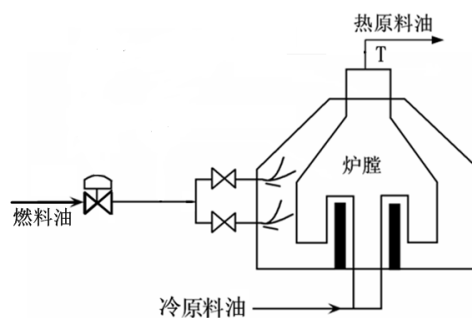
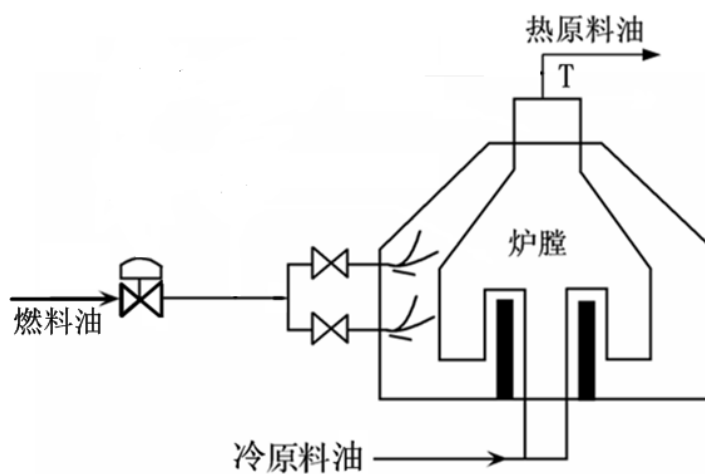


一、如图所示，此对象为管式加热炉，请结合此对象，回答以下问题。



- 1、 结合此图，设计一个加热炉出口温度单回路控制系统，控制量为燃料油流量，画出系统原理图及其方框图。



- 2、 结合你所设计的加热炉出口温度控制系统，试说明什么是过程控制系统？
什么是简单控制系统？

3、对于此管式加热炉出口温度控制系统，采用测试法进行建模的时，得到其阶跃响应实验为：

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| t/s | 0 | 5 | 15 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 170 | 180 |
| T/°C | 0 | 7 | 13 | 40 | 50 | 76 | 88 | 98 | 105 | 113 | 118 | 120 | 119 | 120 |

- (1) 画出此管式加热炉出口温度的阶跃响应曲线；
- (2) 若该对象用带纯时延的一阶惯性近似，试用作图法确定纯时延时间 τ 和时间常数 T 。
- (3) 定出该对象增益 K 。设阶跃扰动量 $\Delta x=20\%$ 。
- (4) 求出被控对象数学模型。

4、依据所设计的单回路控制系统，以及所求得和被控对象数学模型（不考虑纯延迟环节），试计算在控制器中引入积分环节后系统的余差为多少？并解释如何避免积分环节所产生的积分饱和现象？

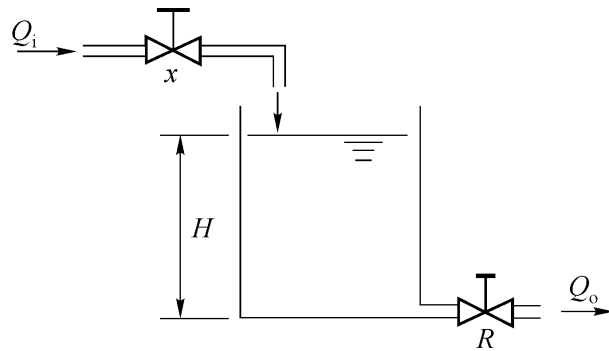
5、对于此加热炉出口温度单回路控制系统，控制器采用 PID 控制器，采用临界比例法测得临界比例度 $\delta_k=0.7$ ，临界振荡周期 $T_k=17s$ 。试用临界比例法确定 PID 调节器的参数。（6 分）

答：可通过下表计算出 PID 参数。

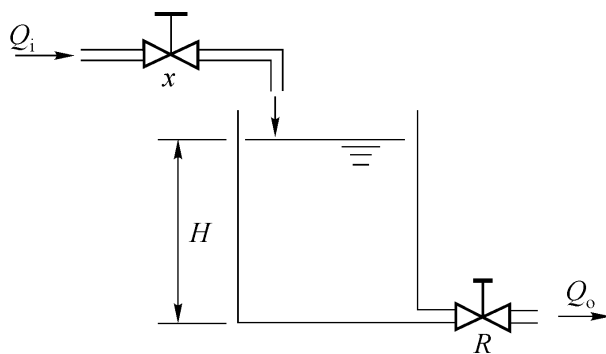
| <div>整定参数</div> <div>调节规律</div> | δ | T_I | T_D |
|---------------------------------|---------------|----------|------------|
| PID | $1.6\delta_k$ | $0.5T_k$ | $0.25 T_I$ |

二、如图所示：此为一单容水槽，解答以下问题：

1、已知被控参数为水槽的液位高度，进水流量为 Q_i ，出水流量为 Q_o ，进水阀门开度为 x ，出水阀门线性流阻为 R 。对于此单容对象，假设其为一带有纯延迟的单容过程。试采用机理法求得其数学模型，用传递函数表示（输入量为 Q_i ，输出量为液位 H ）。这里，扰动量为进水阀门开度 x ，水溶为 C ，纯延迟时间为 τ_o 。



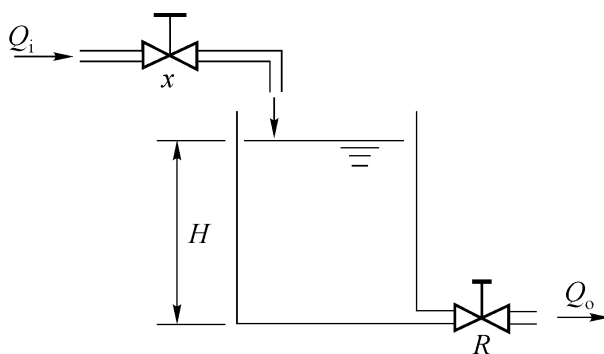
2、当水槽内水的温度为影响水槽液位高度的主要干扰时，试设计一个水槽液位高度-水槽中水的温度串级控制系统，画出系统原理图和框图。



3、进行串级控制系统设计时，副回路的设计原则是什么？

4、闭环控制系统按设定值分类，分为哪几种类型？你所设计的串级控制系统副回路属于哪种类型？

当被控参数为水槽液位高度，进水的阀前压力波动为主要干扰时，试设计一前馈-反馈控制系统，画出系统原理图和系统框图，并推导出此前馈-反馈控制系统中，前馈控制器传递函数表达式。



三、已知某 2×2 相关系统的传递函数静态增益 G 矩阵为：

$$\begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{21} & G_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 & -0.8 \\ 0.2 & 0.4 \end{bmatrix}$$

$$G_{11}(s) = \frac{0.5}{s+1}, \quad G_{12}(s) = \frac{-0.8}{s+1}, \quad G_{21}(s) = \frac{0.2}{s+1}, \quad G_{22}(s) = \frac{0.4}{s+1}$$

- (1) 计算该系统的相对增益矩阵 Λ 。
- (2) 相对增益的大小与系统间的耦合有什么关系？判断此耦合系统是否存在耦合性？
- (3) 如果存在耦合性，请采用前馈解耦方式进行解耦设计，求取前馈解耦控制器的数学模型。
- (4) 如果存在耦合性，请采用对角阵法进行解耦设计，求取对角阵解耦控制器的数学模型。（17 分）