. 相交。
3. 实际流体总水头线的沿程变化是:  
A. 保持水平; B. 沿程上升; C. 沿程下降; D. 前三种情况都有可能。
4. 圆管层流，实测管轴上流速为  $0.4\text{m/s}$ ，则断面平均流速为 ( )  
A.  $0.4\text{m/s}$  B.  $0.32\text{m/s}$  C.  $0.2\text{m/s}$  D.  $0.1\text{m/s}$
5. 绝对压强  $P_{abs}$ ，相对压强  $P$ ，真空度  $P_v$ ，当地大气压  $P_a$  之间的关系是:  
A.  $P_{abs} = P + P_v$ ; B.  $P_v = P_a - P_{abs}$ ; C.  $P = P_{abs} + P_a$ ; D.  $P = P_v + P_a$ 。
6. 下列说法正确的是:  
A. 水一定从高处向低处流动;  
B. 水一定从压强大的地方向压强小的地方流动;

- C. 水总是从流速大的地方向流速小的地方流动;  
D. 以上说法都错误。
7. 弗劳德数的物理意义为 ( )  
A. 惯性力与重力之比; B. 惯性力与粘滞力之比;  
C. 压力与惯性力之比; D. 粘滞力与重力之比。
8. 并联管道 1、2, 两管的直径相同, 沿程阻力系数相同, 长度  $l_2 = 3l_1$ , 通过的流量为 ( )  
A.  $Q_1 = Q_2$ ; B.  $Q_1 = 1.5Q_2$ ; C.  $Q_1 = 3Q_2$ ; D.  $Q_1 = 1.73Q_2$ 。
9. 圆柱形外管嘴的正常工作条件是  
A.  $L = (3 \sim 4)d, H_0 > 9m$  B.  $L = (3 \sim 4)d, H_0 < 9m$   
C.  $L > (3 \sim 4)d, H_0 > 9m$  D.  $L < (3 \sim 4)d, H_0 < 9m$

### 三、画图题 (共 10 分)

1. 绘出 AB 壁面上的相对压强分布图 (6 分) 2. 绘出 AB 曲线上的压力体 (4 分)



### 四、计算题 (10 分)

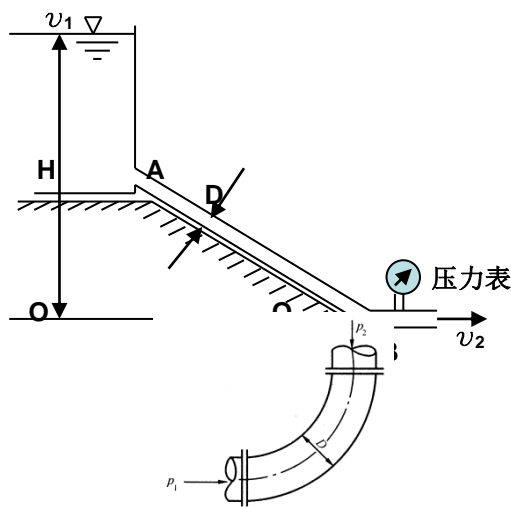
输油管直径  $d = 150\text{mm}$ , 流量  $Q = 15\text{m}^3/\text{h}$ , 油的运动粘度  $\nu = 0.2\text{cm}^2/\text{s}$ , 求每公里管长的沿程水头损失。

### 五、计算题 (15 分)

由一高位水池引出一条供水管路 AB, 如图所示。已知: 流量  $Q = 0.034\text{m}^3/\text{s}$  管路的直径  $D = 0.15\text{m}$ ; 压力表的读数  $p_B = 4.9 \times 10^4 \text{N/m}^2$ ; 高度  $H = 20\text{m}$ , 试计算水流在 AB 段的水头损失。

### 六、计算题 (15 分)

如右图所示为一内径  $D = 0.5\text{m}$  的  $90^\circ$  水平弯管,



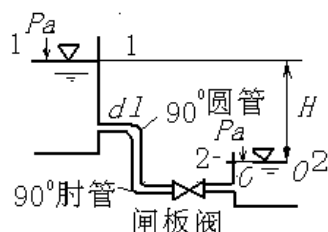
弯管内水流的速度  $v = 3.0\text{m/s}$ ，进出口处的相对压强  $p'_1 = p'_2 = 5.05 \times 10^4 \text{N/m}^2$ ，求流体作用在弯管上的

