

ADDETTO ALLA SICUREZZA LASER

ATLANTE



DIRETTIVA 2006/25/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (**radiazioni ottiche artificiali**) (diciannovesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)



La salute e la sicurezza sul lavoro in Italia è una delle più importanti conquiste del nostro secolo. Per garantire questo si è reso necessario lavorare su una stretta collaborazione tra i dirigenti, lavoratori ed esperti di sicurezza sul lavoro come l'Addetto alla Sicurezza Laser. (ASL)

La funzione del responsabile della sicurezza Laser (ASL) ha un'alta priorità, dal momento che il suo lavoro contribuisce a sensibilizzare i dipendenti ai problemi di sicurezza del Laser e quindi per prevenire gravi incidenti, come per esempio la cecità.

Questo libro è rivolto ai potenziali addetti alla sicurezza Laser in tutti gli ambiti lavorativi in cui questo strumento viene introdotto.

Può essere utilizzato come base per la formazione per comprendere in modo facile ed intuitivo il corretto approccio all'uso del Laser in sicurezza.

Inoltre, dovrebbe suscitare la curiosità di continuare la lettura di testi che trattano l'argomento in oggetto e per aggiornare regolarmente le conoscenze, al fine di comprendere i pericoli delle radiazioni Laser e di comprendere la valutazione dei rischi al fine di attuare correttamente le misure di protezione specificate nel capitolo valutazione dei rischi.

Il libro è composto da 12 capitoli, al termine dei quali la conoscenza è integrata da le domande sull'argomento possono essere verificate.

La stesura del libro è strettamente orientata alla normativa per la tutela degli operatori dai pericoli derivanti dalle radiazioni ottiche artificiali (Ordinanza sulla sicurezza e la salute sul lavoro sulle radiazioni ottiche artificiali - ROA è in vigore dal 26 aprile 2010, data nella quale è entrato in vigore il Capo V del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 che recepisce la direttiva europea 2006/25/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali).) e corrisponde ai principi fondamentali di contenuti didattici del nostro corso sulla sicurezza Laser in nostra sede e in forma digitale. Il libro è quindi anche molto adatto, per rinfrescare e integrare le conoscenze richieste dalla legge.

Abbiamo provato, a limitare il più possibile gli argomenti tecnico-scientifici, poiché data la loro specificità risulterebbero comprensibili a persone con alto livello di formazione nella materia cosa che esula dallo scopo di questo lavoro. Una parte del materiale del libro proviene da libri e pubblicazioni, che sono elencati in una bibliografia dopo ogni capitolo.

Ogni capitolo è contrassegnato con il relativo video (solo per il corso online)

Prof. Resch Alfred Hans

Clinical Associate Professor
Faculty of Medical Sciences
Ludes HEI Foundation Malta
Master in Oral Laser Application
Odontoiatra - Salzburg-Austria

Prof. ac. Spedicato Anna Rita

Università degli Studi di Cagliari
Facoltà di Medicina e Chirurgia
Prof. ac del Master "Luce - Laser"
Odontoiatra
Verona - Lecce - Italia

Dr. Dr. Cristini Andrea

Medico Chirurgo
Master in Parodontologia
Master in Implantologia
Odontoiatra
Verona Italia



Presidente ALE

Collaboratrice scientifica ALE

Revisore scientifica ALE

Indice

pagina

La storia del Laser	
1. $E = mc^2$ – Video 1	
1.1 Davy Humphry <i>chimico inglese</i>	11
1.2 Wollaston William Hyde.....	13
1.3 De Lavoisier Antoine-Laurent.....	14
1.4 Faraday Michael	17
1.5 Maxwell James Clerk.....	22
1.6 Du Châtelet Émilie.....	27
1.7 Newton Isaac	29
1.8 Einstein Albert	44
1.9 Meitner Lise.....	52
1.10 Frisch Otto Robert.....	56
1.11 Hahn Otto.....	57
1.12 Storia dello sviluppo del Laser	66
1.2 Cronologia della Sviluppo del Laser.....	68
1.2.1 Planck Max.....	70
1.2.2 Boltzmann Ludwig.....	71
1.2.3. Golstein Leon	74
1.2.4. Il Laser e i tempi moderni	76
1.3 Il fascino del Laser.....	78
1.3.1 Townes Charles.....	78
1.3.2. Maser	78
1.3.3. Orologio atomico	80
1.3.4 Maiman Theodor.....	83
1.3.5 Aleksandr Michajlovič Prochorov.....	84
1.3.6 Nikolaj Gennadievič Basov	85
1.4 Bibliografia.....	86
1.5 Esercizi	94
2.0 La Luce	97
2.1 Storia	98
2.1.1 Teoria corpuscolare	98
2.1.2. Teoria ondulata	103
2.1.3. Teoria elettromagnetica classica	105
2.1.4. Teoria quantistica	105
2.1.5. Velocità della luce	106
2.2. Ottica	107
2.2.1. Colori e lunghezze d'onda	107
2.2.2. Assorbimento	109
2.2.3. Trasmissione	109

