Bereken de molaire oplosbaarheid van MnS in water bij 25°C en pH = 5,00. Houd rekening met het feit dat het sulfide-ion in water kan hydrolyseren.

$Ka1$ (H_2S) = $8{,}9.10^{-8}$ $Ka2$ (H_2S) = $1{,}0.10^{-14}$ Ks (MnS) = $3{,}0.10^{-14}$

Oplossing

Telkens een MnS-deeltje oplost verschijnen er in de oplossing 1 Mn^{2+}–ion en 1 S^{2-}–ion.

We kunnen dus stellen dat $s_{MnS} = \left[Mn^{2+}\right]_{vo}$ (1)

De S^{2-}–ionen kunnen echter reageren met H^+–ionen (pH = 5,00 : zuur milieu):

$S^{2-} + H^+ \rightleftharpoons HS^-$ $\qquad K = \dfrac{\left[HS^-\right]}{\left[H^+\right].\left[S^{2-}\right]} = \dfrac{1}{K_{a_{2_{H_2S}}}}$

$HS^- + H^+ \rightleftharpoons H_2S$ $\qquad K = \dfrac{\left[H_2S\right]}{\left[H^+\right].\left[HS^-\right]} = \dfrac{1}{K_{a_{1_{H_2S}}}}$

De oplosbaarheid van MnS is dus ook gelijk aan de totale concentratie van de sulfide-ionen en alle deeltjes die daaruit gevormd werden:

$$s_{MnS} = \left[S^{2-}\right]_{vo} + \left[HS^-\right]_{vo} + \left[H_2S\right]_{vo}$$

$$= \left[S^{2-}\right]_{vo} + \frac{\left[H^+\right]_{vo}.\left[S^{2-}\right]_{vo}}{K_{a_{2_{H_2S}}}} + \frac{\left[H^+\right]_{vo}.\left[HS^-\right]_{vo}}{K_{a_{1_{H_2S}}}}$$

$$= \left[S^{2-}\right]_{vo} + \frac{\left[H^+\right]_{vo}.\left[S^{2-}\right]_{vo}}{K_{a_{2_{H_2S}}}} + \frac{\left[H^+\right]^2_{vo}.\left[S^{2-}\right]_{vo}}{K_{a_{1_{H_2S}}}.K_{a_{2_{H_2S}}}}$$

$$= \left[S^{2-}\right]_{vo}\left(1 + \frac{\left[H^+\right]_{vo}}{K_{a_{2_{H_2S}}}} + \frac{\left[H^+\right]^2_{vo}}{K_{a_{1_{H_2S}}}.K_{a_{2_{H_2S}}}}\right)$$

$$= \frac{K_{s_{MnS}}}{\left[Mn^{2+}\right]_{vo}}\left(1 + \frac{\left[H^+\right]_{vo}}{K_{a_{2_{H_2S}}}} + \frac{\left[H^+\right]^2_{vo}}{K_{a_{1_{H_2S}}}.K_{a_{2_{H_2S}}}}\right) \qquad (2)$$

Uit (1) en (2) volgt

$$\left[Mn^{2+}\right]^2_{vo} = K_{s_{MnS}}\left(1 + \frac{\left[H^+\right]_{vo}}{K_{a_{2_{H_2S}}}} + \frac{\left[H^+\right]^2_{vo}}{K_{a_{1_{H_2S}}}.K_{a_{2_{H_2S}}}}\right)$$

$$S_{MnS} = \left[Mn^{2+}\right]_{vo} = \sqrt{K_{S_{MnS}}\left(1 + \frac{\left[H^+\right]_{vo}}{K_{a_{2_{H_2S}}}} + \frac{\left[H^+\right]^2_{vo}}{K_{a_{1_{H_2S}}}.K_{a_{2_{H_2S}}}}\right)}$$

$$= \sqrt{3,0.10^{-14}\left(1 + \frac{10^{-5}}{1,0.10^{-14}} + \frac{\left(10^{-5}\right)^2}{8,9.10^{-8}.1,0.10^{-14}}\right)}$$

$$= \sqrt{3,0.10^{-14}\left(1 + 1,0.10^{9} + 1,1.10^{11}\right)}$$

$$= \sqrt{3,3.10^{-3}} = \mathbf{5,7.10^{-2}\ \frac{mol}{L}}$$