

北京航空航天大学 2007 年

硕士研究生入学考试试题

科目代码: 441

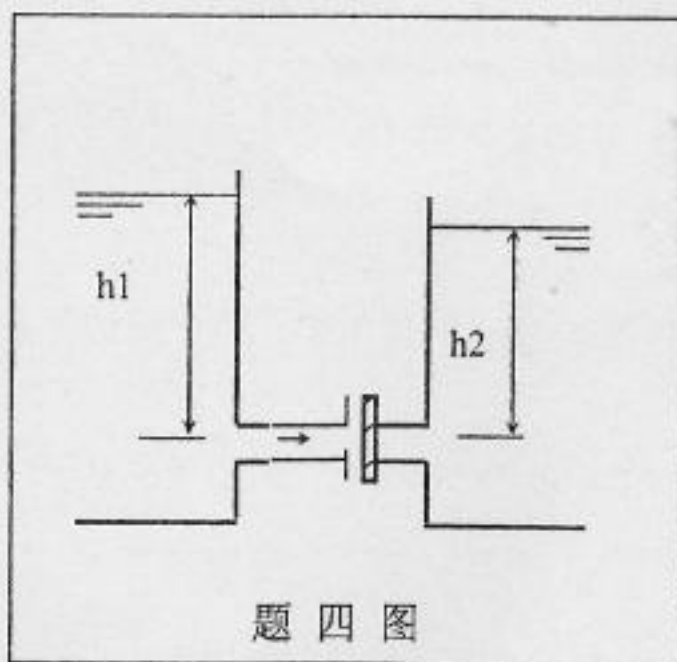
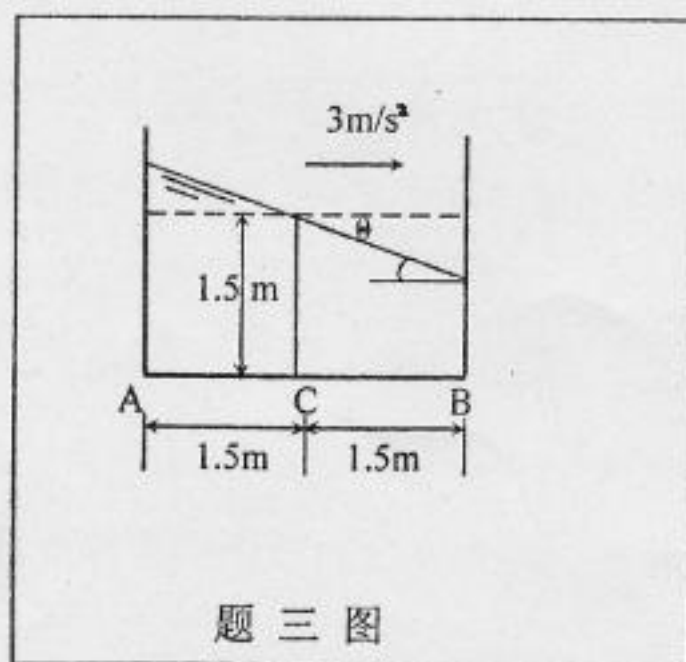
流体力学 (共 4 页)

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) 已知速度场 $\vec{u} = x^2 y \vec{i} - 3y \vec{j} + 2z^2 \vec{k}$, 试确定(3,1,2)处的加速度。

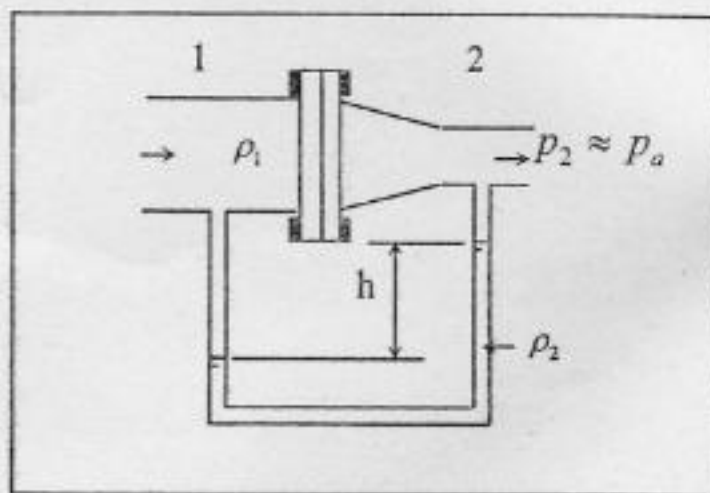
二、(本题 10 分) 已知流体的流动速度为 $\vec{u} = (x+t) \vec{i} + (-y+t) \vec{j}$, 试求 $t=0$ 时过 M (-1,-1) 点的流线。