2.2.4. Diffrazione	110
2.2.5. Riflessione	110
Riflettenza (R)	111
Rifrazione	111
2.2.8. Diffusione	112
2.3 Bibliografia.....	112
2.4 Esercizi	113

3. Proprietà fisiche della radiazione Laser	115
3.1 Proprietà della radiazione ottica	116
3.1.1 Onda elettromagnetica	116
3.1.2 Radiazioni incoerenti (sorgenti luminose normali)	119
3.1.3 Radiazione coerente (Laser)	119
3.1.4 Emissione spontanea (sorgenti luminose normali)	120
3.1.5 Emissione stimolata (Laser)	120
3.2 Struttura e funzione di un Laser	121
3.2.1 Mezzo Laser	122
3.2.2 Risonatore	122
3.2.3 Fornitura di energia	123
3.2.4 Descrizione dei tipi di Laser	123
3.2.5 Laser a Gas	124
3.2.6 Laser a Elio Neon	125
3.2.7. Laser ad Argon	126
3.2.8 Laser al Krypton	127
3.2.9. Laser ad Anidride Carbonica CO ₂	128
3.2.10. Laser Chimici	133
3.2.11 Laser a Coloranti Organici	134
3.2.12 Laser a Vapori Metallici	136
3.2.13 Laser a stato Solido	139
3.2.14 Laser a Rubino	140
3.2.15 Laser Nd:YAG	141
3.2.16 Laser Er:YAG	144
3.2.17 Laser a Semiconduttori	145
2.2.18 Laser a Diodi	146
3.2.19 Laser a Fibra Ottica	151
3.3 Proprietà della radiazione Laser	154
3.3.1 Caratteristiche generali	154
3.3.2 Laser ad onda continua: potenza e densità di potenza	157
3.3.3 Laser ad impulsi: energia e densità di energia	159
3.3.4 Parametri durante l'esposizione	162
3.4 Parametri del fascio e propagazione della radiazione Laser	164
3.4.1 Raggio del fascio	164
3.4.2 Divergenza del fascio	165
3.4.3 Messa a fuoco attraverso una lente	166
3.4.4 Uscita da una fibra ottica	167
3.4.5 Distanza di sicurezza (DNRO)	166
3.5 Bibliografia	168
3.6 Esercizi	169

4. Effetto biologico della radiazione Laser	170
4.1 Proprietà ottiche del tessuto	172
4.1.1 Effetti sulla cute	172
4.1.2 Assorbimento	174
4.1.3 Diffusione	173
4.1.4 Riflessione	175
4.1.5 Radiazioni visibili	176
4.2 Interazione tra radiazione laser e tessuto	179
4.2.1 Effetto termico	179
4.2.2 Effetto Fotochimico	182
4.2.3 Fotoablazione	183
4.2.4 Fotodistruzione	183
4.2.5 Fototermolisi selettiva	185
4.3 Pericoli per gli occhi	186
4.3.1 Profondità di penetrazione della radiazione ottica nell'occhio	186
4.3.2 Focalizzazione della radiazione laser sulla retina	186
4.3.3 Danni termici alla retina	187
4.3.4 Danni termici alla cornea	188
4.3.5 Danni fotochimici	188
4.4 Pericoli per la pelle	188
4.4.1 Profondità di penetrazione della radiazione ottica nella pelle	188
4.4.2 Danni termici alla pelle	189
4.4.3 Lesioni fotochimiche della pelle	190
4.5. Bibliografia	191
4.6. Esercizi	192
5 Valori limite della radiazione accessibile e delle classi Laser	193
5.1 Valore limite della radiazione accessibile	193
5.1.1 Valori limite e classificazione	193
5.1.2 Basi dei tempi	194
5.2 Classi Laser	194
5.2.1 Classe 1	196
5.2.2 Classe 1C	197
5.2.3 Classe 1 M	198
5.2.4 Classe 2	201
5.2.5 Classe 2 M	202
5.2.6 Classe 3R	204
5.2.8 Classe 3B	206
5.2.9 Classe 4	207
5.3 Esercizi	209
5.4. Bibliografia	211

