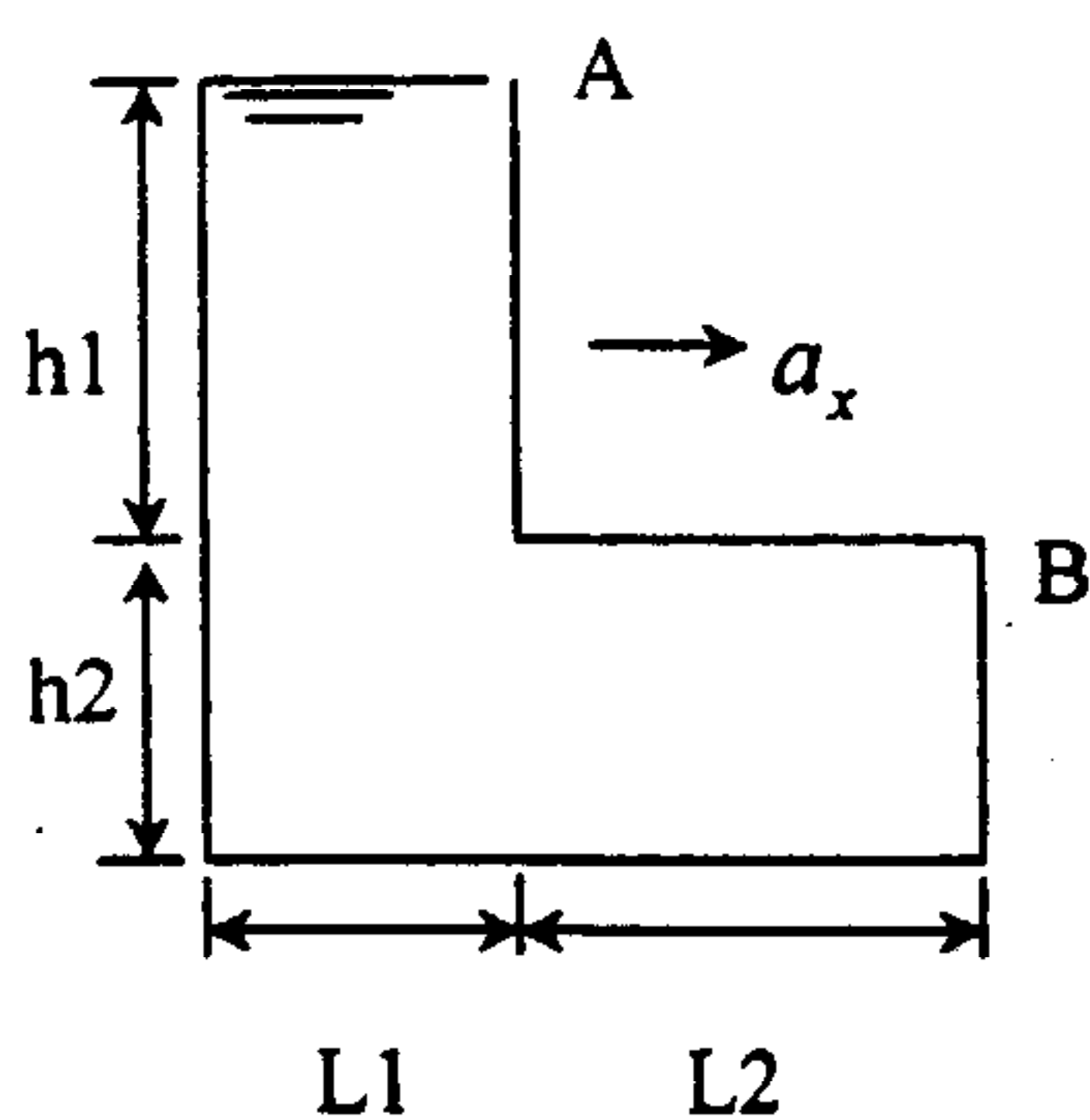


北京航空航天大学
二〇〇三年硕士生试题
流体力学 (共3页)

