

Atena srl

Effetti dei campi elettromagnetici deboli
sui sistemi biologici in base alla QFT

*A cura di Ing. Paolo Renati, responsabile S&D Area Atena
Gennaio 2016*

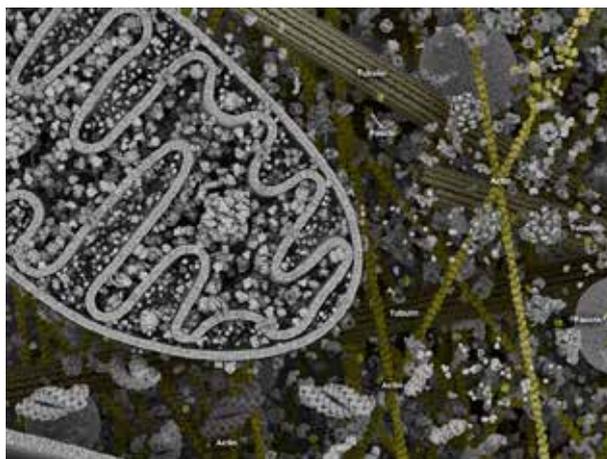
Premessa

«I biologi hanno considerato finora quasi tutti i componenti fondamentali della materia vivente ad eccezione di due: l'acqua e i campi elettromagnetici».
Albert Szent Gyorgyi – *Bioenergetics*, 1956 [1]

Nonostante il sistema legislativo italiano (e non solo) non abbia ancora introiettato quali sono le esatte conclusioni tratte dalle indagini teoriche della Teoria Quantistica dei Campi (QFT) in merito all'effettiva influenza di campi elettromagnetici (EM) deboli ed ultra deboli (con densità di potenza inferiori ai $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) sui sistemi biologici, è doveroso, nonché “al passo coi tempi”, presentare una breve essenziale rassegna di quelli che sono i calcoli effettuati su sistemi acquosi immersi in determinati ambienti attraversati da campi EM. Tali calcoli sono corroborati da alcuni significativi dati sperimentali che mostrano quanto, in vero, **i campi EM di cui “preoccuparsi” sono quelli deboli ed in special modo nel range delle microonde (come quelli emessi da cellulari, reti Wi-Fi e dispositivi per l'asciugatura dei muri che negli ultimi dieci anni hanno preso piede).**

Introduzione

La nuova prospettiva offertaci dall'Elettrodinamica Coerente, dalla Teoria Quantistica dei Campi e dalla Termodinamica dei Processi Irreversibili, ci obbliga a rivedere la definizione di *stati condensati* della materia, più precisamente: a differenza dei gas, i solidi e i liquidi sono ora più consistentemente riconoscibili come sistemi coerenti di quasi-particelle *entangled* messe in fase da campi di gauge (come quello EM) su determinati gradi di libertà di oscillazione a seconda del caso. Primi fra tutti, i sistemi ionici palesano l'inconsistenza fisica dell'approccio browniano e la determinante rilevanza di campi ultra deboli di frequenza specifica sui sistemi acquosi. In questa visione è possibile comprendere come sistemi anche macroscopici, come gli esseri umani, siano suscettibili di stimoli il cui transfer energetico è quanto meno risibile, ma le cui fasi e frequenze sono determinanti. Anzi, come già Weber e Fechner¹[3] dimostrarono nell'800, in un essere vivente, in quanto sistema super-coerente (in cui cioè la coerenza è organizzata in gerarchie frattali ed olografiche), la relazione tra stimolo e risposta è logaritmica. La materia vivente “figlia diretta” dell'acqua interfacciale, prima sede di fenomeni neghentropici e dissipativi, risulta il sistema in cui tale dinamica è espressa ai massimi livelli e in tutte le più “alte” connotazioni. I livelli elettromagnetico e chimico si dimostrano distinguibili solo *a parole*, la realtà fisica denuncia che l'intera biologia molecolare, così come la genetica, necessitano di una profonda revisione, dovendo inserire tra i propri termini di ricerca quei due capisaldi (acqua e campi EM) che già Albert S. Gyorgyi riconobbe come fondamentali per il dettato biologico, ma non ancora considerati a dovere. Nell'approccio quantistico *di campo* emerge con spaesante nitidezza che il bio-elettro-magnetismo sostanzia lo stato vitale e l'*omeostasi* ancor più della mera biochimica. Definizioni quali *elettrolita*, *canale ionico*, *enzima*, *potenziale di membrana*, *omeostasi*, vengono finalmente a radicarsi in una necessità fisica.



