

XIV edizione, 16-25 novembre 2022

in ricordo di Antonio Floriano

La Scuola di Ricerca Educativa e Didattica Chimica “*Ulderico Segre*” si propone di stimolare l’interesse verso la ricerca educativa come strumento per (a) affrontare in modo efficace i problemi di insegnamento/apprendimento a livello universitario; (b) sensibilizzare i docenti, attuali e futuri, alle problematiche relative al processo di insegnamento/apprendimento della Chimica nella scuola e nell’università; (c) proporre strategie didattiche che favoriscano il coinvolgimento attivo degli studenti. Negli ultimi anni questi obiettivi hanno assunto rilevanza ancora maggiore per via dell’introduzione a livello nazionale di corsi di Didattica della Chimica nei piani di studio universitari. La Scuola è quindi rivolta a docenti universitari, e in modo particolare ai docenti coinvolti nei corsi curriculari di Didattica Chimica e ai docenti dei corsi di chimica generale; allo scopo di favorire la continuità didattica fra scuola e università, è incoraggiata anche la partecipazione di un numero limitato di docenti della scuola secondaria particolarmente motivati. L’edizione 2022 della Scuola avrà per tema:

Osservabili e modelli nella didattica dell’elettrochimica

L’insegnamento dell’elettrochimica è parte integrante di corsi universitari di base dove vengono introdotti gli equilibri redox e le loro applicazioni (celle galvaniche e elettrolitiche), mentre l’elettrochimica analitica e preparativa e i fenomeni di trasferimento elettronico sono generalmente trattati in corsi più avanzati. La ricerca didattica evidenzia numerosi problemi relativi alla comprensione dei concetti e dei modelli di base dei fenomeni elettrochimici, problemi che inevitabilmente si riverberano sugli apprendimenti più avanzati. Questa edizione della Scuola “U. Segre” si propone di esaminare e discutere alcune problematiche relative alla didattica dei fenomeni redox e delle loro applicazioni, prestando particolare attenzione alla trattazione didattica dei loro aspetti modellistici. Ampi momenti di discussione plenaria faranno seguito ad un numero limitato di relazioni da parte di esperti, al fine di mettere a fuoco aspetti storici, epistemologici, concettuali e didattici.

La Scuola si svolgerà **on line** e si articolerà su **6 pomeriggi** secondo il programma sottostante.

La Scuola Segre è inserita sul portale SOFIA-MIUR codice ID. 76019 e riconosce **un massimo di 24 ore di formazione**. Agli iscritti sarà rilasciato un **attestato di partecipazione** per il numero di ore effettivamente frequentate.

Programma

MERCOLEDÌ 16 NOVEMBRE

14:30 Apertura e presentazione dei corsisti

15:00 **Catia Arbizzani (Univ. Bologna)** - *Elettrochimica: la grande protagonista della transizione energetica*

15:45 **Luigi Fabbrizzi (Univ. Pavia)** - *L’invenzione della pila di Volta e la sua diffusione nell’Europa in guerra nell’anno 1800*

16:30 Pausa caffè

17:00 **Georgios Tsaparlis (Univ. Ioannina, Grecia)** - *The Nernst equation in equilibrium electrochemistry: Content and Didactic Methodology (Pedagogic Content Knowledge)*.

17:45 Discussione

18:30 Fine dei lavori

GIOVEDÌ 17 NOVEMBRE

14:30 **Antonio Testoni (CIDI e DD-SCI) e Eleonora Aquilini (DD-SCI)** - *Corpuscoli ed elettroni: verso un nuovo modello di reazione chimica (redox)*

15:30 Discussione plenaria guidata da domande

16:30 Pausa caffè

17:00 Ripresa della discussione plenaria

18:30 Fine dei lavori

VENERDÌ 18 NOVEMBRE

14:30 **Giovanni Villani (ICCOM-CNR, Pisa) e Elena Ghibaudi (Univ. Torino)** - *Analisi epistemologica dei processi redox*

