

**LA LAMPADINA,  
UN'INVENZIONE DI  
ALESSANDRO CRUTO**



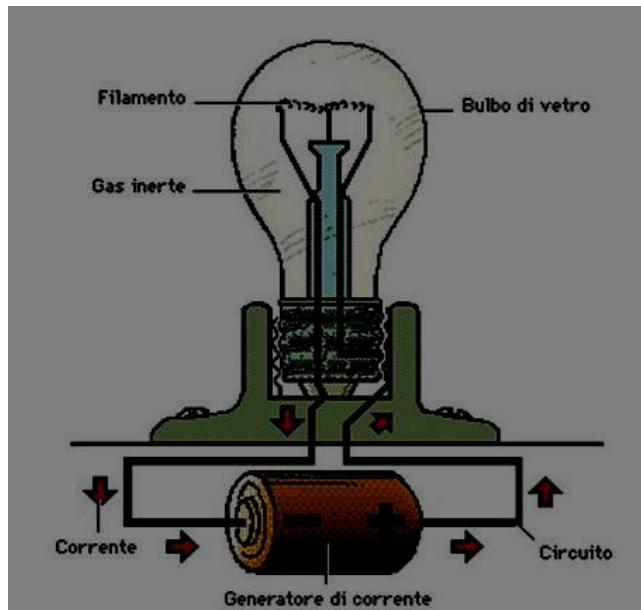
**relazione di**

**Giolo Sonia & Zanetello Giulia**

**Classe 5°G - Liceo scientifico Leonardo Da Vinci**

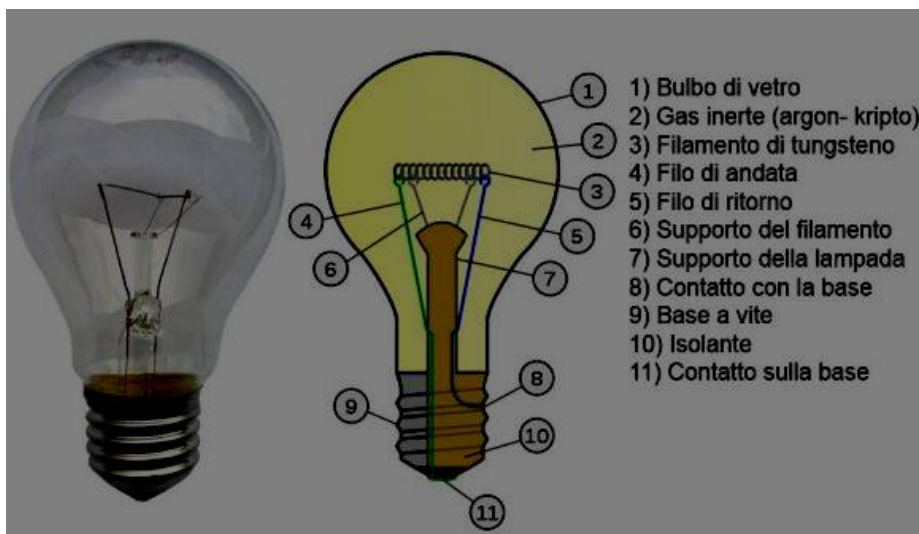
# LA LAMPADA A INCANDESCENZA

La **lampadina a incandescenza** è la prima sorgente luminosa artificiale che funziona grazie all'energia elettrica. Essa infatti è costituita da un filamento di *tungsteno* posto in un bulbo di vetro in cui è stato fatto il vuoto: facendo passare corrente elettrica nel filamento, questo si scalda a causa degli urti che gli elettroni della corrente hanno con il materiale (è il cosiddetto *effetto Joule*). L'alta temperatura fa agitare gli elettroni, accelerandoli in tutte le direzioni e, dal momento che una carica elettrica accelerata emette un'onda elettromagnetica, gli elettroni emettono luce con una frequenza d'onda proporzionale alla temperatura (infatti, per la *legge di Wien*, maggiore è la temperatura e maggiore è l'accelerazione e anche la frequenza dell'onda elettromagnetica emessa). Dato che le accelerazioni degli elettroni possono avere vari valori, l'emissione termica di luce avviene in un ampio intervallo di frequenze.



