estratto da : **L'EQUILIBRIO UNIVERSALE**
dalla meccanica celeste alla fisica nucleare

– Origine del fotone, struttura e daratteristiche fisiche

Nelle pagine precedenti abbiamo visto che, fornendo energia all'elettrone in equilibrio con un campo elettromagnetico, si genera un campo indotto avente una lunghezza d'onda uguale alla lunghezza dell'orbita percorsa dall'elettrone e quindi di frequenza molto più elevata di quella dell'onda incidente.
L'energia ad esso associata è però estremamente ridotta e dunque risulta di scarsa utilità pratica.

Dato che l'energia associata al campo elettromagnetico risulta proporzionale al quadrato dell'eccentricità dell'orbita percorsa dall'elettrone, sarà possibile aumentare il valore dell'energia che gli viene trasferita sottoponendo l'atomo all'azione di un **campo elettrico statico del valore desiderato**.

Il discorso che facciamo per l'elettrone ha validità assolutamente generale e si applica a tutta la materia, qualunque sia il suo livello di aggregazione.

In definitiva si può affermare che, se forniamo l'energia $\Delta E = \alpha \cdot E_{eq}$ **ad una massa** m **in equilibrio in uno spazio rotante** K_s^2, **si crea sempre una perturbazione dell'equilibrio dello spazio, il quale induce la massa ad oscillare attorno alla posizione di equilibrio con una frequenza** ν, **dipendente dal sistema considerato.**

Se consideriamo una massa libera ferma, l'eccesso di energia ΔE rispetto a quella richiesta per l'equilibrio su ciascuna orbita è numericamente uguale all'energia che lega la massa m allo spazio rotante centrale K_s^2 oppure alla energia cinetica della massa in orbita , che si può scrivere :

$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 = 2 \cdot \pi \cdot m \cdot V \cdot R \cdot \frac{\nu}{2}$$

ponendo : $$h = 2 \cdot \pi \cdot m \cdot V \cdot R$$

si ottiene : $$\Delta E = E = h \cdot \frac{\nu}{2}$$

2198

dove h è proporzionale al momento angolare della massa in orbita e ν è la sua frequenza di rivoluzione.
La relazione è applicabile a qualsiasi orbita con $0 < R < \infty$.

Se la massa m si trova in equilibrio ad una distanza dal centro maggiore del valore del raggio di sponda dello spazio rotante, la velocità di equilibrio vale zero e quindi risulta $E_{eq} = \mathbf{0}$.

In queste condizioni, **per qualsiasi valore dell'energia** ΔE **fornita**, **risulta sempre** $\Delta E > E_{eq}$, **quindi non si riesce a produrre alcuna oscillazione**, **in quanto l'equazione dell'orbita risulta una iperbole**, **che allontana la massa** m **dal centro dello spazio rotante**.

Per esempio, se si applica una tensione elettrica agli estremi di un materiale conduttore, gli elettroni **liberi** si spostano senza alcuna oscillazione, cosa che invece si verifica se il materiale è isolante.

Nel primo caso la massa considerata assorbe quindi ΔE tutta come energia cinetica data da :

$$E = \Delta E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

acquistando una velocità V avente una direzione tale da soddisfare i principi di conservazione.

E' evidente che, **in questo caso**, **la propagazione dell'energia** ΔE **attraverso lo spazio fisico viene realizzata attraverso lo spostamento della massa** m **con la velocità** V, **che quindi non è una caratteristica dello spazio nel quale avviene la propagazione**.

Ritornando ora al nostro punto in orbita sulla traiettoria ellittica, abbiamo visto che si hanno, in questo caso, due punti di equilibrio che vengono indicati :

perielio : $R_{min} = \dfrac{R_{eq}}{1 + e}$; afelio : $R_{max} = \dfrac{R_{eq}}{1 - e}$ con $e = \sqrt{\alpha}$

2199

e la massa planetaria oscilla continuamente tra questi due punti, percorrendo l'orbita ellittica di equazione :

$$R = \frac{R_n}{1 + e \cdot \cos(\omega \cdot t)}$$

Si ha così sulla massa in orbita un'accelerazione alternata con conseguente scambio di energia con lo spazio rotante, in ogni periodo.
Ricordiamo che l'energia complessivamente posseduta dalla massa unitaria vale :

$$E = E_n + \Delta E = \frac{V_n^2}{2} \cdot \left[-(r^{-1} - 1)^2 + \alpha \right]$$

sostituendo l'espressione del raggio $r = \dfrac{R}{R_n}$, si può scrivere :

$$E = \frac{V_n^2}{2} \cdot \left[-\left(\frac{R_n}{R} - 1 \right)^2 + e^2 \right] =$$

$$= \frac{V_n^2}{2} \cdot \left[-e^2 \cdot \cos^2(\omega \cdot t) + e^2 \right]$$

che, con qualche semplice sostituzione, diventa :

$$E = \frac{V_n^2}{2} \cdot e_0^2 \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sin^2(\omega \cdot t)$$

ricordando che $E_n = \dfrac{V_n^2}{2}$ rappresenta l'energia che lega il punto di massa unitaria all'orbita circolare minima, si può scrivere :

$$E_p = E_n \cdot e_0^2 \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \left[1 - \cos^2(\omega \cdot t) \right]$$

2200

con il valore $E_{pmax} = E_n \cdot e_0^2 \cdot e^{-\beta \cdot t}$

che decresce ad ogni periodo secondo la relazione :

$$\ln \frac{E_{pmax(n+1)T}}{E_{pmax(n)T}} = -\beta \cdot T \quad \text{ossia :} \quad E_{pmax(n+1)T} = E_{pmax(n)T} \cdot e^{-\beta \cdot T}$$

Queste relazioni ci dicono che :

Un "punto materiale" che si muove su un'orbita ellittica nel raggio di azione di uno spazio rotante scambia con esso energia secondo la legge sinusoidale , **che abbiamo ricavato**, **con pulsazione** ω_E **doppia di quella di rivoluzione**.

Lo scambio si può realizzare solo se $e \neq 0$ ed il valore dell'energia scambiata è proporzionale al quadrato della eccentricità dell'orbita.

Dunque, **se il punto considerato si muove su un'orbita circolare con raggio minimo** R_n, **l'unica energia scambiata con lo spazio sarà quella dovuta al fattore** $\beta \neq 0$.

All'interno dell'atomo la totale assenza di aggregati liberi assicura $\beta = 0$ e dunque la particella in orbita non può assolutamente scambiare energia con lo spazio rotante e **l'orbita circolare rimane stabile nel tempo**.

Se il punto, **per una ragione qualsiasi**, **si sposta tra due orbite circolari stabili**, **lo scambio di energia durerà solo per un tempo pari a quello richiesto per il passaggio da un'orbita all'altra**.

Negli atomi, a differenza di quanto si verifica negli spazi rotanti astronomici, la perdita di energia sulle orbite ellittiche è praticamente trascurabile e quindi gli atomi appaiono stabili nel tempo.