15:30 Discussione plenaria guidata da domande

16:30 Pausa caffè

17:00 Ripresa della discussione plenaria

XIV edizione, 16-25 novembre 2022

in ricordo di Antonio Floriano

18:30 Fine dei lavori

MERCOLEDÌ 23 NOVEMBRE

14:30 **Margherita Venturi (Univ. Bologna) e Luigi Fabbrizzi (Univ. Pavia)** - *Le basi delle ossido-riduzioni*

15:30 Discussione plenaria guidata da domande

16:30 Pausa caffè

17:00 Ripresa della discussione plenaria

18:30 Fine dei lavori

GIOVEDÌ 24 NOVEMBRE

14:30 **Paola Ambrogio (DD-SCI)** - *Le reazioni di ossido riduzione e la scuola dell'obbligo*

15:00 **Ugo Cosentino (Univ. Milano Bicocca) e Mariano Venanzi (Univ. Tor Vergata)** - *C'è elettrone ed elettrone*

15:30 Discussione plenaria guidata da domande

16:30 Pausa caffè

17:00 Ripresa della discussione plenaria

18:30 Fine dei lavori

VENERDÌ 25 NOVEMBRE

14:30 **Eleonora Aquilini e Margherita Venturi** (discussant) - *La didattica dell'elettrochimica: pareri condivisi e sfide ancora aperte*

15:30 Discussione plenaria

17:00 Riepilogo e chiusura dei lavori

Quote di partecipazione e modalità di iscrizione

L'iscrizione è **gratuita per i soci** in regola della Società Chimica Italiana.

Per i **non soci** la quota d'iscrizione è di € 80 e comprende l'iscrizione alla SCI per l'anno 2023.

Gli insegnanti della scuola secondaria che si fossero iscritti alla edizione 2022 della scuola “Del Re” saranno considerati soci della Divisione e non dovranno sostenere costi di iscrizione.

Il pagamento può essere effettuato tramite **bonifico** intestato a Società Chimica Italiana – Divisione di Didattica, Banca Intesa San Paolo – IBAN IT43R0306909606100000074996 (**Causale: Cognome e nome - Iscrizione Scuola Segre 2022**). Gli insegnanti di ruolo della scuola possono anche utilizzare la propria **Carta del Docente** con l'emissione di un buono valido per “esercizio fisico o online, ambito Formazione e Aggiornamento, servizio Corsi Aggiornamento Enti accreditati/qualificati ai sensi della Direttiva 170/2016”. Gli **universitari strutturati e non strutturati** eventualmente interessati a partecipare potranno rivolgersi al referente di sede di area chimica del Piano Lauree Scientifiche per un eventuale supporto economico all'iscrizione.

Le iscrizioni dovranno essere effettuate **entro il 31 ottobre 2022**:

1. **compilando il modulo** reperibile all'indirizzo <https://forms.gle/LcmbTz6AkEsCsNok6>

2. **ove pertinente, inviando copia della ricevuta di pagamento** a: Ugo Cosentino (ugo.cosentino@unimib.it).

Le modalità di connessione saranno comunicate agli iscritti prima dell'inizio delle attività.

Comitato Scientifico e Organizzativo: Paola Ambrogio, Eleonora Aquilini, Teresa Cecchi, Ugo Cosentino, Luigi Fabbrizzi, Elena Ghibaudi, Sandro Jurinovich, Anna Maria Madaio, Antonio Testoni, Mariano Venanzi, Margherita Venturi, Giovanni Villani, Vincenzo Villani.

