

## Fisica subnucleare

## Dalla materia pura alle particelle del principio di scambio nel cronotopo (Nota riassuntiva)

Il concetto di *materia pura*, le cui origini si trovano in vari miei lavori (1), nacque nel 1946 (2). In seguito diedi varie definizioni possibili della *materia pura*, alcune nella Memoria di «Scientia» (3), altre derivanti dal punto di vista SEVERI-PANNARIA sviluppatosi successivamente (4).

La dimostrazione dell'esistenza della *materia pura* fu data poi da FRANCESCO PANNARIA, con l'equazione del principio di scambio o equazione delle quattro costanti fondamentali della fisica o equazione fondamentale della materia (5). Detta equazione, le cui conseguenze fisiche, chimico-fisiche e biologiche (nonché filosofiche) non sono esaurite e non saranno esauribili in breve tempo, è giunta sino a reperire — dal-

(\*) Presidente.

(1) Ne cito alcuni dei più antichi: *Riduzione dei principi di relatività ai loro elementi logici e psicologici*, «Rend. Accademia dei Lincei», 1924; *Elementi logici e psicologici dei principi di relatività*, «Rivista di Scientia», 1925; *Esame delle obiezioni d'ordine generale contro la relatività del tempo*, «Scientia», 1925.

(2) Al Congresso filosofico internazionale di Roma, nell'ottobre del 1946, dove parlai della materia nel pensiero moderno. La mia comunicazione di Roma trovai pubblicata in «Scientia».

(3) F. SEVERI, *Materia e causalità, energia e indeterminazione*, «Scientia», marzo-aprile 1947. Anche in altri miei scritti e discorsi — dal 1948 al 1957 — raccolti nel volume *Dalla scienza alla fede*, «Edizioni Pro Civitate Christiana», 1959, tratto gli argomenti della materia, delle antiparticelle, degli antielementi.

(4) F. SEVERI, *Sul secondo principio di relatività e sopra una nozione «naturale» del tempo*, «Commentationes Pontificia Academia Scientiarum», aprile 1956; F. PANNARIA, *Mutazione fisica, reazione chimica e relatività*, «Bollettino della Federazione Nazionale degli Ordini dei Chimici», giugno-luglio-agosto 1959; F. SEVERI, *Materia ed antimateria*, «Ingegneria Ferroviaria», novembre 1959; *Materia, antimateria, materia pura*, «Ingegneria Ferroviaria», marzo 1960; F. PANNARIA, *Natura della materia*, «Responsabilità del Sapere», aprile-giugno 1960; *L'antimateria*, «Nuova Antologia», marzo 1961.

(5) Sul principio di scambio e sulla sua equazione, il PANNARIA, dal 1949 al 1961, pubblicò numerose Memorie; le più recenti sono apparse nel «Chimico» di luglio-agosto 1959 (*Il principio di scambio*), in «Ingegneria Ferroviaria» di ottobre 1959 (*Sombi e particelle, gravitazione e parità*), nel «Bollettino del Consiglio Nazionale degli Ingegneri» di maggio-giugno 1960 (*Il principio di scambio*), l'Antinúmero di *Avogadro e reazioni fondamentali materia-antimateria-materia pura* e di febbraio 1961 (*Particelle del principio di scambio nel cronotopo*).

l'energia della materia pura — le masse delle particelle cosiddette elementari della fisica odierna (\*).

Nella presente Nota riassumo i risultati delle ricerche SEVERI-PANNARIA, a partire dalla definizione di materia pura (†).

1) *Materia pura è la materia scissa dal tempo e quindi l'unica materia in quiete rispetto ad ogni osservatore.*

2) *La materia pura è il limite di un'entità cronotopica fisica, quando svanisce ogni effetto temporale: quindi la materia pura è materia avente massa di riposo nulla.*

Si ricorda che la massa di riposo di un corpo è definita dal modulo di un certo quadrivettore covariante, e tale massa assoluta è la minima tra le masse del corpo rilevabile dai vari osservatori. Questo minimo è raggiunto dalla misura di un osservatore accompagnante il corpo, cioè in quiete permanente con esso.

