

*Simulación de absorción y reacción química (oxidación) de gases nitrosos con agua en contracorriente en una torre de ácido nítrico de 21 platos. Se obtiene 5850 kg/h de un ácido del 51,2% en peso utilizando 11.800 Nm3/h de gases nitrosos 3000 ppm NO y 74.000 ppm de NO2. Además se incorporan 2.200 kg/h de condensados ácidos del 27,7% en el plato especificado de concentración equivalente (el nº 6). El programa calcula el balance de materia y el agua de riego necesaria por la parte superior de la torre (plato 21) y obtiene la composición del gas de cola.*

Copyright J.I. Zubizarreta

Procedure **absor\_reac** ( $P_{in}$ ;  $T$ ;  $Ni$ ;  $Ag$ ;  $tiempo$ ;  $F_{gases}$ ;  $N2$ ;  $NO$ ;  $NO2$ ;  $O2$  :  $Ni_{sal}$ ;  $Ag_{sal}$ ;  $F_{salida}$ ;  $NO_{salida}$ ;  $NO2_{salida}$ ;  $O2_{salida}$ ;  $N2_{salida}$ ;  $P_{salida}$ )

$$ef := 33 \cdot \sqrt{NO_2 \cdot \frac{100}{2,24}}$$

$$K := 10 \left[ \frac{652,1}{T} - 1,0366 \right] \quad \text{Constante de velocidad de oxidación}$$

$$KP := 10 \left[ \frac{2993}{T} - 9,226 \right] \quad \text{Constante de equilibrio de dimerización } KP = PN2O4/PNO2^2$$

$$w := \frac{Ni}{Ni + Ag}$$

$$KC := 10 \left[ (-30,87 \cdot w + 32,47322) \cdot w - 20,28921 \right] \cdot w + 7,412$$

*Constante de equilibrio de la reacción de absorción  $3/2N2O4 + H2O = 2HNO3 + NO \quad PNO/PN2O4^{3/2} = KC$*

$$FA := 3 \cdot KC \cdot KP^{1,5}$$

### Absorción

$$x := 0 \quad c := 0$$

$$100: \quad FX := \left[ \left( x + 2 \cdot \frac{KP}{FA} \right) \cdot x + \frac{1}{FA} \right] \cdot x - P_{in} \cdot \left[ \frac{NO + NO2}{FA} \right]$$

$$DX := \left[ 3 \cdot x + 4 \cdot \frac{KP}{FA} \right] \cdot x + \frac{1}{FA}$$

$$\text{If } \left| \frac{FX}{DX} \right| < 1,0 \times 10^{-6} \text{ Then} \quad \text{GoTo 280}$$

$$c := c + 1 \quad \text{If } [c > 100] \text{ Then} \quad \text{Call ERROR ['Error. No converge']}$$

$$x := x - \frac{FX}{DX}$$

GoTo 100

$$280: \quad P2 := x + 2 \cdot KP \cdot x \cdot x \quad D2 := [NO2 \cdot P_{in} - P2] \cdot \frac{ef}{100}$$

$$P_{NO2} := NO2 \cdot P_{in} - D2$$

$$P_{NO} := NO \cdot P_{in} + \frac{D2}{3}$$

$$Ni_{sal} := Ni - 2 \cdot \frac{D2}{3 \cdot P_{in}} \cdot F_{gases} + 63,02$$

$$Ag_{sal} := Ag + \frac{D2}{3 \cdot P_{in}} \cdot F_{gases} + 18,02$$

$$F_{salida} := F_{gases} - 2 \cdot D2 \cdot \frac{F_{gases}}{3 \cdot P_{in}}$$

$$S := P_{NO_2} + P_{NO} + P_{in} \cdot O_2 + P_{in} \cdot N_2$$

$$P_{NO_2} := P_{NO_2} \cdot \frac{P_{in}}{S}$$

$$P_{NO} := P_{NO} \cdot \frac{P_{in}}{S}$$

$$P_{O_2} := P_{in} \cdot O_2 \cdot \frac{P_{in}}{S}$$

$$P_{N_2} := P_{in} \cdot N_2 \cdot \frac{P_{in}}{S}$$

### Oxidación

$$y := 0 \quad a := 0 \quad b := 1$$

310:

$$FT := \left[ \frac{\frac{2}{K}}{2 \cdot P_{O_2} - P_{NO}} \right] \cdot \left[ \frac{y}{P_{NO} \cdot (1 - y)} - \left( \left[ \frac{1}{2 \cdot P_{O_2} - P_{NO}} \right] \cdot \ln \left[ \frac{2 \cdot P_{O_2} - P_{NO} \cdot y}{2 \cdot P_{O_2}} \right] \right) \right] - \text{tiempo}$$