¹ Weber e Fechner misero in evidenza il principio fondamentale della fisiologia (quello del *minimo stimolo*), in cui si vede che la funzione che correla lo stimolo dato ad un sistema biologico e la risposta di quest'ultimo è un logaritmo [3]: $R = C \text{Log} \left(\frac{S}{S_0} \right)$, dove C è una costante che varia da sistema a sistema. Questo significa che sotto un certo valore, S_0 , tale per cui la risposta vale zero, si ha un aumento in modulo del valore di R quanto più S si avvicina a zero; inoltre il segno è negativo, il che significa che la “reazione” all'input esterno è rivolta all'interno del sistema stesso il quale sta quindi rispondendo con un adattamento implicante la modifica di se stesso rispetto all'ambiente. Ciò non accadrebbe se gli stimoli fossero grandi perché provocherebbero solo reazioni volte all'esterno (algebricamente il segno di R sarebbe positivo) e sempre minori in proporzione all'aumento di intensità degli stessi.

Acqua, ioni e materia vivente

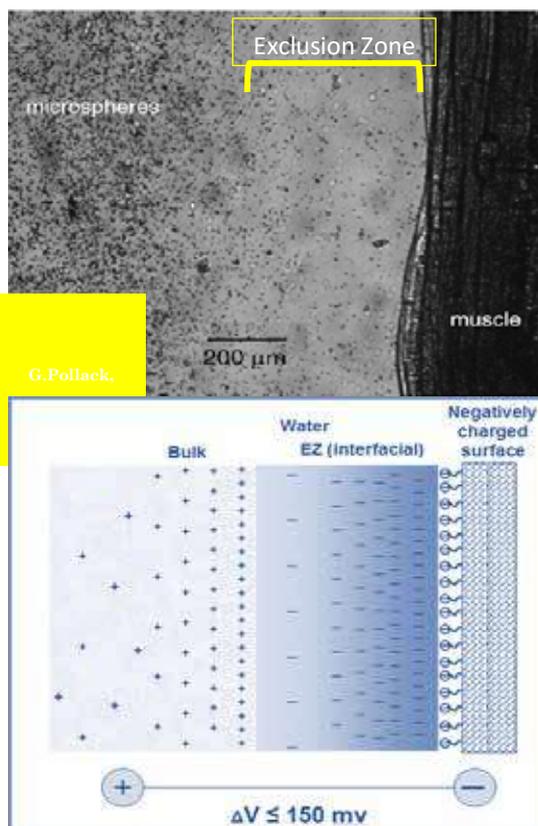
Le molecole d'acqua (che rappresentano il principale costituente del materiale biologico, oltre il 90% in numero) danno spontaneamente luogo a un ubiquo e percolante (non frazionato) *connettoma* che riveste ed interpenetra ed avvolge ogni spazio, polimero, superficie, proteina, membrana, ecc.: ogni nano-sito biologico.

Tale "materiale" costituisce un 4° stato condensato dell'acqua (detta *acqua vicinale* o d'interfaccia, o di esclusione [9-13]) in cui le molecole d'acqua sono tutte coerenti non solo sotto il profilo elettronico, ma anche dipolare [8]. Significa che oscillano tutte in fase (sia su gradi di libertà elettronici che dipolari) e che all'interno di un tale materiale l'entropia è praticamente nulla, non ci sono collisioni. Entro i domini coerenti i quanti di campo EM associati all'oscillazione collettiva delle molecole sono auto-confinati e tale materia è dotata di una grande quantità di energia libera, è materia in stato eccitato; l'auto-confinamento dei campi nella fase coerente implica la formazione di forti gradienti di essi all'interfaccia (sia con le superfici idrofile, cioè con i domini di altre specie molecolari presenti nel materiale biologico, che con fasi incoerenti). Il confinamento dei campi al bordo dei domini di coerenza CD dell'acqua implica che sulle loro interfacce sono disposti gli ioni e le altre specie molecolari.