6 Valore limite di esposizione (ELV)	212
6.1 Informazioni generali sui valori limite di esposizione	213
6.1.1 Definizione del valore limite di esposizione	214
6.1.2 Durata dell'esposizione	215
6.1.3 Sorgente apparente, fattore di correzione CE	215
6.2 Determinazione dei valori limite di esposizione (VLE)	216
6.2.1 Valori limite di esposizione semplificati	216
6.2.2 Influenza della durata dell'esposizione sul valore limite di esposizione. . .	217
6.2.3 Limiti di esposizione a diverse lunghezze d'onda	217
6.2.4 Gestione dei limiti di esposizione	218
6.3 Esercizi	219
6.4. Bibliografia	220
7 Pericoli dovuti alle radiazioni laser	221
7.1 Pericolo diretto	222
7.1.1 Raggio laser diretto, riflesso e diffuso	222
7.1.2 Pericolo per gli occhi e la pelle	223
7.2 Pericolo indiretto	227
7.2.1 Pericolo elettrico	227
7.2.2 Abbagliamento da radiazioni laser visibili	227
7.2.3 Radiazione ottica incoerente	228
7.2.4 Radiazioni a raggi X	228
7.2.5 Atmosfere esplosive e sostanze infiammabili	229
7.2.6 Sostanze tossiche o infettive	230
7.2.7 Rumore	231
7.3 Esercizi	232
7.4 Bibliografia	233
8 Selezione e attuazione delle misure di protezione	234
8.1 Test sostitutivo	235
8.2 Misure tecniche di protezione	235
8.2.1 Misure tecniche di protezione del produttore	235
8.2.2 Misure tecniche di protezione dell'utente	240
8.3 Misure organizzative di sicurezza	241
8.3.1 Nomina dei responsabili della sicurezza Laser	242
8.3.2 Istruzione	242
8.3.3 Gamma Laser	243
8.3.4 Controllo dell'accesso alle aree Laser	245
8.3.5 Istruzioni d'uso	245
8.4 Dispositivi di protezione individuale (DPI), in particolare occhiali di sicurezza	246
8.4.1 Settori di applicazione	246
8.4.2 Funzione degli occhiali di sicurezza per Laser	246
8.4.3 Livelli di protezione per occhiali di sicurezza per laser	247

8.4.4 Livello di protezione per laser ad onda continua D	249
8.4.5 Fase di protezione per laser ad impulsi I e R	250
8.4.6 Livello di protezione per laser ad impulsi M	251
8.4.7 Livelli di protezione per gli occhiali di regolazione Laser	252
8.4.8 Scelta degli occhiali di sicurezza per Laser e degli occhiali di regolazione	253
8.4.9 Marcatura degli occhiali di sicurezza Lasere occhiali di regolazione Laser	257
8.5 Indumenti di protezione	260
8.5.1 Guanti di protezione	260
8.5.2 Indumenti protettivi per Laser	261
8.5.3 Protezione della pelle contro i raggi UV	263
8.6 Sorveglianza sanitaria	263
8.6.1 Chi deve eseguire la sorveglianza sanitaria	263
8.6.2 RegISTRAZIONI	263
8.6.3 Esami medici	264
8.6.4 Azioni da intraprendere se viene superato il limite di esposizione	264
8.6.5 Gestione degli incidenti	264
8.6.6 Trasporto in clinica	265
8.6.7 Esame clinico	265
8.7 Note sul lavoro nel campo Laser	265
8.8 Esercizi	266
8.9 Bibliografia	266
9. Compiti e responsabilità dei responsabili della sicurezza laser	269
9.1 Nomina a responsabile della sicurezza laser	269
9.1.1 Chi può essere nominato responsabile della sicurezza laser?	269
9.1.2 Criteri per la selezione dei responsabili della sicurezza laser	270
9.1.3 Supporto del responsabile della sicurezza laser da parte del Datore di lavoro	270
9.2 Conoscenza del responsabile della sicurezza laser	270
9.3 Compiti del responsabile della sicurezza laser	270
9.3.1 Responsabilità del Responsabile della sicurezza laser	271
9.4 Numero di rappresentanti della sicurezza laser	271
9.5 Posizione del responsabile della sicurezza laser	271
9.6 Pratica degli addetti alla sicurezza laser	272
9.7. Bibliografia	276
10. Contenuti ed esempi di valutazione del rischio	277

