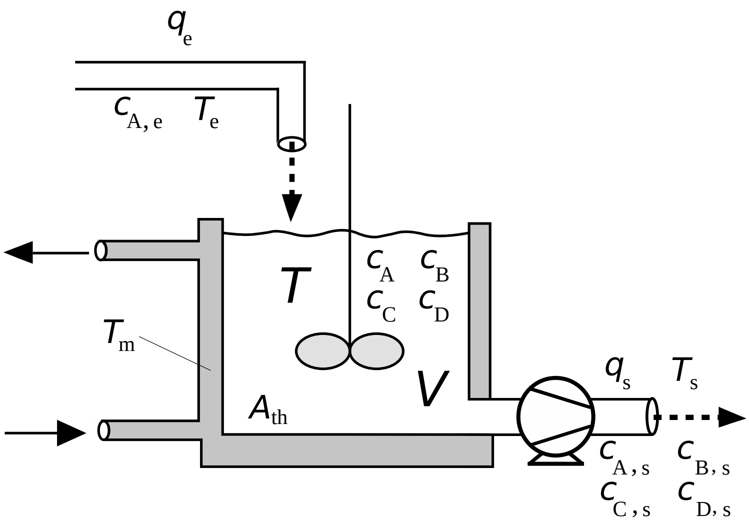
Test

1. **Modélisation (30 points)** On considère un réacteur à cuve agitée en continu (CSTR), dessine ci-dessous, dans lequel une espèce chimique Aa la temperature $T_e$et concentratione $C_{A,e}$ est pompée avec un débit volumique q_e. Deux réactions exothermiques ont lieu dans le réacteur : la première réversible $r_1 : 2A \leftrightarrow B + C$, et la seconde irreversible $r_2 : A + C \rightarrow D$. Les concentrations respectives de A, B, C, et D sont notees C_A, C_B, C_C, et C_D. On pose constants la capacité thermique spécifique c_p ainsi que la densité ρ du mélange.
Le réacteur est équipé d'une gaine réfrigérante a la température T_m, possédant une surface d'échange A_{th} et un coefficient de transfert thermique surfacique U.
On considère les réactions comme suivant la loi d'action des masses, avec une constante de réaction dépendante de la température selon la loi d'Arrhenius : $k_i = k_{0i} e^{-E_i / RT(t)}, i = 1,2$, ou E_i est l'énergie d'activation de chacune des réactions, et R la constante des gaz parfaits. Les enthalpies de réaction sont respectivement ΔH_1 et ΔH_2



   a) Écrire le modèle dynamique de ce réacteur
   b) Quelles sont les variables dépendantes de ce système ? Quelles sont les variables indépendantes ?
   c) Quel est l'ordre de ce système ? Ce système est-il linéaire ? Non linéaire? Est-il stationnaire ou non ?

2. **Linéarisation (20 points)** Un volume d'eau *V* et sa température *T*, évoluent dans une cuve chauffée selon les équations :

$$\frac{dV(t)}{dt} = \frac{(w_e(t) - w_s(t))}{\rho}$$

$$\frac{dT(t)}{dt} = \frac{w_e(t)(T_e(t) - T(t))}{V(t)\rho} + \frac{P(t)}{V(t)\rho c_p}$$

où la chaleur spécifique de l'eau est $c_p = ¿4185.5$ *J/kgK*, le débit massique sortant $w_s(t) = 1\,kg/s$, la puissance du chauffe-eau $P(t) = 10000\,W$, la densité de l'eau $\rho = 1000\,kg/m^3$, la section de la cuve $S_n = 2\ m^2$ et la température extérieure $T_e(t) = 298\,K$. Dans le cas où le débit massique d'entrée suit la loi suivante :

$$w_e(t) = K_{wt} T(t)/V(t)$$

où $K_{wt} = 0.075\,kg\,m^3/sK$:

   a) Calculer les quantités $\acute{V}$ et $\acute{T}$ a l'état stationnaire.

Student name: Sciper no:

b) Linéariser le système autour de cet état stationnaire.

3. **Transformée et transformée inverse de Laplace (20 points)** On considère le système dynamique suivant :

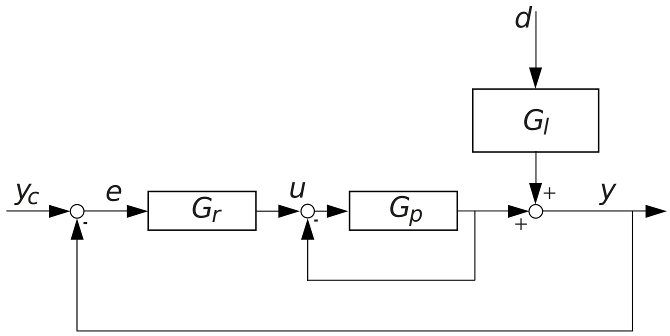
$$\acute{y}(t)+3\,\acute{y}(t)+6.25\,y(t)=u(t-0.5),\; y(0)=1,\; \acute{y}(0)=1$$

Avec $y(t)$ la sortie et $u(t)$ l'entrée du système.

a) Calculer la fonction de transfert du système. Quels sont le gain statique, la fréquence naturelle, et l'amortissement du système ?

b) Calculer et dessiner la réponse temporelle du système pour $y(0)=0, \acute{y}(0)=0$.

4. **Contrôle et réponse temporelle (30 points)** On considère le système de contrôle ci-dessous. On pose les fonctions de transfert $G_p(s)=\dfrac{1}{s^2+s-1}$ et $G_l(s)=\dfrac{1}{s(s+2)}$



a) Proposer le contrôleur le plus simple qui permet d'éliminer l'erreur statique en contrôle entre le signal de référence $y_c(t)$ et la sortie $y(t)$. Déterminer les paramètres de votre contrôleur afin que les pôles de votre système en boucle fermée aient la réponse apériodique la plus rapide.

b) Est-ce que le contrôleur développé en a) élimine l'influence de la perturbation d(t) at $t\rightarrow\infty$? Si non, comment modifier le contrôleur pour éliminer le statisme en régulation ?

Student name: Sciper no: