

一\选择题部分

(1) 在水力学中, 单位质量力是指 (答案: c)

- a、单位面积液体受到的质量力; b、单位体积液体受到的质量力;
c、单位质量液体受到的质量力; d、单位重量液体受到的质量力。

(2) 在平衡液体中, 质量力与等压面 (答案: d)

- a、重合; b、平行 c、相交; d、正交。

(3) 液体中某点的绝对压强为 100kN/m^2 , 则该点的相对压强为

- a、 1kN/m^2 b、 2kN/m^2 c、 5kN/m^2 d、 10kN/m^2

答案: b

(4) 水力学中的一维流动是指 (答案: d)

- a、恒定流动; b、均匀流动;
c、层流运动; d、运动要素只与一个坐标有关的流动。

(5) 有压管道的管径 d 与管流水力半径的比值 $d/R=$ (答案: b)

- a、8; b、4; c、2; d、1。

(6) 已知液体流动的沿程水力摩擦系数 λ 与 边壁相对粗糙度和雷诺数 Re 都有关, 即可以判断该液体流动属于答案: c

- a、层流区; b、紊流光滑区; c、紊流过渡粗糙区; d、紊流粗糙区

(7) 突然完全关闭管道末端的阀门, 产生直接水击。已知水击波速 $c=1000\text{m/s}$, 水击压强水头 $H=250\text{m}$, 则管道中原来的流速 v_0 为答案: c

- a、 1.54m b、 2.0m c、 2.45m d、 3.22m

(8) 在明渠中不可以发生的流动是 (答案: c)

- a、恒定均匀流; b、恒定非均匀流;
c、非恒定均匀流; d、非恒定非均匀流。

(9) 在缓坡明渠中不可以发生的流动是 (答案: b)。

- a、均匀缓流; b、均匀急流; c、非均匀缓流; d、非均匀急流。

(10) 底宽 $b=1.5\text{m}$ 的矩形明渠, 通过的流量 $Q=1.5\text{m}^3/\text{s}$, 已知渠中某处水深 $h=0.4\text{m}$, 则该处水流的流态为答案: b

- a、缓流; b、急流; c、临界流;

(11) 闸孔出流的流量 Q 与闸前水头的 H (答案: d) 成正比。

- a、1 次方 b、2 次方 c、 $3/2$ 次方 d、 $1/2$ 次方

(12) 渗流研究的对象是 (答案: a) 的运动规律。

- a、重力水; b、毛细水; c、气态水; d、薄膜水。

(13) 测量水槽中某点水流流速的仪器有答案: b

- a、文丘里计 b、毕托管 c、测压管 d、薄壁堰

(14) 按重力相似准则设计的水力学模型, 长度比尺 $\lambda_L=100$, 模型中水深为 0.1m , 则原型中对应点水深为和流量比尺为答案: d

- a、 1m , $\lambda_Q=1000$; b、 10m , $\lambda_Q=100$;

c、1 米, $\lambda_Q=100000$; d、10 米, $\lambda_Q=100000$ 。

2、判断题: (每小题 2 分)

- (1)任意受压面上的平均压强等于该受压面形心处的压强。 (错误)
答案:
- (2)水流总是从压强大的地方向压强小的地方流动。 ()
答案: 错误
- (3)水力粗糙管道是表示管道的边壁比较粗糙。 ()
答案: 错误
- (4)粘滞性是液体产生水头损失的内因。 ()
答案: 正确
- (5)同样条件下直接水击比间接水击更不安全。 ()
答案: 正确
- (6)在正坡非棱柱渠道内可以形成均匀流。 ()
答案: 错误
- (7)矩形断面水力最佳断面的宽深比 $\beta=2$ 。 ()
答案: 正确
- (8)断面比能沿流程总是减小的。 ()
答案: 错误
- (9)在流量和渠道断面形式一定的条件下,跃前水深越大,跃后水深也越大。()
答案: 错误
- (10)渗流达西定律适用的条件是恒定均匀层流渗流, 并且无渗透变形。 ()
答案: 正确

3、填空题: (每小题 2 ~ 4 分)

