

《水力学》试卷

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 成绩：_____

一、单项选择题（填写唯一正确答案的编号）

（本大题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分）

- 下列物理量中，有量纲的数为（ ）
a) A. 佛汝德数 Fr B. 沿程阻力系数 λ
b) C. 渗流系数 k D. 堰流流量系数 m
- 缓坡明渠中的均匀流是（ ）
a) A. 缓流 B. 急流 C. 临界流 D. 可以是急流或缓流
- 管流的负压区是指测压管水头线（ ）
A 在基准面以下的部分 B. 在下游自由水面以下的部分
C. 在管轴线以下的部分 D. 在基准面以上的部分
- 有两条梯形断面渠道 1 和 2，已知其流量、边坡系数、糙率和底坡相同，但底坡 $i_1 > i_2$ ，则其均匀流水深 h_1 和 h_2 的关系为（ ）
A. $h_1 > h_2$ B. $h_1 < h_2$ C. $h_1 = h_2$ D. 无法确定
- 对于并联长管道，每根管道的（ ）相等。
A. 流量 B. 切应力 C. 沿程水头损失 D. 水力坡度
- 平衡液体的等压面必为（ ）
A. 水平面 B. 斜平面 C. 旋转抛物面 D. 与质量力正交的面
- 理想液体恒定有势流动，当质量力只有重力时，（ ）
A 整个流场内各点的总水头 $(z + p/\gamma + u^2/2g)$ 相等
B 只有位于同一流线上的点，总水头 $(z + p/\gamma + u^2/2g)$ 相等
C 沿流线总水头 $(z + p/\gamma + u^2/2g)$ 沿程减小
D 沿流线总水头 $(z + p/\gamma + u^2/2g)$ 沿程增加
- 有一溢流堰，堰顶厚度为 2m，堰上水头为 2m，则该堰流属于（ ）
A. 薄壁堰流 B. 宽顶堰流 C. 实用堰流 D. 明渠水流
- 同一管道中，当流速不变，温度上升时，则雷诺数（ ）
A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 不一定
- 一段直径不变管道的流速从 2m/s 增加到 4m/s 时，在水流都处于紊流粗糙区时，沿程水头损失是原来的（ ）倍
A. 1 B. $\sqrt{2}$ C. 2 D. 4

二、填空题（在空格中填写正确答案）

（本大题共 8 小题，每空格 2 分，共 16 分）

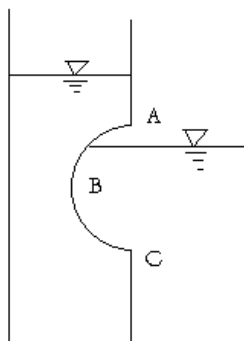
- 有一明渠均匀流，通过流量 $Q = 55 \text{ m}^3/\text{s}$ ，底坡 $i = 0.0004$ ，则其流量模数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$.

2. 水泵进口真空计的读数为 $p_k = 24.5 \text{ KN/m}^2$ ，则该处的相对压强水头为_____m
3. 矩形断面渠道，水深 $h=1\text{m}$ ，单宽流量 $q = 1\text{m}^3/\text{s}$ ，则该水流的佛汝德数 $Fr=$ _____。
4. 宽顶堰的总水头 $H_0=2\text{m}$ ，下游水位超过堰顶的高度 $h_s=1.4\text{m}$ ，此时堰流为_____出流。
5. 渗流杜比公式表明，在渐变渗流中过水断面的流速分布为_____。
6. 已知谢才系数 $C = 100\text{m}^{1/2}/\text{s}$ ，则沿程阻力系数 $\lambda=$ _____。
7. 当液流为_____流时，流线与迹线重合。
8. 直径为 1m 的管道中的水流，其水力半径为_____。

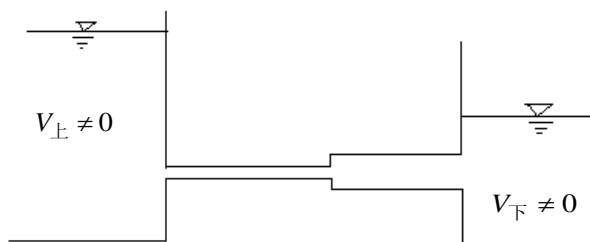
三、作图题

(本大题分 3 小题，每小题 4 分，共 12 分)

