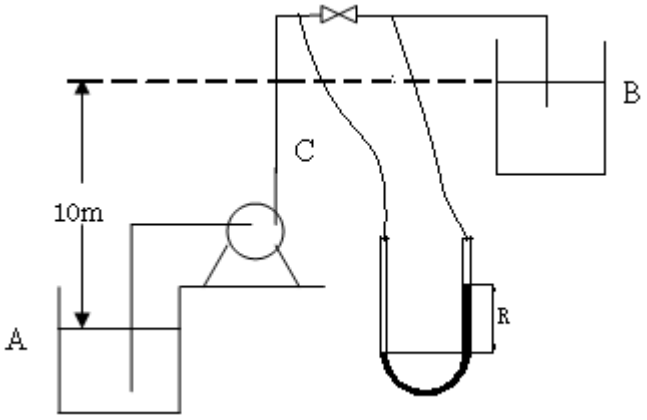
例 **1.** 用图示系统往高位槽输水，输水管径 φ**108×4mm**，管路总长度为 **100m**（包括所有局部阻力的当量长度），摩擦系数 λ**= 0.03**，阀门的局部阻力系数为 **9.5**，**U** 形管压差计接在阀门两侧。泵特性方程：$H = 30-0.0042\ q_V^2$（H-m；q_V-m³/s）。试求：**(1)** 管路中的流量；**(2)** 泵的有效功率；**(3)** 汞柱压差计读数 R。



解：（1）在 1-1 截面与 2-2 截面间列伯努利方程

$$z_1+\frac{p_1}{\rho g}+\frac{u_1^2}{2g}+H=z_2+\frac{p_2}{\rho g}+\frac{u_2^2}{2g}+\sum H_f$$

$z_1=0$，$p_1=p_2=0$(表压)，$z_2=10\text{m}$ ，$u_1=u_2=0$，

$$\sum H_f=\lambda\frac{l+\sum l_e}{d}\frac{u^2}{2g}=8\lambda\frac{l+\sum l_e}{g\pi^2d^5}q_V^2=\frac{8\times0.03\times100}{9.81\times3.14^2\times0.1^5}q_V^2=24813q_V^2$$

故，管路特性方程：$H=z_2+\sum H_f=10+24813q_V^2$

联立泵特性方程与管路特性方程

$$\begin{aligned}H&=30-0.0042q_V^2\\H&=10+24813q_V^2\end{aligned}$$ 得 $q_V=0.0284\text{m/s}$, $H=30\text{m}$

(2) $P_e=\rho g q_v H=1000\times9.81\times0.0284\times30=8358\text{W}$

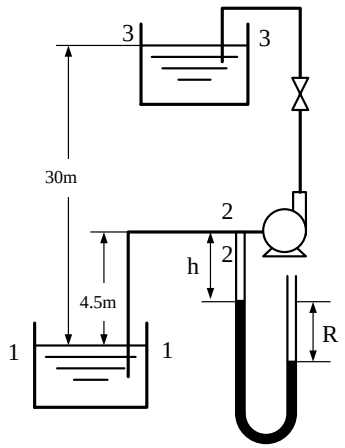
(3) $u=\dfrac{q_V}{\frac{\pi}{4}d^2}=\dfrac{0.0284}{0.785\times0.1^2}=3.62\text{m/s}$

由 B.E. $\frac{p_3}{\rho}=\frac{p_4}{\rho}+W_f$，$W_f=\zeta\frac{u^2}{2}$得 $\Delta p=\rho\zeta\frac{u^2}{2}=1000\times9.5\times\frac{3.62^2}{2}=62245.9\text{Pa}$

（或$\Delta p=\Delta p_f=\rho h_f'=\rho\zeta\dfrac{u^2}{2}=1000\times9.5\times\dfrac{3.62^2}{2}=62245.9\text{Pa}$）

$$\Delta p=R(\rho_0-\rho)g\Rightarrow R=\frac{\Delta p}{(\rho_0-\rho)g}=\frac{62245.9}{(13600-1000)\times9.81}=0.5\text{m}$$

例 **2.** 如图示一输水系统，管路直径为 **Φ80×2mm,** 当流量为 **36m³/h** 时,吸入管路的总压头损失为 **0.6m,**排出管路的总压头损失为 **0.8m,** 吸入管轴线到 **U** 型管左侧汞面的垂直距离 ***h*＝0.5m,** 大气压力为 **100 kPa**。其他尺寸如图示，试计算：**1.** 泵的扬程 ***he*；2.** 泵入口压力；**3.** 汞柱压差计 ***R*** 读数为多少？



解：（1）在 1-1 截面与 3-3 截面之间列柏努利方程

$$z_1+\frac{p_1}{\rho g}+\frac{u_1^2}{2g}+H_e=z_3+\frac{p_3}{\rho g}+\frac{u_3^2}{2g}+H_{f1-3}$$

$z_1=0m$，$z_3=30m$　$u_1=0m/s$，$u_3=0m/s$　$p_1=0kPa$（表压），$p_3=0KPa$（表压）

$$H_{f1-3}=H_{f1-2}+H_{f2-3}=0.6m+0.8m=1.4m$$

$$H_e=Z_3+H_{f1-3}=30+1.4=31.4m$$

（2）在 1-1 截面与 2-2 截面之间列柏努利方程

$$z_1+\frac{p_1}{\rho g}+\frac{u_1^2}{2g}=z_2+\frac{p_2}{\rho g}+\frac{u_2^2}{2g}+H_{f1-2}$$

$z_1=0m$，　$z_2=4.5m$，$u_1=0m/s$，$u_2=\dfrac{36}{3600\times\dfrac{\pi}{4}\times0.076^2}=2.204m/s$

$p_1=100kPa$（绝压）$H_{f1-2}=0.6m$

$$p_2=p_1-\left(z_2+\frac{u_2^2}{2g}+H_{f1-2}\right)\rho g$$

$$=100\times10^3-\left(4.5+\frac{2.204^2}{2\times9.81}+0.6\right)\times1000\times9.81=47540Pa$$

（3）U 形管压差计列静力学方程： $p_2+\rho gh+\rho_{Hg}gR=p_a$

$$R=\left(p_a-p_2-\rho gh\right)/\rho_{Hg}g=0.356m$$