

2018-2019学年第2学期

课号: (2018-2019-2)-0803104026-2 课程名称: 流体力学

开课学院: 机械工程学院

学分: 2.0

任课教师: 张泽

序号	姓名	班级	第八周周五	姓名	班级	第八周周五
1	王辰	机自173	87	杨冲	机自174	84
2	王洪帅	机自173	86	陆富	机自174	95
3	王庆涵	机自173	86	武钢	机自174	84
4	印恩朋	机自173	87	季云锋	机自174	86
5	兰翔	机自173	85	毕然	机自174	85
6	蒲泽坤	机自173	83	王亮	机自174	83
7	樊春洋	机自173	86	韩晓缠	机自174	84
8	方天翔	机自173	87	姚逸枫	机自174	87
9	刘浩	机自173	83	唐春林	机自174	82
10	张松松	机自173	87	王成勇	机自174	95
11	翟要勇	机自173	85	钟承俊	机自174	82
12	张景瑞	机自173	93	黎上贤	机自174	81
13	李伟	机自173	87	李鑫	机自174	94
14	张映博	机自173	85	陈志威	机自174	83
15	林敏鑫	机自173	93	刘子豪	机自174	82
16	韦晓虎	机自173	86	王佳元	机自174	87
17	陈美胜	机自173	93	陈清泉	机自174	83
18	刘万英	机自173	81	谭廷瑞	机自174	84
19	杨焕凯	机自173	87	陈羽	机自174	87
20	赵希	机自173	86	周科林	机自174	86
21	游名记	机自173	86	高昂	机自174	82
22	王芳灿	机自173	81	谭坤	机自174	94
23	罗方林	机自173	87	王子翱	机自174	87
24	周鸿	机自173	85	李庆浪	机自174	94
25	周文军	机自173	83	朱法焕	机自174	86
26	吕勇波	机自173	81	张潇	机自174	85
27	吕围军	机自173	86	谢笋	机自174	85
28	洪盛峰	机自173	94	孙超	机自174	83
29	綦世玉	机自173	87	童国顺	机自174	86
30	杨秀雷	机自173	86	杨印	机自174	85
31	张颂	机自173	86	李开心	机自174	86
32	朱樟鹏	机自173	83	周孝	机自174	86
33	余美	机自173	94	朱亚伦	机自174	85
34	秦大梅	机自173	94	章涛	机自174	80
35	贾淼	机自173	93	张乐	机自174	80
36	张记杨	机自173	94	李汶烜	机自174	95
37				王念念	机自174	84
38				皮娜	机自174	94
39				凌菲	机自174	87

1. 如右图所示, 密度为 900 kg/m^3 的油水平射向立直的平板, 已知支持平板所需的 $F = 3.2 \times 10^5 \text{ N}$, 求油的流速 V_0 。

解: 由题意可知, 假设坐标系 Oxy 与立直的平板固定, 对这个坐标系来讲, 流动是定常的。应用动量方程得:

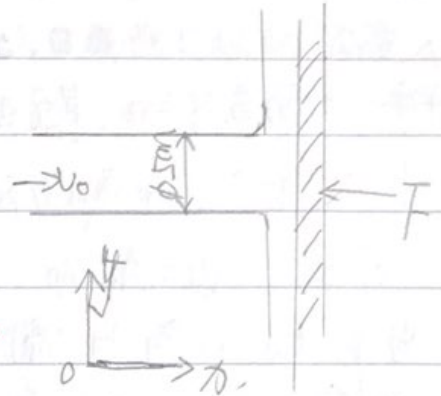
$$V_1 x = V_0, \quad V_2 x = 0$$

$$-F_x = \rho V_0 A_0 (V_2 x - V_1 x), \quad F_x = F$$

$$\therefore F = \rho V_0 A_0 \cdot V_0$$

$$\therefore 3.2 \times 10^5 = 900 \pi \cdot 0.025^2 V_0^2$$

$$\therefore V_0 \approx 424.26 \text{ m/s}$$



2. 如右图所示, 平板闸下出流, 已知闸门上游水深 H , 闸宽 b 和流量 Q , 试求水流对闸门的冲击力 $R = Q_{\max}$ 时, 闸门下水深 h_c 。

