

Scheda per l'insegnante



Indice

Introduzione generale	2
Informazioni di contestualizzazione.....	2
Obiettivi formativi.....	4
Competenze chiave nel quadro europeo	5
Obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite	6
Contenuti – Principi teorici	7
Procedura di laboratorio/Attività	8
Percorso di insegnamento	8
Valutazione	9
Descrizione della scheda dello studente	9
Fonti	9
Ringraziamenti	10

Scheda per l'insegnante

Introduzione generale

Questo toolkit darà agli studenti l'opportunità di studiare le reazioni elettrochimiche, di esplorare il ruolo dell'idrogeno nell'economia verde e di studiare la grafite, che è uno dei materiali più promettenti nel futuro.

Il pubblico designato sono studenti dai 15 ai 18 anni, siccome è consigliabile che abbiano una conoscenza preliminare fisico-chimica e tecnologica.

L'elettrochimica ci permette di descrivere processi come la costruzione e il funzionamento delle batterie, la spontaneità delle reazioni di ossido-riduzione, l'elettrodeposizione o la galvanizzazione e la corrosione dei metalli.

Il toolkit è organizzato in due attività di laboratorio. Nella prima, gli studenti verificheranno l'alta conducibilità della grafite, saranno capaci di effettuare un processo di elettrolisi dell'acqua e di esaminare la relazione tra la composizione della mina di grafite e la sua resistività elettrica applicando la legge di Ohm. Nella seconda parte, gli studenti impareranno diversi metodi per generare energia e stimoleranno il loro pensiero critico tramite la produzione di una pila.

Parole chiave:

Conducibilità, Cella galvanica, Grafite, Idrogeno, Elettrolisi dell'acqua

Informazioni di contestualizzazione

L'elettricità gioca un ruolo chiave nello sviluppo e nel benessere umano, rendendo l'umanità al giorno d'oggi completamente dipendente da questa forma di energia. L'elettrochimica è la branca della chimica che studia le trasformazioni tra energia chimica ed elettrica. Le reazioni coinvolte in queste trasformazioni sono chiamate redox e sono caratterizzate dal trasferimento di elettroni tra le sostanze, producendo un cambiamento dei loro stati di ossidazione. Le reazioni redox possono essere classificate in due tipi: elettrochimiche, che si basano sulla capacità di produrre energia elettrica attraverso reazioni chimiche spontanee, ed elettrolitiche, che producono cambiamenti chimici attraverso l'uso dell'elettricità.

Il concetto di materia prima si riferisce a qualsiasi bene che si trasforma durante un processo di produzione fino a diventare un elemento di consumo. Molti dei beni materiali richiedono una modifica o una trasformazione prima di poter essere utilizzati dagli utenti. Per esempio, l'ultima generazione di illuminazione si basa sui Light-Emitting Diodes (LED) utilizzati in una delle esperienze di questo toolkit. Questi dispositivi sono un tipo speciale di semiconduttore, la cui caratteristica principale è quella di convertire la corrente elettrica a bassa tensione in luce. Ogni