2201

Riprendiamo ora **l'espressione dell'accelerazione che lo spazio rotante applica al punto** quando si allontana dalla posizione di equilibrio.

$$a = \frac{K_s^2}{R^3} \cdot \left(R_n - R\right) = \frac{K_s^2}{R^2} \cdot \left(\frac{R_n}{R} - 1 \right) =$$

$$= \frac{K_s^2}{R^2} \cdot e \cdot \cos(\omega \cdot t) =$$

$$\simeq \frac{K_s^2}{R_{eq}^2} \cdot e \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

considerando anche il fattore di attenuazione, si ottiene :

$$a \simeq \frac{K_s^2}{R_{eq}^2} \cdot e \cdot e^{-\frac{\beta}{2} \cdot t} \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Tale accelerazione è diretta sempre verso l'orbita di equilibrio R_{eq} ed il punto in orbita alla distanza R dal centro dello spazio rotante centrale K_s^2 non ha alcuna possibilità di distinguerla dall'azione che verrebbe esercitata **da una sfera planetaria materiale** in rotazione sincrona **sull'orbita di equilibrio alla distanza** $d = \left(R - R_{eq}\right)$.

Si ha infatti :

$$d = \left(R - R_{eq}\right) = R \cdot \left(1 - \frac{R_{eq}}{R} \right) = R \cdot e \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

con l'ipotesi $e << 1$ si ha :

$R \simeq R_{eq}$ e quindi risulta : $d_{max} = R \cdot e \simeq R_{eq} \cdot e$

si può quindi scrivere :

$$d = d_{max} \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

2202

Se indichiamo con $K^2(\text{t} ; \text{e})$ lo spazio rotante variabile, associato all'orbita ellittica, **capace di fornire l'accelerazione calcolata**, dovrà essere :

$$\frac{K^2(\text{t} ; \text{e})}{d^2} = \frac{\text{K}_\text{s}^2}{\text{R}_\text{eq}^2} \cdot \text{e} \cdot \cos(\omega \cdot \mathbf{t})$$

da cui si ricava :

$$K^2(\text{t} ; \text{e}) = \text{K}_\text{s}^2 \cdot \text{e}^3 \cdot \cos^3(\omega \cdot \mathbf{t})$$

Applicando, infatti la definizione operativa di materia con una massa unitaria posta nel punto R , si ha $K^2 = \text{a} \cdot d^2$ e con qualche semplice sostituzione, si ricava :

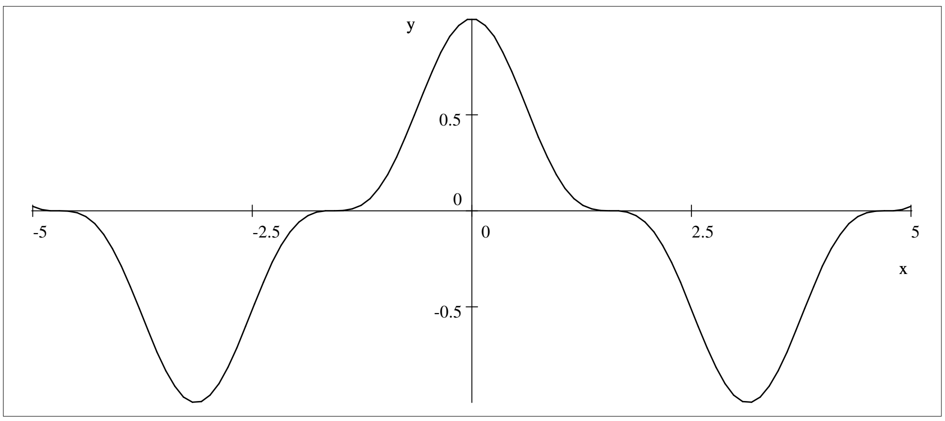
$$K^2 = \text{K}_\text{s}^2 \cdot \left(\frac{\text{R}_\text{eq}}{\text{R}} - \mathbf{1} \right)^3 = \text{K}_\text{s}^2 \cdot (r^{-1} - \mathbf{1})^3$$

oppure :

$$K^2 = \text{K}_\text{s}^2 \cdot \text{e}_0^3 \cdot e^{-\frac{3}{2}\beta \cdot \mathbf{t}} \cdot \cos^3(\omega \cdot \mathbf{t})$$

con : $\ln \frac{K^2_{\text{max}(\text{n}+1)\text{T}}}{K^2_{\text{max}(\text{n})\text{T}}} = -\frac{3}{2} \cdot \beta \cdot \mathbf{T}$ da cui : $K^2_{\text{max}(\text{n}+1)\text{T}} = K^2_{\text{max}(\text{n})\text{T}} = e^{-\frac{3}{2} \cdot \beta \cdot \mathbf{T}}$

Dunque, **l'accelerazione variabile genera uno spazio rotante variabile con l'andamento riportato in figura**, **uguale a quello generato da una massa che si muove in equilibrio sull'orbita circolare di raggio R_eq .**



2203

Secondo le relazioni che abbiamo ricavato, l'eccesso di energia ΔE rispetto alla condizione di equilibrio stabile sull'orbita circolare R_{eq}, viene scambiata continuamente tra massa orbitante e spazio rotante con legge sinusoidale di pulsazione $\omega_E = 2 \cdot \omega$.

Durante il passaggio **dal perielio all'afelio** lo spazio rotante cede l'energia $E_p(\mathbf{P}-\mathbf{A})$ alla massa planetaria m con conseguente riduzione dello spazio rotante di una quantità pari a $K^2(\mathbf{P}-\mathbf{A})$.

Durante il passaggio inverso, **dall'afelio al perielio**, la massa planetaria m restituisce l'energia $E_p(\mathbf{A}-\mathbf{P})$ allo spazio rotante con la produzione di un aumento $K^2(\mathbf{A}-\mathbf{P})$ dello spazio rotante.
Questo scambio continuo produce una perturbazione alternata dello spazio rotante con energia associata :

$$E_p = E_n \cdot e_0^2 \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sin^2(\omega \cdot t) \simeq$$
$$\simeq \frac{1}{2} \cdot E_n \cdot e^2 \cdot \left[1 - \cos(2 \cdot \omega \cdot t)\right]$$

che si presenta come processo ondulatorio di pulsazione $\omega_E = 2 \cdot \omega$ **che si propaga in tutto lo spazio fisico**, **in direzione dell'accelerazione**, **con la velocità della luce** C_l .

E' da notare che il valore K_p^2 associato alla perturbazione presenta, oltre a quella sinusoidale, una componente continua data da $K_1^2 = \frac{1}{2} \cdot K_s^2 \cdot e^2$ necessaria per portare l'orbita circolare stabile da R_n al valore del raggio medio R_m (**semiasse maggiore dell'ellisse**).
Dalla teoria generale si ha infatti :

$$V_m = V_n \cdot \sqrt{1 - e^2}$$

da cui si ricava :

$$V_n^2 \cdot e^2 = V_n^2 - V_m^2$$

2204

e quindi, per l'energia della massa unitaria si ha :

$$\frac{1}{2} \cdot E_n \cdot e^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(E_n - E_m\right)$$

In definitiva, se in uno spazio rotante abbiamo un punto che si muove su una orbita ellittica, si genera nello spazio stesso una perturbazione sinusoidale che si propaga da un punto all'altro con la velocità della luce, **trasferendo la energia ad essa associata**.
Essendo il processo di importanza fondamentale, lo analizziamo in dettaglio.

Innanzitutto ricordiamo che in tutti i punti di una traiettoria ellittica il momento della quantità di moto si mantiene costante, per cui, **se la massa è costante**

si ricava : $$V_A \cdot R_A = V_P \cdot R_P$$

mentre sulle orbite circolari stabili si deve avere :

$$V^2 \cdot R = K_s^2 = \textbf{costante}.$$

L'afelio ed il perielio della traiettoria non possono dunque essere due punti di equilibrio stabile.

Si crea perciò una perturbazione K_p^2 nello spazio rotante che consente di ottenere comunque una condizione stazionaria.

