Kloro gaseosoak hainbat aplikazio ditu industrian. Besteren artean, polivinilo kloruroaren (PVC) ekoizpena aipa dezakegu, eta baita bestelako plastiko, koloratzaile eta produktu organikorena ere.

Papergintzan eta ehungintzan ere erabiltzen da, produktu zuriztatzaile modura; bestalde, uren desinfekziorako ere oso erabilia da.

EKUAZIO KIMIKOAK

3. • $C_3H_8\ (g) + 5\ O_2\ (g) \rightarrow 3\ CO_2\ (g) + 4\ H_2O\ (g)$

• $Na_2CO_3\ (aq) + 2\ HCl\ (aq) \rightarrow$
$\rightarrow 2\ NaCl\ (aq) + CO_2\ (g) + H_2O\ (l)$

• $PBr_3\ (s) + 3\ H_2O\ (l) \rightarrow 3\ HBr\ (g) + H_3PO_3\ (l)$

• $CaO\ (s) + 3\ C\ (s) \rightarrow CaC_2\ (s) + CO\ (g)$

• $H_2SO_4\ (aq) + BaCl_2\ (aq) \rightarrow$
$\rightarrow BaSO_4\ (s) + 2\ HCl\ (aq)$

4. • $a\ KClO_3\ (s) \rightarrow b\ KCl\ (s) + c\ O_2\ (g)$

K-ari dagokionez: $a = b$
Cl-ari dagokionez: $a = b$
O-ari dagokionez: $3\,a = 2\,c$

— Balio hau esleituz, $a = 1$
— hauxe lortuko dugu: $b = 1$

$$3 \cdot 1 = 2\,c\ ;\ c = \frac{3}{2}$$

— eta azkenik, emaitza hau dugu:

$$KClO_3\ (s) \rightarrow KCl\ (s) + \frac{3}{2}\,O_2\ (g)$$

$$2\ KClO_3\ (s) \rightarrow 2\ KCl\ (s) + 3\ O_2\ (g)$$

• $a\ HCl\ (aq) + b\ Al\ (s) \rightarrow c\ AlCl_3\ (aq) + d\ H_2\ (g)$

H-ari dagokionez: $a = 2\,d$
Cl-ari dagokionez: $a = 3\,c$
Al-ari dagokionez: $b = c$

— Balio hau esleituz, $c = 1$
— hauxe lortuko dugu: $b = 1$

$$a = 3$$

$$d = \frac{3}{2}$$

— eta azkenik, emaitza hau dugu:

$$3\ HCl\ (aq) + Al\ (s) \rightarrow AlCl_3\ (aq) + \frac{3}{2}\,H_2\ (g)$$

$$6\ HCl\ (aq) + 2\ Al\ (s) \rightarrow 2\ AlCl_3\ (aq) + 3\ H_2\ (g)$$

• $a\ KOH\ (aq) + b\ Cl_2\ (g) \rightarrow$
$\rightarrow c\ KClO_3\ (aq) + d\ KCl\ (aq) + e\ H_2O\ (l)$

K-ari dagokionez: $a = c + d$
O-ari dagokionez: $a = 3\,c + e$
H-ari dagokionez: $a = 2\,e$
Cl-ari dagokionez: $2\,b = c + d$

— Balio hau esleituz, $a = 2$
— hauxe lortuko dugu: $e = 1$

$$a = 3\,c + e\ ;\ c = \frac{1}{3}$$

$$a = c + d\ ;\ d = \frac{5}{3}$$

$$2\,b = c + d\ ;\ b = 1$$

— eta azkenik, emaitza hau dugu:

$$2\ KOH\ (aq) + Cl_2\ (g) \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{3}\,KClO_3\ (aq) + \frac{5}{3}\,KCl\ (aq) + H_2O\ (l)$$

$$6\ KOH\ (aq) + 3\ Cl_2\ (g) \rightarrow$$

$$\rightarrow KClO_3\ (aq) + 5\ KCl\ (aq) + 3\ H_2O\ (l)$$

• $a\ HNO_3\ (aq) + b\ Cu\ (s) \rightarrow$
$\rightarrow c\ Cu\ (NO_3)_2\ (aq) + d\ NO\ (g) + e\ H_2O\ (l)$

H-ari dagokionez: $a = 2\,e$
N-ari dagokionez: $a = 2\,c + d$
O-ari dagokionez: $3\,a = 6c + d + e$
Cu-ari dagokionez: $b = c$

— Balio hau esleituz, $a = 2$
— hauxe lortuko dugu: $e = 1$

$$\begin{cases} a = 2\,c + d & c = \dfrac{3}{4} \\ & \Rightarrow \\ 3\,a = 6\,c + d + e & d = \dfrac{1}{2} \end{cases}$$

$$b = \frac{3}{4}$$

— eta azkenik, emaitza hau dugu:

$$2\ HNO_3\ (aq) + \frac{3}{4}\,Cu\ (s) \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{3}{4}\,Cu\ (NO_3)_2\ (aq) + \frac{1}{2}\,NO\ (g) + H_2O\ (l)$$

$$8\ HNO_3\ (aq) + 3\ Cu\ (s) \rightarrow$$

$$\rightarrow 3\ Cu\ (NO_3)_2\ (aq) + 2\ NO\ (g) + 4\ H_2O\ (g)$$

• $a\ H_2S\ (g) + b\ O_2\ (g) \rightarrow c\ SO_2\ (g) + d\ H_2O\ (g)$

H-ari dagokionez: $2\,a = 2\,d$
S-ari dagokionez: $a = c$
O-ari dagokionez: $2\,b = 2\,c + d$