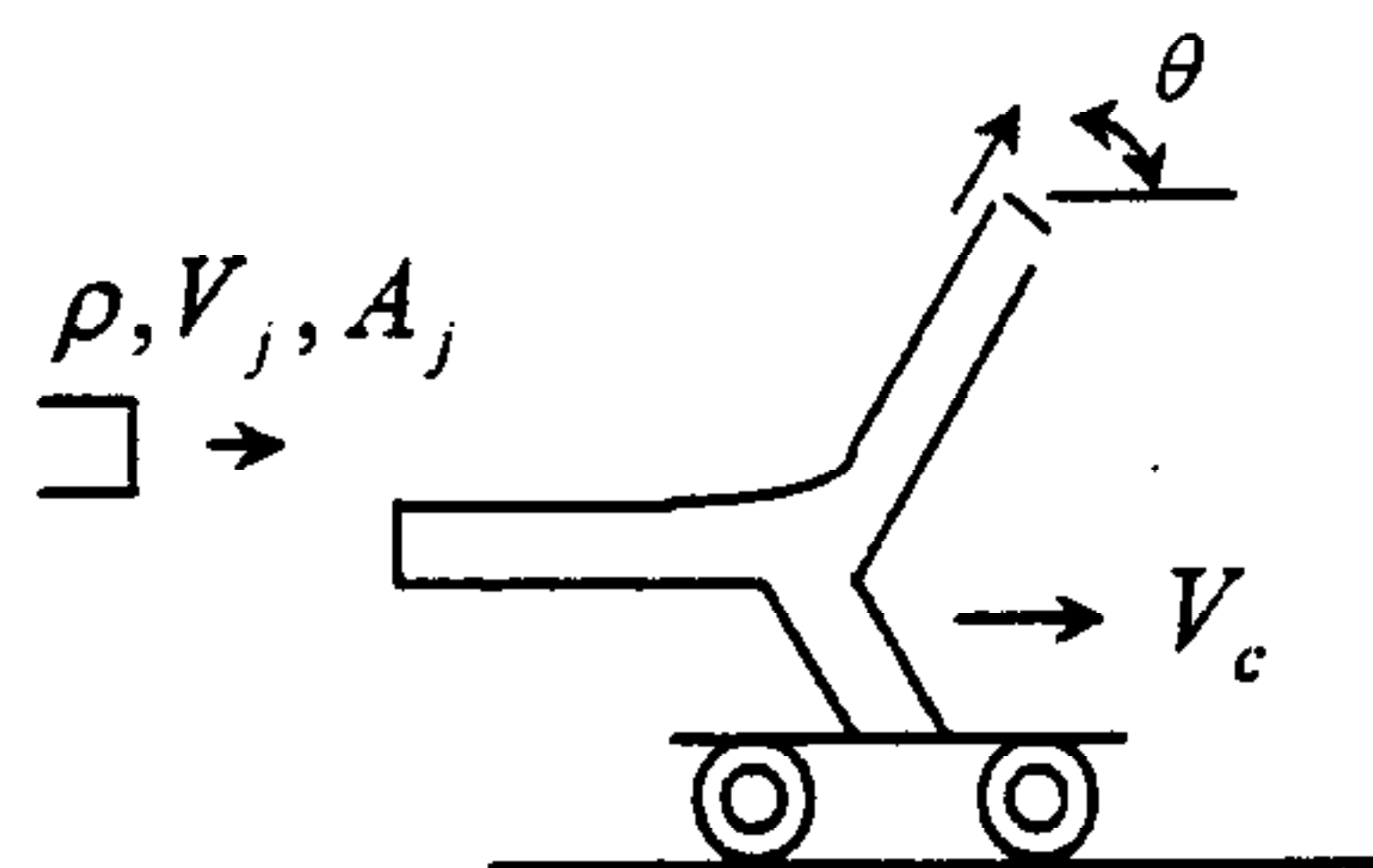
题单号: 441

考生注意: 所有答题务必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、 (本题 10 分) 已知 $\vec{u} = yzt\vec{i} + zxt\vec{j}$, 求 $t=1$ 时, 质点在 $(1,2,1)$ 处的加速度。
- 二、 (本题 15 分) 已知流体的流动速度为 $\vec{u} = (1-y)\vec{i} + t\vec{j}$, 试求 $t=1$ 时过 $(0,0)$ 点的流线。
- 三、 (本题 20 分) 题三图中装满了水, 在 A 点处与大气相通。问加速度 a_x 为多少时, 水箱右端上角 B 点压力为大气压?