解: 由题意可知, 由公式 $\rho V_1 A_1 = \text{常数}$

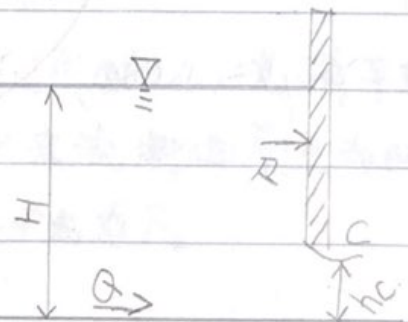
$$\rho V_1 \cdot b h_c = \rho V_2 b H$$

$$V_1 h_c = V_2 H$$

$$\text{水对闸门的冲击力: } F_1 = \frac{1}{2} \rho g H^2 b$$

$$\text{求对 } h_c \text{ 的冲击力: } F_2 = \rho g (H - \frac{1}{2} h_c)^2 b$$

$$\text{冲击力 } R = F_1 - F_2 = \frac{1}{2} \rho g H^2 b - \rho g (H - \frac{1}{2} h_c)^2 b$$



3. 如右图所示, 平板向着流速以等速 V 运动, 导出平板运动所需功率的表达式。

解: 由题意可知, 建立坐标系于平板上。

设射流的截面积为 A_0 。

可知 $qV = A_0 V_0$

当平板向着射流以等速 V 运动时, 则

射流相对于平板的速度 $V_1 = V + V_0$

流体对板面作用力:

$$F_1 = -\rho A_0 (V_0 + V)^2 \sin \alpha$$

水平方向分力:

$$F_2 = F_1 \sin \alpha = -\rho A_0 (V_0 + V)^2 \sin^2 \alpha$$

因为平板在水平方向上等速运动, 所以合力平衡:

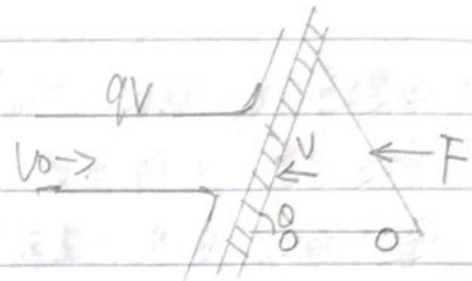
$$F = -F_2 = \rho A_0 (V_0 + V)^2 \sin^2 \alpha$$

所需功率

$$P = FV = \rho A_0 V (V_0 + V)^2 \sin^2 \alpha$$

$$\because qV = A_0 V_0$$

$$\therefore P = \rho \frac{qV}{V_0} V (V_0 + V)^2 \sin^2 \alpha$$



4. 如右图所示, 水泵叶轮的内径 $d_1 = 15 \text{ cm}$, 外径 $d_2 = 32 \text{ cm}$, 叶片宽度 $b = 5 \text{ cm}$. 水在叶轮入口与外沿径向流入, 在出口处沿径向成 30° 角的方向流出, 质量流量 $q_m = 90 \text{ kg/s}$. 试求水在叶轮入口与出口处的流速 V_1 与 V_2 .

解: 由题意可知

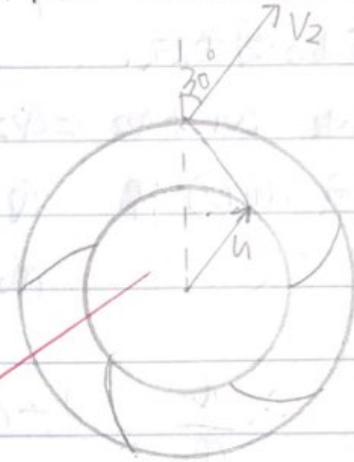
$$\therefore q_m = qV / \rho \quad \therefore qV = \frac{q_m}{\rho}$$

$$V_1 = \frac{qV}{\pi d_1 b} = \frac{q_m}{\pi d_1 b \rho} = \frac{90}{\pi \times 0.15 \times 0.05 \times 1000}$$

