

一、是非题。

1. 流体静止或相对静止状态的等压面一定是水平面。 ()
2. 平面无旋流动既存在流函数又存在势函数。 ()
3. 附面层分离只能发生在增压减速区。 ()
4. 等温管流摩阻随管长增加而增加, 速度和压力都减少。 ()
5. 相对静止状态的等压面一定也是水平面。 ()
6. 平面流只存在流函数, 无旋流动存在势函数。 ()
7. 流体的静压是指流体的点静压。 ()
8. 流线和等势线一定正交。 ()
9. 附面层内的流体流动是粘性有旋流动。 ()
10. 亚音速绝热管流摩阻随管长增加而增加, 速度增加, 压力减小。 ()
11. 相对静止状态的等压面可以是斜面或曲面。 ()
12. 超音速绝热管流摩阻随管长增加而增加, 速度减小, 压力增加。 ()
13. 壁面静压力的压力中心总是低于受压壁面的形心。 ()
14. 相邻两流线的函数值之差, 是此两流线间的单宽流量。 ()
15. 附面层外的流体流动时理想无旋流动。 ()
16. 处于静止或相对平衡液体的水平面是等压面。 ()
17. 流体的粘滞性随温度变化而变化, 温度升高粘滞性减少; 温度降低粘滞性增大。 ()
18. 流体流动时切应力与流体的粘性有关, 与其他无关。 ()

二、填空题。

- 1、 $1\text{mmH}_2\text{O} = \underline{9.807} \text{ Pa}$
- 2、描述流体运动的方法有 欧拉法 和 拉格朗日法。
- 3、流体的主要力学模型是指 连续介质、无粘性 和不可压缩性。
- 4、雷诺数是反映流体流动状态的准数, 它反映了流体流动时 粘性力 与 惯性力 的对比关系。
- 5、流量 Q_1 和 Q_2 , 阻抗为 S_1 和 S_2 的两管路并联, 则并联后总管路的流量 Q 为 , 总阻抗 S 为 。串联后总管路的流量 Q 为 , 总阻抗 S 为 。
- 6、流体紊流运动的特征是 脉动现行, 处理方法是 时均法。
- 7、流体在管道中流动时, 流动阻力包括 沿程阻力 和 局部阻力。
- 8、流体微团的基本运动形式有: 平移运动、旋转流动 和 变形运动。
- 9、马赫数气体动力学中一个重要的无因次数, 他反映了 惯性力 与 弹性力 的相对比值。
- 10、稳定流动的流线与迹线 重合。
- 11、理想流体伯努力方程 $z + \frac{p}{\rho} + \frac{u^2}{2g} = \text{常数}$ 中, 其中 $z + \frac{p}{\rho}$ 称为 测压管 水头。
- 12、一切平面流动的流场, 无论是有旋流动或是无旋流动都存在 流线, 因而一切平面流动都存在 流函数, 但是, 只有无旋流动才存在 势函数。

- 13、雷诺数之所以能判别 流态，是因为它反映了 惯性力 和 粘性力 的对比关系。
- 14、流体的主要力学性质有 粘滞性、惯性、重力性、表面张力性 和 压缩膨胀性。
- 15、毕托管是广泛应用于测量 气体 和 水流 一种仪器。
- 16、流体的力学模型按粘性是否作用分为 理想气体 和 粘性气体。作用与液上的力包括 质量力，表面力。
- 17、力学相似的三个方面包括 几何相似、运动相似 与 动力相似。
- 18、流体的力学模型是 连续介质 模型。
- 19、理想气体伯努力方程 $p + (z_1 - z_2)(\gamma_\alpha - \gamma_g) + \frac{\rho u^2}{2}$ 中， $p + (z_1 - z_2)(\gamma_\alpha - \gamma_g)$ 称 势压， $p + \frac{\rho u^2}{2}$ 称 全压， $p + (z_1 - z_2)(\gamma_\alpha - \gamma_g) + \frac{\rho u^2}{2}$ 称 总压。
- 20、紊流射流的动力特征是 各横截面上的动量相等。
- 21、流体的牛顿内摩擦定律的表达式 $\tau = +u \frac{du}{dy}$ ； $pa \cdot s$ ， u 的单位为 为。
- 22、浓差或温差射流的热力特征是 各截面的相对焓值相等。
- 23、流体微团的运动是由 平移 运动，旋转 运动，线切变 运动和 角切变 运动四种基本运动形式符合而成。
- 24、几何相似是力学相似的前提，运动相似是模型实验的目的，动力相似是运动相似的保证。
- 25、欧拉准数是 和 的相对比值。
- 26、马赫数 M 反映了惯性力和 弹性力 相对比值。
- 27、流体流动的状态分为 层流 和 紊流。
- 28、弗鲁得准数反映了 重力 和 惯性力 相对比值。

四、选择题。

- 按连续介质的概念，流体质点是指_____。
A、流体的分子 B、流体内的固体颗粒 C、无大小的几何点
D、几何尺寸同流动空间相比是极小量，又含有大量分子的微元体
- 一下哪种流体为非牛顿流体_____。
A、空气 B、清水 C、血液 D、酒精
- 绝对压强 P_{abs} 、相对压强 p 、真空值 p_v 、当地大气压强 p_a 之间的关系是_____。

