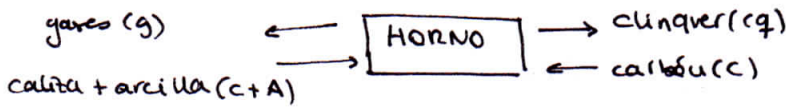


# PROBLEMAS TEMA 3: INDUSTRIA DE LOS PROCESOS INORGÁNICOS

## CEMENTO

III 1.) horno rotatorio  $L = 40m$   
 $\phi_{nominal} = 1,95m$



	$w_{c+A}/w_{cg}$
CaO	0'6819
SiO <sub>2</sub>	0'6853 *
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0'6563
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0'6707

Dato: cada 8h  $\rightarrow$  18.500 kg Cg habiendo adicionado 550 kg yeso

$$C_g = \frac{(18500 - 550) \text{ kg}}{8 \text{ h}} = 2,24 \text{ toneladas/horas}$$

$$(c+A) = \frac{2,24}{0'6853} = 3,27 \text{ t/h}$$

\* 0'6853  $\rightarrow$  se puede usar cualquiera de los 4 datos.

$$(c+A) / C_g = \frac{3,27}{2,24} = 1,46 \text{ * masa de } w_{c+A} / w_{Cg}$$

$$w_{SiO_2} = C_g \cdot C_g = w_{SiO_2} \cdot (c+A) \cdot (c+A)$$



Relacionamos el aire con los gases de salida:

Balanza de C (E=S):

$$0'645 \cdot C + 0'319 \cdot (c+A) \cdot \frac{12}{44} = G \cdot 0'254 \cdot \frac{12}{44}$$

$\hookrightarrow$  Masa molecular CO<sub>2</sub>

Balanza de O<sub>2</sub>:

$$0'2 \cdot A + 0'062 \cdot C + 0'319 \cdot \frac{32}{44} \cdot (c+A) = 0'254 \cdot G \cdot \frac{32}{44} + 0'01 \cdot G$$

②  $\rightarrow$  dividimos entre 2  
 x que esta tabla viene Quimodactilónico.

Balanza de N<sub>2</sub>:

$$0'8 \cdot A = G \cdot 0'736$$

GAS SALIDA	CLÍNQUER	CAJITA - ARCILLA	AIRE	CARBÓN
135,68 t/h	2,24 t/h	3,27 t/h	124,83 t/h	14,07 t/h
60,57	1	1,46	55,73	6,28

$$r = 14,07 \text{ t/h} \cdot 8 \text{ h} = 112,56 \text{ t}$$

# Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

② Yeso

Base de cálculo: 100 kg

$Al_2O_3$  6,6 kg  $n_{Al_2O_3} = \frac{m_{Al_2O_3}}{M_{Al_2O_3}} = \frac{6,6}{102} = 65 \cdot 10^{-3}$  kmoles  
 $Fe_2O_3$  224 kg  $n_{Fe_2O_3} = 224/160 = 14 \cdot 10^{-3}$  kmoles  
 $SO_3$  0,2 kg  $n_{SO_3} = \frac{0,2}{80} = 2,5 \cdot 10^{-3}$  kmoles

$AF4C \Rightarrow n_{Al_2O_3} \text{ kmoles}$   
 $= 51 \cdot 10^{-3}$  kmol  
 $- 2,5 \cdot 10^{-3}$  kmol  $SO_3$   
 $\hline 48,5 \cdot 10^{-3}$  kmol

$m_{yeso} = \frac{48,5 \cdot 10^{-3} \cdot 172}{0,97} = 8,6 \text{ kg} \approx 10\% \text{ B.C}$

III 3). 70% silicatos en cemento

mat. primas: arcilla (A), caliza (B) y bauxita (C).  
dosificación de las 3 especies.

Para la resolución del problema III (masa):

$Cq \left\{ \begin{array}{l} -35\% \text{ SZC: } SiO_2 (CaO)_2 \\ -35\% \text{ S3C: } SiO_2 (CaO)_3 \\ -5\% \text{ ABC: } Al_2O_3 (CaO)_3 \\ 25\% \text{ AF4C: } Al_2O_3 Fe_2O_3 (CaO)_4 \end{array} \right.$

$M_{SiO_2} = 60$   
 $M_{CaO} = 56$   
 $M_{Al_2O_3} = 102$   
 $M_{Fe_2O_3} = 160$

o Practicar cambio de expresión en la composición de un clínker (AF4C, ABC, SZC y S3C) u óxidos simple (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ...)