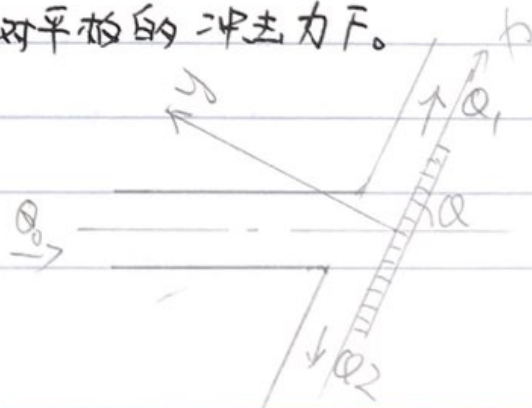
$$= 3.82 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{qV}{\pi d_2 b \cos 30^\circ} = \frac{q_m}{\pi d_2 b \rho \cos 30^\circ} = \frac{90}{\pi \times 0.32 \times 0.05 \times 1000 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}$$

$$= 2.07 \text{ m/s}$$



5. 流量为 Q_0 的水平射流, 冲击垂直放置并与之成 θ 角的光滑平板, (如右图所示的俯视图)。一直液体密度为 ρ , 来流断面直径为 d_0 . 求: (1) 流量比 $Q_1:Q_2$; (2) 射流对平板的冲击力 F .



解:由题可知,设流体的速度为 V

由公式 $P \rho V (\cos \alpha + \cos \beta) = F_x$

由题可知 $P \rho_0 V = F_x$

建立如图坐标, $P \rho_0 V \cos \phi = P \rho_1 V - P \rho_2 V$

再由 $\alpha_1 + \alpha_2 = \alpha_2$ ②

联立 ① ② 得 $Q_1 = \frac{Q_0}{2} (1 + \cos \phi)$

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

$$\therefore \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{1 + \cos \phi}{1 - \cos \phi}$$

(2) 因为液体对平面的作用力总是垂直平面的,由建立的坐标可得 $F_x = 0$

斜面在 y 方向投影面积 $A_y = \frac{\pi d^2}{4} \sin \phi$, $q_v = A_y V$

$$\therefore F_y = -P q_v \cos \phi = -P \frac{\pi d^2}{4} V \sin^2 \phi$$

1分 8.13.

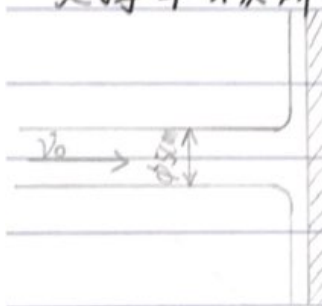
$$\rho g h_1 - \rho g h_2 + g(h_1 - h_2) = 0.$$

$$h_1 - h_2 = \frac{\rho}{g} L = 0.0255 \text{ m}$$

1' 2' 4.2°

第五次作业.

1. 如右图所示, 密度为 900 kg/m^3 的油水平射向立着的平板, 已知支撑平板所需的 $F = 3.2 \times 10^5 \text{ N}$, 求油的流速 v_0 .

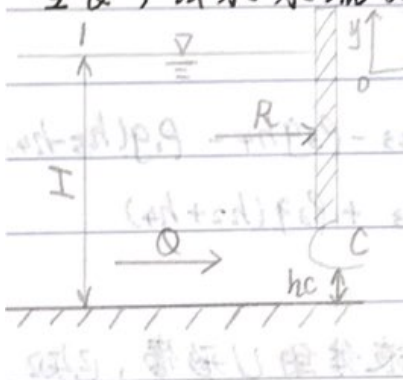


$$\rho g v_1 = F \Rightarrow \rho v^2 A = F$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \sqrt{\frac{3.2 \times 10^5}{900 \times (12.5 \times 10^{-2})^2 \pi}}$$

$$= 425.54 \text{ m/s}$$

2. 如右图所示, 平板闸下出流, 已知闸门上游水深 H , 闸宽 b 和流量 Q , 试求水流对闸门的冲击力 $R = R_{\max}$ 时, 闸门下水深 h_c .



$$Q = VA \Rightarrow v = \frac{Q}{bh}$$

$$V_0 = \frac{Q}{bH} \quad V_e = \frac{Q}{bh_c}$$

$$F_{p1} = \rho g h_{c1} A_1 = \rho g \frac{H}{2} \cdot bH$$

$$F_{p2} = \rho g h_{c2} A_2 = \rho g \frac{h_c}{2} \cdot bh_c$$

$$F_x = \rho Q (V_{2x} - V_{1x}) = \rho Q (V_e - V_0)$$

$$R_x = F_{p1} - F_{p2} - F$$

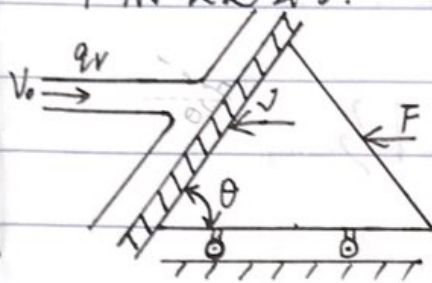
$$= \rho g b \left(\frac{H^2}{2} - \frac{h_c^2}{2} \right) - \rho Q (V_e - V_0)$$