$$A、P_{abs} = p + p_v \quad B、p = P_{abs} + p_a \quad C、p_v = p_a - P_{abs}$$

- 圆管层流过流断面的流速分布为_____。

- A、均匀分布 B、对数曲线分布 C、二次抛物线分布
- 5、一下那些概念属于欧拉法_____。
- A、流线 B、迹线 C、液体质点 D、液体微团
- 6、圆管紊流粗糙区的沿程摩阻系数 λ _____。
- A、与雷诺数 Re 有关 B、与管壁相对粗糙度 $\frac{\Delta}{d}$ 有关
- C、与 Re 和 $\frac{\Delta}{d}$ 有关 D、与和管长 l 有关
- 7、速度 V 、长度 l 、时间 t 的无量纲组合是_____。
- A、 $\frac{V}{lt}$ B、 $\frac{t}{Vl}$ C、 $\frac{l}{Vt^2}$ D、 $\frac{l}{Vt}$
- 8、圆管断面直径由 d_1 突然扩大到 d_2 ，若将一次扩大改为两级扩大，则该扩大的局部水头损失_____。
- A、减小 B、不变 C、增大
- 9、在圆管流动中，层流的断面速度分布符合_____。
- A、均匀规律 B、直线变化规律 C、抛物线变化规律 D、对数曲线规律
- 10、流线与迹线通常情况下_____。
- A、能相交也能相切 B、仅能相交不能相切
- C、仅能相切不能相交 D、既不能相交也不能相切
- 11、速度 v ，密度 ρ ，压强 p 的无量纲集合是_____。
- A、 $\frac{\rho p}{v}$ B、 $\frac{\rho v}{p}$ C、 $\frac{\rho v^2}{p}$ D、 $\frac{p}{\rho v^2}$
- 12、雷诺数代表的是_____之比。
- A、惯性力与压力 B、惯性力与重力
- C、惯性力与表面张力 D、惯性力与粘性力
- 13、压力输水管模型实验，长度比尺为 8，模型水管的流量应为原型输水管流量的_____。
- A、 $\frac{1}{2}$ B、 $\frac{1}{5}$ C、 $\frac{1}{8}$ D、 $\frac{1}{16}$
- 14、一维流动中，“截面积大处速度小，截面积小处速度大”成立的条件是_____。
- A、理想流体 B、粘性流体 C、可压缩流体 D、不可压缩流体
- 15、弹簧管压力表的读数是_____。
- A、绝对压强 B、相对压强
- C、绝对压强加当地大气压 D、相对压强加当地大气压
- 16、静水中斜置平面壁的形心淹没深 h_C 与压力中心淹没深 h_D 的关系是_____。
- A、大于 B、小于 C、等于 D、无规律
- 17、某风管的断面尺寸为 $300\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，则该风管的当量直径是_____。
- A、240mm B、250mm C、300mm D、200mm
- 18、有一变直径管流，小管直径 d_1 ，大管直径 $d_2=2d_1$ ，则两断面雷诺数的关系是_____。
- A、 $Re_1 = \frac{1}{2}Re_2$ B、 $Re_1 = Re_2$ C、 $Re_1 = 1.5Re_2$ D、 $Re_1 = 2Re_2$

19、下列流体哪个属于牛顿流体_____。

A、汽油 B、纸浆 C、血液 D、沥青

五、简答题。

- 1、流体静压强的特性是什么？
- 2、尼古拉兹实验分区意义是什么？
- 3、附面层提出的意义？
- 4、温差或浓差射流弯曲产生的原因是什么？
- 5、附面层分离的原因是什么？
- 6、运动粘滞系数 ν 的物理意义是什么？
- 7、流体动力粘滞系数 μ 的物理意义是什么？
- 8、元流的特性是什么？

9、伯努利方程 $z + \frac{p}{\rho} + \frac{u^2}{2g} = \text{常数}$ 中各项的物理意义？

- 10、管网水力计算遵循的原则是什么？
- 11、水击（水锤）现象及产生的原因是什么？
- 12、管嘴出流产生真空的原因和条件是什么？
- 13、自由紊流射流的运动、动力特征是什么？
- 14、射流弯曲产生的原因？
- 15、绕流升力产生的原因？
- 16、毕托管是广泛应用于测量水流和气流的一种仪器，试画出其示意图，并说明其工作原理。
- 17、简要说明管道流动局部阻力损失产生的机理。
- 18、下式不可压缩流体 N-S 方程中，各项的物理意义是什么？

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

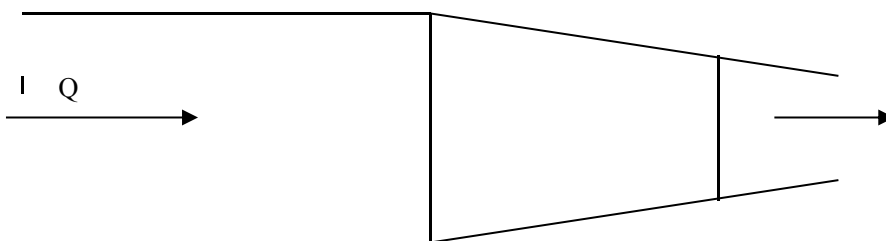
六、计算题。

1、有一钢板制风管，断面尺寸为 $400\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，管内气流平均速度为 1.5m/s ，

气体运动粘滞系数为 $15.0 \times 10^{-8} \text{m}^2/\text{s}$ ，判断管内气体的流态？

2、一高压管末端接喷嘴，如下图所示，已知喷嘴出口直径为 10cm ，管道直径为 40cm ，

水在管中流量 Q 为 $0.4 \text{m}^3/\text{s}$ ，求管嘴对水流的作用力。



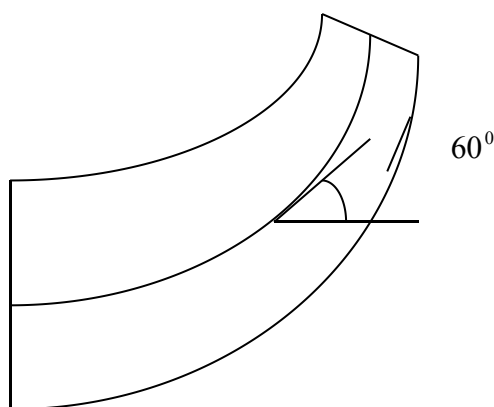
3、已知不可压缩流体的流速分量为： $u_x = x^2 - y^2$ ， $u_y = -2xy$ ， $u_z = 0$ ，问该流动是否为无旋流动？

