Fisica atomica e nucleare

Guscio dell'atomo

Potenziali critici

DETERMINAZIONE DEI POTENZIALI CRITICI DELL'ATOMO DI ELIO.

- Misurazione della corrente del collettore I_R in funzione della tensione di accelerazione U_A.
- Confronto della posizione dei livelli massimi di corrente con i potenziali critici dell'atomo di elio.
- Identificazione della struttura doppia nello schema dei livelli energetici dell'elio (ortoelio e paraelio).

UE502050

03/13 JS

BASI GENERALI

La denominazione "potenziali critici" comprende tutte le energie di eccitazione e ionizzazione presenti nel guscio elettronico di un atomo. I relativi stati atomici possono essere eccitati ad esempio da un urto anelastico di elettroni. Se l'energia cinetica dell'elettrone corrisponde esattamente ad un potenziale critico, l'elettrone cede completamente all'atomo la sua energia cinetica nell'urto anelastico. Questo fenomeno può essere utilizzato in un esperimento per la determinazione dei potenziali critici attribuito a G. Hertz.

In un tubo sotto vuoto riempito con elio dopo il passaggio di una tensione di accelerazione U_A gli elettroni liberi si muovono in modo divergente attraverso uno spazio con potenziale costante. Per evitare cariche nella parete del tubo, la parte interna è rivestita con un materiale conduttivo e collegata in modo conduttivo all'anodo A (ved. fig. 1). Nel tubo è disposto un elettrodo collettore a forma di anello R, che non viene colpito dal fascio di elettroni divergenti, sebbene presenti un potenziale leggermente superiore.

Viene misurata la corrente I_R all'anello collettore, compresa nel range dei picoampere, in funzione della tensione di accelerazione U_A. La corrente presenta livelli massimi caratteristici, in quanto gli elettroni nel loro percorso attraverso il tubo subiscono urti anelastici con gli atomi di elio: se la loro energia cinetica corrisponde

(1) $E = e \cdot U_A$

e: carica fondamentale

esattamente a un potenziale critico dell'atomo di elio, essi cedono l'energia cinetica completamente agli atomi di elio. In questo caso possono essere aspirati verso l'anello collettore e contribuire ad una corrente del collettore I_R superiore.

All'aumentare della tensione di accelerazione è possibile eccitare livelli sempre superiori nell'elio (vedere al riguardo lo schema dei livelli energetici dell'atomo di elio in fig. 2), finché infine l'energia cinetica dell'elettrone è sufficiente per la ionizzazione dell'atomo di elio. Da questo valore la corrente del collettore aumenta costantemente all'aumentare della tensione di accelerazione.

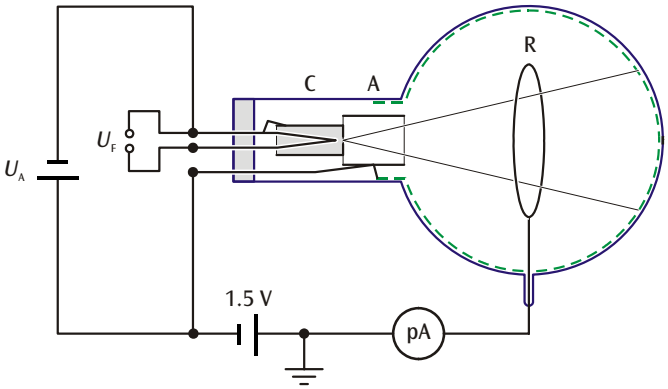

Fig. 1: Rappresentazione schematica del tubo di potenziali critici.