If [  $FT > 0$  ] Then

$$b := y$$

GoTo 330

$$a := y$$

330: If [  $|b - a| \geq 1,0 \times 10^{-6}$  ] Then

$$y := \frac{a + b}{2}$$

GoTo 310

$$360: \quad y := \frac{a + b}{2}$$

$$P_N := P_{NO} \cdot y$$

$$P_{NO_s} := P_{NO} - P_N$$

$$P_{O_2s} := P_{O_2} - 0,5 \cdot P_N$$

$$PNO_2_s := P_{NO_2} + P_N$$

$$PN2_s := P_{N2}$$

$$P_{salida} := PNO_s + PO_2_s + PNO_2_s + PN2_s$$

$$NO_{salida} := \frac{PNO_s}{P_{salida}}$$

$$NO_2_{salida} := \frac{PNO_2_s}{P_{salida}}$$

$$O2_{salida} := \frac{PO_2_s}{P_{salida}}$$

$$N2_{salida} := \frac{PN2_s}{P_{salida}}$$

$$F_{salida} := F_{salida} \cdot \left[ 1 - \frac{P_N}{2 \cdot S} \right]$$

End absor\_reac

N = 21

*Número de platos, numerados de abajo a arriba*

P = 4,3 [atm]

T = 288,15 [K] *Temperatura de enfriamiento*

H<sub>1</sub> = 0,95 [m] *Altura entre platos*

H<sub>2</sub> = 1,25 [m] *Altura entre platos*

H<sub>3</sub> = 1,5 [m] *Altura entre platos*

H<sub>4</sub> = 1,8 [m] *Altura entre platos*

H<sub>5</sub> = 2,3 [m] *Altura entre platos*

H<sub>6</sub> = 2,5 [m] *Altura entre platos*

H<sub>7</sub> = 2,8 [m] *Altura entre platos*

H<sub>8</sub> = 3 [m] *Altura entre platos*

H<sub>9</sub> = 3 [m] *Altura entre platos*

H<sub>10</sub> = 3 [m] *Altura entre platos*

H<sub>11</sub> = 2,8 [m] *Altura entre platos*

H<sub>12</sub> = 2,6 [m] *Altura entre platos*

H<sub>13</sub> = 2,6 [m] *Altura entre platos*

H<sub>14</sub> = 2,4 [m] *Altura entre platos*

$$H_{15} = 2,2 \text{ [m]} \quad Altura \ entre \ platos$$

$$H_{16} = 2,1 \text{ [m]} \quad Altura \ entre \ platos$$

$$H_{17} = 1,9 \text{ [m]} \quad Altura \ entre \ platos$$

$$H_{18} = 1,8 \text{ [m]} \quad Altura \ entre \ platos$$

$$H_{19} = 1,7 \text{ [m]} \quad Altura \ entre \ platos$$

$$H_{20} = 1,545 \text{ [m]} \quad Altura \ entre \ platos$$

$$L = 5850 \text{ [kg/h]} \quad Caudal \ de \ ácido \ producto$$

$$w_1 = 0,512 \quad Riqueza \ del \ ácido \ producto$$

$$Ni_1 = L \cdot w_1 \text{ kg/h de HNO}_3 \ 100\%$$

$$Ag_1 = L \cdot [1 - w_1] \text{ kg/h de H}_2O \ con \ el \ ácido$$

$$F_1 = \frac{11800}{22,414 \text{ [kmol/h]}} \quad Caudal \ de \ gases \ de \ entrada$$

$$NO_1 = \frac{3000}{1000000} \quad Fracción \ molar \ de \ NO \ a \ la \ entrada$$

$$NO2_1 = \frac{74000}{1000000} \quad Fracción \ molar \ de \ NO_2 \ a \ la \ entrada$$

$$O2_1 = 0,038$$

#### *Fracción molar de O<sub>2</sub> a la entrada*

$$N2_1 = 1 - NO_1 - NO2_1 - O2_1 \quad Fracción \ molar \ de \ N_2 \ a \ la \ entrada$$