Questo vuol dire che, se la massa planetaria si muove stabilmente sull'orbita ellittica, la perturbazione descritta da E_p e K_p^2 rimane confinata nello spazio compreso tra le due orbite circolari e nulla o quasi viene rilevato all'esterno.

Se invece al perielio la sfera planetaria deve passare a muoversi in equilibrio sull'orbita circolare minima di raggio R_n , **deve necessariamente ridurre il valore del suo momento angolare da C_A a C_n e l'energia dal valore E_A al valore E_n** .

Per realizzare entrambi i risultati, rispettando le due condizioni che abbiamo scritto, non è sufficiente variare i parametri orbitali,ma **si deve avere anche**

2205

una riduzione del valore della massa in orbita.
Al raggio R_n è però associato anche un valore dell'eccesso di energia ΔE nullo rispetto alla condizione di equilibrio e quindi, **la sfera planetaria**, per potersi fermare stabilmente sull'orbita di raggio R_n , **dovrà perdere anche l'eccesso di energia iniziale** ΔE .
Si tratta quindi di capire in che modo sia possibile ottenere questo risultato.

Abbiamo visto che, se si assume un livello di riferimento avente velocità di equilibrio V_0 , l'eccesso di energia della massa unitaria in orbita sul livello p_1 vale :

$$E_p = E_0 \cdot \frac{1}{p_1^2} \cdot e^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t)$$

in cui si ha $e = 0$ per le orbite circolari.

Immaginiamo che inizialmente il punto materiale si trovi **sull'orbita circolare stabile associata al livello** p_1.
In queste condizioni, essendo $e = 0$, non si può avere nessuno scambio di energia con lo spazio e si ha un'orbita stabile.

Supponiamo ora di produrre una riduzione infinitesima dE dell'energia . La traiettoria circolare associata a p_1 non rappresenta più una soluzione reale dell'equazione del moto e quindi la massa planetaria dovrà abbandonarla.

A questo punto osserviamo che la riduzione dE dell'energia non ha prodotto variazioni apprezzabili delle condizioni del moto del punto e dunque esso, fisicamente, occupa ancora la posizione di prima **con gli stessi valori delle caratteristiche istantanee del moto**.

Questo vuol dire che la posizione del punto sull'orbita deve ancora rappresentare "forzatamente" una soluzione reale della equazione del moto, **magari con valori diversi dei parametri orbitali**.

Osserviamo subito che, trattandosi di un'orbita circolare, in tutti i suoi punti la velocità longitudinale risulta perpendicolare al raggio e quindi essi possono essere **tutti** punti d'inversione della velocità radiale delle orbite ellittiche dei livelli inferiori.

Il punto considerato può quindi rappresentare l'afelio R_{max} dell'orbita ellittica avente eccentricità $\sqrt{\alpha}$, associata al livello inferiore p_2.

Dopo la riduzione dE dell'energia, il punto si trova così con un eccesso ΔE di energia rispetto al livello p_2 dato da : $\Delta E = E_{eq1} - E_{eq2}$
si avrà quindi :

$$\alpha \cdot \frac{E_0}{p_2^2} = \frac{E_0}{p_2^2} - \frac{E_0}{p_1^2}$$

da cui si ottiene :

$$\alpha = \left(1 - \frac{p_2^2}{p_1^2} \right)$$

sostituendo, l'energia scambiata risulta dunque :

$$E_p = E_0 \cdot \frac{1}{p_2^2} \cdot \left(1 - \frac{p_2^2}{p_1^2} \right) \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sin^2(\omega \cdot t)$$

ovvero :

$$E_p = E_0 \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2} \right) \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sin^2(\omega \cdot t)$$

con valore massimo : $E_{pmax} = E_0 \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2} \right) \cdot e^{-\beta \cdot t}$

oppure, trascurando la caduta esponenziale :

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot E_0 \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2} \right) \cdot [1 - \cos(2 \cdot \omega \cdot t)]$$

2207

$$E_{\mathbf{pmax}} = \mathsf{E_0} \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2} \right)$$

A questo punto, **per raggiungere l'orbita circolare stabile associata al livello** p_2 **e fermarsi definitivamente su di essa**, **il punto orbitante deve liberarsi dell**'**eccesso di energia** ΔE scambiandolo con lo spazio rotante nel quale si muove, durante il passaggio dall'afelio all'orbita circolare stabile.

Nel momento in cui lo scambio viene completato, nell'equazione dell'energia si ha $\alpha = \mathbf{0}$ e **l'energia che lo spazio rotante avrà ricevuto** dalla massa planetaria sarà :

$$E_{\mathbf{pmax}}(\mathbf{A} - \mathbf{P}) = \mathsf{E_0} \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2} \right) \cdot e^{-\beta \cdot \frac{T}{2}}$$

E' da notare che, avendo K_p^2 pulsazione uguale a quella orbitale, durante il tempo $\left(\frac{T}{2} \right)$ impiegato dal punto per passare dal livello p_1 al livello p_2, la perturbazione sviluppa un'intera forma d'onda che, allontanandosi con la velocità della luce, percorre lo spazio : $\Delta R = C_l \cdot \frac{T}{2}$.

Tale valore rappresenta materialmente lo spazio entro il quale si sviluppa fisicamente la perturbazione ondosa, ovvero, la lunghezza del treno di onde che si sposta nello spazio, **che nel nostro caso è uguale ad** una sola lunghezza d'onda λ.

Un discorso analogo possiamo fare se al punto in orbita sul livello p_1 viene aumentata l'energia della quantità $\Delta E = \alpha \cdot E_{eq1}$.

In questo caso l'equazione del moto ammette come soluzione reale l'orbita

2208

ellittica sulla quale si produce lo scambio dell'energia :

$$E_p = E_0 \cdot \frac{1}{p_1^2} \cdot \alpha \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sin^2(\omega \cdot t)$$

oppure : $$E_p = \frac{E_0}{2 \cdot p_1^2} \cdot \alpha \cdot [1 - \cos(2 \cdot \omega \cdot t)]$$

Aumentando il valore di α (energia fornita) **è così possibile ottenere qualsiasi orbita con eccentricità variabile fino al valore limite** $\alpha = 1$ al quale corrispondono perielio ed afelio dati da :

$$R = \frac{R_{eq1}}{1 \pm \sqrt{\alpha}}$$

che, con $\alpha = 1$, fornisce : $R_{min} = \frac{R_{eq1}}{2}$; $R_{max} = \infty$.

In questo caso, all'afelio l'oscillazione cessa e la massa continua il suo moto verso l'esterno, scambiando l'eccesso di energia ΔE con lo spazio rotante. Man mano che la particella si sposta nella direzione dell'asse della traiettoria, diventata parabolica, l'energia ΔE si trasforma in energia potenziale.

In questo caso, " la particella emessa " **esce definitivamente dal raggio d'azione dello spazio rotante centrale e diventa indipendente**.

Se l'energia ΔE fornita dall'esterno viene aumentata gradualmente, quando si verifica $\Delta E = E_{eq2} - E_{eq1}$ corrispondente a $\alpha = 1 - \frac{p_1^2}{p_2^2}$,

il punto in orbita possiede energia uguale a E_{eq2} e quindi l'afelio può essere considerato **indifferentemente** come punto dell'orbita ellittica che la sfera planetaria sta percorrendo, oppure come punto dell'orbita circolare stabile di raggio R_{eq2} .

