

INGEGNERIA

I rischi dell'elettricità statica

Gli oggetti fatti con materiali isolanti si caricano continuamente di elettricità statica, cioè caratterizzata da cariche ferme, per il semplice fatto che si muovono all'interno dell'aria o perché vengono strofinati l'uno all'altro. Generalmente l'elettrizzazione è poco intensa perché i corpi tendono a scaricarsi con facilità, tuttavia in particolari ambienti secchi alcuni materiali riescono ad accumulare un'elevata quantità di carica e possono generare scosse elettriche intense. Oltre che essere pericoloso per i lavoratori eventualmente coinvolti nel processo di scarica, la scintilla associata ad esso può provocare incendi o esplosioni se sono presenti materiali infiammabili. Si presume che molti incidenti nell'industria, classificati di origine misteriosa, siano dovuti a scintille originate da elettricità statica e si stima che in Europa questo fenomeno si verifichi una volta al giorno.



rgenhardt / Shutterstock

Nell'industria farmaceutica sono prodotte grandi quantità di polveri che tendono a caricarsi di elettricità statica. In presenza di sostanze infiammabili come i solventi questo può essere pericoloso, perché la scintilla generata durante la scarica può innescare incendi o esplosioni.

Il ruolo dell'umidità

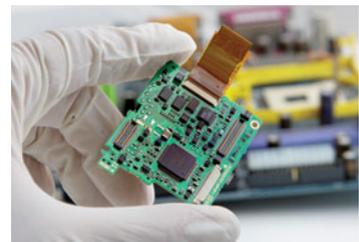
Le scariche elettrostatiche si presentano più raramente negli ambienti umidi. L'effetto dell'umidità è quello di consentire all'oggetto carico di perdere più velocemente la sua carica, perché gli ioni dei sali che in genere sono disciolti nell'acqua fungono da cariche neutralizzanti. L'aria umida conduce quindi meglio l'elettricità, tendendo a scaricare i corpi che vi sono immersi. La quantità di acqua assorbita dipende dal tipo di materiale con cui è in contatto e quindi materiali diversi si scaricano in maniera diversa a parità di ambiente. Il cotone, per esempio, si scarica facilmente già con un'umidità del 30-35%, mentre per un materiale sintetico come la poliammide può essere necessaria un'umidità del 50%. Nessun materiale accumula significativamente cariche al di sopra del 60% di umidità, tuttavia in molti casi le umidità elevate presentano problemi igienici e pratici per cui non è possibile usarle come accorgimento preventivo.

Collegamento elettrico con il terreno

Una delle misure di sicurezza sul lavoro riguarda proprio la prevenzione dell'accumulo di elettricità statica, per esempio mettendo tutte le apparecchiature e le strutture in collegamento elettrico con il terreno. Quando un oggetto è collegato elettricamente con il terreno, infatti, l'eccesso di cariche elettriche viene trasferito a quest'ultimo e il corpo si scarica. Per esempio, se camminiamo scalzi non accumuliamo cariche sul nostro corpo, perché queste vengono continuamente scaricate a terra attraverso il contatto tra i piedi e il pavimento, diversamente a quanto accade quando usiamo scarpe di gomma che ci isolano dalla Terra.

Materiali antistatici

Un altro accorgimento è quello di usare abbigliamento e accessori in materiali antistatici. Questi materiali sono in genere materie plastiche trattate con sostanze chimiche capaci di renderle leggermente conduttrici. Il loro funzionamento è basato sul fatto che gli agenti trattanti sono igroscopici, cioè capaci di attirare a sé l'umidità, e sono in grado di trattenerla a lungo, cioè non si asciugano facilmente. Gli agenti rendono il materiale capace di trattenere su di sé l'umidità in misura maggiore rispetto al materiale senza trattamento e possono essere incorporati durante la produzione oppure applicati successivamente sulla superficie del prodotto finito.



Andrey Burmakin / Shutterstock

Guanti in materiale antistatico riducono il rischio di scariche pericolose per i componenti elettronici.