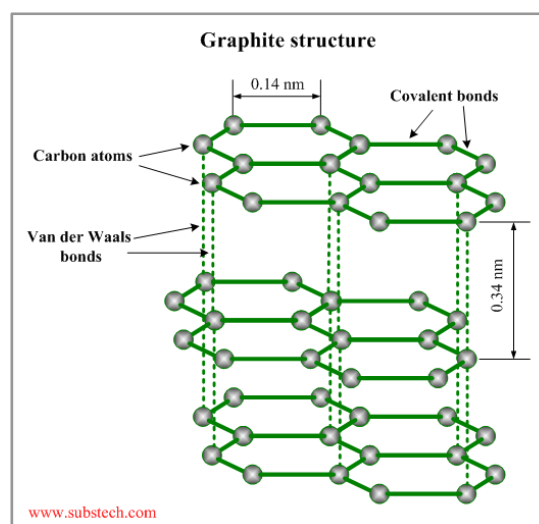
Scheda per l'insegnante

composto chimico del materiale semiconduttore utilizzato nella fabbricazione di un LED permette l'emissione di luce di un colore specifico, corrispondente a una certa lunghezza d'onda dello spettro elettromagnetico. I LED contengono alcune materie prime critiche (CRM – dall'inglese critical raw materials) come l'indio e il gallio, che sono materie prime economicamente e strategicamente importanti per l'economia europea, ma hanno un alto rischio associato al loro approvvigionamento. Queste CRM sono utilizzate come semiconduttori e permettono di ottenere il colore blu (indio) e rosso (gallio) nei LED.

Le tecnologie basate sull'elettrolisi dell'acqua sono attualmente utilizzate per la produzione di idrogeno. Anche se l'idrogeno è un elemento abbondante sulla terra, si trova quasi sempre come parte di un altro composto, come l'acqua (H_2O) o il metano (CH_4), e deve essere separato in idrogeno puro (H_2). Al giorno d'oggi la produzione di idrogeno è un campo di ricerca importante poiché questo elemento può essere usato nelle celle a combustibile per generare un vettore energetico quale l'idrogeno, che, dopo un processo di combustione, produce solo acqua e calore come sottoprodotti. L'idrogeno può essere utilizzato nelle automobili, nelle case, per l'energia portatile e in molte altre applicazioni. Esso può essere prodotto da diverse risorse come i combustibili fossili, le biomasse e l'elettrolisi dell'acqua (sfruttando l'elettricità). Tra le varie tecnologie per la produzione di idrogeno, è promettente l'elettrolisi dell'acqua che sfrutta l'elettricità prodotta da fonti di energia rinnovabile. In questo toolkit gli studenti effettueranno da soli il processo l'elettrolisi dell'acqua.

Se l'elettricità utilizzata per l'elettrolisi provenisse da fonti rinnovabili, l'idrogeno prodotto non avrebbe emissioni associate indirette e inoltre lo renderebbe una buona soluzione per l'approvvigionamento irregolare di energia rinnovabile in quanto può agire come vettore di stoccaggio dell'energia elettrica prodotta da sole e/o vento.

La conducibilità elettrica di una sostanza è una misura della facilità con cui gli elettroni di valenza si muovono in tutto il materiale. Il legame metallico induce nel materiale una maggiore conducibilità, poiché si può considerare come dovuta a elettroni che sono liberi di muoversi in un reticolo di nuclei carichi positivamente (Science Daily, 2010). Quando una forza elettrica viene applicata a un metallo (in cui si ha il legame metallico tra gli atomi che lo costituiscono), gli elettroni sono in grado di muoversi facilmente attraverso di esso e quindi si può dire che sia un buon conduttore elettrico. Invece, le sostanze legate tramite legame covalente sono di solito cattivi conduttori (isolanti) poiché gli elettroni sono fortemente trattenuti all'interno dei legami covalenti. Ci sono comunque alcune eccezioni, come per esempio la grafite, che è una sostanza molecolare covalente. La grafite, che si può trovare in natura, è la forma più stabile

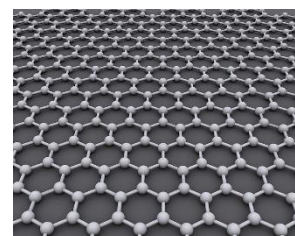


Scheda per l'insegnante

del carbonio in condizioni standard. La grafite è una sostanza formata da carbonio puro, dove tre dei suoi elettroni di valenza sono legati covalentemente ad altri tre atomi di carbonio, dando origine a una struttura stratificata. Tuttavia, il quarto elettrone di valenza non è legato, e quindi in grado di muoversi liberamente lungo il piano in cui si trova. Sono proprio questi elettroni di valenza che formano il flusso di elettroni, e quindi di elettricità, attraverso il materiale lungo determinate direzioni quando una tensione elettrica viene applicata alla grafite.

