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

– Espressione generale dell'energia di legame

Consideriamo l'elettrone che interagisce con lo spazio rotante associato al protone, K_p^2 , partendo dalla condizione iniziale $p_0 \rightarrow \infty$, corrispondente a $R_{n0} \rightarrow \infty$ con le due particelle indipendenti.

Essendo il protone una particella elementare, la sua velocità di rotazione su se stesso non può essere modificata, essendo sempre uguale a C_l , dunque il suo momento angolare **non può** cambiare durante la caduta dell'elettrone.

Quest'ultimo, che pure è una particella elementare, dotata quindi di rotazione propria costante, si dovrà portare spontaneamente sull'unico livello, dello spazio rotante del protone K_p^2, che consente la conservazione del momento angolare del sistema.
Tale livello coincide con quello fondamentale p_1 , associato all'orbita avente il raggio :

$$R_{n1} = R_{11e} = R_{P0P} = 5,29177249 \cdot 10^{-11} \text{m} .$$

Essendo : $$R_{ns} = r_1 = \frac{K_p^2}{C_l^2} = 2,81794092 \cdot 10^{-15} \text{m} ,$$

si ricava : $$P_1 = \left(\frac{R_{n1}}{R_{ns}} \right)^{\frac{1}{2}} = 137,0359896$$

per poter effettuare il salto sull'orbita, restando in equilibrio, il sistema fotone–elettrone deve espellere la massa :

$$\Delta m = \frac{m_e}{2 \cdot P_1^2} = 2,425437038 \cdot 10^{-35} \text{K}_\text{g}$$

Diciamo che tale massa viene emessa alla velocità della luce e per le ragioni che verranno esposte tra breve, s'interpreta integralmente come una energia di natura elettromagnetica, data da : $E = \Delta m \cdot C_l^2 = \mathbf{13{,}60569806}$ eV

corrispondente all'energia di legame dell'elettrone sul livello P_1 dello spazio rotante generato dal protone :

$$E_1 = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot V_{ns}^2 \cdot \frac{1}{P_1^2} = \frac{m_e \cdot C_l^2}{2 \cdot P_1^2} = \mathbf{13{,}60569806} \text{ eV}$$

Essendo il livello dell'energia emessa caratterizzato dalla frequenza ν_E della radiazione associata e la massa Δm dipendente unicamente dal livello P_1 , le due quantità si possono mettere facilmente in relazione. Si avrà :

$$\Delta m = \frac{m_e}{2 \cdot P_1^2}$$

$$E_2 = \frac{m_e}{2 \cdot P_1^2} \cdot C_l^2 = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot V_1^2 = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot V_1^2 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot R_1}{T_1} =$$

$$= \frac{\nu_1}{2} \cdot m_e \cdot V_1 \cdot R_1 \cdot 2 \cdot \pi = \frac{\nu_1}{2} \cdot m_e \cdot C_1 \cdot 2 \cdot \pi =$$

$$= \frac{\nu_1}{2} \cdot m_e \cdot C_{ns} \cdot 2 \cdot \pi \cdot P_1$$

In generale, l'energia che lega una sfera planetaria m allo spazio rotante K_s^2 nel quale si muove, occupando l'orbita associata al numero quantico p, se si indica con " ν_p **la frequenza di rivoluzione** ", viene dunque espressa dalla relazione :

$$E = 2 \cdot \pi \cdot V_{ns} \cdot R_{ns} \cdot m \cdot \left(\frac{\nu_p}{2} \right) \cdot p$$

oppure : $$E = 2 \cdot \pi \cdot \frac{K_S^2}{C_l} \cdot m \cdot \left(\frac{\nu_p}{2} \right) \cdot \left(\frac{R_n}{R_{nS}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

2116

Se si assume un raggio di riferimento R_0 diverso da quello minimo R_{ns} , al quale corrisponde una velocità di equilibrio uguale a quella della luce C_l , si ottiene :

$$E = 2 \cdot \pi \cdot \frac{K_s^2}{C_l} \cdot m \cdot \left(\frac{\nu_p}{2} \right) \cdot \left(\frac{R_n}{R_0} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{R_0}{R_{nS}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

posto : $$p = \left(\frac{R_n}{R_0} \right)^{\frac{1}{2}}$$

si ricava l'equazione generale :

$$E_P = \left[2 \cdot \pi \cdot \frac{K_s^2}{C_l} \cdot \left(\frac{R_0}{R_{nS}} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot m \cdot p \right] \cdot \left(\frac{\nu_p}{2} \right)$$

considerando che : $$\frac{\nu_p}{2} = \frac{\nu_0}{2} \cdot \frac{\nu_p}{\nu_0} = \frac{\nu_0}{2} \cdot \frac{1}{p^3} ,$$

sostituendo si può anche scrivere :