力的大小和方向（不计损失）。

### 七、计算题（15 分）

一段直径  $d = 100\text{mm}$  的管路长  $l = 10\text{m}$ 。其中有两个  $90^\circ$  的弯管（ $\zeta_{90^\circ} = 0.294$ ），管段的沿程阻力系数  $\lambda = 0.037$ 。

如拆除这两个弯管而管段长度不变，作用于管段两端的总水头也维持不变，问管段中的流量能增加百分之几？



### 八、叙述题：说出该题的解题过程（5 分）

某厂自高位水池加装一条管路，向一个新建的居民点供水，

如右图所示。已知水头差  $H$ ，管长  $l$ ，管径  $d$ ，用普通镀锌管（ $\Delta$  已知）。问在平均温度  $20^\circ\text{C}$  时，这条管路在一个昼夜中能供应多少水量？

## 答 案

### 一、判断题（每题 1 分，共 12 分）

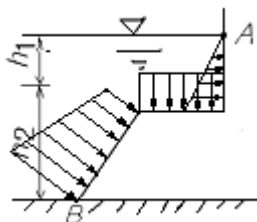
1. 无黏性流体的特征是黏度为常数。x
2. 流体的“连续介质模型”使流体的分布在时间上和空间上都是连续的。√
3. 静止流场中的压强分布规律仅适用于不可压缩流体。x
4. 连通管中的任一水平面都是等压面。x
5. 实际流体圆管湍流的断面流速分布符合对数曲线规律。√
6. 湍流附加切应力是由于湍流元脉动速度引起的动量交换。√
7. 尼古拉茨试验的水力粗糙管区阻力系数  $\lambda$  与雷诺数  $Re$  和管长  $l$  有关。x
8. 并联管路中总流量等于各支管流量之和。√
9. 声速的大小是声音传播速度大小的标志。x
10. 在平行平面缝隙流动中，使泄漏量最小的缝隙叫最佳缝隙。x
11. 力学相似包括几何相似、运动相似和动力相似三个方面。√
12. 亚声速加速管也是超声速扩压管。√

### 二、选择题（每题 2 分，共 18 分）

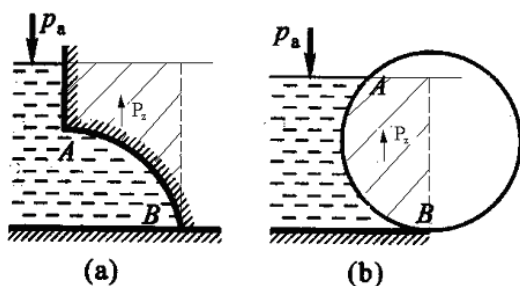
1. C    2. A    3. C    4. C    5. B    6. D    7. A    8. D    9. B

### 三、画图题（10 分）

1. （6 分）



2. (4分) (a) 虚压力体 (2分) (b) 虚压力体 (2分)



四、计算题 (10分)

解: 
$$R_e = \frac{vd}{\nu} = \frac{4Q}{\pi vd} = \frac{4 \times 15 \times \frac{1}{3600}}{\pi \times 0.2 \times 10^{-4} \times 0.15} = 1768.4$$

$R_e < 2000$ , 属于层流 (5分)

$$h_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} = \frac{64}{R_e} \frac{l}{d} \frac{(\frac{4Q}{\pi d^2})^2}{2g} = \frac{64 \times 16 \times 1000 \times (15 \times \frac{1}{3600})^2}{1768.4 \times \pi^2 \times 0.15^5 \times 2 \times 9.8} = 0.685 \text{m 油柱} \quad (10 \text{分})$$

五、计算题 (15分)

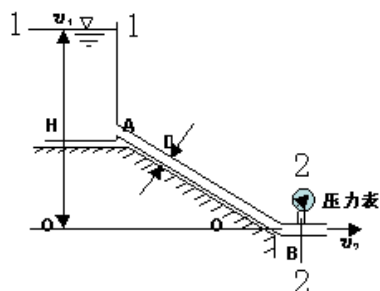
解: 取  $O-O$  为水平基准面, 对过水断面 1-1 和过水断面 2-2 列出伯努利方程

