

PAR. 6.5 FILI & SETTI FORATI

In base ai PAR . 6.3 e PAR. 6.4 è possibile affrontare le problematiche relative alla diffrazione di elettroni da fili carichi , positivamente o negativamente , e la diffrazione da setti forati .

1) Fili carichi :

Un filo carico può essere considerato come un doppio spigolo oscuro di spessore sufficientemente piccolo , che subisce diffrazione da ambo i lati in maniera simmetrica . Il potenziale , data la carica artificiale imposta , può considerarsi come una frazione o multiplo (negativo o positivo) del potenziale originario dovuto all' elettrone legato come espresso al PAR . 6.4 . Si ha quindi una figura simmetrica rispetto all' asse delle ordinate i cui canali risultano dilatati o compressi a seconda dei casi . Purtroppo non essendo nota , per questi casi , una espressione analoga alla 1.6.4 , che tenga anche conto dei potenziali imposti , non è possibile confrontare quantitativamente i risultati sperimentali con il modello teorico proposto che quindi risulta solamente qualitativo .

Il modello teorico soffre inoltre delle seguenti limitazioni :

A) Le fotografie tratte da (1) sono relative allo schermo , mentre le figure elaborate teoricamente riguardano il piano contenente i fili o setti forati parallelo allo schermo . Questo fatto produce , sperimentalmente , un' ombra geometrica sullo schermo , che non è riprodotta teoricamente . Inoltre come effetto ulteriore , che non viene correttamente riprodotto ma sarà ripreso successivamente , esistono nell' ombra geometrica , frange di "interferenza" .

Ho scritto "interferenza" tra virgolette perche' , a mio parere , non può esistere "interferenza" tra elettroni perche' essi si respingono reciprocamente in maniera consistente già a distanze dell' ordine della lunghezza d' onda propria .

Nella 2° parte del presente paragrafo ed ancora più nel prossimo paragrafo , riprendendo il fenomeno della strizione dei livelli citato nel PAR . 5.5 , illustrero' come il fenomeno dell' "interferenza " può essere spiegato in funzione di una strizione asimmetrica di una sola parte geometrica di uno o più livelli .

B) Nelle varie simulazione di questo e precedenti paragrafi sono stati usati come riferimento dimensionale dei livelli o sottolivelli considerati il loro raggio nominale (dove è massima la densita' di massa) . Questa definizione può continuare ad essere usata nel descrivere la stuttura dei livelli , ma quando si descrive l' interazione dinamica tra particelle o tra particella ed ostacolo si deve tener conto che la grandezza da considerare è la lunghezza d' onda dinamica della particella : $\lambda_v = h/mv$ (in caso non relativistico) . L' uso dei raggi è consentito e non inficia la generalità delle valutazioni , tenendo però conto che esse vanno corrette quantitativamente di un fattore : $2\pi/d$ che riporta R a λ . Il raggio di un livello può essere considerato come la posizione del baricentro della lunghezza d' onda relativa , che agisce anche a dimensioni superiori al raggio stesso .

La FIG . 6.5.A illustra le immagini sullo schemo della diffrazione di un filo neutro e di fili caricati positivamente . (1)

La FIG . 6.5.B illustra le immagini sullo schermo della diffrazione di fili caricati negativamente. (1)