- (1) 牛顿内摩擦定律适用的条件是_____层流运动_____和_____牛顿液体_____。
- (2) 液体中某点的绝对压强为 100kN/m^2 , 则该点的相对压强为 _____ 2 _____ kN/m^2 , 真空度为_____不存在_____。
- (3) 只受重力作用, 静止液体中的等压面是_____水平面_____。
- (4) 实际液体在流动时产生水头损失的两个主要原因是_____答案: 液体存在粘滞性和边界的影响_____。
- (5) 水流在明渠中的流态为缓流时, 其水深 $h > h_k$, 弗汝德数 $Fr < 1$ 。
- (6) 在流量不变的条件下, 水跃的跃前水深越小, 则水跃的跃后水深越_____大_____。
- (7) 根据管道水头损失计算方法的不同, 管道可以分为_____短管_____和_____长管_____。
- (8) 在水击计算中阀门关闭的时间 $T_s < T_r$ 的水击, 称为_____直接_____水击, 把 $T_s > T_r$ 的水击称为_____间接_____水击。
- (9) a_2 型水面曲线是发生在_____陡坡_____坡上的 _____缓流_____流 (指急流或缓流) 的水面线, 这时弗汝德数 Fr 沿程 _____减小_____ (指增大、减小或不变)
- (10) 溢流堰的过堰流量与堰顶水头的_____ $3/2$ _____ 次方成正比。
- (11) 泄水建筑物下游发生远驱水跃时, 下游收缩断面水深 h_c 的共轭水深

h_c'' _____ h_t (h_t 为下游河道的水深, 填写 < 、 = 、 > 符号)

答案: 填写 < 、 = 、 > 符号

(12) 按重力相似准则设计的溢流坝水力模型, 长度比尺 $\lambda_L=25$, 当模型中某点的流速为 $v_m=0.8\text{m/s}$, 则原型中对应点的流速为 $v_p=\underline{\quad}4\text{m/s}\underline{\quad}\text{m/s}$ 。

4、问答题: (每小题 3 ~ 4 分)

(1) 什么是理想液体? 为什么要引入理想液体的概念?

答案: 理想液体是指没有粘滞性的液体。

实际液体都具有粘滞性, 在液体流动时会引起能量损失, 给分析液体运动带来很大困难。为了简化液体运动的讨论, 我们引入了理想液体的概念, 忽略液体的粘滞性, 分析其运动规律, 然后再考虑粘滞性影响进行修正, 可以得到实际水流的运动规律, 用以解决实际工程问题。这是水力学重要的研究方法。

(2) “均匀流一定是恒定流”, 这种说法是否正确? 为什么?

答案: 这种说法错误的。均匀是相对于空间分布而言, 恒定是相对于时间而言。当流量不变通过一变直径管道时, 虽然是恒定流, 但它不是均匀流。

(3) 简述尼古拉兹实验中沿程水力摩擦系数 λ 的变化规律。

答案: 通过尼古拉兹实验可以发现: 在层流中 λ 仅是雷诺数 Re 的函数并与 Re 成反比; 在层流到紊流过渡区, λ 仅是 Re 的函数; 在紊流光滑区 $\lambda=f_1(Re)$; 过渡区 $\lambda=f_2(Re, \frac{\Delta}{R})$; 粗糙区 $\lambda=f_3(\frac{\Delta}{R})$, 紊流粗糙区又称为阻力平方区。

(4) 为什么舍齐公式 $C\sqrt{Ri}$ 只适用于阻力平方区?

答案: 舍齐公式是根据明渠均匀流的大量观察资料总结的公式, 自然界中明渠水流几乎都处于紊流阻力平方区, 因此该公式只适用于紊流阻力平方区。

(5) 流动相似的含义是什么?

答案: 流动相似包括几何相似、运动相似和动力相似。其中几何相似是前提, 动力相似是保证, 才能实现流动相似。

(6) 从力学意义上解释明渠均匀流只能在正坡渠道中产生的原因。

答案: 均匀流的断面平均流速水头和压强水头沿程不变, 但水流运动总要消耗能量, 因此从能量方程来分析, 只能消耗位能来克服水流阻力。所以均匀流只能产生在正坡渠道中。

(7) 分析水面曲线时, 如何寻找急流和缓流的控制断面?