$$D = 2,2 \text{ [m]} \quad Diámetro \ de \ la \ torre$$

$$Pitch = 0,015 \text{ [m]} \quad Geometría \ del \ plato, \ pitch \ triangular$$

$$Diámetro = 0,001 \text{ [m]}$$

#### *Geometría del plato diámetro del orificio*

$$Altura = 0,15 \text{ [m]}$$

#### *Geometría del plato, altura del rebosadero*

$$\delta_P = 0,8 \text{ [bar]} \quad Pérdida \ de \ carga \ de \ la \ columna$$

$$\delta_{P,plato} = \frac{\delta_P}{N} \quad Pérdida \ de \ carga \ por \ plato$$

$$VV_i = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot H_i \quad \text{for } i = 1 \text{ to } N-1 \quad Volumenes \ entre \ platos$$

$$tiempo_1 = VV_1 \cdot \frac{3600}{F_1 \cdot \frac{22,41}{P_1} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad Tiempo \ de \ reacción \ de \ oxidación$$

$$P_1 = P - \delta_{P,\text{plato}}$$

Call **absor\_reac** [  $P_1$ ;  $T$ ;  $\text{Ni}_1$ ;  $\text{Ag}_1$ ;  $\text{tiempo}_1$ ;  $F_1$ ;  $\text{N}_2$ ;  $\text{NO}_1$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ :  $\text{Ni}_2$ ;  $\text{Ag}_2$ ;  $F_2$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ ;  $\text{N}_2$ ;  $P_2$  ]

$$\text{tiempo}_2 = VV_2 \cdot \frac{3600}{F_2 \cdot \frac{22,41}{P_2} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_2 = \frac{\text{Ni}_2}{\text{Ni}_2 + \text{Ag}_2}$$

Call **absor\_reac** [  $P_2 - \delta_{P,\text{plato}}$ ;  $T$ ;  $\text{Ni}_2$ ;  $\text{Ag}_2$ ;  $\text{tiempo}_2$ ;  $F_2$ ;  $\text{N}_2$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ :  $\text{Ni}_3$ ;  $\text{Ag}_3$ ;  $F_3$ ;  $\text{NO}_3$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ ;  $\text{N}_2$ ;  $P_3$  ]

$$\text{tiempo}_3 = VV_3 \cdot \frac{3600}{F_3 \cdot \frac{22,41}{P_3} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_3 = \frac{\text{Ni}_3}{\text{Ni}_3 + \text{Ag}_3}$$

Call **absor\_reac** [  $P_3 - \delta_{P,\text{plato}}$ ;  $T$ ;  $\text{Ni}_3$ ;  $\text{Ag}_3$ ;  $\text{tiempo}_3$ ;  $F_3$ ;  $\text{N}_2$ ;  $\text{NO}_3$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ :  $\text{Ni}_4$ ;  $\text{Ag}_4$ ;  $F_4$ ;  $\text{NO}_4$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ ;  $\text{N}_2$ ;  $P_4$  ]

$$\text{tiempo}_4 = VV_4 \cdot \frac{3600}{F_4 \cdot \frac{22,41}{P_4} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_4 = \frac{\text{Ni}_4}{\text{Ni}_4 + \text{Ag}_4}$$

Call **absor\_reac** [  $P_4 - \delta_{P,\text{plato}}$ ;  $T$ ;  $\text{Ni}_4$ ;  $\text{Ag}_4$ ;  $\text{tiempo}_4$ ;  $F_4$ ;  $\text{N}_2$ ;  $\text{NO}_4$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ :  $\text{Ni}_5$ ;  $\text{Ag}_5$ ;  $F_5$ ;  $\text{NO}_5$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ ;  $\text{N}_2$ ;  $P_5$  ]

$$\text{tiempo}_5 = VV_5 \cdot \frac{3600}{F_5 \cdot \frac{22,41}{P_5} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_5 = \frac{\text{Ni}_5}{\text{Ni}_5 + \text{Ag}_5}$$