三、(本题 15 分) 如题三图所示, 矩形木箱长 3 米, 静止液面离箱底 1.5 米, 现以 3 m/s^2 的等加速度水平运动, 计算此时液面与水平面之间的夹角 θ (用反三角函数的形式即可) 以及作用在箱底的最大压强与最小压强。(流体密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)



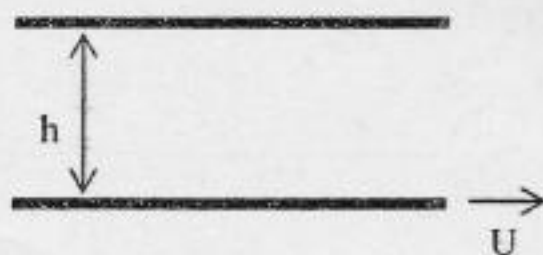
四、(本题 15 分) 如题四图所示, 水从一水头为 h_1 的大容器通过小孔流出 (大容器中的水位可以认为是不变的)。射流冲击在一块平板上, 它盖住了第二个大容器的小孔, 该容器水平面到小孔的距离为 h_2 , 设两个小孔在同样高度且面积相同。若给定 h_1 , 求射流作用在平板上的力刚好与板后的力平衡时 h_2 为多少。

五、(本题 15 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, D_2 , 2 处的压力 $p_2 \approx p_a$, 1 处的速度为 V_1 , 测压计高差为 h , 两种液体的密度分别为 ρ_1, ρ_2 。求法兰螺栓所受的力。

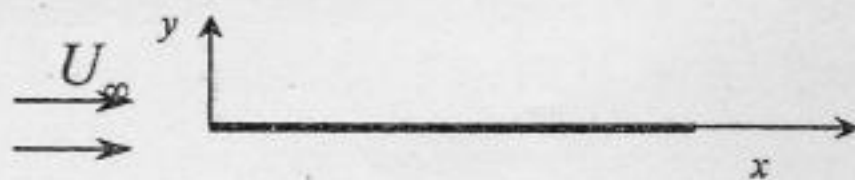


题五图

六、(本题 17 分) 考虑两个平行平板之间的粘性不可压缩流体的运动。设两板为无限平面, 间距为 h , 上板不动, 下板以常速 U 沿板向运动。设流向压力梯度为常数, 运动定常, 流体所受外力不计。求 (1) 最大速度, (2) 运动板上的摩擦应力。



题六图



题七图

七、(本题 18 分) 假定半无穷平板边界层速度分布为: $\frac{u}{U_\infty} = \frac{3}{2} \left(\frac{y}{\delta} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{y}{\delta} \right)^3$

计算: $(\delta/x)\sqrt{Re_x}$, $(\delta^*/x)\sqrt{Re_x}$, $(\delta''/x)\sqrt{Re_x}$, $C_f\sqrt{Re_x}$

(其中 δ , δ^* , δ'' 分别为边界层名义厚度、排挤厚度和动量损失厚度,

$Re_x = U_\infty x / \nu$, x 从平板前缘算起)

八、(本题 10 分)

1. 设 m, n 为常数, 试证明: 在完全气体的等熵流动的任意两个状态点 1、2 之间, 它的静压之比, 以及它的静密度之比, 是它的静温之比的如下幂函数, 并导出 m, n 的表达式。

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^m, \quad \frac{\rho_2}{\rho_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^n$$

