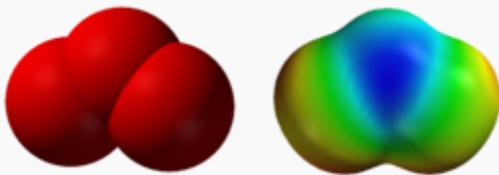
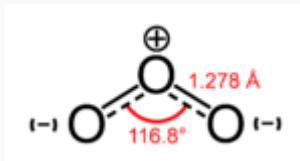


Ozono

Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.



Ozono



Nome [IUPAC](#)

Ozono

Caratteristiche generali

Formula bruta o molecolare O_3

Massa molecolare (u) 48

Aspetto gas blu

Numero CAS [10028-15-6]

Proprietà chimico-fisiche

Densità (kg·m⁻³, in c.s.) 1,7

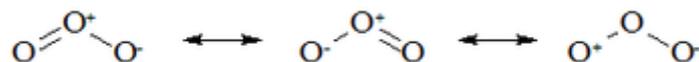
Solubilità in acqua 0,57 g/l a 293 K

Temperatura di fusione -193 °C (80 K)

Temperatura di ebollizione	-112 °C (161 K)
Tensione di vapore (Pa) a 261 K	$5,5 \times 10^6$
Proprietà termochimiche	
$\Delta_f H^0$ (kJ·mol ⁻¹)	142,7
$\Delta_f G^0$ (kJ·mol ⁻¹)	163,2
S_m^0 (J·K ⁻¹ mol ⁻¹)	238,9
$C_{p,m}^0$ (J·K ⁻¹ mol ⁻¹)	39,2
Indicazioni di sicurezza	
<u>Simboli di rischio chimico</u>	
	
Frase H	---
Consigli P	--- ^[1]

L'**ozono** (simbolo O₃) è una forma allotropica dell'ossigeno, dal caratteristico odore agliaceo. Le sue [molecole](#) sono formate da tre atomi di [ossigeno](#). [Christian Friedrich Schönbein](#) lo scoprì nel [1840](#), durante esperimenti di [ossidazione](#) lenta del [fosforo](#) bianco e di [elettrolisi dell'acqua](#).

La sua struttura chimica può essere rappresentata da un ibrido di [risonanza](#) fra tre formule limite possibili.



La risonanza nella molecola dell'ozono.

È un gas instabile (gassoso, a 20 °C ha un tempo di dimezzamento di tre giorni, in soluzione acquosa di 20 minuti), ed allo stato liquido è esplosivo.

Non può dunque essere conservato, e deve essere prodotto al momento dell'uso.

Ha un odore pungente caratteristico - lo stesso che accompagna talvolta i temporali, dovuto proprio all'ozono prodotto dalle scariche dei fulmini; il suo nome deriva dal verbo [greco](#) ὄζειν, "puzzare" - ed è fortemente irritante per le mucose.

È un energico [ossidante](#) e per gli esseri viventi è un gas altamente [velenoso](#). È tuttavia un gas essenziale alla vita sulla [Terra](#) per via della sua capacità di assorbire la [luce ultravioletta](#); lo strato di ozono presente nella [stratosfera](#) protegge la [Terra](#) dall'azione nociva dei raggi ultravioletti UV-C provenienti dal [Sole](#). Proprio per la loro capacità di distruggere lo strato di ozono della stratosfera, i [freon](#) sono stati banditi dalla produzione e dall'utilizzo. E anche diminuito molto l'uso dei [CFC](#) (che non sono stati aboliti del tutto). In [Cina](#) e in [India](#) ad esempio si persevera ancora nel loro utilizzo.

I composti derivanti dall'ozono sono chiamati [ozonuri](#).

Indice

[\[nascondi\]](#)

- [1 Disponibilità e produzione](#)
- [2 La produzione dell'ozono](#)
- [3 Impieghi](#)
- [4 Note](#)
- [5 Bibliografia](#)
- [6 Voci correlate](#)
- [7 Altri progetti](#)
- [8 Collegamenti esterni](#)

Disponibilità e produzione[[modifica](#) | [modifica sorgente](#)]

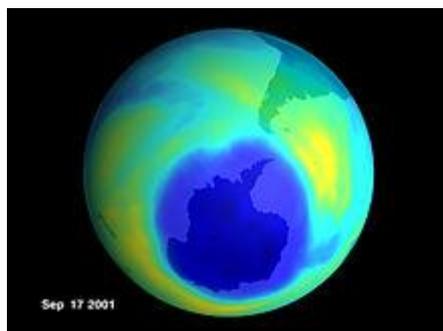
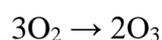


Immagine dello strato di ozono che avvolge la terra, si noti il profondo diradamento sull'[Antartide](#) (2001).