2209

Noi sappiamo però che la stabilità della particella sull'orbita non dipende solo dal valore di energia e quindi **in prossimità dell'afelio**, la massa planetaria, potrebbe non restituire allo spazio rotante l'energia, che ha ricevuto durante il passaggio sull'afelio, e saltare sulla seconda orbita .

Proprio perchè esiste questa doppia possibilità, può anche accadere che la massa in orbita si fermi per qualche tempo sull'orbita circolare associata a p_2 per poi ritornare sul livello di partenza p_1 restituendo allo spazio l'energia :

$$\Delta E = E_0 \cdot \left(\frac{1}{p_1^2} - \frac{1}{p_2^2} \right) \cdot e^{-\beta \cdot T}$$

secondo le modalità viste nel caso precedente.

Dall'espressione dell'energia E_p, che viene scambiata, vediamo che si ha il minimo e il massimo in coincidenza del perielio e dell'afelio.

Il trasferimento dell' energia dal punto in movimento sull'orbita allo spazio rotante o viceversa, si completa quindi durante il trasferimento del punto materiale dall'afelio al perielio e quindi in un semiperiodo.
Si ha quindi una frequenza della perturbazione doppia di quella orbitale.

Secondo tale risultato, **tra afelio e perielio** la perturbazione ondulatoria dello spazio rotante K_p^2 **sviluppa una sola forma d'onda completa** che rimane confinata nello spazio compreso tra i due livelli considerati.

Se non si ha perdita di energia, tra i due livelli si forma un'onda stazionaria e **nulla viene trasferito definitivamente** allo spazio fisico circostante.

Se invece, come succede per esempio negli spazi rotanti astronomici, si ha $\beta \neq 0,$ e l'energia della massa in orbita diminuisce gradualmente ad ogni semiperiodo **con una conseguente riduzione del raggio dell'orbita** fino al raggiungimento di un nuovo **equilibrio stabile** sull'orbita circolare minima di raggio R_{eq}.

Negli spazi rotanti atomici e nucleari, **essendo rigorosamente** $\beta = 0$, **si**

2210

hanno solo orbite circolari stabili, per cui, quando l'energia è sufficiente, si verifica sempre il passaggio definitivo da un livello all'altro in un tempo pari a un semiperiodo orbitale.

Come abbiamo visto, questo passaggio può avvenire solo se la massa planetaria emette l'eccesso di energia .

Dato però che sia il raggio che la velocità di equilibrio dell'orbita finale sono valori imposti dallo spazio rotante centrale, secondo la relazione $V^2 \cdot R = K_s^2$, l'unica via percorribile **per poter diminuire l'energia è una riduzione della massa.**

In definitiva, se pensiamo ad un singolo evento, dobbiamo immaginare una perturbazione dello spazio rotante oscillante sul piano orbitale della massa planetaria, che si presenta come "**un singolo impulso**", che si allontana dal centro dello spazio rotante, con la velocità massima C_l , " **in una direzione che dipende dal momento in cui viene generato** ".

Anche se in un contesto diverso, trascurando la direzionalità, la perturbazione si può immaginare analoga a quella che si produce in uno stagno d'acqua lanciando un solo sassolino.
Si ha la cresta dell'onda che, come un soggetto ben definito e delimitato nello spazio, si allontana dal punto in cui viene generato con una velocità, definita solo dal mezzo.

Essendo l'onda interamente contenuta nello spazio λ , noto l'istante in cui la perturbazione è stata generata, si conosce perfettamente in ogni momento il punto dello spazio in cui la cresta dell'onda si trova.
E' chiaro che il discorso ha senso solo se λ è molto piccolo rispetto al valore dello spazio percorso.

Per meglio chiarire quello che abbiamo visto, prendiamo in considerazione **lo spazio rotante K_s^2 ed una massa m inizialmente ferma fuori dal suo raggio d'azione.**
In queste condizioni non esiste alcuna interazione e la massa m possiede un eccesso di energia, rispetto a quella necessaria per restare in equilibrio sul livello p dello spazio rotante, data da : $\Delta E = E_{eq} = \dfrac{E_0}{p^2}$.

2211

Si può quindi considerare **la condizione di equilibrio iniziale con** $\alpha = \mathbf{1}$.
Percorrendo un'orbita parabolica, la massa m entra nel raggio d'azione dello spazio rotante K_s^2 e scambia con esso l'energia ΔE con un andamento del tipo :

$$E_p = E_0 \cdot \frac{1}{p^2} \cdot \alpha \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sin^2(\omega \cdot t)$$

Quando la massa m raggiunge il livello p , in prossimità del perielio, si trova con un valore di energia ed una velocità perfettamente coincidenti con quelli richiesti per restare in equilibrio.

Si realizza così la condizione $\alpha = 0$ **con una massa planetaria m in perfetto equilibrio sull'orbita e lo scambio di energia cessa** .

Lo spazio rotante si trova, a questo punto, **perturbato da un valore** K_p^2 in eccesso rispetto a quello richiesto per avere l'equilibrio della sfera planetaria sul livello p.
Per ripristinare l'equilibrio esistono due possibilità : o " **espelle** " la quantità eccedente K_p^2 oltre il raggio d'azione dello spazio rotante K_s^2 , ristabilendo così la condizione $a = \mathbf{0}$ sull'orbita associata a p , oppure restituisce alla massa planetaria l'energia che aveva ricevuto, rimandandola verso l'afelio.

La scelta non è, ovviamente, arbitraria, ma dipende dallo spazio rotante che viene considerato. Dobbiamo dunque distinguere i diversi casi.

Se lo spazio fisico non è puro, come per esempio lo spazio vuoto ordinario, si ha $\beta \neq 0$ e quindi non tutto l'eccesso di energia iniziale $\Delta E = \dfrac{E_0}{p^2}$ viene ceduto allo spazio rotante, in quanto una parte si disperde nello spazio fisico.
L'eccesso di energia ΔE^* che lo spazio rotante possiede al perielio è quindi minore di quello iniziale ΔE e non sarà più sufficiente per far uscire nulla dal raggio d'azione dello spazio rotante K_s^2 .

2212

In questo caso l'emissione non è dunque possibile e si può mettere in atto solo la seconda soluzione.
Si avrà così uno scambio continuo dell'energia :

$$E_p = E_0 \cdot \frac{1}{p^2} \cdot \alpha \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sin^2(\omega \cdot t)$$

che si riduce ad ogni ciclo con conseguente riduzione del raggio medio fino al valore R_{n+1} dell'orbita circolare minima più bassa.
Questo è esattamente quello che si verifica, **per esempio**, **nel nostro Sistema Solare**.

E' chiaro che, se alla massa planetaria, giunta al perielio, viene fornita, con qualsiasi mezzo, l'energia mancante, sarà sempre possibile rimandarla fuori dallo spazio rotante.

Se ci troviamo invece in uno spazio fisico puro, **non vi sono presenti aggregati vaganti**, **nemmeno subfotonici**, **e quindi si ha** $\beta = 0$.
In questo caso la massa planetaria cede allo spazio rotante tutto l'eccesso di energia ΔE che si ritrova così **integralmente** al perielio, come eccesso di spazio rotante di valore massimo :

$$K_p^2 = K_s^2 \cdot \alpha^{\frac{3}{2}} \cdot \cos^3(\omega \cdot t)$$

che si manifesta come perturbazione dell'equilibrio, che verrà ristabilito con una delle due soluzioni che sono state proposte.
Essendo ora $\Delta E^* = \Delta E$, con $\beta = 0$ le due soluzioni sono attuabili con la stessa probabilità .