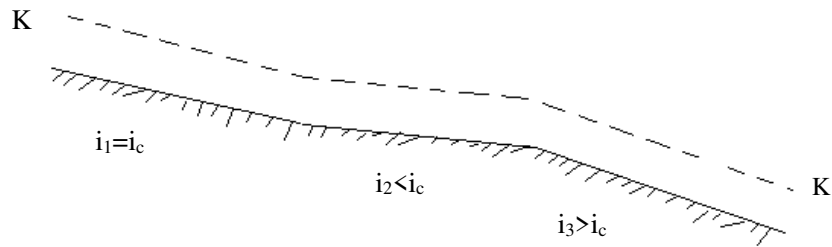
1. 画出如图示曲面 ABC 上的水平压强分布图与压力体图。



2. 画出如图短管上的总水头线与测压管水头线。



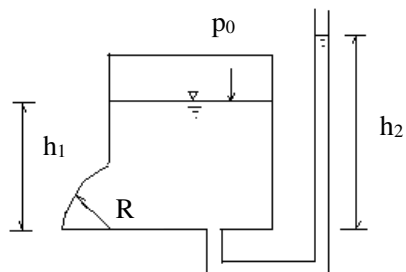
3. 有三段不同底坡的棱柱体渠道首尾相连，每段都很长，且断面形状、尺度及糙率均相同。试定性画出各段渠道中水面曲线可能的连接形式。



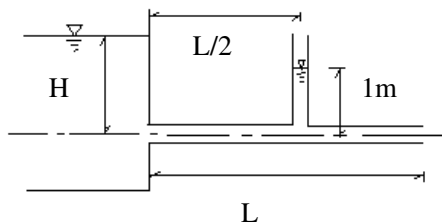
四、计算题

(本大题分 5 小题，共 52 分)

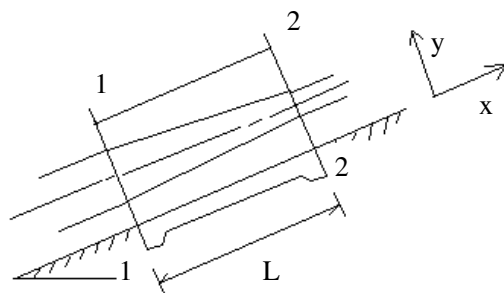
1. (本小题 10 分) 如图所示，一个封闭水箱，下面有一 1/4 园柱曲面 AB，宽为 1m (垂直于纸面方向)，半径 $R=1\text{m}$ ， $h_1=2\text{m}$ ， $h_2=3\text{m}$ ，计算曲面 AB 所受静水总压力的大小、方向和作用点。



2. (本小题 10 分) 有一长度为 L 的有压管道，管径 $d=0.1\text{m}$ ，作用水头 $H=3\text{m}$ ，在 $L/2$ 处装一测压管，已知测压管水面高于管轴 1m，不计行进流速，求管道中通过的流量。



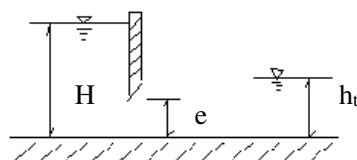
3. (本小题 12 分) 如图示管路渐变段, 已知管轴线与水平面夹角 $\theta = 30^\circ$, 渐变段长 $L=10\text{m}$, 渐变段中水体重量 $G=2\text{KN}$, 进水管直径 $d_1 = 0.2\text{m}$, 流速 $V_1 = 1\text{m/s}$, 形心点相对压强水头 $\frac{p}{\rho g} = 20\text{m}$ 水柱高, 出水管直径 $d_2 = 0.1\text{m}$, 不计水头损失, 试求固定段管路所受的作用力 R_x 和 R_y 。