L'ozono è presente negli strati alti dell'[atmosfera](#) concentrandosi soprattutto a 25 km di altezza dove è presente l'[ozonosfera](#):^[2] è considerato un [gas serra](#), ma diversamente da altri gas serra che trattengono l'energia proveniente dalla superficie terrestre, l'ozono assorbe e trattiene parte dell'energia proveniente direttamente dal [Sole](#).

L'ozono è presente in piccola parte anche negli strati più bassi dell'[atmosfera](#) (è uno dei principali componenti dello [smog](#) prodotto dall'uomo nelle grandi città): diversamente dall'ozono che si trova nella [stratosfera](#), quello [troposferico](#) risulta essere un [inquinante](#) molto velenoso se respirato a grandi dosi.

L'ozono si forma da molecole di ossigeno (O₂) in prossimità di scariche elettriche, scintille, fulmini, secondo la reazione:^[3]



La reazione di formazione dell'ozono è [endotermica](#), e necessita dell'assorbimento di un [calore di reazione](#) pari a 69.000 [calorie](#).^[3]

L'ozono non è stabile sul lungo periodo e non viene pertanto prodotto e commercializzato in [bombole](#) come gli altri gas industriali. Viene generalmente preparato al momento dell'utilizzo attraverso apparecchi detti *ozonizzatori* che convertono l'ossigeno dell'[aria](#) in ozono tramite scariche elettriche.

La produzione dell'ozono[[modifica](#) | [modifica sorgente](#)]

Il processo più importante per la produzione di ozono è mediante generatori ad effetto corona, che si sono dimostrati particolarmente efficienti, e dei quali si sono sviluppate diverse varianti.

Tra i loro vantaggi, la possibilità di costruire generatori di dimensioni anche contenute, quella di poter produrre ozono riducendo al minimo la produzione di altri gas irritanti, la longevità delle celle ad effetto corona, che può superare i dieci anni, e l'elevata produttività.

Un altro processo impiega lampade a raggi ultravioletti con banda di emissione concentrata sui 185 [nm](#).

Queste presentano innumerevoli svantaggi rispetto alle celle ad effetto corona: produttività di ozono molto più modesta, concentrazioni massime di ozono ottenibili pari ad un decimo di quelle ottenute con le celle ad effetto corona, elevato consumo di elettricità, breve vita operativa delle lampade.

Un terzo processo ottiene ozono direttamente per via elettrolitica, ed è stato sperimentato alcuni anni fa nella depurazione di acque reflue dall'industria farmaceutica. Questa possibilità suscita oggi molto interesse, ed in pochi anni sono state depositate diverse decine di brevetti al riguardo.

Attualmente per la produzione di ozono si utilizzano celle che ricalcano il brevetto di [Siemens](#) del 1857 ed i [generatori d'ozono](#) progettati da [Welsbach](#) nel 1950.

Tali celle sono costituite da due elettrodi concentrici separati da una intercapedine di pochi decimi di millimetro (0,8÷1,5 [mm](#)), nella quale fluisce l'aria o l'ossigeno. Tra gli elettrodi c'è una differenza di potenziale di 7÷30 [kV](#), con una frequenza dai 50 [Hz](#) ad oltre 1 [kHz](#).

L'elettrodo più interno è di metallo, mentre l'elettrodo esterno è costituito da un film conduttivo metallico che avvolge esternamente un tubo materiale dielettrico, ordinariamente vetro borosilicato oppure ceramica (questa introdotta tra il 1984 ed il 1985).

L'elettrodo interno è collegato al generatore di media tensione, mentre l'elettrodo esterno è collegato a terra (in certi casi tali collegamenti possono essere invertiti).

La pressione di esercizio può variare tra una e tre volte quella atmosferica 0,1÷0,3 [MPa](#). Si tenga presente che la formazione di ozono dall'ossigeno avviene con diminuzione del numero di moli, e dunque è favorita dalla pressione.

Giacché una quota variabile tra l'85% ed il 95% dell'energia che alimenta le celle viene trasformato in calore, esso deve essere rimosso tramite un opportuno sistema di raffreddamento, ad aria od a acqua. Per la produzione di una [portata massica](#) di 0.27 [mg/s](#) di ozono sono necessari circa 0,70 [cm³/s](#) d'acqua di raffreddamento a 15 °C. Generatori d'ozono sino a 1.4÷2.7 [mg/s](#) possono anche essere raffreddati ad aria, ma sopra tali potenze il raffreddamento ad acqua è indispensabile.

I generatori di ozono di grandi dimensioni sono più efficienti di quelli di taglia più modesta, necessitano di una potenza elettrica unitaria minore e – conseguentemente – anche meno acqua di raffreddamento.