3) *Materia pura è la traccia segnata da una particella propriamente fondamentale e autenticamente elementare che varia di luogo nel cronotopo elementare, ad ogni velocità possibile e in ogni direzione possibile (‡).*

Riferendomi al carattere geometrico-topologico che distingue l'antiparticella dalla particella (†) e all'antiparticella determinante della particella (‡), materia pura è la materia delle antiparticelle elementari non coniugate e cioè, non determinanti le correlative particelle propriamente elementari.

La dinamica di scambio « traduce » in entità fisiche o elementi della materia pura i quattro aspetti o atteggiamenti di qualsiasi corpo fisico, associati nel nostro

(\*) *Principio di scambio nel cronotopo*: Nota di F. PANNARIA, presentata all'Accademia Nazionale dei Lincei, nella seduta del 12 marzo 1960, dal Socio F. SEVERI; pubblicata nei « Rend. Accademia dei Lincei », Fascicolo 5, maggio 1960.

F. PANNARIA, *Potenza della materia pura. Energia del cronotopo elementare*, « Il Chimico », luglio-agosto 1960.

F. PANNARIA, *Particelle del principio di scambio nel cronotopo*, « Bollettino del Consiglio Nazionale degli Ingegneri », febbraio 1961.

(†) Anche nella prima parte della Memoria *Ritorno ad Aristotele*, pubblicata in « Scientia », giugno-luglio-agosto 1960, si considera la « materia pura »; la seconda parte riguarda il principio di scambio; nella terza parte si mostrano gli aspetti del moto di scambio in biologia.

(‡) Ved. Memorie citate a (\*). Aristotele, circa 2000 anni or sono, considerò la *materia prima* (vedi nota 3) equivalente alla nostra materia pura; ma non andò, né poteva allora andare, al di là del mero uso del nome di siffatta entità, quale parte della materia in senso ordinario, né poteva dimostrare la sua esistenza con le peculiari proprietà che la definiscono, come parte della materia ordinaria, offrendo la possibilità di costruirla, separandola appunto dalla materia ordinaria.

Perciò chi dice « materia prima in senso aristotelico » (come fa p. es. HEISENBERG in *Fisica e Filosofia*, Ed. « Il Saggiatore », 1961, p. 166) non dice nulla di sostanziale, avente cioè ben deciso significato fisico; ed è perciò ancora ben lontano col pensiero dalla materia pura, come sostanziale nozione fisica.

(§) Ved. Memorie citate a (\*) e (†). La Memoria *Mutazione fisica, reazione chimica e relatività della (†) in scritta dal PANNARIA a commento della mia Memoria dell'aprile 1956. Sul secondo principio di relatività e sopra una nozione « naturale » del tempo*, citata in (\*).

(¶) Oltre alle Memorie citate a (\*) e (†), F. PANNARIA, *Il mondo fisico di retroscena, antiparticelle, antiostrazione chimica* nel « Bollettino della Federazione Nazionale degli Ordini dei Chimici », maggio, giugno e luglio-agosto 1957; *La materia incombustibile*, id., marzo 1958; *Simmetria e asimmetria mondo-antimondo*, id., gennaio-febbraio-marzo 1959.

mondo, e dai quali non si può prescindere in qualsiasi speculazione e ragionamento di fisica teorica, per qualsiasi operazione sperimentale: la *materia* (discontinuità e sua costanza — la *N* di AVOGADRO — in ogni grammo-molecola o grammo-atomo o grammo-particella in genere di qualsiasi sostanza e sua indipendenza dalla massa); la *massa* (univocità dell'insieme delle discontinuità materiali); il *campo* (generato dalla massa e partecipe della massa); l'*energia* (ogni forma di mediazione del campo).

La traduzione dei quattro aspetti fondamentali del nostro mondo fisico in *elementi della materia pura* è operata dall'equazione del principio di scambio e dal significato di ciascuna, e di ciascuna congiuntamente alle altre, delle quattro costanti fondamentali della fisica, legate dall'equazione:

$$\lambda \frac{c}{h} = N, \text{ in cui } \lambda = 1,331443 \cdot 10^{-13} \text{ cm.}$$

Se ne trae la conclusione fundamentalissima che la *materia pura* è ciò che resta della *materia combinata* o *materia del nostro mondo* o semplicemente *materia*, quando questa — in certe condizioni — è abbandonata da uno dei suoi quattro elementi di costituzione (*materia-massa-campo-energia*). I quattro elementi, congiunti, costituiscono la *materia combinata* del nostro mondo fisico di scena (come lo chiama PANNARIA); mentre invece, disgiunti, sono i quattro elementi incombinati della *materia pura* del mondo fisico di retroscena (come lo chiama PANNARIA) (della nostra scena fisica) o *antimondo*.