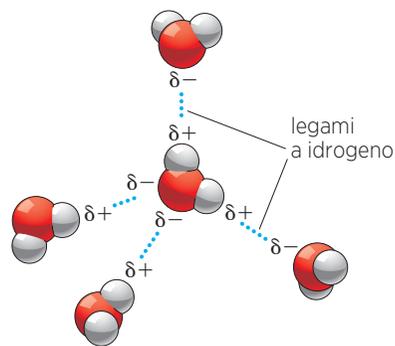
DOMANDA Un corpo carico positivamente viene messo in contatto elettrico con il terreno e si scarica. Quali cariche elettriche si spostano durante il processo? Rispondi descrivendo in 5 righe ciò che accade.

CHIMICA

Il legame a idrogeno

L'interazione elettrica tiene insieme la materia: gli elettroni non si allontanano dai nuclei in virtù della reciproca attrazione dovuta alla loro carica opposta. Inoltre gli atomi, che isolatamente sono in una situazione di equilibrio, quando si trovano gli uni vicini agli altri possono legarsi tra loro modificando la distribuzione della carica e assestandosi quindi in una nuova configurazione di equilibrio. Esistono fondamentalmente due tipi di legame chimico tra atomi: quello *covalente* e quello *ionico*. Nel legame covalente i due atomi interessati non hanno cariche in eccesso o in difetto, mentre nel legame ionico è protagonista l'interazione elettrica che tiene vicini ioni con carica opposta, cioè atomi che hanno perso o acquistato uno o più elettroni.

In moltissimi casi i legami covalenti mostrano una componente polare rilevante, cioè vi è un contributo elettrico che si manifesta in un'asimmetria nella distribuzione della carica: le molecole così formate sono quindi polarizzate. Le molecole polari si attraggono reciprocamente orientandosi in modo da avvicinare le parti con carica opposta, creando ulteriori legami tra esse.



Il legame a idrogeno che si forma tra le estremità polari delle molecole viene spesso indicato con una linea tratteggiata o punteggiata.

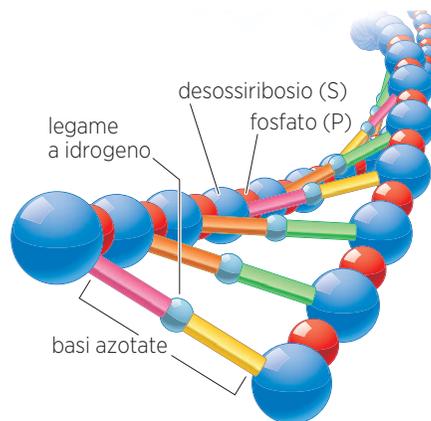
Il legame a idrogeno

L'atomo di idrogeno è il più semplice e piccolo atomo esistente, formato da un unico protone e un unico elettrone nella sua periferia. Quando un atomo di idrogeno prende parte a un legame covalente con altri atomi più grandi e con maggiore capacità di attirare a sé gli elettroni, in genere l'elettrone dell'idrogeno tende a spostarsi verso il nucleo di questi ultimi, conferendo loro una parziale carica negativa. Di conseguenza il nucleo dell'idrogeno resta, per così dire, «scoperto», mostrando una parziale carica positiva. Complessivamente si viene a formare una molecola polare con un addensamento di carica negativa da una parte e un addensamento di carica positiva dall'altra, assimilabile a un dipolo elettrico.

Il nucleo dell'idrogeno, che costituisce l'estremità positiva della molecola, in alcuni casi interagisce con gli elettroni delle molecole che si trovano nelle sue vicinanze formando quello che è chiamato *legame idrogeno* (o ponte idrogeno). I legami idrogeno che si formano nei composti polari hanno un'influenza determinante sulle loro proprietà fisiche e chimiche, come il punto di ebollizione o la solubilità. Nell'acqua, per esempio, sono responsabili di diverse strutture cristalline dello stato solido che spiegano i comportamenti anomali di questa importantissima sostanza polare, come il fatto che la sua densità massima corrisponde a una temperatura di 4 °C.