10.1 ROA e valutazione del rischio	278	10.1.1
Punti importanti nella preparazione della valutazione del rischio	278	
10.1.2 Aggiornamento della valutazione dei rischi	279	
10.1.3 Documentazione della valutazione dei rischi	279	
10.2 Persone qualificate	279	
10.2.1 Responsabilità per l'attuazione di valutazione del rischio	279	
10.2.2 Esperti per l'attuazione della valutazione del rischio	279	
10.2.3 Specialisti per l'esecuzione di misurazioni e calcoli	280	
10.3 Principi per la valutazione dei pericoli	280	
10.3.1 Primi passi	280	
10.3.2 Processo continuo	280	
10.3.3 Luogo di lavoro e personale valutazione dei rischi	281	
10.3.4 Revisione della valutazione dei rischi	281	
10.3.5 Stati di esercizio	281	
10.3.6 Caso peggiore	282	
10.3.7 Principio del valore limite per l'esposizione diretta	282	
10.3.8 Pericoli indiretti	282	
10.3.9 Postazioni di lavoro simili	282	
10.3.10 Analisi delle attività	282	
10.3.11 Considerazioni su persone particolarmente a rischio	283	
10.3.12 Assistenza sanitaria sul lavoro	283	
10.3.13 Manutenzione esterna	283	
10.4 Determinazione delle informazioni	283	
10.4.1 Documenti sui dispositivi laser	283	
10.4.2 Valutazione del rischio da parte del produttore	283	
10.4.3 Classi laser	284	
10.4.4 Dati tecnici	284	
10.4.5 Calcolo dei valori limite di esposizione	284	
10.4.6 Misurazione dei valori di esposizione	284	
10.4.7 Laser da esposizione e proiezione	284	
10.5 Esecuzione della valutazione del rischio	284	
10.5.1 Pericoli dovuti alle radiazioni laser	284	
10.5.2 Il team che prepara la valutazione dei rischi . . .	284	
10.5.3 Controllo sostitutivo	284	
10.5.4 Fasi del processo	285	
10.6 Documentazione della valutazione dei rischi	286	
10.7 Esercizi	287	
10.8. Bibliografia	288	

11. Disposizioni per applicazioni speciali	290
11.1 Apparecchiature laser a scopo dimostrativo e di visualizzazione	290
11.1.1 Estratto del testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro	290
11.1.2 Estratti del testo unico	290
11.2 Apparecchiature Laser per procedure beamline e lavori di rilievo	292
Apparecchiature laser per scopi didattici	292
11.4 Apparecchiature laser per uso medico	293

11.5 Collegamenti di trasmissione in fibra ottica negli impianti di telecomunicazione e sistemi di elaborazione delle informazioni con trasmettitori laser	293
11.5.1 Estratto dal testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro	293
11.5.2 Importanti informazioni CE EN 60825-2/A2	294
11.6. Bibliografia	295
12 Base giuridica	296
12.1 - Enti pubblici aventi compiti in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro	296
12.1.1 Norme statali sulla protezione Laser	299
12.1.2 Direttiva UE 2006/25/CE	299
12.1.3 Legge sulla salute e la sicurezza sul lavoro	300
12.1.4 Regolamento sulla sicurezza industriale	300
12.2 Norme e legge sulla sicurezza dei prodotti	300
12.2.1 Norme per la protezione del Laser	301
8.4 Esercizi	301
8.5. Bibliografia	302
12. Allegati	303
13.1 Tabelle per la valutazione del rischio radiazioni Laser	303
13.2. Modulo per la nomina dei responsabili della sicurezza Laser	309
13.3 Modulo per l'istruzione annuale per la protezione Laser	311
13.4 Esempio di un'istruzione di funzionamento	313