Call **absor\_reac** [  $P_5 - \delta_{P,\text{plato}}$ ;  $T$ ;  $\text{Ni}_5$ ;  $\text{Ag}_5$ ;  $\text{tiempo}_5$ ;  $F_5$ ;  $\text{N}_2$ ;  $\text{NO}_5$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ :  $\text{Ni}_6$ ;  $\text{Ag}_6$ ;  $F_6$ ;  $\text{NO}_6$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ ;  $\text{N}_2$ ;  $P_6$  ]

$$\text{tiempo}_6 = VV_6 \cdot \frac{3600}{F_6 \cdot \frac{22,41}{P_6} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_6 = \frac{\text{Ni}_6}{\text{Ni}_6 + \text{Ag}_6}$$

*La entrada de ácidos débiles de condensación se realiza en el plato 6*

Call **absor\_reac** [  $P_6 - \delta_{P,\text{plato}}$ ;  $T$ ;  $\text{Ni}_6 - 2200 \cdot 0,277$ ;  $\text{Ag}_6 - 2200 \cdot (1 - 0,277)$ ;  $\text{tiempo}_6$ ;  $F_6$ ;  $\text{N}_2$ ;  $\text{NO}_6$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ :  $\text{Ni}_7$ ;  $\text{Ag}_7$ ;  $F_7$ ;  $\text{NO}_7$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{O}_2$ ;  $\text{N}_2$ ;  $P_7$  ]

$$\text{tiempo}_7 = VV_7 \cdot \frac{3600}{F_7 \cdot \frac{22,41}{P_7} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_7 = \frac{Ni_7}{Ni_7 + Ag_7}$$

Call **absor\_reac** [ $P_7 - \delta_{P,plato}$  ; T; Ni<sub>7</sub>; Ag<sub>7</sub>; tiempo<sub>7</sub>; F<sub>7</sub>; N<sub>2</sub><sub>7</sub>; NO<sub>7</sub>; NO<sub>2</sub><sub>7</sub>; O<sub>2</sub><sub>7</sub> : Ni<sub>8</sub>; Ag<sub>8</sub>; F<sub>8</sub>; NO<sub>8</sub>; NO<sub>2</sub><sub>8</sub>; O<sub>2</sub><sub>8</sub>; N<sub>2</sub><sub>8</sub>; P<sub>8</sub> ]

$$tiempo_8 = VV_8 \cdot \frac{3600}{F_8 \cdot \frac{22,41}{P_8} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_8 = \frac{Ni_8}{Ni_8 + Ag_8}$$

Call **absor\_reac** [ $P_8 - \delta_{P,plato}$  ; T; Ni<sub>8</sub>; Ag<sub>8</sub>; tiempo<sub>8</sub>; F<sub>8</sub>; N<sub>2</sub><sub>8</sub>; NO<sub>8</sub>; NO<sub>2</sub><sub>8</sub>; O<sub>2</sub><sub>8</sub> : Ni<sub>9</sub>; Ag<sub>9</sub>; F<sub>9</sub>; NO<sub>9</sub>; NO<sub>2</sub><sub>9</sub>; O<sub>2</sub><sub>9</sub>; N<sub>2</sub><sub>9</sub>; P<sub>9</sub> ]

$$tiempo_9 = VV_9 \cdot \frac{3600}{F_9 \cdot \frac{22,41}{P_9} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_9 = \frac{Ni_9}{Ni_9 + Ag_9}$$

Call **absor\_reac** [ $P_9 - \delta_{P,plato}$  ; T; Ni<sub>9</sub>; Ag<sub>9</sub>; tiempo<sub>9</sub>; F<sub>9</sub>; N<sub>2</sub><sub>9</sub>; NO<sub>9</sub>; NO<sub>2</sub><sub>9</sub>; O<sub>2</sub><sub>9</sub> : Ni<sub>10</sub>; Ag<sub>10</sub>; F<sub>10</sub>; NO<sub>10</sub>; NO<sub>2</sub><sub>10</sub>; O<sub>2</sub><sub>10</sub>; N<sub>2</sub><sub>10</sub>; P<sub>10</sub> ]

$$tiempo_{10} = VV_{10} \cdot \frac{3600}{F_{10} \cdot \frac{22,41}{P_{10}} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_{10} = \frac{Ni_{10}}{Ni_{10} + Ag_{10}}$$