L'ozono può essere prodotto a partire da ossigeno oppure da aria: in ossigeno la concentrazione di ozono raggiungibile è circa doppia di quella che si ha partendo da aria, ma il processo ha rese più elevate per l'aria, in quanto la presenza di un gas inerte favorisce la cinetica di formazione dell'ozono.

Utilizzando aria si arriva a concentrazioni di ozono del 6% (p/p), 76,8 g/Nm³ (la maggior parte dei generatori industriali dà una concentrazione di ozono di 25 g/Nm³), con rese di 0,028 g/kJ. Si ha una minore produzione di calore, con meno necessità di raffreddamento forzato della cella ed un certo risparmio sui costi di esercizio, dato che si lavora con aria atmosferica.

Utilizzando ossigeno, esso può essere avviato direttamente alle celle ozonogene, in quanto esso è fornito già secco e molto puro. Le concentrazioni di ozono raggiungibili possono superare il 20% (p/p), 286 g/Nm³, con rese di 0,069 kg/MJ. La produzione di calore, essendo collegata alla quantità di ozono formata, è più intensa.

È assai importante che l'aria impiegata nel processo di produzione dell'ozono sia assolutamente secca: il punto di rugiada non deve essere superiore a -50 °C. Oggi tale grado di essiccazione può essere ottenuto abbastanza facilmente tramite membrane oppure con essiccatori ad adsorbimento. Quando l'aria è perfettamente secca (punto di rugiada di -55 °C o meno), non si ha nemmeno la formazione di NOx. Essa deve essere anche completamente priva di nebbie d'olio dai compressori, per cui è opportuno impiegare compressori non-lubrificati. Depositi di olio nella cella favoriscono il generarsi di archi che la danneggiano gravemente, sino a perforarla.

Altro punto essenziale è la perfetta stabilità e "pulizia" dell'alimentazione elettrica; i circuiti del generatore d'ozono devono essere in grado di sopprimere gli eventuali archi che si producessero nelle celle che, date le differenze di potenziale in gioco, porterebbero all'immediata perforazione dell'elettrodo.

Tutto ciò implica una sofisticata tecnologia per la realizzazione dei generatori d'ozono, sia per ciò che riguarda la preparazione dell'aria, tanto per la parte elettrica e dell'elettronica di potenza. Nonostante tutto questo, un impianto di generazione di ozono ha una vita operativa piuttosto lunga e richiede una manutenzione abbastanza ridotta.

Oltre alle celle tipo Siemens sopra descritte, negli ultimi vent'anni sono state provate una serie di celle, sempre basate sull'effetto corona, a geometria innovativa: ad intercapedine ampia, a scarica fredda, tipo Siemens a piccolissima intercapedine, a elettrodo in rete metallica, ad elettrodo in filo metallico fine, oltre ad innumerevoli altri esperimenti basati su tecnologie o materiali speciali.

Di recente (2011), su brevetto canadese, sono entrate in produzione delle celle per la produzione elettrolitica dell'ozono direttamente nell'acqua, impiegabili per la sterilizzazione dell'acqua di piscine e di acque reflue. Esse necessitano un certo grado di conducibilità dell'acqua (attorno ai 1000 microSiemens/cm), ma semplificano molto gli impianti necessari all'ozonazione delle acque.

Impieghi[[modifica](#) | [modifica sorgente](#)]

Dato il suo potere ossidante, l'ozono viene impiegato per [sbiancare](#) e disinfettare, in maniera analoga al [cloro](#).^[3] Tra gli usi industriali dell'ozono si annoverano i seguenti:

- disinfezione dell'acqua negli acquedotti;
- disinfezione dell'acqua delle piscine;
- disinfezione dell'acqua destinata all'imbottigliamento;
- disinfezione di superfici destinate al contatto con gli alimenti;
- disinfezione dell'aria da spore di muffe e lieviti;
- disinfezione di frutta e verdura da spore di muffe e lieviti;
- aumento del potenziale ossido-riduttivo dell'acqua negli acquari;
- ossidazione di inquinanti chimici dell'acqua ([ferro](#), [arsenico](#), [acido solfidrico](#), [nitriti](#) e complessi organici);
- ausilio alla [flocculazione](#) di fanghi attivi nella depurazione delle acque;
- pulizia e sbiancamento dei tessuti;
- abrasione superficiale di [materie plastiche](#) e altri materiali per consentire l'adesione di altre sostanze o per aumentarne la biocompatibilità;
- invecchiamento accelerato di [gomme](#) e materie plastiche per verificarne la resistenza nel tempo;
- disinfestazione delle derrate alimentari e del legno