L'*antimondo*, conseguente al principio di scambio, non è più una ipotesi; neppure per quel poco che poteva sembrare quando fu scoperto in punta di penna ed enunciato, nel 1949 (11).

L'esistenza dell'*antimondo* è dimostrata dal principio di scambio — dal riversamento quantico del moto di scambio alla velocità luminosa (12) — e dalla non conservazione della parità. La *materia pura*, il principio di scambio, la realtà sperimentale dei quattro elementi — *materia-massa-campo-energia* — combinati in qualsiasi corpo come nella particella propriamente elementare, i cui quattro elementi (in certe condizioni della particella) si scindono, si risolvono, incombinati, per tornare alla loro origine di elementi della *materia pura*, *convalidano la dissimetria*

(11) F. PANNARIA, *Il divenire nel mondo fisico*, « Ingegneria Ferroviaria », settembre-ottobre 1949.

(12) La dinamica di scambio giustifica fisicamente la costanza della velocità luminosa, che è un presupposto della relatività, e dà una interpretazione fisica dell'aumento di massa con la velocità. Con la costanza di scambio col vuoto del massimo scambio nel vuoto — essendo *N* (Numero di Avogadro) il massimo numero di quanti riversati alla velocità luminosa — la *c* è costante e non gode di proprietà additiva: di conseguenza l'ipotesi dell'*antimondo* d'una materia di fisicità diversa da quella del nostro mondo. Sui motivi d'esistenza dell'*antimondo* della *materia pura* e incombinata e delle anti-particelle, vedere qualsiasi Memoria del PANNARIA sul principio di scambio ed anche quelle storiche su AVOGADRO, MENDELEEV, PLANCK, ARRHENIUS (in « Nuova Antologia », « Civiltà delle Macchine », « Ingegneria Ferroviaria », ecc.): queste Memorie sono citate nelle Memorie di cui alle note della presente nota riassuntiva.

*mondo-antimondo*, ossia, la non conservazione della parità. Questa dissimmetria non è totale, ma interessa la natura al margine — le interazioni deboli e debolissime — e ciò significa che implica solo le particelle elementari, quelle autentiche, o quelle altre (non elementari) che decadono e che comunque producono particelle elementari vere e proprie, di quattro specie — di materia, di massa, di campo, di energia — ciascuna risultante dalla combinazione di ciascuno degli elementi incombinati della materia pura con gli altri tre. Queste quattro specie di particelle elementari, dette anche semplicemente *elementari* <sup>(12)</sup>, combinandosi — e combinandosi a loro volta le loro combinazioni — producono tutte le altre particelle del nostro mondo, chimico-fisiche e biochimiche, per le quali vige la simmetria o conservazione della parità. In altri termini, ad ogni particella di materia combinata del nostro mondo corrisponde una antiparticella della materia pura e incombinata nell'antimondo (specularità); ad eccezione però delle particelle elementari, a ciascuna delle quali corrisponde un numero stragrande di antiparticelle elementari (non specularità): l'Antinnumero di AVOGADRO <sup>(13)</sup> è un ordine di grandezza della non specularità o non conservazione della parità.

Se una particella (elementare) del mondo, passando attraverso lo specchio — di confine mondo-antimondo — si risolve negli elementi della materia pura, un numero stragrande di antiparticelle (elementari) si affollerà per attraversare lo specchio in senso contrario, nel tentativo di divenire particella del mondo nostro: e lo specchio l'attraverserà una sola, quella che vincerà le occulte forze che indagherà la fisica ventura, sulla base della materia pura e della dinamica di scambio. Tal concezione si ritrova, in sintesi stringata, nel sommario della citata mia Memoria del 1947 in «Scientia». Definita materia pura il limite dell'unità cronotopica di un'entità fisica, per cui dal lato fisico la materia pura nei suoi elementi incombinati è la matrice fondamentale della materia combinata (SEVERI-PANNARIA), diedi una nuova interpretazione del principio d'indeterminazione, mostrando come la causalità sia caratteristica essenziale della materia e come l'energia possa dar luogo a rapporti probabilistici; il che, del resto, era stato osservato anche dal SEVERI fin dal 1946. Il PANNARIA, in correlazione, nella citata Memoria fondamentale *Mutazione fisica, reazione chimica e relatività*, stabilisce tra l'altro che non sono relativistiche come numero di particelle — come il numero delle dita di una mano — le particelle di Avogadro; mentre invece possono variare relativisti-

