

LABORATORIO DI FISICA MODERNA

PLS - 2018-19 -4

Misura della Costante di Planck

Caratteristiche spettrali dell'emissione luminosa

L. Martina

Dipartimento di Fisica

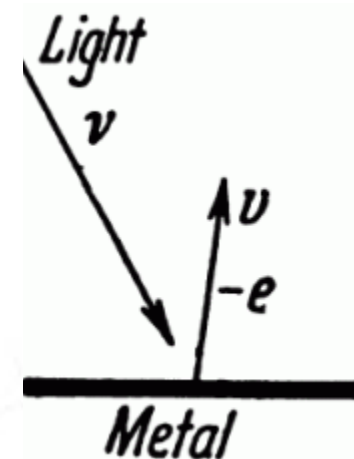
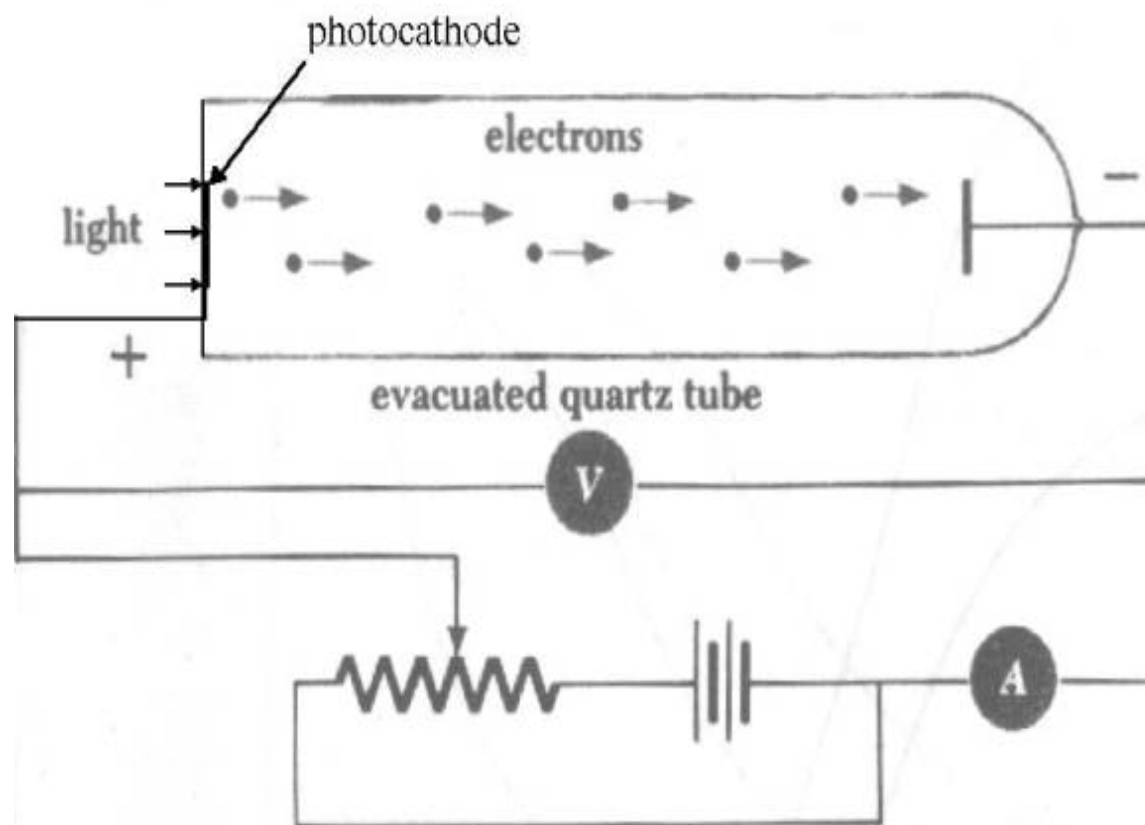
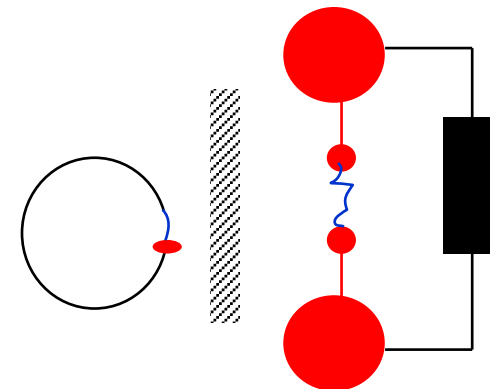
Università del Salento

Sezione INFN - Lecce



L'effetto Fotoelettrico

Quarzo	SI
Gesso	SI
Vetro	Ridotta
Legno	Nulla

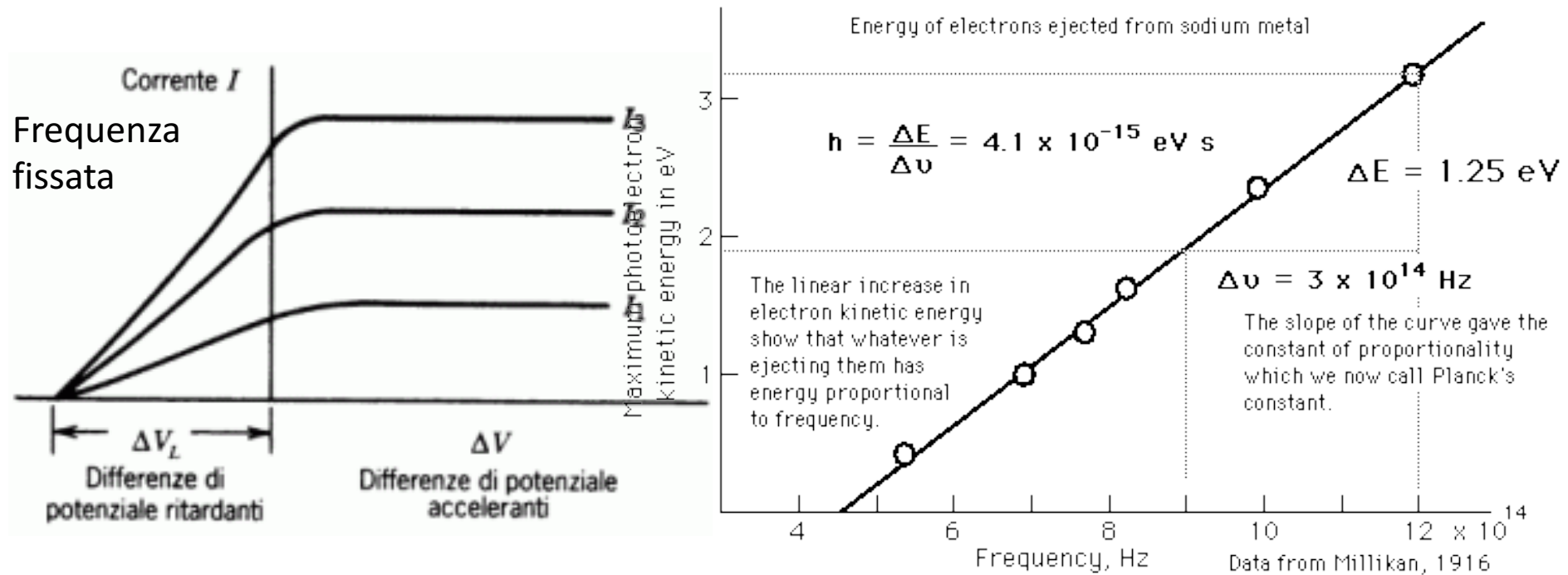


Hertz, 1887



Lenard
1899 - 1902

Relazioni caratteristiche dell'effetto fotoelettrico



- Solo luce con frequenza > frequenza di soglia produce una corrente
- La corrente è attivata in tempi < 10^{-6} s
- L'azione "puntuale" della luce incidente
- Proporzionalità tra corrente e intensità luminosa incidente
- Il potenziale di arresto è proporzionale alla frequenza della luce incidente

Incoerente con la Fisica Classica !!!

L'idea di Einstein



Nel 1905 Albert Einstein assunse l'ipotesi di Planck che la radiazione incidente è costituita da pacchetti ("quanti") di energia

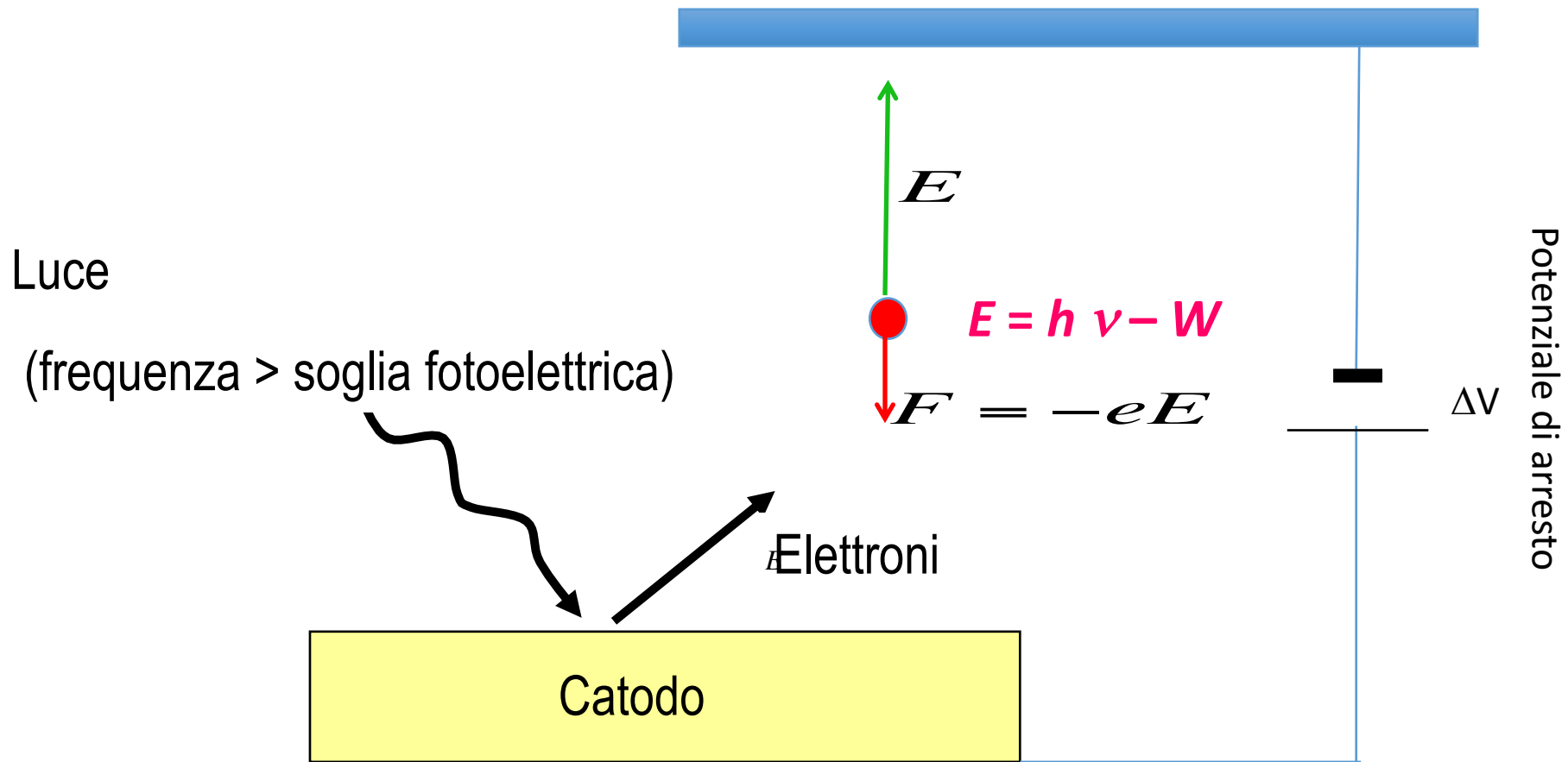
$$E = h\nu$$

dove ν è la frequenza e h è una costante (costante di Planck).

Nella fotoemissione, uno di questi quanti di energia viene assorbito da un elettrone del fotocatodo, ed emesso con energia

$$E = h\nu - W$$

dove l'energia minima necessaria ad estrarre l'elettrone, chiamata "lavoro di estrazione", si è indicata con W .



Affinché l'elettrone emesso riesca a raggiungere l'anodo a potenziale di arresto pari a $-\Delta V$, rispetto al catodo emettitore, deve possedere una energia a $E = e \Delta V$.

$$e \Delta V = E = h\nu - W \quad \longrightarrow \quad \Delta V = \frac{h}{e} \nu - \frac{W}{e}$$

Monocromatore a reticolo di Diffrazione

FIGURA A

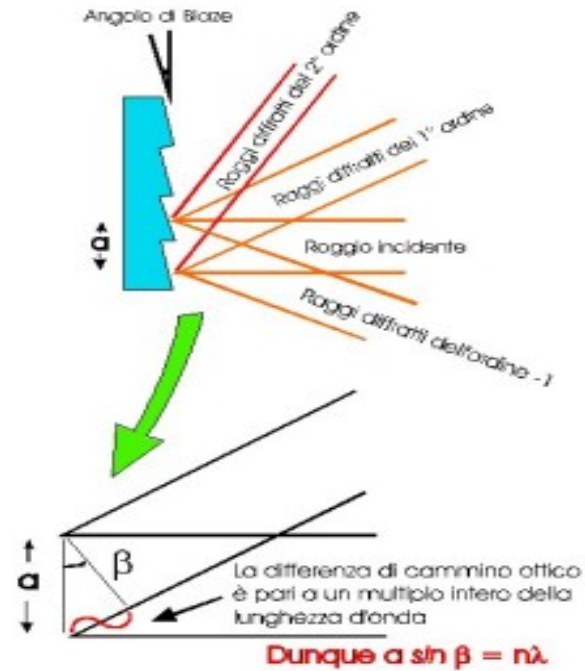
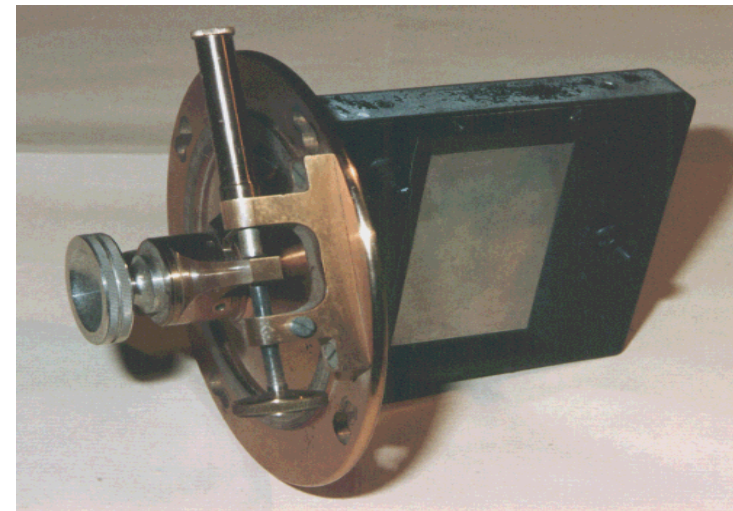
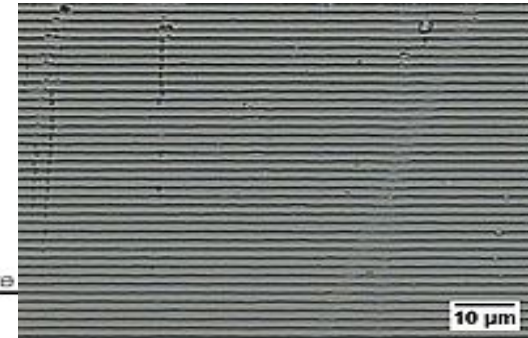
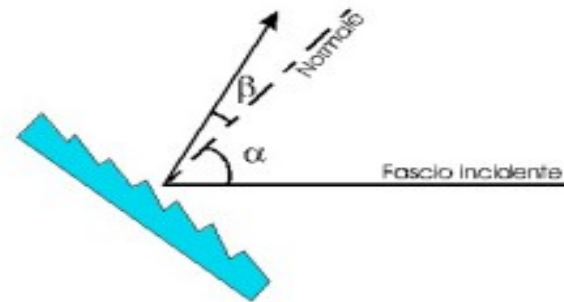
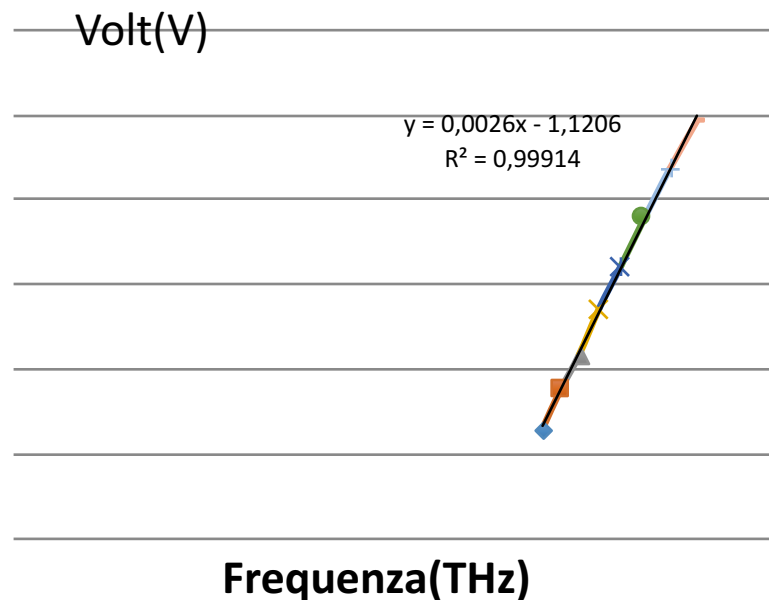


FIGURA B



Procedura sperimentale

Dopo aver selezionato la lunghezza d'onda della luce che si vuole analizzare, con il voltmetro applichiamo una ddp ritardante, cioè negativa in modo da ottenere sul display dell'amperometro un'intensità di corrente nulla (entro gli errori sperimentali). Applichiamo ripetutamente lo stesso procedimento per altre lunghezze d'onda per poi tracciare un grafico avente sull'ascissa la frequenza e sull'ordinata la ddp.



Dove il termine noto dell'equazione della retta rappresenta la frequenza di soglia della lastra metallica dalla quale si estraggono gli elettroni, mentre il coefficiente angolare m^* rappresenta il rapporto h/e , quindi $h = m^* e$.

$$V = (h/e) \nu - (W/e)$$

Questa è l'equazione rappresenta di una retta:

- h/e è il coefficiente angolare

- W/e è lo zero della funzione

Esempio di Misura

C=	299.792.458	m/s						
	λ (Å)	λ (m)	err relat su λ	frequenza f	$f \cdot 10^{14}$	err. Ass su f	ΔV	err ass su ΔV
	6200	6,20E-07	1,61E-03	4,835E+14	4,8354	0,01	0,24	0,02
	6000	6,00E-07	1,67E-03	4,997E+14	4,9965	0,01	0,27	0,02
	5800	5,80E-07	1,72E-03	5,169E+14	5,1688	0,01	0,28	0,02
	5600	5,60E-07	1,79E-03	5,353E+14	5,3534	0,01	0,33	0,02
	5400	5,40E-07	1,85E-03	5,552E+14	5,5517	0,01	0,38	0,02
	5200	5,20E-07	1,92E-03	5,765E+14	5,7652	0,01	0,43	0,02
	5000	5,00E-07	2,00E-03	5,996E+14	5,9958	0,01	0,49	0,02
	4800	4,80E-07	2,08E-03	6,246E+14	6,2457	0,01	0,60	0,02
	4600	4,60E-07	2,17E-03	6,517E+14	6,5172	0,01	0,67	0,02
	4400	4,40E-07	2,27E-03	6,813E+14	6,8135	0,02	0,69	0,02
							media	

Err ass. su λ =10 Å

Err ass. su λ 1,00E-09 metri

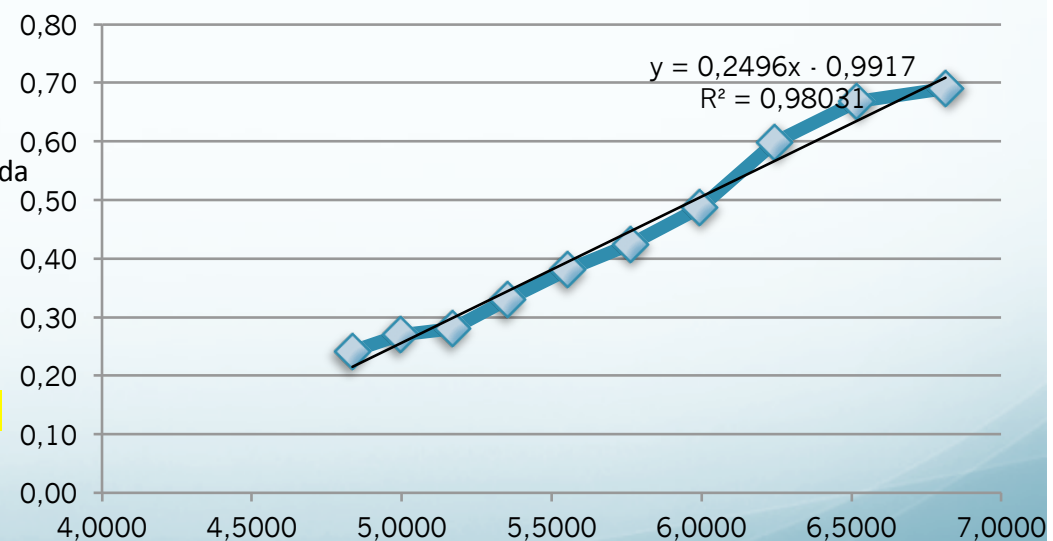
errore relativo sulla frequenza uguale all'errore relativo su λ

ΔV =0,02 volt

$h/e = 2,496E-15$

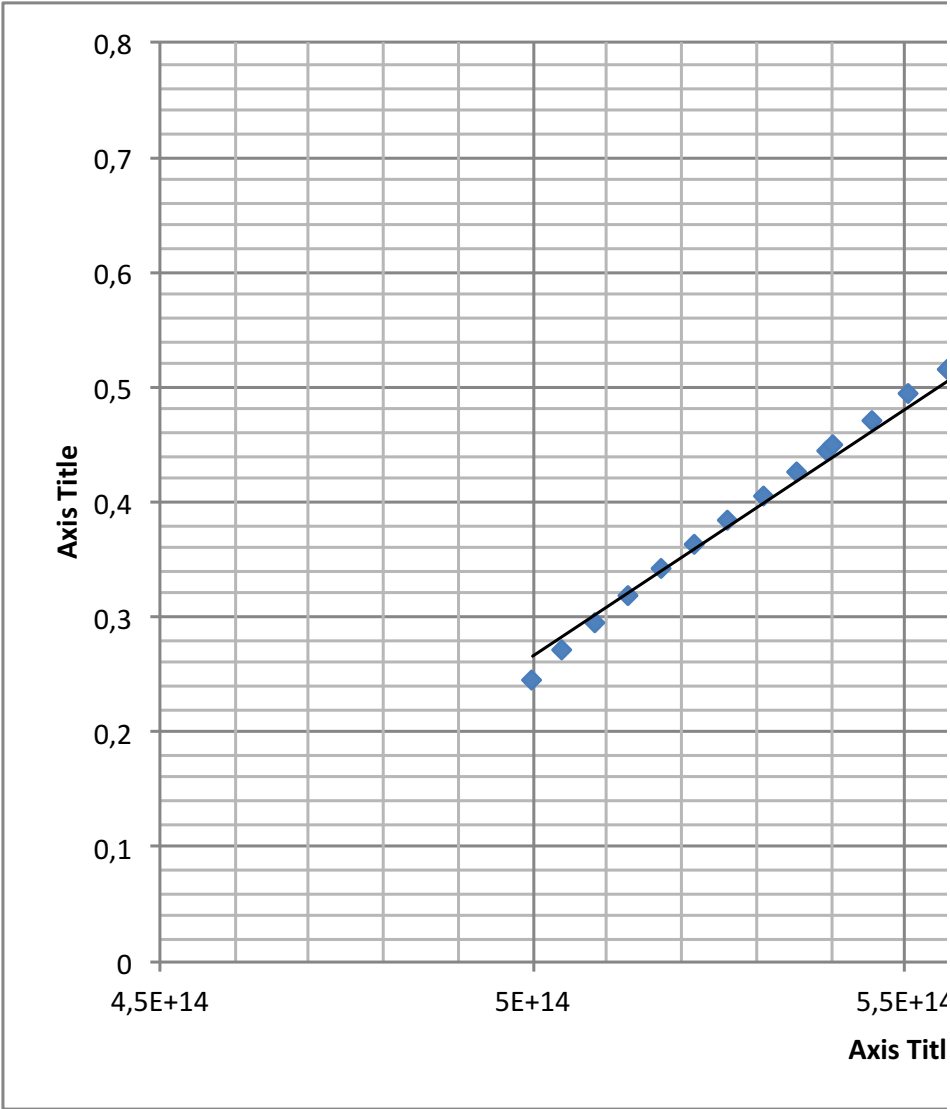
$e = 1,602E-19$

$h = 3,99859E-34 = 4,00 E-34$

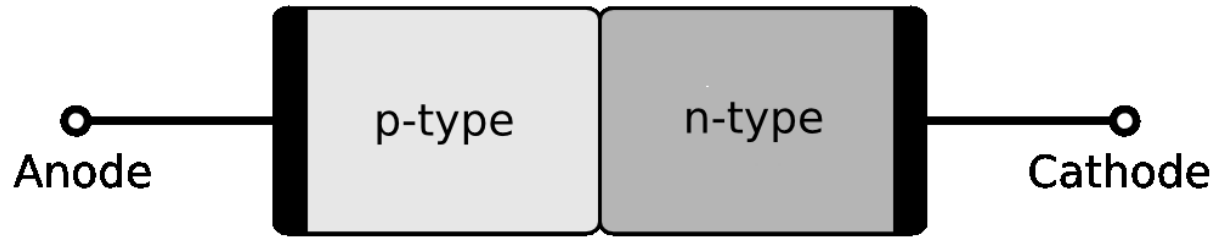


ALTRO ESEMPIO

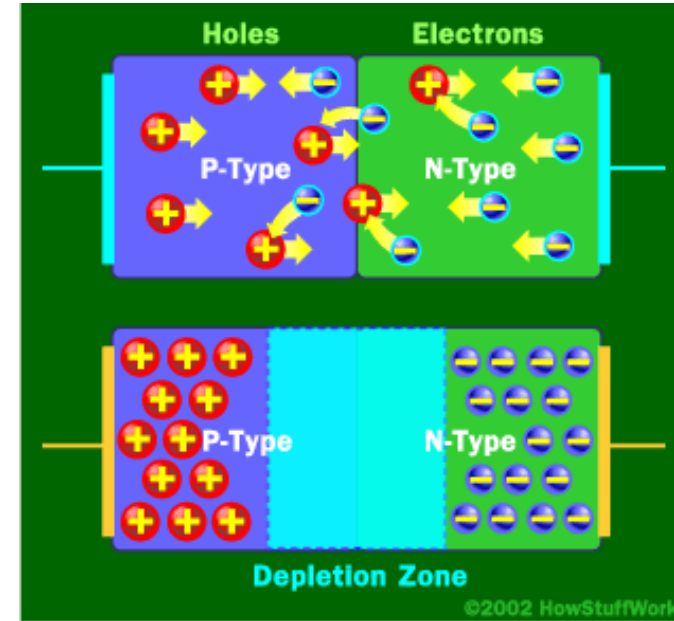
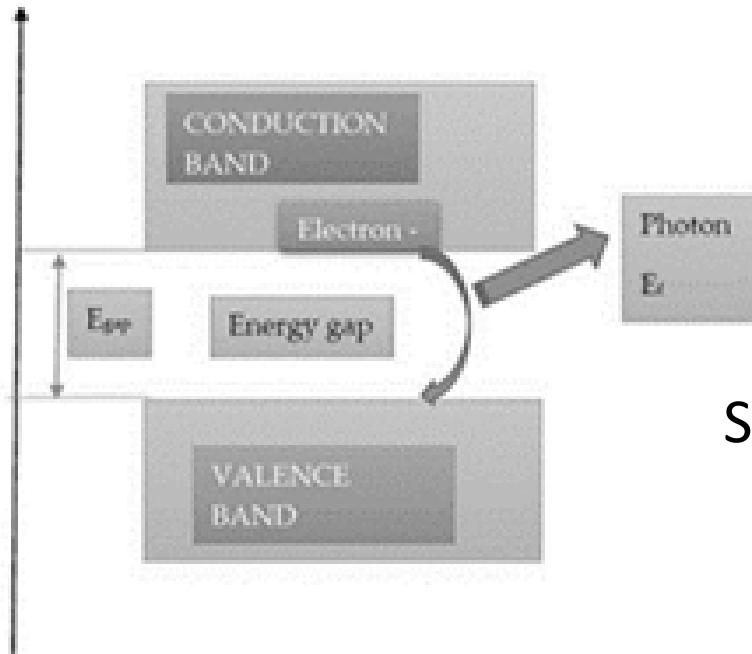
λ	ν (Hz)	d.d.p.
600	5E+14	0,245
595	5,04E+14	0,271
590	5,08E+14	0,294
585	5,13E+14	0,317
580	5,17E+14	0,341
575	5,22E+14	0,363
570	5,26E+14	0,384
565	5,31E+14	0,405
560	5,36E+14	0,426
556	5,4E+14	0,444
555	5,41E+14	0,449
550	5,45E+14	0,47
545	5,5E+14	0,492
540	5,56E+14	0,513
535	5,61E+14	0,536
530	5,66E+14	0,558
525	5,71E+14	0,578
520	5,77E+14	0,598
515	5,83E+14	0,617
510	5,88E+14	0,638
505	5,94E+14	0,655
500	6E+14	0,678



Metodo della emissione da LED

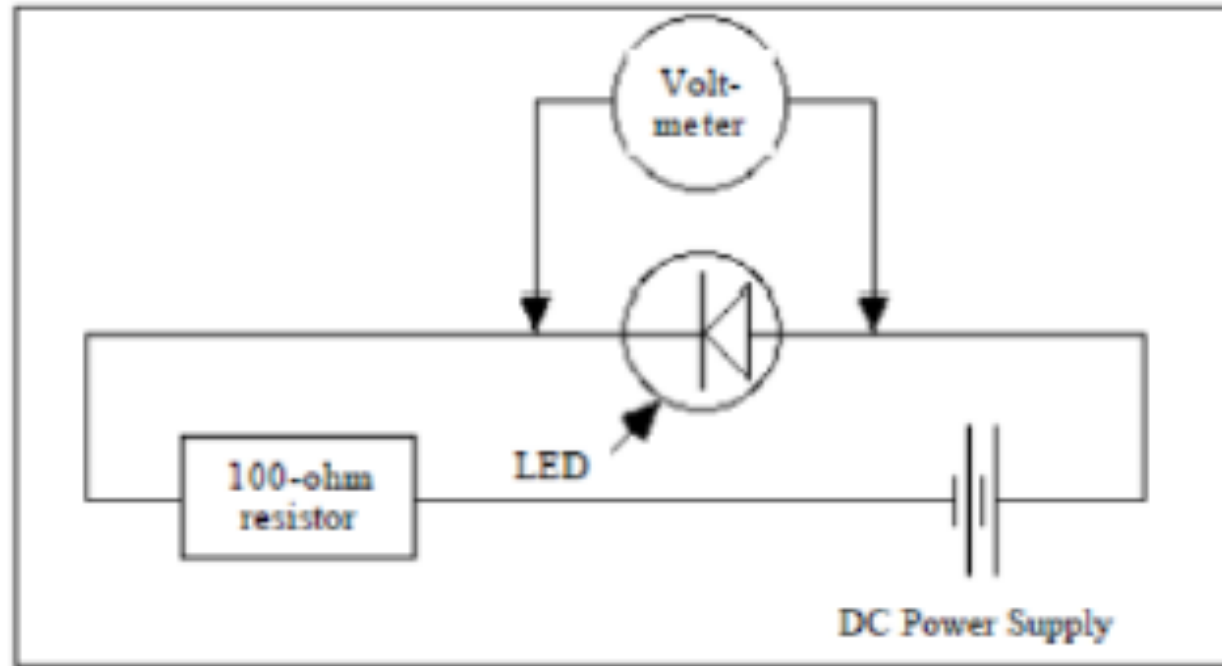
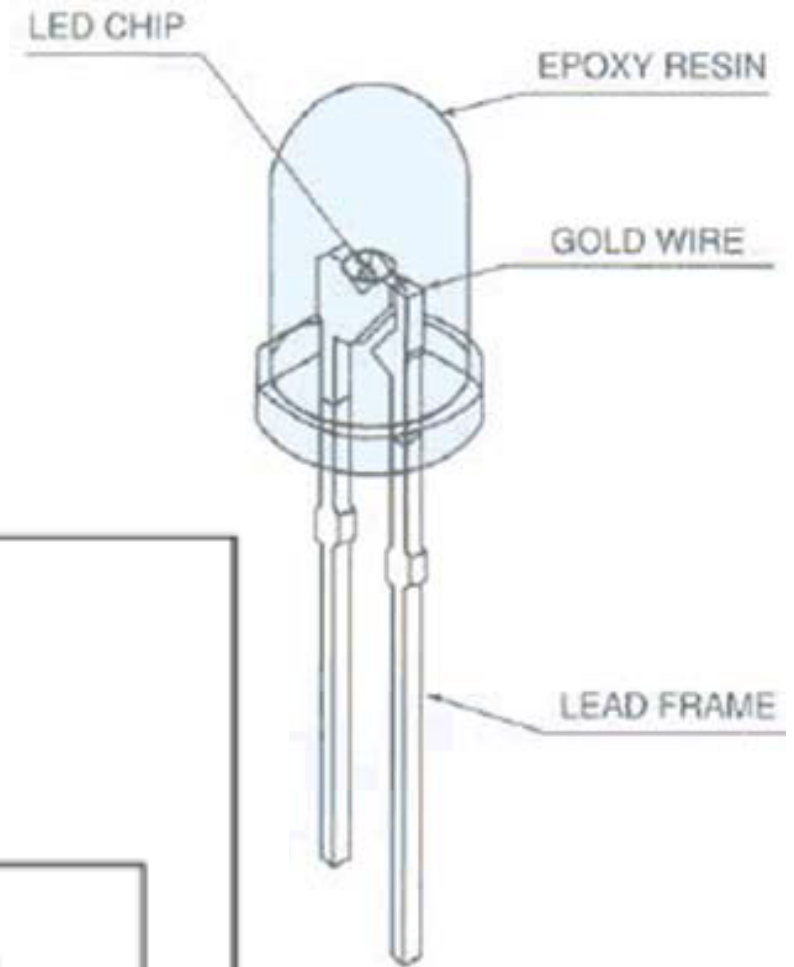
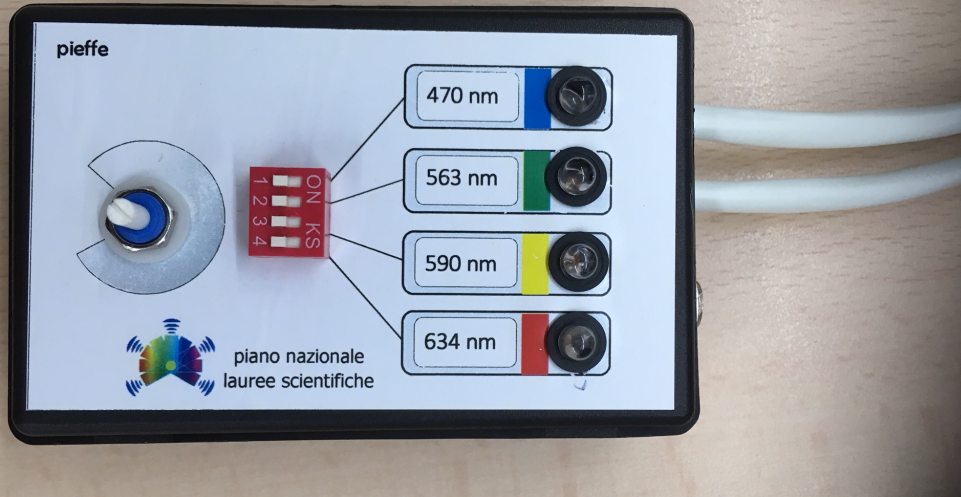


DIODO



Struttura a Bande di un semi conduttore

Figure 1. The current -voltage curve for a typical LED



$$I_F = mV_F - n \quad (\text{eq.2})$$

With the calculation performed with Excel software, we can determine the experimental value of Planck's constant. Starting from

$$V_F = V_g + R_{\text{series}} I_F$$

from which

$$I_F = \frac{V_F}{R_{\text{series}}} - \frac{V_g}{R_{\text{series}}}$$

And finally

$$I_F = mV_F - n$$

Where

$$R_{\text{serie}} = 1 / m$$

And setting $I = 0$

$$V_g = \frac{n}{m}$$

Given that

$$E_g = h \nu$$

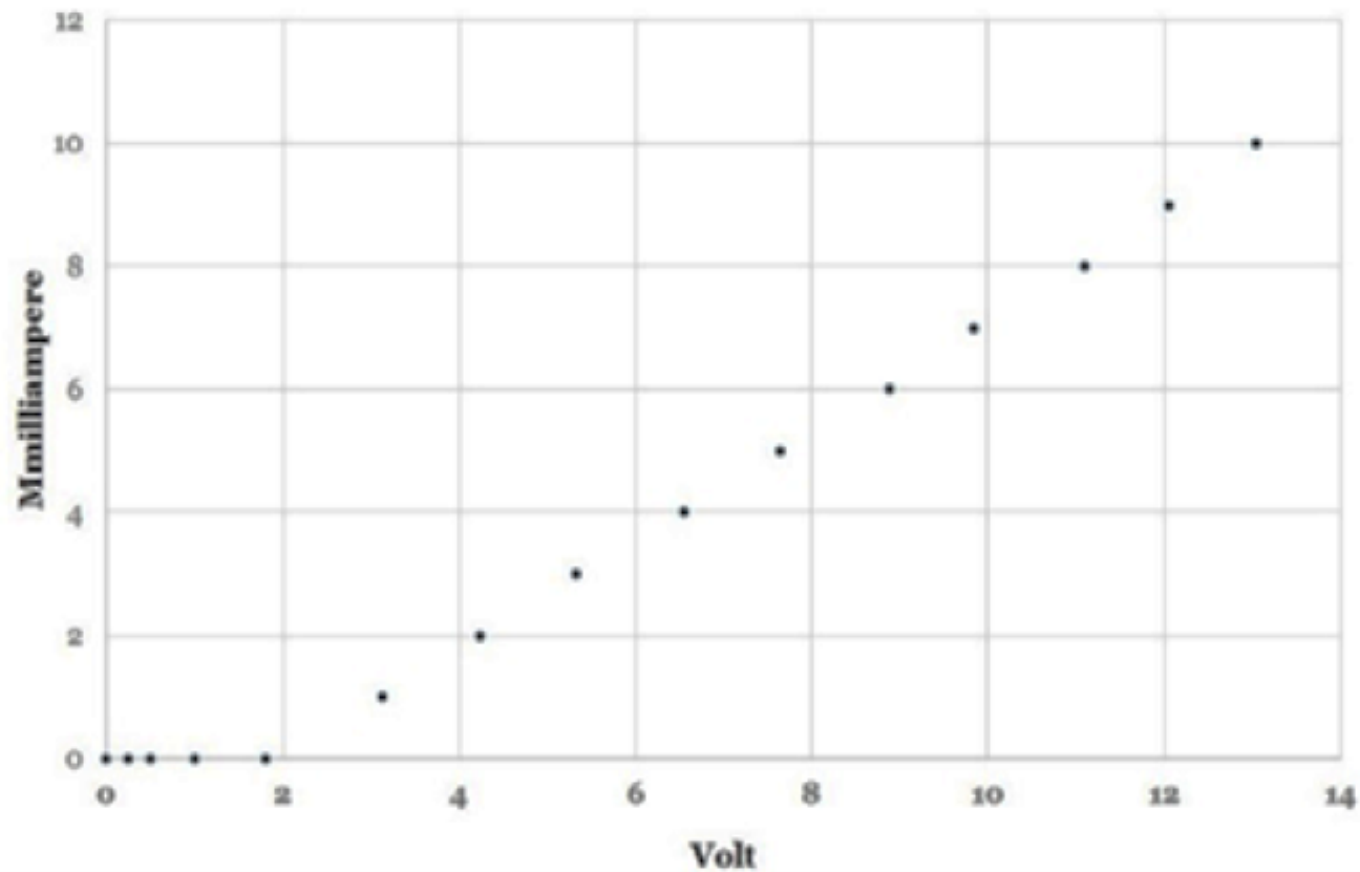
And all the same time

$$E_g = qV_g$$

we determine

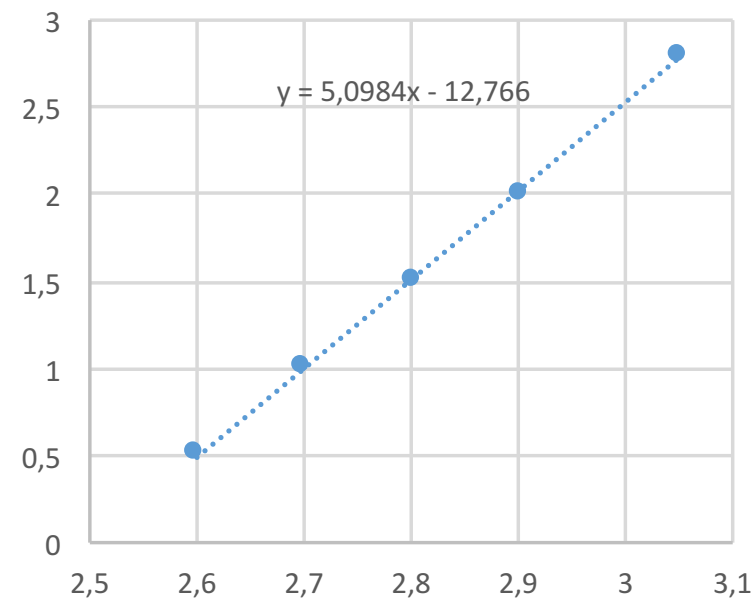
$$h = (qK^{-1}) / m \quad (\text{eq. 3})$$

Characteristic curve of an led

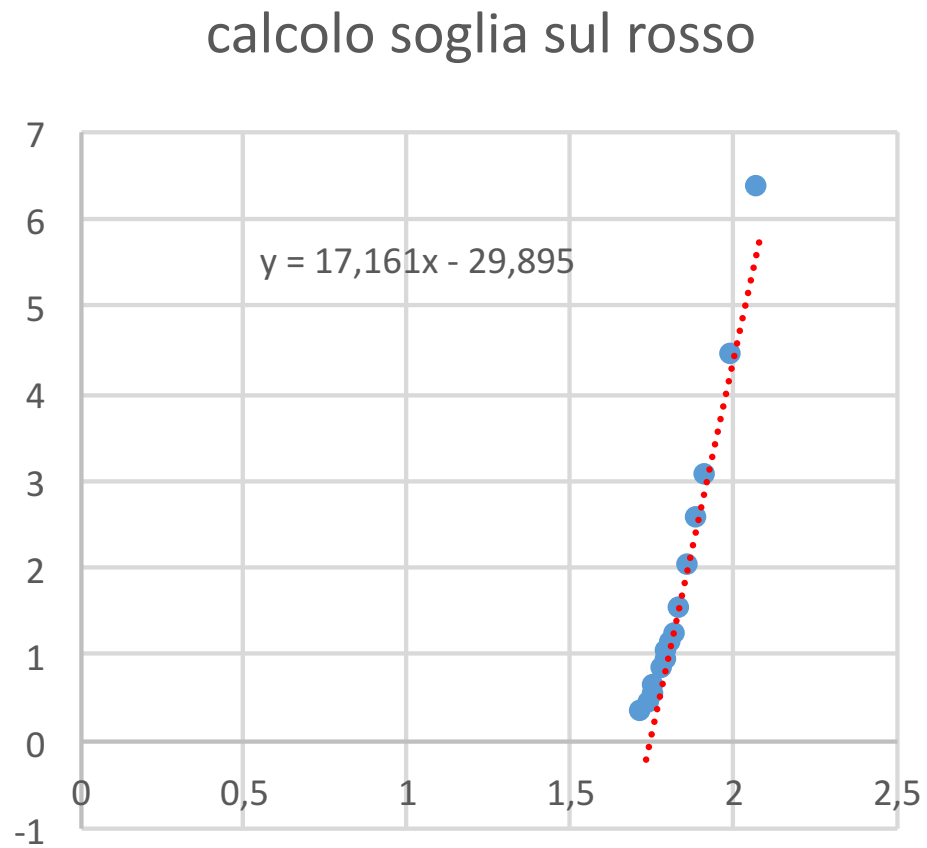


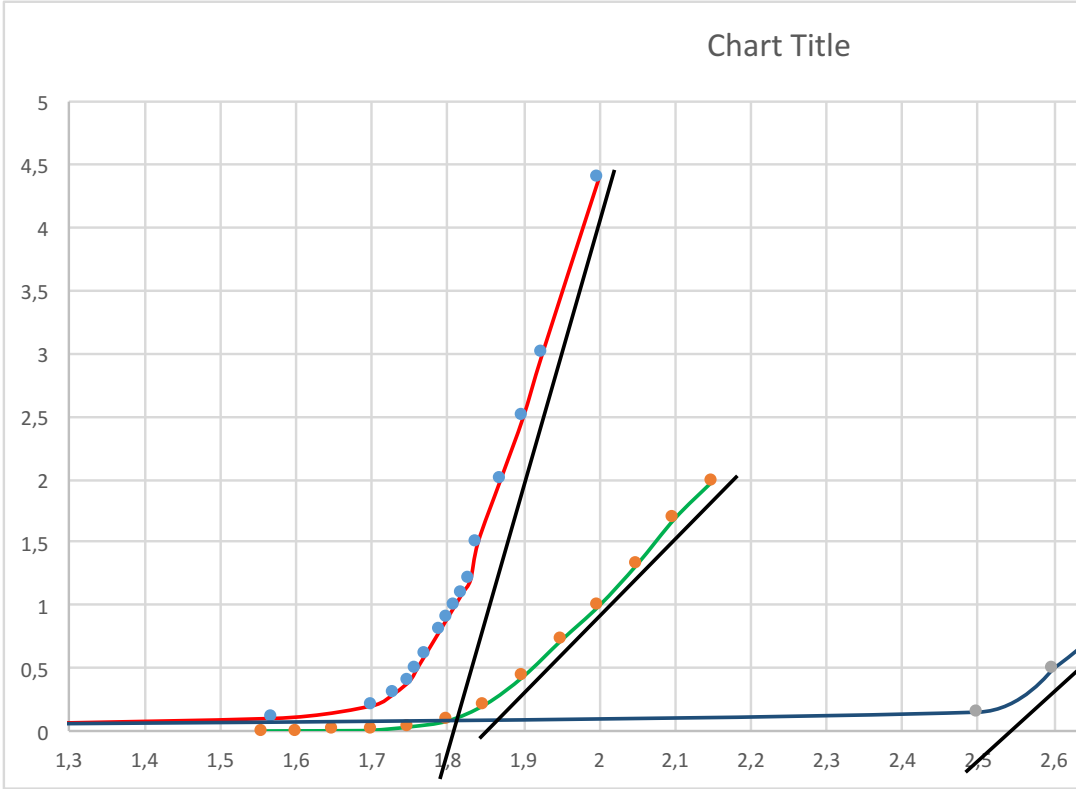
blu	
V (V)	A (mA)
0	0
2,5	0,15
2,6	0,5
2,7	1
2,8	1,5
2,9	2
3,05	2,8

calcolo soglia sul blu



rosso	
V (V)	A (mA)
0,64	0
1,57	0,1
1,7	0,2
1,73	0,3
1,75	0,4
1,76	0,5
1,77	0,6
1,79	0,8
1,8	0,9
1,81	1
1,82	1,1
1,83	1,2
1,84	1,5
1,87	2
1,9	2,5
1,925	3
2	4,4
2,08	6,3
3,03	160



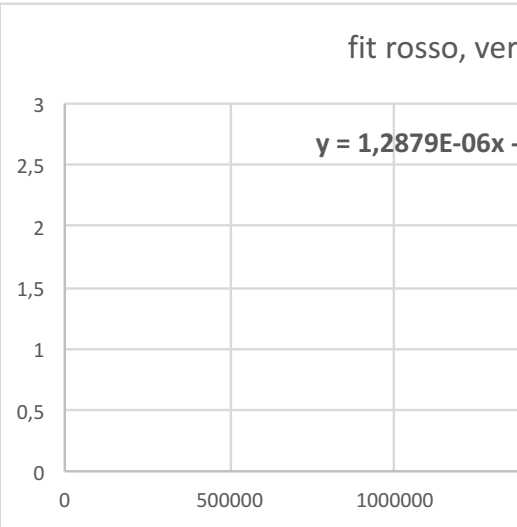


V (V) soglia	Lambda nm	1/lambda
1,78	625	1600000
1,8	568	1760563,4
2,5	455	2197802,2

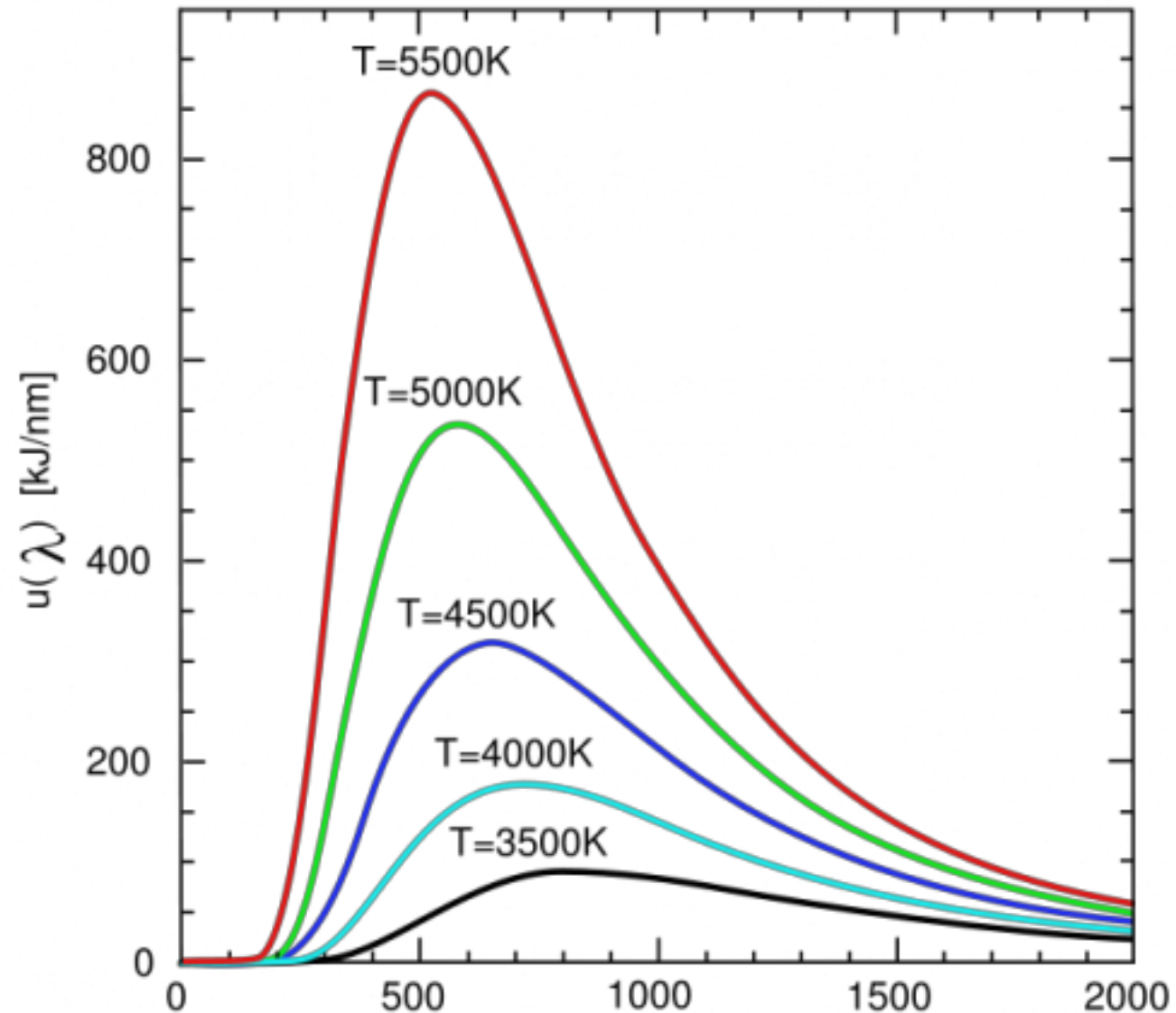
$e = 1,602E-19$

$m = 1,2879E-06$

$h = 6,87739E-34$

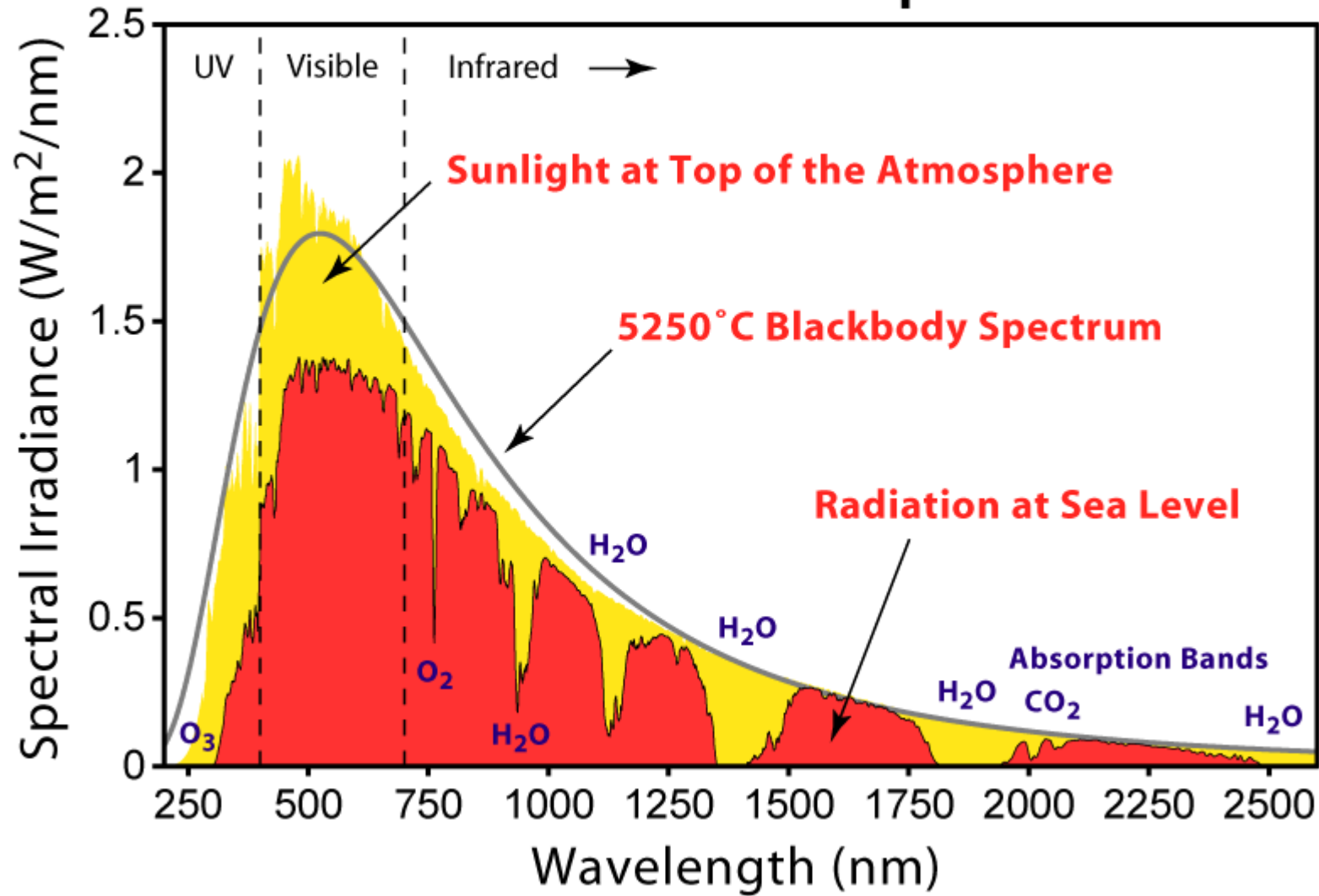


Curve spettrali di emissione

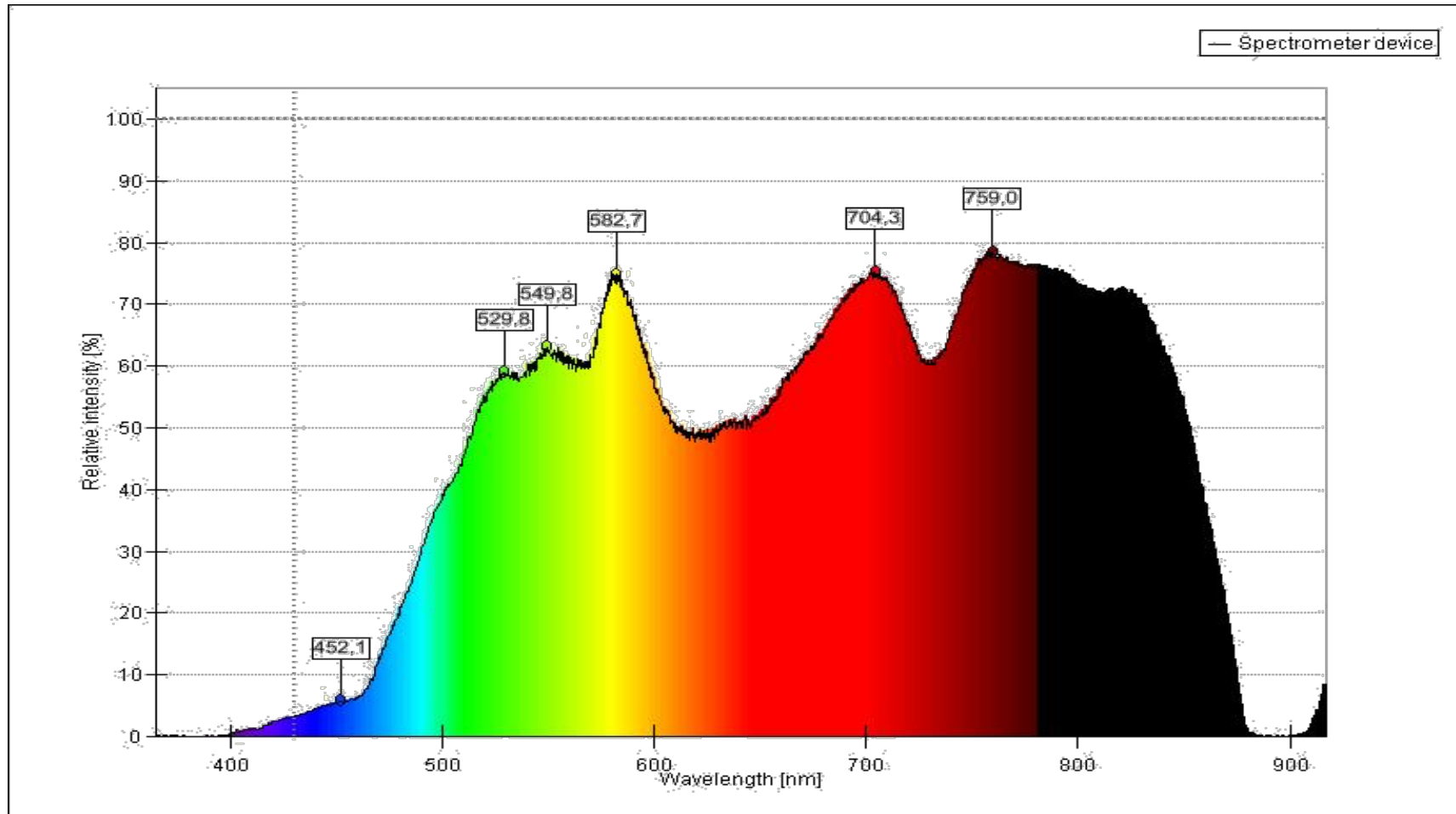


Curva di Corpo Nero

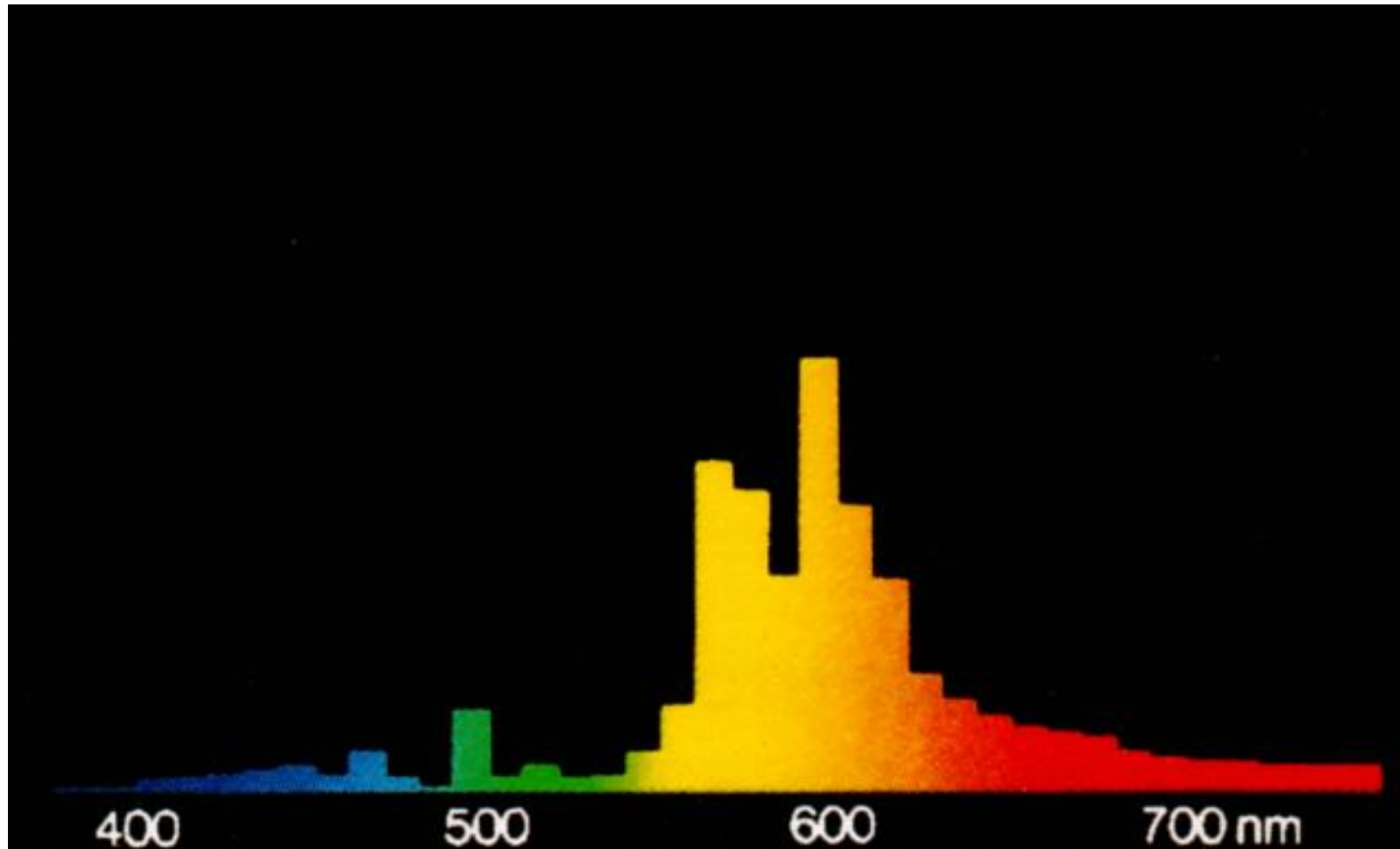
Solar Radiation Spectrum



Curva Spettrale di una Lampada Alogena



Curva Spettrale di una lampada al Sodio





Hydrogen



Sodium



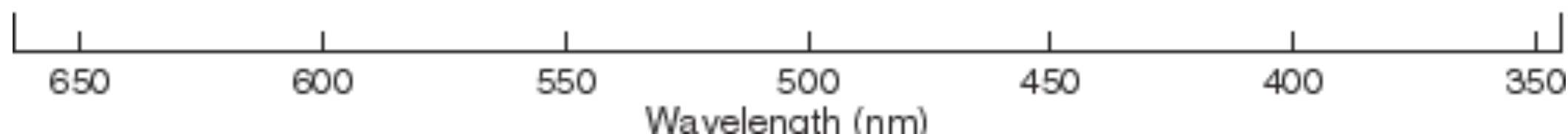
Helium



Neon

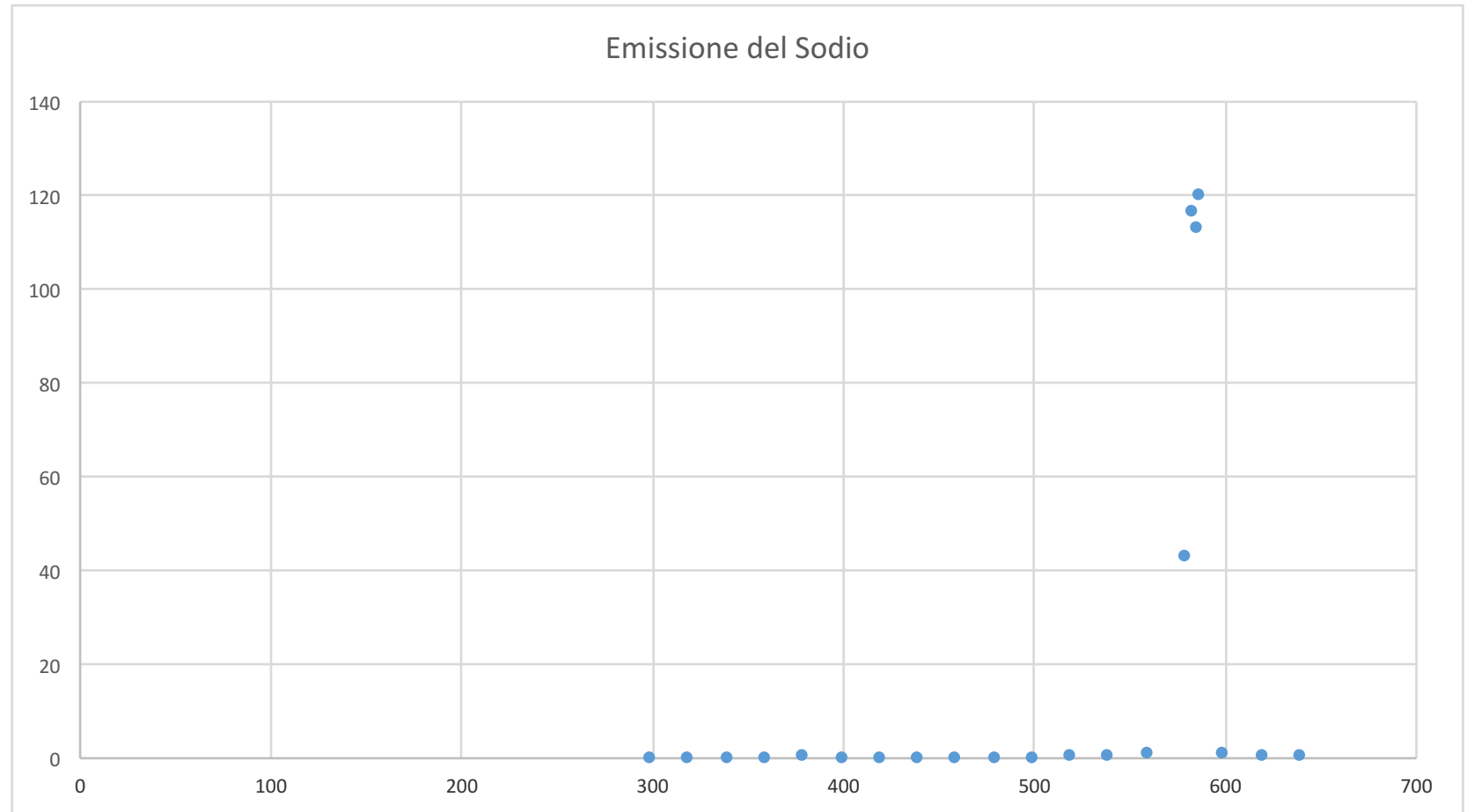


Mercury

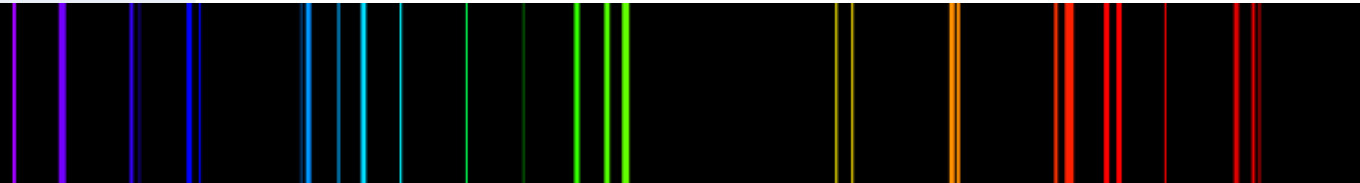


Misure di emissione spettrale

Lunghezza d'onda (nm)	Intensità di corrente (nA)
300	0,024
320	0,025
340	0,025
360	0,027
380	0,094
400	0,026
420	0,026
440	0,025
460	0,028
480	0,029
500	0,043
520	0,135
540	0,452
560	0,711
580	42,6
584	116,3
586	113
588	119,83
600	0,65
620	0,33
640	0,238



CADMIO	λ (nm)	I (a.u.)
	650	52
	640	183
	630	737
	600	140
	598	115
	594	97
	580	77
	570	74
	560	87
	550	98
	540	118
	520	246
	500	560
	480	886



POTASSIO	λ (nm)	I (a.u.)
	560	59
	564	154
	570	316
	574	837
	584	166