Call **absor\_reac** [ $P_{10} - \delta_{P,plato}$  ; T; Ni<sub>10</sub>; Ag<sub>10</sub>; tiempo<sub>10</sub>; F<sub>10</sub>; N<sub>2</sub><sub>10</sub>; NO<sub>10</sub>; NO<sub>2</sub><sub>10</sub>; O<sub>2</sub><sub>10</sub> : Ni<sub>11</sub>; Ag<sub>11</sub>; F<sub>11</sub>; NO<sub>11</sub>; NO<sub>2</sub><sub>11</sub>; O<sub>2</sub><sub>11</sub>; N<sub>2</sub><sub>11</sub>; P<sub>11</sub> ]

$$tiempo_{11} = VV_{11} \cdot \frac{3600}{F_{11} \cdot \frac{22,41}{P_{11}} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_{11} = \frac{Ni_{11}}{Ni_{11} + Ag_{11}}$$

Call **absor\_reac** [ $P_{11} - \delta_{P,plato}$  ; T; Ni<sub>11</sub>; Ag<sub>11</sub>; tiempo<sub>11</sub>; F<sub>11</sub>; N<sub>2</sub><sub>11</sub>; NO<sub>11</sub>; NO<sub>2</sub><sub>11</sub>; O<sub>2</sub><sub>11</sub> : Ni<sub>12</sub>; Ag<sub>12</sub>; F<sub>12</sub>; NO<sub>12</sub>; NO<sub>2</sub><sub>12</sub>; O<sub>2</sub><sub>12</sub>; N<sub>2</sub><sub>12</sub>; P<sub>12</sub> ]

$$tiempo_{12} = VV_{12} \cdot \frac{3600}{F_{12} \cdot \frac{22,41}{P_{12}} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_{12} = \frac{Ni_{12}}{Ni_{12} + Ag_{12}}$$

Call **absor\_reac** [ $P_{12} - \delta_{P,plato}$  ; T; Ni<sub>12</sub>; Ag<sub>12</sub>; tiempo<sub>12</sub>; F<sub>12</sub>; N<sub>2</sub><sub>12</sub>; NO<sub>12</sub>; NO<sub>2</sub><sub>12</sub>; O<sub>2</sub><sub>12</sub> : Ni<sub>13</sub>; Ag<sub>13</sub>; F<sub>13</sub>; NO<sub>13</sub>; NO<sub>2</sub><sub>13</sub>; O<sub>2</sub><sub>13</sub>; N<sub>2</sub><sub>13</sub>; P<sub>13</sub> ]

$$tiempo_{13} = VV_{13} \cdot \frac{3600}{F_{13} \cdot \frac{22,41}{P_{13}} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_{13} = \frac{Ni_{13}}{Ni_{13} + Ag_{13}}$$

Call **absor\_reac** [ $P_{13} - \delta_{P,plato}$ ;  $T$ ;  $Ni_{13}$ ;  $Ag_{13}$ ;  $tiempo_{13}$ ;  $F_{13}$ ;  $N2_{13}$ ;  $NO_{13}$ ;  $NO2_{13}$ ;  $O2_{13}$ :  $Ni_{14}$ ;  $Ag_{14}$ ;  $F_{14}$ ;  $NO_{14}$ ;  $NO2_{14}$ ;  $O2_{14}$ ;  $N2_{14}$ ;  $P_{14}$ ]

$$tiempo_{14} = VV_{14} \cdot \frac{3600}{F_{14} \cdot \frac{22,41}{P_{14}} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_{14} = \frac{Ni_{14}}{Ni_{14} + Ag_{14}}$$

Call **absor\_reac** [ $P_{14} - \delta_{P,plato}$ ;  $T$ ;  $Ni_{14}$ ;  $Ag_{14}$ ;  $tiempo_{14}$ ;  $F_{14}$ ;  $N2_{14}$ ;  $NO_{14}$ ;  $NO2_{14}$ ;  $O2_{14}$ :  $Ni_{15}$ ;  $Ag_{15}$ ;  $F_{15}$ ;  $NO_{15}$ ;  $NO2_{15}$ ;  $O2_{15}$ ;  $N2_{15}$ ;  $P_{15}$ ]

$$tiempo_{15} = VV_{15} \cdot \frac{3600}{F_{15} \cdot \frac{22,41}{P_{15}} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_{15} = \frac{Ni_{15}}{Ni_{15} + Ag_{15}}$$