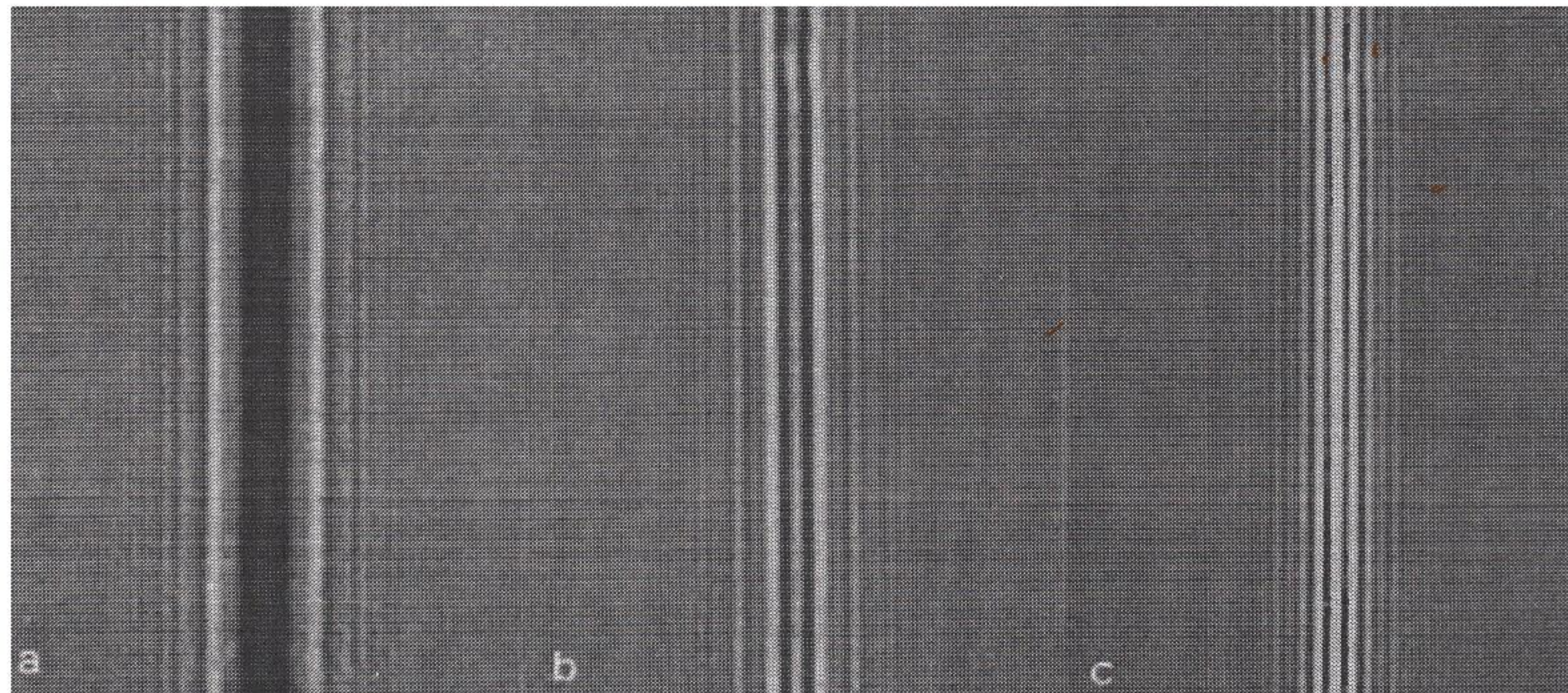


FIG . 6.5.A da sn. : filo neutro , caricati : +2 v , +4 v