In definitiva, **ci troviamo difronte ad una nuova " entità " che presenta una " estensione "** λ **nello spazio e che si sposta da un punto all'altro**, **con la velocità della luce**, **come perturbazione dello spazio rotante di valore** :

$$K_p^2 = K_s^2 \cdot e^3 \cdot \cos^3(\omega \cdot t)$$

e trasferisce l'energia :

$$E_p = E_0 \cdot \frac{1}{p^2} \cdot e^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t)$$

2213

A questo punto abbiamo nello spazio un " **oggetto** " al quale è associata la **massa attiva uguale a** K_p^2, **ondulatoria**, **con frequenza coincidente con quella di rivoluzione della massa planetaria generatrice**.

Questo risultato non deve stupire, in quanto risulta in perfetta sintonia con la definizione di **massa attiva** associata alla materia $K^2 = V^2 \cdot R$, la quale non esclude affatto la possibilità che si abbia, in una regione dello spazio una relazione dipendente dal tempo, del tipo :

$$K^2(t) = V^2(t) \cdot R(t)$$

Se fosse possibile associare a questo oggetto una massa inerziale m^*, ci troveremmo difronte ad **una particolare forma di materia** che si presenta **come una forma d'onda** che occupa lo spazio fisico λ e si sposta con la velocità massima C_l, come perturbazione dello spazio con massa inerziale uguale a zero, "**trasportando**" l'energia E_p che, ricordando la relazione :

$$\sin^2(\omega \cdot t) = \frac{1}{2} \cdot [1 - \cos(2 \cdot \omega \cdot t)]$$

si può anche scrivere :

$$E_p = E_0 \cdot \frac{1}{2 \cdot p^2} \cdot e^2 - E_0 \cdot \frac{1}{2 \cdot p^2} \cdot e^2 \cdot \cos(2 \cdot \omega \cdot t)$$

Questa relazione è molto importante, **in quanto evidenzia che l'energia che si propaga nello spazio fisico**, **trasportata dalla perturbazione con lunghezza d'onda** λ **e formata da una sola forma d'onda**, **è data da una componente sinusoidale**, **avente frequenza doppia di quella associata alla massa generatrice**, **ed una continua di valore costante nel tempo**.

L'espressione coincide con quella che esprime l'energia specifica associata al campo elettromagnetico. In questo caso essa rappresenta però il valore di **energia totale trasferita dall'intera forma d'onda**, con un volume di spazio perturbato ben definito.

Ricordiamo, a questo punto che, **l'energia è sempre associata al moto di una massa inerziale ed è**, **per definizione**, " **uguale al lavoro che essa**

2214

sviluppa quando viene frenata fino al valore della velocità di equilibrio V_{eq} , caratteristica propria dello spazio in quel punto.

Questa è l'unica "definizione inequivocabile di energia" che conosciamo e risulta espressa dalla relazione : $E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$.

Nel nostro caso si tratta di una perturbazione dello spazio che si sposta con una **velocità costante** uguale al valore massimo osservabile .
Dal momento che la nostra esperienza ci dice che **realmente si trasferisce energia a velocità costante nello spazio vuoto** , si deve conciliare questa osservazione con la definizione di energia.

Il primo problema da risolvere è quello di chiarire che cosa vuol dire trasferire "**una perturbazione dello spazio avente massa uguale a zero**" e ancora prima, chiarire che cosa si deve intendere per " **spazio vuoto in equilibrio e spazio vuoto perturbato** ".
In altre parole, si deve chiarire che cosa viene perturbato in uno spazio vuoto.

Lo spazio fisico che abbiamo definito nella teoria degli spazi rotanti è formato da **elementi spaziali** caratterizzati solo dal valore della velocità di rotazione V_s , che in linea retta diventa uguale a C_l.

Dal momento che, qualunque sia il valore dell'energia trasferita, la velocità di propagazione è costante e uguale al valore massimo, lo spazio vuoto che noi consideriamo **non può essere lo spazio primordiale**, **spazio fisico puro**, senza alcun livello di aggregazione, in quanto esso non ha ancora caratteristiche che si possano perturbare.

Dato che allo spazio fisico in cui si opera è richiesto di verificare due principi di conservazione indipendenti, **energia e quantità di moto**, " il suo livello di aggregazione deve essere tale da potergli associare almeno due grandezze caratteristiche indipendenti che possano assumere valori variabili ".

Il generico punto P dello spazio vuoto dobbiamo dunque intenderlo non come elemento spaziale, ma come aggregato non rilevabile direttamente, (massa rilevabile nulla) ma capace di interagire con lo spazio circostante sia in condizioni di equilibrio che in presenza di caratteristiche perturbate.

2215

Dalla scelta delle due caratteristiche da associare a questo aggregato deriva la teoria capace di spiegare l'evoluzione attuale dello spazio .

E' chiaro che una scelta arbitraria sarebbe piuttosto sconveniente e quindi si deve tener conto di quello che si desidera fare.
Innanzitutto, per eliminare la massa, si farà riferimento alla massa unitaria. In questo modo l'energia dipende dalla velocità di traslazione, che richiede una dimensione lineare ed il tempo, mentre il momento angolare dipende da una dimensione lineare e da una velocità angolare o frequenza.

Teoricamente si potrebbero scegliere una dimensione lineare (traslazione) e una frequenza (rotazione).
Con una scelta così primitiva si richiederebbe una impegnativa elaborazione preliminare per arrivare a tutti i concetti scientifici ormai acquisiti.

E' certamente molto più conveniente tenere conto del fatto che lo spazio che si deve definire dovrà essere capace di trasferire il campo elettromagnetico così come lo conosciamo in base alle teorie già elaborate e agli esperimenti effettuati sul campo.

Consideriamo dunque l'aggregato elementare che genera uno spazio rotante di valore irrilevabile, caratterizzato da due grandezze B e K, che dipendono dal moto di rivoluzione e **dalla sua simmetria spaziale**, indicata dalla forma delle orbite attraverso il valore dell'eccentricità **e.**

In condizioni di equilibrio si hanno orbite circolari con $\mathsf{e} = 0$ e tutto lo spazio circostante risulta in equilibrio con $\mathsf{B} = \mathsf{K} = 0$.
In queste condizioni tra i diversi punti dello spazio **non si realizza scambio di energia** .

Se questo equilibrio viene perturbato, da una qualsiasi azione esterna, con la deformazione di una o più orbite, si dovrà avere $\mathsf{B} \neq 0$ e $\mathsf{K} \neq 0$.
Dato che una perturbazione **a carattere impulsivo** è completamente definita dall'ampiezza e e dalla frequenza ν, **la risposta dello spazio**, inizialmente in equilibrio, **alla perturbazione imposta dovrà essere proporzionale al prodotto $\mathsf{e} \cdot \nu$.**

I valori di ν ; e ; B ; K, che definiscono completamente lo stato transitorio

2216

dello spazio nel punto considerato, **si propagano per onde**, agli spazi rotanti elementari circostanti, con le modalità che abbiamo già visto.

Dato che l'orbita individua un piano orbitale preciso e il semiasse maggiore dell'ellisse una precisa direzione della deformazione, anche la propagazione avrà una direzione definita, che dovrà essere individuata da B e K **,** le quali **dovranno pertanto essere due grandezze vettoriali**.

Le due grandezze B e K rappresentano dunque una risposta dell'aggregato elementare alla deformazione prodotta dall'energia ΔE fornita dall'esterno o da un aggregato vicino.
Quello che si propaga non sono quindi i due vettori B e K **,** ma l'energia ΔE attraverso successive deformazioni delle orbite.

