

北京工业大学 2021—2022 学年 第 1 学期

本科生《流体力学》

期末考试试卷

考试说明： 考试时间：15:25—17:00 闭卷

承诺：

本人已学习了《北京工业大学考场规则》和《北京工业大学学生违纪处分条例》，承诺在考试过程中自觉遵守有关规定，服从监考教师管理，诚信考试，做到不违纪、不作弊、不替考。若有违反，愿接受相应的处分。

承诺人： _____

学号： _____

注：本试卷共 8 大题，共 8 页，满分 100 分。

卷面成绩汇总表

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总成绩
得分									

一、选择题 (15 分)

- 拉格朗日法研究_____的变化情况。
A 每个质点的速度 B 每个微团的流速
C 每个空间点的流速 D 每个分子的流速
- 连续介质假设意味着_____。
A 流体分子互相紧连 B 流体的物理量是连续函数
C 流体分子间有空隙 D 流体不可压缩
- 作用在流体的力包括质量力和_____。
A 体积力 B 张力 C 表面力 D 惯性力
- 静止流体_____剪切应力。
A 不能承受 B 可以承受
C 能承受很小的 D 具有粘性时可承受
- _____的流体称为理想流体。
A 速度很小 B 速度很大 C 忽略粘性切力 D 密度不变
- 一维流动的连续性方程 $V_1A_1 = V_2A_2$ 成立的必要条件是_____。
A 无粘流体 B 粘性流体 C 可压缩流体 D 不可压缩流体
- 雷诺数 Re 代表的是_____之比。
A 粘性力与重力 B 粘性力与惯性力 C 惯性力与重力 D 重力与压力
- 流线与流线通常情况下_____。
A 能相交也能转折 B 仅能相交不能转折
C 仅能相交不能转折 D 既不能相交也不能转折

资料由公众号【工大喵】收集整理并免费分享

9. 下列各组物理量中, 属于同一量纲的是_____
- A 长度、宽度、动力粘度 B 长度、高度、运动粘度
C 长度、速度、密度 D 长度、管径、测压管水头
10. 在 _____ 流动中, 流线和迹线重合。
- A 无旋 B 有旋 C 定常 D 非定常
11. 按定义, 牛顿粘性定律_____。
- A 适用于所有流体 B 只适用于部分牛顿流体
C 也适用于非牛顿流体 D 只适用于牛顿流体
12. 不可压缩实际流体在重力场中的水平等径管道内作稳定流动时, 以下陈述错误的是: 沿流动方向_____
- A 流量逐渐减少 B 阻力损失量与流经的长度成正比
C 压强逐渐下降 D 雷诺数维持不变
13. 流体质点的运动包括_____
- A 平移和旋转 B 平移, 旋转和变形
C 平移, 旋转和线变形 D 旋转, 线变形和角变形
14. 相对压强是指该点的绝对气压与_____的差值。
- A. 表压强 B. 当地大气压 C. 真空压强 D. 工程大气压
15. 在_____流动中, 伯努利方程不成立。
- A 定常 B 理想流体 C 不可压缩 D 可压缩

二、概念简答题 (15 分)

1. 液体和气体的粘度随温度的变化是怎么样? (4 分)
2. 用于判断流动属于层流还是湍流状态的无量纲参数是什么? (2 分)
3. 在哪两个限制条件下, 理想流体沿总流的伯努力方程可以用如下沿流线伯努利方程表达? (3 分)

$$\frac{V^2}{2} + gz + \frac{p}{\rho} = \text{常数}$$

4. 上题所示伯努利方程中，等式右边常数的量纲是什么？（3 分）
5. 请给出不可压缩粘性流体的 N-S 方程中，各项的物理含义。（3 分）

三、计算题（8 分）

一根直径 $d=127\text{mm}$ ，长度 $l=76\text{mm}$ 的圆柱形轴芯，横向装在固定的圆柱套筒内。设所形成的均匀的圆环缝隙厚度为 $\delta=0.1\text{mm}$ ，缝隙内润滑油的粘度为 $\mu=0.96\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。为使轴芯运动速度达到 $V=6.1\text{m/s}$ ，应加多大的推动力 F 。

四、计算题 (10 分)

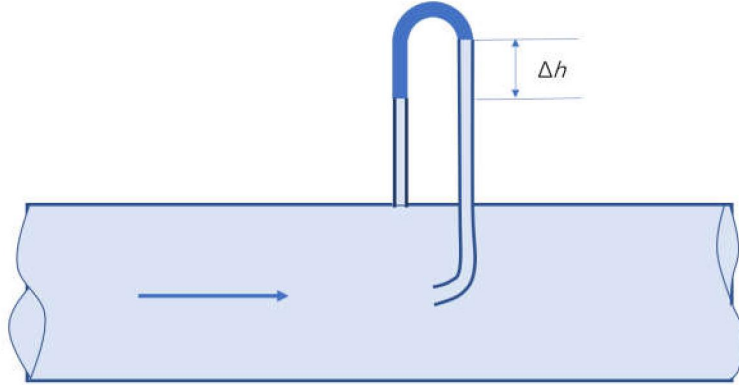
已知速度场 $u = xy^2$, $v = -\frac{1}{3}y^3$, $w = xy$ 。试确定：(1) 属几维流场；(2) 是否是不可压缩流动；(3) 点 (1, 1, 1) 处的加速度。

