

# 北京航空航天大学 2006 年 硕士研究生入学考试试题

科目代码: 441

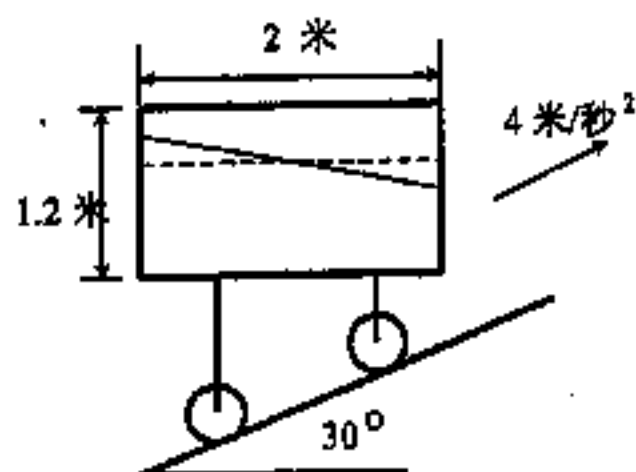
## 流体力学 (共 4 页)

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)。

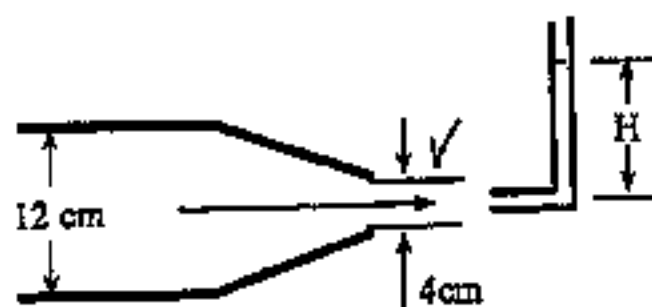
一、(本题 10 分) 已知速度场  $\vec{u} = (yz + t)\vec{i} + (xz + t)\vec{j} + xy\vec{k}$ . 试求在  $t = 2$  时刻空间点  $(1, 2, 3)$  处的加速度。

二、(本题 10 分) 已知流体的流动速度为  $\vec{u} = (2yt + at)\vec{i} + 2xt\vec{j}$  式中  $a$  为常数, 试求  $t = 1$  时, 过  $(0, b)$  点的流线。

三、(本题 15 分) 矩形水箱高 1.2 米, 长 2 米, 在与水平面成  $30^\circ$  倾角的斜面向上以  $4 \text{ 米/秒}^2$  的加速度运动。计算水面相对于水平面的倾角 (反三角函数表示即可); 为使运送过程中不让水溢出箱外, 上坡前箱内所装水的高度不得超过多少?



题三图

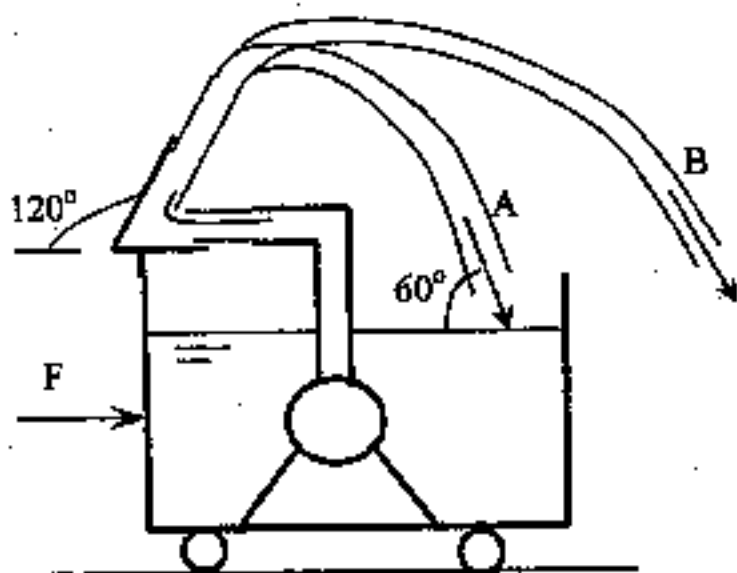


题四图

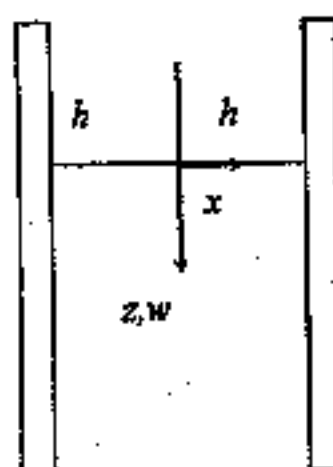
$$v = 4.17 \text{ m/s}$$

四、(本题 15 分)水从喷嘴射出冲击到弯管,已知水管内的压强是 110KPa。忽略摩擦,流动定常,求(a)射流的质量流量,(b)弯管中水柱的高度 H。水的密度为  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ 。