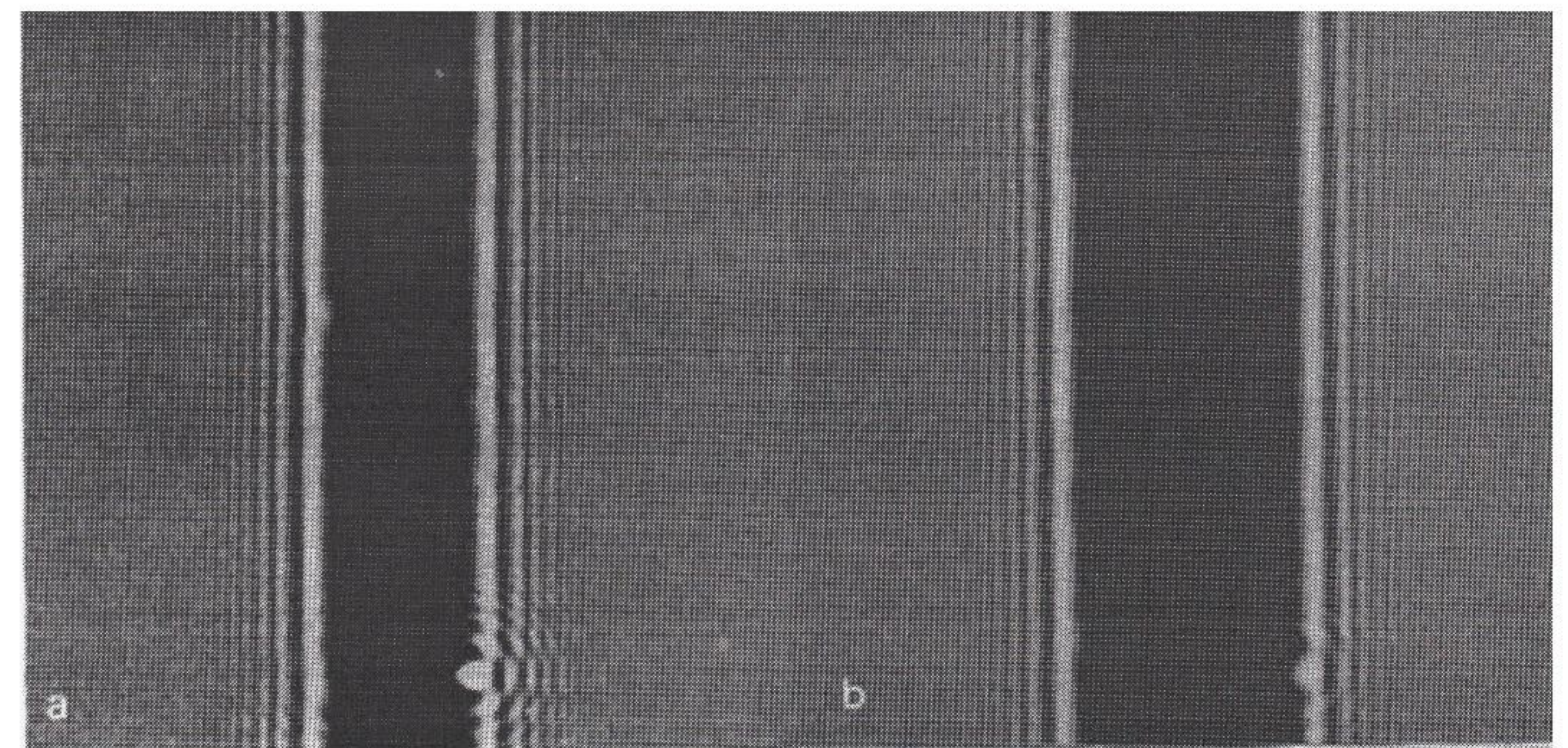
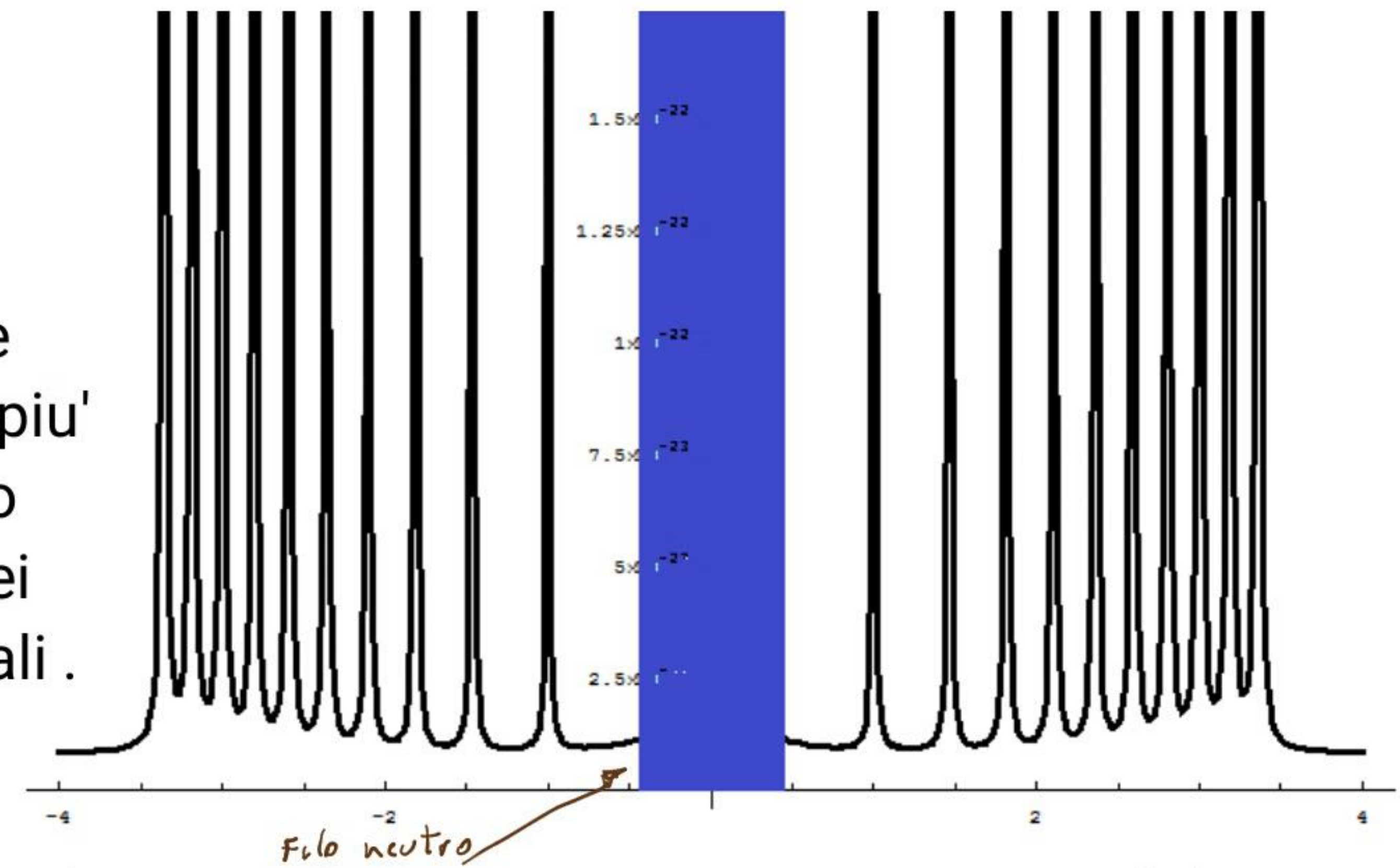


