

# 南京大学 2002 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 (三小时)

考试科目名称及代码 流体力学 (831)

适用专业: 大气科学系 大气物理学与大气环境 (070602)

注意:

1. 所有答案必须写在“南京大学研究生入学考试答题纸”上, 写在试卷和其他纸上无效;

2. 本科目允许/不允许使用无字典存储和编程功能的计算器。

一、是非题 (在括号中答是填“+”号, 非填“-”号):

1. 流体拉格朗日变量所相应的几何图形是流线 --- ( )
2. 在流场的欧拉观中,  $(x, y, z)$  是流点的位置坐标 --- ( )
3. 流线不随时间变化的流场, 一定是定常流场 --- ( )
4. 若  $\frac{d\mathbf{u}}{dt} = \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t}$ , 即无平流变化, 则必为均匀场 --- ( )
5. 流体作无旋运动时, 其流动轨迹不可能是圆周 --- ( )
6. 已知应力分量  $\tau_{xy} > 0$ , 则必有  $\tau_{yx} < 0$  --- ( )
7. 压力梯度力  $-\frac{1}{\rho} \nabla p$  是面力不是体积力 --- ( )
8. 两流场几何相似和运动相似, 其变化过程必相似 --- ( )
9. 大雷诺数流动时, 流体粘性很弱可略去雷诺应力 --- ( )
10. 引入边界层概念的好处, 就在于固壁附近流体薄层中只考虑湍流粘性 --- ( )

(20%)



## 二、填空题：

1. 二维流场微分方程可积分的充分必要条件为\_\_\_\_\_。
2. 流体连续方程其实就是\_\_\_\_\_守恒原理。
3. 应力矢  $\vec{T}_n$  的下标  $n$  表示应力作用面元的\_\_\_\_\_方向。
4. 流体的压力为  $\frac{1}{2}\rho$  \_\_\_\_\_, 其实就是流体单位\_\_\_\_\_的\_\_\_\_\_能。
5. 在定常无旋流场中, 可利用\_\_\_\_\_方程来“测压求速”。
6. 无量纲量就是以相应的\_\_\_\_\_量作为度量标尺, 所量得的\_\_\_\_\_数。
7. 小球在粘性流体中缓慢运动时的斯托克斯阻力公式为\_\_\_\_\_。
8. 如流函数  $\psi(r, \theta) = Ua \frac{3}{Re} (1 - \cos \theta)$ , 式中  $\theta$  为极坐标的角变量, 其余均为常值。显然, 该流函数所相应的流线为自原点向\_\_\_\_\_发散的\_\_\_\_\_线族。
9. 设有波函数  $h(x, t) = A \sin(kx - \omega t)$ , 其中  $k$  和  $\omega$  均为正, 则其相速  $C =$  \_\_\_\_\_, 群速  $C_g =$  \_\_\_\_\_。在\_\_\_\_\_条件下, 它们的值不相等。
10. 在普朗特湍流切量理论中, 湍流交换系数  $k =$  \_\_\_\_\_  $\left| \frac{\partial u}{\partial y} \right|$ 。

(30%)



# 南京大学2002年攻读硕士学位研究生入学考试试题(三小时)

考试科目名称及代码 流体力学  
 适用专业: 大气科学系 大气物理学与大气环境(070602)

注意:

1. 所有答案必须写在“南京大学研究生入学考试答题纸”上, 写在试卷和其他纸上无效;
2. 本科目允许/不允许使用无字典存储和编程功能的计算器。

三. 写出不可压缩粘性流体运动方程(即N-S方程), 并分别说明由N-S方程导出或简化成下列各方程的步骤(不要具体推导):

- |            |           |
|------------|-----------|
| 1. 欧拉方程 ;  | 4. 动能方程 ; |
| 2. 伯努利方程 ; | 5. 雷诺方程 ; |
| 3. 涡度方程 ;  | 6. 普朗特方程。 |

(18%)

实例示范:

1. 静力方程: 在N-S方程中, 取 $\vec{v}$ 和 $\frac{d\vec{v}}{dt}$ 都为零, 即得。
2. 脉动方程: 令 $\vec{v} = \bar{\vec{v}} + \vec{v}'$ 代入N-S方程, 再与雷诺方程相减, 即得。