Óxidos simples:

- CaO
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- SiO<sub>2</sub>

OPCIÓN A

$CaO$   $BC: 100 \text{ kg Cq}$   
 $0,002 \cdot A + 0,944 \cdot B = \left( \frac{2 \cdot 35}{172} + \frac{3 \cdot 35}{228} + \frac{3 \cdot 5}{270} + \frac{4 \cdot 25}{485} \right) 56$

2 grupos %  
 172  $\leftarrow$  Moleculas SZC  
 228  $\leftarrow$  SZC  
 270  $\leftarrow$  ABC  
 485  $\leftarrow$  AF4C

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

$0,182 \cdot A + 0,013 \cdot B + 0,626 \cdot C = \left( \frac{1 \cdot 35}{102} + \frac{1 \cdot 35}{102} \right) 102$

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

$0,062 \cdot A + 0,006 \cdot B + 0,243 \cdot C = \left( \frac{1 \cdot 25}{160} \right) 160$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



A B C

# OPCIÓN B : CaO para silicatos y SiO2

- SiO2 directamente de los datos
- CaO para silicatos. Calcular:

Limitante	Reactiva	Constituyente
Fe2O3	- Al2O3 - CaO	AF4C
Al2O3	CaO	A3C

1º consumo CaO para AF4C

$$\frac{6,2 * 4 * 56}{160} = 8,68 \text{ CaO consumido}$$

2º consumo CaO para A3C

$$(18,2 - \frac{6,2 * 102}{160}) * 3 * 56 / 102 = 23,46$$

3º CaO disponible para silicatos

$$0,2 - 8,68 - 23,46 = -31,94 \text{ \% CaO silicatos}$$

(A) Fe2O3

$$\frac{6,2 * 102}{160} = \text{Al2O3 consumido}$$

sustancia	% SiO2	% CaO silicatos
A	75	-31,94
(tabla)		12
		-31,9

- Cg
- 35% S2C : SiO2 (CaO)2
  - 35% S3C : SiO2 (CaO)3
  - 5% A3C : Al2O3 (CaO)3
  - 25% AF4C : Al2O3 Fe2O3 (CaO)4

Balace de CaO para silicatos :

$$-0,319 * A + 0,192 * B - 116 * C = 56 \left( \frac{2 * 35}{172} + \frac{3 * 35}{228} \right) = 48,6 \%$$

Balace de SiO2

$$0,75 * A + 0,035 * B + 0,103 * C = 60 \left( \frac{35}{172} + \frac{35}{228} \right) = 21,4 \%$$

Balace total

$$A + B + C = 100$$

1º consumo CaO para AF4C

$$\frac{0,6 * 4 * 56}{160} = 0,84$$

2º consumo CaO para A3C

$$\left( 1,3 - \frac{0,6 * 102}{160} \right) * 3 * 56 / 102 = 1,51$$

RESULTADOS

sustancia	% SiO2	% CaO silicatos
A	75	-31,9
B	3,5	9,2

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

$$\left( 62,6 - \frac{0,6 * 102}{160} \right) * 3 * 56 / 102 = 77,59$$



Resultados

A	B	C
24,45 kg	69,09 kg	6,46 kg

en la tabla también hay PF y habrá que tenerlo en cuenta:

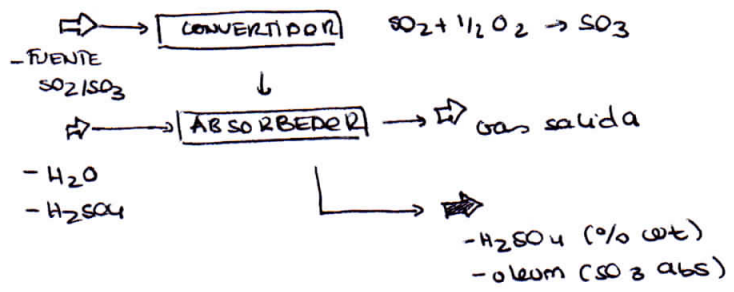
$$M_{Preal} = \frac{M_{Pelectiva}}{(1 - PF)}$$

A	B	C
27,81 kg	119,74 kg	6,50 kg
18,05%	77,73%	4,22%

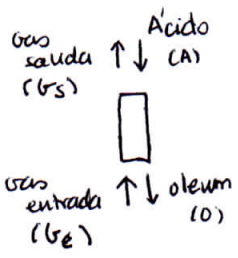
ÁCIDO SULFÚRICO

PROBLEMAS H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

- ↓ [ ] ⇒ tratamiento de gases
- ↑ [ ] ⇒ Producción de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



III.4.)