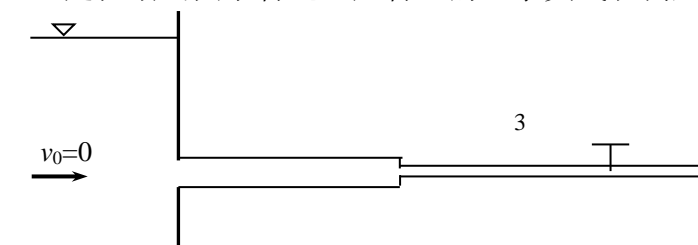
答案: 急流的控制断面在上游, 因为外界对急流的干扰不能向上游传播; 缓流的控制断面在下游, 其原因与急流正好相反。

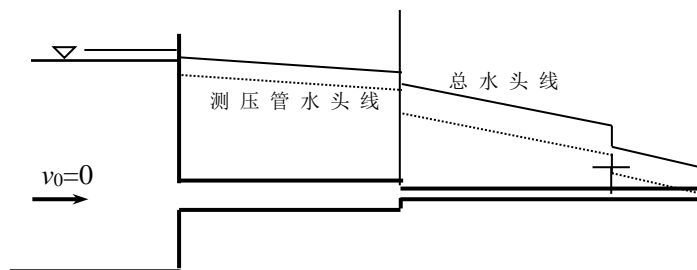
(8) 在渗流计算中达西定律与杜比公式有何区别?

答案: 达西定律适用于任一点的渗流流速 $u=kJ$, 其适用于恒定均匀层流渗流; 而杜比公式是适用于恒定非均匀渐变层流渗流, 同一过水断面上各点的渗流流速都相等且等于 $v=kJ$ 。

5、作图题:

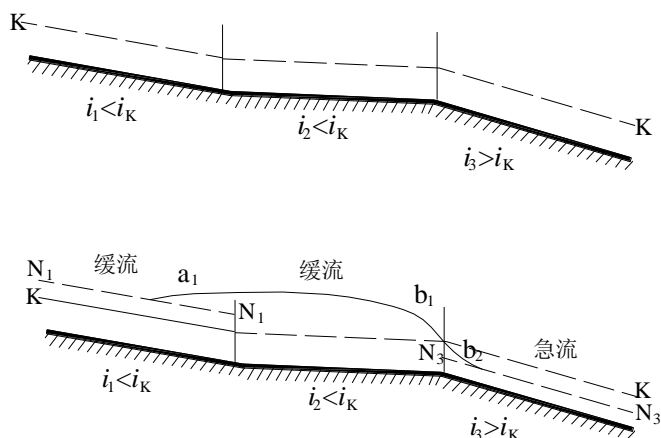
(1) 定性绘出图示管道 (短管) 的总水头线和测压管水头线。 (5 分)





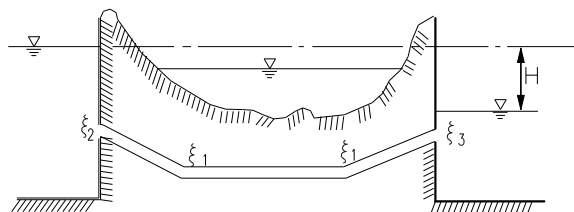
解:

(2) 定性绘出图示棱柱形明渠内的水面曲线, 并注明曲线名称及流态。(各渠段均充分长, 各段糙率相同) (5 分)



6、计算题:

(1) 图示一跨河倒虹吸管, 正方形断面面积为 $A=0.64 \text{ m}^2$, 长 $l=50 \text{ m}$, 两个 30° 折角、进口和出口的局部水头损失系数分别为 $\zeta_1=0.2$, $\zeta_2=0.5$, $\zeta_3=1.0$, 沿程水力摩擦系数 $\lambda=0.024$, 上下游水位差 $H=3\text{m}$. 求通过的流量 Q ? (10 分)



解: 按短管计算, 取下游水面为基准面, 对上下游渠道内的计算断面建立能量方程

$$H = h_w = \left(\lambda \frac{l}{4R} + \sum \xi \right) \frac{v^2}{2g} \quad (5 \text{ 分})$$

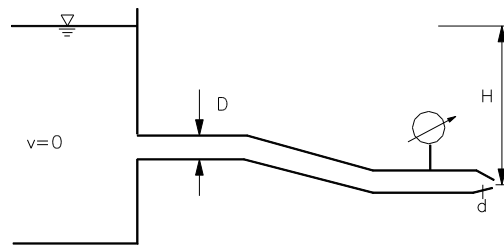
计算方形管道断面的水力半径和局部水头损失系数
 $R = \frac{A}{\chi} = 0.2\text{m}$, $\sum \xi = 0.2 \times 2 + 0.5 + 1.0 = 1.9$

将参数代入上式计算, 可以求解得到

$$\therefore v = 4.16\text{m/s}, Q = vA = 2.662\text{m}^3/\text{s} \quad (5 \text{ 分})$$