Solitamente, il riscaldamento del filamento avviene fino a circa **2700K**, ossia temperature per cui lo spettro di corpo nero corrispondente contiene componenti visibili sufficienti per illuminare. Inoltre tale riscaldamento comporta un aumento della resistenza elettrica e una diminuzione della corrente che vi scorre. Si giunge così ad un *equilibrio dinamico* in cui la resistenza elettrica opposta dal filamento di tungsteno al passaggio della corrente elettrica assume un valore stazionario che bilancia la potenza dissipata per effetto Joule.

## Schema di una lampada a incandescenza:



Se si osserva una lampada ad incandescenza, si notano due parti principali: un corpo sferoidale in vetro e una base a vite in metallo. All'interno della lampadina troviamo un filamento di un metallo, il **tungsteno** (impiegato per la prima volta da *William David Coolidge*), caratterizzato da una bassa resistenza elettrica, che viene supportato da bacchette di metallo e da un supporto in vetro. Solitamente esso non è lineare ma "doppio spiralizzato". Nelle lampadine moderne il bulbo di vetro non è vuoto ma contiene un gas nobile a bassa pressione, solitamente argon (o Krypton). Questi gas riducono i rischi di implosione e prolungano la vita del filamento. Inoltre la presenza del gas argon riduce l'annerimento del bulbo dovuto al deposito del tungsteno che sublima.

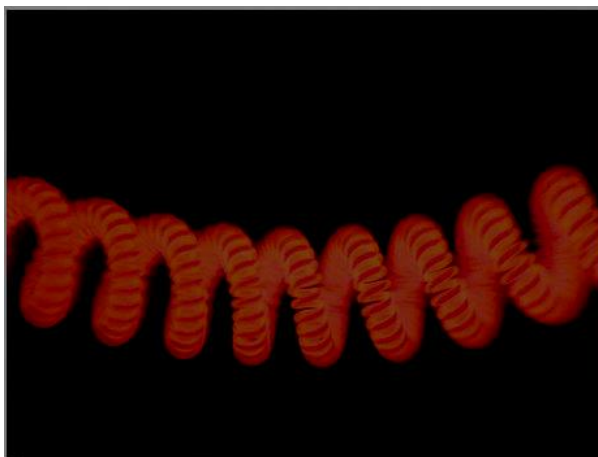
## IL FUNZIONAMENTO FISICO DELLA LAMPADINA

La lampadina a incandescenza, oltre ad aver cambiato per sempre l'illuminazione delle case e delle città, racchiude in sé la rivoluzione che fece abbandonare la meccanica classica in favore della meccanica quantistica.

Infatti, per spiegare il funzionamento della lampadina è necessario ricondursi al fenomeno dello spettro di corpo nero, che viene spiegato da **Planck** nel 1900 ipotizzando che l'energia della luce sia quantizzata in pacchetti, detti quanti. Egli sviluppa infatti una formula detta "**equazione di corpo nero**", dato che suppone che un corpo a una data temperatura assorba tutta la radiazione senza riflessioni. Le emissioni di un corpo nero seguono uno spettro che dipende unicamente dalla temperatura (*legge di Planck*).

Alla legge di Planck si collega poi la legge di *Stefan-Boltzmann*, secondo la quale l'energia irradiata per secondo da un corpo nero è proporzionale alla temperatura espressa in Kelvin, elevata alla quarta; ovvero  $E = \sigma T^4$  In cui  $\sigma$  = costante di Stefan-Boltzmann ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ ). Da ciò ne deriva che se noi sottoponiamo un corpo nero ad una certa temperatura questo emetterà energia e tanto più elevata sarà la temperatura a cui esso è sottoposto tanto tanto minore sarà la lunghezza d'onda a cui emetterà radiazione (*legge di Wien*).

Il **tungsteno**, pur non essendo un corpo nero vero e proprio, può comunque essere assimilato ad esso: attraverso il passaggio di corrente il filamento di tungsteno viene portato ad una temperatura di circa **2700 K**, con conseguente emissione di energia, parte della quale nello spettro del visibile. Solo **5-7%** dell'energia emessa dal tungsteno, però, ricade all'interno dello spettro del visibile (compreso tra 380 e 780 nm), circa il **93-95%** viene invece emesso sopra i 780 nm, cioè nell'*infrarosso* (IR), e quindi disperso come calore.

