

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 | 11.3 |
| 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.