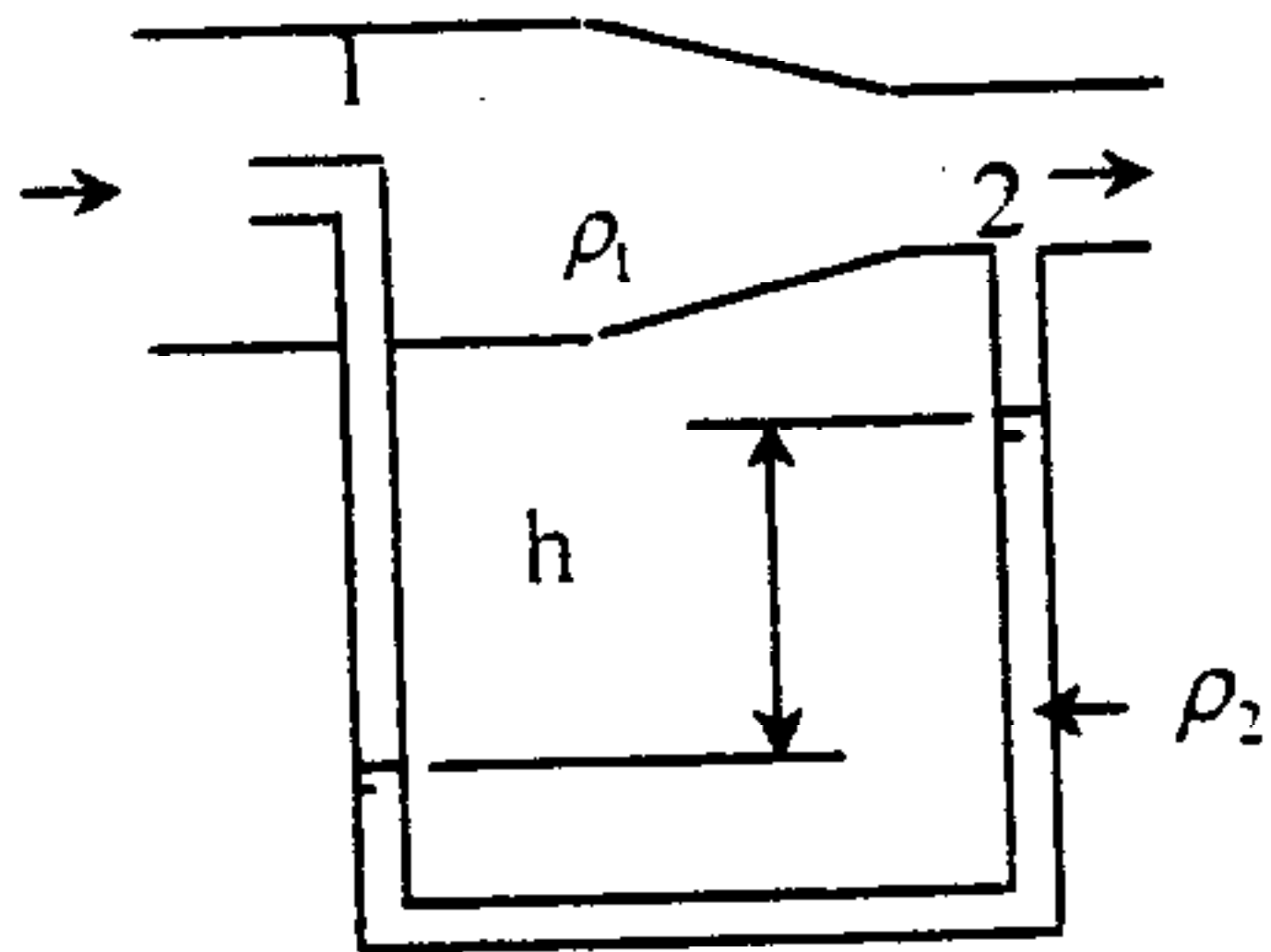
题三图



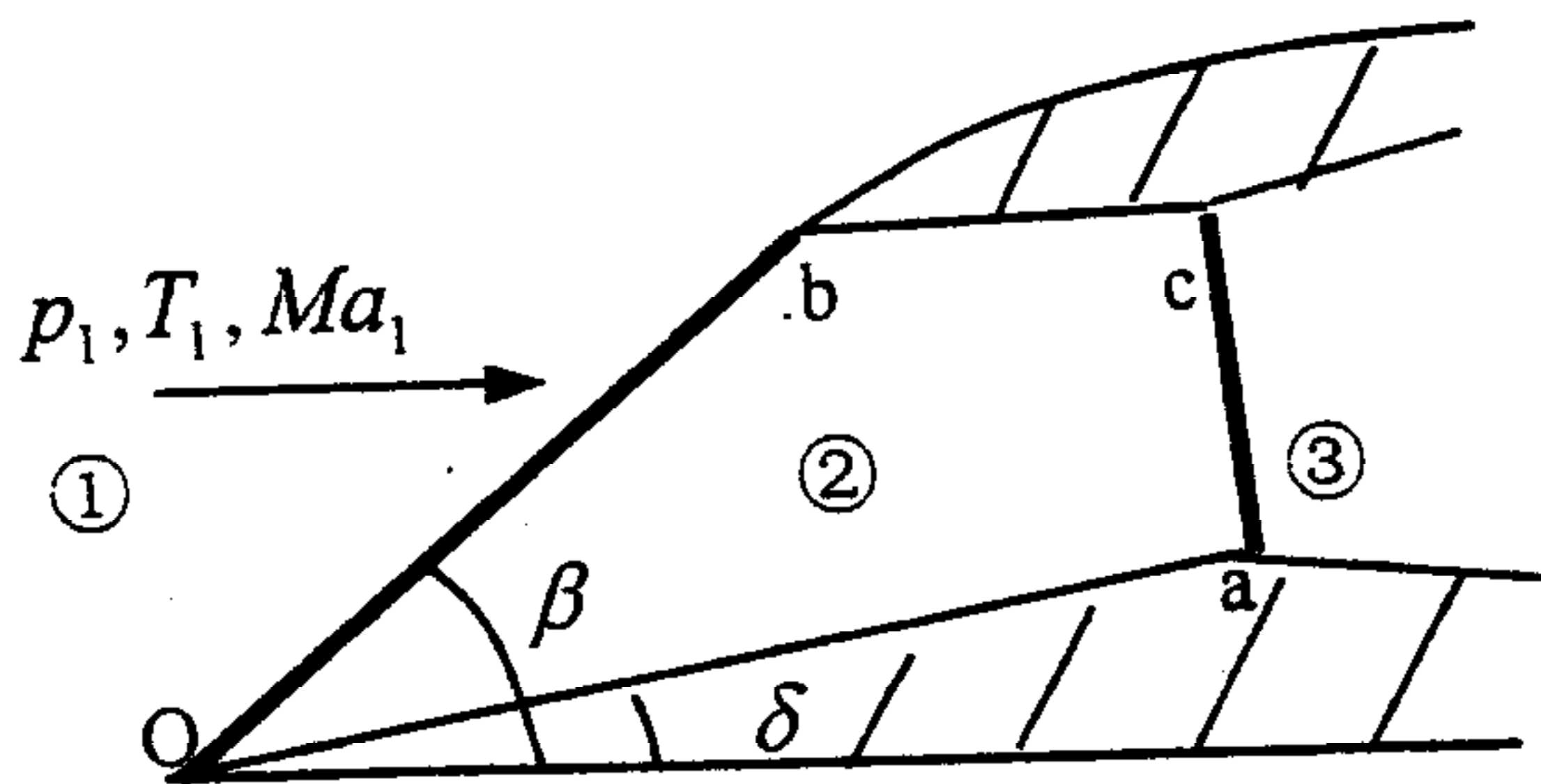
题四图

四、(本题 20 分) 如题四图所示, 射流流过固定在小车上的弯板, 小车以定常的水平速度 V_c 运动, 不计摩擦, 求: 维持小车运动所需的力及其功率。

五、(本题 25 分) 一收缩管流如 题五图 所示, 已知 1, 2 处的直径分别为 $D_1=10\text{cm}$, $D_2=6\text{cm}$, 1 处的压力 $p_1=170\text{ kN/m}^2$, 测压计高差为 $h=8\text{cm}$, 两种流体的密度分别为 $\rho_1=1.2\text{kg/m}^3$, $\rho_2=818\text{kg/m}^3$ 。不计损失, 求 2 处的压力 p_2 以及气流的体积流量。