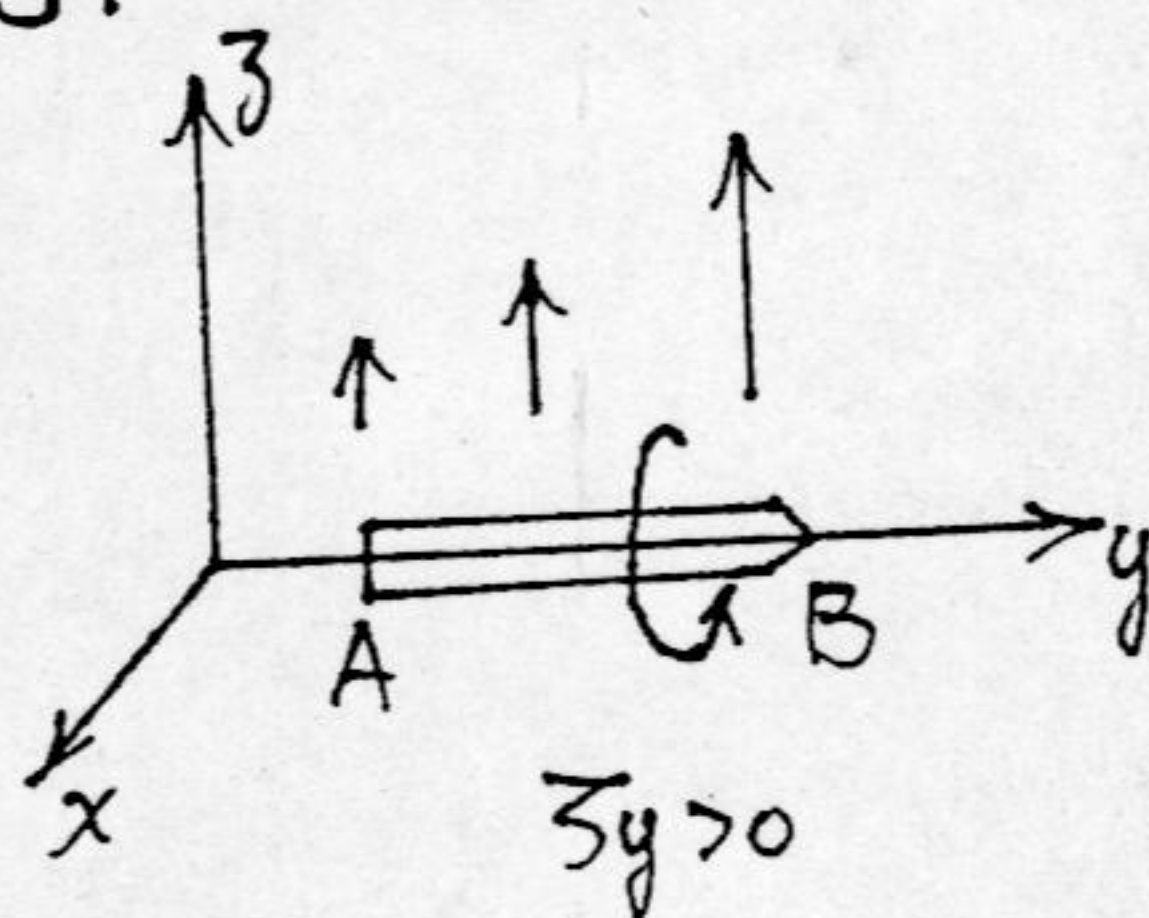
四. 已知涡度矢量 $\vec{\omega}$ 方程为

$$\frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{1}{\rho} \nabla \rho \wedge \nabla p - \vec{\omega} (\nabla \cdot \vec{v}) + (\vec{\omega} \cdot \nabla) \vec{v} + \nu \nabla^2 \vec{\omega}$$



1. 根据上列方程, 讨论  $\bar{\epsilon}_x=0$ ,  $\bar{\epsilon}_z=0$  和  $\bar{\epsilon}_y>0$  时, 体积膨胀或压缩对流场转动快慢的作用。其中  $(\bar{\epsilon}_x, \bar{\epsilon}_y, \bar{\epsilon}_z)$  为  $\vec{\epsilon}$  的三个分量。
2. 若  $w$  (即  $\vec{v}$  的  $z$  分量) 随  $y$  增加而增加, 根据上列方程讨论图中水平涡线 AB 将如何变化?

(12%)



五、不可压缩流体沿无界的水平平板 (如图所示) 作定常平面运动, 水平方向无质量外力, 分别就下列两种情况求流速随  $y$  的分布函数。

1. 粘性流体在平板附近沿  $x$  向作直线流动, 压强沿  $x$  向线性减少 (层流)。
2. 粘性流体在平板附近作湍流运动, 其平均流速沿  $x$  向, 压强分布水平均匀, 略去分子粘性, 设湍流混合长  $\lambda$  与  $y$  成正比。(20%)