$$E_p = \left[2 \cdot \pi \cdot \frac{K_s^2}{C_l} \cdot \left(\frac{R_0}{R_{nS}} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot m \cdot p \right] \cdot \left(\frac{\nu_0}{2} \cdot \frac{1}{p^3} \right)$$

che si può ancora scrivere :

$$E_p = \left[2 \cdot \pi \cdot \frac{K_s^2}{C_l} \cdot \left(\frac{R_0}{R_{nS}} \right)^{\frac{1}{2}} . m . p \right] \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{V_0}{2 \cdot \pi \cdot R_0} \right) \cdot \frac{1}{p^3} \right]$$

$$E_p = \left[2 \cdot \pi \cdot \frac{K_s^2}{V_0} \cdot m \cdot p \right] \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot \frac{V_0^3}{2 \cdot \pi \cdot K_s^2} \cdot \frac{1}{p^3} \right]$$

In definitiva, si può scrivere :

2117

$$E = h \cdot \nu$$

con : $$h = \left[2 \cdot \pi \cdot \frac{K_s^2}{V_0} \cdot m \cdot p \right] \quad ; \quad \nu = \left[\frac{V_0^3}{4 \cdot \pi \cdot K_s^2} \cdot \frac{1}{p^3} \right]$$

Se non interessa mettere in evidenza la frequenza associata all'energia di legame, per quanto riguarda il solo valore, se la massa planetaria si muove su un'orbita ellittica di semiasse maggiore a , si ha :

$$E = \frac{K_s^2 \cdot m}{2 \cdot a} = \frac{K_s^2 \cdot m}{2 \cdot R_{eq}} \cdot \left(1 - e^2\right) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_{eq}^2 \cdot \left(1 - e^2\right) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot m_0 \cdot \left(\frac{m}{m_0} \right) \cdot V_0^2 \cdot \frac{V^2}{V_0^2} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot m_0 \cdot V_0^2 \cdot \left(\frac{m}{m_0} \right) \cdot \left(\frac{V}{V_0} \right)^2$$

e quindi, in definitiva :

$$E = \frac{1}{2} \cdot m_0 \cdot V_0^2 \cdot \left(\frac{m}{m_0} \right) \cdot \left(\frac{V_{eq}}{V_0} \right)^2 \cdot \left(1 - e^2\right)$$

Se la sfera centrale, che genera lo spazio rotante K_s^2 è formata da Z unità elementari uguali tra loro, nella teoria generale abbiamo ricavato le relazioni fondamentali :

$$V_{eqZ} = V_{eq1} \cdot Z^{\frac{1}{3}} \quad ; \quad R_{eqZ} = R_{eq1} \cdot Z^{\frac{1}{3}}$$

e quindi, per qualsiasi spazio rotante, si potrà scrivere :

2118

$$E = \frac{1}{2} \cdot m_0 \cdot V_0^2 \cdot \left(\frac{m}{m_0} \right) \cdot \left(\frac{V_{eq1}}{V_0} \right)^2 \cdot Z^{\frac{2}{3}} \cdot \left(1 - e^2 \right)$$

l'eccesso di energia rispetto alla condizione di equilibrio sarà quindi :

$$\Delta E = E_p = \frac{1}{2} \cdot m_0 \cdot V_0^2 \cdot \left(\frac{m}{m_0} \right) \cdot \left(\frac{V_{eq1}}{V_0} \right)^2 \cdot Z^{\frac{2}{3}} \cdot e^2$$

Non avendo fatto alcuna ipotesi restrittiva, la relazione, formalmente, si potrà applicare a qualsiasi spazio rotante e l'energia risulta indipendente dai valori di riferimento che vengono scelti.

Per semplificare i calcoli e per uniformarci ai valori correnti, **tenendo conto che " i costituenti fondamentali della materia sono protone ed elettrone "**, **assumiamo** :

– **come massa satellite di riferimento** m_0 **quella dell'elettrone**

– **come livello di riferimento** R_0, al quale si associa $p = 1$, **quello fondamentale occupato dall'elettrone nello spazio rotante** K_p^2 **generato dal protone** .

Essendo nota l'energia di ionizzazione $E_{ie} = 13,5982922$ eV , considerando lo spostamento del centro di massa, si ricava il valore della velocità orbitale di riferimento :

$$V_0 = V_{11e} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{ie}}{m_e} \cdot \left(1 + \frac{m_e}{m_p} \right)} = 2187691,415 \ \frac{m}{sec} .$$

si ricava dunque l'energia associata al livello di riferimento :

$$E_0 = E_{11e} = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot V_{11e}^2 = 13,60569806 \text{ eV}$$

2119

Sostituendo, si ha **l'equazione generale** dell'energia associata al generico livello p dello spazio rotante generato da una **massa attiva** equivalente a Z protoni :

$$E_p = E_{11e} \cdot \left(\frac{m}{m_e} \right) \cdot \left(\frac{V_{eq1}}{V_0} \right)^2 \cdot \left(1 - e^2 \right) \cdot Z^{\frac{2}{3}}$$

Per esemplificare quanto è stato finora esposto, applichiamo le relazioni ad alcuni casi reali.