— Balio hau esleituz, $a = 1$
— hauxe lortuko dugu: $d = 1$

$$c = 1$$

$$2b = 2c + d\ ;\ b = \frac{3}{2}$$

— eta azkenik, emaitza hau dugu:

$$H_2S\ (g) + \frac{3}{2}\,O_2\ (g) \rightarrow SO_2\ (g) + H_2O\ (g)$$

$$2\ H_2S\ (g) + 3\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ SO_2\ (g) + 2\ H_2O\ (g)$$

5. $Pb\ (s) + HNO_3\ (aq) \rightarrow$
$\rightarrow Pb(NO_3)_2\ (aq) + NO_2\ (g) + H_2O\ (l)$

— • Erreaktiboak: Pb solidoa
HNO_3 ur-disoluzioa
• Produktuak: $Pb(NO_3)_2$ ur-disoluzioa
NO_2 gasa
H_2O likidoa

— $a\,Pb\ (s) + b\,HNO_3\ (aq) \rightarrow$
$\rightarrow c\,Pb(NO_3)_2\ (aq) + d\,NO_2\ (g) + e\,H_2O\ (l)$

Pb-ari dagokionez: $a = c$
H-ari dagokionez: $b = 2e$
N-ari dagokionez: $b = 2c + d$
O-ari dagokionez: $3b = 6c + 2d + e$

— Balio hau esleituz, $b = 2$
— hauxe lortuko dugu: $e = 1$

$$\left\{\begin{array}{l} b = 2c + d \\ 3b = 6c + 2d + e \end{array}\right. \Rightarrow \begin{array}{l} c = \dfrac{1}{2} \\ d = 1 \end{array}$$

$$a = \frac{1}{2}$$

2 zenbakiaz biderkatuz:

$Pb\ (s) + 4\,HNO_3\ (aq) \rightarrow$
$\rightarrow Pb(NO_3)_2\ (aq) + 2\,NO_2\ (g) + 2\,H_2O\ (l)$

— 4 mol HNO_3-rekin erreakzionatzen duen mol Pb bakoitzeko, honako hau lortzen da: 1 mol $Pb(NO_3)_2$, 2 mol NO_2 eta 2 mol ur, H_2O.

— $M\ (Pb) = 207{,}2\ g \cdot mol^{-1}$
$M\ (HNO_3) = 63\ g \cdot mol^{-1}$
$M\ [Pb(NO_3)_2] = 331{,}2\ g \cdot mol^{-1}$
$M\ (NO_2) = 46\ g \cdot mol^{-1}$
$M\ (H_2O) = 18\ g \cdot mol^{-1}$

207,2 g Pb-k 4 · 63 g HNO_3-rekin erreakzionatzen dute, eta lortzen dira: 331,2 g $Pb(NO_3)$, 2 · 46 g NO_2 eta 2 · 18 g ur.

— Konposatu gaseosoa: NO_2
Mol batek 22,4 L-eko bolumena du egoera normalean.
2 · 22,4 L NO_2 lortuko dira erreakzioan.

6. • Erreaktiboak: CO gasa
Fe_2O_3 solidoa
• Produktuak: FeO solidoa
CO_2 gasa

— $Fe_2O_3\ (s) + CO\ (g) \rightarrow 2\,FeO\ (s) + CO_2\ (g)$

— Fe_2O_3 «molekula» batek CO molekula batekin erreakzionatu du, eta 2 FeO- «molekula» eta CO_2 molekula bat lortu dira.

— $M\ (Fe_2O_3) = 159{,}6\ g \cdot mol^{-1}$
$M\ (CO) = 28\ g \cdot mol^{-1}$
$M\ (FeO) = 71{,}8\ g \cdot mol^{-1}$
$M\ (CO_2) = 44\ g \cdot mol^{-1}$

Masen bidez adierazita:

159,6 g Fe_2O_3-k 22,4 L CO-rekin erreakzionatzen dute, eta lortzen dira: 2 · 71,8 g FeO eta 22,4 L CO_2.

ERREAKZIO KIMIKO MOTAK

7. $NH_3\ (g) + HCl\ (g) \rightarrow NH_4Cl\ (g)$
sintesi-erreakzioa

$2\,NH_3\ (g) + 3\,Mg\ (s) \rightarrow N_2Mg_3\ (s) + 3\,H_2\ (g)$
desplazamendu-erreakzioa

$Zn\ (s) + H_2SO_4\ (aq) \rightarrow ZnSO_4\ (aq) + H_2\ (g)$
desplazamendu-erreakzioa

$PCl_5\ (s) \rightarrow PCl_3\ (s) + Cl_2\ (g)$
deskonposizio-erreakzioa

$2\,H_2S\ (aq) + O_2\ (g) \rightarrow 2\,S\ (s) + 2\,H_2O\ (l)$
desplazamendu-erreakzioa

$3\,HCl\ (aq) + Al(OH)_3\ (s) \rightarrow AlCl_3\ (aq) + 3\,H_2O\ (l)$
desplazamendu bikoitzeko erreakzioa