$$= \rho g b \left(\frac{H^2}{2} - \frac{h_c^2}{2} \right) - \frac{\rho Q^2}{b} \left(\frac{1}{h_c} - \frac{1}{H} \right)$$

$$R'_x = -\rho g b h_c + \frac{\rho Q^2}{b h_c^2} \quad \text{当 } R'_x = 0 \text{ 时, } R_x \text{ 有最大值}$$

$$\therefore -\rho g b h_c + \frac{\rho Q^2}{b h_c^2} = 0 \Rightarrow h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 g}}$$

3. 如右图所示, 平板向着流速以等速 V 运动, 导出是平板运动所需功率的表达式。



解: $\rho q_v V_0' \sin \theta = F' = -F$

假设坐标系 Oxy 与平板运动

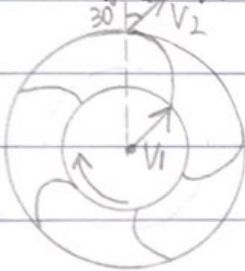
$$V' = V_0 + V$$

$$\therefore F' = \rho q_v (V_0 + V) \sin \theta$$

$$F'' = \rho q_v (V_0 + V) \sin \theta = F' \sin \theta$$

$$\therefore P = F'' V = \rho q_v V (V_0 + V) \sin^2 \theta$$

4. 如右图所示, 水泵叶轮的內径 $d_1 = 15 \text{ cm}$, 外径 $d_2 = 32 \text{ cm}$, 叶片宽度 $b = 5 \text{ cm}$, 水在叶轮入口与处沿径向流入, 在出口处沿径向成 30° 角的方向流出, 质量流量 $q_m = 90 \text{ kg/s}$. 试求 V_1 与 V_2



解: $V_1 = V_{1n} = \frac{q_m}{\rho \pi d_1 b} = \frac{90}{10^3 \times 3.14 \times 0.15 \times 0.05} = 3.82 \text{ m/s}$

$$V_2 = V_{2n} / \cos 30^\circ = \frac{q_m}{\rho \pi d_2 b} = \frac{90}{10^3 \times 3.14 \times 0.32 \times 0.05} = 2.07 \text{ m/s}$$

5. 流量为 Q_0 的水平射流, 冲击垂直放置并与之成 θ 角的光滑平板 (如右图所示的俯视图)。一直液体密度为 ρ , 来流断面直径为 d_0 . 求: (1) 流量比, $Q_1 : Q_2$; (2) 射流对平板的冲击力 F .



解: (1) x 方向的动量方程:

$$\rho Q_0 V_0 \cos \theta = \rho Q_1 V_0 - \rho Q_2 V_0$$

连续性方程: $Q_0 = Q_1 + Q_2$

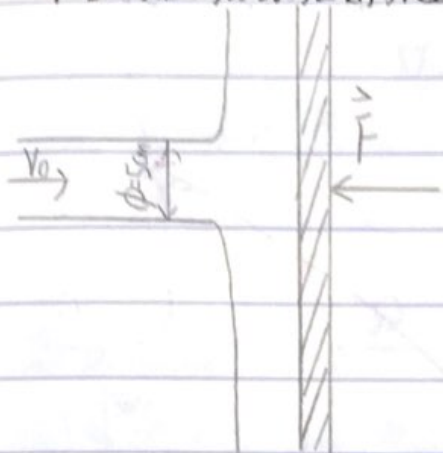
$$\therefore Q_1 = \frac{Q_0}{2}(1 + \cos\theta) \quad Q_2 = \frac{Q_0}{2}(1 - \cos\theta)$$

(2). $F = \rho Q_0 v_0 \sin \theta$.