La mina della matita è costituita prevalentemente da una composto di grafite e argilla, cera e altri additivi in piccole quantità. L'argilla, a differenza della grafite, è un isolante: cioè, non conduce bene l'elettricità, a causa dei legami covalenti che tengono saldamente al loro posto gli elettroni di valenza. La tonalità del colore della matita dipende dalla percentuale di ogni componente. Le matite vanno dalla 9H, con il 41% di grafite e il 53% di argilla, alla 9B, con il 93% di grafite e l'1% di argilla (Everything2 Media, 2012)

La grafite è una materia prima critica per l'economia dell'UE perché essendo un buon conduttore di calore ed elettricità, ha molti usi in prodotti elettronici come elettrodi, batterie e pannelli solari. Dalla grafite viene ricavato il grafene che consiste in un singolo strato di atomi disposti in una struttura bidimensionale. Il grafene conduce l'elettricità meglio del rame, è 200 volte più forte dell'acciaio ma sei volte più leggero, è quasi perfettamente trasparente, è impermeabile ai gas e le proprietà della sua superficie possono essere modificate aggiungendo componenti chimici. Tutte queste caratteristiche favorevoli fanno sì che questo materiale sia al centro di molti progetti di ricerca e sviluppo nella scienza dei materiali.



Obiettivi formativi

Alla fine della lezione gli studenti avranno conoscenze a riguardo di:

- Principi dell'elettrolisi dell'acqua e sulle celle galvaniche
- Modi diversi per generare energia
- Applicazione della legge di Ohm e l'utilizzo del multimetro
- Conducibilità di alcuni materiali come la grafite

Scheda per l'insegnante

Competenze chiave nel quadro europeo

Competenza linguistica
S1. Capacità di comprendere e interpretare concetti, sentimenti, fatti o opinioni in forma orale e scritta.
S2. Capacità di esprimere concetti, sentimenti, fatti o opinioni in forma scritta e orale.
Competenza multilinguistica
S1. Capacità di comprendere e interpretare concetti, sentimenti, fatti o opinioni in forma orale e scritta.
S2. Capacità di esprimere concetti, sentimenti, fatti o opinioni in forma scritta e orale.
S5. Conoscenza del vocabolario, della grammatica e della lingua.
S7. Capacità di usare un linguaggio tecnico adeguato al campo di lavoro.
Competenza matematica e in scienza, tecnologia e ingegneria
S2. Comprensione del termine e del concetto matematico e sapere come applicarlo.
S3. Capacità di modellare matematicamente una situazione del mondo reale e di trasferire la competenza matematica a contesti non matematici.
S5. Capacità di pensiero quantitativo.
S6. Capacità di estrarre informazioni qualitative dai dati quantitativi.
S8. Capacità di progettare studi sperimentali e osservazionali e analizzare i dati che ne derivano.
Competenza digitale
S4. Capacità di usare e maneggiare strumenti e macchine tecnologiche.
Competenza personale, sociale e di imparare a imparare
S3. Capacità di acquisire processi e assimilare nuove conoscenze, abilità e qualifiche necessarie per gli obiettivi di carriera.
Competenza civica
S3. Capacità di lavorare efficacemente e di collaborare con altri membri del team.
Competenza di espressione e consapevolezza culturale
S3. Capacità di pianificare e gestire i compiti.

Scheda per l'insegnante

Obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite

Gli obiettivi di sviluppo sostenibile costituiscono il progetto per realizzare un futuro migliore e più sostenibile per tutti. Questi propositi riguardano le sfide globali che dobbiamo affrontare, comprese quelle relative alla povertà, alla disuguaglianza, al cambiamento climatico, al degrado ambientale, alla pace e alla giustizia.