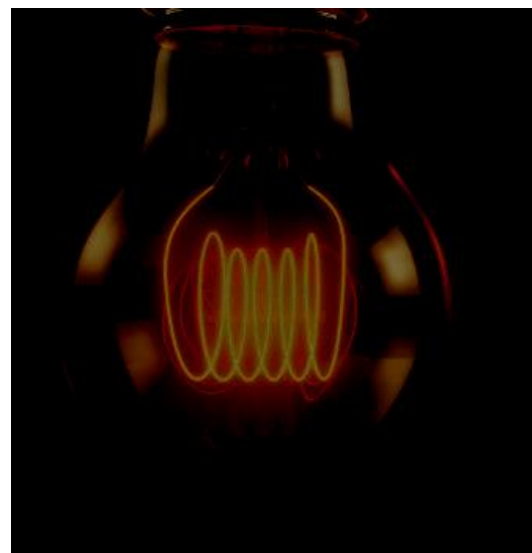
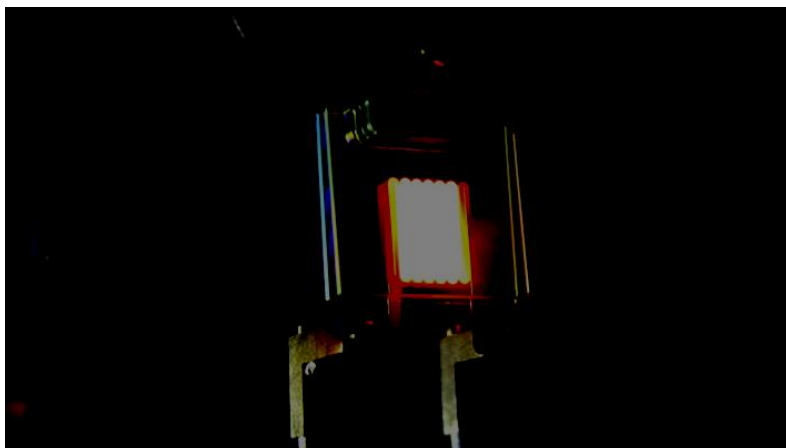
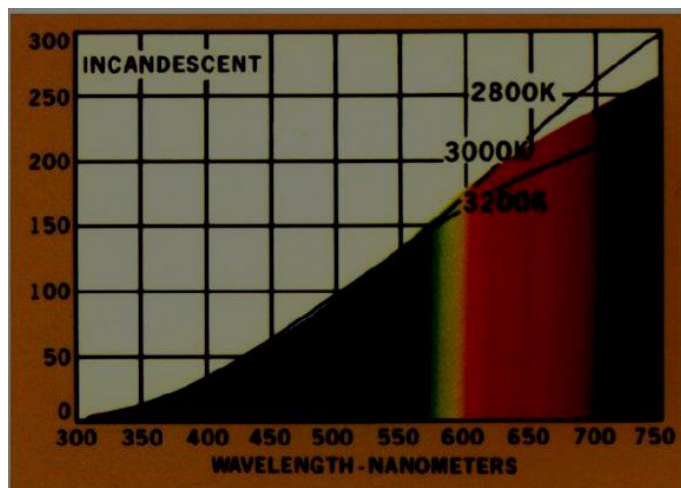


# IL RITORNO DELLA LAMPADA A INCANDESCENZA

La lampada a incandescenza è stata ormai soppiantata a causa della sua **scarsa efficienza** (il rapporto tra luce emessa ed energia consumata), che si aggira intorno al **5%**. Al contrario, le *energy saving*, quali LED e CFL (fluorescenti compatte), hanno una resa che tocca anche il **15%**, sebbene siano più costose (ma anche durature).

Tuttavia, la lampada ad incandescenza potrebbe tornare in futuro, grazie a una tecnologia del **MIT** - *Massachusetts Institute of Technology* - che permette di recuperare parte dell'energia dispersa in calore. Un team di ricercatori ha dimostrato infatti come sia possibile riciclare parte dell'energia dissipata in calore grazie a una struttura cristallina integrata nel bulbo che circonda il filamento di tungsteno.

La tecnica del MIT, battezzata *recycling light*, fa sì che l'energia normalmente dispersa in calore "rimbalzi" contro l'ampolla di vetro e venga reindirizzata verso la spirale di tungsteno, che può così utilizzarla per produrre nuova luce.



