Ejercicios propuestos

Energy Storage

Tema 6: Hidrógeno, almacenamiento termoquímico y vectores

Máster Universitario en Ingeniería de la Energía

ETSI Minas y Energía

Hugo Torres Orejudo

Noviembre 2026

Elaborado con IA a partir del material de la asignatura. Material no oficial.

Problema 1 – Electrólisis del agua

Con $\Delta G^0 = 237{,}46\,\mathrm{kJ/mol}$, $\Delta H^0 = 286{,}03\,\mathrm{kJ/mol}$, $F = 96\,485\,\mathrm{C/mol}$ y $M_{H_2} = 2{,}016\,\mathrm{g/mol}$, calcule las tensiones reversible y termoneutra, la energía mínima por kg de H_2 para ambas, y la energía real por kg si el electrolizador funciona a 1,9 V (rendimiento de Faraday 1).

Problema 2 – Reformado de metano y color del hidrógeno

Para $CH_4 + 2H_2O \rightarrow 4H_2 + CO_2$ calcule los kg de CO_2 estequiométricos por kg de H_2. Si el ACV del reformado da $10\,\mathrm{kgCO_2/kgH_2}$ y el umbral de bajo carbono es $4{,}3\,\mathrm{kgCO_2/kgH_2}$, calcule la fracción de captura necesaria.

Problema 3 – Pirólisis de metano

Para $CH_4 \rightarrow C(s) + 2H_2$: $\Delta H = 74{,}5\,\mathrm{kJ/mol}$; S^0: CH_4 186,2, H_2 130,68, C(s) 5,74 J/(mol K). Calcule ΔS, ΔG a 298 K, la temperatura de espontaneidad, y la masa de carbono sólido y energía térmica (en kWh) por kg de H_2.

Problema 4 – Vectores energéticos

Con densidades energéticas volumétricas de H_2 comprimido ($2{,}1\,\mathrm{GJ/m^3}$), H_2 líquido ($8{,}54\,\mathrm{GJ/m^3}$), NH_3 ($11{,}3\,\mathrm{GJ/m^3}$) y gasolina ($31{,}07\,\mathrm{GJ/m^3}$), calcule el volumen de cada uno para almacenar 1 GJ y la masa de NH_3 (PCI 18,8 MJ/kg). Verifique la densidad energética del NH_3 con $\rho = 602{,}8\,\mathrm{kg/m^3}$.

Problema 5 – Almacenamiento termoquímico

En $Mg(OH)_2 \rightleftharpoons MgO + H_2O$ se toma $\Delta H = 81\,\mathrm{kJ/mol}$ (dato supuesto), $M = 58{,}32\,\mathrm{g/mol}$ y $\rho = 2370\,\mathrm{kg/m^3}$. Calcule la energía específica (Wh/kg) y volumétrica ($\mathrm{MWh/m^3}$).

Problema 6 – Eficiencia de pila y ciclo completo

Una pila de H_2 opera a 0,70 V por celda. Calcule su rendimiento respecto al PCS ($\Delta H = 286{,}03\,\mathrm{kJ/mol}$) y al PCI ($241{,}83\,\mathrm{kJ/mol}$). Si la electrólisis opera a 1,9 V, calcule el rendimiento round-trip (base PCS) del par electrolizador + pila.

Problema 7 – Compresión de hidrógeno

Calcule el trabajo isotermo para comprimir H_2 de 30 bar a 700 bar a 298,15 K (gas ideal, $R/M = 4124\,\mathrm{J/(kg\,K)}$) en kWh/kg y como porcentaje del PCS ($39{,}4\,\mathrm{kWh/kg}$).

Problema 8 – Balance de masa y energía del amoníaco

Calcule los kg de NH_3 que se obtienen por kg de H_2, la energía (PCI) contenida y el porcentaje respecto al H_2 de partida (PCI $120{,}1\,\mathrm{MJ/kg}$).