1 – atomo di idrogeno :

All'elettrone in equilibrio sul livello $p = 1$ dello spazio rotante generato dal protone si associano le costanti orbitali :

$$h_{ep1} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{K_p^2}{V_0} \cdot m_e = 6,62607545 \cdot 10^{-34} \text{ j} \cdot \text{sec}$$

$$\nu_{ep1} = \frac{V_0}{4 \cdot \pi \cdot R_0} = \frac{V_0^3}{4 \cdot \pi \cdot K_p^2} = 3,28984195 \cdot 10^{15} \text{ H}_z$$

e quindi : $E_{ep1} = h_{ep1} \cdot \nu_{ep1} = 13,60569806 \text{ eV}$

Essendo, per tutti gli atomi, l'elettrone la massa in moto sulle orbite circolari, per le quali si ha $e = 0$ e $V_{eq} = V_0 \cdot \frac{1}{p}$, **l'energia di legame di un elettrone**, **su qualsiasi orbita di qualsiasi atomo**, **lontano dall'apertura e dalla saturazione degli strati**, **sarà** :

$$E_{epZ} = h_{ep1} \cdot \nu_{ep1} \cdot Z^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{1}{p^2}$$

con $p = p_s$ si ha l'energia di prima ionizzazione.

2120

Per esempio, per **Z** = **26** si ricava :

$$E_i(F_e) = 13,606 \cdot \mathbf{26}^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{4^2}} = \mathbf{7,463}\ \text{eV}$$

Con le correzioni indicate a pagina 488 , per i sottostrati, si ricava :

$$p_s = 4 \cdot \left[\left(\frac{\mathbf{6}}{\mathbf{5}} \right)^{\frac{1}{4}} \right]^{-1} = \mathbf{3,822} \text{ e quindi : } E_i(F_e) = \mathbf{8,174}\ \text{eV}$$

Se si vuole esplicitare la frequenza della radiazione associata all'energia $E_i(26)$, si devono usare le relazioni :

$$\nu_4(26) = \nu_{ep1} \cdot \frac{\mathbf{1}}{p_s^3} = 3,28984195 \cdot 10^{15} \cdot \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{4^3}} = \mathbf{5,140378047 \cdot 10^{13}}\ H_z$$

$$h_4(26) = h_{ep1} \cdot Z^{\frac{2}{3}} \cdot p = 6,62607545 \cdot 10^{-34} \cdot 26^{\frac{2}{3}} \cdot 4 = \mathbf{2,326119038 \cdot 10^{-32}}\ j \cdot \sec$$

Se si assume $\mathbf{h_{ep1}} = \mathbf{6,6260755 \cdot 10^{-34}}\ j \cdot \sec$ come **costante universale**, si ottiene :

$$\nu_4(26)^* = \frac{E_i(26)}{h_{ep1}} = \nu_{ep1} \cdot Z^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{\mathbf{1}}{p_s^2} = \mathbf{1,804557047 \cdot 10^{15}}\ H_z$$

2 – nucleo atomico :

Dalla teoria generale sappiamo che lo spazio rotante nucleare associato al nucleo elementare avente $Z = N = \mathbf{1}$ (deutone) ha un valore pari a metà di quello atomico : $K_{11}^2 = \frac{K_p^2}{\mathbf{2}}$, con i valori orbitali di equilibrio :

$$R_{11p} = \mathbf{57,63978486 \cdot 10^{-15}}\ m \ ; \ V_{11p} = \mathbf{46871674,74}\ \frac{m}{\sec}$$

il raggio dell'orbita fondamentale (**sulla quale si ha la velocità orbitale di equilibrio V_0 assunta come riferimento**) **risulta** :

2121

$$R_0 = \frac{K_{11}^2}{V_0^2} = \frac{K_p^2}{2 \cdot V_0^2} = \frac{R_{11e}}{2} = 2,645886245 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

all'orbita percorsa dal protone, di raggio R_{11P} , è dunque associato il numero quantico :

$$p = \left(\frac{R_{11p}}{R_0} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{V_0}{V_{11p}} \right) = \frac{1}{21,42517654} = 0,04667406116$$

si ricavano dunque i valori :

$$h_{11p} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{K_{11}^2}{V_0} \cdot \left(\frac{3}{4} \cdot m_p \right) \cdot p = 2,129472534 \cdot 10^{-32} \text{ j} \cdot \text{sec}$$

$$\nu_{11p} = \frac{V_0^3}{4 \cdot \pi \cdot K_{11}^2} \cdot \frac{1}{p^3} = 6,471102176 \cdot 10^{19} \text{ H}_z$$

$$E_{pp1} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{3}{4} \cdot m_p \right) \cdot V_{11p}^2 = h_{11p} \cdot \nu_{11p} = 8,60081722 \text{ MeV}$$

