

# 南京理工大学

## 2005 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 200508026

考试科目: 流体力学

考生注意: 所有答案(包括填空题)按试题序号写在答题纸上, 写在试卷上不加分

重力加速度可取为  $10\text{m/s}^2$ , 标准大气压可取为  $10^5\text{Pa}$ 。

一. (每题 2 分, 共 10 分) 简单回答下列问题:

- (1) 什么是流体的粘性? 气体的粘性随温度的变化是增大, 还是减小?
- (2) 静止流体的压强有哪二个特性?
- (3) 设水的密度为  $1000\text{kg/m}^3$ , 某处的压强为  $10.33\text{ m}$  水高, 请问该处的压强是多少  $\text{Pa}$ ?
- (4) 什么是层流? 什么是紊流? 判定层流的依据是什么?
- (5) 根据尼古拉兹曲线, 管道流动可以分成五个区。请写出每个区的名字, 在每个区中函数关系  $\lambda = \lambda(\text{Re}, \frac{k}{d})$  有什么特点?

二. (10 分) 已知平面流场的速度分布为  $u = x + t$ ,  $v = -y + t$ , 求:

- (1)  $t=0$  时过  $(-1, -1)$  点的流线方程;
- (2)  $t=0$  时过  $(-1, -1)$  点的迹线方程。

三. (每题 2.5 分, 共 10 分) 给定流场:  $u = x^2y + y^2$ ,  $v = x^2 - y^2x$ ,  $w = 0$ ,

请判别:

- a) 是否为定常流场;
- b) 是否是不可压流场;
- c) 是否是无旋流场;
- d) 是否存在流函数和势函数, 为什么?

四. (15 分) 某潜艇下潜在海面下 100 米处, 分别在潜艇静止和潜艇以 36 公里/小时的速度运动的情况下, 简要地讨论潜艇表面所承受的压强情况, 如最大压强、最小压强出现在何处? 能否求出? 若能求出, 请用兆帕 (Mpa)、大气压 (atm) 和米水柱这三种压强单位来 (近似地) 表示。潜艇内部的动力用来克服哪些类型的阻力?

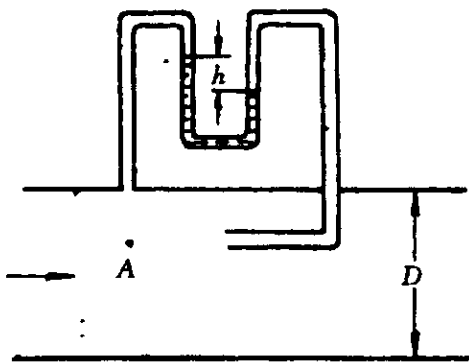
五. (15 分) 水泵的扬程定义为水泵出口断面与进口断面单位体积流体具有的总能量之差。要求:

(1) 将扬程  $H$  用水泵出口断面和进口断面的相关参数来表示。

(2) 有一水泵, 当流量为  $25\text{L/s}$  时, 吸水管压力表读数为  $39240\text{Pa}$ , 排水管真空表读数为  $323730\text{Pa}$ , 两表间的高度差为  $0.8\text{m}$ , 吸水管和排水管直径为  $1000\text{mm}$  和  $750\text{mm}$ 。计算此水泵的扬程。( $1\text{L/s}=10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$ )

(3) 如以水泵出口与进口断面的压强差来近似地表示扬程, 其相对误差有多大?

六. (10 分) 用如图所示的装置测量圆管内 A 点的气流速度, 已知  $D=150\text{mm}$ ,  $h=80\text{mm}$ , U 形管中工作液体的密度为  $1590\text{kg/m}^3$ , 设 A 点的速度等于管道中气流的平均速度, 空气密度为  $1.23\text{kg/m}^3$ , 求通过管道的流量。



第六题图



第七题图

七. (15 分) 运动粘性系数  $\nu=4\times 10^{-5}\text{m}^2/\text{s}$  的流体在直径  $d=10\text{cm}$  的管道内以  $v=0.4\text{m/s}$  的速度运动。求:

(1) 此时流动是层流还是紊流?

(2) 沿程损失系数和单位管长上的沿程水头损失。

(3) 如果流速变为原来的 2 倍, 每米管长上的沿程水头损失为原来的多少

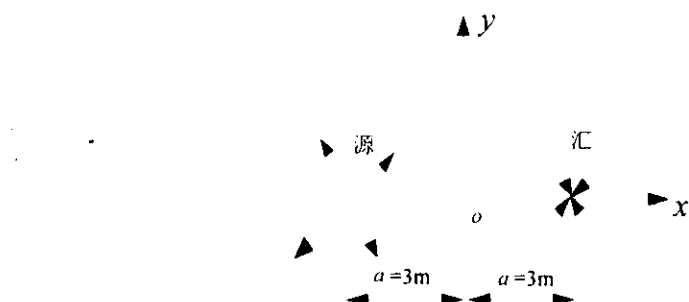
倍？如果流速变为原来的 10 倍，情况又如何？

八. (10 分) 水箱中的水通过一水平圆管流出，管径 40mm，管长 1500 m，水的密度  $1000\text{kg/m}^3$ ，动力粘性系数  $1.14 \times 10^{-3} \text{ N s m}^{-2}$ ，管道进口处的局部阻力系数 0.5，流量为  $4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$ 。求圆管中心距液面的高度。

九. (15 分) 强度同为  $60\text{m}^2/\text{s}$  的源和汇位于  $x$  轴上，各距原点为  $a = 3\text{m}$ 。

(1) 计算坐标原点的流速

(2) 计算通过 (0,4) 点的流线的流函数数值

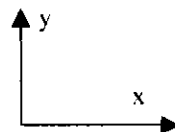


十. (15 分) 平板上的附面层。U 为附面层外的速度，即来流速度， $\delta$  为附面层厚度， $\mu$  为粘性系数。设附面层内的速度分布为  $u = a_0 + a_1 y$ 。

求 (1) 确定待定常数  $a_0, a_1$

(2) 确定平板上  $x$  处层流附面层的位移厚度和动量厚度

(3) 确定平板壁面  $x$  处的粘性应力  $\tau_0$



十一. (10 分) 有两块平行平板，两板的间隙为 2mm，间隙内充满了密度为  $885\text{kg/m}^3$ 、运动粘性系数  $\nu = 0.00159\text{m}^2/\text{s}$  的油，两板的相对速度为 4m/s，求作用在平板上的摩擦应力。

十二. (15 分) 空气流经拉伐尔喷管作定熵流动，已知进口气流总压与出口外背压之比  $p_0/p_b = 2.5$ ，出口处为超音速气流。求：喉部面积和出口面积之比。