

一、简答题（共 50 分）

1. 简述牛顿内摩擦定律以及该定律的适用范围。（本题 10 分）
2. 简述拉格朗日法和欧拉法在流场描述上的主要区别。（本题 12 分）
3. 写出下列各准则数的表述式和各自的物理意义：（本题 8 分）
Eu 数；Re 数；Fr 数；M 数
4. 简述附面层理论对流场简化计算的意义。（本题 10 分）
5. 简述流体在泵或风机里的主要机内损失（本题 10 分）

二、有一盛水的开口容器以加速度 5.0m/s^2 沿与水平面成 30° 夹角的斜面向上运动（如图 1 所示）。容器中的水始终处于平衡状态，求运动过程中容器中水面的倾角 θ 。（本题 10 分）

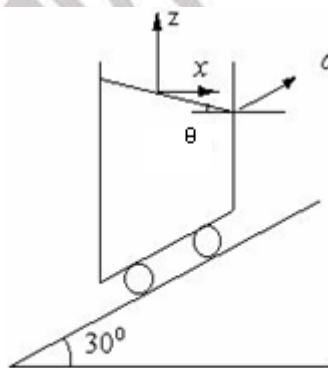


图 1 开口容器平衡运动

三、设管路中有一段水平（ xoy 平面内）放置的变径弯管，如图 2 所示。

已知水流量 $Q = 0.15\text{m}^3/\text{s}$ ，过流断面 1—1 上的流速分布为

$$u_1 = \frac{\rho g J}{4\mu} (r_{01}^2 - r^2), \text{ 其形心处相对压强 } p_1 = 7.6 \times 10^4 \text{ Pa}, \text{ 管径}$$

$d_1 = 0.5m$ 。过流断面 2—2 上的流速分布为 $u_2 = u_{\max} \left(\frac{y}{r_{02}} \right)^{\frac{1}{7}}$,

管径 $d_1 = 0.3m$ 。其中水的密度按 $1.0 \times 10^3 kg/m^3$ 计。若不计能量损失, 试求过流断面 2—2 形心处相对压强。(本题 25 分)

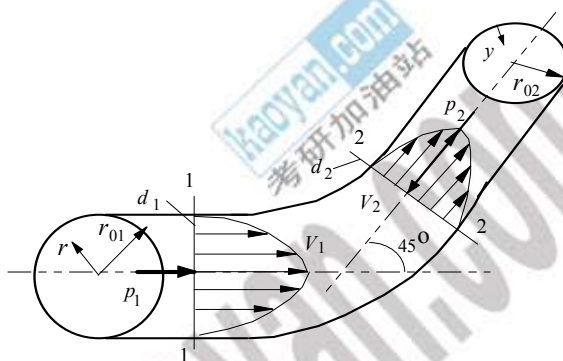


图 2 水平放置的变径弯管

四、圆形、正方形、矩形管道各断面如图 3 所示。断面积相等均为 A , 水流以相同的水力坡度流动时,

求: (1) 各断面边壁上的切应力之比;

(2) 当沿程阻力系数相等时, 各断面的流速之比。

(本题 14 分)

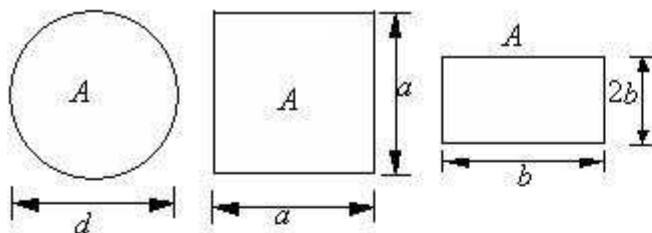


图 3 圆形、正方形、矩形管道截面

五、水从封闭的立式容器中经管嘴流入开口水池（见图 4 所示），管嘴直径 $d = 100\text{mm}$ ， $h = 0.6\text{m}$ ，流量为 $5 \times 10^{-2} \text{m}^3/\text{s}$ 。求作用于容器内液面上的压强 p_0 。其中管嘴流量系数 $\mu = 0.82$ 。水的密度按 $1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 计。（本题 10 分）

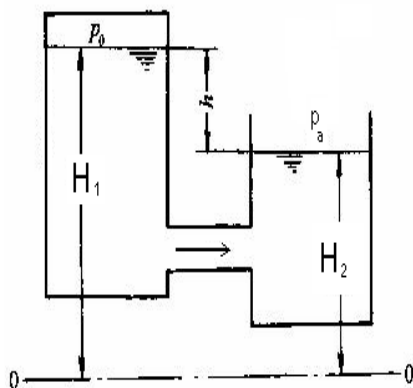


图 4 管嘴淹没出流

六、某两层楼的供暖立管（见图 5 所示），管段 1 的直径为 20mm ，总长为 20m ，总阻力系数 $\sum \zeta_1 = 15$ 。管段 2 的直径为 20mm ，总长为 10m ，总阻力系数 $\sum \zeta_2 = 15$ 。管路的 $\lambda = 0.025$ ，干管中的流量 $Q = 1 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$ ，求通过管段 1 的流量 Q_1 和管段 2 的流量 Q_2 （本题 15 分）

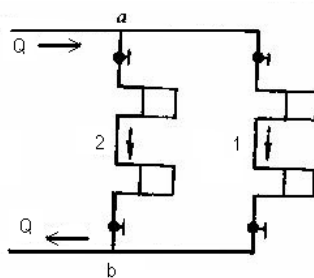


图 5 供暖管路示意

七、沿倾斜平面均匀流下的薄液层，其流速 u 在运动中沿 x 方向保持不变。薄液层厚度为 b ，薄层之上为自由液面，如图 6 所示。。请根据附面层相

关理论和平面二维的 N-S 方程：
$$\frac{du_x}{dt} = X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial y^2} \right)$$

$$\frac{du_y}{dt} = Y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 u_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_y}{\partial y^2} \right)$$

做如下证明：

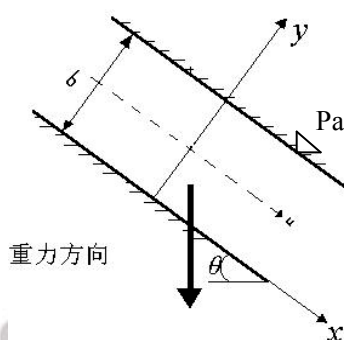


图 6 薄液层向下运动

证明：(1) 流层内的速度分布为 $u = \frac{\gamma}{2\mu} (2by - y^2) \sin \theta$

(2) 单位宽度上的流量为 $q = \frac{\gamma}{3\mu} b^3 \sin \theta$

(本题 26 分)