- oleum: 80% de H<sub>2</sub>O + 20% SO<sub>3</sub>
- composición gases base molar
- pureza de ác. en base molar
- Q = 1,835 kg/h
- dA? dGs? dGe?

Balace de H<sub>2</sub> (único en común):

$$\begin{array}{l}
 \text{H}_2\text{SO}_4 \\
 \text{SO}_2 \\
 \text{H}_2\text{O} \\
 \text{SO}_3
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \text{H}_2 \text{ entrada} = \text{H}_2 \text{ salida} \\
 \text{pureza } 98\% \\
 \frac{0,198 * A}{98} + \frac{0,02 * A}{18} = \frac{0,18 * 1835}{98}
 \end{array}$$

*(peso molecular ácido sulfúrico)      (peso molecular del H<sub>2</sub>)*

todos los componentes tienen H<sub>2</sub> (2 átomos) pero se irá en la ec. total, por eso no se pone (estequiometricamente en moles)



**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE**  
**LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS**  
**CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70**

**RESULTADOS**

$G_E = 81,2 \text{ kmol/h}$   
 $G_S = 751,1 \text{ kmol/h}$

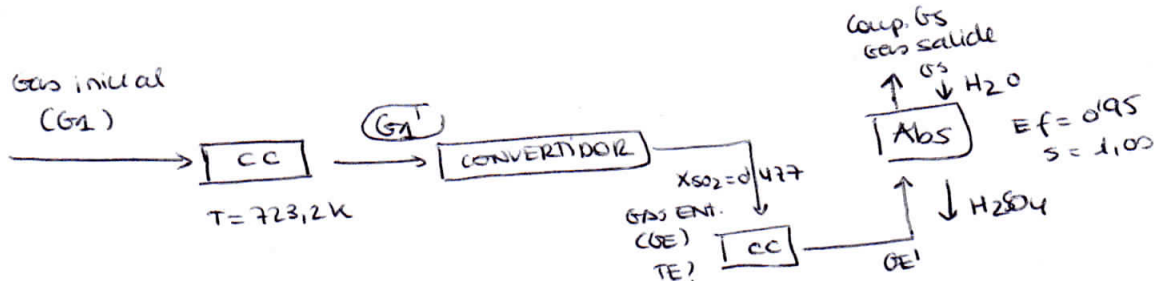
No tenemos datos, calculamos  $m^3/h$  en condiciones normales

$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$   
 $1 \text{ atm} \cdot V = 1 \cdot R \cdot 273,2 \text{ K}$   
 Cálculo en  $\text{kmol}$

**GASES IDEALES**

$A = 1348,2 \text{ kg/h}$       $G_S = 1682,4 \text{ m}^3/h$   
 $O = 1835,0 \text{ kg/hr}$       $G_E = 1818,4 \text{ m}^3/h$

III)



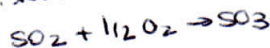
Datos ctes de equilibrio:

b)

$K_p (\text{atm}^{-0,5}) = P_{SO_3} \cdot (P_{SO_2})^{-1} \cdot (P_{O_2})^{-0,5}$   
 $R (\text{cal/mol} \cdot \text{K}) \cdot T (\text{K}) \cdot \ln K_p = 22,600 - 21,36 \cdot T (\text{K})$

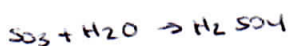
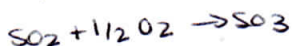
Composición  $G_S$

BC: 100 moles



G <sub>1</sub>	G <sub>E</sub>	G <sub>S</sub>
SO <sub>2</sub>	0,5	0,5(1-x)
O <sub>2</sub>	4	4(1-x/2)
N <sub>2</sub>	95,5	95,5
SO <sub>3</sub>	-	0,5x

composición  $G_S$



G <sub>1</sub>	G <sub>E</sub>	G <sub>S</sub>
SO <sub>2</sub>	0,261	0,261
SO <sub>3</sub>	0,239	0,12
O <sub>2</sub>	3,046	3,046
N <sub>2</sub>	95,5	95,5
TOTAL	1,0	98,8