4、已知平面流动的速度分量为： $u_x = x + t^2$ ， $u_y = -y + t^2$ ；求：当 $t=1$ 是过 $M(1, 1)$ 的流线方程。

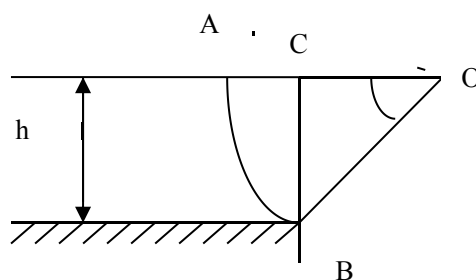
5、一车间用直径为 0.5 m 的风口送风，风口风速为 6.0 m/s ，如长度比例常数为 4，确定实验模型风口风速。若在模型内测得某点气流速度为 3.0 m/s ，则车间相应点的速度为多少？（已知空气的运动粘滞系数为 $0.0000157\text{ m}^2/\text{s}$ ）

6、对某一桥墩采用模型比例为 $\frac{l_m}{l_n} = \frac{1}{16}$ 进行实验。已知模型中水流速度为 0.76 m/s ，实测模型桥墩受水流作用力为 4 N 。求原型中相应的流速与作用力。

7、在水平放置的管线中接弯管，直径从 600 mm 逐渐减小到 300 mm ，水流方向偏转 60° 如图所示，在直径较大一端压强为 172 kN/m^2 ，求作用于弯管上的力的大小和方向，
①当水不流动时；②当通过的流量为 876 L/s 时；

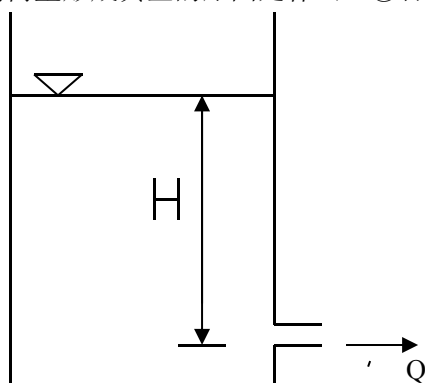


8、一弧形闸门 AB，宽 4 m ，圆心角为 45° ，半径为 2 m ，闸门转轴恰好与水面平齐，求作用于闸门的水静压力。

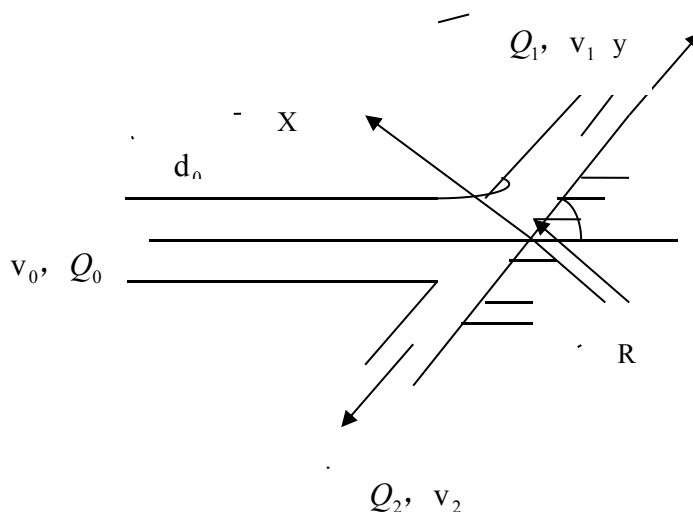


9、如下图所示，一水箱侧面开孔并接有一直径为 50 mm 的短管，形成管嘴出流，已知作

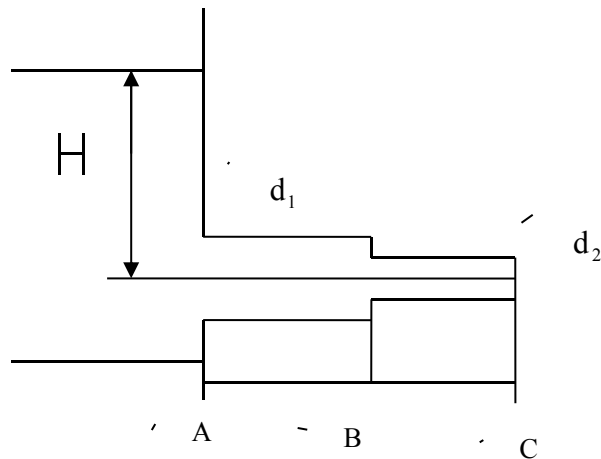
用水头 $H=5\text{m}$ ，管嘴出流流量系数 $\mu=0.82$ ，试问：①管嘴出流流量 Q ；②靠近水箱一侧管嘴内壁形成真空的原因是什么？③合适的管嘴长度是多少？