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_l \quad (5 \text{分})$$

由于  $z_1 = H = 20 \text{m}$ ,  $z_2 = 0$ ,  $\frac{p'_1}{\gamma} = 0$ ,

$$\frac{p'_2}{\gamma} = \frac{p_b}{\gamma} = \frac{p_b}{\rho g} = \frac{4.9 \times 10^4}{10^3 \times 9.8} = 5 \text{m},$$

$\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ ,  $v_1 = 0$



$$v_2 = \frac{Q}{A} = \frac{0.034}{\frac{\pi}{4} \times 0.15^2} = 1.92 \text{ m/s} \quad (10 \text{ 分})$$

将以上各量之值代入伯努利方程，得

$$20 + 0 + 0 = 0 + 5 + \frac{1 \times 1.92^2}{2 \times 9.80} + h_l$$

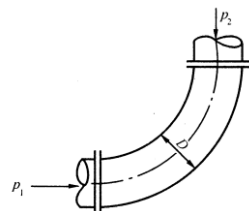
$$\text{所以 } h_l = 20 - 5.188 = 14.812 \text{ m} \quad (15 \text{ 分})$$

## 六、计算题 (15 分)

$$\text{解: } p_1 A_1 - R_x = -\rho Q v \quad R_y - p_2 A_2 = \rho Q v \quad (4 \text{ 分})$$

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} v = \frac{\pi \times 0.5^2}{4} \times 3 = 0.59 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3, \quad A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \times 0.5^2}{4} = 0.196 \text{ m}^2 \quad (6 \text{ 分})$$



$$\text{则 } R_x = p_1 A_1 + \rho Q v = 5.05 \times 10^4 \times 0.196 + 1000 \times 0.59 \times 3 = 11870 \text{ N}$$

$$R_y = p_2 A_2 + \rho Q v = 5.05 \times 10^4 \times 0.196 + 1000 \times 0.59 \times 3 = 11870 \text{ N} \quad (10 \text{ 分})$$

$$\text{弯管对流体的作用力: } R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{11870^2 + 11870^2} = 11786.7 \text{ N} \quad (12 \text{ 分})$$

$$\alpha = \arctan \frac{R_y}{R_x} = \arctan \frac{11870}{11870} = 45^\circ$$

方向为: (14 分)

因此，流体对弯管的作用力  $R'$  与  $R$  大小相等，方向相反。 (15 分)

## 七、计算题 (15 分)

解: 在拆除弯管之前, 在一定流量下的水头损失为

$$h_w = \lambda \frac{l}{d} \frac{v_1^2}{2g} + 2\zeta \frac{v_1^2}{2g} = \left( \lambda \frac{l}{d} + 2\zeta \right) \frac{v_1^2}{2g} = \left( 0.037 \times \frac{10}{0.1} + 2 \times 0.294 \right) \frac{v_1^2}{2g} = 4.29 \frac{v_1^2}{2g}$$

(5 分)

式中  $v_1$  为该流量下的圆管断面流速。

拆除弯管后的沿程水头损失为

$$h_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{v_2^2}{2g} = 0.037 \times \frac{10}{0.1} \times \frac{v_2^2}{2g} = 3.7 \frac{v_2^2}{2g}$$

(10 分)

式中  $v_2$  为拆除弯管后该流量下的圆管断面流速。

若两端的总水头差不变，则得

$$3.7 \frac{v_2^2}{2g} = 4.29 \frac{v_1^2}{2g} \quad (12 \text{ 分})$$

因而

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{4.29}{3.7}} = 1.077$$

流量  $Q = vA$ ， $A$  不变，所以  $Q_2 = 1.077Q_1$ ，即流量增加 7.7% 。 (15 分)

**八、叙述题：**说出该题的解题过程（5 分）

答：（1）查出各个局部损失的系数；（2）算出相对粗糙度；（3）列伯努利方程并化简；（4）判断流动状态并假设流动处于某个阻力区域；（5）试算和验证。（每步 1 分，共 5 分）