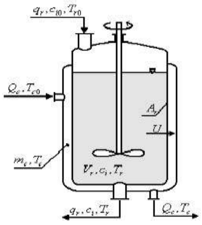

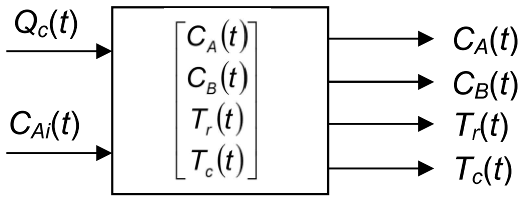

3. Zjawiska chemiczne i cieplne zachodzące w **reaktorze zbiornikowym z ciągłym mieszaniem** i zewnętrznym chłodzeniem opisane są następującymi równaniami stanu:

$$\frac{dC_A(t)}{dt} = \frac{q_r}{v_r}\left(C_{Ai}(t) - C_A(t)\right) - k_1(t)C_A(t) - k_3(t)C_A^2(t), \qquad C_A(0) = C_{A0},$$

$$\frac{dC_B(t)}{dt} = -\frac{q_r}{v_r}C_B(t) + k_1(t)C_A(t) - k_2(t)C_B(t), \qquad C_B(0) = C_{B0},$$

$$\frac{dT_r(t)}{dt} = \frac{q_r}{v_r}\left(T_{ri} - T_r(t)\right) - \frac{h_r(t)}{\rho_r c_{pr}} - \frac{A_r\alpha}{v_r\rho_r c_{pr}}\left(T_r(t) - T_c(t)\right), \qquad T_r(0) = T_{r0},$$

$$\frac{dT_c(t)}{dt} = \frac{1}{m_c c_{pc}}\left(Q_C(t) + A_r\alpha\left(T_r(t) - T_c(t)\right)\right), \qquad T_c(0) = T_{c0},$$

gdzie $C_A(t)\geq 0$ oraz $C_B(t)\geq 0$ reprezentują stężenia molowe składników biorących udział w reakcji: składnika wejściowego A oraz składnika B będącego produktem reakcji egzotermicznej (przebiegającej z wydzielaniem ciepła). Z kolei $T_r(t)$ oraz $T_c(t)$ oznaczają temperatury: mieszaniny znajdującej się wewnątrz reaktora oraz substancji chłodzącej reaktor.

Jako **wielkości wejściowe** modelu przyjąć: strumień ciepła $Q_c(t)\leq 0$ odprowadzanego przez układ chłodzenia reaktora oraz stężenie wejściowe $C_{Ai}(t)\geq 0$ składnika A. **Główną wielkością wyjściową** modelu jest stężenie molowe $C_B(t)$ produktu reakcji.

Współczynniki szybkości reakcji $k_j(t)$ opisane są przez prawo Arrheniusa:

$$k_j(t) = k_{0j}\exp\left(-\frac{E_j}{RT_r(t)}\right), \quad j = 1, 2, 3,$$

zaś ciepło $h_r(t)$ wydzielane w trakcie reakcji można wyliczyć z zależności:

$$h_r(t) = h_1k_1(t)C_A(t) + h_2k_2(t)C_B(t) + h_3k_3(t)C_A^2(t).$$

Wartości **parametrów** modelu reaktora podane zostały w poniższej tabeli.

$k_{01} = 3{,}5\cdot 10^8$ 1/s	$k_{02} = 3{,}5\cdot 10^8$ 1/s	$k_{03} = 2{,}5\cdot 10^6$ 1/s
$E_1/R = 9800$ K	$E_2/R = 9800$ K	$E_3/R = 8600$ K
$h_1 = -4200$ J/mol	$h_2 = 11000$ J/mol	$h_3 = 42000$ J/mol
$q_r = 0{,}001$ m^3/s	$\rho_r = 900$ kg/m^3	$c_{pr} = 3$ J/(kg·K)
$v_r = 1$ m^3	$c_{pc} = 2$ J/(kg·K)	$A_r = 0{,}1$ m^2
$m_c = 5$ kg	$T_{ri} = 393$ K	$\alpha = 300$ J/(m^2·s·K)

Przykładowe warunki początkowe dla zerowych wartości sygnałów wejściowych w celu wyznaczenia **odpowiedzi swobodnych**: C_{A0}=5 mol/m^3, C_{B0}=0 mol/m^3, T_{r0}=393K, T_{c0}=393K.
Przykładowe stałe wartości sygnałów wejściowych w celu wyznaczania **odpowiedzi skokowych** układu w początkowym stanie równowagi układu bez wymuszeń (C_{A0}=C_{B0}=0 mol/m^3,T_{r0}=T_{c0}=393K): $C_{Ai}(t)$=10 mol/m^3 oraz $Q_c(t)$=0 J/s. Po osiągnięciu przez układ nowego stanu równowagi skokowa zmiana wartości $Q_c(t)$ z 0 do -160 J/s.
Linearyzację modelu przeprowadzamy dla co najmniej 3 punktów równowagi układu wyznaczonych jak powyżej.
Przybliżone **odpowiedzi impulsowe** oraz odpowiedzi na **wymuszenia sinusoidalne** wyznaczamy analogicznie, tzn. zaczynając od stanu równowagi układu bez wymuszeń, oddzielnie dla każdego z wejść. Pamiętamy przy tym o ograniczeniach odnośnie znaków poszczególnych wielkości wejściowych.