1월 5.13

2018.5 第8周作业

1. 如右图所示, 密度为 900 kg/m^3 的油水平射向竖直的平板, 已知支撑平板所需的 $F = 3.2 \times 10^5 \text{ N}$, 求油的流速 V_0 。



解: 由题意

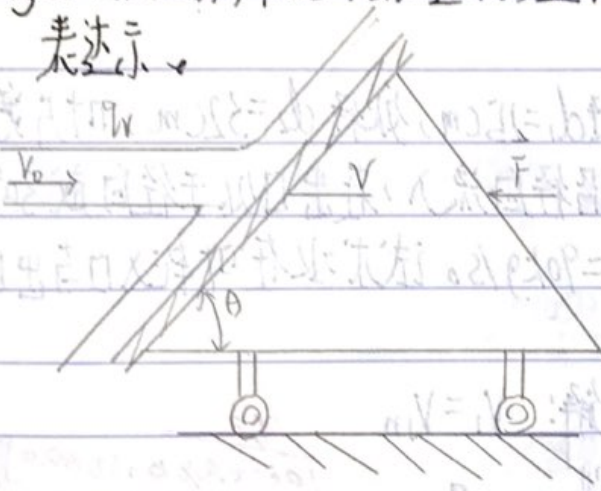
$$F = \rho V_0 q_v \quad (F, \rho \text{ 已知})$$

$$2: q_v = \frac{\pi d^2}{4} V_0 \quad (d = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m})$$

则代入已知 ρ 与 F , d 解上两式

$$\text{易得 } V_0 = 425.54 \text{ (m/s)}$$

2. 如右图所示, 平板向着流进以等速 V 运动, 导出是平板运动所需功率的表达式。



解: 当静止时, 根据牛顿第三定律

$$F' = -F = -\rho q_{v0} V_0 \sin \theta$$

设其截面面积为 A_0 , 则 $q_{v0} = A_0 V_0$

故有

$$F' = -\rho V_0^2 A_0 \sin \theta$$

当流体流速保持速度 V 不变运动则流体相对速度 $V_1 = V_0 + V$

$$\text{故 } F' = -\rho (V_0 + V)^2 A_0 \sin \theta$$

$$\text{则平板运动, } F'' = F' \sin \theta \Rightarrow F'' = -\rho (V_0 + V)^2 A_0 \sin^2 \theta$$

则

$$P = |F''| V_0 = \rho (V_0 + V)^2 \frac{q_v}{V_0} \sin^2 \theta$$

2. 如右图所示, 平板闸门下出流, 已知闸门上游水深 H , 闸宽 b 和流量 Q , 试求水流对闸门的冲击力 $R = R_{\max}$ 时, 闸门下水深 h_c 。

解: 分析水平方向上力, 有

$$\rho g (V_2 x - V_1 x) = \bar{F}_P H - \bar{F}_P h_c - R$$

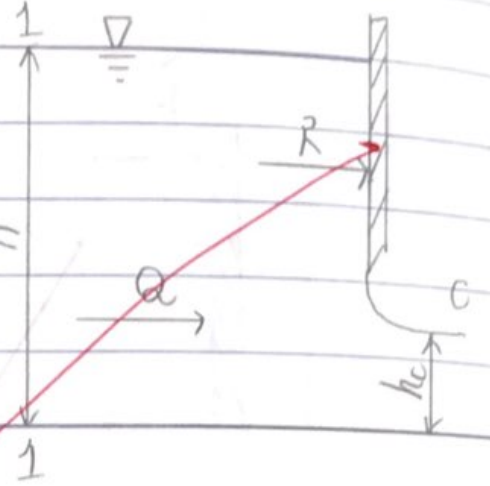
$$\rho Q \left(\frac{Q}{h_c b} - \frac{Q}{H b} \right) = \rho g \frac{1}{2} H b H -$$

$$(H = h_c)$$

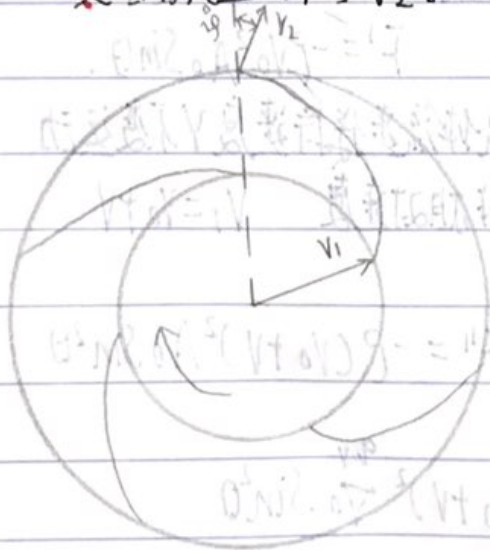
则当 $R = 0$ 时, $R = R_{\max}$

$$\rho Q^2 \frac{1}{b h_c^2} = \rho g h_c^2 b$$

则解得 $h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g b^2}}$



4. 如右图所示, 水泵叶轮的内径 $d_1 = 15 \text{ cm}$, 外径 $d_2 = 32 \text{ cm}$, 叶片宽度 $b = 5 \text{ cm}$, 水在叶轮入口与出口处沿径向流入, 在出口处沿径向成 30° 角的方向流出, 质量流量 $q_m = 90 \text{ kg/s}$ 。试求水在叶轮入口与出口处的流速 V_1 与 V_2 。



解: $V_1 = V_{1n}$

则

$$V_1 = \frac{q_m}{3600 \pi d_1 b}$$

$$\frac{90}{1000 \pi \times 0.15 \times 0.05 \times \cos 30^\circ}$$

(已知 $d_1 = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$

$b = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$, π 取 3.1415)

则解得 $V_1 = 1.08 \text{ m/s}$

则同样, $V_2 n = \frac{q_m}{3600 \pi d_2 b}$

代入数据可得 $V_2 n = 0.497 \text{ m/s}$

$$\text{则 } V_2 = \frac{V_{2n}}{\cos 30^\circ} = 0.574 \text{ m/s.}$$

5. 流量为 Q_0 的水平射流, 冲击垂直放置并与之成 θ 角的光滑平板 (如右图所示的俯视图)。一液体密度为 ρ , 来流断面直径为 d 。求:
(1) 流量比 $Q_1:Q_2$ (2) 射流对平板的冲击力 F 。

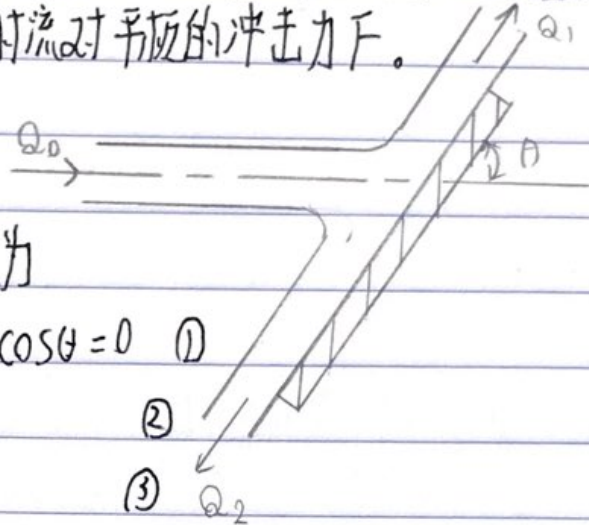
解: 先设初速力 V_0

则其动量方程在 Q_1, Q_2 方向上表达为

$$\rho Q_1 V_1 = \rho Q_2 V_2 + \rho Q_0 V_0 \cos \theta = 0 \quad (1)$$

$$V_1 = V_2 = V_0 \quad (2)$$

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 \quad (3)$$



$$\text{联立 (1)(2)(3) 式得 } Q_1 = \frac{1 - \cos \theta}{2} Q_0$$

$$Q_2 = \frac{1 + \cos \theta}{2} Q_0$$

$$\text{则可得 } Q_1:Q_2 = \frac{1 - \cos \theta}{1 + \cos \theta}$$

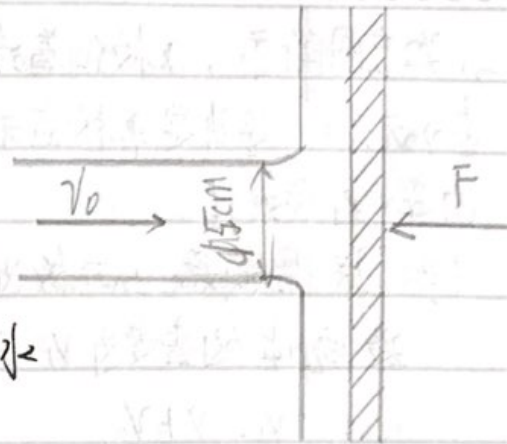
$$2: F = \rho Q_0 V_0 \sin \theta = \rho \frac{\pi d^2}{4} \cdot V_0 \cdot V_0 \sin \theta = \frac{\pi d^2}{4} \rho V_0^2 \sin \theta \quad (4)$$

$$\text{且 } V_0 = \frac{Q_0}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} d^2} \quad (5)$$

$$\text{则由上 (4)(5) 联立解得 } F = \frac{4 Q_0^2}{\pi d^2} \cdot \rho \cdot \sin \theta$$

