

# 南京理工大学

## 2011 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 834

科目名称: 流体力学

满分 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

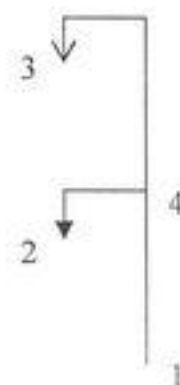
### 一、简答题 (每小题 5 分):

- 1、写出流体力学微分形式的连续方程、微分形式的不可压牛顿流体 N-S 方程;
- 2、在流体力学中为什么要采用 Euler 方法来描述流体的运动?
- 3、请描述圆管内紊流速度分布的特点 (可以分成几个区? 各区内切应力有什么特点)?
- 4、什么是流体的压缩性? 什么情况下流体可以看作是不可压缩的?
- 5、什么是静压、动压和总压?
- 6、雷诺数很小意味着什么??

### 二、计算题 (每小题 16 分):

- 1、水从五层楼距地面 16 米高处的管中铅直流出到大气中, 已知出口处水的速度  $v_1 = 1\text{m/s}$ , 出口处水流的横截面积  $S_1 = 0.0079\text{m}^2$ , 忽略空气阻力的影响, 求: 距地面 1m 高处水流的横截面积。

- 2、如图是一个住宅供水系统, 已知: 1 点压力为  $p_1 = 297325\text{Pa}$ , 2、3 为用户的水龙头出水口, 水在该处流出到大气中, 大气压力均为  $101325\text{Pa}$ , 2、3 的高度为  $z_2 = 8.5\text{m}$ 、 $z_3 = 14.5\text{m}$ , 各管径均为  $d = 0.03\text{m}$ , 各管段的长度分别为:  $l_{1-4} = 9\text{m}$ 、 $l_{4-2} = 1\text{m}$ 、 $l_{4-3} = 7\text{m}$ , 假设各管段的摩擦系数均为  $f = 0.02$ , 水的密度  $\rho = 10^3\text{kg/m}^3$ , 忽略各管路的局部损失: 求:

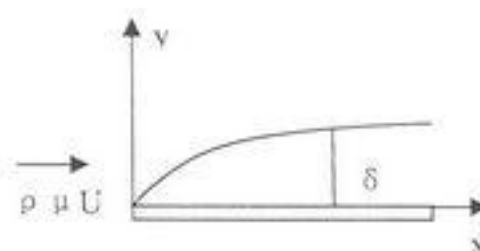


- 1) 用户 2 关闭时, 用户 3 的体积流量  $Q_3$ ;
- 2) 用户 2 开启时, 用户 3 的体积流量  $Q_3$ ;

3、如图，某平板边界层，假设边界层内的速度分布为  $\frac{u}{U} = \left(\frac{y}{\delta}\right)^{\frac{1}{6}}$ ，平板壁面处的

摩擦应力为  $\tau_w = 0.0225 \rho U^2 \left(\frac{\mu}{\rho U \delta}\right)^{\frac{1}{4}}$ ，其中：

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ 、 $\mu = 10^{-3} \text{ Pas}$ 、 $U = 6 \text{ m/s}$ ；



(1) 求： $x = 2 \text{ m}$  处边界层厚度  $\delta$ ；

(2) 求： $x = 2 \text{ m}$  处边界层位移厚度  $\delta^*$ 。

4、如图，某火箭发动机由燃烧室和缩放喷管组成，如果要求喷管出口处马赫数  $Ma_e = 3$ ，假设燃气可近似为空气，发动机外环境背压为  $101325 \text{ Pa}$ ，空气气体常数  $R_g = 287.1 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ，比热比  $k = 1.4$ ；

(1) 燃烧室内的压力至少是多少？

(2) 缩放喷管喉部处的马赫数是多少？

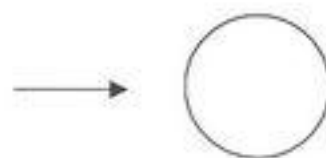
(3) 喷管出口横截面积和喉部横截面积之比是多少？



5、上题中，假设喷管出口处未出现膨胀波，出口处燃气（近似为空气）的马赫数为 3、温度为  $1000 \text{ K}$ 、密度为  $1.2 \text{ kg/m}^3$ 、面积为  $0.026 \text{ m}^2$ ；利用积分形式的动量方程；求：燃气对火箭的作用力。

三、证明题（每小题 20 分）：

1、如图，流体流过一个静止的圆球，①：试分析圆球对流体的阻力与哪些量有关，②：用量纲分析法确定阻力  $F$  的表达式。



2、(1) 证明等式： $\lambda^2 = \frac{\frac{k+1}{2} Ma^2}{1 + \frac{k-1}{2} Ma^2}$

(2) 证明：当  $Ma > 1$  时， $\lambda > 1$ 。