<sup>(12)</sup> F. PANNARIA, *I quattro elementi*, «Idea Settimanale di Cultura», Roma, N. 38 del 15 settembre 1955; *L'Antinnumero di Avogadro*, «Civiltà delle Macchine», settembre-ottobre 1956; *Giano e la fisica*, «Civiltà delle macchine», gennaio 1956. Sotto il velame poetico di *Giano e la fisica* traspare il tempo minimo ( $\tau = \frac{h}{c}$  del principio di scambio) nel quadro di una profonda concezione fisico-matematica del mondo sensibile, al presente, che va a coniugarsi col mondo trascorso e futuro prevedibile. Questo scritto, da me molto apprezzato, avversa i dogmi d'una scienza edonistica di utile immediato e diretto, sottomessa alla società, e non più affidata alla libertà dell'ispirazione e dell'ingegno creativo e della ricerca spontanea.

Su «Idea Settimanale di Cultura» e «Civiltà delle Macchine», del decennio decennio 1950-60, sono apparsi numerosi articoli e alcune Memorie del PANNARIA sugli argomenti della presente Nota.

<sup>(13)</sup> F. PANNARIA, *L'Antinnumero di Avogadro*, «Il Chimico», dicembre 1959 e Memorie citate a <sup>(9)</sup> e <sup>(12)</sup>.

camente, come numero di particelle, le particelle che sussistono poiché v'è un'altra particella alla quale esse si appoggiano e della quale partecipano, temporaneamente, come costituzione energetica.

Dunque: *in natura si verificano mutazioni nelle quali la materia combinata, in certe condizioni, perde le sue caratteristiche e diviene materia pura; il mediatore del divenimento è l'antimateria.*

Per intendere l'antimateria dirò del principio di scambio.

Come scrissi su «Ingegneria Ferroviaria», *Materia ed antimateria* (1), sono stato il primo a comprendere la dinamica di scambio ed a comprenderne la fondamentale importanza.

L'idea fondamentale, scovata dal PANNARIA nelle pieghe della dinamica newtoniana, è semplice e d'imprevedibili conseguenze oltre a quelle già trattate dall'A., che stiamo annotando: una felice intuizione scaturita dalla visione del semplice; un pensiero libero da influenze turbanti di preconcetti e quindi una verità e poi una laboriosa costruzione in termini scientifici.

Il moto, qualunque sia la sua specie, è variazione di luogo nel tempo; la velocità è una misura di costata variazione di luogo nel tempo; la forza newtoniana della dinamica classica ed anche relativistica è legata solo alla variazione della velocità. Se ne trae che la vigente concezione del moto considera due specie distinte di variazione di luogo nel tempo: l'una privilegiata, per la quale non necessita forza alena; l'altra per cui necessita una forza. Ciò non è ammissibile per la contraddizione che noi consente. Dunque, è necessaria una forza anche per conservare la velocità e questa forza, conservatrice del moto in direzione e grandezza (moto rettilineo uniforme), è di natura diversa da quella newtoniana di variazione della velocità. Il principio di scambio conclude con la differente natura delle due forze e qualifica *forza di scambio* quella legata alla conservazione del moto (rettilineo uniforme): stabilisce così una nuova dinamica — *dinamica di scambio* — che dà una rinnovata visione del moto e quindi una nuova concezione del mondo fisico (12).

La radice della forza di scambio, nel terreno della materia pura, alimenta ogni rama di forza e quindi anche quella newtoniana; e in questo quadro dell'unità delle forze nasce, come si vedrà, il primo concetto dell'*antimateria*.

In Newton la massa è un coefficiente di proporzionalità e quindi un rapporto matematico, un'astrazione, senza «campo» (idea, quest'ultima, che sarà poi di FARADAY) a cui segue la classica continuità dell'energia. Il principio di scambio avvantaggia l'arretratezza della massa newtoniana non inquadrabile nella fisica moderna.