Call **absor\_reac** [ $P_{15} - \delta_{P,plato}$ ;  $T$ ;  $Ni_{15}$ ;  $Ag_{15}$ ;  $tiempo_{15}$ ;  $F_{15}$ ;  $N2_{15}$ ;  $NO_{15}$ ;  $NO2_{15}$ ;  $O2_{15}$ :  $Ni_{16}$ ;  $Ag_{16}$ ;  $F_{16}$ ;  $NO_{16}$ ;  $NO2_{16}$ ;  $O2_{16}$ ;  $N2_{16}$ ;  $P_{16}$ ]

$$tiempo_{16} = VV_{16} \cdot \frac{3600}{F_{16} \cdot \frac{22,41}{P_{16}} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_{16} = \frac{Ni_{16}}{Ni_{16} + Ag_{16}}$$

Call **absor\_reac** [ $P_{16} - \delta_{P,plato}$ ;  $T$ ;  $Ni_{16}$ ;  $Ag_{16}$ ;  $tiempo_{16}$ ;  $F_{16}$ ;  $N2_{16}$ ;  $NO_{16}$ ;  $NO2_{16}$ ;  $O2_{16}$ :  $Ni_{17}$ ;  $Ag_{17}$ ;  $F_{17}$ ;  $NO_{17}$ ;  $NO2_{17}$ ;  $O2_{17}$ ;  $N2_{17}$ ;  $P_{17}$ ]

$$tiempo_{17} = VV_{17} \cdot \frac{3600}{F_{17} \cdot \frac{22,41}{P_{17}} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_{17} = \frac{Ni_{17}}{Ni_{17} + Ag_{17}}$$

Call **absor\_reac** [ $P_{17} - \delta_{P,plato}$ ;  $T$ ;  $Ni_{17}$ ;  $Ag_{17}$ ;  $tiempo_{17}$ ;  $F_{17}$ ;  $N2_{17}$ ;  $NO_{17}$ ;  $NO2_{17}$ ;  $O2_{17}$ :  $Ni_{18}$ ;  $Ag_{18}$ ;  $F_{18}$ ;  $NO_{18}$ ;  $NO2_{18}$ ;  $O2_{18}$ ;  $N2_{18}$ ;  $P_{18}$ ]

$$tiempo_{18} = VV_{18} \cdot \frac{3600}{F_{18} \cdot \frac{22,41}{P_{18}} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$w_{18} = \frac{Ni_{18}}{Ni_{18} + Ag_{18}}$$

Call **absor\_reac** [ $P_{18} - \delta_{P,plato}$ ;  $T$ ;  $Ni_{18}$ ;  $Ag_{18}$ ;  $tiempo_{18}$ ;  $F_{18}$ ;  $N2_{18}$ ;  $NO_{18}$ ;  $NO2_{18}$ ;  $O2_{18}$ :  $Ni_{19}$ ;  $Ag_{19}$ ;  $F_{19}$ ;  $NO_{19}$ ;  $NO2_{19}$ ;  $O2_{19}$ ;  $N2_{19}$ ;  $P_{19}$ ]

$$tiempo_{19} = VV_{19} \cdot \frac{3600}{F_{19} \cdot \frac{22,41}{P_{19}} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$W_{19} = \frac{Ni_{19}}{Ni_{19} + Ag_{19}}$$

Call **absor\_reac** [ $P_{19} - \delta P_{plato}$  ;  $T$  ;  $Ni_{19}$  ;  $Ag_{19}$  ;  $tiempo_{19}$  ;  $F_{19}$  ;  $N2_{19}$  ;  $NO_{19}$  ;  $NO2_{19}$  ;  $O2_{19}$  :  $Ni_{20}$  ;  $Ag_{20}$  ;  $F_{20}$  ;  $NO_{20}$  ;  $NO2_{20}$  ;  $O2_{20}$  ;  $N2_{20}$  ;  $P_{20}$  ]

$$tiempo_{20} = VV_{20} \cdot \frac{3600}{F_{20} \cdot \frac{22,41}{P_{20}} \cdot \frac{T}{273,15}} \quad \text{Tiempo de reacción de oxidación}$$

$$W_{20} = \frac{Ni_{20}}{Ni_{20} + Ag_{20}}$$

Call **absor\_reac** [ $P_{20} - \delta P_{plato}$  ;  $T$  ;  $Ni_{20}$  ;  $Ag_{20}$  ;  $tiempo_{20}$  ;  $F_{20}$  ;  $N2_{20}$  ;  $NO_{20}$  ;  $NO2_{20}$  ;  $O2_{20}$  :  $Ni_{21}$  ;  $Ag_{21}$  ;  $F_{21}$  ;  $NO_{21}$  ;  $NO2_{21}$  ;  $O2_{21}$  ;  $N2_{21}$  ;  $P_{21}$  ]

$$W_{21} = \frac{Ni_{21}}{Ni_{21} + Ag_{21}}$$

## SOLUTION

**Unit Settings:** [kJ]/[K]/[bar]/[kmol]/[degrees]

Altura = 0,15 [m]

