

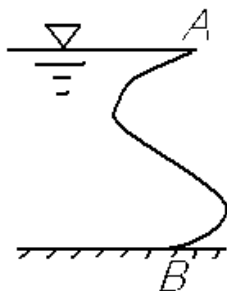
一、判断题（对的打“√”，错的打“×”，每题 2 分，共 20 分）

1. 液体的粘度随温度的升高而降低，随压力的升高而增大。
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。即作用于同一点上各方向的静压强大小相等。
3. 若平衡流体在  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向的单位质量力分别为  $X=5$ 、 $Y=4$ 、 $Z=3$ ，则等压面方程为  $5x+4y+3z=0$ 。
4. 流线和迹线实质是一回事。
5. 理想流体在有势质量力的作用下作定常流动时，函数  $(W - \frac{p}{\rho} - \frac{u^2}{2})$  的值在任一点上保持不变。
6. 同一水头作用下，出流直径相同的管嘴与孔口，管嘴出流量大于孔口出流量。
7. 实际流体流经水力半径小的过水断面时，流动阻力小。
8. 实际流体圆管层流的切应力分布是中间最大、管壁边缘为零的线性分布。
9. 尼古拉茨实验的水力粗糙管区阻力系数  $\lambda$  与雷诺数  $Re$  有关。
10. 串联管路的总水头等于各管段水头损失之和。

二、选择题（10 分）

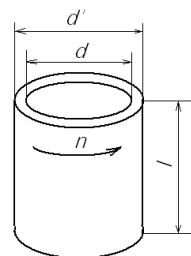
1. 伯努利方程中  $z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g}$  表示
  - A. 单位重量流体具有的机械能；
  - B. 单位质量流体具有的机械能；
  - C. 单位体积流体具有的机械能；
  - D. 通过过流断面的流体所具有的总机械能。
2. 动量方程
  - A. 仅适用于理想流体的流动
  - B. 仅适用于粘性流体的流动
  - C. 理想流体与粘性流体的流动均适用
  - D. 仅适用于紊流
3. 流体在管内作层流流动时，其沿程损失  $h_{f1}$  值与断面平均流速  $v$  的\_\_\_\_\_次方成正比。
  - A. 1
  - B. 1.75
  - C. 1.75~2
  - D. 2
4. 相对压强的起量点是
  - A. 绝对真空；
  - B. 1 个标准大气压；
  - C. 液面压强。
  - D. 当地大气压强；
5. 工程上计算流体在圆管内流动时，由紊流变为层流采用的临界雷诺数取为
  - A. 13800
  - B. 2320
  - C. 2000
  - D. 1000

三、绘图题（绘出 AB 曲线上的压力体，8 分）



#### 四、计算题 (12 分)

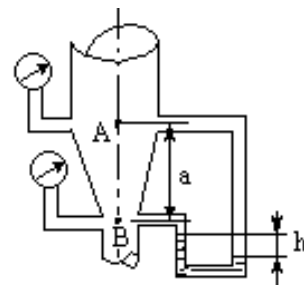
如右图，直径为  $d = 150\text{mm}$  的圆柱，固定不动。内径为  $d' = 151.24\text{mm}$  的圆筒，同心地套在圆柱之外。二者的长度均为  $l = 250\text{mm}$ 。柱面与筒内壁之间的空隙充以甘油，转动外筒，转速



为  $n = 100\text{r/min}$ ，测得转矩为  $T = 9.091\text{N} \cdot \text{m}$ 。求甘油的动力粘性系数  $\mu$ 。

#### 五、计算题 (20 分)

如右图所示，已知  $d_A = 150\text{mm}$ ， $d_B = 75\text{mm}$ ， $a = 2.4\text{m}$ ，水的流量  $Q = 0.02\text{m}^3/\text{s}$ ， $p_A - p_B = 1172\text{N/m}^2$ 。



