

EFFETTO FOTOELETTRICO

(PROBLEMI DELLA FISICA CLASSICA E SOLUZIONE DI EINSTEIN)

$$K_{\max} = e \Delta V_a$$

PROBLEMA 1

Il potenziale di arresto ΔV_a non dipende dall'irradiamento: sembra esistere quindi una velocità massima v_{\max} (e dunque un'energia massima K_{\max}) per gli elettroni estratti e il potenziale di arresto è il valore necessario per decelerare questi elettroni più veloci.

CLASSICAMENTE \rightarrow ci si aspetta che l'energia cinetica massima K_{\max} aumenti con l'irradiamento (cioè con l'energia della luce incidente)

PROBLEMA 2

Il potenziale di arresto ΔV_a (e dunque K_{\max}) dipende dalla frequenza della radiazione incidente.

In particolare ESISTE UNA FREQUENZA MINIMA f_{\min} (caratteristica del metallo) detta SOGLIA FOTOELETTRICA al di sotto delle quale non si verifica l'emissione di elettroni.

Il potenziale di arresto (dunque K_{\max}) dipende linearmente dalla frequenza della luce incidente.

CLASSICAMENTE \rightarrow ci si aspetta che un'onda di frequenza bassa, ma sufficientemente intensa, sia in grado di estrarre elettroni.

Invece una radiazione poco intensa, ma di alta frequenza, è in grado di estrarre elettroni

EINSTEIN → non solo lo scambio di energia fra radiazione e materia è quantizzato, ma LA RADIAZIONE STESSA È QUANTIZZATA, essendo costituita da QUANTI DI LUCE, i FOTONI

Ciascun fotone ha energia

$$E = h \nu$$

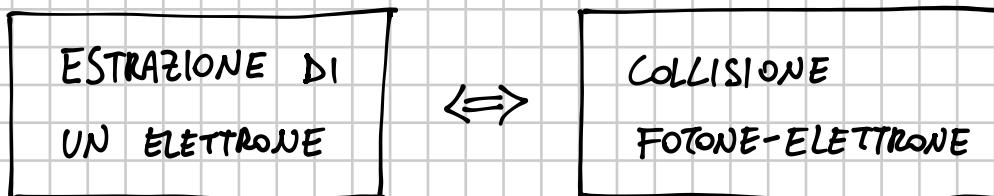
$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

COSTANTE DI PLANCK

La radiazione incidente è una PIOGGIA DI FOTONI, ciascuno con energia E .

RADIAZIONE PIÙ INTENSA \Rightarrow PIOGGIA PIÙ FITTA

(l'irraggiamento è proporzionale al numero di fotoni per u.d.i tempo e superficie)



PIÙ INTENSITÀ \Rightarrow PIOGGIA PIÙ FITTA \Rightarrow PIÙ ELETTRONI ESTRASSI

\Downarrow
CORRENTE PIÙ INTENSA

ν troppo bassa \Rightarrow fotoni troppo deboli, non riescono a estrarre elettroni anche se piovono copiosi (intensità alta).

Ecco spiegata la FREQUENZA DI SOGLIA

$$\hbar f \geq W_e$$

Se l'energia del fotone è \geq del lavoro di estrazione, si ha effetto fotoelettrico

1) CASO (LIMITE) $\hbar f = W_e \Rightarrow$

$$\hbar f_{\text{min}} = W_e$$

\downarrow
frequenza
di soglia

l'energia del fotone
è appena sufficiente
per far sfuggire
l'elettrone

2) CASO $\hbar f > W_e \Rightarrow$ la restante parte di energia comunicata
all'elettrone sarà energia cinetica



$$\hbar f = W_e + K$$

Quando l'elettrone interagisce con la
materia perde parte della sua en. cinetica.
A noi interessano gli elettroni che escono
con le minime interazioni con la
materia, dunque con en. cinetica massima

$$\hbar f = W_e + K_{\max}$$



$$K_{\max} = \hbar f - W_e$$

EN. CINETICA
MASSIMA DEGLI
ELETTRONI

EN. DEL
FOTONE

ENERGIA
SERVITA PER
FAR USCIRE
L'ELETTRONE

$K_{\max} = e \Delta V_a$ è lo stesso se nel caso di una radiazione poco intensa, che nel caso di una radiazione più intensa