D = 2,2 [m]

$\delta P$  = 0,8 [bar]

$\delta P_{plato}$  = 0,0381 [bar]

Diámetro = 0,001 [m]

L = 5850 [kg/h]

N = 21

P = 4,3 [atm]

Pitch = 0,015 [m]

T = 288,2 [K]

203 potential unit problems were detected.

### Arrays Table

	Ag <sub>i</sub>	F <sub>i</sub>	H <sub>i</sub>	N2 <sub>i</sub>	Ni <sub>i</sub>	NO <sub>i</sub>	NO2 <sub>i</sub>	O2 <sub>i</sub>	P <sub>i</sub>	tiempo <sub>i</sub>
	[kg/h]	[kmol/h]	[m]		[kg/h]					[s]
1	2855	526,5	0,95	0,885	2995	0,003	0,074	0,038	4,262	4,452
2	2958	513,4	1,25	0,9074	2273	0,00829	0,04834	0,03599	4,249	5,988
3	3019	504,8	1,5	0,9229	1846	0,00787	0,0363	0,03297	4,196	7,217
4	3060	498,8	1,8	0,9339	1559	0,006851	0,02873	0,03052	4,146	8,66
5	3089	494,5	2,3	0,942	1355	0,005864	0,02349	0,02863	4,099	11,04
6	3111	491,3	2,5	0,9483	1204	0,004885	0,01977	0,02709	4,054	11,94
7	1537	488,8	2,8	0,953	477,9	0,004298	0,01669	0,02597	4,011	13,3
8	1550	486,8	3	0,9568	386,1	0,003815	0,01426	0,02508	3,969	14,16
9	1561	485,3	3	0,9599	313	0,003448	0,0123	0,02437	3,928	14,05
10	1569	484,1	3	0,9623	254,1	0,003202	0,01065	0,02382	3,887	13,95
11	1576	483,1	2,8	0,9643	206,4	0,003007	0,009313	0,02338	3,847	12,91
12	1581	482,3	2,6	0,9659	167,4	0,002883	0,008171	0,02303	3,808	11,88
13	1586	481,6	2,6	0,9672	135,2	0,002795	0,007215	0,02275	3,768	11,78
14	1590	481,1	2,4	0,9684	108,5	0,002694	0,006446	0,02251	3,729	10,77
15	1593	480,6	2,2	0,9693	85,91	0,002624	0,00578	0,02231	3,69	9,779
16	1596	480,2	2,1	0,9701	66,73	0,002573	0,005203	0,02214	3,652	9,244
17	1598	479,9	1,9	0,9708	50,33	0,002524	0,004716	0,02199	3,613	8,281
18	1600	479,6	1,8	0,9714	36,18	0,002491	0,004285	0,02187	3,574	7,766
19	1602	479,3	1,7	0,9719	23,92	0,002459	0,003915	0,02177	3,536	7,259
20	1603	479,1	1,545	0,9723	13,22	0,002429	0,003593	0,02167	3,497	6,529
21	1605	478,9		0,9727	3,808	0,002408	0,003304	0,02159	3,459	

### Arrays Table

	VV <sub>i</sub>	w <sub>i</sub>
	[m <sup>3</sup> ]	
1	3,611	0,512
2	4,752	0,4345
3	5,702	0,3794
4	6,842	0,3376
5	8,743	0,305
6	9,503	0,2791
7	10,64	0,2372
8	11,4	0,1994
9	11,4	0,167
10	11,4	0,1394
11	10,64	0,1158
12	9,883	0,09571
13	9,883	0,07856
14	9,123	0,06389
15	8,363	0,05117
16	7,983	0,04014
17	7,223	0,03053
18	6,842	0,02211
19	6,462	0,01472
20	5,873	0,008177
21		0,002367