B e K non sono quindi una realtà fisica, ma solo strumenti matamatici definiti per per poter descrivere il trasferimento di energia, **che invece rappresenta il solo effetto reale**.

Un aggregato vicino a quello perturbato ha le stesse caratteristiche, **dunque dovrà ricevere la stessa energia** ΔE per poter rispondere generando gli stessi valori di B e K**.**
E'chiaro che un aggregato, dopo che ha ceduto l'eccesso di energia ΔE che causava la deformazione, torna nella condizione di equilibrio iniziale.

I **campi elettromagnetici descrivono quindi solo** una deformazione locale **dello spazio**, **che si trasferisce**, **per continuità tra punti vicini**.

In base alle considerazioni che sono state fatte, assumeremo i vettori B e K direttamente proporzionali all'eccentricità e dell'orbita perturbata che, come sappiamo, è data da :

$$e = \sqrt{\alpha} = \sqrt{\frac{\Delta E}{E_{eq}}}$$

poniamo quindi :

$$K = \gamma \cdot e \cdot v \quad ; \quad B = \delta \cdot e \cdot v$$

dove le costanti sono da determinare.

2217

si ha : $$\mathrm{K} \cdot \mathrm{B} = \gamma \cdot \delta \cdot \frac{\Delta \mathrm{E}}{\mathrm{E_{eq}}} \cdot v^2 = \frac{\gamma \cdot \delta}{\mathrm{E_{eq}}} \cdot \Delta \mathrm{E} \cdot v^2$$

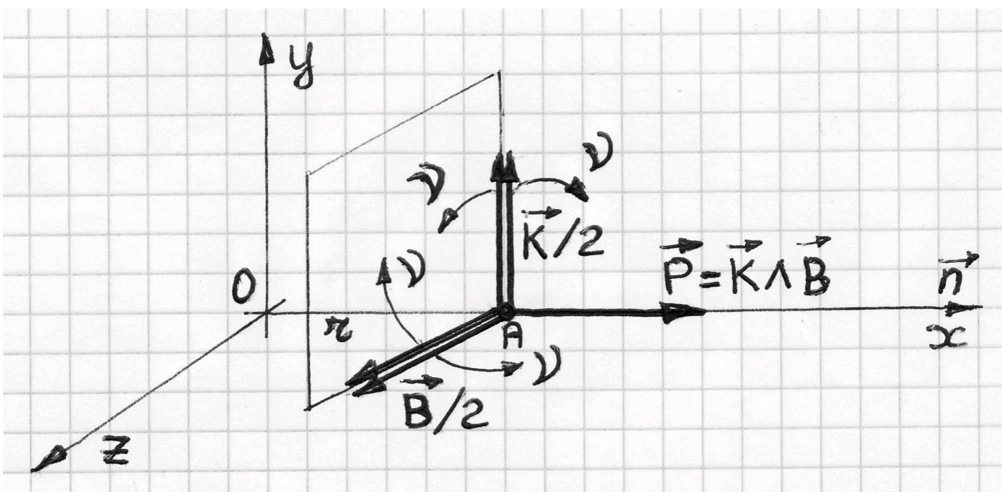
da cui vediamo che, se si pone $\gamma = \delta = \dfrac{\sqrt{\mathrm{E_{eq}}}}{v}$, si ottiene : $\mathrm{K} \cdot \mathrm{B} = \Delta \mathrm{E}$

A questo punto notiamo che $\Delta \mathrm{E}$, per le ipotesi fatte, rappresenta il valore di energia trasferita dal volume unitario nello spazio di una lunghezza d'onda λ e nel tempo di un periodo T.
Se quindi si moltiplica $\Delta \mathrm{E}$ per la velocità di propagazione $\lambda \cdot \mathrm{T} = \mathrm{C_l}$, si ottiene il valore, molto più significativo, della potenza trasferita dalla superficie unitaria. Poniamo quindi : $\mathrm{K} = \mathrm{C_l} \cdot \mathrm{B}$
ed abbiamo :

$$\mathrm{K} \cdot \mathrm{B} = \frac{1}{\mathrm{C_l}} \cdot \mathrm{K}^2 = \mathrm{C_l} \cdot \mathrm{B}^2 = \Delta \mathrm{E}\left(\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{m}^3}\right) \cdot \mathrm{C_l} = \mathrm{P_s}\left(\frac{\mathrm{w}}{\mathrm{m}^2}\right)$$

con : $$\mathrm{K} = \mathrm{C_l} \cdot \frac{\sqrt{\mathrm{E_{eq}}}}{v} \cdot \mathrm{e} \cdot v \quad ; \quad \mathrm{B} = \frac{\sqrt{\mathrm{E_{eq}}}}{v} \cdot \mathrm{e} \cdot v$$

Per avere una indicazione anche sulla direzione di propagazione, i due vettori vengono scelti come in figura, formati da una coppia di vettori controrotanti, e si calcola il prodotto vettoriale.



2218

si ottiene così la potenza trasferita attraverso la superficie unitaria :

$$\overrightarrow{P_s\left(\frac{W}{m^2}\right)} = \vec{K} \wedge \vec{B} = C_I \cdot E_{eq}\left(\frac{J}{m^3}\right) \cdot e^2 \cdot \vec{n}$$

A parte le costanti numeriche che, in questi brevi richiami, non abbiamo preso in considerazione, moltiplicando l'energia per m^3 per il volume perturbato si avrà l'energia elettromagnetica emessa dal generatore in tutto lo spazio, che vale :

$$E_p = E_0 \cdot \frac{1}{p^2} \cdot e^2 \cdot e^{-\beta \cdot t} \cdot \sin^2(\omega \cdot t)$$

L'espressione ha validità generale e descrive l'energia irradiata da qualsiasi sistema legato perturbato.

Consideriamo un elettrone in equilibrio sul livello p_2 dello spazio rotante K^2_{Ze}.
Forniamo dall'esterno l'energia ΔE che lo trasferisce sul livello stabile p_1.
Abbiamo visto che non è solo l'energia che definisce la stabilità dell'atomo e quindi l'equilibrio sul nuovo livello si presenta metastabile e, in un tempo più o meno breve, **l'elettrone ricade sul livello** p_2, restituendo in un semiperiodo Tutto l'eccesso di energia ΔE rispetto al valore corrispondente all'equilibrio sull'orbita p_2 .