Legami a idrogeno nel DNA

Il «progetto» di ogni essere vivente è scritto nel suo DNA, una doppia catena di gruppi molecolari (nucleotidi) i quali si distinguono l'uno dall'altro per la presenza di una differente base azotata. Queste ultime sono, a loro volta, composti che possono formare reciproci legami idrogeno. Le lunghe catene molecolari del DNA si presentano avvolte in una doppia elica con le basi azotate affiancate a due a due e collegate per mezzo di questo tipo di legame idrogeno. L'energia necessaria per rompere un singolo legame è bassa, ma nell'insieme il loro numero è elevatissimo e conferisce stabilità alla struttura a doppia elica. Inoltre la facilità con cui un legame idrogeno si rompe e si forma nuovamente consente alla doppia elica di aprirsi e richiudersi nelle varie trasformazioni che consentono agli organismi di vivere, crescere, riprodursi.



I legami a idrogeno partecipano a determinare la struttura a doppia elica del DNA.

DOMANDA Che cosa accade quando a un composto polare viene avvicinato un corpo carico? Rispondi in 5 righe.

CON GLI OCCHI DI UN FISICO

Elettricità e gioco

Tra curiosità e diletto

Nel Settecento gli esperimenti scientifici sull'elettricità erano mescolati al gioco: ci si divertiva a far scoccare scintille, ad attrarre oggetti, a provocare scosse, attraverso i sistemi più disparati. Per tutto il Settecento, dunque, la conoscenza dei fenomeni elettrici si è arricchita tra la curiosità e il divertimento, per scienza e per gioco. La capacità che hanno i corpi elettrizzati di esercitare reciproche forze attrattive o repulsive, per esempio, ha ispirato semplici esperimenti d'effetto scenico, quale quello delle «pulci elettriche». Si mettevano dei frammenti di materiali leggeri all'interno di un contenitore con un coperchio che veniva poi caricato per strofinio, e li attirava a sé facendoli saltare. Il dispositivo divenne un gioco molto popolare, diffuso fino a tutto l'Ottocento, con diversi tipi di oggetti posti all'interno del contenitore.

La «danza della grandine» era un altro gioco d'effetto: una grande quantità di palline di sambuco venivano appoggiate su un piatto metallico carico e successivamente veniva ad esso avvicinato, sovrapponendolo, un altro piatto avente carica opposta. Le palline di sambuco, molto leggere, venivano quindi attratte da quest'ultimo, generando un rumore simile a quello della grandine. Una volta raggiunto il piatto superiore, caricate dello stesso tipo di elettricità, venivano di nuovo attratte dal piatto inferiore, e così via.

«Magiche» scintille e scosse «divertenti»

Per tutto il Settecento, in moltissimi casi, i conduttori usati per trasmettere le proprietà elettriche erano gli esseri umani stessi, che durante la scarica potevano avvertire scosse elettriche di varia intensità, con divertimento generale. In Germania Johann Heinrich Winkler (1703-1770), un professore di lettere e poi di fisica all'Università di Lipsia, mise a punto una macchina elettrostatica capace di ottenere un'elettrizzazione molto intensa, con la quale eseguì spettacolari dimostrazioni di fronte a ogni tipo di pubblico: nella fiera annuale di Lipsia, per esempio, dove mostrando la sua macchina a moltitudini di curiosi, ne promuoveva addirittura il commercio. Di fatto, la macchina di Winkler è uno dei primi giocattoli elettrici della storia.

Fra le attrazioni più scenografiche c'era sicuramente quella dell'accensione di sostanze infiammabili mediante la scintilla elettrica generata durante la scarica di un conduttore. Oppure il cosiddetto bacio elettrico, dimostrazione ideata da George Mathias Bose (1710-1761), nella quale una bella dama veniva elettrizzata e successivamente avvicinata da uno spettatore, il quale prima di riuscire a baciarla, provocava una visibile scintilla elettrica luminosa tra le due bocche.



Un uomo, in piedi su una tavola di materiale isolante, tiene una spada nella mano destra e con la sinistra tocca una barra di vetro, collegata al generatore sulla destra. La carica prodotta nel generatore passa attraverso la barra di vetro, il corpo dell'uomo e la spada, provocando una scarica elettrica che incendia la sostanza infiammabile contenuta nel piattino metallico.