FIG . 6.5.B da sn. : fili caricati negativamente : -4 v , -8 v

La FIG . 6.5.C illustra il risultato di una simulazione analoga a quelle del paragrafo precedente riguardante la diffrazione di elettroni da filo neutro . Nella zona centrale è stata riportata graficamente l'ombra geometrica per una migliore comprensione .

L' ampiezza del "canale 1" di FIG . 6.4.A non essendo originariamente definito è stato estrapolato attraverso la 9.6.4 allo scopo di rendere piu' evidente , solo da un punto grafico , la posizione e le dimensioni di filo neutro . Ricordo , come precedentemente specificato , che i minimi nei grafici delle simulazioni corrispondono ai massimi nelle bande reali .

FIG . 6.5.C



La FIG . 6.5.D illustra il risultato di una simulazione analoga con filo carico negativamente ottenuta con potenziale maggiormente negativo illustrato in FIG . 6.5.E in confronto col potenziale nominale di FIG . 6.4.E .

Da notare l' allargamento della zona centrale .

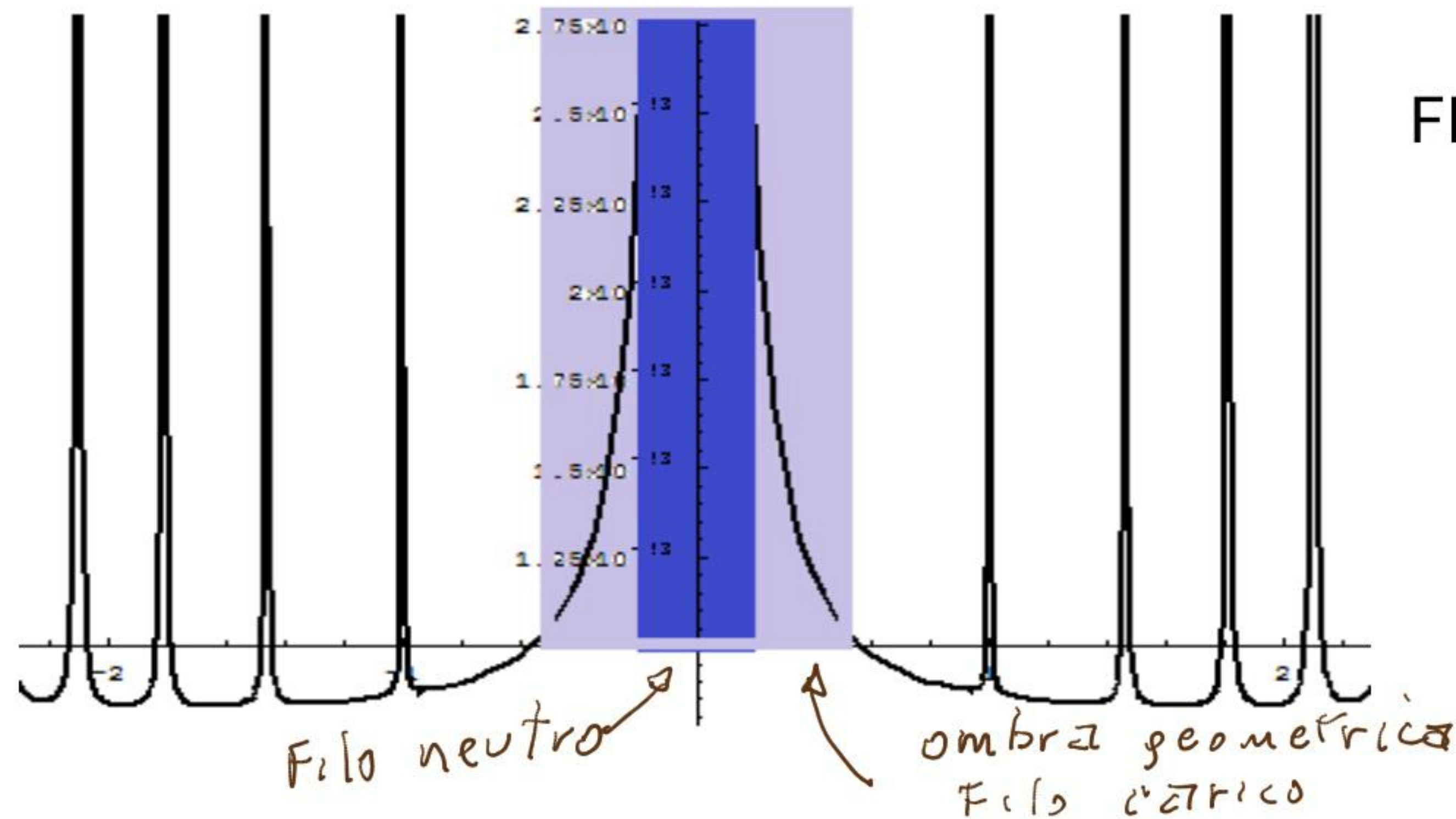
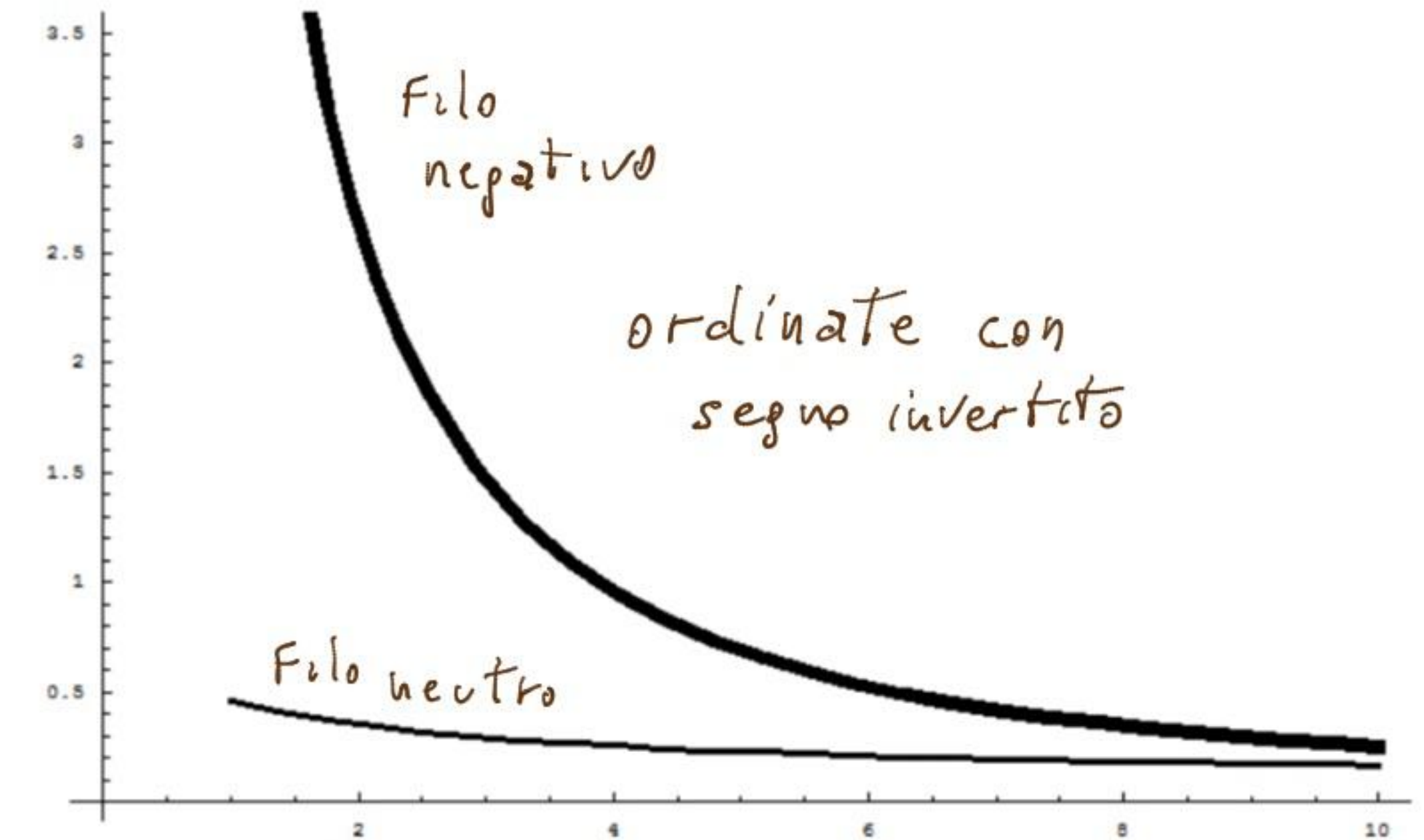