题 五 图



题 七 图

六、(本题 10 分) 设某收扩喷管内为一维等熵流动。喷管出口截面 e 处以后的气流经过一束静压降为 $p_2/p_1 = \pi$ 的膨胀波后排入大气。试导出截面 e 处膨胀波前喷气速度 v_e 的计算法。已知喷管上游总压 p^* , 总温 T^* , 大气压 p_a , 燃气比热比 k , 气体常数 R 。

七、(本题 20 分) 高空均匀来流通过一个平面超音速进气道 a0bc (见题七图)。

设这是无粘性完全气体流动, 比热比 $k=1.4$ 。已知

① 区的马赫数 $Ma_1=4.0$, 静压 $p_1=0.05529\times 10^5\text{ Pa}$, 静温 $T_1=216.7\text{ K}$, 楔角 $\delta=8^\circ$, 激波角 $\beta=20.5^\circ$, 已知正激波函数表。

正激波函数表		
Ma_1	Ma_2	p_2^*/p_1^*
3.418	0.4560	0.2360
2.112	0.5598	0.6695
1.401	0.7397	0.9582

问: 为实现图示的一斜激波一正激波的双波波系

流动，而不使出现第三道激波，则 bc 段直壁面的设计原则为何？

求：实现双波波系后，①区的总温 T_1^* 、总压 p_1^* ；②区和③区的总温、总压、马赫数。提示：利用激波前后法向分速。计算中不必插值。

八、(本题 15 分) 一个矢量形式的三维流动的动力学基本微分方程组如下

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0$$

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} = -\frac{1}{\rho} \nabla p$$

