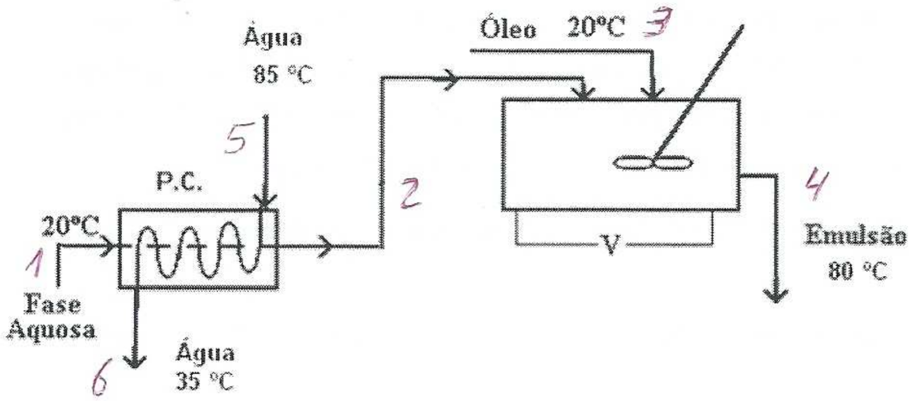
Caso 1.2

Considere o diagrama simplificado de um processo contínuo de produção de 12 ton/h de uma emulsão contendo 25% (v/v) de óleo e 75% de uma fase aquosa. A emulsão, é produzida a 80ºC num tanque agitado, aquecido com resistências eléctricas cuja potência é de 268 kW. A fase aquosa é previamente aquecida num permutador de calor, em contra-corrente com água quente, de modo a minimizar o consumo de energia eléctrica no processo.

Considerando desprezável a energia calorífica dissipada por radiação e convecção, bem como a energia mecânica consumida pelos agitadores, calcular:

a) O caudal de água a 85ºC alimentada ao permutador de calor. (R: 6,3 ton/h)

b) A temperatura da fase aquosa à saída do permutador de calor. (R: 57 ºC)



Dados:

- Considere constantes, na gama de temperaturas utilizadas no processo, os valores do calor específico e da densidade dae cada uma das fases:

	Calor específico	Densidade
óleo	0,233	0,88
Fase aquosa	0,910	1,04

A) <u>Caudal de água a 85ºC fornecida ao permutador de calor</u>

Neste problema temos que começar por converter a % volumétricas em % mássicas (corrente (4)) pois a entalpia define-se em função da massa e não do volume.

Fase aquosa	75 L × 1,04 kg/L =	78 kg	→	78 %
Óleo	25 L × 0,88 kg/L =	22 kg	→	22 %
Total		100 kg	→	100 %

Assim a corrente (4) terá:

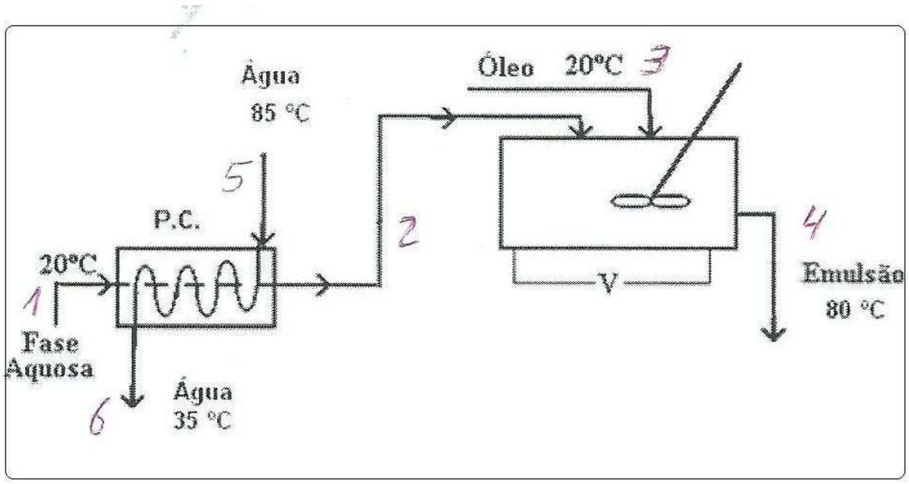
FA = 12 × 0,78 = 9,36 ton/h

Òleo = 12 × 0,22 = 2,64 ton/h

<u>Estado de referência:</u> 20ºC, todos (l), P_T

Escolheu-se Tref = 20ºC para anular a ΔH_1 e ΔH_3 e assim simplificar o cálculo.