FIG . 6.5.D

FIG .6.5.E



Potenziali esterni indicativi

La FIG . 6.5.F illustra , analogamente alle precedenti , una simulazione con filo carico positivamente , ottenuta con potenziale positivo illustrato in FIG .6.5.G in confronto al potenziale nominale di FIG . 6.4.E .

Da notare il restringimento della zona centrale (da cui è stata tolta l' immagine del filo) .

FIG. 6.5.F

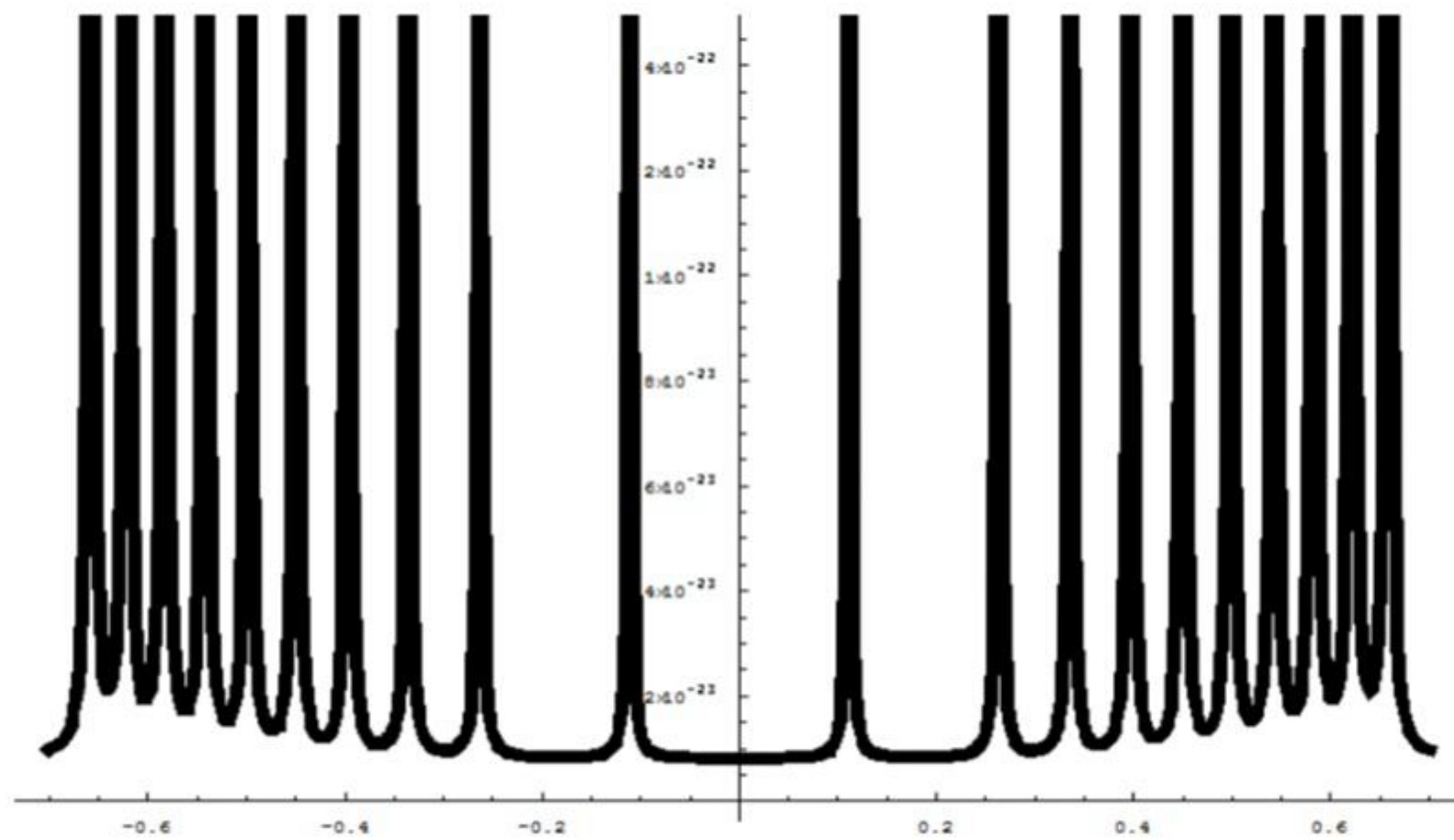
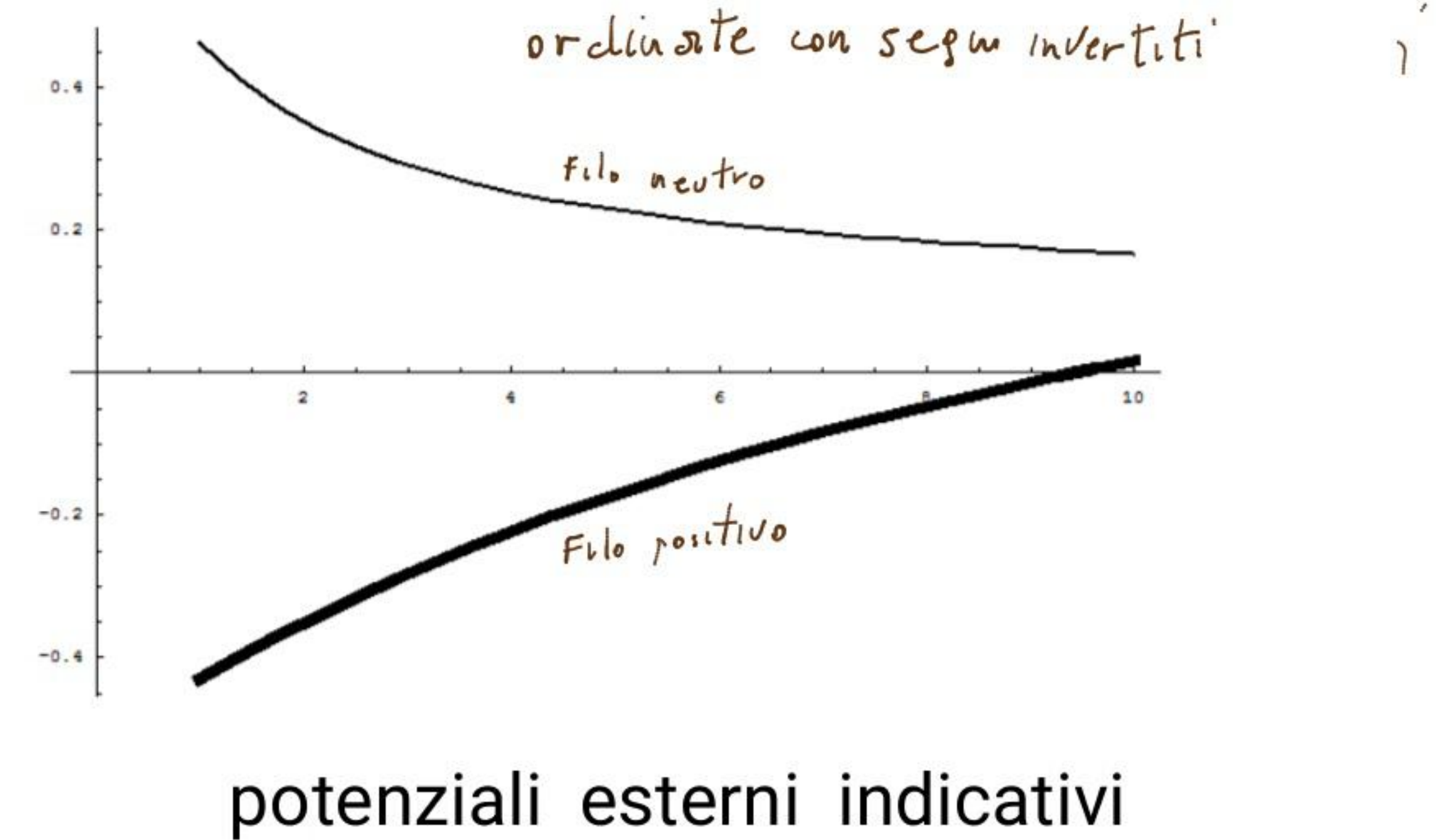


FIG .6.5.G



2) Setto forato :

Nel caso del setto forato il fenomeno dell' "interferenza" sullo schermo è ancora più evidente ed una simulazione attraverso la somma dei potenziali , dovuti ad entrambe i lati della fessura , essendo questi simmetrici non potrebbe produrre un potenziale totale costante , come costruito ad hoc per la simulazione della FIG . 6.5.H .

Simulazione che peraltro ricopia fedelmente , solo per quanto riguarda la posizione reciproca dei massimi delle bande , la FIG . 6.5.I , che descrive la disposizione delle bande di presenza di elettroni difratti da una fessura . Tale successione segue , in questo caso una legge semplice , essendo posizionato il massimo di ogni banda in maniera simmetrica , ad una distanza costante rispetto al massimo che lo precede. Nei casi di diffrazione illustrati precedentemente sono state trascurate , come prima approssimazione , le strizioni dei livelli e sottolivelli posizionati nelle immediate vicinanze degli spigoli o dei fili considerati . Inoltre nel PAR . 5.5 è stato descritto il fenomeno della strizione da singolo foro , nelle opportune semplificazioni grafiche usate , considerando la retta di propagazione del singolo elettrone coincidente con l' asse del foro .

