

2015-2016 学年第一学期《流体力学》课内考试卷 (A 卷) 答案

授课班号 6131323 年级专业 学号 姓名

题号	一	二	三	总分	审核
题分	16	36	48		
得分					

题分	得分
16	

一、填空题 (每空 1 分, 共 16 分)

1. 在相同压强下, 随着温度的增加, 液体粘度 \downarrow 气体粘度 \uparrow 。
2. 区分层流和紊流的标准是雷诺数, 工程中其临界值取 $2320/2000$ 。
3. 假定流体是由无穷多个、无穷小的、紧密毗邻、连绵不断的 流体质点 组成的一种绝无间隙的 连续 介质。
4. 声速是 微弱扰动波/音 在介质中的传播速度。
5. 定常流动是指流动参数不随 时间 发生变化。
6. 流场中运动的流体若存在加速度, 它包括 当地/质点 加速度和迁移加速度。
7. 在定常和不可压缩条件下, 流体的流速和流管的横截面积成 反 (正、反) 比。
8. 输水管道在流量和水温一定时, 随着直径的增大, 水流的雷诺数 Re 将 \downarrow 。
9. 流线是某一瞬时在流场中假想的曲线, 在该曲线上的各流体质点的速度方向都与该曲线 相切。
10. 作用在流体上的力可分为表面力和 质量力。
11. 真空度是指 比当地大气压小多少的压强 / $p_a - p$ (当 $p < p_a$ 时)。
12. 雷诺数表示的是惯性力与 粘性力 之比。
13. 流体管道里流动时的损失可分为 沿程损失 和局部阻力损失。
14. 对于管中层流运动, 如果平均速度是 v , 那么最大速度是 $2v$ 。

题分	得分
36	

二、问答题 (每题 6 分, 共 36 分)

流体处于平衡条件下, 等压面具有的三个性质是什么?

- ① 等压面即等势面 $2'$
- ② 处处质量力与等压面 垂直 等压面与单位质量力 大小相等 $2'$
- ③ 不相混合同种液体平衡液体的交界面必是等压面 $2'$

2. 超音速气流流经渐缩喷管, 它的速度、压强、温度将如何变化?

$$Ma > 1 \quad dA < 0 \quad \text{则} \quad dv < 0 \quad dp > 0 \quad dT > 0$$

速度 \downarrow 压强 \uparrow 温度 \uparrow
 $2'$ $2'$ $2'$

3. 什么是力学相似, 包括哪三个方面?

几何相似 $2'$
 运动... $2'$
 动力... $2'$

4. 什么是描述流体运动的欧拉方法和拉格朗日方法?

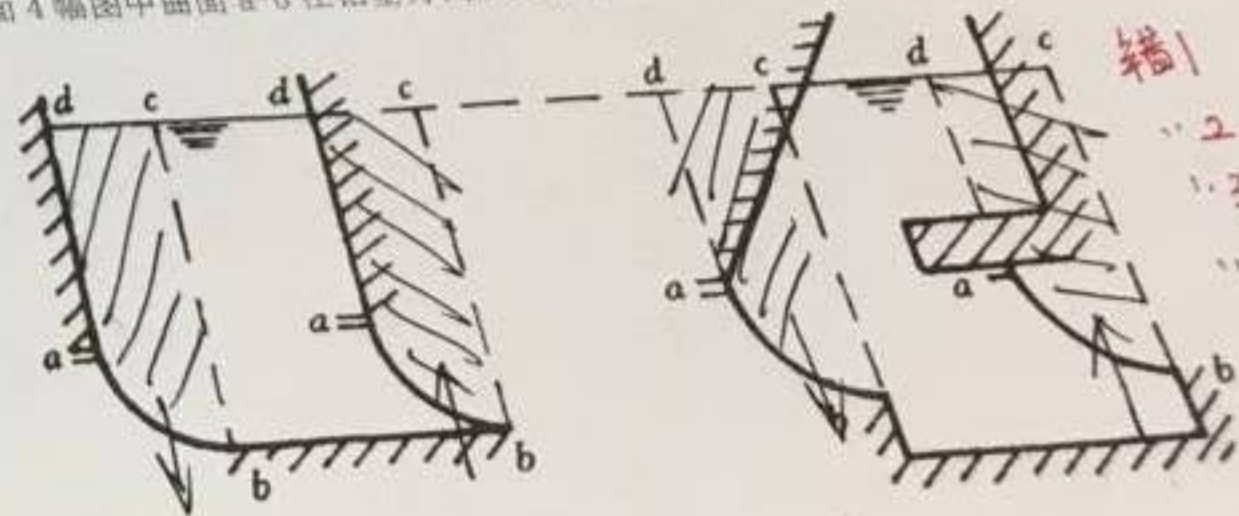
3' 欧拉方法: 从流体质点的空间坐标和时间来描述流体运动规律。
 $F = F(x, y, z, t)$ x, y, z — 流体质点的空间坐标。

3' 拉格朗日方法: 从流体质点的初始坐标对质点进行标识, 研究各质点随时间的变化规律, 并记录所有质点的情况, 对流体运动进行描述的方法。
 $F = F(a, b, c, t)$ a, b, c — 初始坐标。

5. 什么是水力光滑管和水力粗糙管?