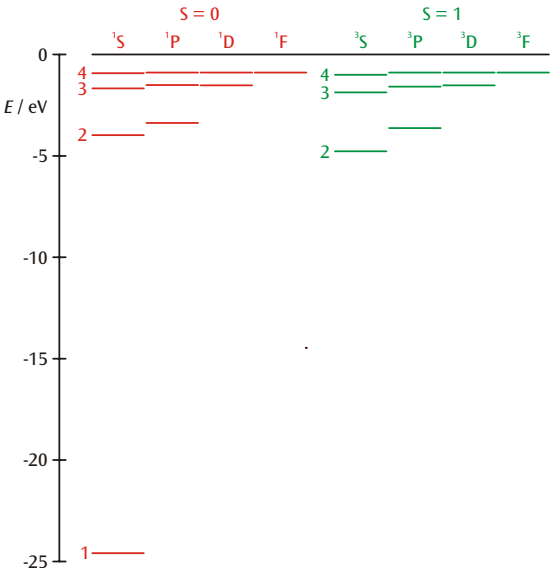

Fig. 2: Schema dei livelli energetici dell'elio. Rosso: spin totale S = 0 (paraelio), verde: spin totale S = 1 (ortoelio)

ELENCO DEGLI STRUMENTI

1 Tubo per potenziale critico S con pieno di He 1000620
1 Portatubo S 1014525
1 Unità di comando per tubo per potenziale critico
(115 V o 230 V) 1000633 / 1008506

1 Alimentatore CC, 0–20 V, 5 A
(115 V o 230 V) 1003311 / 1003312

1 3B NET*log*™
(115 V o 230 V) 1000539 / 1000540
1 3B NET*lab*™ 1000544

1 Set di 15 cavi per esperimenti, 75 cm, 1 mm² 1002840

1 PC con Windows 98/2000/XP, Internet Explorer 6 o superiore e porta USB

AVVERTENZE PER LA SICUREZZA

I tubi catodici incandescenti sono bulbi in vetro a pareti sottili, sotto vuoto. Maneggiare con cura: rischio di implosione!

- Non esporre i tubi a sollecitazioni meccaniche.
- Non esporre il cavo di collegamento dell'anello collettore a carichi di trazione.

MONTAGGIO

- Inserire il tubo per potenziale critico nel portatubi, accertandosi che gli spinotti di contatto del tubo s'innestino completamente nelle apposite aperture di contatto del portatubi. Lo spinotto di guida centrale del tubo deve sporgere leggermente sulla parte posteriore del portatubi.
- Collegare i jack F3 del portatubi al polo positivo del'uscita dell'alimentatore CC e F4 al polo negativo.
- Collegare il jack C5 del portatubi al polo negativo del'uscita V_A dell'unità di comando e il polo negativo dell'alimentatore CC.
- Collegare il jack A1 con polo positivo dell'uscita V_A dell'unità di comando e il polo negativo della batteria da 1,5 V.
- Collegare il polo positivo della batteria da 1,5 V a una presa di terra dell'unità di comando.
- Collocare la schermatura sul tubo, spingerla con il bordo scanalato nell'alloggiamento del portatubo e collegarla a una presa di terra dell'unità di comando.
- Collegare il cavo di collegamento dell'anello collettore all'ingresso BNC dell'unità di comando.

ESECUZIONE

Preparazione:

- Impostare la tensione minima all'uscita V_A dell'unità di comando a circa 15 V e la tensione massima a circa 28 V; a questo scopo, misurare con 3B NET*log*™ le tensioni ridotte del fattore 1000 tra il jack 3 e la terra o tra il jack 4 e la terra.
- Collegare 3B NET*log*™ al computer.
- Collegare l'uscita Fast1 dell'unità di comando all'ingresso A e l'uscita Fast2 all'ingresso B di 3B NET*log*™.
- Accendere 3B NET*log*™ e avviare il programma 3B NET*lab*™.
- Selezionare "Laboratorio di misurazione" e creare un nuovo record.
- Selezionare gli ingressi analogici A e B e impostare ogni volta nella modalità tensione continua (VDC) per A il range di misura 200 mV e per B il range di misura 2 V.
- Inserire la formula I = -667 * “Input_B“ (unità pA)
- Selezionare intervallo di misurazione = 50 µs, tempo di misura = 0,05 s e modalità = standard.
- Attivare il trigger sull'ingresso A con fronte di salite (20%)
- Impostare sull'alimentatore CC una tensione di riscaldamento di 3,5 V.