Si perviene all'*equazione del principio di scambio, fondamentale della materia*, più sopra notata, con due semplici proposizioni a) e b) che coniugano massa, campo e quanti d'energia:

a) la velocità  $v$  (all'istante  $t$ ) è proporzionale al numero  $n$  di quanti riversati

(12) La necessità di un'azione permanente del divenire fluente nella mutazione di luogo nel tempo può essere spiegata anche col principio di ragion sufficiente. Se per l'accelerazione di qualsiasi misura valgono le leggi fisiche, anche per l'accelerazione zero ha da esserci una spiegazione fisica. Questo argomento si ricollega alla *simmetria degli osservatori* nella mia Memoria (4) *Sul secondo principio di relatività e sopra una nozione «naturale» del tempo.*

dalla massa nell'unità di tempo, per cui — essendo  $\alpha$  il coefficiente di proporzionalità —  
 $v = \alpha n$ ;

b) la grandezza  $h\nu$  del quanto riversato è proporzionale alla massa  $m$ , per cui — essendo  $\beta$  il coefficiente di proporzionalità —  $h\nu = \beta m$ .

Una terza proposizione e) si deduce dalla a):

e) L'accelerazione  $a$  è la variazione del numero di quanti riversati dalla massa ad ogni unità di tempo:

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= \alpha n_1 \\ v_2 &= \alpha n_2 \end{aligned} \right\} a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \alpha \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

Il moto fluente — uniforme rettilineo — è il moto di scambio; il moto influente è il moto delle interferenze di scambio; il moto è l'espressione degli scambi di energia della massa. Donde ne deriva che « ogni teoria di relatività lascia un residuo di assoluto » (SEVERI, 1907).

Lo sfondo assoluto dei moti relativi sono i quanti minimi:

di spazio (lunghezza)  $\lambda = 1,331443 \cdot 10^{-13}$  cm;

di tempo (durata)  $\tau = \frac{\lambda}{c} = 4,41208 \cdot 10^{-24}$  s.

Ne risulta un cronotopo elementare  $N\lambda\tau$ ,  $N$  (prisma quadridimensionale) la cui energia, per l'equazione del principio di scambio, è  $\frac{Nh}{\tau}$ .

Per la dinamica di scambio, qualsiasi massa, alla stessa velocità, riversa lo stesso numero di quanti.

Una particella qualsiasi che riversa  $N$  quanti percorrerà una  $\lambda$  del cronotopo alla velocità  $c$  nel tempo  $\tau$ . La particella, per poter conservare la sua velocità ( $c$ ), al termine di ogni unità di tempo ( $\tau$ ) riassumerà dal cronotopo gli  $N$  quanti. Ciò significa che quando una particella riversa  $a$  quanti (da 1 della velocità minima a  $N$  della velocità massima), ciascun quanto va momentaneamente ad appoggiarsi (per il tempo  $\tau$  e in generale per un tempo  $\frac{\lambda}{v}$ ) all'elemento materia della materia pura e incombinata del cronotopo. Il cronotopo reagisce a questa intrusione poiché la materia pura e incombinata perde (per un tempo  $\tau$  o  $\frac{\lambda}{v}$ ) il suo inesorabile equilibrio a quattro elementi (materia-massa-campo-energia: *incombinati*) e quindi rinvia i quanti all'appoggio materiale della particella ( $a$  quattro elementi combinati). I quanti d'energia, a differenza della massa materiale (materia combinata) che li produce, sarebbero manchevoli di un « substat » materiale proprio. I *quanta*, similmente ai virus per la cellula (<sup>15</sup>), non possiedono un metabolismo proprio, ma par-

(<sup>15</sup>) *Nuove vedute in biochimica*, « Bollettino Federazione Nazionale Orlnini dei Chimici », luglio-agosto-settembre 1958; questa Memoria si ricollega a quella pubblicata negli « Atti del Congresso di Metodologia » — Torino, 1952 — e ad un'altra pubblicata in « *Recentia Medica* » nel 1954.



tecipano di quello della particella: una volta riversati si appoggerebbero alla materia pura del cronotopo, la quale, conservatrice della propria « non-recipiendarietà » (*potenza della materia pura*), rinvierebbe i quanti all'appoggio materiale della massa che li aveva prodotti o d'altre masse interferenti (nel moto in presenza di resistenze).