即倒虹吸管内通过的流量为 $2.662\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 从水箱接一橡胶管道及喷嘴(如图)。橡胶管直径 $D=7.5\text{cm}$, 喷嘴出口直径 $d=2.0\text{cm}$ 。水头 $H=5.5\text{m}$ 。由水箱至喷嘴的水头损失 $h_w = 0.5\text{m}$ 。用压力表测得橡胶管与喷嘴接头处的压强 $p = 4.9\text{N}/\text{cm}^2$ 。如用手握住喷嘴, 需要多大的水平力 R , 行近流速 $v_0=0$, 取动能校正系数和动量校正系数均为 1。 (15 分)

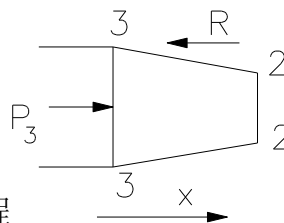


解: 以过喷嘴中心的水平面为基准面, 列水箱渐变流断面 1—1 和喷嘴出口断面 2—2 的能量方程
 $H + 0 + 0 = 0 + 0 + \frac{v_2^2}{2g} + 0.5$ (5 分)

求得喷嘴出口流速和流量为 $v_2 = \sqrt{2g \times 5} = 9.9\text{m/s}$

$$Q = v_2 A_2 = 0.000314\text{m}^3/\text{s} \quad (1.5 \text{ 分})$$

橡胶管道内的流速为 $v_3 = \frac{Q}{A_3} = 0.706\text{m/s}$ (1 分)



对于喷嘴建立 x 方向的动量方程

$$p_3 A_3 - R = \beta \rho Q (v_{2x} - v_{3x})$$

$$R = p_3 A_3 - \rho Q (v_2 - v_3) = 187.79\text{N} \quad (6.5 \text{ 分})$$

水流对喷嘴冲击力为 $R' = -R$ 即为手握喷嘴所需之力。 (1 分)

(3) 有一梯形渠道, 底宽 $b=10\text{ m}$, 水深 $h=3\text{ m}$, 边坡为 1:1, 糙率 $n=0.014$, 底坡 $i=0.001$ 。如流动在紊流粗糙区, 求通过的流量 Q 。 (9 分)

解: 计算渠道断面水力要素,

过流断面面积 $A = bh + mh^2 = 39\text{ m}^2$ (1.5 分)

湿周 $x = b + 2\sqrt{1+m^2}h = 18.49\text{ m}$ (1.5 分)

水力半径 $R = \frac{A}{x} = 2.11\text{ m}$ (1 分)

舍齐系数 $C = \frac{1}{n} R^{1/6} = 80.90\text{ m}^{1/2}/\text{s}$ (2 分)

通过的流量 $Q = AC(Ri)^{0.5} = 144.93\text{ m}^3/\text{s}$ (3 分)

(4) 某矩形断面渠道中筑有一溢流坝。已知渠宽 $B=18\text{ m}$, 流量 $Q=265\text{ m}^3/\text{s}$, 坝下收缩断面处水深 $h_c=1.1\text{ m}$, 当坝下游水深 $h_t=4.7\text{ m}$ 时, 问: (12 分)

1) 坝下游是否发生水跃? (4 分)

2) 如发生水跃, 属于何种形式的水跃? (4 分)

3) 是否需要修建消能工? 若需要修建消能工, 估算消力池深。 (4 分)

解: 1) 计算临界水深 h_k , 判断收缩断面和下游水流流态,

$$q = Q/B = 265/18 = 14.72\text{ m}^3/\text{sm}$$

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{14.72^2}{9.8}} = 2.81\text{ m}$$

因为收缩断面水深 $h_c=1.1\text{ m} < h_k$ 为急流, 下游水深 $h_t=4.7\text{ m} > h_k$ 为缓流, 所以溢流坝下游必定发生水跃。

2) 计算收缩断面处水深 h_c 的共轭水深 h_c''

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \frac{q^2}{gh_c^3}} - 1 \right)$$

$$= \frac{1.1}{2} \times \left(\sqrt{1 + 8 \times \frac{14.72^2}{9.8 \times 1.1^3}} - 1 \right) = 5.81\text{ m}$$

因为 $h_c'' > h_t$, 该水跃为远驱水跃。

3) 溢流坝下游发生远驱水跃, 需要修建消力池。

估算消力池深 d , 取水跃淹没系数 $\sigma_j = 1.05$

则池深约为 $d = \sigma_j h_c'' - h_t = 1.05 \times 5.81 - 4.7 = 1.40\text{ m}$