Impostare parametri ottimali:

- Avviare la registrazione dei valori di misura.
- Creare un diagramma, in cui l'asse X rappresenti il "tempo rel in s" e l'asse Y la grandezza I.
- Ripetere le misure con tensioni di riscaldamento leggermente superiori e variare le tensioni di accelerazione U_A minime e massime per trovare il grafico ottimale..

Calibrare la tensione di accelerazione:

- Individuare il picco 2^3S a 19,8 eV nello spettro e determinare la sua posizione t_1 sull'asse del tempo
- Identificare il limite di ionizzazione a 24,6 eV e determinare la sua posizione t_2 sull'asse del tempo
- Inserire la nuova formula con il nome E e la definizione $19{,}8 + 4{,}8 * (t - t_1)/(t_2 - t_1)$ (unità eV); in questo caso per t_1 e t_2 inserire i valori numerici riscontrati in s.
- Creare un diagramma, in cui l'asse X rappresenti la grandezza E e l'asse Y la grandezza I.
- Riavviare la registrazione dei valori di misura.

ESEMPIO DI MISURAZIONE E ANALISI

Tab. 1: Valori di letteratura dei potenziali critici dell'elio.

Termine	*E* / eV
2 ^{3}S	19,8
2 ^{1}S	20,6
2 ^{3}P	21,0
2 ^{1}P	21,2
3 ^{3}S	22,7
3 ^{1}S	22,9
4 ^{1}P	23,7
Ionizzazione	24,6

- Identificare nel diagramma di misura i potenziali critici indicati nella tab. 1 (vedere figura 5).