$\delta > \Delta$ 水力光滑 $3'$
 $\delta < \Delta$ 水力粗糙 $3'$
 δ — 层流厚度
 Δ — 粗糙度

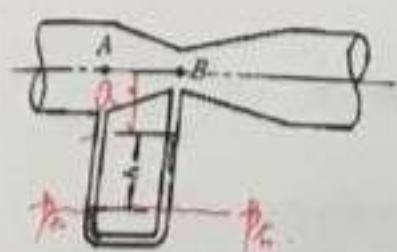
6. 画出下面 4 幅图中曲面 a-b 在铅垂方向所受静水压力的压力体, 并指出受力方向。



题分	得分
48	

三、计算题 (共 48 分)

1. 求 U 形水银差压计测量变截面水管中 AB 两点的压强差。已知 $h=10\text{cm}$ ，试求如下图所示情况下的压强差 $p_A - p_B$ 。(水银的密度为 13.6g/cm^3) (10 分)



$$p_A = p_B + \rho_{\text{水}} g(a+h) \quad +3$$

$$p_B = p_A + \rho_{\text{水}} g a + \rho_{\text{水}} g h \quad +3$$

$$p_A = p_B \quad +4$$

$$\Rightarrow p_A - p_B = (\rho_{\text{水}} - \rho_{\text{水}}) g h = 12.36 \text{ kPa} \quad +5$$

2. 一输油管路，直径 $d=10\text{mm}$ ，若管中油的流速 $v=0.3\text{m/s}$ ，油的运动粘性系数 $\nu=2.0 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 。求：1) 计算流动的雷诺数 Re ，2) $L=100\text{m}$ 管长的沿程阻力损失。(注： $Re \leq 2000$, $\lambda = 64/Re$; $Re \geq 2000$, $\lambda = 0.03$)。 (10 分)

$$1) Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{0.3 \times 0.01}{2.0 \times 10^{-6}} = 1500 \quad +5$$

$$\Rightarrow h_f = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} = \frac{64}{1500} \times \frac{100}{0.01} \times \frac{0.3^2}{2 \times 9.8} = 1.96 \text{ (m)} \quad +5$$

2. 飞机在温度 $t=10^\circ\text{C}$ 的海平面的飞行速度与在同温层 $t=-50^\circ\text{C}$ 的飞行速度都为 340m/s ，求 1) 这两种情况的声速分别是多少。绝热指数 $\gamma=1.4$ ，气体常数 $R_g=287\text{J/(kg}\cdot\text{K)}$

2) 飞机在这两种情况下的马赫数分别是多少？ (10 分)

$$a_1 = 20.1 \sqrt{T} = 20.1 \cdot \sqrt{283} = 338 \text{ (m/s)} \quad +3$$

$$a_2 = 20.1 \sqrt{T} = 20.1 \cdot \sqrt{223} = 300 \text{ (m/s)} \quad +3$$

$$Ma_1 = \frac{v}{a_1} = 1.006 \quad +2$$

$$Ma_2 = \frac{v}{a_2} = 1.13 \quad +2$$

4. 流体质点速度沿 x 方向成线性规律变化，已知相距 $l=50\text{cm}$ 两点的速度为 $v_a=2\text{m/s}$, $v_b=6\text{m/s}$ 。流动是定常的，试求 a , b 两点的质点加速度。(10 分)

$$u = ax + b$$

$$\text{以 } a \text{ 为原点, } x=0, u=v_a=2\text{m/s} \Rightarrow b=2 \quad +4$$

$$x=0.5\text{m}, v_b=6\text{m/s} \Rightarrow u=0.5a+2=6 \Rightarrow a=8 \quad +4$$

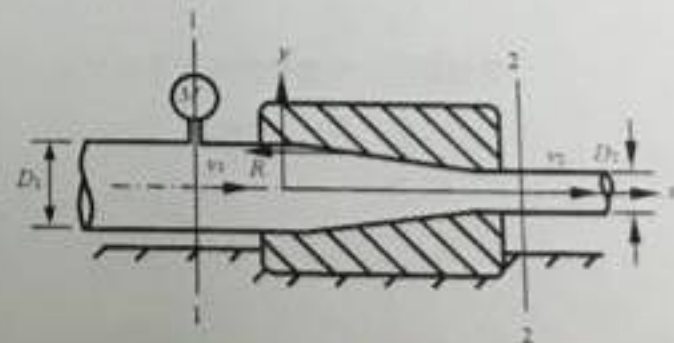
$$\Rightarrow u = 8x + 2$$

$$a_a = \frac{\partial u}{\partial x} u_x + \frac{\partial u}{\partial y} u_y = 16 \text{ m/s}^2 \quad +1$$

$$a_b = \frac{\partial u}{\partial x} u_x + \frac{\partial u}{\partial y} u_y = 48 \text{ m/s}^2 \quad +3$$

5. 嵌入支座的一段输水管，如图所示，其直径由 $D_1=0.15\text{m}$ 变化为 $D_2=0.1\text{m}$ 。

当支座前端管内压力 $p=4 \times 10^5 \text{Pa}$ ，流量 $Q=0.018\text{m}^3/\text{s}$ ，求该管段中支座所受的轴向力。(8 分)



$$P_1 = p_1 \cdot \frac{1}{4} \pi D_1^2 = 7 \times 10^3 \text{ N} \quad +4$$

$$P_2 = p_2 \cdot \frac{1}{4} \pi D_2^2 = 3.1 \times 10^3 \text{ N} \quad +4$$

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} \quad +4$$

$$v_1 = \frac{Q}{\frac{1}{4} \pi D_1^2} = 1.02 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{Q}{\frac{1}{4} \pi D_2^2} = 2.29 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow p_2 = 3.98 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$p_1 - p_2 - R = \rho Q v_2 - \rho Q v_1 \Rightarrow R = 3.9 \times 10^3 \text{ N}$$

$$\Rightarrow \text{支座所受轴向力} F = -R = -3.9 \times 10^3 \text{ N}$$