FIG . 6.5.H

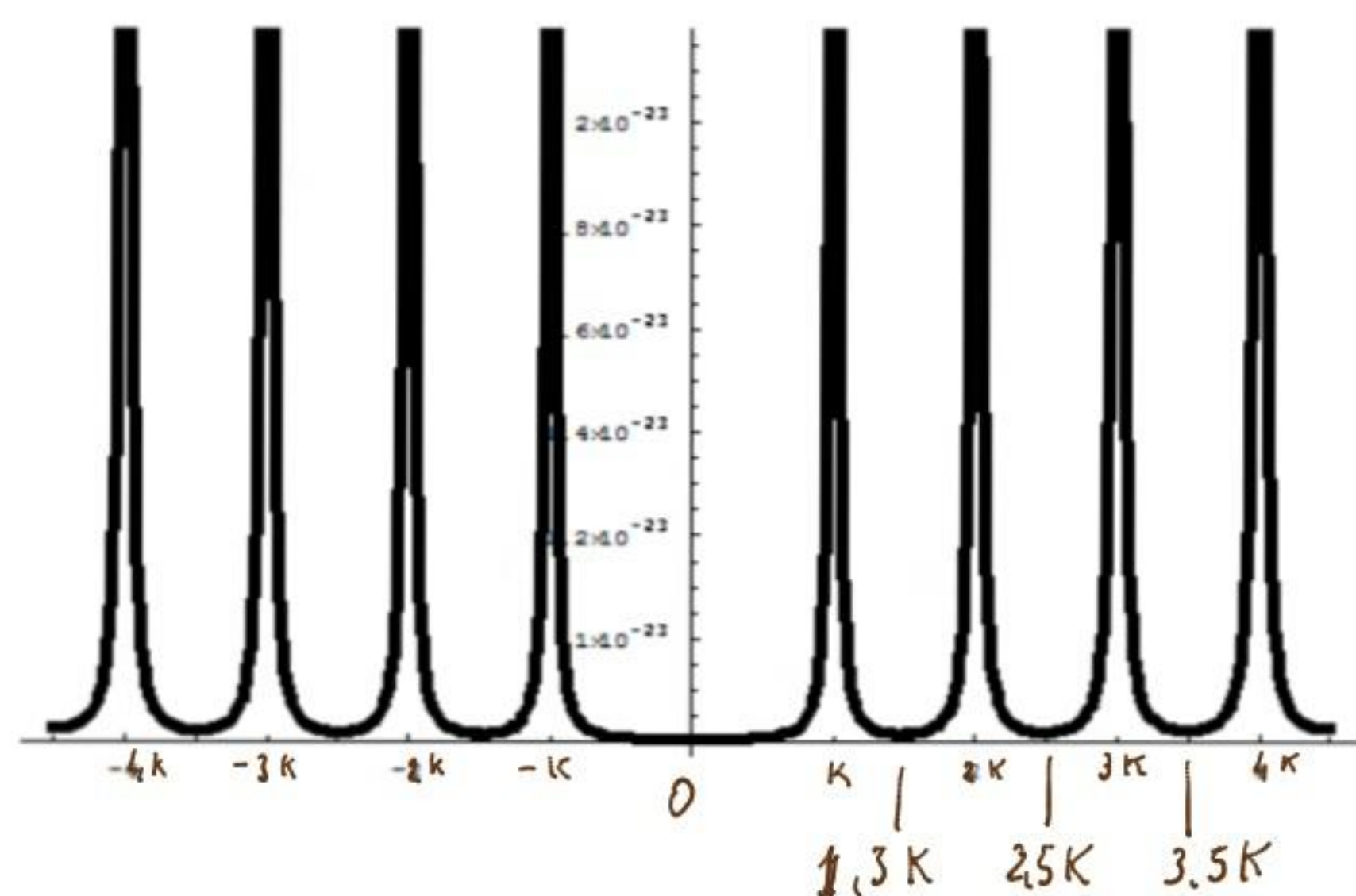
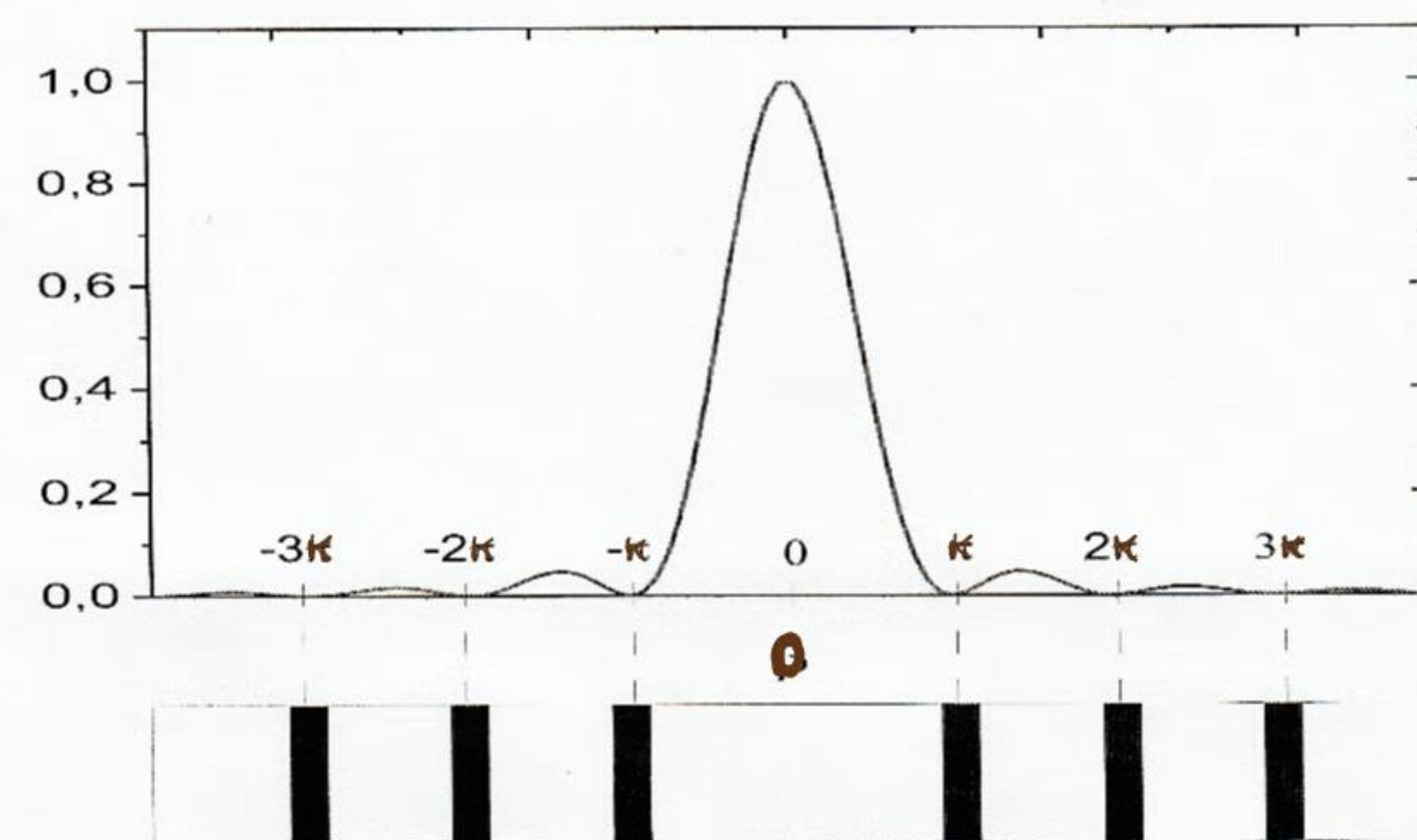