(1) 如果 A、B 之间的水头损失表示为  $\zeta \frac{v_A^2}{2g}$ ，试求  $\zeta$  值。

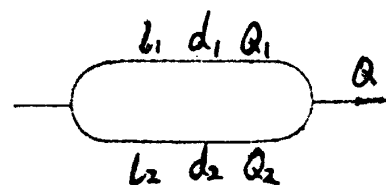
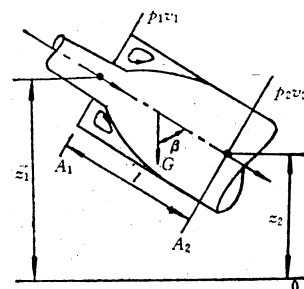
(2) 求出水银差压计中的读数  $h$ 。

#### 六、计算题 (20 分)

如图所示，计算圆管突然扩大的局部损失。

#### 七、计算题 (10 分)

如图有一并联管路，已知  $d_1 = 100\text{mm}$ ， $l_1 = 80\text{m}$ ， $\lambda_1 = 0.021$ ； $d_2 = 75\text{mm}$ ， $l_2 = 50\text{m}$ ， $\lambda_2 = 0.025$ ； $Q = 30\text{l/s}$ ，求  $Q_1$ 、 $Q_2$ 。



#### 一、判断题 (每题 2 分，共 20 分)

1. 液体的粘度随温度的升高而降低，随压力的升高而增大。✓
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。即作用于同一点上各方向的静压强大小相等。✓
3. 若平衡流体在  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向的单位质量力分别为  $X=5$ 、 $Y=4$ 、 $Z=3$ ，则等压面方程为  $5x+4y+3z=0$ 。x
4. 流线和迹线实质是一回事。x

5. 理想流体在有势质量力的作用下作定常流动时, 函数  $(W - \frac{p}{\rho} - \frac{u^2}{2})$  的值在任一点上保持不变。x

6. 同一水头作用下, 出流直径相同的管嘴与孔口, 管嘴出流量大于孔口出流 √

7. 实际流体流经水力半径小的过水断面时, 流动阻力小。x

8. 实际流体圆管层流的切应力分布是中间最大、管壁边缘为零的线性分布。x

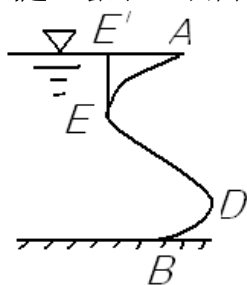
9. 尼古拉茨试验的水力粗糙管区阻力系数  $\lambda$  与雷诺数  $Re$  有关。x

10. 串联管路的总水头等于各管段水头损失之和。√

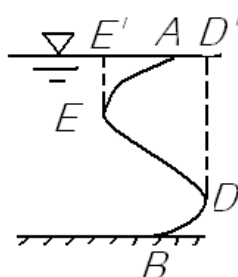
## 二、选择题 (每题 3 分, 共 15 分)

1. A    2. C    3. A    4. D    5. C

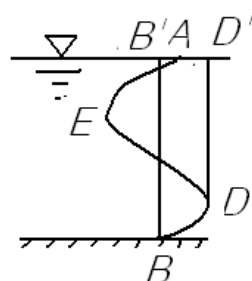
## 三、画图题 (绘出 AB 曲线上的压力体, 8 分)



实压力体  $EE'A$



虚压力体  $EE'D'D$



实压力体  $D'DBB'$

## 四、计算题 (12 分)

$$F = \mu A \frac{du}{dy} = \mu A \frac{v}{h}$$

解:

$$A = \pi dl; \quad v = \frac{\pi dn}{60}; \quad h = \frac{d' - d}{2} = 0.62 \text{ mm} \quad (3 \text{ 分})$$

$$T = Fr = F \frac{d}{2} \quad 9.091 = \mu \pi \times 0.15 \times 0.25 \times \frac{\pi \times 100 \times \frac{0.15}{2}}{60 \times 0.62 \times 10^{-3}}$$