(点) 5.13

1. 如右图所示密度为 900 kg/m^3 的油水平射向立直的平板, 已知支撑平板所需的 $F = 3.2 \times 10^5 \text{ N}$, 求油的流速 v_0 .



解:

根据题意, 设作用在流体油上的外力为 F_x , 则:

$$F_x = 3.2 \times 10^5 \text{ N}$$

油在立直平板端的流速为 $v_n \Rightarrow$

由动量定理:

$$F_x = \rho A_0 v_0 (v_n - v_0) \quad A_0 = \frac{\pi d^2}{4}$$

代入数据:

$$\rho A_0 v_0 (v_n - v_0) = -F_x$$

$$\rho \cdot v_0 \frac{\pi d^2}{4} (0 - v_0) = -3.2 \times 10^5$$

$$900 \times v_0 \times \frac{\pi \times 25}{4} \times 10^{-4} \times (-v_0) = -3.2 \times 10^5$$

$$\Rightarrow v_0 \approx 425.646 \text{ m/s}$$

3. 如右图所示, 平板向着流速为 v_0 运动, 导出是平板运动所需功率的表达式。

解: 根据题意, 从平板为参考系

设流体的速度为 v_1 则:

$$v_1 = v + v_0$$

由动量定理, 知流体对平板的作用力:

$$F_1 = -\rho A_0 (v_0 + v)^2 \sin \theta$$

则流体对平板作用力的水平分力为:

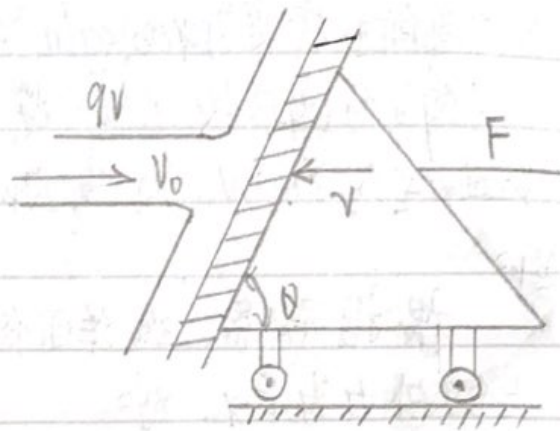
$$F_2 = -\rho A_0 (v_0 + v)^2 \sin^2 \theta$$

由力平衡条件可知:

$$F = F_2 = \rho A_0 (v_0 + v)^2 \sin^2 \theta$$

故平板运动所需功率为:

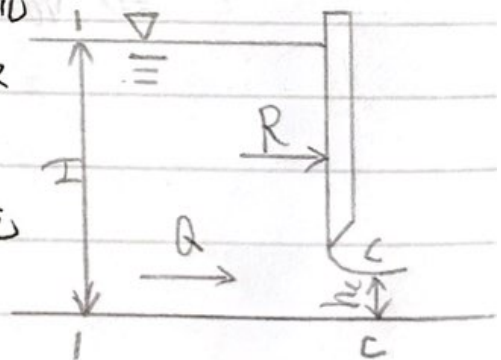
$$P = Fv = \rho A_0 (v_0 + v)^2 \sin^2 \theta v = \rho \frac{q_v}{v_0} v (v_0 + v)^2 \sin^2 \theta$$



2. 如右图所示, 平板闸下泄流, 已知闸门上游水深 H , 闸宽 b 和流量 Q , 过水水流对闸门的冲击力 $R = R_{\max}$ 时, 闸门下水深 h_c

解: 由题意: 设断面 $I-I$, $C-C$ 处的流体流速分别为 v_i 和 v_c

由连续性方程得:



$$v_1 = \frac{Q}{bH} \quad v_c = \frac{Q}{bh_c}$$

选取截面1-1, c-c 处的水体作为控制体, 则水体受力分别为:

$$F_1 = \frac{1}{2} \rho g H^2 b$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \rho g h_c^2 b$$

