3.1 解：对微分方程进行拉氏变换 有 $TsY(s)+Y(s)=\tau sR(s)+R(s)$

故 $H(s)=\frac{Y(s)}{R(s)}=\frac{\tau s+1}{Ts+1}$ 当 $r(t)=u(t)$、$R(s)=\frac{1}{s}$ 时

$Y(s)=H(s)\cdot R(s)=\frac{\tau s+1}{Ts+1}\cdot\frac{1}{s}=\frac{1}{s}-\frac{T-\tau}{Ts+1}$

作拉氏反变换 $y(t)=u(t)-\frac{T-\tau}{T}e^{-\frac{t}{T}}$

① 当 $y(t)=0.5y(\infty)$ 时 $t=t_d$ 则有 $\frac{T-\tau}{T}e^{-\frac{t}{T}}=0.5$ $t=[0.693+\ln(\frac{T-\tau}{T})]T$

② t_r为$y(t)$从$0.1y(\infty)$上升至$0.9y(\infty)$所用时间，设分别为t_1、t_2

$y(t_1)=1-\frac{T-\tau}{T}e^{-\frac{t}{T}}=0.1 \Rightarrow t_1=T[\ln(\frac{T-\tau}{T})-\ln0.9]$ 故 $t_r=t_2-t_1=T\cdot\ln9=2.2T$

$y(t_2)=1-\frac{T-\tau}{T}e^{-\frac{t}{T}}=0.9 \Rightarrow t_2=T[\ln(\frac{T-\tau}{T})-\ln0.1]$

③ 设调整误差为Δ 由定义

$y(t_s)=(1-\Delta\%)y(\infty)$ 即 $1-\frac{T-\tau}{T}e^{-\frac{t}{T}}=1-\Delta\%$

$\Rightarrow t_s=T\cdot[-\ln\Delta\%+\ln\frac{T-\tau}{T}]$ 当$\Delta=5$时

$t_s=T\cdot[2.99+\ln\frac{T-\tau}{T}]$ 综上所述 证毕

3.2 解：$G(s)=\frac{10}{0.2s+1}$ $T=0.2$ 增益为10

加入反馈和比例后 $G_1(s)=k_0\cdot\frac{G(s)}{1+k_h G(s)}=\frac{\frac{10k_0}{10k_h+1}}{\frac{0.2}{10k_h+1}s+1}$

由题知 $\frac{0.2}{10k_h+1}=0.1\times0.2$; $\frac{10k_0}{10k_h+1}=10$

故解得 $k_h=0.9$ $k_0=10$