Indice

pagina

La storia del Laser	
1. $E = mc^2$ – Video 1	
1.1 Davy Humphry <i>chimico inglese</i>	11
1.2 Wollaston William Hyde.....	13
1.3 De Lavoisier Antoine-Laurent.....	14
1.4 Faraday Michael	17
1.5 Maxwell James Clerk.....	22
1.6 Du Châtelet Émilie.....	27
1.7 Newton Isaac	29
1.8 Einstein Albert	44
1.9 Meitner Lise.....	52
1.10 Frisch Otto Robert.....	56
1.11 Hahn Otto.....	57
1.12 Storia dello sviluppo del Laser	66
1.2 Cronologia della Sviluppo del Laser.....	68
1.2.1 Planck Max.....	70
1.2.2 Boltzmann Ludwig.....	71
1.2.3 Golstein Leon	74
1.3 Il Laser - tempi moderni.....	78
1.3.1 Townes Charles.....	78
1.3.2 Maser	78
1.3.4 Maiman Theodor.....	83
1.3.5 Aleksandr Michajlovič Prochorov.....	84
1.3.6 Nikolaj Gennadievič Basov	85
1.4 Bibliografia.....	86
1.5 Esercizi	94

1. $E = mc^2$ – Video 1



1.1 Sir Humphry Davy,

nel Video



ALE

Academy of Laser Education



Penzance, 17 dicembre 1778 – Ginevra, 29 maggio 1829 è stato un *chimico inglese*.

Davy diventò celebre grazie ai suoi esperimenti sull'azione fisiologica di alcuni gas, tra cui il gas esilarante (ossido di diazoto), sostanza alla quale era assuefatto e della quale dichiarò che le sue proprietà possedevano tutti i benefici dell'alcool, pur evitandone i difetti. Davy in seguito ebbe la vista danneggiata da un incidente di laboratorio con il tricloruro di azoto. Nel 1801 fu nominato Professore alla Royal Institution di Gran Bretagna e membro della Royal Society, della quale ebbe poi anche la presidenza.



Ha usato la poesia e il teatro per far vivere la scienza

Nel 1800 Alessandro Volta presentò la propria pila elettrica, precursore delle moderne batterie. Davy usò la batteria per separare Sali, quella che oggi viene chiamata elettrolisi. Con un certo numero di batterie in serie, Davy fu in grado di separare gli elementi di potassio e sodio nel 1807 calcio, stronzio, bario, magnesio e boro nel 1808. Studiò anche le energie coinvolte nella separazione di questi sali, diventando uno dei padri dell'elettrochimica moderna.

Nel 1812 fu nominato cavaliere, diede una lezione d'addio alla Royal Institution, e sposò una ricca vedova, Jane Apreece. Nell'ottobre 1813 egli e sua moglie, accompagnati da *Michael Faraday* come assistente scientifico (nonché valletto di corte), viaggiarono in Francia per ritirare una medaglia di cui Napoleone Bonaparte, seppur in guerra con gli inglesi, lo aveva insignito per la qualità del suo lavoro nel campo elettrochimico. Mentre erano a Parigi, Gay-Lussac chiese a Davy di studiare una strana sostanza, ritrovata da Barnard Courtois; Davy provò che si trattava di un elemento, oggi chiamato iodio. In dicembre ripartirono verso sud e attraversarono Montpellier e Nizza per poi raggiungere l'Italia.