Obiettivi legati a questa attività:

		Enable access to basic services		Equal access to global expertise
		Safe medical devices		Sustainable urbanization
		Access to education		Responsible consumption and production
		Less hardship, more opportunities		Strengthen resilience, reduce disaster impact
		Safe and affordable water		Reduce marine pollution
		Energy — the golden thread		Sustainable use of terrestrial ecosystems
		Safety of workers and economic growth		Promote peaceful and inclusive societies
		Resilient infrastructure and sustainable industrialization		Better access to technology and innovation

Scheda per l'insegnante

Contenuti – Principi teorici

Una reazione REDOX può essere definita come una reazione chimica in cui gli elettroni vengono trasferiti tra specie chimiche, producendo un cambiamento nel loro stato di ossidazione.

La specie che perde elettroni è ossidata e viene chiamata riducente. La specie che guadagna elettroni è ridotta ed è chiamata ossidante.

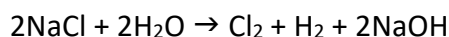
Le semi-reazioni di ossidazione e riduzione avvengono sempre nello stesso momento e, a causa della loro natura complementare, sono dette reazioni redox.

Ossidazione: perdita di e^- → ↑ numero di ossidazione → agente riducente

Riduzione: guadagno di e^- → ↓ numero di ossidazione → agente ossidante

Le celle elettrochimiche possono essere divise in:

- **Celle elettrolitiche:** questo dispositivo effettua una reazione redox non spontanea grazie alla fornitura di elettricità. In particolare, il passaggio di corrente farebbe sì che l'elettrolisi dell'acqua porti alla scomposizione dell'acqua in un gas di ossigeno e idrogeno, che in condizioni ideali richiede una differenza di potenziale di 1.23 volt. Se si aggiungesse del sale comune (NaCl), i gas che si formerebbero sarebbero invece cloro e idrogeno, come mostrato nella seguente reazione (il rapporto ideale per l'elettrolisi è 10% di sale e 90% di acqua)



- **cella galvanica e voltaica:** sono celle chimiche che convertono spontaneamente l'energia chimica in energia elettrica. Le sostanze chimiche al loro interno provocano una reazione di riduzione-ossidazione che produce energia che potrebbe, per esempio, accendere un LED. In alcuni casi, è necessario fornire protoni attraverso la presenza di una sostanza acida.

Per quanto riguarda la conducibilità elettrica delle matite di grafite, queste sono le percentuali di carbonio presenti nelle matite e le sfumature di colore delle mine di grafite.

Hardness	9H	8H	7H	6H	5H	4H	3H	2H	H	F	HB	B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B
Carbon (%)	41	44	47	50	52	55	58	60	63	66	68	71	74	76	79	82	84	87	90	93
Clay (%)	53	50	47	45	42	39	36	34	31	28	26	23	20	18	15	12	10	7	5	2

Scheda per l'insegnante

Procedura di laboratorio/Attività

Le attività di laboratorio consistono in tre diverse esperienze, raggruppate in due moduli:

1) (A) Produzione di gas idrogeno tramite l'elettrolisi dell'acqua, utilizzando una pila e una soluzione salina

(B) Testare la conducibilità della grafite, utilizzando matite di diversa durezza, una pila e un multimetro.

2) Costruire una pila usando patate, zinco e rame per produrre elettricità per accendere un LED: Questo esperimento ha lo scopo di riprodurre una pila con patate che contengono l'acido fosforico che agisce come l'acido della pila. Questo reagisce con i metalli di zinco e rame presenti nel chiodo e nella moneta facendo cominciare il flusso di elettroni. Da un lato, l'acido nella patata consuma il metallo zinco che riveste il chiodo galvanizzato, rilasciando elettroni carichi negativamente intorno ad esso e diventando così il polo negativo della pila. Dall'altra parte, l'acido nella patata reagisce con il metallo rame che riveste la moneta, assorbendo elettroni dal rame. Gli elettroni hanno una carica negativa quindi, quando vengono rimossi dal rame, la moneta diventa il polo positivo della pila. Le reazioni tra l'acido nella patata e i due metalli creano uno squilibrio di carica elettrica: ci sono più elettroni con carica negativa all'estremità dello zinco che all'estremità del rame. I fili fanno fluire rapidamente questi elettroni dallo zinco al rame per correggere questo squilibrio, il che crea una corrente elettrica. Collegare diverse patate in serie usando pezzi di filo aggiunge la potenza di ogni patata per creare una pila più potente.