8. $3\,NH_4OH\ (aq) + AlCl_3\ (aq) \rightarrow$
$\rightarrow Al(OH)_3\ (s) + 3\,NH_4Cl\ (aq)$
desplazamendu bikoitzeko erreakzioa

KALKULU ESTEKIOMETRIKOAK

9. $2\,Al\ (s) + 3\,I_2\ (s) \rightarrow 2\,AlI_3\ (s)$

$M\ (I_2) = 253{,}8\ g \cdot mol^{-1}$
$M\ (AlI_3) = 407{,}7\ g \cdot mol^{-1}$

$$25\ g\ \cancel{I_2} \cdot \frac{1\ mol\ \cancel{I_2}}{253{,}8\ g\ \cancel{I_2}} \cdot \frac{2\ mol\ \cancel{AlI_3}}{3\ mol\ \cancel{I_2}} \cdot \frac{407{,}7\ g\ AlI_3}{1\ mol\ \cancel{AlI_3}} = 26{,}8\ g\ AlI_3$$

25 g I_2-rekin, 26 g AlI_3 lortuko dira.

10. $MnO_2\ (s) + 4\ HCl\ (g) \rightarrow MnCl_2\ (s) + Cl_2\ (g) + 2\ H_2O\ (l)$

$M\ (HCl) = 36{,}5\ g \cdot mol^{-1}$

$M\ (MnCl_2) = 126\ g \cdot mol^{-1}$

$$20\ \cancel{g\ HCl}\ \frac{1\ \cancel{mol\ HCl}}{36{,}5\ \cancel{g\ HCl}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ MnCl_2}}{4\ \cancel{mol\ HCl}} \cdot \frac{126\ g\ MnCl_2}{1\ \cancel{mol\ MnCl_2}} = 17{,}3\ g\ MnCl_2$$

20 g HCl-rekin 17,3 g $MnCl_2$ lortuko dira.

11. $2\ KI\ (aq) + Pb(NO_3)_2\ (aq) \rightarrow PbI_2\ (s) + 2\ KNO_3\ (aq)$

$M\ (KI) = 166\ g \cdot mol^{-1}$

$M\ (PbI_2) = 461\ g \cdot mol^{-1}$

$$15\ \cancel{g\ KI}\ \frac{1\ \cancel{mol\ KI}}{166\ \cancel{g\ KI}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ PbI_2}}{2\ \cancel{mol\ KI}} \cdot \frac{461\ g\ PbI_2}{1\ \cancel{mol\ PbI_2}} = 20{,}8\ g\ PbI_2$$

15 g Kl-rekin 20,8 g PbI_2 lortuko dira.

12. $Ca(OH)_2\ (aq) + 2\ HCl\ (aq) \rightarrow CaCl_2\ (s) + 2\ H_2O\ (l)$

$M\ (HCl) = 36{,}5\ g \cdot mol^{-1}$

$M\ [Ca(OH)_2] = 74\ g \cdot mol^{-1}$

$$16{,}5\ \cancel{g\ HCl}\ \frac{1\ \cancel{mol\ HCl}}{36{,}5\ \cancel{g\ HCl}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ Ca(OH)_2}}{2\ \cancel{mol\ HCl}} \cdot \frac{74\ g\ Ca(OH)_2}{1\ \cancel{mol\ Ca(OH)_2}} = 16{,}7\ g\ Ca(OH)_2$$

16,7 g $Ca(OH)_2$ behar dira 16,5 g HCl-rekin erreakzionatzeko.

13. $CH_4\ (g) + 2\ O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g) + 2\ H_2O\ (g)$

$$56\ \cancel{L\ CH_4}\ \frac{1\ \cancel{mol\ CH_4}}{22{,}4\ \cancel{L\ CH_4}} \cdot \frac{2\ \cancel{mol\ O_2}}{1\ \cancel{mol\ CH_4}} \cdot \frac{22{,}4\ L\ O_2}{1\ \cancel{mol\ O_2}} = 112\ L\ O_2$$

112 L O_2 behar dira 56 L metano erabat erre daitezen.

14. $H_2SO_4\ (aq) + Fe\ (s) \rightarrow FeSO_4\ (aq) + H_2\ (g)$

$M\ (Fe) = 55{,}8\ g \cdot mol^{-1}$

$$15\ \cancel{g\ Fe}\ \frac{1\ \cancel{mol\ Fe}}{55{,}8\ \cancel{g\ Fe}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ H_2}}{1\ \cancel{mol\ Fe}} \cdot \frac{22{,}4\ L\ H_2}{1\ \cancel{mol\ H_2}} = 6\ L\ H_2$$

15 g Fe-K erreakzionatuz gero, 6 L hidrogeno lortuko dira, *EN*ean neurtuta.

15. $C\ (s) + H_2O\ (l) \rightarrow CO_{(g)} + H_2\ (g)$

$M\ (C) = 12\ g \cdot mol^{-1}$

$$100\ \cancel{L\ H_2}\ \frac{1\ \cancel{mol\ H_2}}{22{,}4\ \cancel{L\ H_2}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ C}}{1\ \cancel{mol\ H_2}} \cdot \frac{12\ g\ C}{1\ \cancel{mol\ C}} = 53{,}6\ g\ C$$

$$100\ \cancel{L\ H_2}\ \frac{1\ \cancel{mol\ H_2}}{22{,}4\ \cancel{L\ H_2}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ CO}}{1\ \cancel{mol\ H_2}} \cdot \frac{22{,}4\ L\ CO}{1\ \cancel{mol\ CO}} = 100\ L\ CO$$

100 L H_2 lortzeko, 53,6 g karbono behar dira, eta erreakzio horretan100 L karbono monoxido eratuko dira, egoera normalean neurtuak.