XIV edizione, 16-25 novembre 2022

in ricordo di Antonio Floriano

RIASSUNTI DEGLI INTERVENTI

Elettrochimica: la grande protagonista della transizione energetica

Catia Arbizzani

Dip.to di Chimica “G.Ciamician”, Università di Bologna, E-mail: catia.arbizzani@unibo.it

L'elettrochimica è una disciplina estremamente affascinante e quanto mai attuale. Infatti, quando si parla di transizione energetica e di decarbonizzazione, non si può non parlare di accumulo elettrochimico di energia per il migliore utilizzo delle fonti rinnovabili e per la gestione delle reti, di veicoli elettrici e di idrogeno, tutti argomenti per i quali l'elettrochimica riveste un ruolo fondamentale sotto forma di batterie ricaricabili e di supercondensatori, di celle a combustibile e di elettrolizzatori.

L'invenzione della pila di Volta e la sua diffusione nell'Europa in guerra nell'anno 1800

Luigi Fabbrizzi

Dip.to di Chimica, Università di Pavia, E-mail: luigi.fabbrizzi@unipv.it

Si ripercorrerà la storia dell'invenzione della pila di Alessandro Volta e della successiva scoperta dell'elettrolisi dell'acqua da parte di William Nicholson, effettuata con la pila voltaica (1800). Infatti, in seguito alla diffusione dell'articolo di Volta tra gli scienziati londinesi, favorito da un comportamento scorretto del Presidente della Royal Society, l'articolo di Nicholson fu pubblicato mesi prima della pubblicazione della lettera di Volta. L'eccezionale notizia che l'elettricità poteva essere generata da uno strumento semplice e facile da costruire (la pila) veniva pubblicata anche dai quotidiani, che ne favorirono la diffusione in tutta Europa, stimolando una moltitudine di specialisti e di dilettanti entusiasti a costruire la propria pila e ad effettuare la decomposizione di una varietà di elettroliti acquosi. La corretta interpretazione chimica della pila e dell'elettrolisi doveva aspettare quasi un secolo, ma nel 1800 l'elettrochimica era ormai nata.

The Nernst Equation in Equilibrium Electrochemistry: Content and Didactic Methodology (Pedagogic Content Knowledge)

Georgios Tsaparis

Dept. of Chemistry, University of Ioannina, E-mail: gtseper@uoi.gr

Good science teaching and student understanding require on the part of the teachers: (a) pedagogical knowledge and (b) subject matter knowledge. The connection of the two (pedagogical and subject knowledge) leads to pedagogical content knowledge, which concerns pedagogical aspects related to subject matter content. Focusing on the subject of electrochemistry, many conceptual difficulties and misconceptions have been reported in the science and chemistry education literature, for instance about concepts and topics such as electrolytes, redox equations, and electrochemical (galvanic and electrolytic) cells. This presentation focuses on pedagogical content aspects of problem solving in equilibrium electrochemistry, especially problems involving the Nernst equation. This presentation first deals with the main findings of three studies with Greek university chemistry students, dealing with: (i) algorithmic problem-solving ability; (ii) practice on problem solving; and (iii) the effect of the format of a problem.

XIV edizione, 16-25 novembre 2022

in ricordo di Antonio Floriano

Finally, special attention will be placed on a systematic approach to problem solving of equilibrium electrochemistry problems.

Corpuscoli ed elettroni: verso un nuovo modello di reazione chimica (redox)

Antonio Testoni¹ e Eleonora Aquilini²

1 – CIDI e DD-SCI, E-mail: antonio.testoni55@gmail.com; 2 - DD-SCI, E-mail: ele.aquilini6@gmail.com

Vi sono concetti e modelli “trasversali” nati e sviluppati in ambito elettrochimico - inteso nell’accezione più ampia del termine - a cui spesso non viene dato il dovuto rilievo. Chiarire e dimostrare come l’elettrone “elettrochimico” di Stoney-Helmholtz e l’“elettrone atomico” di Thomson, che inizialmente erano concepiti come due entità distinte, divennero la stessa cosa è una questione di grande interesse dal punto di vista didattico oltre che storico.