则由流量定理:

$$\rho Q (v_c - v_1) = F_1 - R_{\max} - F_2 = 0 \quad v = 1$$

$$\rho Q \left(\frac{Q}{h_c b} - \frac{Q}{H b} \right) = \frac{1}{2} \rho g H^2 b - \frac{1}{2} \rho g h_c^2 b - R_{\max} \quad \times$$

4. 如右图所示, 水泵叶轮的内径 $d_1 = 15\text{cm}$, 外径 $d_2 = 32\text{cm}$, 叶片宽度 $b = 5\text{cm}$, 水在叶轮入口与外沿径向流入, 在出口处与径向 30° 角的方向流出, 质量流量 $q_m = 90\text{kg/s}$ 。试求水在叶轮入口与出口处的流速 v_1 与 v_2 。



解:

$$v_1 = v_{1n} = \frac{q_v}{\pi d_1 b}$$

$$v_{2n} = \frac{q_v}{\pi d_2 b}$$

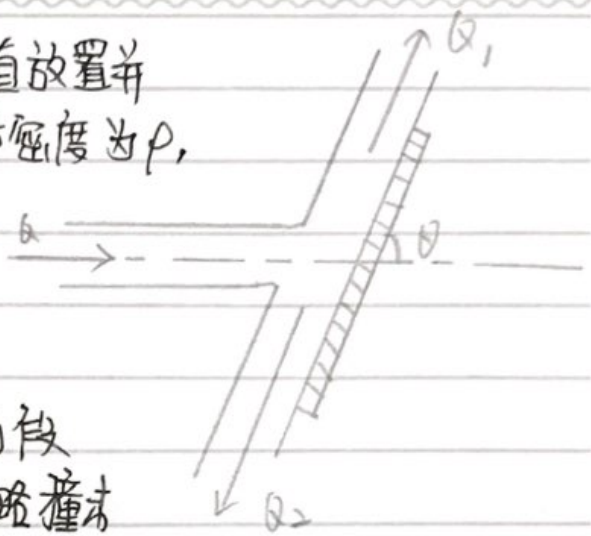
将 $q_v = \frac{q_m}{\rho_{\text{水}}}$ 代入上式得:

$$v_1 = v_{1n} = \frac{q_m}{\rho_{\text{水}} \pi d_1 b} = \frac{90}{1000 \times 3.14 \times 0.15 \times 0.05} \approx 3.82\text{m/s}$$

$$v_{2n} = \frac{q_m}{\rho_{\text{水}} \pi d_2 b} = \frac{90}{1000 \times 3.14 \times 0.32 \times 0.05} \approx 1.79\text{m/s}$$

$$v_2 = \frac{v_{2n}}{\cos 30^\circ} = \frac{1.79}{\cos 30^\circ} \approx 2.07\text{m/s}$$

5. 流量为 Q_0 的水平射流, 冲击垂直放置并与之成 θ 角的光滑平板, 一流体密度为 ρ , 射流断面直径为 d 。求: (1) 流量比, $Q_1:Q_2$ (2) 射流对平板的冲击力。



解: 1. 根据题意, 设上下两段流体的速度为 v_1, v_2 . 若忽略碰撞损失, 则: $v_1 = v_2 = v_0$.

在沿板面方向, 流体不受力, 由动量方程:

$$\rho Q_1 v_1 - \rho Q_2 v_2 - \rho Q v_0 \cos \theta = 0$$

$$\text{即: } \rho Q_1 v_0 - \rho Q_2 v_0 - \rho Q v_0 \cos \theta = 0$$

由质量守恒定律有:

$$Q_1 + Q_2 = Q_0$$

$$\text{则解得: } Q_1 = \frac{1 + \cos \theta}{2} Q \quad Q_2 = \frac{1 - \cos \theta}{2} Q$$

$$\text{故: } Q_1:Q_2 = (1 + \cos \theta):(1 - \cos \theta)$$

2. 设射流对平板的冲击力为 F .

由动量方程有:

$$-F = \rho g Q (0 - v_0 \sin \theta)$$

$$F = \rho g Q v_0 \sin \theta$$

故流体对平板的冲击力为 $F = \rho g Q v_0 \sin \theta$

1. 5.13.