Como zona de controle não podemos escolher à volta do permutador de calor pois aí teríamos duas incógnitas: Q_5 e T_2. Assim temos de alargar a zona de controle de modo que a corrente (2) se torne uma corrente interna e fiquemos apenas com uma incógnita: Q_5



O Balanço entálpico fica:

$\Delta H_1 + \Delta H_3 + \Delta H_5 + V = \Delta H_4 + \Delta H_6$

$\Delta H_1 = Q \times Cp \times (20 - 20) = 0$

$\Delta H_3 = 0$

$\Delta H_5 = Q_5 \times Cp \times (T - T_R) = Q_5 \times 1 \times (85 - 20) = 65 \times Q_5$

$\Delta H_4 = (9{,}34 \times 10^6 \times 0{,}91 + 2{,}64 \times 10^6 \times 0{,}233) \times (80 - 20) = 5{,}4796 \times 10^8$ cal/h

$\Delta H_6 = Q_5 \times 1 \times (35 - 20) = 15 \times Q_5$ isto porque $Q_6 = Q_5$

$$\mathbf{V} = 268\ \text{kW} = \frac{268 \times 1000 \times 3600}{4{,}18} = 2{,}3081 \times 10^8\, \mathbf{cal/h}$$

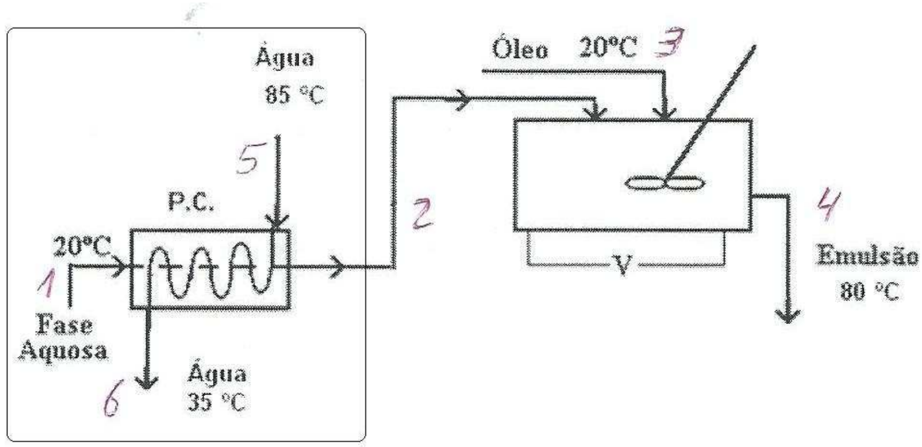
Substituindo:

$0 + 0 + 65\ Q_5 + 2{,}3081 \times 10^8 = 15\ Q_5 + 5{,}4796 \times 10^8$

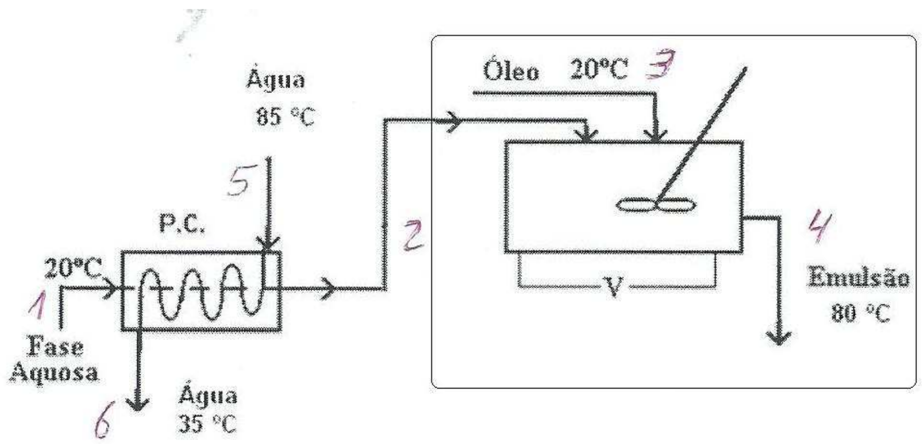
Resolvendo-se vem $Q_5 = 6{,}343 \times 10^6$ g/h = **6,3 ton/h**

B) <u>Cálculo da Temperatura T_2</u>

Agora temos duas alternativas: balanço ao permutador de calor:



Ou balanço ao tanque de mistura:



É indiferente a escolha, então optei pelo balanço ao permutador de calor:

$\Delta H_1 + \Delta H_5 = \Delta H_2 + \Delta H_6$

$\Delta H_1 = 0$

$\Delta H_5 = 65 \times Q_5 = 65 \times 6{,}343 \times 10^6 = 4{,}12295 \times 10^8$ cal/h

ΔH_2 = incógnita

$\Delta H_6 = 15 \times Q_5 = 65 \times 6{,}343 \times 10^6 = 9{,}5145 \times 10^7$ cal/h

Resolvendo vem $\Delta H_2 = 3{,}1715 \times 10^8$ cal/h

Mas, pela definição de entalpia sabe-se que:

$\Delta H = M\ Cp\ \Delta T$

Vem:

$\Delta H_2 = 3{,}1715 \times 10^8 = 9{,}36 \times 10^6 \times 0{,}91 \times \Delta T$

Vem $\Delta T = 37{,}23$ºC

$T = Tref + \Delta T = 20 + 37{,}23 =$ **57,23ºC**