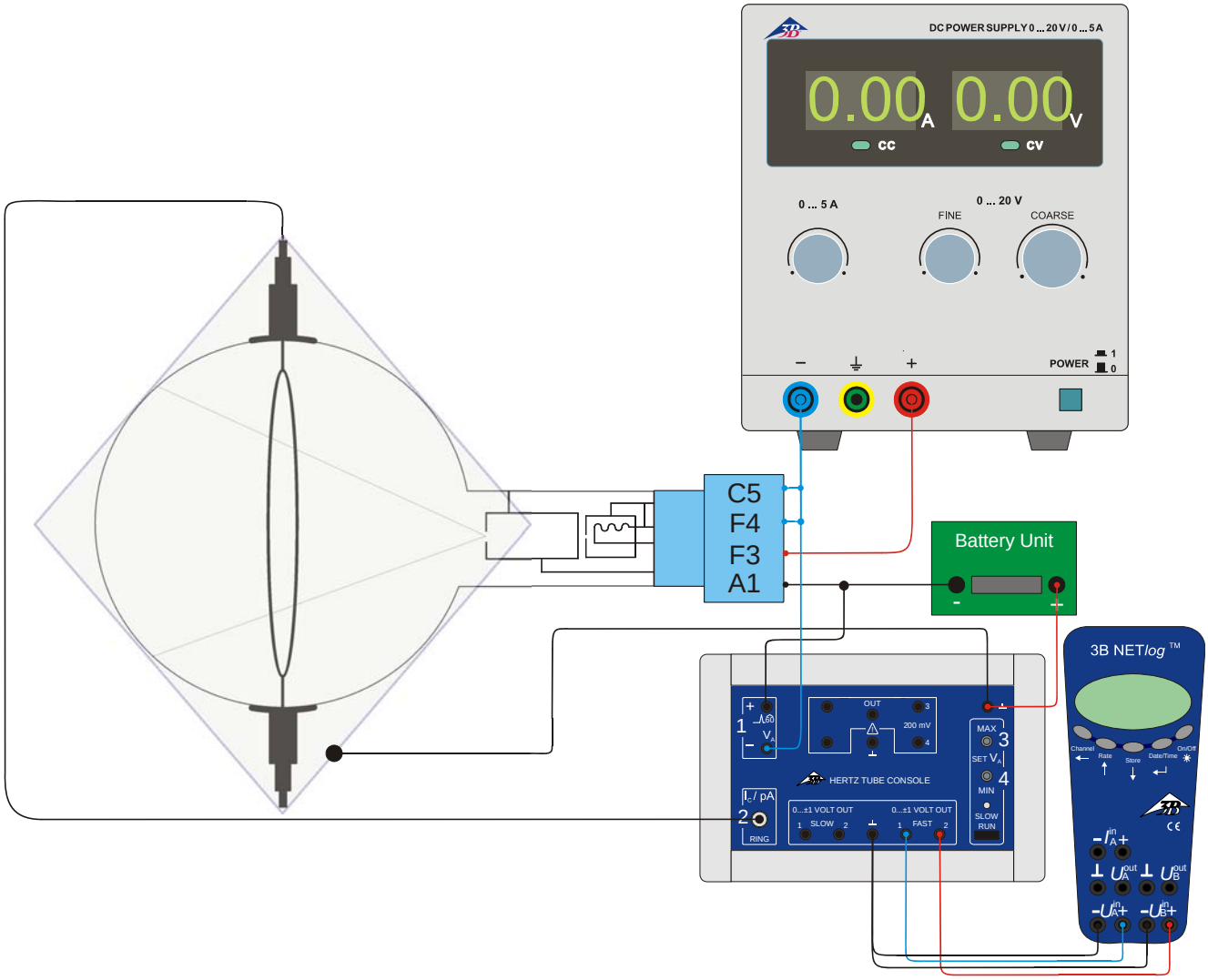

Fig. 3: Struttura di misura per la determinazione del potenziale critico dell'elio