10、如图所示，一水平射流冲击光滑平板，流量为 Q_0 ，密度 ρ ，直径为 d_0 ，求：①平板所受的冲击力。②流量 Q_1 和 Q_2 。



11、如下图所示：水箱侧壁接出一根由两段不同管径所组成的管道，已知 $d_1 = 200\text{mm}$ ， $d_2 = 100\text{mm}$ ，两管短长均为 $L = 50\text{m}$ ， $H = 10\text{m}$ ，沿程阻力系数 $\lambda = 0.01$ ， $\varepsilon A = 0.3$ ， $\varepsilon B = 0.2$ ，求：管道中水的流量、流速。



参考答案：

一、名词解释。

1、雷诺数：是反应流体流动状态的数，雷诺数的大小反应了流体流动时，流体质点惯性力和粘性力的对比关系。

2、流线：流场中，在某一时刻，给点的切线方向与通过该点的流体质点的流速方向重合的空间曲线称为流线。

3、压力体：压力体是指三个面所封闭的流体体积，即底面是受压曲面，顶面是受压曲面边界线封闭的面积在自由面或者其延长面上的投影面，中间是通过受压曲面边界线所作的铅直投影面。

4、牛顿流体：把在作剪切运动时满足牛顿内摩擦定律的流体称为牛顿流体。

5、欧拉法：研究流体力学的一种方法，是指通过描述物理量在空间的分布来研究流体运动的方法。

6、拉格朗日法：通过描述每一质点的运动达到了解流体运动的方法称为拉格朗日法。

7、湿周：过流断面上流体与固体壁面接触的周界称为湿周。

8、恒定流动：流场中，流体流速及由流速决定的压强、粘性力、惯性力等也不随时间变化的流动。

9、附面层：粘性较小的流体在绕过物体运动时，其摩擦阻力主要发生在紧靠物体表面的一个流速梯度很大的流体薄层内，这个薄层即为附面层。

10、卡门涡街：当流体经绕流物体时，在绕流物后面发生附面层分离，形成旋涡，并交替释放出来，这种交替排列、有规则的旋涡组合称为卡门涡街。

11、自由紊流射流：当气体自孔口、管嘴或条缝以紊流的形式向自由空间喷射时，形成的流动即为自由紊流射流。

12、流场：充满流体的空间。

13、无旋流动：流动微团的旋转角速度为零的流动。

14、贴附现象：贴附现象的产生是由于靠近顶棚流速增大静压减少，而射流下部静压大，上下压差致使射流不得脱离顶棚。

15、有旋流动：运动流体微团的旋转角速度不全为零的流动。

16、自由射流：气体自孔口或条缝向无限空间喷射所形成的流动。

17、浓差或温差射流：射流介质本身浓度或温度与周围气体浓度或温度有差异所引起的射流。

18、音速：音速即声速，它是弱扰动波在介质中的传播速度。

19、稳定流动：流体流动过程与时间无关的流动。

20、不可压缩流体：流体密度不随温度与流动过程而变化的液体。

21、驻点：流体绕流物体迎流方向速度为零的点。

22、自动模型区：当某一相似准数在一定的数值范围内，流动的相似性和该准数无关，也即原型和模型的准数不相等，流动仍保持相似，准数的这一范围称为自动模型区。

二、是非题。

1、错误 2、正确 3、正确 4、错误 5、错误 6、正确 7、正确

8、正确 9、正确 10、正确 11、正确 12、正确 13、正确 14、正确

15、正确 16、错误 17、错误 18、错误

三、填空题。

1、9.807；

2、欧拉法；拉格朗日法；

3、连续介质；无粘性；

4、惯性力；粘性力；

5、 $Q=Q_1+Q_2$ ； $\frac{1}{\sqrt{S}} = \frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}}$ ； $Q=Q_1=Q_2$ ； $S=S_1+S_2$ ；

6、脉动现象；时均法；

7、沿程阻力；局部阻力；

8、平移运动；旋转流动；变形运动；

9、惯性力；弹性力；

10、重合；

11、测压管；

12、流线；流函数；势函数；

13、流态；惯性力；粘性力

14、惯性；重力性；粘滞性；压缩性和热胀性；表面张力特性；

15、气体；水流；

16、理想气体；粘性气体；质量力；表面力；

17、几何相似；运动相似；动力相似；

18、连续介质；

19、势压： $p + \frac{\rho u^2}{2}$ ； $p + (z_1 - z_2)(\gamma_a - \gamma_g) + \frac{\rho u^2}{2}$ ；

20、各横截面上的动量相等；

21、 $\tau = +u \frac{du}{dy}$ ； $\text{pa} \cdot \text{s}$ ；

22、各截面的相对焓值相等；

23、平移；旋转；线变形；角变形；

24、前提；目的；保证；

25、压力；

26、弹性力；

27、层流；紊流；

28、重力；惯性力；

四、选择题。

1-5:DCCCA 6-10:BDACC 11-15:DDCDB 16-19: BADA

五、简答题。

1、流体静压强的方向是沿着作用面的内法线方向；在静止或相对静止的流体中，任一点流体静压强的大小作用面方向无关，只与该点的位置有关。

2、①层流区 ②临界过渡区 ③紊流光滑区 ④紊流过度区 ⑤紊流粗糙区

意义：比较完整地反应了沿程阻力系数的变化规律，揭示了沿程阻力系数变化的主要因素。

3、在于将流场划分为两个计算方法不同的区域，即势流区和附面层。在附面层外的势流区按无旋流动理想流体能量方程或动量方程求解；在附面层内，按粘性有旋流动流体能量方程或 N-S 方程求解；

4、浓差或温差射流由于浓度或温度不同，引起射流介质密度与周围其气体密度与周围气体密度不同，所受的重力与浮力不相平衡，使得整个射流将发生向上或向下的轴弯曲。

5、当流体绕流曲面体流动时，在减压增速区，流动维持原来的附面层；流动进入增压减速区时，流体质点受到与主流方向相反的压差作用，将产生方向的回流，而附面层外的流体仍保持原有的前进，这样，回流和前进这两部分运动方向相反的流体相接触，就形成旋涡。旋涡的产生使得附面层与壁面发生分离。