16. $2\ KClO_3\ (s) \xrightarrow{\Delta} 2\ KCl\ (s) + 3\ O_2\ (g)$

$M\ (KClO_3) = 122{,}6\ g \cdot mol^{-1}$

$M\ (KCl) = 74{,}6\ g \cdot mol^{-1}$

$$23\ \text{g}\ \cancel{KClO_3}\ \frac{1\ \cancel{\text{mol}\ KClO_3}}{122{,}6\ \cancel{\text{g}\ KClO_3}} \cdot \frac{2\ \cancel{\text{mol}\ KCl}}{2\ \cancel{\text{mol}\ KClO_3}} \cdot \frac{74{,}6\ \text{g KCl}}{1\ \cancel{\text{mol}\ KCl}} = 14\ \text{g KCl}$$

$$23\ \text{g}\ \cancel{KClO_3}\ \frac{1\ \cancel{\text{mol}\ KClO_3}}{122{,}6\ \cancel{\text{g}\ KClO_3}} \cdot \frac{3\ \cancel{\text{mol}\ O_2}}{2\ \cancel{\text{mol}\ KClO_3}} \cdot \frac{22{,}4\ \text{L}\ O_2}{1\ \cancel{\text{mol}\ O_2}} = 6{,}3\ \text{L}\ O_2$$

23 g potasio kloratoz, 14 g potasio kloruro eta 6,3 L O_2 oxigeno lortuko dira, *EN*ean.

17. $2\ C_4H_{10}\ (g) + 13\ O_2\ (g) \rightarrow 8\ CO_2\ (g) + 10\ H_2O\ (g)$

$T\ (CO_2) = 75\ ^\circ\text{C} + 273 = 348\ \text{K}$

$$P\ (CO_2) = 750\ \cancel{\text{mm Hg}}\ \frac{1\ \text{atm}}{760\ \cancel{\text{mm Hg}}} = 0{,}987\ \text{atm}$$

$$\text{n}\ (CO_2) = \frac{P\,V}{R\,T} = \frac{0{,}987\ \cancel{\text{atm}} \cdot 145\ \cancel{L}}{0{,}082\ \cancel{\text{atm}} \cdot \cancel{L} \cdot \cancel{K^{-1}} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 348\ \cancel{K}} = 5{,}015\ \text{mol}\ CO_2$$

$$\text{M}\ (C_4H_{10}) = 58\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$5{,}015\ \cancel{\text{mol}\ CO_2}\ \frac{2\ \cancel{\text{mol}\ C_4H_{10}}}{8\ \cancel{\text{mol}\ CO_2}} \cdot \frac{58\ \text{g}\ C_4H_{10}}{1\ \cancel{\text{mol}\ C_4H_{10}}} = 72{,}7\ \text{g}\ C_4H_{10}$$

72,7 g butano erre behar dira.

18. $NH_4NO_2\ (s) \xrightarrow{\Delta} N_2\ (g) + 2\ H_2O\ (g)$

$\text{M}\ (NH_4NO_2) = 64\ \text{g}$

$$\text{n}\ (N_2) = 25\ \cancel{\text{g}\ NH_4NO_2}\ \frac{1\ \cancel{\text{mol}\ NH_4NO_2}}{64\ \cancel{\text{g}\ NH_4NO_2}} \cdot \frac{1\ \text{mol}\ N_2}{1\ \cancel{\text{mol}\ NH_4NO_2}} = 0{,}391\ \text{mol}\ N_2$$

$$V\ (N_2) = \frac{n\,R\,T}{P} = \frac{0{,}391\ \cancel{\text{mol}} \cdot 0{,}082\ \text{atm} \cdot \cancel{L} \cdot \cancel{K^{-1}} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}} \cdot (30 + 273)\ \cancel{K}}{2\ \cancel{\text{atm}}} = 4{,}9\ \text{L}\ N_2$$

4,9 L nitrogeno lortuko dira, egoera normalean neurtuta.

19. $N_2\ (g) + 3\ H_2\ (g) \rightarrow 2\ NH_3\ (g)$

$\text{M}\ (NH_3) = 17\ \text{g}$

$$\text{n}\ (H_2) = 30\ \cancel{\text{g}\ NH_3}\ \frac{1\ \cancel{\text{mol}\ NH_3}}{17\ \cancel{\text{g}\ NH_3}} \cdot \frac{3\ \text{mol}\ H_2}{2\ \cancel{\text{mol}\ NH_3}} = 2{,}647\ \text{mol}\ H_2$$

$$P = 725\ \cancel{\text{mm Hg}}\ \frac{1\ \text{atm}}{760\ \cancel{\text{mm Hg}}} = 0{,}954\ \text{atm}$$

$$V\ (H_2) = \frac{n\,R\,T}{P} = \frac{2{,}647\ \cancel{\text{mol}} \cdot 0{,}082\ \cancel{\text{atm}} \cdot \text{L} \cdot \cancel{K^{-1}} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}} \cdot 298\ \cancel{K}}{0{,}954\ \cancel{\text{atm}}} = 67{,}8\ \text{L}\ H_2$$

67,8 L H_2 konbinatu behar dira.