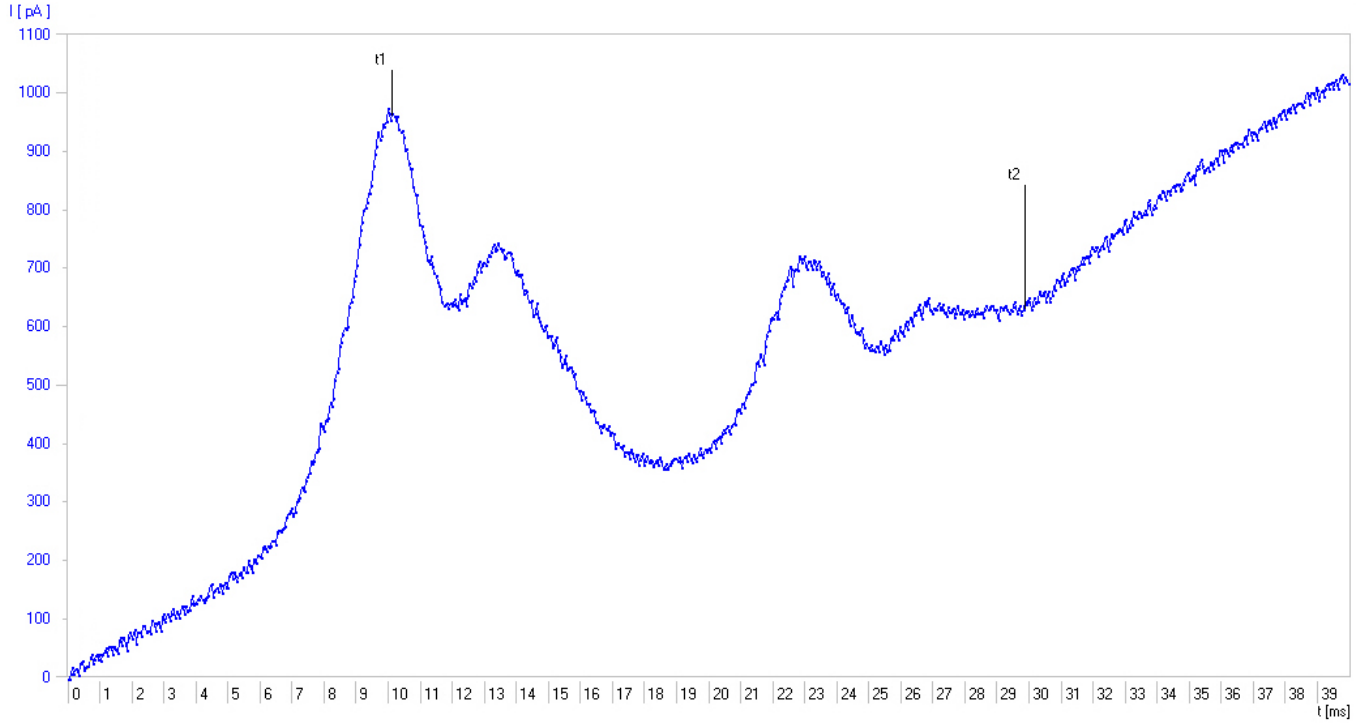

Fig. 4: Corrente del collettore I_R in funzione del tempo t.

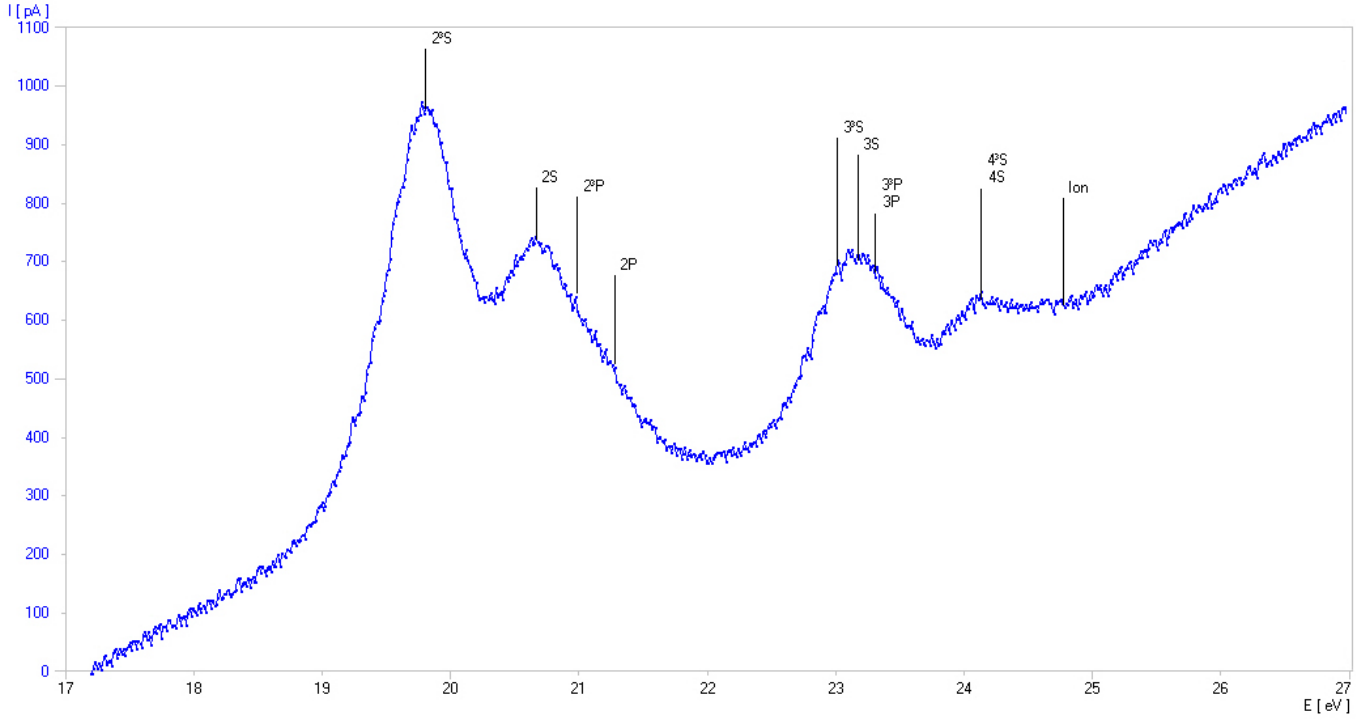

Fig. 5: Corrente del collettore I_R in funzione della tensione di accelerazione U_A.

© Copyright 2013 3B Scientific GmbH