$$\mu = 0.792 \text{ Pa} \cdot \text{s} \quad (12 \text{ 分})$$

## 五、计算题 (20 分)

解: (1) 以 B 为基准, 取 A、B 断面列伯努利方程

$$z_A + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{\alpha_A v_A^2}{2g} = z_B + \frac{p_B}{\gamma} + \frac{\alpha_B v_B^2}{2g} + h_l$$

$$z_A = a; z_B = 0; \alpha_A = \alpha_B = 1; h_l = \xi \frac{v_A^2}{2g} \quad (8 \text{ 分})$$

$$\text{又 } v_A = \frac{4Q}{\pi d_A^2}, \quad v_B = \frac{4Q}{\pi d_B^2} \quad (12 \text{ 分})$$

$$\text{代入数值, } \xi = 3.4 \quad (14 \text{ 分})$$

(2) 设 B 断面到水银测压计左支管水银交界面的垂直距离为  $b$ ，从  $p_B$  开始，

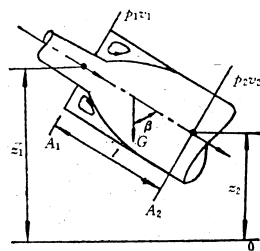
用逐段加减的方法推演到  $p_A$ ，可得  $p_B + \gamma b + \gamma' h - \gamma(h + b + a) = p_A$  (18 分)

$$\text{由 } p_A - p_B = \gamma' h - \gamma h, \text{ 得 } h = \frac{1}{\gamma' - \gamma} (p_A - p_B + \gamma a) = 9.5 \text{ mm} \quad (20 \text{ 分})$$

## 六、计算题 (20 分)

**解：**取水平基准面 0-0，过水断面的压强、速度及位置高度如图

由于 I、II 两过水断面上流线已接近平行，即属于缓变流，因此可写出两断面的伯努利方程（设  $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ ）



$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_j \quad (1) \quad (7 \text{ 分})$$

由于在  $dt$  时间内从断面 I 到 II 的流速由  $v_1$  变为  $v_2$ ，根据动量定理得

$$p_1 A_1 - p_2 A_2 + p_1 (A_2 - A_1) + \gamma A_2 (z_1 - z_2) = \rho A_2 v_2 (v_2 - v_1)$$

$$\text{整理得 } \frac{v_2}{g} (v_2 - v_1) = \left( \frac{p_1}{\gamma} + z_1 \right) - \left( \frac{p_2}{\gamma} + z_2 \right) \quad (2) \quad (14 \text{ 分})$$

$$\text{由 (1) 和 (2) 得 } h_j = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

$$\begin{aligned} v_2 &= \frac{A_1}{A_2} v_1 \\ \text{由连续性方程 } h_j &= \zeta_1 \frac{v_1^2}{2g}; \end{aligned} \quad \text{代入上式得} \quad (18 \text{ 分})$$

$$\zeta_1 = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$$

其中 (20 分)

### 七、计算题 (10 分)

解: 由  $h_{f1} = h_{f2}$ ; (3 分)

$$\begin{aligned} \lambda_1 l_1 / d_1 \cdot v_1^2 / (2g) &= \lambda_2 l_2 / d_2 \cdot v_2^2 / (2g) \\ \frac{v_1^2}{v_2^2} &= \frac{\lambda_2 l_2}{d_2} \cdot \frac{d_1}{\lambda_1 l_1} \end{aligned}$$

则, 代入数值得  $v_1 = v_2$  (7 分)

$$Q_1 / Q_2 = \frac{\frac{\pi}{4} d_1^2 v_1}{\frac{\pi}{4} d_2^2 v_2}$$

$$Q_1 / Q_2 = 16 / 9$$

$$Q_1 + Q_2 = Q$$

则

$$Q_1 = 16 / 25 Q = 19.21(\text{l/s})$$

$$Q_2 = 9 / 25 Q = 10.80(\text{l/s})$$

所以解出

(10 分)