

北京航空航天大学

二〇〇二年硕士生试题

题单号: 553

流体力学 (共 3 页)

考生注意: 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与阅卷)。

一、简答题 (本题 20 分, 每小题各 4 分)

1. 何为连续性介质假设?
2. 什么是流体的粘性? 液体与气体的粘性有何区别?
3. 何为流体的易流性? 在受到剪切力时流体与固体的最大区别是什么?
4. 何为质量力? 何为面力?
5. 根据马赫数的意义说明低马赫数气体可以被看成是不可压缩气体。

二、(本题 10 分)

试写出关于一般形状控制体的积分形式质量方程, 并解释各项意义。

三、(本题 10 分)

已知二维速度场 $u=x(1+t)$, $v=y$, 试求在 $t=0$ 时过 $(1, 1)$ 点的流线以及流体质点的迹线。

四、(本题 10 分)

写出流体静平衡微分方程并说明其意义，并由此证明等压面与质量力正交。

五、(本题 10 分)

一容积固定为 τ 的容器内装满盐水；初始时刻密度为 ρ_i ，纯水（密度为 ρ_w ）以质量流量 $\rho_w Q_1$ 流入容器，并与其中的盐水充分混合，同时混合液以质量流量 ρQ_2 流出容器。设流入与流出的体积流量保持不变 $Q_1=Q_2=Q$ ，求：

- ①容器内液体混合物的密度变化率；
- ②密度变为 ρ 时（ $\rho_i > \rho > \rho_w$ ）时所需时间。

六、(本题 10 分)

设二平板间距为 $2b$ ，其中的二维定常不可压流动速度分布为

$$u = U \left(\frac{2y}{b} - \frac{y^2}{b^2} \right), \quad v = 0$$

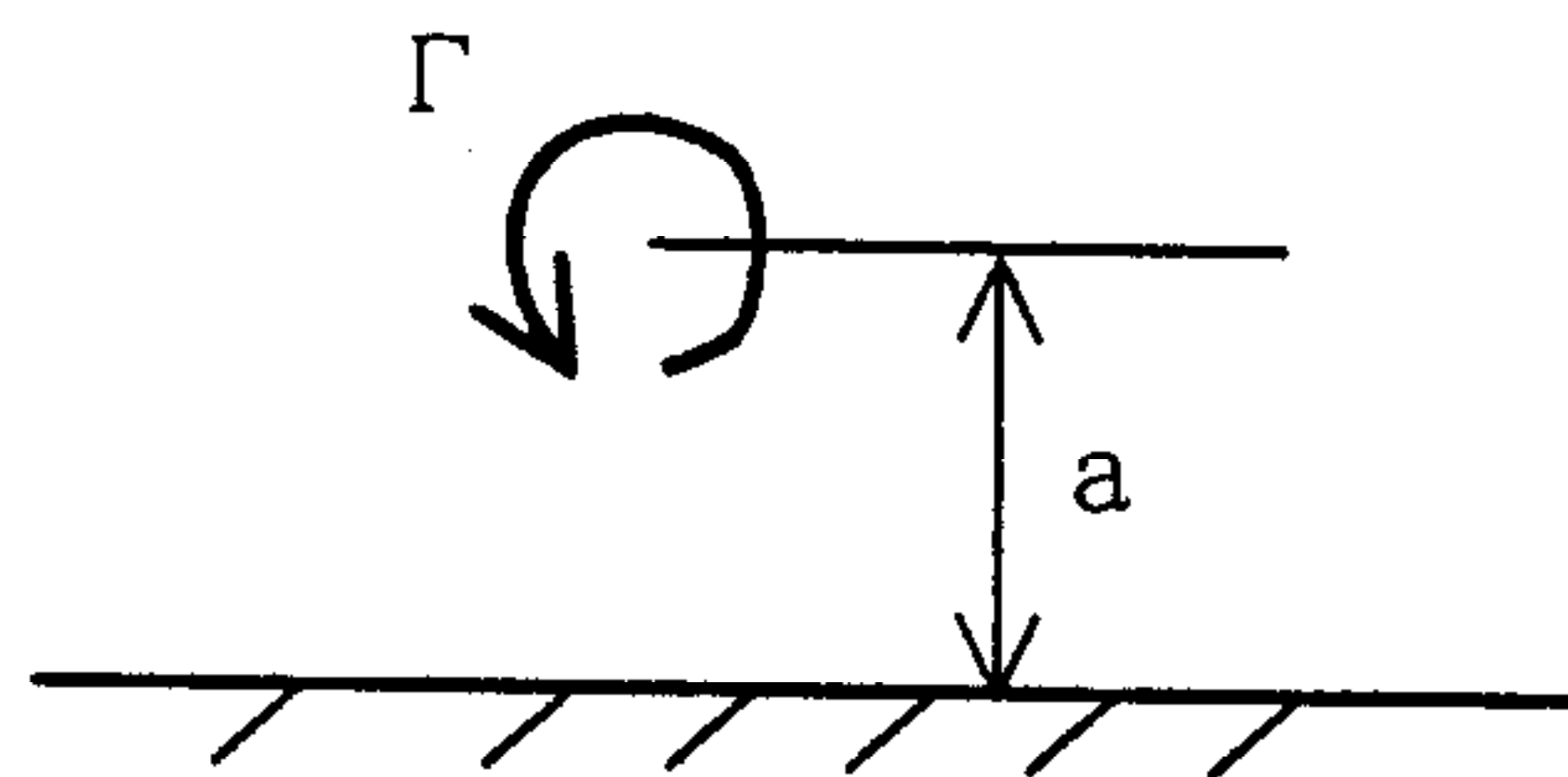
- ①求涡量 Ω 的表达式并画出涡量分布；
- ②在距底板分别为 $b/2$ 、 b 以及 $3b/2$ 三处的流体微团是否有旋转角速度？如有，其旋转方向如何？