6、流体运动粘滞系数 ν 表征单位速度梯度作用下的切应力对单位体积质量作用产生的阻力加速度，具有运动学要素。

7、流体动力粘滞系数 μ 表征单位速度梯度作用下的切应力，反映了粘滞的动力性质。

8、元流的特性：元流的边界由流线组成；流体质点不能出入元流；元流断面上的流速和压强是均匀分布。

9、Z：断面对基准面高度，水力学中称位置水头，单位位能；

$\frac{p}{\rho}$ ：在断面压强作用下，流体沿测压管所能上升的高度，压强水头，单位位能；

$\frac{u^2}{2g}$ ：断面以速度 u 为初速度的铅直向上射流所能达到的理论的高度，流速水头，单位位能。

位位能。

10、①任一节点流入和流出的流量相等；②任一闭合环路中，如规定顺时针方向流动的阻力损失为正，反之为负，则各管段阻力损失的代数和必等于零。

11、有压管路中运动着的液体，由于阀门或水泵突然关闭，使得液体的速度和动量发生急剧变化，从而造成液体压强骤然变化，该现象就是水击(水锤)现象，产生的原因①液体的可压缩性②管道材质的弹性。

12、原因是流体质点流动时由于有惯性，因而流线不能成折线，是光滑的曲线，所以能够形成真空区域；条件是：管嘴长度为管径的 3~4 倍；作用水头 H_0 极限值为

9.3m。

13、在自由紊流射流的主体段，射流各断面上速度分布是相似的，轴线速度越来越小，横截面积越来越大，质量流量也越来越大；个横截面上的动量守恒。

14、在温差射流场中，由于气流密度与周围的气体的不同，射流气体所受的浮力与重力不相平衡，使整个射流发生向下或向上弯曲。

15、当绕流物体为非对称形或虽为对称但其对称轴与来流方向不平行时，在绕流物体上部流线较密，流速大；下部流线较疏，流速小，则上部压强小，下部压强大，上、下部存在压强差，由此产生向上的力称为升力。

16、(见第五版书 P61)

17、(略)

18、X: 是作用在流体微团上的单位质量力。

$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}$: 是作用在流体微团上单位质量流体的压力。

$\gamma \left(\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} \right)$: 是作用在流体微团上单位质量流体粘性偏应力的合力。

$\frac{du_x}{dt}$: 是流体质点的加速度。

六、计算题。

$$R = \frac{A}{\chi} = \frac{4 \times 0.2}{2 \times (0.2 + 0.4)} = 0.067$$

1、解: $de = 4R = 4 \times 0.067 = 0.267$

$$Re = de \times \frac{v}{\gamma} = \frac{0.267 \times 1.5}{15.0 \times 10^{-6}} = 2.67 \times 10^4 > 2000$$

所以管内气体为紊流流动。

2、解: 如图所示, 由连续性方程得:

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.4}{\frac{1}{4} \times 3.14 \times \left(\frac{40}{100}\right)^2} = 3.18 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.4}{\frac{1}{4} \times 3.14 \times \left(\frac{10}{100}\right)^2} = 51.0 \text{ m/s}$$

以轴线为基准面, 列 1-2 断面的伯努利方程 $\alpha = 1$

$$0 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = 0 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}, \text{ 此时 } p_2 = 0$$

$$\text{则: } p_1 = \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right) \times \gamma = 9.8 \times \frac{51.0^2 - 3.18^2}{2 \times 9.8} = 1295.4 \text{ kN/m}^2$$

设喷嘴对水流的作用力为 F, 沿水流方向列动量方程, 并取 $\alpha = 1$ 得:

$$\begin{aligned}
p_1 A_1 - F &= \rho Q (v_2 - v_1) \\
F &= p_1 A_1 - \rho Q (v_2 - v_1) \\
&= 1295.4 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times \left(\frac{40}{100}\right)^2 - 1000 \times 0.4 \times \frac{51.0 - 3.18}{1000} \\
&= 162.7 - 19.1 \\
&= 143.6 \text{ kN}
\end{aligned}$$

3、①检查流动是否无旋：

$$\begin{aligned}
\frac{\partial u_x}{\partial y} &= \frac{\partial}{\partial y}(x^2 - y^2) = -2y \\
\frac{\partial u_y}{\partial x} &= -2y
\end{aligned}$$

两者相等，故为无旋流动

②求速度势函数：

$$\begin{aligned}
d\phi &= u_x dx + u_y dy \\
&= (x^2 - y^2) dx - 2xy dy \\
&= x^2 dx - dxy^2 \\
\phi &= \frac{x^3}{3} - xy^2
\end{aligned}$$