Emettendo l'energia ΔE , sul livello p_2 risulta $e = 0$ e l'equilibrio sarà stabile.
Ricordiamo che, se una massa oscilla tra i livelli p_1 e p_2 , l'eccentricità della orbita vale :

$$e^2 = \alpha = \left(1 - \frac{p_2^2}{p_1^2}\right) = p_2^2 \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2}\right)$$

e quindi si ha l'energia emessa :

$$E_p = E_0 \cdot \frac{1}{p_2^2} \cdot e^2 = E_0 \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2}\right)$$

Dove E_0 rappresenta l'energia di equilibrio della massa planetaria (in questo

2219

caso l'elettrone) sul livello fondamentale, assunto come riferimento con $p = 1$.
Prendiamo in considerazione un generico atomo di numero atomico Z.
– forza d'interazione tra massa m_1 orbitante sul livello p e spazio rotante K_s^2 generato dal nucleo centrale :

$$F_{eqp} = \frac{K_s^2 \cdot m_1}{R_p^2} = \frac{K_1^2 \cdot Z \cdot m_1}{R_1^2 \cdot p^4} = \frac{K_1^2 \cdot Z \cdot m_1}{R_{11}^2 \cdot Z^{\frac{2}{3}} \cdot p^4}$$

e quindi per gli elettroni periferici :

$$F_{eqpe} = \frac{K_p^2 \cdot m_e}{R_{11e}^2 \cdot p^4} \cdot Z^{\frac{1}{3}} = 82.38729472 \cdot 10^{-9}\, N_w \cdot \frac{Z^{\frac{1}{3}}}{p^4}$$

per i protoni sulle orbite nucleari :

$$F_{eqpp} = \frac{\frac{K_p^2}{2} \cdot m_p^*}{R_{11p}^2 \cdot p^4} \cdot Z^{\frac{1}{3}} = 47.81431576\, N_w \cdot \frac{Z^{\frac{1}{3}}}{p^4}$$

e quindi le energie di equilibrio :

$$E_{0e} = \frac{1}{2} \cdot F_{eqpe} \cdot R_{ZPe} = 13.605698\, eV \cdot \frac{Z^{\frac{2}{3}}}{p^2}$$

$$E_{0p} = \frac{1}{2} \cdot F_{eqpp} \cdot R_{ZPp} = 8.600817\, MeV \cdot \frac{Z^{\frac{2}{3}}}{p^2}$$

Per $Z = 1$ e $p = 1$ si hanno le energie di equilibrio sul livello fondamentale.
L'espressione dell'energia emessa diventa quindi :

$$E_{pe} = 13.605698\, eV \cdot Z^{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2} \right)$$

2220

$$E_{pp} = 8.600817\,\text{MeV} \cdot Z^{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2} \right)$$

Per la frequenza orbitale si ha :

$$\nu = \frac{V_{ZP}}{2 \cdot \pi \cdot R_{ZP}} = \frac{V_{11} \cdot Z^{\frac{1}{3}}}{p} \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_{11} \cdot Z^{\frac{1}{3}} \cdot p^2}$$

e quindi : $$\nu_p = \frac{V_{11}}{2 \cdot \pi \cdot R_{11}} \cdot \frac{1}{p^3} = \nu_{11} \cdot \frac{1}{p^3}$$

per atomo e nucleo, **indipendentemente dal numero atomico** Z , si ha :

$$\nu_{pe} = \frac{V_{11e}}{2 \cdot \pi \cdot R_{11e}} \cdot \frac{1}{p^3} = 6.579683903 \cdot 10^{15}\,H_z \cdot \frac{1}{p^3}$$

$$\nu_{pp} = \frac{V_{11p}}{2 \cdot \pi \cdot R_{11p}} \cdot \frac{1}{p^3} = 1.294220432 \cdot 10^{20}\,H_z \cdot \frac{1}{p^3}$$

tenendo conto della relazione : $$F_{ZP} = \frac{2 \cdot E_{ZP}}{R_{ZP}} = \frac{2 \cdot E_{11}}{R_{11}} \cdot \frac{Z^{\frac{1}{3}}}{p^4}$$

Il campo elettromagnetico associato al passaggio della massa orbitante dal livello p_1 ad un altro inferiore p_2 , si può scrivere :

$$K_{max} = \frac{2 \cdot \pi}{10^{\frac{7}{2}}} \cdot \sqrt{F_{eq}} \cdot e \cdot \nu = \frac{2 \cdot \pi}{10^{\frac{7}{2}}} \cdot \frac{Z^{\frac{1}{6}}}{p^2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_{11}}{R_{11}}} \cdot e \cdot \nu$$

$$= \frac{2 \cdot \pi}{10^{\frac{7}{2}}} \cdot \nu_{11} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot E_{11}}{R_{11}}} \cdot \frac{Z^{\frac{1}{6}}}{p_2^4} \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

2221

Sostituendo i valori numerici, per la fascia elettronica si ottiene :

$$K_{maxe} = 3.752450904 \cdot 10^9 \frac{K_g^{\frac{1}{2}} \cdot m^{\frac{1}{2}}}{sec^2} \cdot \frac{Z^{\frac{1}{6}}}{p^4} \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$B_{maxe} = \frac{K_{max}}{C_l} = 12.51682891\,T \cdot \frac{Z^{\frac{1}{6}}}{p^4} \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

L'energia E_{eq} rappresenta il valore dell'energia emessa durante il processo di sintesi dell'aggregato, partendo da una particella indipendente, che arriva sul livello p_2 da $p_1 = \infty$. In generale si ha :

$$E_{1P} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot V_{ZP}^2 = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot V_{ZP} \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot R_{ZP}}{T_{ZP}}$$

con qualche semplice passaggio :

$$E_{1P} = \left(2 \cdot \pi \cdot m_1 \cdot V_{11} \cdot R_{11} \cdot p\right) \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\nu_{11}}{p^3} \right) \cdot Z^{\frac{2}{3}}$$

Il primo fattore rappresenta il **momento angolare della particella in orbita ed è multiplo del valore assunto sull'orbita fondamentale**.
si assume quindi :

$$2 \cdot \pi \cdot m_1 \cdot V_{11} \cdot R_{11} = h_{11}$$

e quindi si scrive :

$$E_{1P} = \left(h_{11} \cdot p\right) \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\nu_{11}}{p^3} \right) \cdot Z^{\frac{2}{3}}$$

e quindi :

$$E_{1P} = h_{11} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\nu_{11}}{p^2} \right) \cdot Z^{\frac{2}{3}}$$

Dato che in qualsiasi atomo le particelle in orbita sono sempre gli elettroni, si

2222

pone $m_1 = m_e$ e quindi si ottiene :

$$h_{11} = 2 \cdot \pi \cdot m_e \cdot V_{11e} \cdot R_{11e}$$

Qualunque sia l'atomo considerato, " questo valore comparirà sempre come fattore costante " **nell'espressione dell'energia**, **che viene emessa quando si ha una transizione**.

Solo per questa ragione esso assume il ruolo di costante universale, **ma non ha nessun significato misterioso o particolare**.

La quantizzazione dell'energia emessa non ha in realtà nessun legame con il valore di h_{11} , ma è conseguenza diretta della quantizzazione delle orbite che, come sappiamo, ha un'origine diversa.

Eliminando gli indici, ormai inutili, e sostituendo i valori numerici, si ottiene :

$$h = 6.6260755 \cdot 10^{-34}\ J \cdot sec$$

e viene indicata come **costante di Planck.**

Il secondo fattore è uguale alla frequenza del campo elettromagnetico, che si genera con la transizione dell'elettrone e vale :

$$\nu = \frac{\nu_{11e}}{2} \cdot \frac{1}{p^2} \cdot Z^{\frac{2}{3}} = 3.289841952 \cdot 10^{15}\, H_z \cdot \frac{1}{p^2} \cdot Z^{\frac{2}{3}}$$

Questa relazione è stata ricavata senza alcun **fattore correttivo** che tenesse conto dell'azione degli elettroni orbitanti, che risulta particolarmente forte per il livello $p = 1$, per il quale essi risultano tutti esterni, mentre invece non hanno praticamente alcun effetto sull'ultimo livello.
Una correzione approssimativa si può realizzare sostituendo nella relazione l'esponente di Z, mettendo $2 \cdot e^{-\left(p^{\frac{1}{15}} - \frac{1}{p^{15}}\right)}$ al posto di $\frac{2}{3}$.