PAROLA CHIAVE **Interazione elettrica**

DOMANDA Che cosa accade alle palline di sambuco poste nello spazio tra i due piatti metallici con cariche opposte, nella dimostrazione della «danza della grandine»? Spiega in 10 righe.

PAROLA CHIAVE **Induzione**

DOMANDA Perché le «pulci elettriche» saltano all'interno del contenitore quando il coperchio viene strofinato con un panno? Spiega in 10 righe.

Elettricità per muovere

Per quanto ludiche, le dimostrazioni di elettrostatica restavano comunque dimostrazioni scientifiche, in cui cioè l'attrattiva principale erano i fenomeni naturali, anche se stimolati o amplificati artificialmente. Le cose cambiano quando l'uomo divenne in grado di produrre e controllare correnti elettriche, cioè flussi di cariche in movimento ordinato.

Nell'Ottocento cominciarono a proliferare i giocattoli, come oggetti creati appositamente per il gioco dei bambini. Tra i primi giocattoli semoventi vi sono i trenini, vere e proprie miniature in scala dei più grandi treni per merci e passeggeri, inizialmente azionati con meccanismi a molla che restituivano gradatamente l'energia meccanica accumulata durante la carica. Nei primi del 1900 la ditta tedesca Marklin cominciò a produrre trenini commerciali con motore a vapore e con motore elettrico, dotati di una lunga autonomia di movimento, a differenza degli analoghi meccanici. Tra le due strategie la seconda era destinata a dominare il mercato.

I trenini elettrici erano giocattoli costosi e pensati per essere continuamente arricchiti di nuovi accessori, quindi erano destinati alle classi più agiate. Quelle meno agiate potevano comunque giocare con l'elettricità nei parchi divertimento, dove i motori elettrici muovevano carrozze, giostre e altri apparati.



Modello di locomotiva diesel prodotto dalla ditta Marklin.

PAROLA CHIAVE Carica elettrica

DOMANDA Descrivi in termini di cariche elettriche i fenomeni spiegati nelle due domande precedenti.

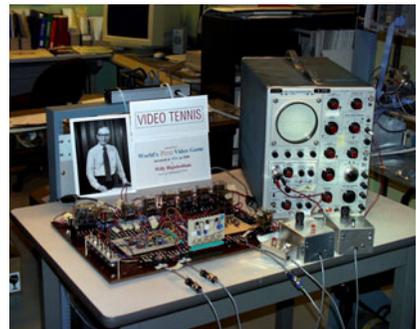
Elettricità per simulare

La capacità di controllare l'elettricità e il movimento delle cariche elettriche è via via aumentata nel XX secolo. Dalla conoscenza sempre più approfondita degli elettroni e delle loro proprietà è nata dunque l'elettronica, che ha offerto nuovi stimoli all'intrattenimento. Il primo gioco elettronico risale agli anni Quaranta del secolo scorso ed era basato sulla luminescenza prodotta da elettroni sparati su un apposito schermo, da cui il nome di videogioco. La sua evoluzione è una sorta di gioco del tennis, del 1958, in cui un fascio di elettroni oscilla tra due campi rivali.

L'ideazione e la costruzione di videogiochi richiede attrezzature e competenze specifiche, tant'è che negli anni che seguirono ne furono sviluppati diversi modelli all'interno delle università. Negli anni Settanta i videogiochi si diffusero largamente grazie alle prime postazioni pubbliche e alle prime console casalinghe da collegare al televisore.

Da allora, nel giro di pochi decenni, i videogiochi hanno raggiunto elevatissimi livelli di raffinatezza e specializzazione, al punto che oggi esistono dispositivi di ogni tipo, in continua evoluzione.

Il tennis for two (1958) è uno dei primi giochi elettronici della storia.



Barone Firenze / Shutterstock

Sono stati sufficienti pochi decenni per sviluppare la tecnologia fino ai coloratissimi e sofisticatissimi giochi dei nostri giorni.