4. (本小题 10 分) 在矩形断面河道上, 有一单孔的与渠道等宽的泄水闸, 已知闸前水深 $H = 8\text{m}$, 闸门开度 $e = 2.5\text{m}$, 闸下游水深 $h_t = 4.5\text{m}$, 闸门宽度 $b = 8\text{m}$, (闸门垂向收缩系数 $\varepsilon_2 = 0.625$, 堰流的流量系数 $m = 0.34$, 闸孔出流的流量系数 $\mu = 0.60 - 0.18e/H$), 不计行进流速, 试求:

(1) 通过水闸的流量;

(2) 判断闸下游的水流衔接形式, 并判断闸下是否要建消能工。



5. (本小题 10 分) 对于流动 $u_x = 2xy$, $u_y = x^2 - y^2$ 的平面流动, 要求:
- (1) 判断是否是不可压缩流体的流动? 若流动存在, 求流函数。
 - (2) 判别是无旋流还是有旋流? 若为无旋流, 确定其速度势函数。

答案:

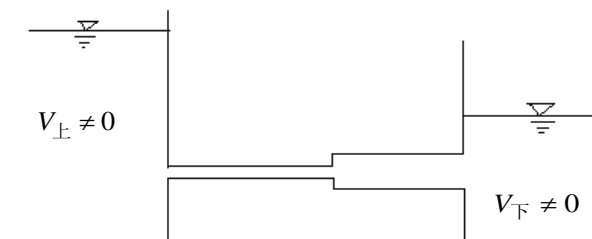
一、单项选择题 (20 分)

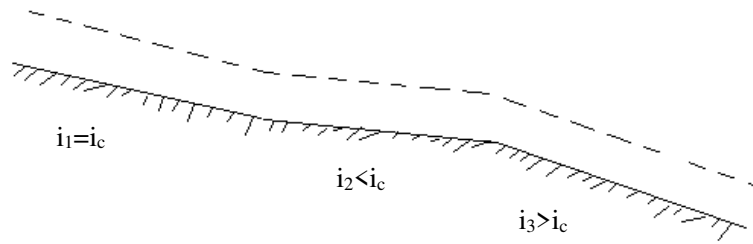
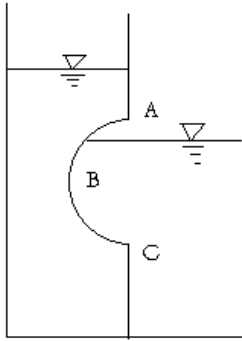
- 1.C 2.A 3.C 4.B 5.C
6.D 7.B 8.C 9.A 10.D

二、填空题 (16 分)

1. $2750\text{m}^3/\text{s}$
2. -2.5m
3. 0.32m
4. 自由出流
5. 矩形/或均匀分布
6. 0.00784
7. 恒定流
8. 0.25m

三、作图题





四、计算题

1. (10 分)

画出水平方向压强分布图 (1 分); 画出垂直方向压力体图 (1 分);

水平方向静水总压力: $P_x = \gamma h_c A = 9.8 \times 2.5 \times 1 \times 1 = 24.5 \text{ KN} (\leftarrow)$ (2 分)

垂直方向静水总压力: $P_z = \gamma V = 9.8 \times (3 \times 1 \times 1 - \pi \times 1^2 / 4) = 21.71 \text{ KN} (\uparrow)$ (2 分)

总静水总压力: $P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{24.5^2 + 21.71^2} = 32.73 \text{ KN}$ (1 分)

与水平方向的夹角: $\theta = \tan^{-1} \frac{P_z}{P_x} = \tan^{-1} \frac{21.71}{24.5} = 41.5^\circ$ (1 分)

距底部 B 点的垂直距离: $e = R \sin \theta = 1 \times \sin 41.5^\circ = 0.663 \text{ m}$ (2 分)

2. (10 分)

以管道轴线为基准面, 列测压管断面和出口断面的能量方程:

得 $h_f / 2 = 1 \text{ m}$ (4 分)

列水箱和出口断面能量方程得, $3 = 2 + \xi V^2 / 2g + V^2 / 2g$ ($\xi = 0.5$)

所以 $V = \sqrt{4g/3} = 3.615 \text{ m/s}$ (5 分)

$Q = VA = 3.615 \times 0.1 \times 0.1 \times \pi / 4 = 0.0284 \text{ m}^3 / \text{s} = 28.4 \text{ l/s}$ (1 分)