In particolare, il comportamento degli ioni è quello particolarmente interessante per mostrare quanto i campi EM di debole intensità (e solo se di debole intensità!) sono influenzanti il funzionamento cellulare in cui l'80% delle reazioni coinvolgono ioni: si consideri in particolare il fenomeno della *ionorisonanza ciclotronica* che più di tutti ha mostrato quanto l'approccio che teneva conto solo la quantità di energia trasferita al sistema non è il punto centrale, anzi, lo è al contrario nel senso che se gli stimoli sono troppo energetici essi agiscono solo termicamente, cioè trasferendo calore al sistema.

La ionorisonanza ciclotronica è quel fenomeno tale per cui in una cella elettrolitica in cui è soluta in acqua una specie ionica (ad es. l'acido glutammico, un acido nucleico), si verifica un picco della corrente di ioni tra due elettrodi immersi nella soluzione e posti ad una certa differenza di potenziale (circa 80-100 mV), se sono presenti due campi magnetici molto deboli e paralleli tra loro: uno statico e un altro alternato che oscilla ad una frequenza molto prossima a quella di ciclotrone propria della specie ionica soluta. Tale fenomeno è stato scoperto da Liboff (nell'1985) [14,15], ulteriormente approfondito da Zhadin (nel 1998) [16,17] e confermato da altri ricercatori [18], ed infine interpretato nella cornice della QED [6,7,8]. Zhadin ha mostrato che, in una cella elettrolitica in cui è soluta in acqua una specie ionica, nel caso, un acido nucleico (acido glutammico), si verifica un picco di corrente di ioni tra gli elettrodi nella soluzione, se sono presenti due campi magnetici molto deboli e paralleli tra loro: uno statico e un altro alternato che oscilla ad una frequenza molto prossima a quella di ciclotrone propria di almeno una specie ionica soluta. Tali campi, dovendo essere molto deboli, fanno sì che l'energia trasferita alla soluzione, necessaria a produrre il transitorio di corrente, risulta essere minore di quella che la corrente di ioni necessiterebbe per superare il rumore del bagno termico (essendo la soluzione a temperature ordinarie). Tale fenomeno sparisce appena la frequenza del campo alternato si sposta dal valore di risonanza, ed in particolare quando l'intensità degli stessi campi eccede una soglia il cui valore è molto basso: il range di intensità e frequenza che promuovono il fenomeno è quindi molto ristretto, tale range è anche noto come «*finestra di Adey*» [19].

Tali campi, dovendo essere molto deboli, fanno sì che l'energia trasferita alla soluzione, necessaria a produrre il transitorio di corrente, risulta essere minore di quella che la corrente di ioni sembrerebbe necessitare per superare il rumore del bagno termico (essendo la soluzione a temperature ordinarie). Infatti l'intensità dei campi magnetici alternati coinvolti è di 50 nT, circa 3 ordini di grandezza più piccola della intensità del campo statico (40 μ T) mentre, in condizioni di campo magnetico ambientali per gli ioni le frequenze in gioco sono nell'intervallo 1-100 Hz (Extremely Low Frequency - ELF).



Esperimento di Zhadin:

Aumento dell'intensità di corrente nella cella attraverso

la soluzione di acido glutammico e HCl (2.24 mM, pH = 2.85) in condizioni di ionorisonanza.

