

大连理工大学二〇〇五年硕士生入学考试

《流体力学》 试题

共 2 页

注: 答题必须注明题号答在答题纸上, 否则试卷作废!

一. 回答下列问题:

(50 分, 每小题 10 分)

1. 已知欧拉描述中速度场 $\vec{V}(x, y, z, t)$, 请给出下列三种情况的数学表达: 流动定常; 流动不可压缩; 质点加速度为零。
2. 写出关于某物理量 Q 的输运公式, 并说明公式中出现的积分区域及各种物理量的含义。
3. $N-S$ 方程中的物理量 (如压力 P , 速度 \vec{V}) 与雷诺方程中对应的物理量的含义有何不同? 你怎样理解当雷诺数 Re 超过临界值时, $N-S$ 方程是不稳定的, 而雷诺方程是稳定的?
4. 亥姆霍兹定理的结论可简述为涡管强度不随时间改变, 请说明该结论成立的条件。
5. 理想流体应力只有正压力, 请证明一点的正压力与方向无关。

二. 已知平面运动的两组速度场:

$$1) \begin{cases} u = x + t \\ v = -y + t \end{cases}$$

$$2) \begin{cases} u = x \\ v = -y \end{cases}$$

请分别按两组速度场求:

a) $t=0$ 时过 $(-1, -1)$ 点的流线。

b) $t=0$ 时过 $(-1, -1)$ 点的质点的轨迹线。

(25 分)

- 三. 水箱下端开一面积为 A_0 的小孔, 小孔会产生射流 (如图 1 所示)。已知水箱中水的高度 H 保持不变 (通过补给来实现), 流体可视为理想、不可压缩流体, 求射流水柱横截面面积 $A(x)$ 随 x 的变化规律。

(25 分)

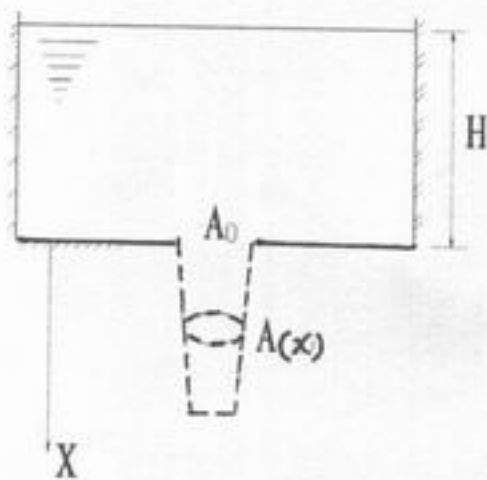


图 1

四. 为了测量圆柱体的阻力系数, 将一个直径为 d , 长为 l 的圆柱体放在二维定常不可压缩流场中 (如图 2 所示)。测得 AB 截面速度为 V_∞ , 压力为 P_∞ ; CD 截面上压力为 P_∞ , 速度分布如图所示 (上下处为 V_∞ , 中间 $4d$ 处呈线性分布)。忽略质量力, 求圆柱体的阻力系数 C_D 。

$$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \rho V_\infty^2 l d}$$

其中 D 为阻力, ρ 为流体密度。(提示: 选控制体时, BC、AD 应选为流线, 且 BC、AD 上的压力均可视为 P_∞) (25 分)

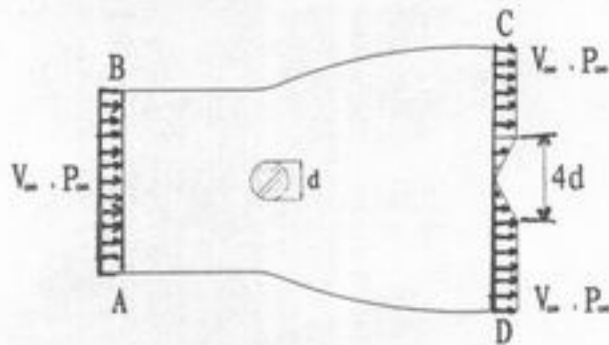


图 2

五. 不可压缩粘性流体在一半径为 r_0 的圆管中作定常流动 (如图 3 所示), 略质量力。请证明在层流状态下:

- 1) 任意截面上压力 P 为一常数。
- 2) 任意截面上速度分布为:

$$V_x = \frac{1}{4\mu} \Delta P (r_0^2 - r^2)$$

其中, μ 为粘性系数, ΔP 为单位管长度压力降。 (25 分)



图 3