Índice ponderado:  $I = \sum x_i \cdot p_i$

$I = X_{SO_3} \cdot P_{SO_3} + X_{SO_2} \cdot P_{SO_2}$   
 Ponderado = 1     peso derecho = 10

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70**



28 NOVIEMBRE - TUTORIA (10.30 - 11.30h)

- Problemas extra
- Breve seminario para redactar y presentar un informe técnico (11.30-11.45 h) **voluntario**

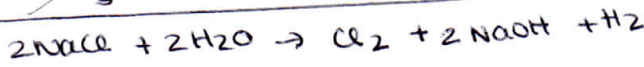
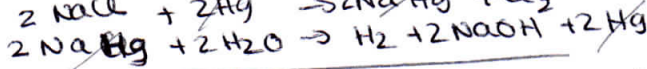
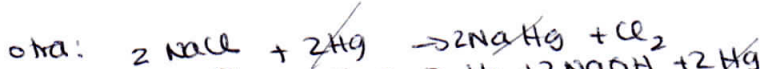
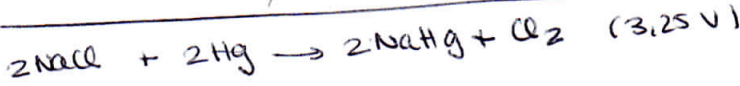
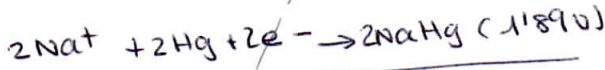
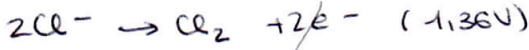
- No subrayar
- Calculadora
- Polígrafo azul oscuro

**CLORO - SODA**

III.6.)

REACCIONES REDOX Y NO REDOX EN CÉLULA DE CÁTODO DE Hg:

REDOX



- Produce  $Cl_2 = 3 \cdot 100 \text{ kg/día} \cdot 22.4 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \frac{1 \text{ kmol}}{71 \text{ kg}} = 978 \text{ m}^3/\text{día}$

- Produce  $H_2 = 978 \text{ m}^3/\text{día}$  (estequiometría)

- Producc.  $NaOH = 3100 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \cdot \frac{2 \text{ kmol NaOH}}{1 \text{ kmol } Cl_2} \cdot \frac{1 \text{ kmol } Cl_2}{71 \text{ kg}} \cdot \frac{40 \text{ kg}}{1 \text{ kmol NaOH}} = 3493 \text{ kg/día}$

a)  $P = I \cdot V = 100 \text{ (kA)} \cdot 413 \text{ V} = 430 \text{ kW}$  (potencia)

$E = P \cdot t$ ;  $CET = 430 \text{ kW} \cdot \frac{24 \text{ h}}{\text{día}} = 10320 \text{ kWh/día}$

$CEU = \frac{CET}{\text{Prod}}$   $\rightarrow$   $CEU Cl_2 = 10555 \text{ kWh/m}^3$   
 $CEU NaOH = 2995 \text{ kWh/kg}$   $\Rightarrow$  CONSUMO ELÉCTRICO UNITARIO

b)  $I_t = \frac{96485 \cdot n \cdot \eta}{t} = \frac{96485 \cdot 2 \cdot 311 \cdot 0.96}{71 \cdot 24 \cdot 3600} = 97.6 \text{ kA}$

$\eta_c = \frac{I_{teórica}}{I_{real}} = 97.6\%$

$\eta_{energética} = \frac{P_t}{P_r} = \frac{V_t}{V_r} \cdot \eta_c = \frac{3.25}{4.13} \cdot 0.976 = 73.7\%$

$I_{real}$  rendimiento comercial

$\eta_E = \frac{E_t}{E_r} = \frac{P_t \cdot t}{P_r \cdot t} = \frac{I_t \cdot V_t}{I_r \cdot V_r} = \frac{V_t}{V_r} \cdot \eta_c$

$= (4.13 - 3.25) \cdot 100$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

a)  $I = P_{comercial} \cdot A$

b)  $CET = I \cdot V = P_e \cdot A \cdot V$

$m_{NaOH} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 40}{71} = 1128 \text{ kg}$

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de mayo de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.