FIG . 6.5.I



Considerando , nel caso più generale , traiettorie di elettroni parallele all' asse del foro , (condizione di Fraunhofer) esse risultano per la maggior parte distanti da quest' ultimo . Per tale ragione si manifestano situazioni di asimmetria nei rami che identificano un livello e nelle strizioni relative , come indicato nella FIG . 6.5.L .

In tale figura si è evidenziato il comportamento di un solo livello che subisce strizione asimmetrica indipendentemente dagli altri . Il valore di φ dipende dalla forma del potenziale esterno nella zona centrale .

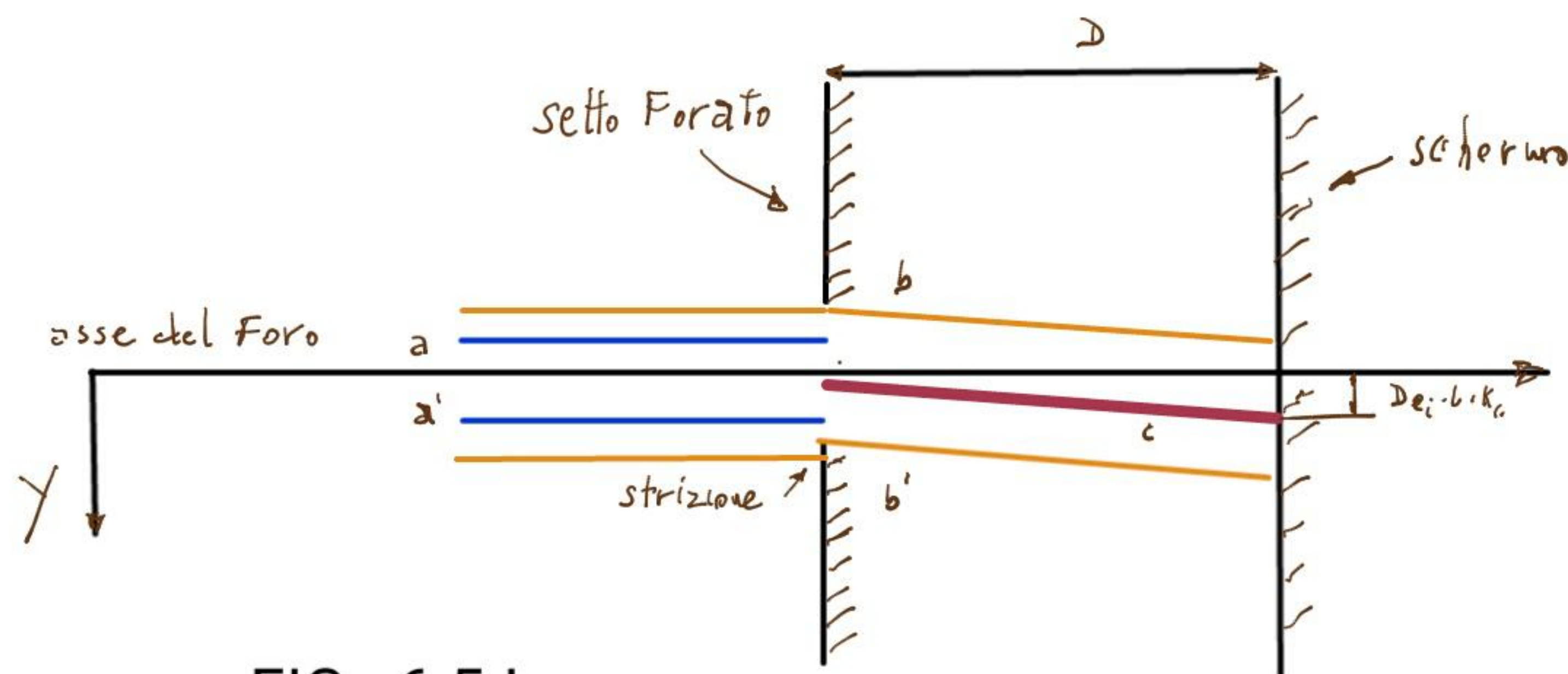


FIG . 6.5.L

D = distanza setto forato da schermo

d = dimensione foro

λ_v = lunghezza d' onda = h/mv

De_i = deflessione livello i -esimo

$$l \approx \pm (n + \varphi) \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$$\varphi = 1/2$$

$$k_G = \lambda_v D/d$$

L'asse di propagazione del livello di cui un ramo ha subito strizione viene deflesso. L'entità della deflessione della direzione di propagazione del centro di massa, che si trasmette a tutti i livelli, è direttamente proporzionale alla massa del livello rispetto alla massa elettronica e analogamente per la dimensione del livello rispetto alla dimensione classica dell'elettrone. La deflessione sullo schermo, è dipendente da parametri di ottica geometrica tipici e dalla q. di moto dell'elettrone, conglobati in K_G . Considerando un livello i-esimo che subisce deflessione, con deflessione unitaria: $du = 0, \pm 1$, scrivo:

$$1.6.5) D_{e_i} = \frac{m_i}{m_e} \cdot \frac{R_i}{R_w} \cdot du_i = du_i; \text{ con } D_{e_i} \text{ deflessione elettrone per strizione di singolo livello (modulo vettore lungo } y)$$