五、(本题 15 分)小车水箱中的水泵将水抽出并以速度 V 水平冲击到弯板后向斜上方射出,已知水射出的体积流量为 Q,水箱中水的体积为  $Qm$ 。设流动定常并忽略摩擦,水的密度为  $\rho$ ,求射流在 A,B 两种情况下,保持小车需要的力 F。



题五图



题六图

六、(本题 17 分)相距  $2h$  的两竖直平板间粘性流体 ( $\mu$ ) 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。

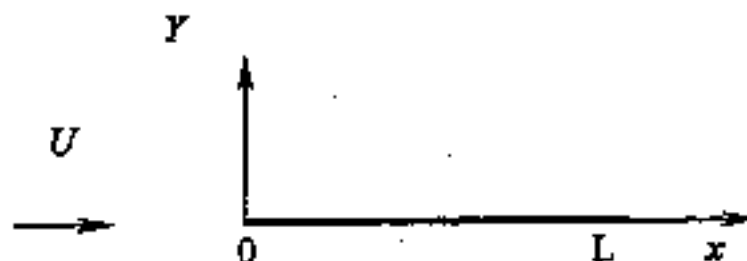
七、(本题 18 分)平板长度为 L,宽度为 b,水以速度 U 平行流过平板,已知水的运动粘性系数为  $\nu$ ,密度为  $\rho$ ,若边界层速度分布函数  $\frac{u}{U} = f(y/\delta)$  为已知,

求:

1、 $(\delta/x)\sqrt{Re_x}$ ,  $(\delta^*/x)\sqrt{Re_x}$  (其中

$\delta, \delta^*$  分别为边界层名义厚度,

$$Re_x = \frac{Ux}{\nu}$$



题七图

2、维持平板不动所需的外力。

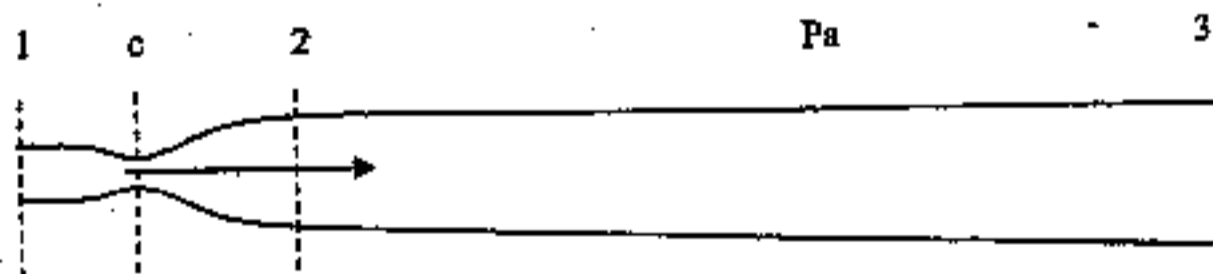
八、(本题 10 分) 空气以静压  $0.887 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，静温  $300 \text{ K}$ ，平均速度  $150 \text{ m/s}$  通过半径为  $1.0 \text{ m}$  的进气道。然后进入地面电站用燃气轮机的压气机，最终以平均速度  $50 \text{ m/s}$  被排出压气机。测得涡轮轴传递给压气机轴的扭矩是  $3937 \text{ kgm}$ ，转速  $12000$  转/分钟。压缩时气流向环境放出热损失  $10 \text{ kJ/kg}$ 。设气流轻质，定常，定比热，试计算压气机排气的静焓  $h_2$  和静温  $T_2$ 。已知气体比热比  $k=1.4$ ，气体常数  $R=287.06 \text{ J/(Kg} \cdot \text{K)}$ 。

