

二〇〇一年硕士生入学考试 流体力学(不含数值法中解)试题

共 4 页

一. 回答下列问题

1. 流函数与势函数存在的条件是什么? 它们与速度的关系如何? 若流体为粘性流体, 流函数与势函数还存在吗? 为什么? (9分)

2. 用欧拉观点列出下列各情况下密度(ρ)的数学表达式: (8分)

1) 定常流动; 2) 均质流体;

3) 不可压缩流体; 3) 不可压缩均质流体;

3. 水箱连同箱内的水是静止的, 一只质量为 M 的船浮在水中, 若给水箱一个垂直向上的加速度 a , 问 (8分)

1) 船所受的浮力是否会增加? 增加多少?

2) 船相对于水箱是否会下沉? 试说明理由.

二. 已知平面流动的速度分布为

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

试求 $t=1$ 时过 $(0,0)$ 点的流线及 $t=0$ 时位于 $(0,0)$ 点的流体质点的轨迹。 (15分)

三. 已知不可压缩流体的速度场为

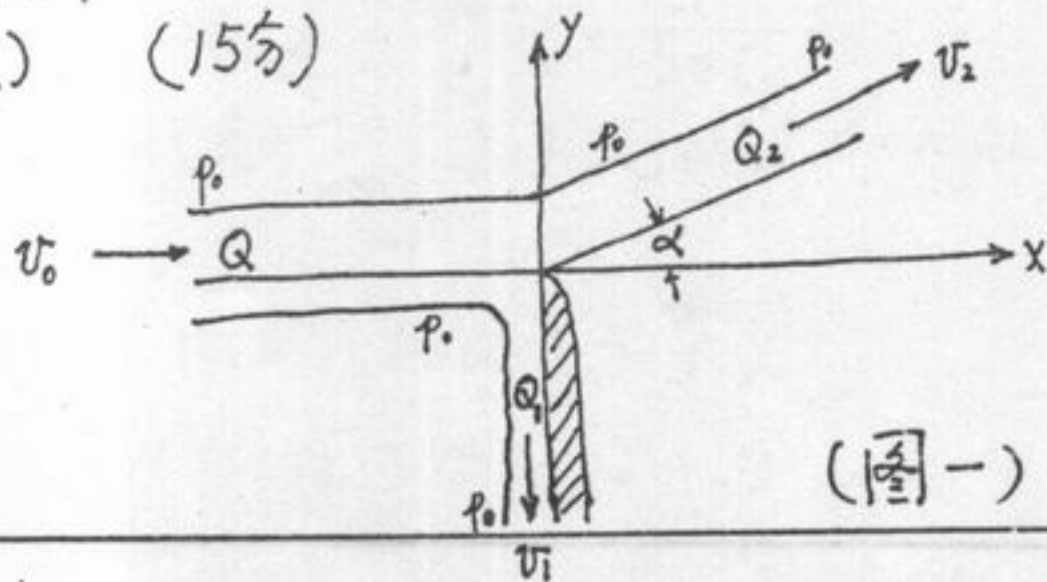
$$\begin{cases} u = a \sqrt{y^2 + z^2} \\ v = w = 0 \end{cases}$$

试求: 1) 涡线方程

2). 沿闭曲线 $\begin{cases} x^2 + y^2 = b^2 \\ z = 0 \end{cases}$

的速度环量。 (15分)

四. 将一平板伸入水柱内如图一所示, 板垂直于水柱来流方向, 已知水柱来流速度 $v_0 = 10 \text{ m/s}$, 来流流量为 $Q = 300 \text{ m}^3/\text{s}$, 分流量 $Q_1 = 100 \text{ m}^3/\text{s}$, 求水柱作用在平板上的力及水流偏转角 α 。(忽略液体的重量及粘性, 水柱四周压力处处为大气压。) (15分)



(图一)

五. (15分) 如图二所示, 不可压缩粘性流体从两无限宽的平行平板中流动, 假设流动状态为层流, 两平板间距离为 $2H$, 流动定常, 质量力不计, 试证明:

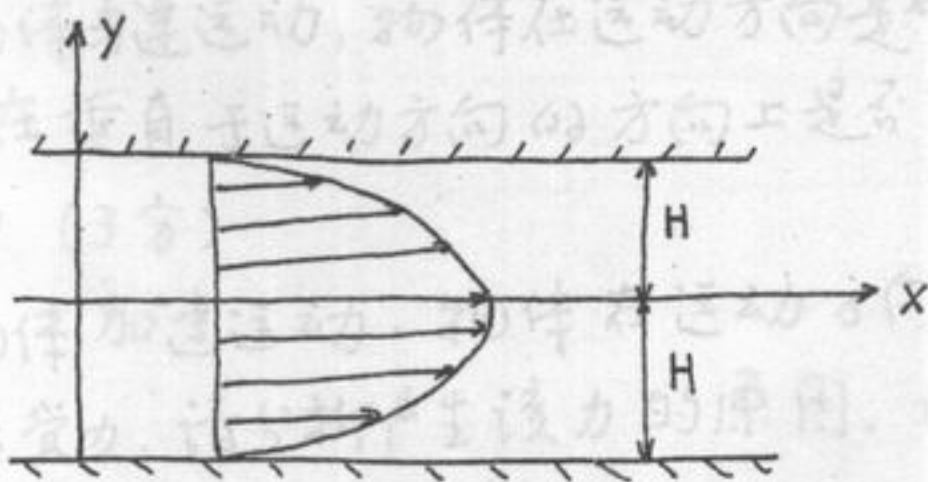
1. 压力 p 沿流动方向线性减小, 即 $dp/dx = C$.

2. 横断面上流速分布为

$$u = u_{\max} \left(1 - \frac{y^2}{H^2} \right)$$

$$\text{其中 } u_{\max} = -\frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} H^2$$

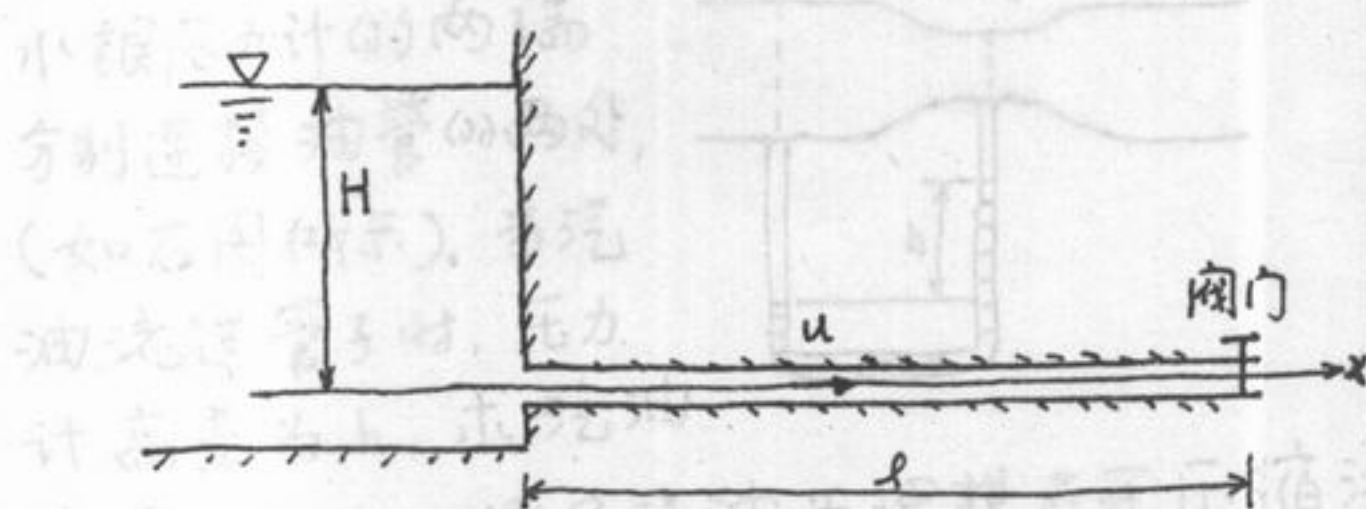
μ 为粘性系数



(图二)

六. (15分) 如图三所示, 从水池引出一根长 $l = 100 \text{ m}$ 的等直径水管, 水管进口处距水面高 $H = 12 \text{ m}$, 水管水平放置, 今要求在 1 秒钟内关闭管路

出口的阀门。假设：①关闭时流速随时间均匀减小；②不计管中阻力及水管壁弹性；③认为管中流动是流速为 u 的平行流，因此是有势的流动。试求：阀门关闭完了时阀门处的压强值。



ρ_2 (20分)

三、理想、不可压缩流体平面无旋流动的速度势

$$W(z) = U_\infty z + \frac{U_\infty^2}{2} + \frac{\Gamma}{2\pi i} \ln z$$

(1) 证明该复势代表了无穷远来流绕过 $\Gamma=0$ 的圆柱体的无旋运动。

(2) 求沿 $\Gamma=0$ 圆周线的速度环量。

(3) 求单位厚度圆柱体受到的升力。

(20分)