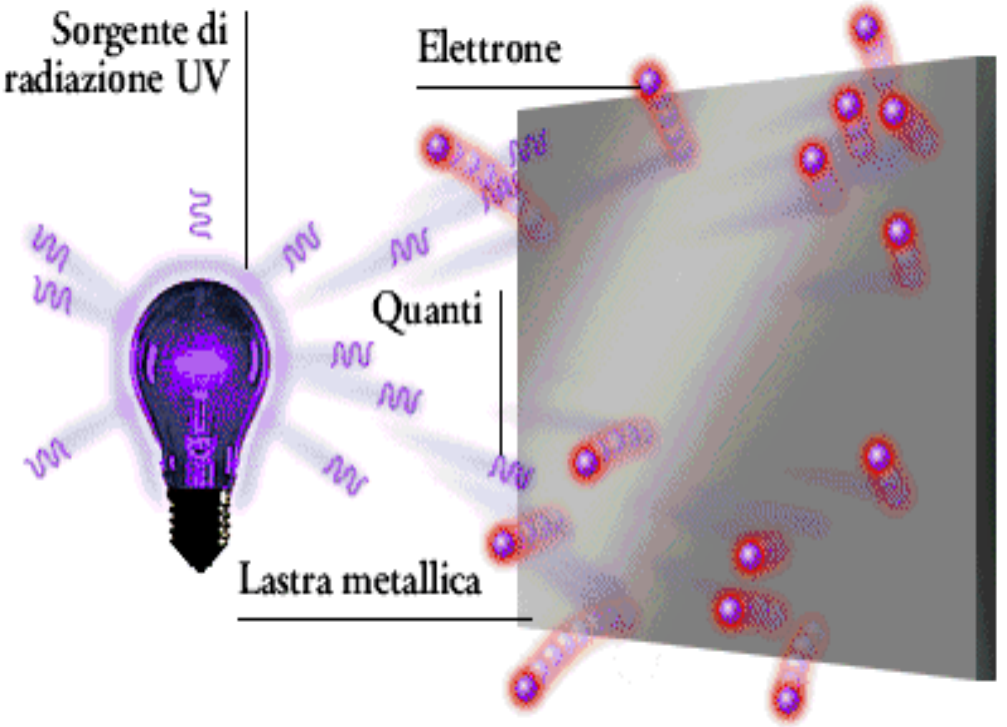
Liceo scientifico “Lorenzo Mascheroni”

L'effetto fotoelettrico

Che cosa è?

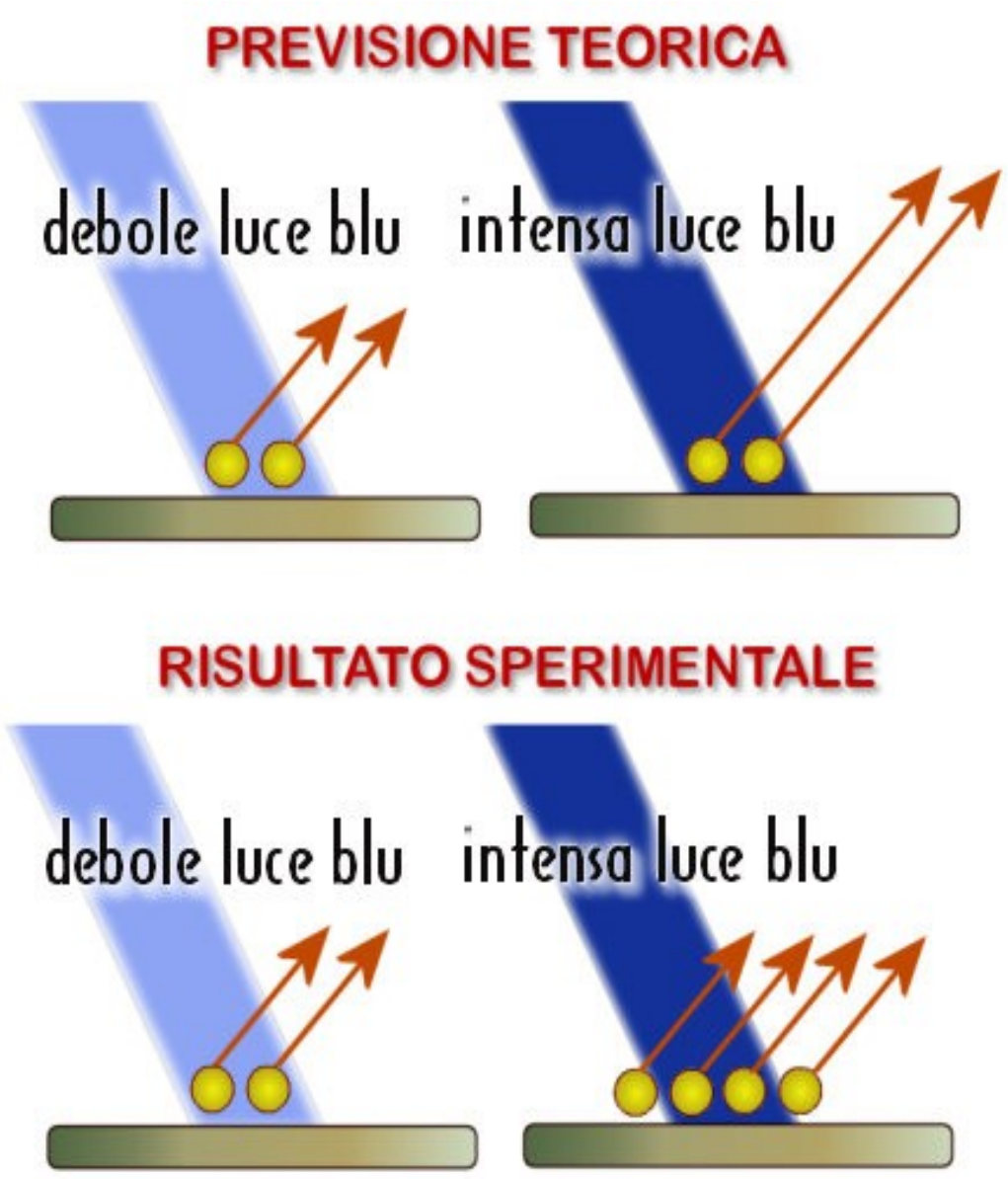

Sorgente di radiazione UV
Elettrone
Quanti
Lastra metallica

Perchè vogliamo presentarvelo?

- **Dagli esperimenti di Hallwachs, Righi (1888) e Lenard (1900) risulta che:**

1. la corrente misurata è proporzionale all'intensità della luce incidente

2. esiste una soglia di frequenza al di sotto della quale non si verifica l'effetto fotoelettrico, perché il fenomeno avviene solo con luce ultravioletta....STRANO



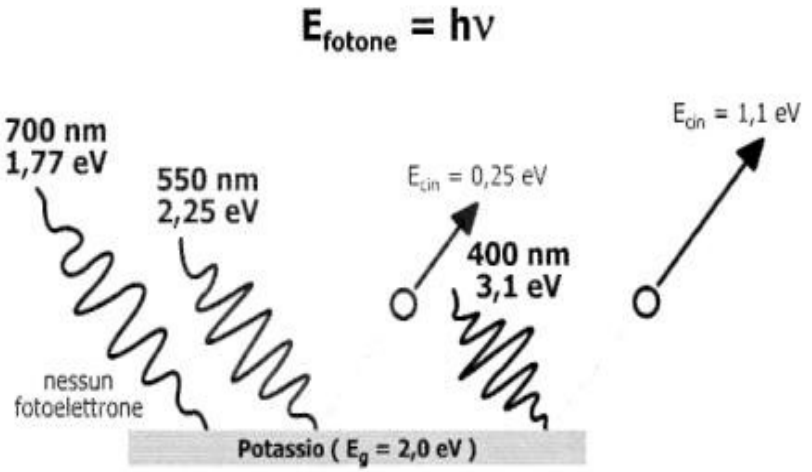
3. la soglia dipende dal materiale, perché avviene solo con lo zinco pulito e non avviene con lo zinco ossidato, né con l'ottone, il rame o l'oro.

4. L'energia cinetica degli elettroni emessi è indipendente dall'intensità della luce.

L'interpretazione di Einstein

...l'energia non si distribuisce con continuità su volumi sempre più grandi, bensì rimane costituita da un numero finito di quanti di energia localizzati nello spazio, che si muovono senza suddividersi e che non possono essere assorbiti o emessi parzialmente." E=hf

L'ipotesi più semplice è che un quanto di energia trasmetta tutta la sua energia ad un unico elettrone; ... Un elettrone carico di energia cinetica.... nell'abbandonare il corpo, debba effettuare un lavoro W (che è caratteristico del corpo considerato).



Effetto fotoelettrico

CAPIAMOCI MEGLIO:

“...E' come il fatto che, quando grandina ciò che determina se la nostra auto si ammaccherà o no non è la quantità totale di grandine caduta, bensì la taglia dei singoli chicchi di grandine...

Può esserci anche tantissima grandine, ma se i chicchi sono piccoli, non fanno danni” C.Rovelli, “La realtà non è come ci appare”

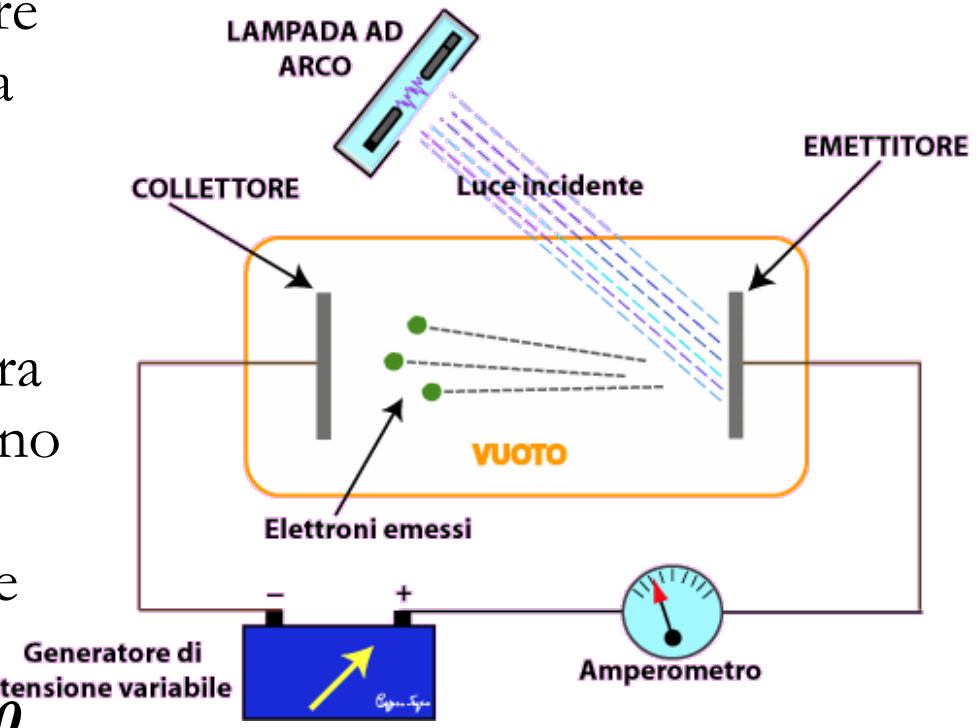
Costruiamo un esperimento perchè:
1. Se Einstein ha ragione e

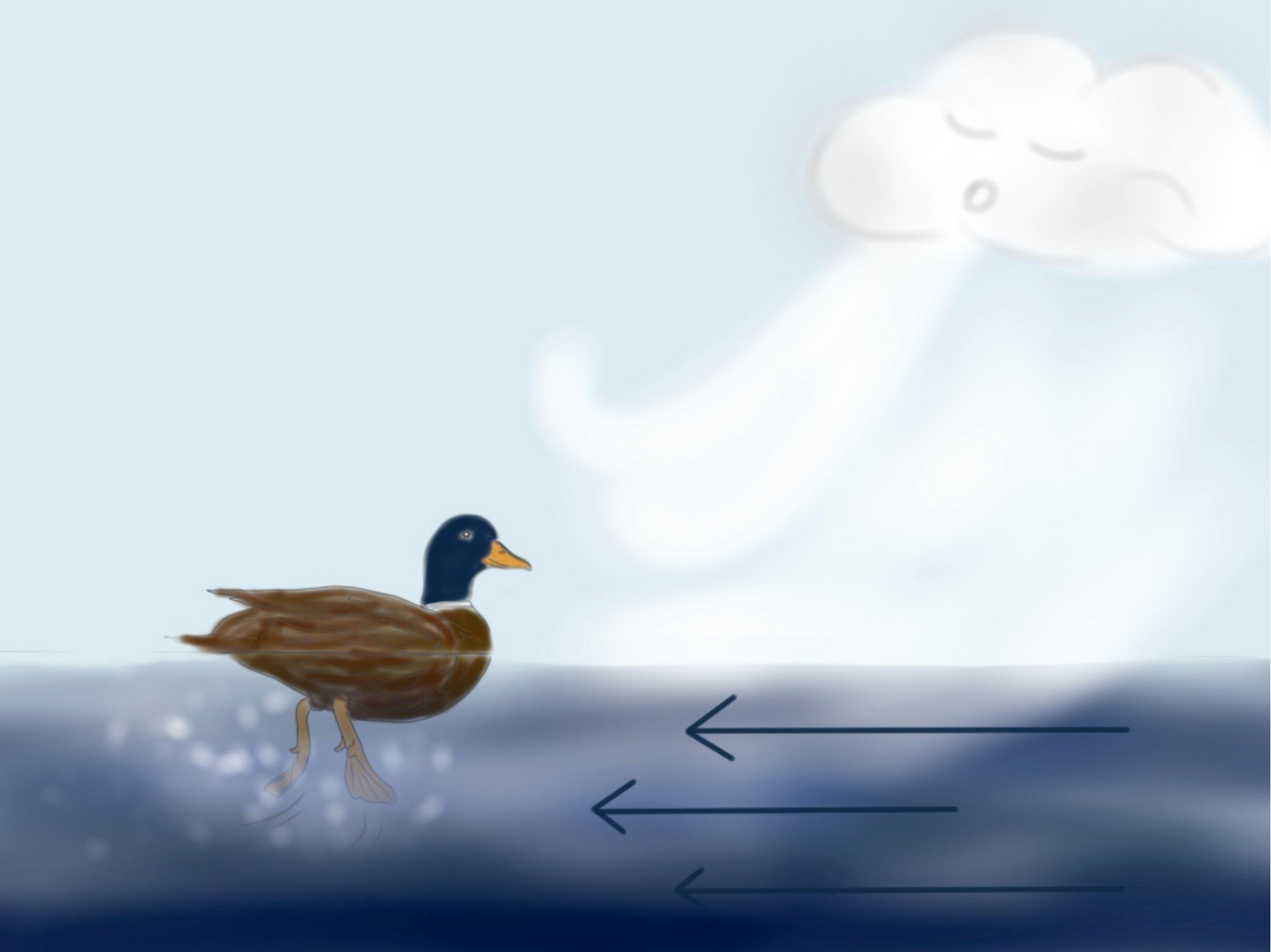
$$\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W$$

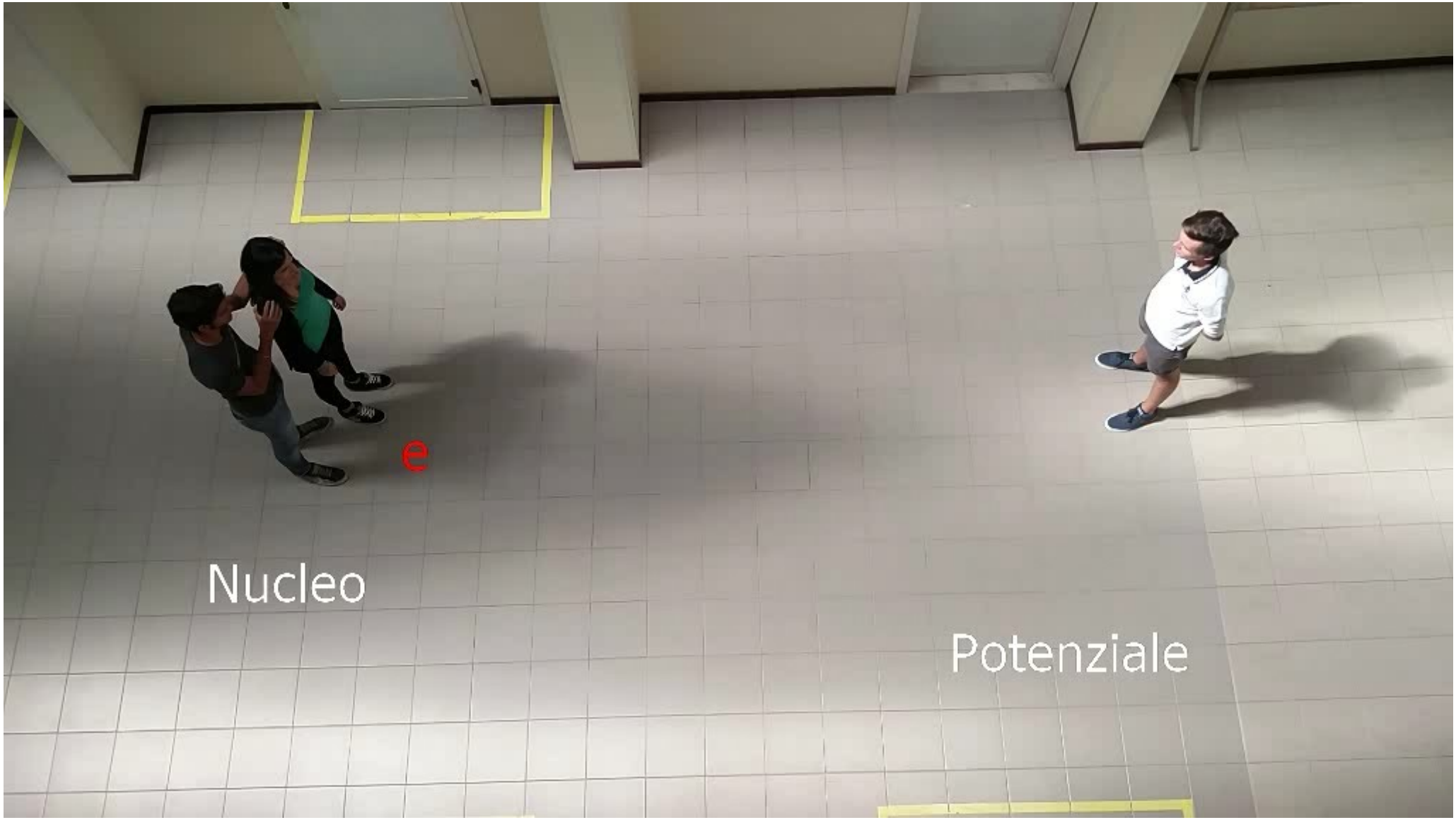
Misurando l'energia cinetica, fissato un metallo da cui estrarre fotoelettroni, riusciamo a ricavare la costante di Planck!

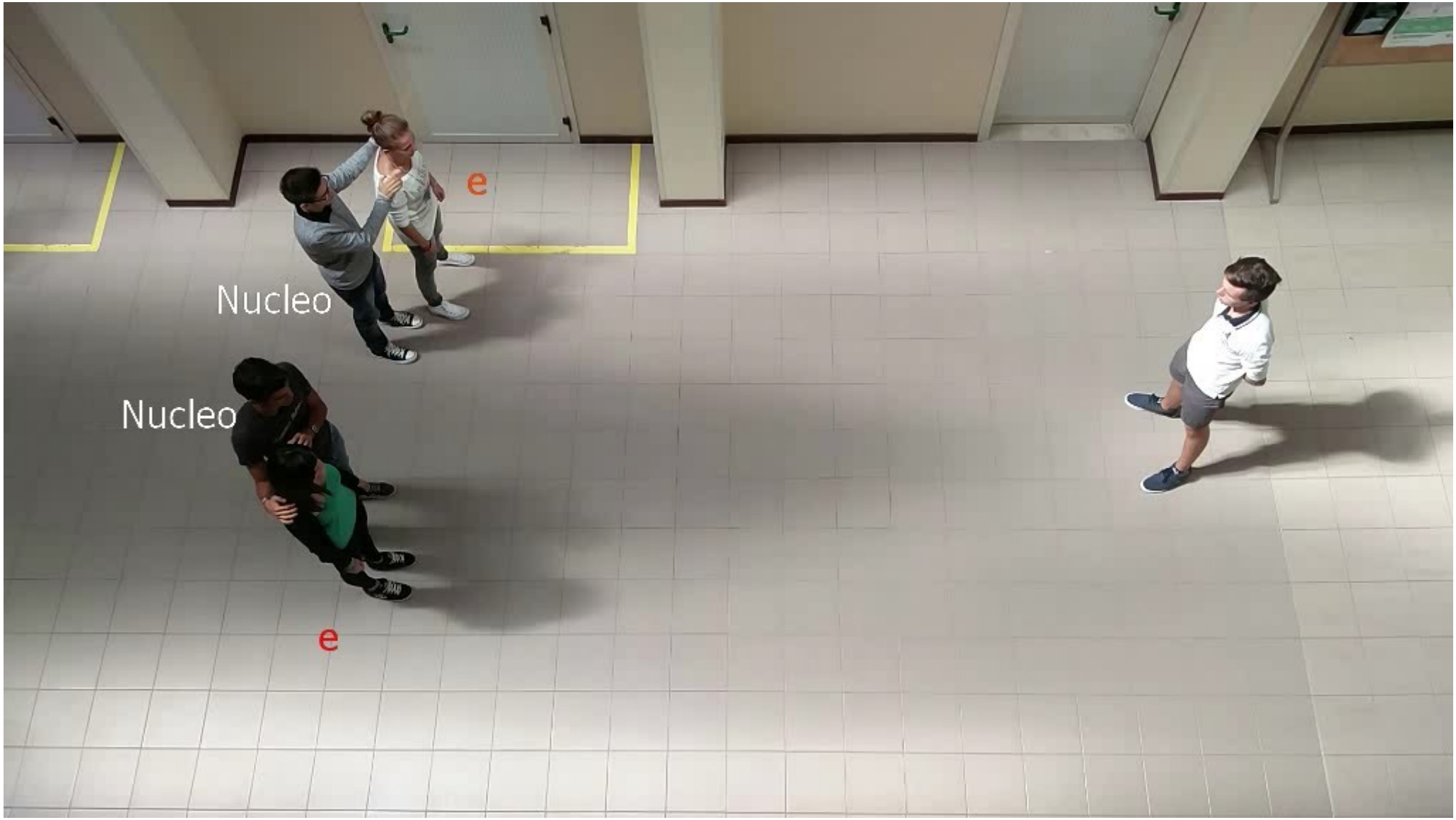
Il lavoro di estrazione è l'energia minima necessaria per vincere l'energia elettrostatica caratteristica del metallo che lega l'elettrone al reticolo cristallino

Tra anodo e catodo è interposta una differenza di potenziale che può essere variata a piacere, di conseguenza varia l'accelerazione subita dagli elettroni. Quando V decresce fino ad essere invertita (il catodo diventa positivo rispetto all'anodo) la tensione decelera gli elettroni, fino a fermarli. Man mano si registrerà una corrente in diminuzione. Quando questa corrente raggiungerà il valore nullo, in corrispondenza si avrà la tensione $V0$ (potenziale di arresto).

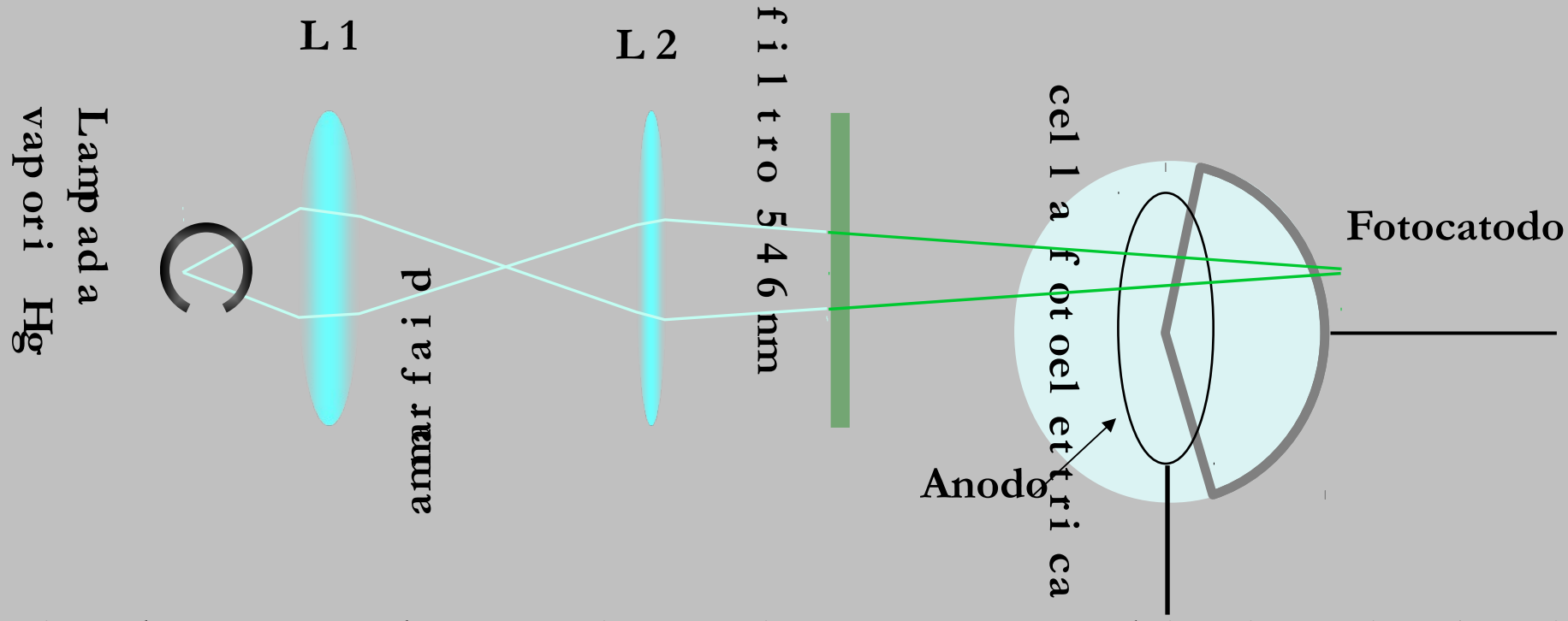





e
Nucleo
Potenziale

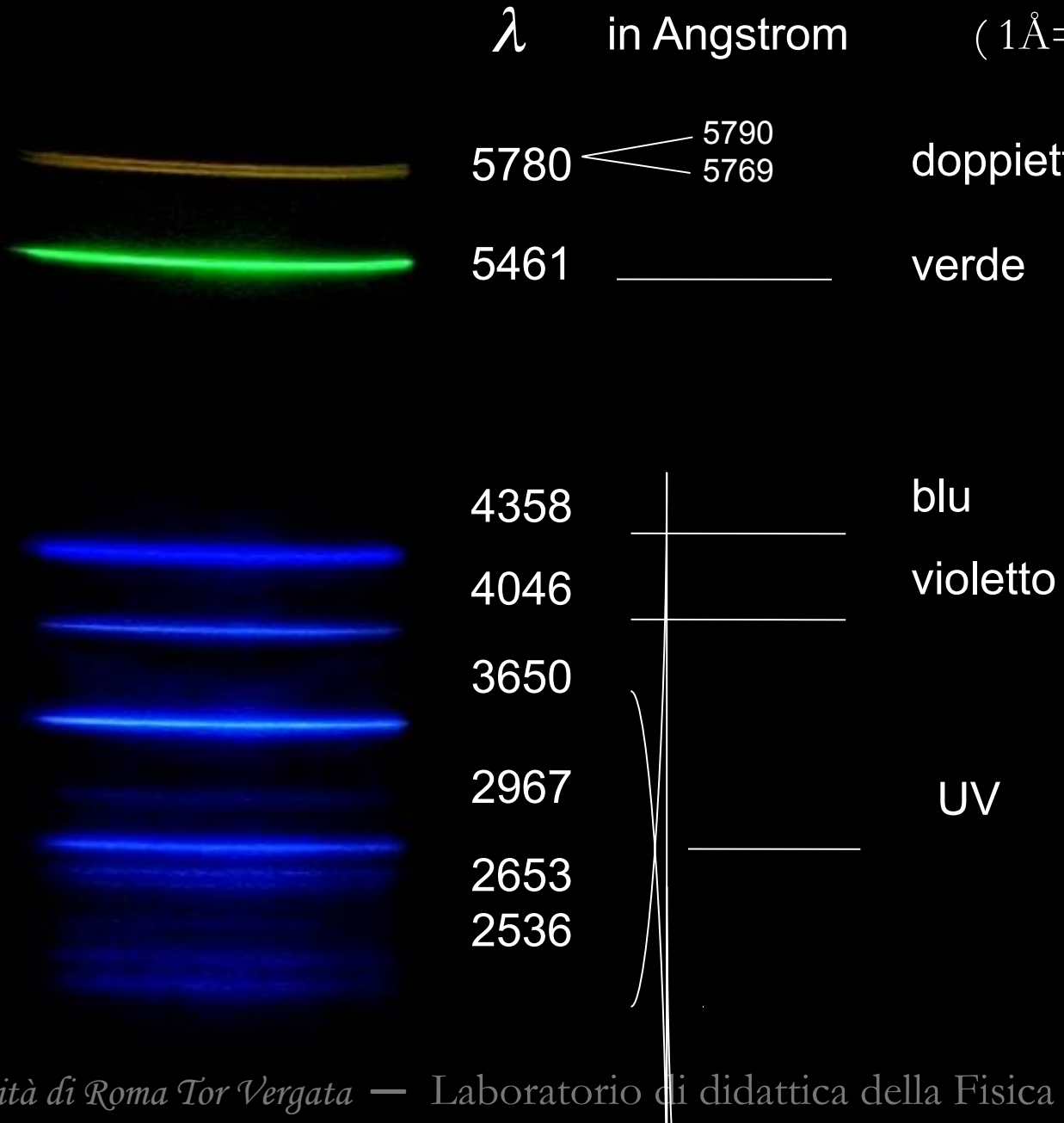

e
Nucleo
Nucleo
e

Apparato sperimentale per la misura di h



Le lenti devono essere di quarzo (altrimenti l'esperimento è possibile solo con le righe nel visibile). La fotocella ha un catodo in metallo alcalino (potassio nel nostro caso) tenuto sotto vuoto (l'aria è dannosa per due motivi: il metallo reagirebbe con l'ossigeno e gli elettroni fotoemessi ne sarebbero frenati) e l'anodo è fatto di platino, metallo con elevato lavoro di estrazione in modo che non possa subire l'effetto se colpito dalla luce.

Spettro di emissione della lampada a vapori di mercurio



Fotocellula
per la misura
di h

Un po' di calcoli.....

K max=eV_0 quindi

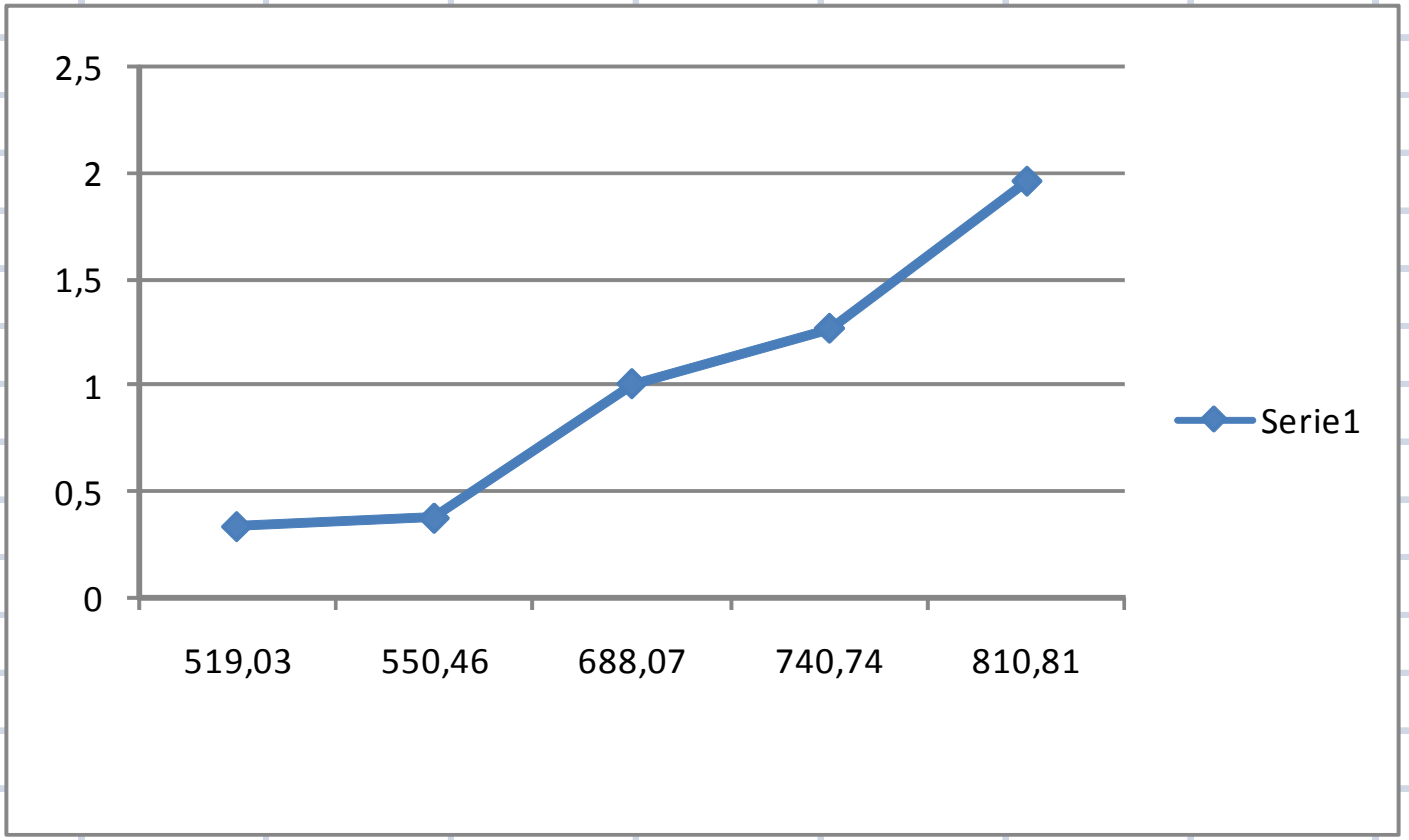
$eV_0 = hf - W$ dividiamo per e

$$V_a = \frac{h}{e} * f - \frac{W}{e}$$

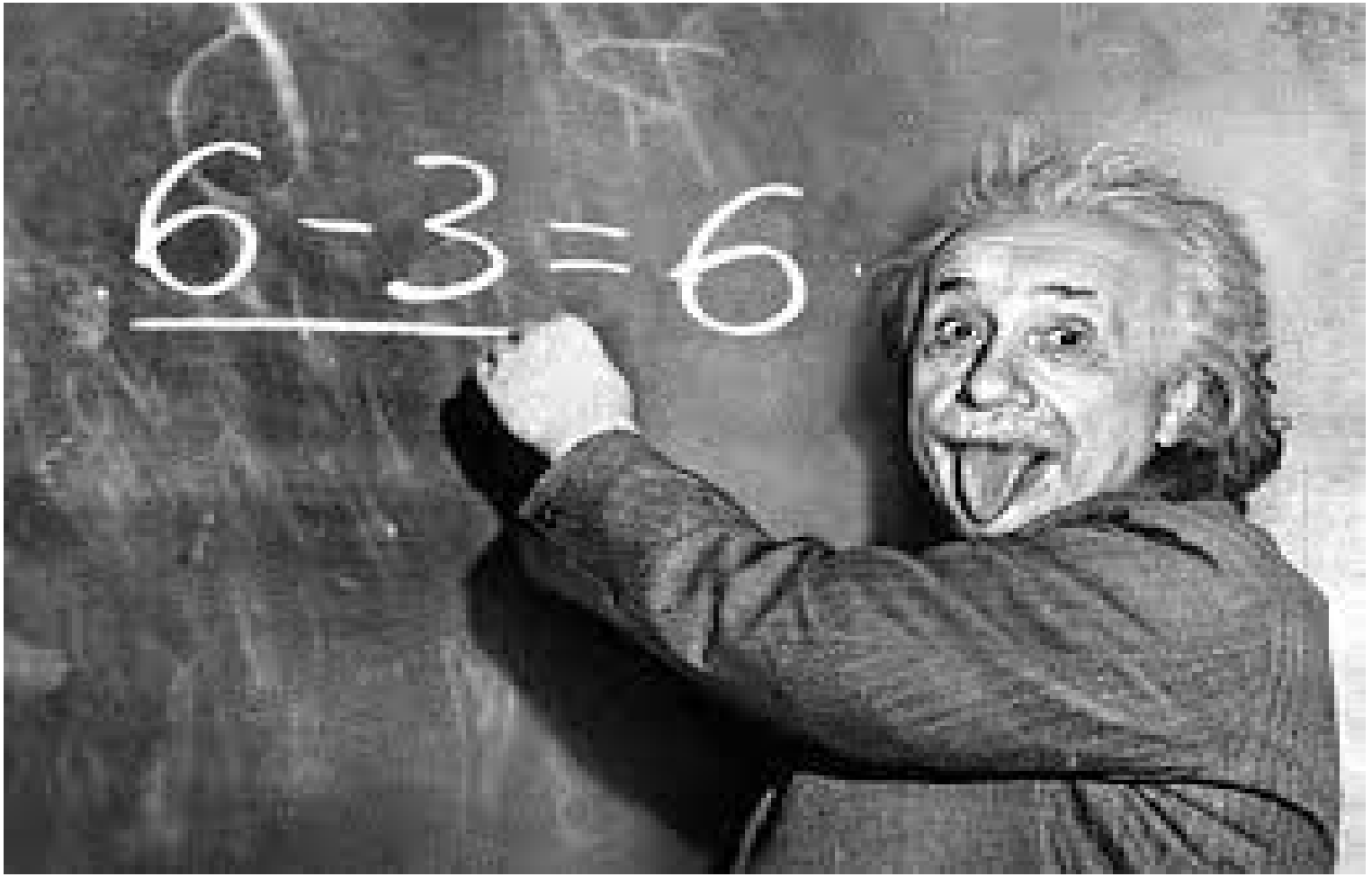
Da cui si evince la dipendenza lineare tra frequenza e potenziale d'arresto.
Il coefficiente angolare della retta è h/e, costante di Planck/ carica dell'elettrone.

colore	lungh ond	frequenza	V_0(V) arres	$\Delta V_{arresto}$	Δf	$h/e=\Delta V_{arr}$	h
giallo	578	519,031	0,34	0,04	31,42757	1,27E-15	2,04E-34
verde	545	550,459	0,38	0,63	137,6147	4,58E-15	7,32E-34
blù	436	688,073	1,01	0,26	52,66735	4,94E-15	7,9E-34
violetto	405	740,741	1,27	0,69	70,07007	9,85E-15	1,58E-33
UV (range	370	810,811	1,96				

h medio	Delta %
8,25E-34	



La teoria quantistica funziona!



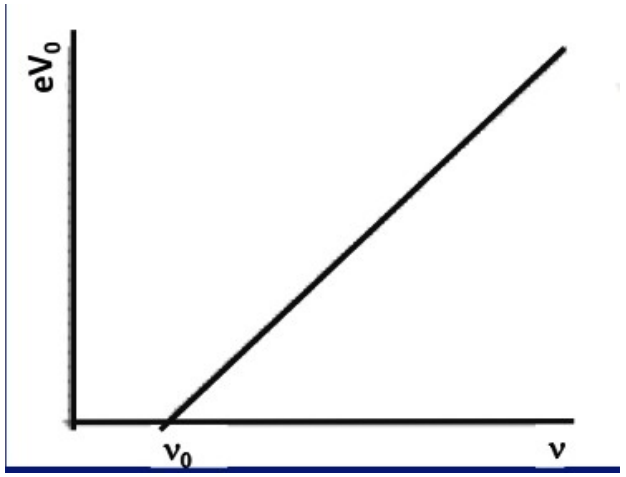
	(nm)	(THz)	o				
giallo	578	519,0311418685	0,34	-0,02	31,4275737278	-6,36383838383842E-016	-1,01821414141414E-034
verde	545	550,4587155963	0,40	0,66	137,614678 8991	4,796000000000001E-015	7,6736E-034
blù	436	688,073394495 4	0,98	0,15	52,6673462453	2,848064516129 04E-015	4,55690322580645E-034
violetto	405	740,740740740 7	1,13	0,82	48,7329434698	1,68264E-014	2,692224E-033
UV (range 300-450)	380	789,473684210 5	1,95				
							h medio
							9,53363227 10980

Seconda misura: con conetto per isolare la luce ambientale. Errore 37%

Il valore atteso è

$h/e=4*10^{-15}J*s/C$

Lung onda (nm)	Frequenza (THz)	V_0 arresto (Volt)	$h/e=V_0/freq$
580 giallo	519	0.17	$3.27*10^{-16}$
520 verde	549	0.13	$2.36*10^{-16}$
450 blù	688	0,91	$1.32*10^{-15}$
400 viola	741	0,95	$1.28*10^{-15}$
(300-450) 480 UV	786	1,86	$2,51*10^{-15}$



La costante h secondo le nostre misure

Per ogni lunghezza d'onda, cioè per ogni filtro a disposizione, si deve regolare la resistenza variabile in modo che la corrente si annulli e quindi misurare il corrispondente potenziale di arresto. Determiniamo

$$h = \frac{\Delta V_a}{\Delta v}$$

Lung onda (mm)	Frequenza (THz)	V_0 arresto(Volt)	$h/e=dV_0/df$
580 giallo	519	0.40	$7{,}74*10^{-16}$
520 verde	549	0.12	$2.18*10^{-16}$
450 blù	688	1.17	$1.7*10^{-15}$
400 viola	741	1.46	$1.95*10^{-15}$
(300-450) 480 UV	786	1.90	$2{,}56*10^{-15}$