$$\frac{Dp}{Dt} = a^2 \frac{D\rho}{Dt}$$

$$p = \rho RT$$

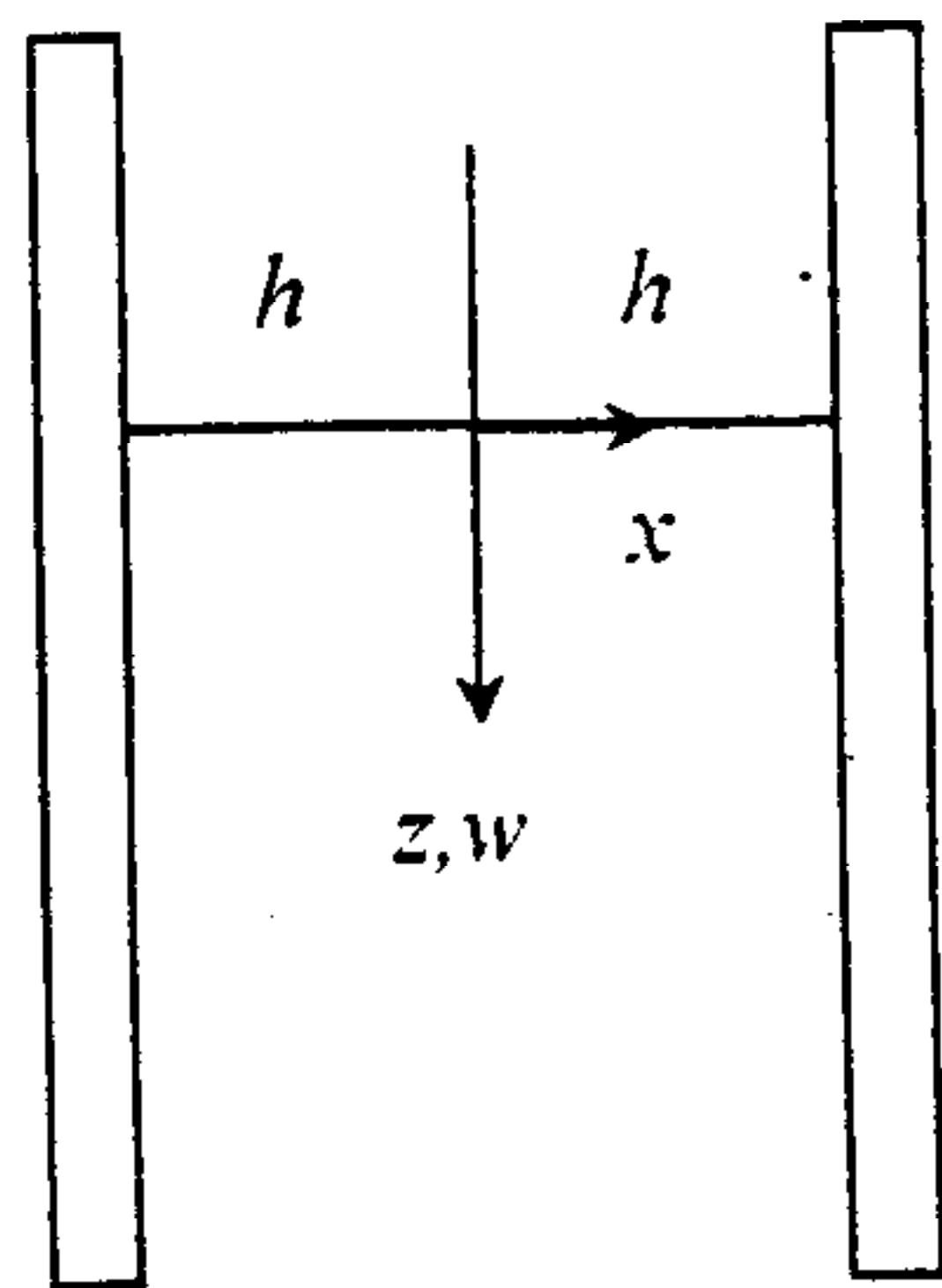
1. 请简单标注上面各个方程的名称。2. 填空：该方程适用于____粘性____气体的____热____熵____常流动问题。3. 列出方程组的自变量和待求函数。4. 试由上面方程组推导出下面的一维流动的控制方程组， u 是一维流速。

$$\rho \frac{\partial u}{\partial t} + \rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial p}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + u \frac{\partial p}{\partial x} + \rho a^2 \frac{\partial u}{\partial x} = 0$$

九、(本题 15 分)相距 $2h$ 的两竖直平板间粘性流体

(动力学粘性系数为 μ) 受重力作用向下做层流运动，流场中只有一个速度分量 $w=w(x)$ 。求流场的速度分布及壁面摩擦应力。



题九图