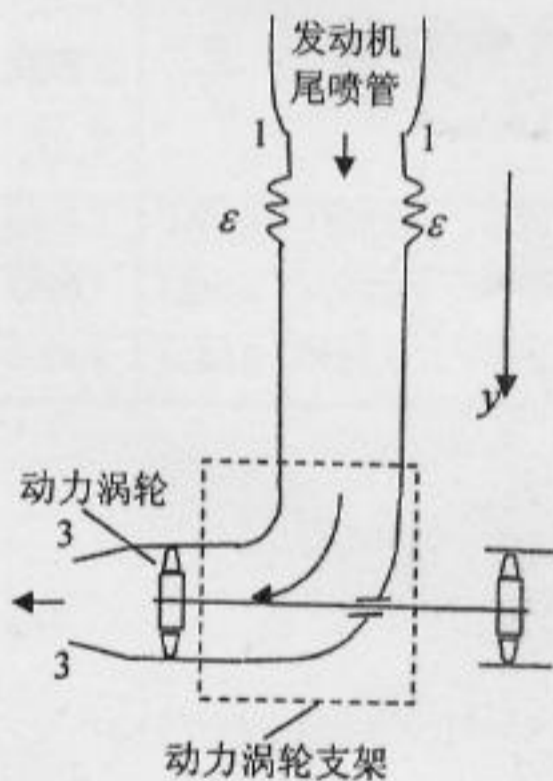
2. 当完全气体的气体成分改变并且静温改变, 问其气体常数 R 改变否? 又当完全气体的气体常数 R 为常值, 问 m, n 的值又与什么热力学参数实际上有关?

九、(本题 20 分) 某压气机实验台 (题九图)

用一台涡喷发动机输出的燃气驱动一个独立的动力涡轮, 动力涡轮再推动实验压气机。求

- 动力涡轮的输出功率,
- 动力涡轮支架受到的 y 方向气动力的大小和方向 (热收缩软管 ε 在 y 方向不传递拉力)。

已测得: 在发动机尾喷口 1 处, 直径 $D = 0.607m$, 燃气总温 $T^* = 795K$, 静压 $p = 1.9146 \times 10^5 Pa$, 流量 $\dot{m} = 22kg/s$ 。在动力涡轮后的尾喷口 3 处, 燃气总温 $T^* = 708K$ 。设流动为一维定常的, 全流道无散热损失, 无总压损失, 比热比 $k = 1.33$, 气体常数 $R = 287.4J/kgK$, 常数 $K = 0.0397(s\sqrt{K}/m)$, 气动函数见表 1。



题九图

表 1

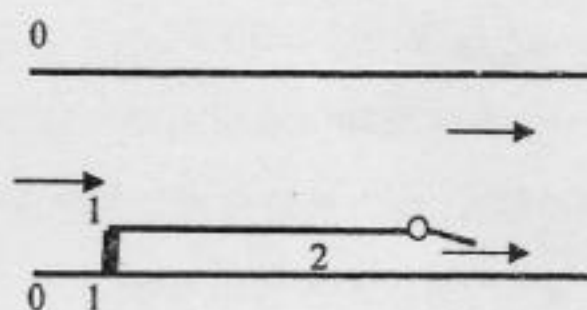
λ	$q(\lambda)$	$\frac{q(\lambda)}{\pi(\lambda)}$
0.1770	0.2769	0.2820
0.2771	0.4256	0.4440
1.511	0.7357	3.5461

十、(本题 20 分) 一个内流超声速流动实验台的亚声速减速流动实验(题十图)。上游来流在截面 0-0 处为均匀的超声速流,而在分流涵道的进口截面 1-1 处发现有一道正激波。求在等横截面积分流涵道的内部 2 处的静温 T_2 。

设除激波以外,流动为绝能等熵的。已知完全气体的比热比 $k=1.4$, 气体常数 $R=287.06 \text{ J}/(\text{Kg}\cdot\text{K})$, 气动函数表和正激波表见表 2, M 为马赫数。已测得来流 0 处气流的总压为 $p_0^*=7\times 10^5 \text{ Pa}$, 总温为 $T_0^*=300 \text{ K}$, 2 处的静压为 $p_2=3.006\times 10^5 \text{ Pa}$ 。

表 2

M 或 $M_{\text{正激波前}}$	$\frac{T}{T^*}$	$\frac{p}{p^*}$	正激波 T_2/T_1	正激波 p_2/p_1
2.20	0.5081	0.0935	1.8569	5.4800
2.46	0.4524	0.0623	2.0982	6.8935
2.74	0.3030	0.0404	2.3858	8.5922



题十图