

标准答案

一、单项选择题（本大题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分）

1. 连续介质模型意味着 B。
(A) 流体分子之间没有间隙 (B) 流体中的物理参数是连续函数
(C) 流体分子之间有间隙 (D) 流体不可压缩
2. 静止流体中任意一点的压强与 B 无关。
(A) 点的位置 (B) 作用面的方向
(C) 流体的种类 (D) 重力加速度
3. 水平管道的截面逐渐缩小，管内水流的压强 B。
(A) 逐渐变大 (B) 逐渐变小
(C) 不改变 (D) 没有变化规律
4. 在总流的伯努利方程中，速度 V 是 B 速度。
(A) 在截面上的任意点的速度 (B) 截面平均速度
(C) 截面形心处的速度 (D) 截面上的最大速度
5. 在总流的伯努利方程中，湍流的动能修正系数总是 D 层流的动能修正系数。
(A) 大于 (B) 不小于
(C) 等于 (D) 小于
6. 如果 B，则沿程损失系数 λ 不受壁面粗糙度 Δ 的影响。
(A) 雷诺数足够大 (B) 在紊流光滑区
(C) 在紊流过渡区 (D) 速度足够大
7. 如果忽略流体的重力效应，则不需要考虑哪一个相似性参数？ A
(A) 弗劳德数 (B) 雷诺数
(C) 欧拉数 (D) 马赫数
8. 根据泵与风机的工作原理，离心式泵属于那种类型的泵。 C
(A) 容积式 (B) 往复式
(C) 叶片式 (D) 其它类型的泵
9. 离心式泵的主要部件不包括 B
(A) 叶轮 (B) 汽缸
(C) 机壳 (D) 吸入室
10. 下面的哪一条曲线是泵的特性曲线？ A。
(A) 泵所提供的流量与扬程 (B) 流量与沿程损失系数之间的关系曲线
之间的关系曲线 的关系曲线

B B B B D B A C B A

(C) 管路的流量与扬程曲线 (D) 管路的性能曲线

二、填空题 (本大题共 7 小题, 每小题 5 分, 共 35 分)

1. 流体力学中三个主要力学模型是 (1) 连续介质模型 (2) 不可压缩流体力学模型 (3) 无粘性流体力学模型。

2. 均匀流过流断面上压强分布服从于水静力学规律。

3. 正方形断面管道(边长为 a), 其水力半径 R 等于 $R = \frac{a}{4}$, 当量直径 d_e

等于 $d_e = a$

4. 并联管路总的综合阻力系数 S 与各分支管综合阻力系数的关系为

$$\frac{1}{\sqrt{S}} = \frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \frac{1}{\sqrt{S_3}}$$

5. 层流运动时, 沿程阻力系数 λ 与 $f(\text{Re})$ 有关, 紊流运动沿程阻力系数 λ

在光滑管区与 $f(\text{Re})$ 有关, 在过渡区与 $f(\text{Re}, \frac{K}{d})$ 有关, 在粗糙区与 $f(\frac{K}{d})$ 有关。

6. 泵或风机的工作点是 泵与风机的性能 曲线与 与管路的性能 曲线的交点。

7. 附面层的分离发生在 减速增压区 区。附面层外主流区的流动属 有势 流动。附面层内的流动属于 有旋 流动。

三、简答题 (本大题共 5 小题, 每小题 5 分, 共 25 分)

1. 什么是流线? 什么是迹线? 流线与迹线的区别是什么?

流线是某一瞬时在流场中画出的一条空间曲线, 此瞬时在曲线上任一点的切线方向与该点的速度方向重合, 这条曲线叫流线。

迹线是流场中流体质点在一段时间过程中所走过的轨迹线。

流线是由无穷多个质点组成的, 它是表示这无穷多个流体质点在某一固定瞬间运动方向的曲线。而迹线则是在时间过程中表示同一流体质点运动的曲线。

2. 流体静压强的特性是什么?