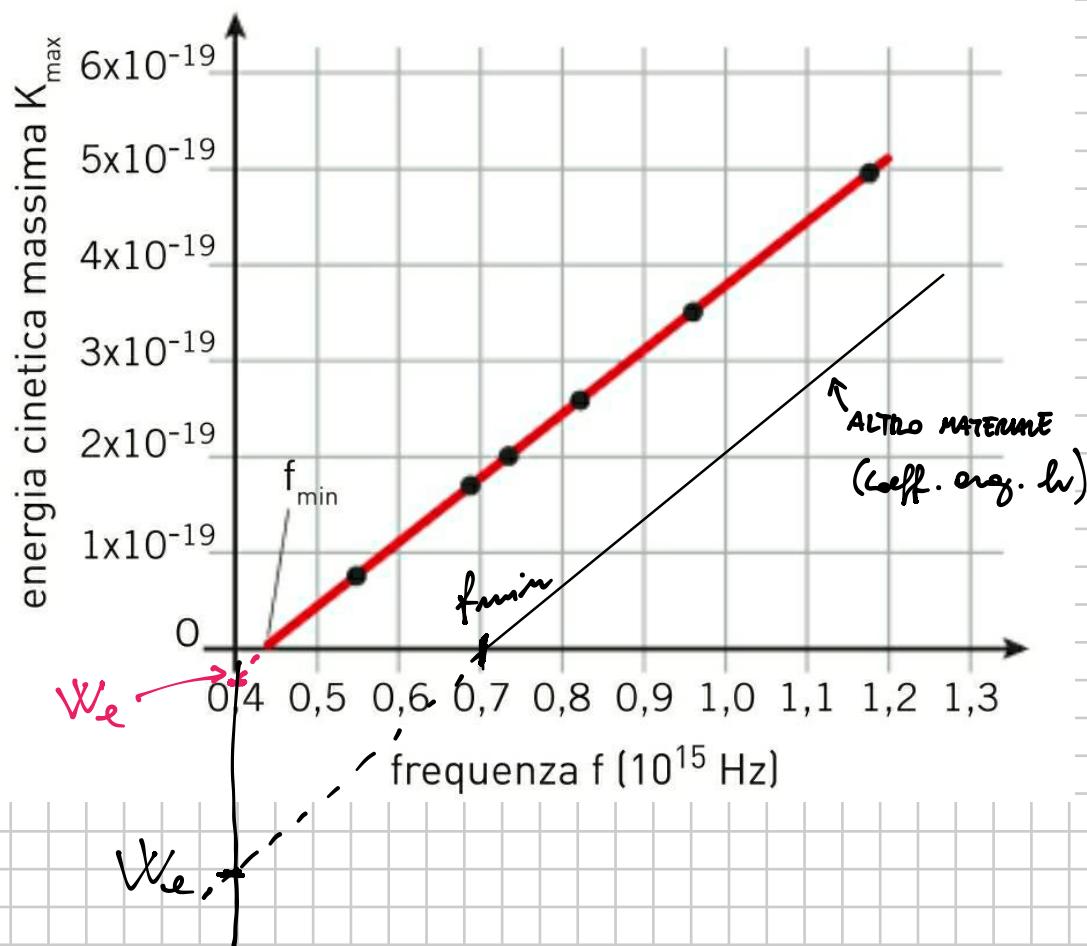


Se la radiazione è più intensa,

sciaceremo più

elettroni, ma nell'interazione 1:1 fra il fotone e l'elettrone il legame è sempre

$$K_{\max} = h\nu f - W_e$$



$$K_{\max} = h\nu f - W_e$$

coeff. angolare
della retta

diverso da
materiale e
materiale

RAGGI γ → FOZONI ENERGETICI (PERICOLOSI)
(FREQ. ALTA)

LUCE VISIBILE → FOZONI POCO ENERGETICI (NON PERICOLOSI)
(FREQ. PIÙ BASSA)

IL PROBLEMA DELL'ISTANTANEAZIA

L'emissione di elettroni avviene in modo istantaneo.
Secondo la teoria classica, invece, dovrebbe esserci un ritardo, perché la radiazione metterebbe in oscillazione gli elettroni liberi del metallo e solo dopo un certo intervallo di tempo sarebbe in grado di trasferire ad essi l'energia necessaria per strapparli dal metallo.

Con l'interpretazione di Einstein, l'estrazione è dovuta a un "urto" fotone-elettrone: il fotone urta l'elettrone e gli trasferisce la sua energia. Ecco spiegata l'emissione istantanea.