Modulo 1 – Elettrolisi dell'acqua e conducibilità della grafite

Modulo 2 - Costruzione di una cella galvanica con una patata

Percorso di insegnamento

Step 1 (10 minuti) – Gli insegnanti fanno un breve richiamo dei principi base delle reazioni redox.

Step 2 (20 minuti) – Gli studenti leggono la 'Introduzione' della Scheda dello Studente 1 e completano l'esperimento dell'elettrolisi dell'acqua seguendo la "Procedura di Laboratorio" della Scheda dello Studente 1 (la bacinella con le matite può essere preparata in anticipo).

Step 3 (15 minuti) – Gli studenti completano l'esperimento di conducibilità delle matite seguendo la "Procedura di laboratorio" della Scheda dello Studente 1.

Scheda per l'insegnante

- Step 4** (20 minuti) – Gli studenti leggono l'“Introduzione” della Scheda dello Studente 2 e completano l'esperimento della pila con la patata seguendo la “Procedura di Laboratorio” della Scheda dello Studente 2.
- Step 5** (20 minuti) – Gli studenti completano le 'Domande' della Scheda degli Studenti 1 e 2 da soli.
- Step 6** (15 minuti) – Gli insegnanti e gli studenti raccolgono i risultati e discutono le risposte alle domande.



Valutazione

L'attività potrebbe essere valutata con una relazione di laboratorio o tramite le risposte degli studenti alle “Domande/Quiz”. La seconda opzione può essere attuata raccogliendo le risposte degli studenti prima di discuterle (il che significa fare lo **Step 6** quando l'insegnante ha già raccolto le risposte invece che subito dopo l'esperimento), o chiedendo agli studenti di dare il loro foglio delle risposte a un compagno di classe e discutere le risposte corrette tutti insieme. In questo modo ogni studente controllerà le risposte di qualcun altro. L'insegnante deve poi raccogliere i fogli per poter annotare i voti.

Descrizione della scheda dello studente

Scheda dello Studente 1 – Elettrolisi dell'acqua e conducibilità della grafite

Scheda dello Studente 2 - Costruzione di una cella galvanica con una patata

Fonti

- DramaticIron, 2018, *Potato Battery: Understanding Chemical and Electrical Energy*, Instructables circuits, accessed 13 May 2021, <https://www.instructables.com/Potato-Battery-Understanding-Chemical-and-Electric/>
- Deziel, C., 2018, *How to make a potato battery*, Sciencing, accessed 10 May 2021, <https://sciencing.com/make-potato-battery-6537882.html>
- European Commission, *Critical raw materials*, accessed 20 April 2021, https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en

Scheda per l'insegnante

- AlexZander, 2012, *Pencil lead*, Everything2 Media, accessed 29 April 2021, <http://everything2.com/title/Pencil+lead>
- Kopeliovich, D., 2013, *Graphite*, Substances and Technologies, accessed 27 April, <http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=graphite>
- Science Daily, 2010, *Electrical conduction*, accessed 24 May 2021, http://www.sciencedaily.com/articles/e/electrical_conduction.html
- Sousa, M., & Buchanan, J., 2000, *Observational Models of Graphite Pencil Materials*. Computer Graphics Forum, 19, 27-49.
- WikiHow, 2021, *How to create a potato battery*, accessed 12 May 2021, <https://www.wikihow.com/Create-a-Potato-Battery>

Ringraziamenti

Questo documento è stato preparato da: Helena Bueno, Teófilo Jiménez e Elena Pérez, guidati da Miguel López del Colegio Institución La Salle, Madrid.

In collaborazione con: Isabel Ámez, David Bolonio, Blanca Castells, Miguel Izquierdo, Ljiljana Medic, Christian Peña, Andrea Ruiz e María Zúñiga dalla School of Mining and Energy Engineering, Universidad Politécnica de Madrid.