流体静压强的方向垂直于静压面, 并且指向内法线, 流体静压强的大小与作用面的方位无关, 只于该点的位置有关。

3. 什么可压缩流体? 什么是不可压缩流体?

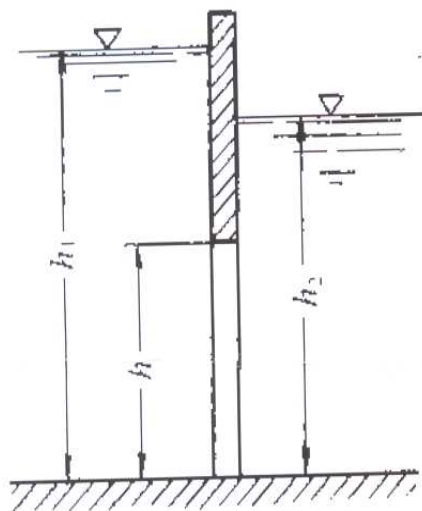
流体的压缩性和热胀性很小, 密度可视为常数的液体为不可压缩流体, 反之为可压缩流体。

4. 什么是力学相似?

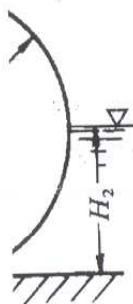
原形流动与模型流动在力学上包括三方面的相似, 即几何相似、运动相似、动力相似, 统称为力学相似。

5. 试述泵与风机的工作原理。

当叶轮随轴旋转时, 叶片间的气体也随叶轮旋转而获得离心力, 并使气体从叶片间的出口处甩出。被甩出的气体及入机壳, 于是机壳内的气体压强增高, 最后被导向出口排出。气体被甩出后, 叶轮中心部分的压强降低。外界气体就能使风机的吸入口通过叶轮前盘中央的孔口吸入, 源源不断地输送气体。



上游水深 $H_1=4.2\text{m}$, 下游水深
(20 分)

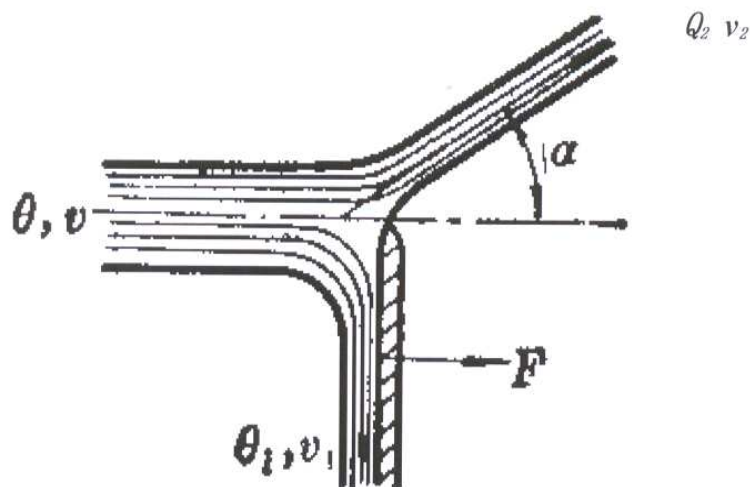


$$\text{解: } p_x = p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \gamma (H_1^2 - H_2^2)$$

$$= \frac{1}{2} \times 9.807 \times 10 \times (4.2 - 2.1)^2 = 648.7 \text{ kN}$$

$$p_z = \gamma V = \gamma A l = \frac{278.2}{360} \pi R^2 l + \frac{1}{2} \times 0.3 \sqrt{0.3^2 + 2.1^2} \times l = 1018.7 \text{ kN}$$

2. 将一平板探入水的自由射流内并垂直于射流的轴线, 该平板截去射流流量的一部分 Q_1 , 并引起射流的剩余部分偏转 α 角, 如射流流速 $v = 30 \text{ m/s}$, 全部流量 $Q = 36 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, 平板截去的流量 $Q_1 = 12 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, 忽略液体的重量及摩擦损失, 试确定射流施于平板的作用力和射流偏转转角 α 。(20 分)