4、根据流线方程定义得流线方程：

$$\begin{aligned}
\frac{dx}{u_x} &= \frac{dy}{u_y} \\
\frac{dx}{x + t^2} &= \frac{dy}{-y + t^2}
\end{aligned}$$

$$\text{当 } t=1 \text{ 时, } \frac{dx}{x+1} = \frac{dy}{-y+1}$$

化简得： $xdy + ydx + dy - dx = 0$

积分： $xy + y - x + c = 0$

流线通过 (1, 1) 点：即 $1 \times 1 + 1 - 1 + c = 0$ 得： $c = -1$

将 $c = -1$ 带入上式，得 $xy + y - x - 1 = 0$

化简得： $(x+1)(y-1) = 0$

5、根据相似原理可得，实验模型风口直径为：

$$d_m = \frac{0.5}{4} = 0.125$$

原型雷诺数为： $Re_n = 6.0 \times 0.5 / 0.0000157 = 191082.8 > 50000$

所以气流处于阻力平方区，（可采用粗糙度较大的管道），则阻力平方区的最低雷诺数为 50000 则：相应的模型气流出口速度 V_m 为：

$$V_m \times 0.125 / 0.0000157 = 50000$$

$$V_m = 6.28 \text{ m/s}$$

流速比尺为： $\lambda = \frac{6.0}{6.28} = 0.955$

若在模型内测得某点气流速度为 3.0m/s ,则车间相应点的速度为:

$$V_n = V \times \lambda = 3.0 \times 0.955 = 2.87 \text{ m/s}$$

6、经分析可知，此流动的主要作用力是重力，所以决定性相似准数为付鲁德准数。由付鲁德模型律可知：

$$F\gamma_n = F\gamma_m, \frac{v_n^2}{l_n g_n} = \frac{v_m^2}{l_m g_m};$$

$$Eu_n = Eu_m, \frac{\Delta p_n}{\rho v_n^2} = \frac{\Delta p_m}{\rho v_m^2};$$

由付鲁德准数相等推理得： $\frac{v_n^2}{v_m^2} = \frac{l_n}{l_m};$

所以： $v_n = \sqrt{\frac{l_n}{l_m}} \times v_m = \sqrt{\frac{16}{1}} \times 0.76 = 3.04 \text{ m/s}$

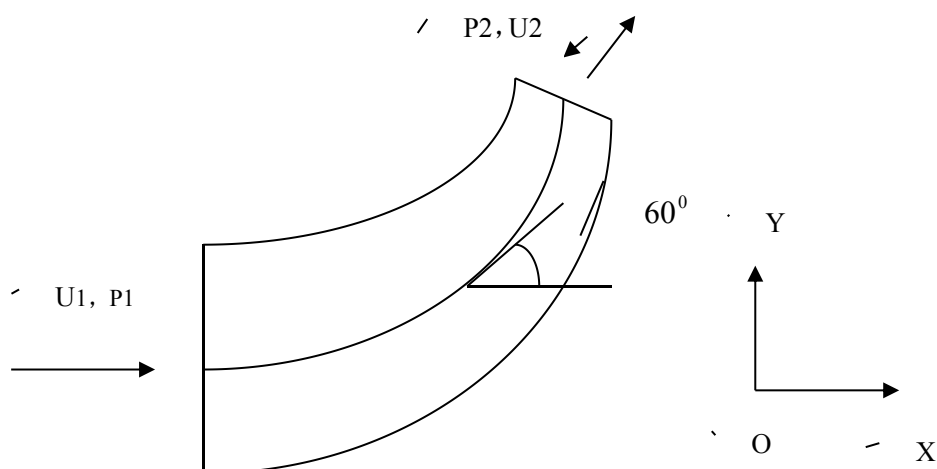
由欧拉准数相等推理得： $\frac{\Delta p_n}{\Delta p_m} = \frac{\rho v_n^2}{\rho v_m^2} = \frac{v_n^2}{v_m^2} = \frac{l_n}{l_m}$

由： $F = \Delta p \times l^2$

得： $\frac{F_n}{F_m} = \frac{\Delta P_n}{\Delta P_m} \times \frac{l_n^2}{l_m^2} = \frac{l_n}{l_m} \times \frac{l_n^2}{l_m^2} = \frac{l_n^3}{l_m^3}$

所以： $F_n = \frac{l_n^3}{l_m^3} \times F_m = 16^3 \times 4 = 16384 \text{ N}$

7、建立下图所示的坐标，水流方向如图所示：



① 当水流不动时：

$$P_1 = P_2 = 172 \text{ kN/m}^2$$

设 F_x, F_y 为水流作用于弯管的分力，如图

$$F_x = p_1 A_1 - P_2 A_2 \cos 60^\circ$$

$$\begin{aligned} X \text{ 方向: } &= 172 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times \left(\frac{600}{1000}\right)^2 - 172 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times \left(\frac{300}{1000}\right)^2 \times 0.5 \\ &= 42.5 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Y \text{ 方向: } F_y = 0 - P_1 A_1 \sin 60^\circ$$

$$= 0 - 172 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times \left(\frac{300}{1000}\right)^2 \times 0.86$$

$$= -10.5 \text{ kN}$$

$$\text{对弯管的合力: } R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 43.8 \text{ kN}$$

$$\text{方向为: } \alpha = \arctan (F_y/F_x)$$

$$= 14^\circ$$

② 当有流动时：

$$\text{由连续性方程得: } \frac{1}{4} \pi d_1^2 u_1 = \frac{1}{4} \pi d_2^2 u_2 = 0.876$$

$$\text{解得: } u_1 = 3.2 \text{ m/s} \quad u_2 = 12.4 \text{ m/s}$$

忽略阻力，应用伯努利方程，列 1-1, 2-2 断面的方程：

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}$$

$$\text{带入数据解得: } P_2/\gamma = 10.2 \text{ H}_2\text{O} = 10.2 \times 9.8 = 100 \text{ kN/m}^2$$