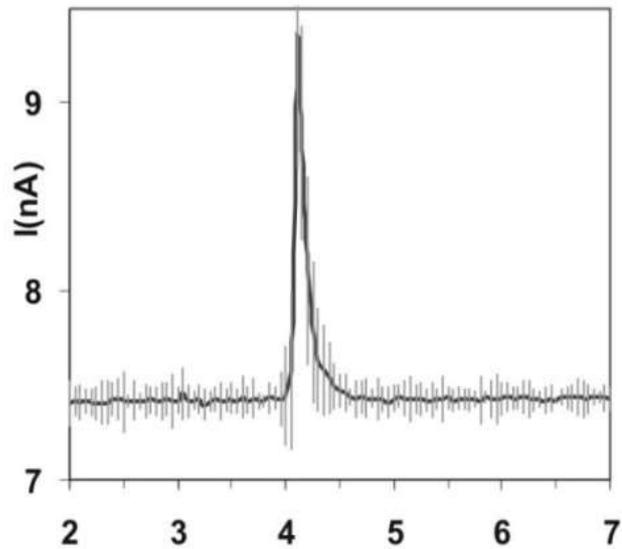
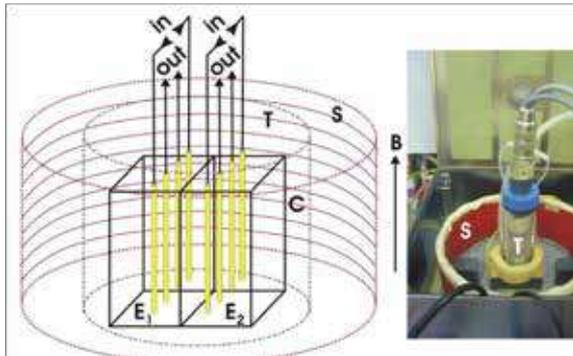
Ampiezza del campo statico: $B_{dc} = 40 \mu T$,

Ampiezza del campo alternato: B_{ac} is 50 nT,

Risoluzione in frequenza: $\Delta f = 0.05$ Hz.

Differenza di potenziale tra gli elettrodi: 80 mV

Sotto: schema e foto del setting sperimentale



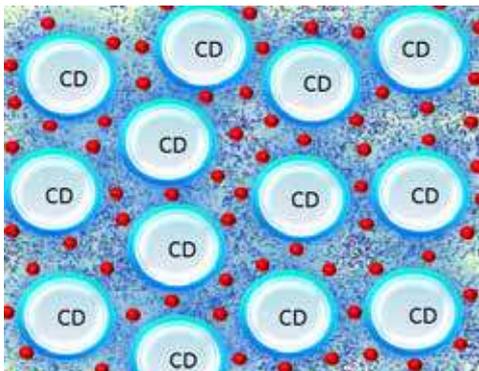
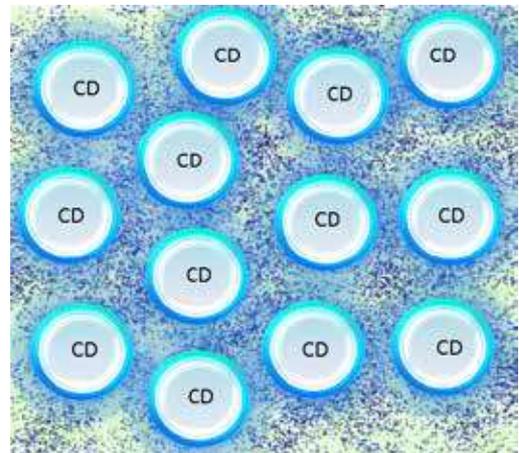
A. Pazur *BioMagnetic Research and Technology*, 2004 [18]

Spiegazione fisica del fenomeno entro la QED e conseguenze pratiche

L'acqua allo stato liquido, come molte altre specie molecolari, si compone di due frazioni:

- una coerente, molto ordinata, in cui gli elettroni delle molecole oscillano in fase tra loro, e con un campo EM auto-intrappolato nell'insieme di molecole stesso, tra due livelli energetici (il fondamentale, l' sp^3 e l'eccitato, il 5d);
- una incoerente, disordinata, sostanzialmente gassosa, in cui le molecole sono soggette alle dinamiche stocastiche dell'agitazione termica, come nel vapore. [6-8]

All'interno dei domini coerenti (CD) il campo elettromagnetico viene continuamente scambiato tra le molecole e in tal modo l'eccitazione spende parte del proprio tempo di vita come *fotone* e parte come *materia oscillante* .