九、(本题 25 分) 一超音速燃烧室实验台的初步总体设计问题。选定实验台的构造如题九图。现研究其中无燃烧的超音速流动实验，因此设为绝能流动。由气源的流量能力等条件已确定出了实验段横截面积值  $A_2$  和  $A_3$ ，且  $A_3 > A_2$ 。出口截面  $A_3$  通环境大气，大气压值为  $p_a$ 。在实验台稳态工作时

1. 为实现超音速实验段进口马赫数  $M_2 = 2.5$ ，喉道面积  $A_c$  取多少？
2. 进一步为实现全实验段超音速且  $A_3$  处不被正激波封口，截面 1 处来流总压  $p_1^*$  至少取多大？

3. 在以上两点实现以后，具体取静压  $p_3$  为  $0.6 p_a$ ，此时  $p_1^*$  取多大？

设拉瓦尔喷管收敛段，扩张段，以及实验段的总压恢复系数各为  $\sigma_{1c}$ ， $\sigma_{c2}$ ， $\sigma_{23}$ 。已知公式  $\frac{p_2}{p_1} = \frac{2k}{k+1} M_1^2 \sin^2 \beta - \frac{k-1}{k+1}$ 。要求写出全部计算公式，不计算数值但必要时说明计算流程。



题九图

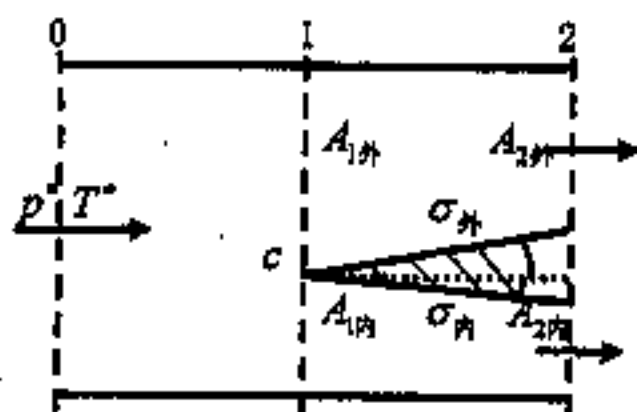
十、(本题 15 分) 一个分流器如题十图所示。在截面 1 处, 外涵道的横截面积为  $A_{1外}=0.4m^2$ , 内涵道的为  $A_{1内}=0.1m^2$ 。在截面 2 处, 有  $A_{2外}=0.35m^2$ ,  $A_{2内}=0.07m^2$ 。

图 A 是它的亚音速来流工况。进口截面 0 处的均匀亚音速来流具有总压  $p^*$  和总温  $T^*$ , 分流截面 1 后方两个通道的总压恢复系数各为  $\sigma_{外}=0.98$ ,  $\sigma_{内}=0.90$ 。出口截面 2 处两个通道均达到临界流动; 截面 2 后方是环境大气压  $p_e$ 。

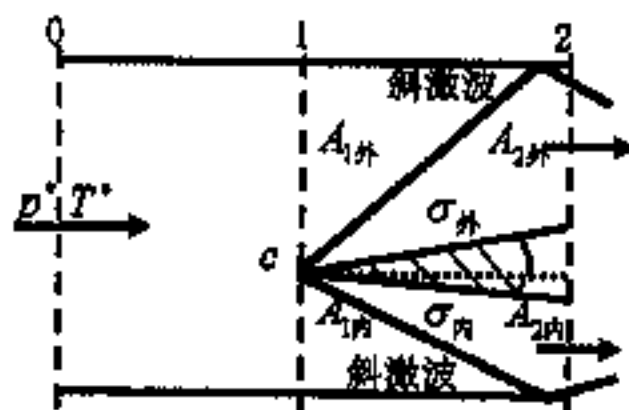
求 1. 两个通道流量的比; 2. 画出到达唇口  $c$  点的流线在  $c$  点上游的走势。

图 B 是它的超音速来流工况。进口截面 0 处的均匀超音速来流具有总压  $p^*$  和总温  $T^*$ , 总压恢复系数变为  $\sigma_{外}=0.95$ ,  $\sigma_{内}=0.87$ 。截面 0 至 2 之间两通道均未出现曲线激波和正激波, 但出现了两道斜激波及其激波总压恢复系数  $\sigma_{外S}$ ,  $\sigma_{内S}$ 。截面 2 后方仍是环境大气压  $p_e$ 。

求 3. 两个通道流量的比; 4. 画出到达唇口  $c$  点的流线在  $c$  点上游的走势。



题十图 A



题十图 B