七、(本题 10 分)

承上题，求上述流场中流函数 Ψ 的表达式，并证明 $\nabla^2 \Psi = -\Omega$ ，其中 ∇^2 为拉普拉斯算子， Ω 为涡量。

八、(本题 10 分)

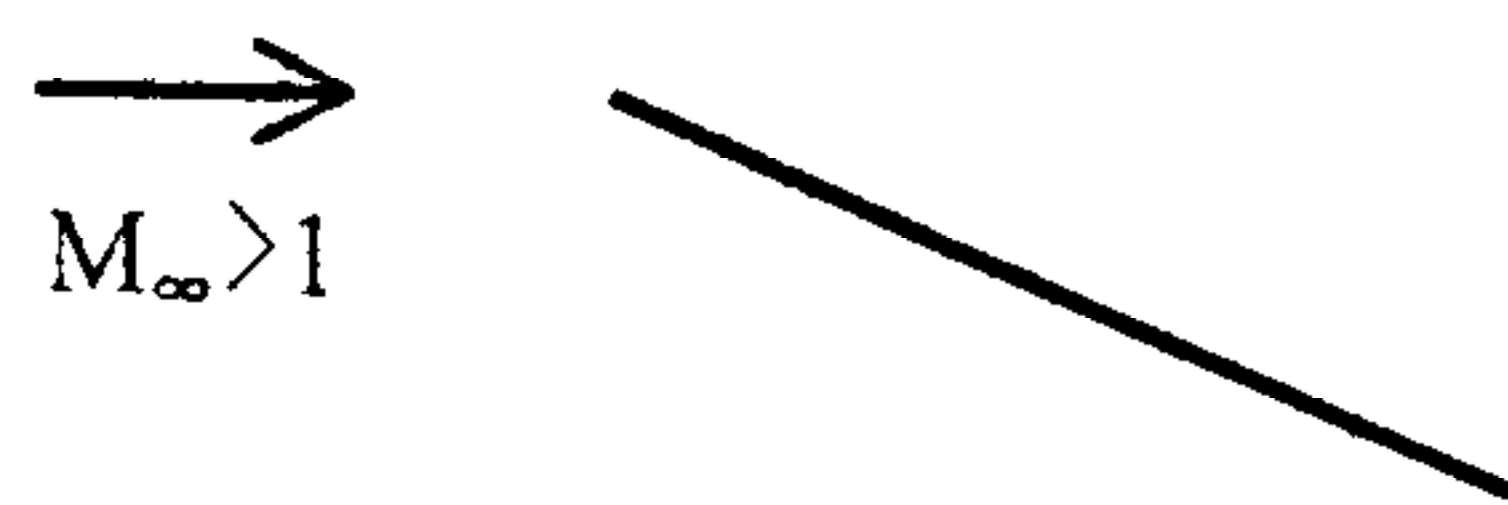
在距离水平直壁 a 处有一点涡，环量为 Γ 。试证明该点涡上有一平行于壁面的速度： $u = \Gamma / (4\pi a)$



题八图

九、(本题 10 分)

超音速无粘流流过一个二维平板（攻角不为零）。试画出平板附近的波系示意图。哪些区域内流动是等熵的？流场中是否存在涡面？



题九图