Breve inquadramento storico/concettuale: Il lavoro di Faraday (1834) sui processi elettrolitici fu importante per chiarire la natura dell’elettricità, fino a quel momento ritenuta un fluido. In particolare furono Stoney ed Helmholtz ad essere fermamente convinti che l’elettricità fosse costituita da particelle o “atomi di elettricità” e, conseguentemente, si dovesse ritenere la carica elettrica “quantizzata”. Restava da chiarire come l’elettricità passasse attraverso le soluzioni. Sul fatto che in soluzione fossero presenti specie elettricamente cariche vi era un sostanziale accordo, restava invece da capire come queste cariche si generassero e come contribuissero al passaggio di corrente. A tal riguardo il contributo di Arrhenius (1884) fu fondamentale e nel 1891 Stoney propose di chiamare elettroni le quantità elementari di carica elettrica. In tal modo, sul finire dell’ottocento, i concetti di “carica unitaria”, “elettrone”, “ione” (inteso come “atomo di materia con la sua carica”) vennero a far parte del linguaggio scientifico comune. L’elettrone di Stoney assunse poi un significato profondamente diverso con Thomson (1897-1899). Un significato che derivava da una nascente concezione atomica, che si distaccava nettamente da quella del tempo e che permise di dare una nuova e singolare interpretazione delle reazioni che avvenivano in una cella elettrochimica. Questo aprirà la strada ad un nuovo modello di reazione chimica (redox)

Analisi epistemologica dei processi redox

Elena Ghibaudi¹ e Giovanni Villani²

1 – Dip.to di Chimica, Università di Torino, E-mail: elena.ghibaudi@unito.it;

2- ICCOM-CNR, Pisa, E-mail: villani@pi.iccom.cnr.it

Modelli per studiare le reazioni redox. Vi sono 4 modelli per interpretare e bilanciare le reazioni redox. Tre di essi presuppongono il trasferimento di enti materiali: (1) atomi di ossigeno, (2) atomi di idrogeno, (3) elettroni, un quarto modello (4) poggia sul concetto formale di numero di ossidazione. L’uso simultaneo di più modelli e la loro mancata esplicitazione può generare confusione e considerevoli problemi di apprendimento. Discuteremo esempi tratti da libri di testo.

Numero di ossidazione o stato di ossidazione. Il numero di ossidazione è definito come la carica formale di un atomo in una molecola quando tutti gli elettroni di legame vengono associati all’atomo più elettronegativo (ossia quando tutti i legami vengono trattati come se fossero ionici). Il concetto di “stato di ossidazione” è considerato praticamente un suo sinonimo. Il loro rapporto, invece, andrebbe chiarito.

Criteri di identificazione delle redox in chimica inorganica e organica

XIV edizione, 16-25 novembre 2022

in ricordo di Antonio Floriano

La trattazione e l'identificazione dei processi redox differisce sensibilmente tra chimica organica e inorganica. Nel primo ambito prevalgono i modelli di trasferimento elettronico e di variazione del N.O. Nel secondo prevalgono modelli di trasferimento di H e O e/o altri atomi elettronegativi. Più recentemente sono state avanzate proposte che si riferiscono a variazioni nella distribuzione della densità elettronica nella molecola allo stato ridotto o ossidato. Le due discipline hanno esigenze esplicative differenti e quindi adottano schemi esplicativi distinti, pur mantenendo la necessità di identificare alcuni tipi di processi chimici come redox. Discuteremo questi aspetti, anche in relazione alla evoluzione storica delle discipline chimiche.

Solvatazione di uno ione in acqua. Nello studio delle reazioni redox a livello di base non si considera mai che gli ioni presenti in soluzione acquosa sono solvatati. Che cambiamento porta sull'interpretazione delle reazioni redox superare questo modello semplice?