五、计算题 (12 分)

水流过宽为 w 的宽顶堰，堰上水头高为 H ，单位长度的堰上通过的流量为 q 。设 $q = f(H, w, g, \rho, \mu)$ ，式中 g 为重力加速度， ρ, μ 为水的密度和粘度，试选用 w, g, ρ 为基本量导出 Π 数方程式。

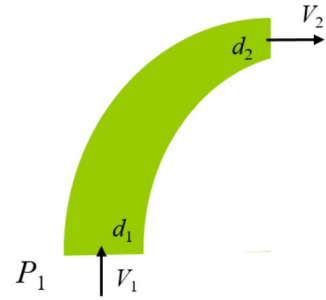
六、计算题 (10 分)

如图所示为一种形式的皮托管测速装置。设U形管内液体的密度为 800kg/m^3 ，若主管内液体为水，平均速度为 0.8m/s ，试求U形管内的液位差 Δh 。



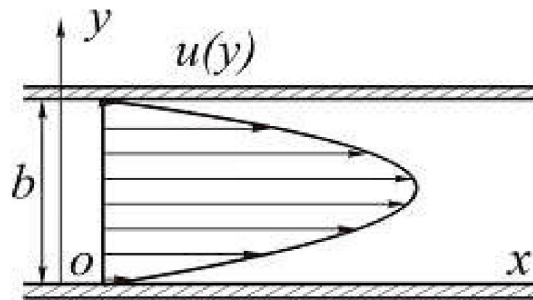
七、计算题（15 分）

连接大小管道的 90° 弯曲收缩圆管，管内水的流量为 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ 。弯管入口直径为 $d_1=0.2\text{m}$ ，出口直径为 $d_2=0.1\text{m}$ ，出口端水喷入大气，忽略质量力，不计损失，试求为固定弯管的力，并在图中用箭头示意方向。



八、计算题 (15 分)

忽略重力，水平放置的两无限大平行平板间距为 b ，两平板之间充满粘度为 μ ，密度为 ρ 的不可压缩流体。假若两平板保持不动，当流动充分发展达到定常状态后，速度廓线如下图所示，化简 x 方向的 N-S 方程并利用边界条件，求流体的速度分布 $u(y)$ 以及下平板所受到的粘性应力。



草 稿 纸(答案写在试题下方, 草稿纸可撕下)

流体力学基本公式参考

$$\rho \frac{D\mathbf{v}}{Dt} = \rho \mathbf{f} - \nabla p + \mu \nabla^2 \mathbf{v} \quad \tau = \mu \frac{du}{dy} \quad \frac{DB}{Dt} = \frac{\partial B}{\partial t} + u \frac{\partial B}{\partial x} + v \frac{\partial B}{\partial y} + w \frac{\partial B}{\partial z}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{v} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \quad \frac{D\rho}{Dt} + \rho \nabla \cdot \mathbf{v} = 0 \quad p = p_0 + \rho gh$$

$$\frac{DN_{\text{sys}}}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{CV} \eta d\tau + \int_{CS} \eta (\mathbf{v} \cdot \mathbf{n}) dA \quad \frac{v_1^2}{2} + gz_1 + \frac{p_1}{\rho} = \frac{v_2^2}{2} + gz_2 + \frac{p_2}{\rho}$$

$$\sum (\dot{m}_i V_i)_{\text{out}} - \sum (\dot{m}_i V_i)_{\text{in}} = \sum F \quad h_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{V^2}{2g}$$

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) = \rho f_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)$$

常用量		
速度，加速度	$\dim V = \text{LT}^{-1}$	$\dim g = \text{LT}^{-2}$
体积流量，质量流量	$\dim Q = \text{L}^3\text{T}^{-1}$	$\dim \dot{m} = \text{MT}^{-1}$
密度，重度	$\dim \rho = \text{ML}^{-3}$	$\dim \gamma = \text{ML}^{-2}\text{T}^{-2}$
力，力矩	$\dim F = \text{MLT}^{-2}$	$\dim L = \text{ML}^2\text{T}^{-2}$
压强，压力，弹性模量	$\dim p = \dim \tau = \dim K = \text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}$	
粘度，运动粘度	$\dim \mu = \text{ML}^{-1}\text{T}^{-1}$	$\dim \nu = \text{L}^2\text{T}^{-1}$