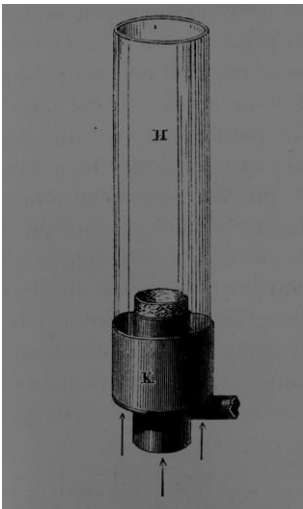
### *Il prototipo del MIT*

Un vantaggio del ritorno alle lampade a incandescenza è il fatto che esse raggiungono una resa dei colori quasi ideale: infatti, a parità di efficienza, la lampadina a incandescenza ha un miglior **indice di resa cromatica (IRC)**, ovvero la misura di quanto appaiono naturali i colori degli oggetti illuminati, rispetto alle lampadine fluorescenti o LED di migliore qualità ( quasi 100% contro l'80%).

## LA STORIA DELLA LAMPADINA

Fino al 19° secolo l'illuminazione artificiale è stata affidata esclusivamente alla luce della fiamma ottenuta bruciando dapprima legna ed altri combustibili fossili sotto forma di torce e, successivamente, pece, grassi ed oli animali, oli vegetali e cera. Le prime vere lampade erano ricavate da grosse conchiglie o da pietre scavate; gli Egiziani usavano lampade in pietra munite di stoppini di cotone, i Greci ed i Romani lampade di bronzo o di materiali come il coccio e la ceramica.

Nel corso dei secoli apparvero poche novità importanti nel settore dell'illuminazione, fino alla comparsa della **lampada ad olio** di *Argand* messa a punto nel 1783. Nei primi anni del XIX secolo si diffuse l'uso di lampade a gas, grazie soprattutto a *William Murdock*, ingegnere ed inventore scozzese, che fu il primo a sviluppare e commercializzare le prime lampade a gas. Nel 1802 illuminò l'esterno di una fabbrica, nel 1803 ne illuminò l'interno e via via illuminò ben 900 cotonifici. Dai primi del 1800 le lampade a gas illuminarono le strade di Londra e quelle di molte altre città europee ed americane. La luce della fiamma delle lampade a gas era però piuttosto giallognola ed essa creava parecchio fastidio agli occhi a causa dal tremolio della luce diffusa a sprazzi. Con la scoperta delle **leggi della elettricità** le tecniche di illuminazione hanno avuto un notevole impulso che ha rivoluzionato completamente i modi di produzione della luce fino ai nostri giorni.



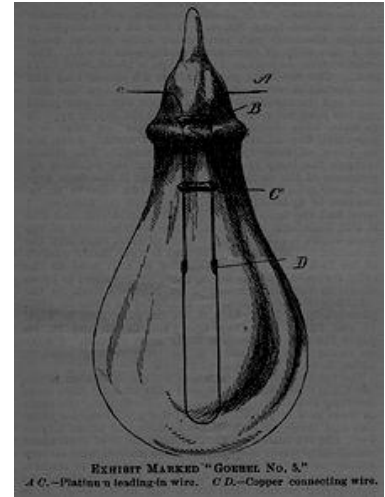
Infatti, già agli inizi dell'Ottocento il chimico francese *Louis Jacques de Thénard* e, in particolare, il chimico britannico *Humphry Davy*, uno dei padri dell'elettrochimica moderna oltre che maestro del celebre Michael Faraday, costatarono la possibilità di sfruttare gli effetti luminosi di una strisciolina di metallo portata all'**incandescenza**, anche se la loro intuizione non ebbe seguito per la scarsa efficienza delle sorgenti elettriche a disposizione e per le ricerche in corso sulle lampade ad arco elettrico, ritenute più promettenti.

Il metallo più idoneo per lo sfruttamento dell'incandescenza ai fini d'illuminazione risultò fin da subito il *platino*, già indicato da Davy, per la sua elevata temperatura di fusione (1768,4°C) e la relativa semplicità di ottenere filamenti con questo materiale. L'unico ostacolo alla realizzazione di lampade efficienti era, però, la durata, troppo breve per poter pensare ad un uso commerciale di una lampada realizzata con tale tecnologia. La temperatura elevata che i filamenti raggiungevano e la presenza dell'ossigeno nell'aria, anche in quantità minime, portavano in tempi rapidi alla loro rottura. Un problema serio vista la difficoltà di estrarre l'aria dalle ampole di vetro con le pompe a disposizione, troppo lente per essere compatibili con una produzione industriale.

