

Il metallo dentro il sasso: altoforno, carbonio e acciaio

Capitolo 9 — Materiali, Vol. 1 — Joule Ampere

DISCIPLINA

Tecnologia • Scienze • Storia

CLASSE

II°–III° media

DURATA

45–60 min

OBIETTIVO

Metalli ferrosi e ciclo

«Quello che esce dal fondo dell'altoforno non è acciaio. È ghisa: ferro che, stando ore in mezzo al carbone, di carbonio se n'è preso tanto — circa quattro parti su cento. E la ghisa è durissima e fragilissima: ottima da colare in uno stampo, pessima da piegare. Per farne acciaio bisogna fare la mossa contraria: togliere il carbonio in eccesso, soffiando ossigeno nel metallo fuso finché non ne resta pochissimo.»

— Materiali, Vol. 1, Cap. 9 • Joule Ampere

1 L'ALTOFORNO: DAL MINERALE AL METALLO

L'altoforno è una torre alta come un palazzo. Dall'alto si versano tre ingredienti: minerale di ferro (ossido di ferro), coke (carbone quasi puro = carbonio) e calcare. Dal basso si soffia aria caldissima. Il coke brucia producendo calore, ma soprattutto fa la cosa che conta: il carbonio è più avido di ossigeno del ferro, quindi lo ruba. Il ferro, rimasto senza ossigeno, cola liquido sul fondo. Il calcare raccoglie le impurità formando la scoria in superficie.

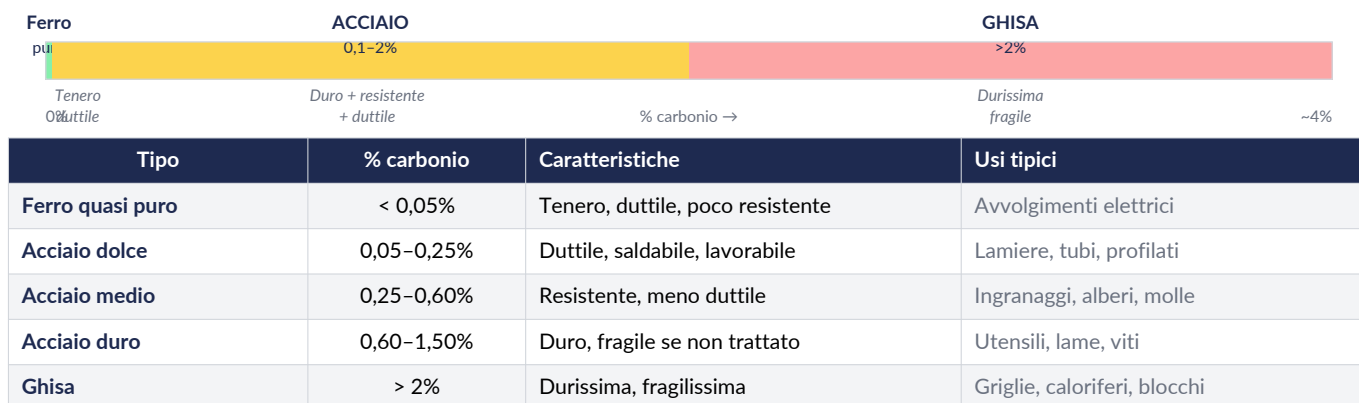


Reazione chiave: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

Il carbonio (C) riduce il ferro: gli "ruba" l'ossigeno. È una reazione di riduzione. Questo processo si chiama pirometallurgia: metallurgia con il calore.

2 LA SCALA DEL CARBONIO

Tutta la storia dell'acciaio è in una percentuale. Aggiungendo carbonio al ferro in quantità ridottissime — frazioni di uno per cento — le proprietà cambiano radicalmente.



3 IL METALLO CHE RINASCE: IL FORNO ELETTRICO

Accanto all'altoforno, la strada alternativa: il forno elettrico ad arco. Si carica di rottame (vecchie auto, macchinari, carcasse). Tre elettrodi scoccano un arco elettrico che fonde tutto in pochi minuti. Non serve minerale, non serve coke. Solo elettricità e rottame.

«Il metallo non si stanca. Lo puoi rifondere quante volte vuoi. Non è come la carta, che si accorcia. Un pezzo di ferro può essere stato dieci cose diverse.»

Il capo reparto della fonderia

Impronta ambientale: un altoforno consuma ~20 GJ per tonnellata di acciaio prodotto da minerale. Un forno elettrico con rottame consuma ~6 GJ — meno di un terzo. La produzione dell'acciaio è una delle prime fonti industriali di CO₂ del pianeta: rappresenta circa il 7–8% delle emissioni globali. Il riciclo del rottame è una delle leve più efficaci disponibili.

4 CONNESSIONI CURRICOLARI

Tecnologia

Metalli ferrosi: ferro, ghisa, acciaio.

Ciclo produttivo: minerale → altoforno
→ acciaieria → laminatoio → prodotto.

Scienze

Reazioni di riduzione e ossidazione.

Ossidi metallici e riduzione con carbonio.

Energia e temperatura nei processi.

Storia

Età del ferro (1200 a.C.).

Rivoluzione Industriale e acciaio Bessemer.

La corsa all'acciaio nel XIX secolo.

Ed. Civica

Raccolta differenziata del metallo.

Economia circolare e riciclo rottame.

Impatto ambientale della siderurgia.

5 ATTIVITÀ IN CLASSE

1

Il ragionamento sbagliato di Leo (10 min): Leo sceglie la vite più dura della scatola e si spezza tutto. Leggete il passo del Cap. 9 in cui Leo capisce l'errore. Domanda alla classe: qual è stato il ragionamento sbagliato? Quale proprietà ha confuso con quale altra? (Risposta attesa: ha confuso durezza con resistenza meccanica / duttilità.)

2

La calamita e la pattumiera (15 min): Porta una calamita a ferro di cavallo. Gli studenti la avvicinano a diversi oggetti in classe: quali reagiscono? Costruiscono la lista: ferromagnetici (ferro, acciaio al carbonio, nichel) vs non ferromagnetici (alluminio, rame, acciaio inox, plastica, vetro). Discussione: come si usa questa proprietà nel riciclo industriale?

3

Quante vite ha questo ferro? (20 min): Ogni studente sceglie un oggetto metallico a casa (posata, chiave, graffetta). Ricostruisce la sua possibile storia precedente: da quale rottame potrebbe venire? Quante vite ha già avuto prima di diventare quell'oggetto? Presentazione in classe: si costruisce una "catena di vite" collettiva.

4

Il costo nascosto dell'acciaio (15 min): Un kg di acciaio da minerale produce ~1,8 kg di CO₂. Un kg di acciaio da rottame produce ~0,4 kg di CO₂. Un'auto media usa ~900 kg di acciaio. Calcola: quanto CO₂ si risparmia producendo l'auto con rottame invece di minerale? (~1.260 kg CO₂.) Discussione: il riciclo del metallo è obbligatorio o conveniente?

Domanda di verifica: Nell'altoforno si caricano minerale di ferro, coke e calcare. (1) Qual è il ruolo del coke? (2) Perché il prodotto che esce non è direttamente acciaio ma ghisa? (3) Cosa bisogna fare alla ghisa per ottenere acciaio da costruzione? (Parole chiave attese: riduzione, carbonio, ossigeno, ghisa, percentuale di carbonio, convertitore.)