Dopo aver visitato Genova, arrivarono a Firenze; qui Davy e Faraday fecero uso dei raggi del sole per provare che il diamante è composto di carbonio puro e dunque può prendere fuoco. Il viaggio di Davy proseguì a Roma, Napoli e sul Vesuvio. Il 17 giugno Davy e Faraday erano a Milano, dove incontrarono Alessandro Volta, e continuarono il viaggio a nord verso Ginevra. Tornarono poi in Italia dopo aver visitato Monaco di Baviera e Innsbruck, passarono a Venezia e tornarono a Roma. I loro piani di recarsi poi in Grecia e a Costantinopoli furono abbandonati quando Napoleone fuggì dall'isola d'Elba; da Roma tornarono poi in Inghilterra nel 1815.

Davy proseguì con la lampada di Davy, il cui utilizzo era soprattutto a vantaggio dei minatori. Anche se esiste prova che Davy abbia "inventato" questo strumento al pari di un ingegnere, George Stephenson, Davy rivendicò interamente per sé la paternità dell'invenzione.



la lampada di Davy

Davy fu capace di dimostrare che l'ossigeno non si può ottenere dall'acido muriatico e provò l'esistenza di un altro elemento, che chiamò cloro (lo scopritore del cloro era stato Carl Scheele trentasei anni prima). La scoperta sconvolse il lavoro di Lavoisier, che aveva definito gli acidi come composti dell'ossigeno.

Nel 1815 Davy propose l'idea che gli acidi fossero sostanze contenenti ioni sostituibili d'idrogeno idrogeni che potevano essere interamente o parzialmente sostituiti da metalli - ipotizzando che quando tali acidi reagiscono con i metalli, si formano i sali. Sempre in queste ipotesi, le basi sarebbero sostanze che, reagendo con gli acidi, formano sali e acqua. Le definizioni furono utili e trovarono ampio consenso per buona parte del XIX secolo, prima che fosse pubblicata la teoria di Brønsted - Lowry.

Nel 1818 fu nominato baronetto.

Nel 1824 propose di installare lastre di rame per la protezione della parte immersa delle navi contro la incrostazione. Il rame costituisce un veleno per la vegetazione marina che cresce sulle chiglie delle navi, rallentare la velocità. Commise un errore: fissò le lastre di rame con chiodi di ferro e la corrosione galvanica tra ferro e rame (il rame è più nobile ed accelera la corrosione del ferro, tra l'altro favorita dall'alto rapporto di superfici rame/ferro) consumò rapidamente i chiodi e le lastre di rame andarono perdute. Solo successivamente il problema fu risolto con l'uso di chiodi in bronzo.

Davy morì a Ginevra, in Svizzera, principalmente a causa di un collasso respiratorio: il suo apparato respiratorio, infatti, era seriamente danneggiato da anni di inalazioni chimiche. Il suo assistente di laboratorio, *Michael Faraday*, continuò il suo lavoro, tanto da diventare più famoso e influente del maestro (già Davy, in vita, reclamava Faraday come la sua più grande scoperta). Comunque, Davy aveva accusato più volte il suo allievo di plagio, portando Faraday a chiudere le ricerche sull'elettromagnetismo fino alla morte del suo mentore.

È sepolto a Ginevra nel cimitero di Plainpalais.



1.2. William Hyde Wollaston

Nato in una cittadina del Norfolk da Francis Wollaston (1737-1815), pastore anglicano e astronomo, e da Althea Hyde, studiò medicina all'Università di Cambridge conseguendo il dottorato nel 1793. Ebbe 14 fratelli. Durante gli studi si interessò alla chimica, alla cristallografia, alla metallurgia e alla fisica. Dapprima si stabilì a Londra come medico, ma nel 1800 abbandonò la medicina per dedicarsi alla ricerca in chimica e fisica.

Wollaston è noto soprattutto per i suoi lavori di *chimica*. Sviluppò il primo metodo pratico di purificazione del platino, e durante la messa a punto di questo metodo scoprì due nuovi elementi chimici: il palladio nel 1803 e il rodio nel 1804.

Nel 1809 affermò che il tantalio, scoperto nel 1802 dallo svedese Anders Gustav Ekeberg (1776-1813), fosse in realtà il columbio, ossia il niobio, scoperto nel 1801 da Charles Hatchett. Solo nel 1846 il chimico tedesco Heinrich Rose (1795-1864) riuscì a dimostrare che niobio e tantalio erano invece due elementi differenti. Nel 1810 Wollaston scoprì la cistina. La "pila di Wollaston".