Occorre aspettare il **1854** perché il tedesco *Heinrich Goebel* superi, almeno in parte, queste difficoltà e riesca in modo efficiente a produrre lampade a incandescenza. Goebel, che faceva l'orologiaio e girava per le città offrendo a pagamento l'uso del suo telescopio, realizzò le lampade utilizzando delle bottigliette di acqua di colonia parzialmente svuotate d'aria nelle quali inseriva, come elemento radiante, non un filamento metallico ma una strisciolina di *bambù carbonizzato*.

Le lampade di Goebel e quelle che vennero realizzate negli anni immediatamente successivi, in Francia nel 1856 da de Changy e in Russia nel 1872 da Lodyguine, non possono considerarsi ancora commercialmente impiegabili.

Solo a partire dal **1878** *Edison* si cominciò a interessare della realizzazione di lampade a incandescenza. Sulla scia di quanti lo avevano preceduto iniziò una serie di sperimentazioni con filamenti di platino e, dal 1879, anche con  *fibre vegetali carbonizzate*.

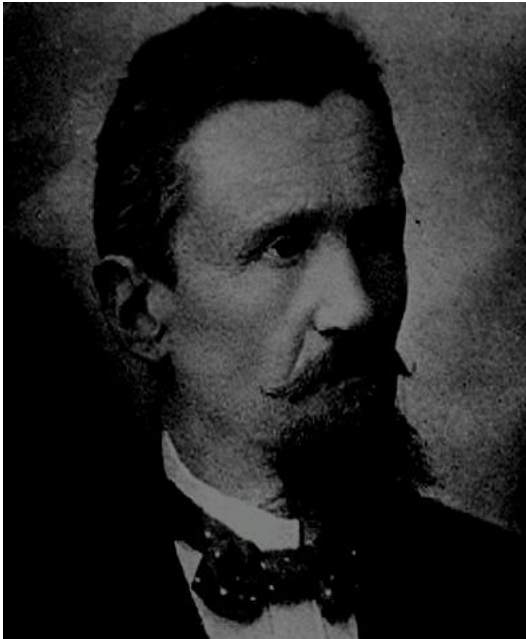


La lampada, che presentò il **31 dicembre 1879** e che utilizzava un filamento di carta carbonizzata, entrò in produzione l'anno successivo, costruita e commercializzata dalla *Edison Lamp Company*. La convinzione che le fibre vegetali carbonizzate fossero la soluzione ottimale lo portò a sperimentare molte specie di bambù, trovandolo particolarmente adatto a fornire il materiale per il filamento delle sue lampade. La presentazione in pubblico della fine del 1879 della lampada a filamento di carbone fu anticipata, però, da quella che Swan fece nel febbraio dello stesso anno alla Royal Society di Newcastle.

Le lampade prodotte industrialmente da Edison nel 1880 duravano però solo un centinaio di ore e non avevano ancora una buona efficienza luminosa, cioè un valore adeguato del rapporto tra il flusso luminoso prodotto e la potenza in ingresso, misurato in lumen/Watt (lm/W).

## L'IMPORTANZA DI ALESSANDRO CRUTO

E' grazie ad un inventore piemontese contemporaneo di Edison, **Alessandro Cruto**, che le lampade ad incandescenza raggiungono la loro massima efficienza.