20. $C\ (s) + H_2O\ (g) \rightarrow CO\ (g) + H_2\ (g)$

$T\ (CO) = 500\ ^\circ\text{C} + 273 = 773\ \text{K}$

$$P\ (CO) = 850\ \cancel{\text{mm Hg}}\ \frac{1\ \text{atm}}{760\ \cancel{\text{mm Hg}}} = 1{,}118\ \text{atm}$$

$\text{M}\ (C) = 12\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\text{n}\ (CO) = 250\ \cancel{\text{g}\ C}\ \frac{1\ \cancel{\text{mol}\ C}}{12\ \cancel{\text{g}\ C}} \cdot \frac{1\ \text{mol CO}}{1\ \cancel{\text{mol}\ C}} = 20{,}83\ \text{mol CO}$$

$$V\ (CO) = \frac{n\,R\,T}{P} = \frac{20{,}83\ \cancel{\text{mol}} \cdot 0{,}082\ \cancel{\text{atm}} \cdot \text{L} \cdot \cancel{K^{-1}} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}} \cdot 773\ \cancel{K}}{1{,}118\ \cancel{\text{atm}}} = 1\,181\ \text{L CO}$$

1 181 L karbono monoxido lortuko dira.

21. $2\ HCl\ (aq) + Zn\ (s) \rightarrow H_2\ (g) + ZnCl_2\ (aq)$

$M\ (Zn) = 65{,}4\ g \cdot mol^{-1}$

$M\ (HCl) = 36{,}5\ g \cdot mol^{-1}$

$$40\ \cancel{g\ Zn}\ \frac{1\ \cancel{mol\ Zn}}{65{,}4\ \cancel{g\ Zn}} \cdot \frac{2\ \cancel{mol\ HCl}}{1\ \cancel{mol\ Zn}} \cdot \frac{36{,}5\ g\ HCl}{1\ \cancel{mol\ HCl}} = 44{,}6\ g\ HCl$$

44,6 g azido klorhidriko behar dira.

$T\ (H_2) = 20\ °C + 273 = 293\ K$

$$P\ (H_2) = 825\ \cancel{mm\ Hg}\ \frac{1\ atm}{760\ \cancel{mm\ Hg}} = 1{,}0855\ atm$$

$$n\ (H_2) = 40\ \cancel{g\ Zn}\ \frac{1\ \cancel{mol\ Zn}}{65{,}4\ \cancel{g\ Zn}} \cdot \frac{1\ mol\ H_2}{1\ \cancel{mol\ Zn}} = 0{,}6116\ mol\ H_2$$

$$V\ (H_2) = \frac{n\ R\ T}{P} = \frac{0{,}6116\ \cancel{mol} \cdot 0{,}082\ \cancel{atm} \cdot L \cdot \cancel{K^{-1}} \cdot \cancel{mol^{-1}} \cdot 293\ \cancel{K}}{1{,}0855\ \cancel{atm}} = 13{,}5\ L$$

13,5 L H_2 askatuko dira.

22. $CaCO_3\ (s) + 2\ HCl\ (aq) \rightarrow CaCl_2\ (aq) + H_2O\ (l) + CO_2\ (g)$

$M\ (CO_2) = 44\ g \cdot mol^{-1}$

$M\ (CaCO_3) = 100\ g \cdot mol^{-1}$

$$205\ \cancel{g\ CaCO_3}\ \frac{1\ \cancel{mol\ CaCO_3}}{100\ \cancel{g\ CaCO_3}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ CO_2}}{1\ \cancel{mol\ CaCO_3}} \cdot \frac{44\ g\ CO_2}{1\ \cancel{mol\ CO_2}} = 90{,}2\ g\ CO_2$$

90,2 g karbono dioxido askatuko dira.

$T\ (CO_2) = 30\ °C + 273 = 303\ K$

$$P\ (CO_2) = 780\ \cancel{mm\ Hg}\ \frac{1\ atm}{760\ \cancel{mm\ Hg}} = 1{,}026\ atm$$

$$n\ (CO_2) = 90{,}2\ \cancel{g\ CO_2}\ \frac{1\ mol\ CO_2}{44\ \cancel{g\ CO_2}} = 2{,}05\ mol\ CO_2$$

$$V\ (CO_2) = \frac{n\ R\ T}{P} = \frac{2{,}05\ \cancel{mol} \cdot 0{,}082\ \cancel{atm} \cdot L \cdot \cancel{K^{-1}} \cdot \cancel{mol^{-1}} \cdot 303\ \cancel{K}}{1{,}026\ \cancel{atm}} = 49{,}6\ L$$

Egoera horretan, 90,2 g CO_2-k 49,6 L-ko bolumena betetzen dute.

23. $MnO_2\ (s) + 4\ HCl\ (aq) \rightarrow MnCl_2\ (aq) + 2\ H_2O\ (l) + Cl_2\ (g)$

$M\ (MnO_2) = 87\ g \cdot mol^{-1}$

$$80\ \cancel{g\ MnO_2}\ \frac{1\ \cancel{mol\ MnO_2}}{87\ \cancel{g\ MnO_2}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ Cl_2}}{1\ \cancel{mol\ MnO_2}} \cdot \frac{22{,}4\ L\ Cl_2}{1\ \cancel{mol\ Cl_2}} = 20{,}6\ L\ Cl_2$$

20,6 L kloro (gasa) lortuko dira, egoera normalean neurtuta.