列动量方程：

$$X \text{ 方向: } p_1 A_1 - p_2 A_2 \cos 60^\circ - F_x = \rho Q (u_2 \cos 60^\circ - 0)$$

$$\text{带入数据得: } F_x = 42.4 \text{ kN}$$

$$\text{同理: } y \text{ 方向: } F_y - P_2 A_2 \sin 60^\circ = \rho Q (u_2 \sin 60^\circ - 0)$$

$$\text{代入数据解得: } F_y = 15.2 \text{ kN}$$

$$\text{合力为: } R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 45.1 \text{ kN}$$

$$\text{方向为: } \alpha = \arctan (F_y/F_x)$$

$$= 19.7^\circ$$

$$8、\text{解: } h = r \sin 45^\circ = \sqrt{2} m$$

$$oc = h = \sqrt{2}m$$

$$F_x = \frac{1}{2}hrhb = \frac{1}{2} \times \sqrt{2} \times 9.8 \times \sqrt{2} \times 4 = 39.2kN$$

$$F_y = rb\left(\frac{1}{8} \times 3.14r^2 - \frac{1}{2}hh\right) = 9.8 \times 4 \times \left(\frac{1}{8} \times 3.14 \times 22 - \frac{1}{2} \sqrt{2} \sqrt{2}\right) = 22.3kN$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 45.1kN$$

$$9、① Q = uA\sqrt{2gH} = 0.82 \times 3.14 \times \frac{1}{4} \times \left(\frac{50}{100}\right)^2 \sqrt{2 \times 10 \times 5} = 0.0161m^3/s$$

②孔口与管嘴出流流动时，在出流管嘴内形成以真空区域主要原因是：流体具有粘滞性，流体质点流动时存在惯性，流线不能发生直接拐弯，只能是光滑的曲线因此靠近水箱一侧管嘴内壁形成真空。

$$③ L = (3-4) D = (3-4) \times 50 = 150-200 \text{ mm}$$

10、建立如图所示的坐标：

设平板对水流的冲击力为 R（方向与 x 轴正方向相同），如图中所示：

$$\text{射流出口速度： } v_0 = \frac{Q}{\frac{\pi d_0^2}{4}} = \frac{4Q}{\pi d_0^2}$$

由于平板是光滑的，所以仅无法向力，由动量方程（x 轴方向）得：

R=流出动量-流入动量

$$= 0 - \rho Q_0(-V_0 \sin \theta) = \rho Q_0 V_0 \sin \theta$$

$$= \frac{4\rho Q_0^2 \sin \theta}{\pi d_0^2}$$

所以平板所受冲击力大小与 R 相等，方向相反。

由连续性方程可得：Q0=Q1+Q2-----①

由于射流是水平方向，且置于大气中，所以压力能不变，能量损失不计，由能量方程得：

$$\frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_2^2}{2g}, \text{ 得 } v_0 = v_1 = v_2$$

平板切线方向（y 轴方向）无摩擦力， $\sum F = 0$ 满足动量守恒；

$$\text{即： } 0 = (\rho Q_1 v_1 - \rho Q_2 v_2) - \rho Q_0 v_0 \cos \theta$$

$$\text{化简得： } Q_1 - Q_2 = Q_0 \cos \theta \text{ -----②}$$

$$\text{联立方程①②解得： } Q_1 = \frac{1}{2} Q_0 (1 + \cos \theta)$$

$$Q_2 = \frac{1}{2} Q_0 (1 - \cos \theta)$$

11、选取水平面为截面 1-1，出口处为断面 2-2，由伯努利方程知：

连续性方程可知: $v_1 A_1 = v_2 A_2$ 所以 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2} = \frac{1}{4}$

以

所以 $v_1 = 1.51 \text{ m/s}$, 所以 $v_2 = 4v_1 = 6.04 \text{ m/s}$

1. 流体的相对密度定义为：某种流体的密度与()的密度的比值。

B、标准大气压下 15℃水

D、标准大气压下 15℃空气

A. 空间位置 B. 作用面的方位 C. 液体种类 D. 淹没深度

A、理想不可压缩均质重力流体作定常或非定常流动时，沿流线总机械能守恒

B、理想不可压缩均质重力流体作定常流动时，沿流线总机械能守恒

C、理想不可压缩均质重力流体作非定常流动时，沿迹线总机械能守恒

D、理想可压缩重力流体作非定常流动时，沿流线总机械能守恒

4. 在列伯努利方程时, 方程两边的压强项必须 ()

A、均为表压强

B、均为绝对压强

C、同为表压强或同为绝对压强

D、一边为表压强一边为绝对压强

5. 当圆管中流体作层流流动时, 动能修正系数 α 等于 ()

A. 1

B. 2

C. 3

D. 1.75

6. 在粘滯力作用下相似的流动, 其 () 准则数必然相等。

- A. Fr B. Eu C. Sr D. Re

7. 当某管路流动在紊流粗糙管平方阻力区范围内时, 则随着雷诺数 Re 的增大, 其沿程损失系数 λ 将 ()。

- A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 增大或减小

8. 判定流体流动是有旋流动的关键是看 ()

- A. 流体微团运动轨迹的形状是圆周曲线 B. 流体微团运动轨迹是曲线
C. 流体微团运动轨迹是直线 D. 流体微团自身有旋转运动

9. 对于理想流体的欧拉积分式与伯努力积分式的适用条件, 其差别在于 ()。

- A. 是否为不可压缩流体 B. 是有旋流动还是无旋流动
C. 是否有势的质量力作用下 D. 是否为定常流动

10. 流体在管内作层流流动时, 其沿程损失 h_f 值与断面平均流速 v 的 () 次方成正比。

- A. 1 B. 1.75 C. 1.75~2 D. 2

11. 一块可动平板与另一块不动平板之间为某种液体, 两块板相互平行, 它们之间的距离 $A = 0.6\text{mm}$ 。若可动平板以 $V = 0.3\text{m/s}$ 的水平速度向右移动, 为了维持这个速度需要单位面积上的作用力为 2N , 则流体的粘度为 ()