Effettuò dei lavori importanti sull'elettricità. Nel 1801 per mezzo di esperimenti osservò le reazioni chimiche ottenute da un generatore elettrostatico, dimostrando in tal modo l'identità dell'elettricità statica e di quella ottenuta con la pila di Volta. Perfezionò inoltre la pila di Volta, costruendo tra il 1813 e il 1815 una versione modificata in cui gli elettrodi, immersi in una soluzione elettrolitica (come nella "pila a tazze") erano ripiegati ad U, in modo che il catodo di rame circondasse l'anodo di zinco.

Durante gli ultimi anni della sua vita effettuò una serie di esperimenti pionieristici, per lo sviluppo di un motore elettrico che non ebbero applicazioni pratiche e non vennero pubblicati; i suoi dati vennero tuttavia resi noti a Michael Faraday il quale nel 1821 riuscì a costruirne uno, noto come motore omopolare. Faraday non riconobbe nelle prime comunicazioni i debiti contratti con Wollaston, come peraltro quelli analoghi contratti con Humphry Davy, dando così origine a una annosa polemica.

Wollaston si interessò anche di ottica, sviluppando alcune applicazioni pratiche; inventò la Camera lucida (1807), un nuovo tipo di goniometro (1809) e un prisma che porta il suo nome (prisma di Wollaston). Con quest'ultimo strumento Wollaston fu il primo a osservare le linee nere dello spettro solare, senza tuttavia studiarle sistematicamente né fornendo ipotesi sulla loro origine.

Wollaston fece parte di una commissione reale che si oppose all'adozione del sistema metrico decimale e di un'altra che adottò il gallone imperiale.





nel Video

1.3. Antoine-Laurent de Lavoisier

Parigi, 26 agosto 1743 – Parigi, 8 maggio 1794 è stato un *chimico, biologo, filosofo ed economista francese*.

Fu uno dei più importanti personaggi della storia della scienza: enunciò la prima versione della legge di conservazione della massa nel 1789 (in una reazione chimica la somma dei pesi delle sostanze di partenza o reagenti deve essere uguale alla somma dei pesi delle sostanze che si ottengono o prodotti), riconobbe e *battezzò l'ossigeno (1778) e l'idrogeno (1783)*, confutò la teoria del flogisto e aiutò a riformare la nomenclatura chimica. È universalmente riconosciuto come il "padre della chimica".

È stato anche il primo a scoprire la stretta relazione esistente fra combustione e respirazione polmonare mettendo in rilievo il ruolo svolto dall'aria in ambedue i processi.

Lavoisier fu anche, essendo di nascita nobile, un potente membro di vari consigli aristocratici, fra cui la Società filomatica francese.

Le sue attività politiche ed economiche gli consentirono di finanziare la sua ricerca scientifica. A causa del suo ruolo di funzionario fiscale, venne però considerato coinvolto con la monarchia deposta dalla Rivoluzione francese, cosa che gli costò la vita: Lavoisier venne infatti accusato di tradimento, condannato a morte e ghigliottinato nel 1794.

Il suo contributo alla scienza

Nato il 26 agosto 1743 a Parigi, Antoine Laurent Lavoisier frequentò il Collège des Quatre-Nations dal 1754 al 1761, studiando chimica, botanica, astronomia e matematica. Chimico, naturalista, astronomo, economista ed esattore delle imposte, Lavoisier delineò, a partire dagli anni sessanta del secolo, con una serie ininterrotta di ricerche, una nuova rivoluzionaria immagine della chimica. La sua prima pubblicazione di chimica apparve nel 1764. Nel 1767 lavorò su uno studio geologico dell'Alsazia-Lorena. Fu eletto membro dell'Accademia francese delle scienze nel 1768 all'età di 25 anni. Nel 1771, sposò la tredicenne



Marie-Anne Pierrette Paulze, che divenne nel tempo una sua collaboratrice scientifica, tradusse opere dall'inglese e illustrò i suoi libri. A partire dal 1775 servì nell'Amministrazione delle polveriere reali, dove il suo lavoro portò a miglioramenti nella produzione di polvere da sparo e all'introduzione di un nuovo metodo per la preparazione del salnitro.