$M\ (Cl_2) = 71\ g \cdot mol^{-1}$

$$n\ (Cl_2) = 80\ \cancel{g\ MnO_2}\ \frac{1\ \cancel{mol\ MnO_2}}{87\ \cancel{g\ MnO_2}} \cdot \frac{1\ mol\ Cl_2}{1\ \cancel{mol\ MnO_2}} = 0{,}92\ mol\ Cl_2$$

$$V\ (Cl_2) = \frac{n\ R\ T}{P} = \frac{0{,}92\ \cancel{mol} \cdot 8{,}314\ \cancel{Pa} \cdot m^3 \cdot \cancel{mol^{-1}} \cdot \cancel{K^{-1}} \cdot 425\ \cancel{K}}{169\,000\ \cancel{Pa}} = 1{,}92 \cdot 10^{-2}\ m^3\ Cl_2$$

$$1{,}92 \cdot 10^{-2}\ \cancel{m^3\ Cl_2}\ \frac{1\,000\ L\ Cl_2}{1\ \cancel{m^3\ Cl_2}} = 19{,}2\ L\ Cl_2$$

Bigarren kasuan, 19,2 L kloro (gasa) lortuko dira.

24. $C\ (s) + O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g)$

$T\ (CO_2) = 25\ °C + 273 = 298\ K$

$$P\ (CO_2) = 700\ \cancel{mm\ Hg}\ \frac{1\ atm}{760\ \cancel{mm\ Hg}} = 0{,}921\ atm$$

$V\ (O_2) = 45\ L = 45 \cdot 10^{-3}\ m^3$

$$n\ (O_2) = \frac{P\,V}{R\,T} = \frac{3{,}04 \cdot 10^5\ \cancel{Pa} \cdot 45 \cdot 10^{-3}\ \cancel{m^3}}{8{,}314\ \cancel{Pa} \cdot \cancel{m^3} \cdot \cancel{K^{-1}} \cdot mol^{-1} \cdot 523\ \cancel{K}} = 3{,}146\ mol\ O_2$$

$$n\ (CO_2) = 3{,}146\ \cancel{mol\ O_2}\ \frac{1\ mol\ CO_2}{1\ \cancel{mol\ O_2}} = 3{,}146\ mol\ CO_2$$

$$V\ (CO_2) = \frac{n\,R\,T}{P} = \frac{3{,}146\ \cancel{mol}\ CO_2 \cdot 0{,}082\ \cancel{atm} \cdot L \cdot \cancel{K^{-1}} \cdot \cancel{mol^{-1}} \cdot 298\ \cancel{K}}{0{,}921\ \cancel{atm}} = 83{,}5\ L\ CO_2$$

83,5 L karbono dioxido lortuko dira.

25. $O_2\ (g) + 2\ H_2\ (g) \rightarrow 2\ H_2O\ (g)$ Presio eta tenperatura berberak

$V\ (O_2) = V\ (H_2)$

Avogadro-ren legearen arabera, mota desberdineko gasen bolumen berberek, presio eta tenperatura berberetan neurtzen badira, molekula kopuru berbera dute, hau da, mol kopuru berbera dute; beraz, mol oxigeno adina mol hidrogeno ditugu: $n\ (O_2) = n\ (H_2)$

Erreaktiboetako baten mol kopuruan oinarriturik, beste erreaktibotik behar dugun mol kopurua kalkulatuko dugu, erreakzio kimiko honi jarraituz:

$$n\ \cancel{mol\ O_2}\ \frac{2\ mol\ H_2}{1\ \cancel{mol\ O_2}} = 2 \cdot n\ mol\ H_2$$

n mol H_2 baino ez ditugunez, eta kontuan hartuta 2 n mol H_2 behar ditugula n mol O_2-k erreakziona dezaten, ondorioztatzen da erreaktibo mugatzailea H_2-a dela, eta O_2-aren kantitatea gehiegizkoa dela.

26. $2\ Na\ (s) + 2\ H_2O\ (l) \rightarrow 2\ NaOH\ (aq) + H_2\ (g)$

$M\ (Na) = 23\ g \cdot mol^{-1}$

$M\ (NaOH) = 40\ g \cdot mol^{-1}$

$M\ (H_2O) = 18\ g \cdot mol^{-1}$

$$n\ (Na) = 10\ \cancel{g\ Na}\ \frac{1\ mol\ Na}{23\ \cancel{g\ Na}} = 0{,}435\ mol\ Na \Rightarrow \text{mugatzailea}$$

$$n\ (H_2O) = 9\ g\ H_2O\ \frac{1\ mol\ H_2O}{18\ g\ H_2O} = 0{,}5\ mol\ H_2O \Rightarrow \text{gehiegizko kantitatean}$$

Erreakzioa gertatzeko, Na-aren eta H_2O-aren mol kopuru berberak behar dira; beraz, sodioa lehenago kontsumituko da. Gehiegizko erreaktiboa ura da, eta erreaktibo mugatzailea, sodio metalikoa.

$$10\ \cancel{g\ Na}\ \frac{1\ \cancel{mol\ Na}}{23\ \cancel{g\ Na}} \cdot \frac{2\ \cancel{mol\ NaOH}}{2\ \cancel{mol\ Na}} \cdot \frac{40\ g}{1\ \cancel{mol\ NaOH}} = 17{,}4\ g\ NaOH$$

17,4 g sodio hidroxido eratuko dira.