La classificazione dei processi chimici

I libri di testo raramente chiariscono le motivazioni che hanno portato a distinguere (classificare) le redox come processi chimici peculiari e distinti da altri tipi di processi, ossia a identificare questa 'classe di reazioni'. Dove ricercare queste motivazioni? Nelle applicazioni pratiche di cui godono questi processi? Nel bilancio energetico che li caratterizza? Discuteremo alcune ipotesi inerenti la classificazione delle redox.

Le basi delle ossido-riduzioni

Luigi Fabbrizzi¹ e Margherita Venturi²

1-Dip.to di Chimica, Università di Pavia, E-mail: luigi.fabbrizzi@unipv.it;

2-Dip.to di Chimica "G. Ciamician", Università di Bologna, E-mail: margherita.venturi@unibo.it

I numeri di ossidazione: cosa sono? Servono solo per bilanciare la reazione? Sono indispensabili? Al variare del numero di ossidazione cambiano le proprietà chimiche della specie? Chimica inorganica vs chimica organica e/o biochimica (respirazione, enzimi, etc).

Lessico deliberatamente difficile: ossidante è la specie che si riduce, il riducente è la specie che si ossida; per giustificare la terminologia si potrebbe dire che sono due punti di vista differenti e, cioè, si riduce e si ossida riguarda uno specifico reagente, mentre ossidante e riducente sono gli effetti su un altro reagente. Si potrebbe anche fare la proposta (provocatoria) di sostituire i termini di cui sopra con elettronzanti e de-elettronizzanti.

Le reazioni redox e le celle elettrochimiche: sono due modi diversi con cui si fanno avvenire i processi di trasferimento elettronico per cui, da un punto di vista didattico, conviene trattare insieme e connettere i due argomenti. Si può obiettare che per parlare di celle elettrochimiche servono nozioni di termodinamica, che lo studente non possiede nel primo anno di corso. Tuttavia, si può limitare la trattazione facendo solo notare che tra i due elettrodi si stabilisce una differenza di potenziale ΔE , ΔE° in condizioni normali. Quindi, se da un elettrodo all'altro passano n mol di elettroni si compie un lavoro elettrico $\Delta E^\circ \times nF$, un'energia con cui possiamo tenere accesa una lampadina. Se e quando si conoscerà l'equazione di Gibbs-Helmholtz, si dirà che questa energia corrisponde all'energia libera $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$ (quei due contributi di calore e aumento del disordine che si (dis)perdono nella reazione cortocircuitata nel becher). Per rimanere nel tema della scuola si potrebbe anche sottolineare che l'equazione redox è il modello, mentre la cella elettrochimica è l'osservabile.

Potenziali redox: come si ottengono; valori relativi ad un riferimento e a certe condizioni; come cambiano al variare delle concentrazioni (equazione di Nernst); loro uso per stabilire la costante di equilibrio e il verso in cui procede

XIV edizione, 16-25 novembre 2022

in ricordo di Antonio Floriano

una reazione. L'equazione di Nernst meriterebbe un'intera sessione, perché da essa derivano la potenziometria e gli elettrodi specifici, da quello a vetro agli elettrodi a membrana liquida, ma verrà solo accennata, un po' per mancanza di tempo e un po' perché ne parlerà diffusamente Tsaparis.

Celle elettrochimiche ed elettrolisi: processo spontaneo vs processo non spontaneo. Qui si parlerà dell'importanza dell'elettrolisi nell'industria chimica e dell'elettrodo inteso come reagente: il catodo come riducente estremo e insostituibile (ad es. la riduzione dei sali alcalini fusi a metalli alcalini) e l'anodo come ossidante estremo e insostituibile (ad es. l'ossidazione di HF a F₂).

Celle galvaniche, batterie (orizzontali, es. accumulatori a PbO₂/Pb) e **pile** (verticali, la colonna di Volta): come si passò dalle pile/batterie (Volta, Daniell, Leclanché) agli accumulatori (da Planté alle batterie a ioni litio) e perché (v. spaccchiatura dello Zn). Si potrebbe aggiungere come nota interessante che le prime automobili non andavano a carburante, ma a elettricità: Camille Jenatzy (Le Diable Rouge) e signora nel 1899 alle Tuileries raggiunsero i 106 km/h con una vettura alimentata da un accumulatore a piombo di 100 elementi (100 × 2.00 V = 200 V).

