

2004 年硕士研究生入学考试试题

试题名称: 工程流体力学

试题编号: 451

说明: 所有试题一律写在答题纸上

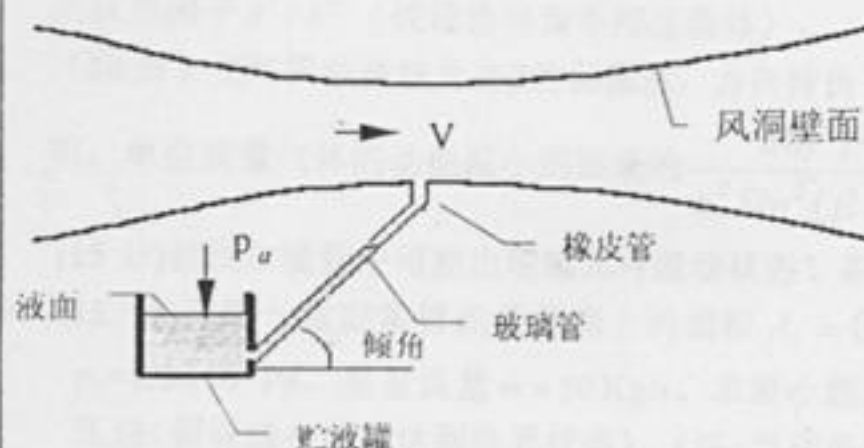
共 2 页 第 1 页

一、填空(必做题, 每个空 2 分, 共 30 分。请将答案按顺序号写在答题纸上)

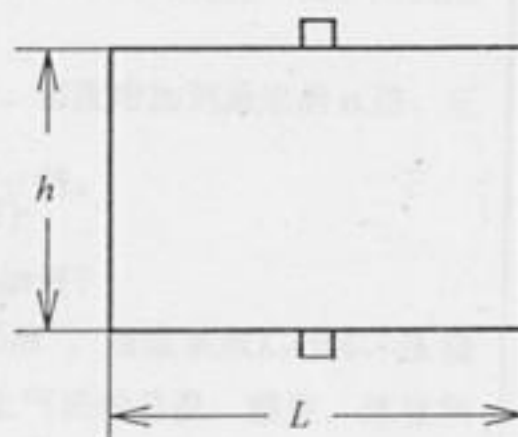
1. 牛顿内摩擦定律的内容是 ①。满足这一定律的流体被称为 ② 流体。
2. 静止流体受两类力的作用, 它们是 ③ 和 ④ 力。
3. 管道流动损失分两类, 他们分别是 ⑤ 和 ⑥, 它们产生的原因分别 ⑦ 和 ⑧。
4. 流体运动雷诺数的物理含义是 ⑨。
5. 水力光滑管是指 ⑩。
6. 流动状态分为层流和湍流, 判据管道流动状态的数学表达式为 ⑪。
7. 流体微团的物理量随流导数由两部分组成, 分别为 ⑫ 和 ⑬。
8. 流体运动的流线是指 ⑭, 流线微分方程是 ⑮。

二、计算题(必作题, 共 70 分)

1. (20 分) 设飞机油箱为一水平放置的长方体, 其长、宽、高分别 $L=0.6$ 米, $b=0.4$ 米和 $h=0.4$ 米, 出油口设计在底部中心, 试计算当油箱内油量为 $1/3$ 油箱容积时飞机最大极限平飞加速度(即使自由液面刚好到达出油口时的加速度)。



第 2 题示意图



第 1 题示意图

2. (15 分) 在测量低速风洞实验段气流速度时, 常采用斜管压力计(如图), 用测量液柱长度 L 和倾角 α 来计算实验段空气的流速 V 。假定空气的密度为 ρ_a , 大气压强为 p_a , 实验时玻璃斜管中液柱长度增加了 ΔL (相对于空气静止时的位置), 试导出计算 V 的公式。(设贮液罐的直径远大于玻璃管直径, 实验过程中罐中液面高度不随液柱升高而变。液体的密度为 ρ , 空气流动为不可压流动)

2004 年硕士研究生入学考试试题

试题名称: 工程流体力学

试题编号: 451

说明: 所有试题一律写在答题纸上

共 2 页 第 2 页

3. (20 分) 假设无粘不可压流体流过水平放置的 90° 弯管。设截面积 $A_1 = 2A_2$, 若已知 A_1 , V_1 , p_1 , ρ 。求流体作用在弯管上的力(大小、方向)。

4. (15 分) 水在直径为 D 的水平管道中作层流流动时, 在长度 L 上的沿程损失为 hw 水柱, 求: 1) 管壁上的切应力; 2) 当沿程损失系数为 λ 时的管道中的平均流速和最大流速。

三、选作题(任选 3 题, 必须选够 50 分)

5. (20 分) 已知流场速度分量为 $V_x = x^2y + y^2 + t$, $V_y = x^2 - y^2x + t$, $V_z = xy$, 求:

1) $t=0$ 时, $P(1,2,3)$ 点处的流体微团的三个加速度分量;

2) 该处流场是有旋还是无旋流场?

3) 求流场中任意点处的微团线变形率和剪切变形率。

6. (15 分) 若一不可压流场势函数为 $\varphi = x^2 - y^2$, 试其流函数 ψ 及其流线方程。

7. (15 分) 设平板层流附面层速度分布为 $\frac{V_x}{V_\infty} = a\left(\frac{y}{\delta}\right) + b\left(\frac{y}{\delta}\right)^2$, 其中 a, b 是待定常数, 试

写出附面层内、外边界上的速度边界条件, 并计算 (1) a 和 b 的值; (2) 附面层的形状因子 δ^*/δ'' (假设流体为不可压流体)。

8. (20 分) 空气流经激波角为 β 的斜激波, 方向转折了 δ , 密度增加到原来的 n 倍, 证明: 单位质量气体的动能减小到原来的 $\frac{\sin^2 \beta}{n^2 \sin^2(\beta - \delta)}$ 倍。

9. (15 分) 拉伐尔喷管中可能出现哪几种流动状态? 条件如何?

10. (15 分) 已知一维定常管流某截面上的面积 $A_1 = 0.25 \text{ m}^2$, 速度系数 $\lambda_1 = 0.6$, 压强 $p_1 = 1.3 \times 10^5 \text{ Pa}$, 质量流量 $\dot{m} = 50 \text{ Kg/s}$ 。求最小截面上气流的总温、温度、速度和压强(假设最小截面达到临界状态)。(注: 气动函数 $q(0.6) = 0.8109$, $\pi(0.6) = 0.8053$, $y(0.6) = 1.0069$, $\epsilon(0.6) = 0.8567$, $\tau(0.6) = 0.94$, 气体为空气, 绝热指数 $k = 1.4$)