27. $AgNO_3\ (aq) + NaCl\ (aq) \rightarrow AgCl\ (s) + NaNO_3\ (aq)$

$M\ (AgCl) = 143{,}4\ g \cdot mol^{-1}$

$M\ (AgNO_3) = 169{,}9\ g \cdot mol^{-1}$

$$14\ \cancel{g\ AgCl}\ \frac{1\ \cancel{mol\ AgCl}}{143{,}4\ \cancel{g\ AgCl}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ AgNO_3}}{1\ \cancel{mol\ AgCl}} \cdot \frac{169{,}9\ g\ AgNO_3}{1\ \cancel{mol\ AgNO_3}} = 16{,}6\ g\ AgNO_3$$

16,6 g zilar nitratok erreakzionatu dute.

Ikus dezagun zein den erreakzionatu gabe geratu den kantitatea:

$25\ g\ AgNO_3 - 16{,}6\ g\ AgNO_3 = 8{,}4\ g\ AgNO_3$

Erreakzionatu gabe geratu den zilar nitratoaren masa 8,4 g-koa da.

28. $H_2S\ (g) + CuCl_2\ (aq) \rightarrow CuS\ (s) + 2\ HCl\ (aq)$

$M\ (CuCl_2) = 134{,}5\ g \cdot mol^{-1}$

Erreaktibo mugatzailea zein den bilatuko dugu lehenik:

$$n\ (H_2S) = 5\ \cancel{L\ H_2S}\ \frac{1\ mol\ H_2S}{22{,}4\ \cancel{L\ H_2S}} = 0{,}223\ mol\ H_2S$$

$$n\ (CuCl_2) = 25\ \cancel{g\ CuCl_2}\ \frac{1\ mol\ CuCl_2}{134{,}5\ \cancel{g\ CuCl_2}} = 0{,}186\ mol\ CuCl_2 \Rightarrow \text{Erreaktibo mugatzailea}$$

$M\ (CuS) = 95{,}5\ g \cdot mol^{-1}$

$$25\ \cancel{g\ CuCl_2}\ \frac{1\ \cancel{mol\ CuCl_2}}{134{,}5\ \cancel{g\ CuCl_2}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ CuS}}{1\ \cancel{mol\ CuCl_2}} \cdot \frac{95{,}5\ g\ CuS}{1\ \cancel{mol\ CuS}} = 17{,}8\ g\ CuS$$

17,8 g kobre (II) sulfuro eratuko dira.

29. $Fe\ (s) + CuSO_4\ (aq) \rightarrow FeSO_4\ (aq) + Cu\ (s)$

$V = 250$ mL

Masaren % 15

$d = 1{,}05\ g \cdot mL^{-1}$

$M\ (CuSO_4) = 159{,}5\ g \cdot mol^{-1}$

$M\ (Fe) = 55{,}8\ g \cdot mol^{-1}$

$$250\ \cancel{mL\ disoluzio}\ \frac{1{,}05\ \cancel{g\ disoluzio}}{1\ \cancel{mL\ disoluzio}} \cdot \frac{15\ \cancel{g\ CuSO_4}}{100\ \cancel{g\ disoluzio}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ CuSO_4}}{159{,}5\ \cancel{g\ CuSO_4}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ Fe}}{1\ \cancel{mol\ CuSO_4}} \cdot \frac{55{,}8\ g\ Fe}{1\ \cancel{mol\ Fe}} =$$

$= 13{,}8\ g\ Fe$

13,8 g burdinak erreakzionatuko dute.

30. $MgSO_4\ (aq) + 2\ NaOH\ (aq) \rightarrow Mg(OH)_2\ (s) + Na_2SO_4\ (aq)$

$V = 150$ mL

2 M

$M\ (Mg(OH)_2) = 58{,}3\ g \cdot mol^{-1}$

$$150\ \cancel{mL\ disoluzio}\ \frac{1\ \cancel{L}}{1\ 000\ \cancel{mL}} \cdot \frac{2\ \cancel{mol\ NaOH}}{1\ \cancel{L\ disoluzio}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ Mg(OH)_2}}{2\ \cancel{mol\ NaOH}} \cdot \frac{58{,}3\ g\ Mg(OH)_2}{1\ \cancel{mol\ Mg(OH)_2}} = 8{,}7\ g\ Mg(OH)_2$$

8,7 g magnesio hidroxido eratuko dira.

ERREAKZIO KIMIKOEN ETEKINA

31. $C\ (s) + O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g)$

$M\ (C) = 12\ g \cdot mol^{-1}$

$$55\ \cancel{g\ ikatz}\ \frac{88\ \cancel{g\ karbono}}{100\ \cancel{g\ ikatz}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ karbono}}{12\ \cancel{g\ karbono}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ CO_2}}{1\ \cancel{mol\ karbono}} \cdot \frac{22{,}4\ L\ CO_2}{1\ \cancel{mol\ CO_2}} = 90{,}3\ L\ CO_2$$

90,3 L CO_2 lortuko dira, *EN*ean neurtuta.