- A. $0.4\text{Pa}\cdot\text{s}$ B. $250\text{Pa}\cdot\text{s}$ C. $0.004\text{Pa}\cdot\text{s}$ D. $0.002\text{Pa}\cdot\text{s}$

12. 设计输水量为 $300\text{m}^3/\text{h}$ 的给水管道, 流速限制在 $0.9\sim 1.4\text{m/s}$ 之间, 并且规定管径必须为 50mm 的倍数, 管径应为: ()

- A. 100mm B. 150mm C. 300mm D. 500mm

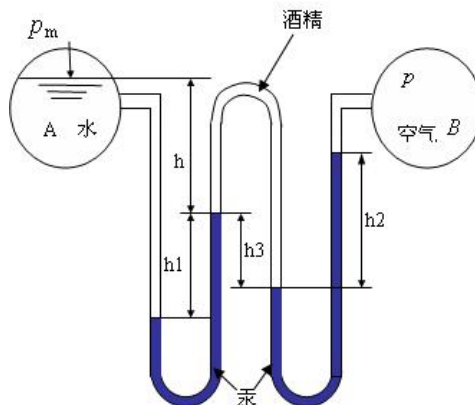
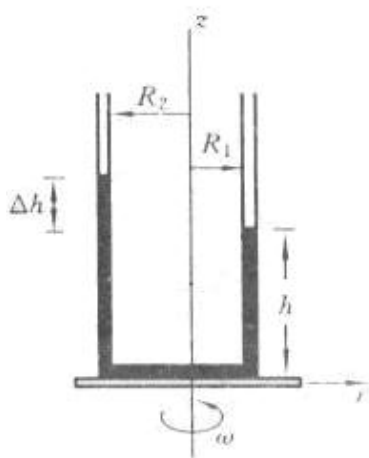
13. 水在直径为 $d = 100\text{mm}$ 的管中流动, 流速是 $v = 0.5\text{m/s}$, 水的运动粘度是 $\nu = 1 \times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$, 则水在管中呈何种流动状态 ()

- A. 层流 B. 紊流 C. 不稳定流 D. 可能是层流, 也可能是紊流

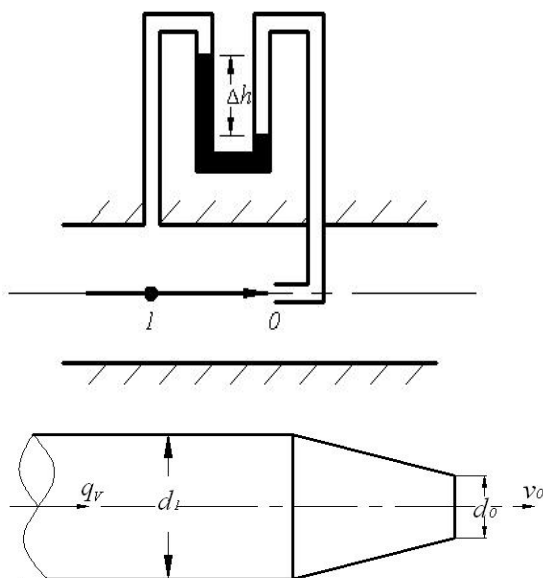
14. 空气气流临界声速与滞止声速比 ()。

- A. 0.9129 B. 1.0954 C. 1.1952 D. 0.8367

1. 图 1 为 U 形管角速度测量仪，两竖管距离旋转轴为 R_1 和 R_2 ，其液面高差为 Δh ，试求 ω 的表达式。如果 $R_1=0.08\text{m}$ ， $R_2=0.20\text{m}$ ， $\Delta h=0.06\text{m}$ ，求 ω 的值。



2. 图 2 为多管式压强计，已知： $p_m = 2.45 \times 10^4 p_a$ ， $h_1 = 200\text{mm}$ ， $h_2 = 250\text{mm}$ ， $h_3 = 150\text{mm}$ ，水银的密度为 13600kg/m^3 ，酒精的密度为 843kg/m^3 。求容器 B 内的压强值。
- 3、用汞 U 形管压差计与皮托管组合测定水管中的点流速 v ，当读数 $\Delta h=60\text{mm}$ 时，流速为多少？（已知：水的密度 $\rho_1=1000\text{kg/m}^3$ ，汞的密度 $\rho_2=13600\text{kg/m}^3$ ）



- 4、如图所示，消防水枪水平工作，水枪进口直径 $d_1 = 15\text{mm}$ ，出口直径 $d_0 = 7\text{mm}$ ，水枪工作水量 $q_v = 160\text{L/min}$ ，试确定水枪对消防队员的后坐力。
- 5、过热水蒸汽的温度为 430°C ，压强为 $5 \times 10^6\text{Pa}$ ，速度为 525m/s ，求水蒸汽的滞止参数。

已知水蒸气气体参数： $\gamma = 1.33, R = 462 J / (kg \cdot K)$ 。

6、已知二元流场的速度势为 $\varphi = x^2 - y^2$ 。求：

- (1) u_x 、 u_y ，并检验是否满足连续条件和无旋条件；
- (2) 求流函数；
- (3) 求通过 A (1, 0)，B (1, 1) 两点的两条流线之间的流量。

7、 $D = 15cm$ ， $L_1 = 30m$ ， $L_2 = 60m$ ， $H_2 = 15m$ ， $\lambda = 0.023$ ， $\zeta_{\text{弯头}} = 0.9$ ， $\zeta_{\text{蝶阀}} = 10.8$ 。

- (1) 求 $H_1 = 10m$ 时通过弯管的流量；
- (2) 如 $Q = 60 L / s$ ，水箱中水头 H_1 为多少。