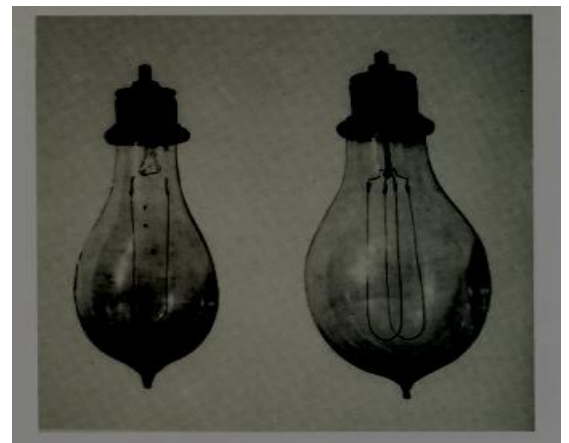


Alessandro Cruto nacque a Piosasco, in provincia di Torino, il **21 maggio 1847** da genitori di modeste origini. Abbandonò fin da subito la scuola professionale di architettura a Torino, per aiutare il padre, capomastro edile, con il sogno di ottenere la cristallizzazione del carbonio in modo tale da produrre diamante. Dopo aver acquistato un compressore di gas e alcuni macchinari riuscì ad aprire un laboratorio nel paese natale nel **1872**, dove effettuò test di produzione di carbonio puro, con caratteristiche molto simili al diamante, riscaldando ad alta pressione l'etilene in fase gassosa. Il procedimento da lui seguito era piuttosto semplice: in un piccolo forno era collocato un tubo di ferro che aveva all'interno un tubo di porcellana, nel quale veniva fatta scorrere dell'etilene sotto pressione; dopo alcune ore la parete interna del tubo di porcellana si ricopriva di una sottile guaina di carbonio che aveva l'aspetto di una lamina lucente ed omogenea e che poteva essere facilmente distaccata.

Cruto nel **1876** riuscì a ottenere anche del carbonio in forma di *lamine lucenti ed elastiche*.

Nel 1879 assistì ad una serie di conferenze tenute a Torino da *Galileo Ferraris*, sui progressi dell'elettrotecnica e sugli esperimenti compiuti da Thomas Edison, tesi alla ricerca di un filamento capace di resistere ad alte temperature e perciò adatto per la sua lampada elettrica, che finora aveva avuto scarso successo. Edison infatti, che aveva cominciato i suoi esperimenti con filo di cotone carbonizzato, era riuscito, dopo una lunga serie di prove e con l'aiuto di numerosi collaboratori, ad individuare nella fibra di bambù un materiale meno fragile per il filamento della lampada: questa soluzione era però ancora da sottoporre a verifiche e perfezionamenti.

Cruto decise di applicare alla lampadina a incandescenza di Edison le *lamine di carbonio* che aveva imparato a fabbricare nel 1876. Inventò con pochi mezzi un filamento di grafite adatto per le lampade elettriche ad incandescenza con un coefficiente di resistività positivo (aumenta cioè con l'aumento della temperatura). Il filamento di Cruto è preparato depositando la *grafite* su un sottile filo di platino del diametro di qualche centesimo di millimetro che, curvato secondo la forma desiderata, era introdotto in un'ampolla di vetro piena di **etilene**, in un'atmosfera di idrogeno bicarbonato. Facendo passare la corrente elettrica attraverso il filo di platino, si sviluppava del calore che provocava la decomposizione dell'etilene, facendo depositare un velo sottile e duro di carbonio sul filo. Cruto intuì che la sua scoperta avrebbe potuto essere utilizzata per i filamenti delle lampadine elettriche in sostituzione di quelle in bambù carbonizzato, in quanto produceva una *luce bianca, viva, senza scosse e di lunga durata*. Cruto non solo riuscì ad ottenere filamenti di carbonio interamente sintetici e con caratteristiche controllate e programmabili, ma anche una saldatura elettrica del filamento ai reofori metallici (invenzione che breveterà nel 1882).



Con l'autorizzazione del professor Andrea Naccari sperimentò nel **1880** la sua invenzione nel laboratorio di fisica dell'Università di Torino. Raggiunse l'obiettivo di produrre una lampadina funzionante il **4 marzo 1880**, cinque mesi dopo Edison, a cui è riconosciuta l'invenzione della lampada ad incandescenza, sebbene allo scienziato statunitense occorreranno poi altri otto anni per ottenere un prodotto commercialmente valido.