32. $N_2\ (g) + 3\ H_2\ (g) \rightarrow 2\ NH_3\ (g)$ (% 60)

$M\ (NH_3) = 17\ g \cdot mol^{-1}$

$$50\ \cancel{L\ N_2}\ \frac{1\ \cancel{mol\ N_2}}{22{,}4\ \cancel{L\ N_2}} \cdot \frac{2\ \cancel{mol\ NH_3}}{1\ \cancel{mol\ N_2}} \cdot \frac{17\ \cancel{g\ NH_3}}{1\ \cancel{mol\ NH_3}} \cdot \frac{60\ g\ erreal}{100\ \cancel{g\ teoriko}} = 45{,}5\ g\ NH_3$$

45,5 g amoniako lor daitezke.

33. $NaCl\ (aq) + AgNO_3\ (aq) \rightarrow AgCl\ (s) + NaNO_3\ (aq)$ (% 85)

$V = 10$ mL

1 M

M (AgCl) = 143,4 g·mol^{-1}

$$10\ \cancel{\text{mL disoluzio}}\ \frac{1\ \cancel{L}}{1\,000\ \cancel{\text{mL}}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{mol NaCl}}}{1\ \cancel{\text{L disoluzio}}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{mol AgCl}}}{1\ \cancel{\text{mol NaCl}}} \cdot \frac{143{,}4\ \cancel{\text{g AgCl}}}{1\ \cancel{\text{mol AgCl}}} \cdot \frac{85\ \text{g erreal}}{100\ \cancel{\text{g teoriko}}} = 1{,}2\ \text{g AgCl}$$

Zilar kloruroaren 1,2 g-ko masa lortuko dugu.

34. $Zn\ (s) + 2\ HCl\ (aq) \rightarrow H_2\ (g) + ZnCl_2\ (aq)$

m = 150 g

Masaren % 70

M (HCl) = 36,5 g·mol^{-1}

$$150\ \cancel{\text{g salfuman}}\ \frac{70\ \cancel{\text{g HCl}}}{100\ \cancel{\text{g salfuman}}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{mol HCl}}}{36{,}5\ \cancel{\text{g HCl}}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{mol H}_2}}{2\ \cancel{\text{mol HCl}}} \cdot \frac{22{,}4\ \text{L H}_2}{1\ \cancel{\text{mol H}_2}} = 32{,}2\ \text{L H}_2$$

32,2 L hidrogeno (gasa) lortuko ditugu, *EN*ean neurtuta.

MATERIALEN EKOIZPEN INDUSTRIALA

35. $NH_4HCO_3\ (aq) + NaCl\ (aq) \rightarrow NaHCO_3\ (s) + NH_4Cl\ (aq)$

$V = 100$ L

2 M

M ($NaHCO_3$) = 84 g·mol^{-1}

$$100\ \text{L}\ \cancel{\text{disoluzio}}\ \frac{2\ \cancel{\text{mol NH}_4\text{HCO}_3}}{1\ \cancel{\text{L disoluzio}}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{mol NaHCO}_3}}{1\ \cancel{\text{mol NH}_4\text{HCO}_3}} \cdot \frac{84\ \cancel{g}\ \text{NaHCO}_3}{1\ \cancel{\text{mol NaHCO}_3}} \cdot \frac{1\ \text{kg}}{1\,000\ \cancel{g}} = 16{,}8\ \text{kg NaHCO}_3$$

16,8 kg sodio bikarbonato lor daitezke.

36. $2\ NaHCO_3\ (s) \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3\ (s) + CO_2\ (g) + H_2O\ (g)$

m = 25 kg

Masaren % 85

M ($NaHCO_3$) = 84 g·mol^{-1}

M (Na_2CO_3) = 106 g·mol^{-1}

$$25\ \cancel{\text{kg NaHCO}_3}\ \frac{1\,000\ \cancel{g}}{1\ \cancel{\text{kg}}} \cdot \frac{85\ \text{g erreal}}{100\ \cancel{\text{g teoriko}}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{mol NaHCO}_3}}{84\ \cancel{\text{g NaHCO}_3}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{mol Na}_2\text{CO}_3}}{2\ \cancel{\text{mol NaHCO}_3}} \cdot \frac{106\ \cancel{g}\ \text{Na}_2\text{CO}_3}{1\ \cancel{\text{mol Na}_2\text{CO}_3}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{kg}}}{1\,000\ \cancel{g}} =$$

$$= 13{,}4\ \text{kg Na}_2\text{CO}_3$$

13,4 kg sodio karbonato lor daitezke.

37. $3\ H_2\ (g) + N_2\ (g) \rightarrow 2\ NH_3\ (g)$ (% 70)

$V = 100$ L

$T = 400\ ^\circ\text{C} + 273 = 673$ K

$P = 900$ atm

$$n\ (H_2) = \frac{P\,V}{R\,T} = \frac{900\ \cancel{\text{atm}} \cdot 100\ \cancel{L}}{0{,}082\ \cancel{\text{atm}} \cdot \cancel{L} \cdot \cancel{K^{-1}} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 673\ \cancel{K}} = 1\,630{,}8\ \text{mol H}_2$$

$$1\,630{,}8\ \cancel{\text{mol H}_2}\ \frac{2\ \cancel{\text{mol NH}_3}}{3\ \cancel{\text{mol H}_2}} \cdot \frac{22{,}4\ \cancel{L}\ \text{NH}_3}{1\ \cancel{\text{mol NH}_3}} \cdot \frac{70\ \text{L erreal}}{100\ \cancel{\text{L teoriko}}} = 17\,048\ \text{L NH}_3$$

17 048 L amoniako lor daitezke, egoera normalean neurtuta.