In definitiva, l'energia di legame dell'elettrone sul livello p si può scrivere nella forma :

2223

$$E_{1P} = \left(2 \cdot \pi \cdot m_e \cdot V_{11e} \cdot R_{11e}\right) \cdot \left(\frac{\nu_{11}}{2} \cdot \frac{1}{p^2} \cdot Z^{\frac{2}{3}} \right) = h \cdot \nu$$

e quella associata al campo elettromagnetico irradiato risulta :

$$E_{pmax} = h \cdot \nu$$

Si deve notare che, benchè si abbia $E_{pmax} = E_{1P} = h \cdot \nu$ il fattore ν nelle due espressioni assume un significato diverso.
Nell'energia di legame E_{1P} **esso non ha un particolare significato**, ma è semplicemente un fattore proporzionale alla frequenza orbitale dell'elettrone, che vale $\nu_e = \nu_{11} \cdot \frac{1}{p^3}$.

Nell'espressione dell'energia irradiata " ν rappresenta invece la reale frequenza del campo elettromagnetico generato ".

E' importante sottolineare ancora che " **esistono sostanziali differenze fra il campo elettromagnetico generato dalla transizione di un elettrone o protone tra due livelli stabili e quello fornito da un dipolo alimentato da da un generatore di tensione alternata con attività continua**.

Quando si verifica una transizione, l'emissione cessa quando viene raggiunto l'equilibrio, quindi in un semiperiodo.
Il campo elettromagnetico ha dunque una durata limitata nel tempo e si propaga nello spazio con una sola forma d'onda.
Esso acquista quindi carattere impulsivo e la limitazione nello spazio lo rende localizzabile in ogni momento.

Il campo elettromagnetico associato ad un generatore di tensione si propaga nello spazio in tutte le direzioni e quindi anche l'energia viene distribuita.
Nella produzione con le transizioni atomiche si ha invece propagazione nella direzione del semiasse maggiore dell'ellisse che descrive l'orbita.

La direzione definita produce una limitazione dell'angolo solido entro il quale il campo elettromagnetico si propaga e quindi il volume in cui è presente risulta :

2224

$$d\upsilon = r^2 \cdot d\varphi \cdot \lambda$$

Allo stesso volume infinitesimo sarà associata tutta l'energia E_{pmax}.

Abbiamo già visto che a una perturbazione dello spazio di questo tipo, con il confinamento indicato, **è possibile associare uno spazio rotante** e quindi " una massa capace di trasferire energia nello spazio ".

Nel nostro caso si tratta di una perturbazione dello spazio che si sposta con una **velocità costante**, uguale a quella della luce, **la massima osservabile** per definizione.

Essa non potrà quindi essere frenata, **per il trasferimento dell'energia**, **ma solo assorbita**, per cui risulta :

$$E = \int_{C_l}^{0} m_p \cdot C_l \cdot dV = m_p \cdot C_l^2 \quad .$$

Del resto, sappiamo che il trasferimento dell'energia E_p tra due punti dello spazio alla velocità C_l comporta anche il trasferimento con la stessa velocità di un impulso $I_p = \dfrac{E_{pmax}}{C_l}$.

Se quindi si vuole associare alla nostra perturbazione K_p^2 e alla energia E_p (componente continua) la massa inerziale m_p si dovrà scrivere :

$$I_p = m_p \cdot C_l \; .$$

Uguagliando le due espressioni, si ha : $m_p \cdot C_l = \dfrac{E_{pmax}}{C_l}$

da cui si ottiene : $E_{pmax} = m_p \cdot C_l^2$

Uguagliando questa espressione con la componente continua della energia "**trasportata**", dalla perturbazione :

$$E_{PC} = E_0 \cdot \frac{1}{2 \cdot p^2} \cdot e^2 \; ,$$

possiamo ricavare la massa inerziale che possiamo associare alla nostra

2225

misteriosa entità : $$m_p = \frac{E_0}{2 \cdot p^2 \cdot C_l^2} \cdot e^2$$

Se identifichiamo questa nuova forma di materia con il fotone, **si può dire che esso viene generato solo durante il passaggio di una massa planetaria da un livello stabile p_1 ad un altro p_2**, **in uno spazio fisico puro**, **nel quale si verifica $(\beta = 0)$**, **percorrendo un'orbita ellittica la cui eccentricità vale** :

$$e^2 = \left(1 - \frac{p_2^2}{p_1^2} \right) = \alpha$$

ad esso si associa una massa inerziale :

$$m_p = \frac{E_0}{2 \cdot C_l^2} \cdot \left(\frac{1}{p_2^2} - \frac{1}{p_1^2} \right)$$

Questo valore coincide sia con la massa che "**perde**" il sistema che emette il fotone che con la massa "**acquistata**" dal sistema che lo assorbe.

Quando un ostacolo intercetta un fotone, quest'ultimo esercita su di esso una forza inerziale, trasferendogli un impulso, secondo la relazione :

$$F \cdot dt = d\left(m_p \cdot V \right)$$

Tenendo conto che la velocità è costante, si può anche scrivere :

$$F = \frac{1}{C_l} \cdot \frac{dE_p}{dt}$$

La massa m_p che abbiamo calcolato presenta quindi **tutte** le caratteristiche della massa inerziale che abbiamo definito, con la sola differenza che viene associata ad una perturbazione sinusoidale dello spazio fisico e, come tale, si propaga con una velocità costante, caratteristica dello spazio nel quale si muove, che nel caso in esame è uguale alla velocità della luce.

La più evidente differenza che esiste tra un'onda elettromagnetica e il fotone deriva direttamente dal modo in cui queste entità vengono prodotte.

2226

Il fotone abbiamo visto che viene generato come perturbazione sinusoidale dello spazio rotante " solo durante il passaggio della particella dall’afelio al perielio ".

Esso nasce quindi come impulso singolo che ha uno sviluppo limitato nello spazio a una sola forma d’onda e si sposta il linea retta come un oggetto di dimensioni definite, **con una velocità uguale a quella della luce**, **caratteristica dello spazio fisico puro**.

Il fotone parte dunque dal punto **O** in cui viene generato e giunge in un punto **P**, e solo in quel punto, dove si presenta con un’energia variabile nel tempo. Il discorso è naturalmente valido per un solo fotone.

Se abbiamo un generatore di fotoni reale, come per esempio una semplice lampada a incandescenza, essendo molto elevato il numero degli atomi che sono coinvolti nel processo, i piani di oscillazione degli elettroni sono orientati in tutte le direzioni, per cui si avranno **fotoni emessi in tutte le direzioni** ed il processo acquisterà una simmetria sferica.

Si tratterà comunque sempre **di singoli fotoni** che vengono emessi con una regolarità, che viene verificata solo statisticamente, e che si allontanano dal punto di produzione ciascuno per proprio conto, senza alcun legame tra loro. Ognuno segue la sua sorte in rapporto a ciò che incontra lungo la traiettoria.

I fotoni **sono perturbazioni** dello spazio fisico che hanno una durata pari a quella delle transizioni che li generano, essi hanno dunque uno sviluppo nello spazio e nel tempo limitato a un solo periodo.

Questa caratteristica, unita al fatto che **si muovono solo in una direzione definita**, rende il loro comportamento assolutamente indistinguibile da quello di una particella materiale.

Oltre alla forma dell’impulso, il fotone non presenta nulla in comune con tutte le altre forme di onde che conosciamo.

Questo risulta evidente, pensando, molto grossolanamente, il fotone come un impulso singolo dato all’estremità di una lunga corda tesa.

2227