Parallelismo fra reazioni redox e reazioni acido base: coppie redox vs coppie acido-base; trasferimento di protoni (sempre e solo uno alla volta) vs trasferimento di elettroni (anche più elettroni alla volta); potenziali redox vs costanti acido-base (entrambi i valori sono relativi ad un riferimento).

Le reazioni di ossido riduzione e la scuola dell'obbligo

Paola Ambrogi

DD-SCI, E-mail: paola.ambrogi2206@gmail.com

Brevi richiami dei documenti ministeriali inerenti la chimica nel biennio dell'obbligo con particolare riferimento all'elettrochimica nell'Istituto Tecnico. Presentazione di materiali sviluppati da INDIRE per la formazione docenti.

C'è elettrone ed elettrone

Mariano Venanzi¹ e Ugo Cosentino²

1-Dip.to di Scienze e Tecnologie Chimiche, Università di Tor Vergata, Roma. E-mail: venanzi@uniroma2.it;

2-Dip.to di Scienze dell'Ambiente e della Terra, Università di Milano-Bicocca, E-mail: ugo.cosentino@unimib.it

Il concetto di elettrone costituisce un mattone fondamentale nell'ambito delle Scienze Chimiche e si può dire che rappresenti un *fil rouge* nei corsi di Chimica Generale del primo anno. I legami chimici, le interazioni molecolari, la reattività chimica, l'elettrochimica, le proprietà spettroscopiche sono solo alcuni degli esempi nei quali l'elettrone svolge un ruolo centrale.

In ciascuno di questi diversi ambiti l'elettrone viene proposto con modelli differenti, a seconda delle osservabili rispetto alle quali si vuole fornire un'interpretazione. La struttura atomica e il legame chimico richiedono necessariamente una rappresentazione ondulatoria dell'elettrone all'interno di una descrizione quanto meccanica. Tuttavia, entrambi questi argomenti sono proposti anche avvalendosi di modelli semplificati, quali ad esempio il modello dell'atomo di Lewis, nei quali elettroni e legami vengono presentati attraverso una rappresentazione simbolica (pallino, trattino) (quindi né corpuscolare né ondulatoria?). In elettrochimica la corrente elettrica, osservabile macroscopica, è descritta in termini di flusso di corpuscoli “portatori di carica”, gli elettroni. Nel bilanciamento delle reazioni redox gli elettroni compaiono come “unità di carica” che vengono scambiate fra reagenti e prodotti che, a seguito della reazione, modificano il loro stato di ossidazione.

XIV edizione, 16-25 novembre 2022

in ricordo di Antonio Floriano

Certamente, la “duttilità” del concetto di elettrone è insita nella sua natura intrinsecamente duale di onda-particella, ma, in maniera forse più importante, l’uso didattico del concetto ‘elettrone’ dipende fortemente dal suo sviluppo storico e da come sia stato funzionale all’interpretazione, anch’essa storicamente determinata, delle problematiche con le quali gli scienziati hanno dovuto cimentarsi.

La capacità di un “chimico” di passare “con fluidità” da un modello all’altro a seconda del contesto di applicazione è il risultato della formazione che viene offerta dagli studi universitari. Tuttavia, a livello didattico il passaggio senza soluzione di continuità da un modello rappresentativo all’altro può costituire un ostacolo cognitivo o comunque un fattore di disorientamento per uno studente che si affaccia allo studio della Chimica.

L’analisi di alcuni testi di Chimica Generale fornirà l’occasione per verificare la sequenza nella quale diversi modelli elettronici siano introdotti nei diversi argomenti di un corso di base di chimica del primo anno.