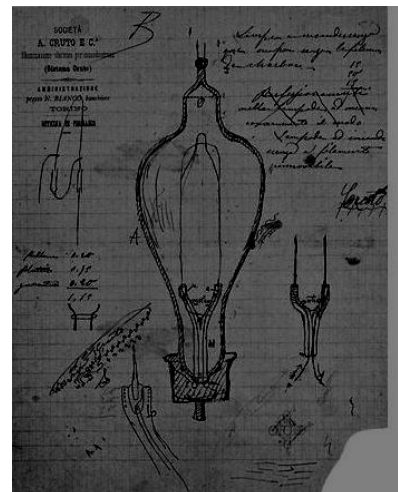
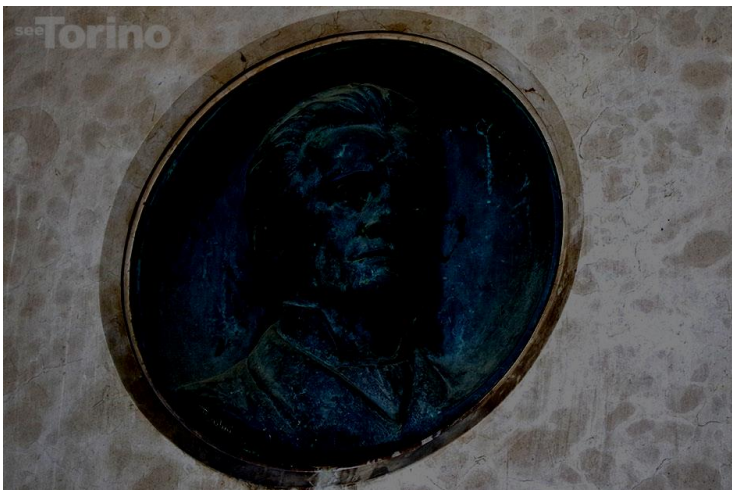
Nel febbraio del 1882 costituì a Piossasco la "A. Cruto e Comp." per la fabbricazione e commercializzazione di lampade elettriche. Nel 1882 partecipò all'**Esposizione di Elettricità** a Monaco di Baviera dove riscosse un enorme successo per la sua lampadina, il cui rendimento era maggiore rispetto a quella di Edison (faceva luce per **500 ore** contro le 40 di Edison) ed emetteva una luce più bianca di quella giallastra di Edison, successo confermato all'*Esposizione Nazionale di Torino* del 1884, tanto che Cruto riuscì a vendere il progetto in Francia, Svizzera, Cuba e Stati Uniti. È così che le lampadine di Cruto, nel 1883, vennero utilizzate dal comune di Piossasco per un impianto di illuminazione pubblica: Piossasco fu la prima città ad avere una via illuminata da lampade Cruto messe in batteria.



Nel 1885, l'inventore piemontese fondò la "*Società italiana di elettricità sistema Cruto*", con il compito di fabbricare e commerciare le lampadine elettriche. Lo stabilimento nacque ad **Alpignano**, sulla sponda meridionale della Dora Riparia, e la fabbrica venne ultimata nel 1886. La produzione giornaliera era di 1.000 lampade, gli operai erano 26 e lavoravano per una lira al giorno. Questo fatto non riuscì però a lenire i forti contrasti fra Cruto e la direzione della società, dalla quale decise infine di licenziarsi, per riprendere la sua passione di inventore (continuò infatti i suoi esperimenti, come quello per immagazzinare energia atmosferica

oppure la creazione di un giocattolo denominato "mosca elettrica"). Poi, nel 1922, la società *Edison Clerici* (che aveva acquistato gli stabilimenti di Alpignano) portò la produzione a Milano. Quindi, nel 1927, la fabbrica venne venduta alla **Philips**.

Anche oggi, purtroppo, Thomas Alva Edison continua ad essere comunemente considerato l'inventore della lampadina a incandescenza. Questo perché, a differenza di Alessandro Cruto, fu il primo ad applicare i metodi della produzione industriale alle invenzioni e ad imporre a livello internazionale i propri brevetti, decretandone il successo.





## SITOGRAFIA

<http://www.fondazionecruto.it/chi-era-alessandro-cruto/>

<http://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2012-08-30/nella-storia-lampadina-anche-184246.shtml?uuid=AbgaE0VG>

[http://www.treccani.it/enciclopedia/alessandro-cruto\\_\(Dizionario-Biografico\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/alessandro-cruto_(Dizionario-Biografico)/)

<http://giovanniboaga.blogspot.it/2014/01/la-lampada-incandescenza.html>

<http://www.iccolombo.it/uploads/materiali%20didattici/Tecnologia/Lampada%20ad%20incandescenza.pdf>

<https://www.scientificast.it/2016/12/13/come-funziona-una-lampadina/>

<https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/il-ritorno-della-lampadina-a-incandescenza>

[http://lft.unich.it/laboratorio-fisica-tecnica/images/pdf/lezioni/dispensa\\_illuminotecnica\\_13\\_14.pdf](http://lft.unich.it/laboratorio-fisica-tecnica/images/pdf/lezioni/dispensa_illuminotecnica_13_14.pdf)

<https://www.torinoscienza.it/personaggi/alessandro-cruto>

<http://www.comune.piossasco.to.it/storia-arte/Persone%20illustri.htm>