Se si assume il valore di h_{11e} uguale alla costante di Planck si ricava per la frequenza associata al protone sull'orbita R_{11p} il valore :

$$\nu_{11p}^* = \frac{E_{11p}}{h_{11e}} = 2,079667575 \cdot 10^{21} \text{ H}_z$$

Dalla teoria generale, per un nucleo generico, formato da Z protoni ed N neutroni, se si assume R_{11p} come livello nucleare fondamentale, per il livello p si ricava la velocità orbitale

2122

$$V_{ZPP} = V_{11p} \cdot \frac{Z^{\frac{1}{2}}}{N^{\frac{\varepsilon}{2}}} \cdot \frac{1}{p}$$

e dunque l'energia :

$$E_{ZP} = E_{pp1} \cdot \frac{Z}{N^{\varepsilon}} \cdot \frac{1}{p^2} = \left[h_{11p} \cdot \frac{Z}{N^{\varepsilon}} \cdot p \right] \cdot \left(\nu_{11p} \cdot \frac{1}{p^3} \right)$$

che, con l'approssimazione $\varepsilon \simeq \frac{1}{3}$, si riduce all'espressione generale :

$$E_{ZP} = h_{11p} \cdot \nu_{11p} \cdot Z^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{1}{p^2}$$

3 – Sistema Solare :

E' noto lo spazio rotante $K_s^2 = 132,725 \cdot 10^9 \, \frac{K_m^3}{\sec^2}$ e quindi si ricava il raggio

dell'orbita fondamentale di riferimento :

$$R_0 = \frac{K_s^2}{V_0^2} = \frac{132,725 \cdot 10^9}{(2187691,415)^2} = 27731,9628 \; K_m$$

Consideriamo come sfera planetaria la Terra di cui conosciamo :

$R_T = 149,597870 \cdot 10^6 \; K_m$; $V_T = 29785,889 \; \frac{m}{\sec}$; $m_T = 5,976 \cdot 10^{24} \; K_g$

eccentricità orbitale : $e = 0,016707$

si ricava : $p_T = \left(\frac{R_T}{R_0} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{V_0}{V_T} \right) = \frac{2187691,415 \; \frac{m}{\sec}}{29785,889 \; \frac{m}{\sec}} = 73,44724$

2123

$$h_{TS} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{K_S^2}{V_0} \cdot m_T \cdot p_T = \mathbf{16{,}7314226 \cdot 10^{40}}\ \text{j} \cdot \text{sec}$$

$$\nu_{TS} = \frac{V_0^3}{4 \cdot \pi \cdot K_S^2} \cdot \frac{1}{p_T^3} = \mathbf{15{,}844155 \cdot 10^{-9}}\ \text{H}_z$$

$$E_{TS} = \frac{1}{2} \cdot m_T \cdot V_T^2 \cdot \left(1 - e^2\right) = h_{TS} \cdot \nu_{TS} \cdot \left(1 - e^2\right) = \mathbf{2{,}65021 \cdot 10^{33}}\ \text{j}$$

Tale valore rappresenta l'energia che lega la Terra allo spazio rotante solare e quindi anche **l'energia che bisogna fornire alla Terra per allontanarla definitivamente dal Sistema Solare**.

Se si assume h_{TS} uguale alla costante di Planck, **si ha la frequenza** :

$$\nu_{TS}^* = \frac{E_{TS}}{h} = \frac{2{,}65021 \cdot 10^{33}\ \text{j}}{6{,}6260755 \cdot 10^{-34}\ \text{j} \cdot \text{sec}} = \mathbf{3{,}99967 \cdot 10^{66}}\ \text{H}_z$$

I calcoli che abbiamo riportato ci dicono che il valore della costante di Planck coincide con quello del momento angolare dell'elettrone che si muove sul primo livello dello spazio rotante protonico con un periodo orbitale :

$$T_{11e} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_{11e}}{V_{11e}} = \frac{1}{\nu_{11e}} \quad .$$

Il carattere universale attribuito alla costante di Planck, se viene utilizzato per il calcolo della frequenza associata all'energia che lega una sfera planetaria allo spazio rotante solare nel quale si muove, " **porta ad un valore che non ha alcun legame con le caratteristiche del sistema in esame** ".

Questo vuol dire che il carattere universale del valore di h è fittizio, **mentre è universalmente valida la legge** :

$$E_p = h_p \cdot \nu_p$$

2124