La spola dei quanti d'energia tra la materia combinata del mondo e la materia pura e incombinata dell'antimondo, questa spola che genera il moto dei corpi del nostro mondo, è un aspetto dell'antimateria, dell'energia dei quanti in funzione d'antimateria. Il rapporto nell'un verso e nell'altro della spola è una reazione materia combinata a quattro elementi / materia a tre elementi combinati se e in quanto appoggiati al quarto elemento materia / materia pura e incombinata a quattro elementi; questa reazione *materia-antimateria-materia pura* non può di certo generare il moto della materia pura dell'antimondo, la quale, essendo incombinata, non possiede proprietà inerziali e gravitazionali e non può essere presa come riferimento assoluto del moto, i cui termini assoluti sono  $\lambda$  e  $\tau$  e di conseguenza la  $c$ .

S'è detto dei quanti e dei virus in funzione — analogica — d'antimateria. L'antimateria vera e propria si ritrova ai confini del nostro mondo, nelle reazioni tra materia combinata nelle particelle elementari, energia libera (in quantità straordinariamente grande) e materia pura (delle antiparticelle elementari) proveniente dall'antimondo e chiamata alla ribalta del mondo in soccorso di quell'energia in eccesso di libertà e quantità, e cioè senza la materia di appoggio.

Dunque: *l'antimateria è l'apparizione momentanea, nel nostro mondo, degli elementi incombinati della materia pura dell'antimondo* (17).

Tornando alla particella che procede alla velocità  $c$  lungo una  $\lambda$  del cronotopo, l'energia di riversamento della particella, come s'è visto, è  $\frac{Nh}{\tau}$ ; e almeno altrettanta energia dovrà provenire dal cronotopo, per il rinvio alla particella dell'energia di scambio, rinvio conservatore del moto alla velocità  $c$ . Dunque:  $\frac{Nh}{\tau}$  è l'energia di scambio o energia nel vuoto (vuoto di materia combinata) dell'elementare cronotopico o energia di un evento elementare della materia pura (che è « l'essere del nulla » di LEONARDO).

Il principio di scambio, che nessuna esperienza poteva suggerire e che tante esperienze convalida, anticipandone altre, compiute e venienti (struttura delle particelle, costanza della  $c$  con la non-parità e l'antimondo, antiparticelle, avvio alla ricerca delle quattro particelle propriamente elementari, approfondimento del Numero di AVOGADRO, reazioni fondamentali materia-antimateria-materia pura); la dinamica di scambio che, congiuntamente alla materia pura, rompe lo schema millenario della visione meccanica delle particelle ultime vaganti in uno spazio uguagliato al nulla; l'equazione del principio di scambio, giungendo a reperire la massa

(17) Ved. Memorie citate a (\*) e la Nota SEVERI-PANNARIA, *Gli scambi della materia*, inviata all'Accademia dei Lincei dal Socio F. SEVERI — presentata dal Socio ANZIANO CASSINIS nella seduta del 19 novembre 1960 — per la pubblicazione nei Rendiconti lincei.

del protone (<sup>15</sup>), dimostra che *le particelle della fisica odierna, note e ignote, provengono dalla materia pura.*

$\frac{Nh}{\tau}$  è l'equivalente in energia del nostro mondo, del cronotopo elementare; ne segue  $\frac{Nh}{\tau c^2} = 1$  = alla *massa equivalente elementare* o gramma-particella elementare. Di conseguenza, dividendo per N dovremmo ritrovare la massa di una particella nota e cosiddetta elementare. Infatti:

$$\frac{N h}{N \tau c^2} = \frac{h}{\tau c^2} = 1,65979 \cdot 10^{-24} \text{ g} = \text{alla massa del protone nudo.}$$

Dalla genesi abissale del moto, la cui teoria oggi più fonda è quella del principio di scambio, ossia dagli scambi tra materia pura e materia combinata, tramite l'antimateria, trae origine ogni trasformazione e fermento del mondo.

Non parrebbe che l'incontro materia-antimateria abbia conseguenze catastrofiche in ogni verso (<sup>16</sup>).

(<sup>15</sup>) F. PANNARIA, *Particelle del principio di scambio nel cronotopo*, « Bollettino del Consiglio Nazionale degli Ingegneri », febbraio 1961.

(<sup>16</sup>) Ved. F. SEVERI e F. PANNARIA, Nota citata a (<sup>12</sup>) in attesa di pubblicazione nei « Rend. dell'Accademia Nazionale dei Lincei ».