3. (12 分)

$V_2 = (d_1 / d_2)^2 V_1 = 4 \text{ m/s}$, $Q = V_1 A_1 = 0.0314 \text{ m}^3 / \text{s}$ (1 分)

以过 1-1 断面中心的水平面为基准面, 写出 1-1 和 2-2 断面能量方程:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} \quad \text{取 } \alpha_1 = \alpha_2 = 1 \quad (3 \text{ 分})$$

$$0 + 50 + \frac{1^2}{19.6} = 10 \times \sin 30^\circ + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{4^2}{19.6},$$

$$\text{得 } p_2/\gamma = 44.23 \text{ m 水柱, 即 } p_2 = 9.8 \times 44.23 = 433.5 \text{ KN/m}^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{而 } p_1 = 9.8 \times 50 = 490 \text{ KN/m}^2,$$

取 1-1 和 2-2 断面间水体为脱离体, 假设管壁对水体的作用力为 R_x 和 R_y , (水流方向为 x 轴, 与水流方向垂直为 y 轴)

x 方向大的动量方程:

$$p_1 A_1 - p_2 A_2 - G \sin 30^\circ - R_x = \rho Q (\beta_2 V_2 - \beta_1 V_1) \quad \text{取 } \beta_1 = \beta_2 = 1$$

$$\begin{aligned} R_x &= p_1 A_1 - p_2 A_2 - G \sin 30^\circ - \rho Q (V_2 - V_1) \\ &= 490 \times 0.0314 - 433.5 \times 0.00785 - 2 \times 0.5 - 1000 \times 0.0314 (4 - 1) / 1000 \\ &= 15.93 - 3.4 - 1 - 0.9 = 10.9 \text{ KN} \end{aligned} \quad (3 \text{ 分})$$

y 方向的动量方程:

$$R_y - G \cos 30^\circ = 0$$

$$R_y = G \cos 30^\circ = 2 \times 0.866 = 1.73 \text{ KN} \quad (2 \text{ 分})$$

水流对管壁的作用力与 R_x 和 R_y 大小相等, 方向相反。 (1 分)

4. (10 分)

(1) 由于 $e/H = 2.5/8 = 0.3125 < 0.65$, 所以为闸孔出流 (1 分)

假定为自由出流 (1 分)

$$Q = \mu b e \sqrt{2gH} = (0.6 - 0.18 \times 0.3125) \times 8 \times 2.5 \times \sqrt{19.6 \times 8} = 136.2 \text{ m}^3/\text{s} \quad (2 \text{ 分})$$

$$h_c = \varepsilon_2 e = 0.625 \times 2.5 = 1.563 \text{ m}$$

$$q = Q/b = 17.03 \text{ m}^3/\text{sm}$$

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \frac{q^2}{g h_c^3}} - 1 \right) = \frac{1.563}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \times 17.03 \times 17.03 / 9.8 \times 1.563^3} - 1 \right) = 5.42 \text{ m}$$

由于 $h_t > h_c''$, 所以闸孔为自由出流, 假设正确。 (2 分)

(2)

$$h_k = \sqrt[3]{\alpha q^2 / g} = \sqrt[3]{1 \times 17.03^2 / 9.8} = 3.09 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

由于 $h_c < h_k$, 所以出闸水流为急流, 又 $h_t > h_k$, 所以下游河道为缓流 (1 分)

则下游水流衔接形式为远驱式水跃 (1 分)

要设消能工。 (1 分)

5. (10 分)

(1) 因为 $\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} = 2y - 2y = 0$, 满足连续性方程, 所以该流动是不可压缩流体的流动。 (2 分)

$$\text{流函数 } d\psi = u_x dy - u_y dx = 2xy dy - (x^2 - y^2) dx$$

$$\psi = xy^2 - x^3/3 + C \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 因为 $\omega = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_y}{\partial x} - \frac{\partial u_x}{\partial y} \right) = \frac{1}{2} (2x - 2x) = 0$, 所以为无旋流 (2 分)

速度势函数 $d\varphi = u_x dx + u_y dy = 2xydx + (x^2 - y^2)dy$
 $\varphi = x^2y - y^3/3 + C$ (3 分)