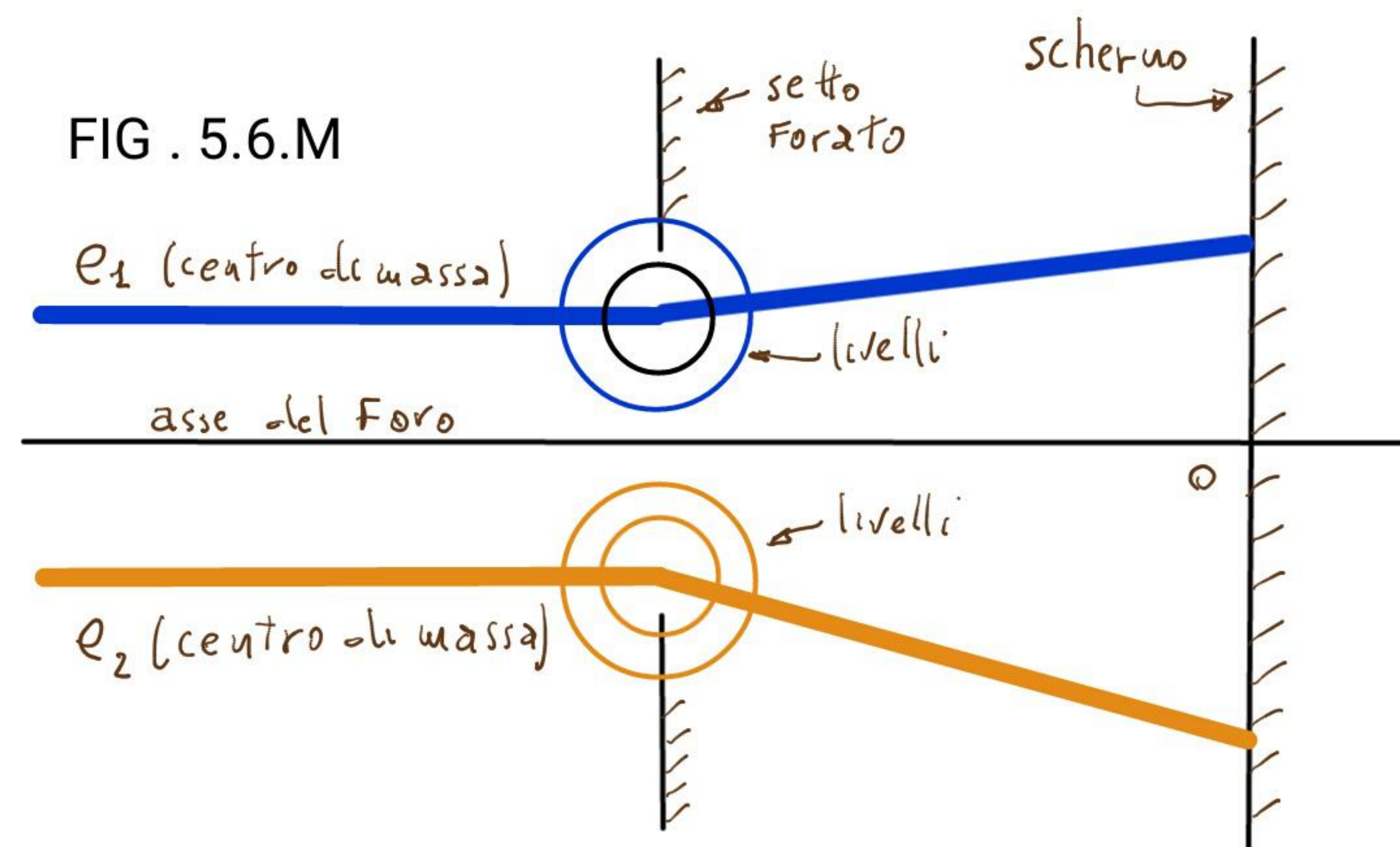
Tenuto conto che, dalla: $m = \alpha \hbar / v R$ si ottiene: $m_i R_i = m_j R_j$ per ogni: i, j , si ha che la deflessione di un livello generico produce una eguale deflessione dell'elettrone considerato. Per tale motivo la deflessione di "n" livelli produrrà una deflessione totale dell'elettrone:

$$2.6.5) D_{\text{tot}} = \sum_{i=1}^{n_i} D_{e_i} = n \quad (\text{numero naturale})$$

Supponendo che molti elettroni arrivino, separatamente, sulla fenditura con direzioni parallele all'asse della medesima, ma con distanze da tale asse disposte casualmente, si ottengono tutte le possibili deflessioni di livello nell'intervallo: $0-n$. Le possibili deflessioni determinano le posizioni dei massimi:

$$3.6.5) Y_n^{\text{max}} = l \cdot K_G \quad (l = n + \rho) \text{ e simmetricamente}$$

La FIG. 5.6.M ¹⁶ mostra la differente deflessione di due elettroni il cui centro di massa si muove parallelamente all'asse del foro ma a distanze diverse.



Le simulazioni e le figure che illustrano le successioni di bande di presenza sullo schermo, sono state sempre eseguite con lo scopo di riprodurre le coordinate dei massimi delle medesime. Non sono state considerate, generalmene, le densità di presenza in tali bande, che nel caso del setto forato dipendono oltre che dai parametri geometrici dell' esperimento, dalla q . di moto degli elettroni e dal diverso percorso degli elettroni per arrivare allo schermo. Tali valutazioni aggiuntive sono comuni a tutti i casi di diffrazione da una o più fenditure, per tale motivo la distribuzione generale delle intensita' di arrivo degli elettroni sullo schermo, che integrata in un intervallo di tempo opportuno, fornisce la densita' di presenza nelle bande, sarà affrontata unitariamente nel prossimo paragrafo.

● Nel caso illustrato nella figura seguente dove un elettrone, pur avendo una linea di propagazione non coassiale con l' asse del foro, possiede uno (o più livelli) con strizione su ambo i rami, si ha un annullamento dell' effetto di quel livello sulla deflessione complessiva dell' elettrone.

In questo caso: $D_{\theta} = 0$; $n = 0$; $y_0^{max} = 0$

Il livello a-a' ha strizione doppia quindi: $du_a = 0$

Il livello b-b' ha strizione doppia quindi: $du_b = 0$

1) Diffrazione ed interferenza di elettroni

G. POZZI, G. F. MISSIROLI, P. G. MERLI

Giornale di Fisica - Vol. 15 - N. 3 - Luglio - Settembre 1974

Società Italiana di Fisica

Editrice Compositori Bologna