解：沿着垂直于自由射流的方向运用动量定理有：

$$-\rho v_1 Q_1 + \rho v_2 Q_2 \sin \alpha = 0$$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

因忽略重力作用及摩擦损失，有：

$$\frac{p}{\gamma} + Z + \frac{v^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

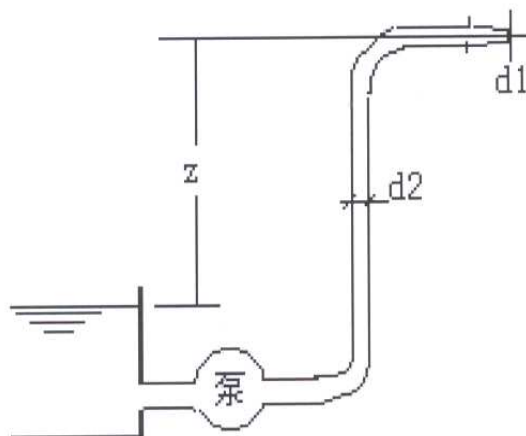
故有 $v_1 = v_2 = v$ ，代入数值得：

$$\sin \alpha = \frac{Q_1}{Q_2} = 0.5$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\text{沿着自由射流方向运用动量定理 } F = \rho(vQ - v_2 Q_2 \cos \alpha) = 456.5 \text{ N}$$

3. 一水泵加压供水系统，水泵的流量 $Q=301/\text{s}$ 。已知末端喷嘴出口与水池水面高差 $z=18\text{m}$ ，管道直径 $d_1=150\text{mm}$ ，喷嘴出口直径 $d_2=50\text{mm}$ ，系统的全部水头损失为 $20 \frac{v^2}{2g}$ ，问水泵给单位重量水流所提供的能量是多少？（16 分）



解：根据连续性条件 $v_1 A_1 = v_2 A_2$ 有

$$v_2 = v_1 \times \frac{A_1}{A_2}$$

水流的总水头就是水泵所提供的能量，给出方程：

$$H_m = Z + \frac{v_2^2}{2g} + 20 \frac{v_1^2}{2g}$$

得

$$\text{总水头: } H_m = 32.851 \text{ m}$$

4、 20°C 的空气 ($\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 0.0183 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$) 在 $300\text{mm} \times 500\text{mm}$ 的矩形管中流动，流速为 20 m/s 。现用水进行模型实验，已知水的最大流量为 80 升/秒，水温为 20°C ， $\rho_{\text{水}} = 998 \text{ kg/m}^3$ ， $\mu = 1.01 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。

(1) 问模型应采用多大的矩形管道？模型流速为多少时才能实现动力相似？

(2) 如果模型中测得通过孔板流量计的压差为 900 Pa ，则相应的原型中孔板流量计的压差为多少？(14 分)

解：由 $\text{Re}_n = \text{Re}_m$

$$\frac{v_n l_n \rho_n}{\mu_n} = \frac{v_m l_m \rho_m}{\mu_m}$$

又 $Q_m = v_m \times l_m \times b_m$ ，即 $v_m \times l_m = Q_m / b_m$ ，代入上式得

$$b_m = \frac{v_n l_n \rho_n}{\mu_n} = \frac{\frac{Q_m \rho_m}{v_m l_m}}{\frac{v_n l_n \rho_n}{\mu_n}} = \frac{79049.505}{1311475.41 l_m}$$

当原型尺寸为 $300 \times 500 \text{ mm}$ 时，得模型尺寸为 $120 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ 。

(2) 由 $Eu_n = Eu_m$

$$\frac{\Delta p_n}{\rho_n v_n^2} = \frac{\Delta p_m}{\rho_m v_m^2}$$

$$\Delta p_m = \frac{\rho_m v_m^2}{\rho_n v_n^2} \Delta p_n = \frac{998 \times \left(\frac{80}{1000 \times 0.12 \times 0.20} \right)^2}{1.2 \times 20^2} \times 900 = 20.792 \text{ kPa}$$