I CD sono regioni all'interno delle quali l'entropia ed il disordine sono praticamente nulli; oltre che a causa del forte impaccamento molecolare, questo fatto comporta che ogni specie estranea presente nel sistema (molecole, gas, ioni, soluti in genere), poiché avente livelli energetici differenti da quelli delle molecole d'acqua e perciò incapace di risuonare con esse nella fase coerente, non abbia nessuna possibilità di entrare o rimanere nella fase coerente. Essa è *off-limit* per qualunque specie diversa dalla molecola d'acqua. Per questa ragione ogni soluto viene confinato nel network interstiziale incoerente; se vi sono specie gassose disciolte nell'acqua, alla formazione dei CD è associata sempre una condensazione di micro-bolle, espulse dalla fase proibita.

A questo punto ci chiediamo: cosa succede agli ioni soluti in acqua? A seguito dei dati sperimentali illustrati sopra

si apre una vasta descrizione che mette in luce quanto la teoria della solvatazione elettrostatica non è in grado di offrire un'immagine realistica delle soluzioni ioniche [6,9].

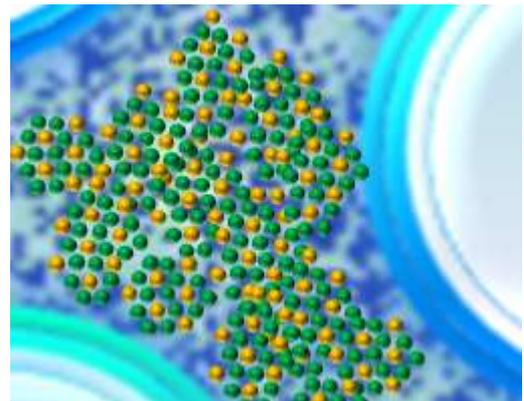
La domanda infatti è: come fa un liquido polare, come l'acqua, a compensare la stabilità termodinamica di un reticolo ionico, come ad esempio quello del cloruro di sodio, tanto da formarne soluzioni elettrolitiche? Si è sempre pensato che l'acqua avendo un'alta costante dielettrica ($\epsilon = 80$, a 300 K), riduca di molto (di un fattore 80, appunto) le interazioni coulombiane tra gli ioni dei sali. Il problema è che quel valore attiene al liquido *macroscopicamente*, "in massa", cioè è un valore "di bulk": $\epsilon_{bulk} = 80$.

Il potenziale coulombiano attrattivo tra gli ioni negativi e positivi può essere sormontato solo dopo che sia stata instaurata una componente energetica controbilanciante l'entalpia di legame ionico che, in media, per la maggior parte dei sali è almeno 3-5 eV. A valle di quanto ora sappiamo dell'acqua, possiamo già intuire che la dissoluzione degli ioni può avvenire soltanto nella fase incoerente, quindi è di questa che, al più, può risultare interessante conoscere la costante dielettrica.

Da un semplice calcolo, in funzione delle frazioni molari delle due fasi², si trova la costante dielettrica della fase coerente: $\epsilon_{coh} = 160$. Il fatto che la fase incoerente abbia una costante dielettrica minore di quella del bulk, quasi di un fattore 7, ci indirizza ulteriormente verso una ragione diversa che giustifichi il processo di dissoluzione.

La trattazione teorica è piuttosto complessa [20,21] e va oltre il fine del presente scritto, qui vogliamo solo evidenziare che il solido ionico può dissolversi in acqua con così grande rapidità, senza riprecipitare a cristallo subito dopo l'eventuale possibile interposizione di uno strato molecolare d'acqua, perché interviene un processo non-statico di elettrodinamica coerente che permette di avere un abbassamento energetico confrontabile con la stabilità del grande potenziale coulombiano associato al legame ionico. Quello che accade è che gli ioni danno origine ad un *plasma coerente* (distribuito nella fase incoerente dell'acqua la cui presenza è quindi necessaria alla dissoluzione dei primi) detto *plasma di Debye-Hückel* [21] in cui essi oscillano in fase tra loro e con i potenziali elettromagnetici presenti all'interfaccia dei CD dell'acqua liquida³.

Poiché gli ioni di un dato segno compongono un plasma coerente legato, tramite il meccanismo di Debye-Huckel, al plasma coerente degli ioni di segno opposto, come abbiamo visto, anche per gli elettroliti, il modello «gas-like» va abbandonato. In conseguenza di ciò **gli ioni non possono avere un moto di tipo browniano** in cui, fra una collisione e la successiva, percorrono brevi tratti **ad alte velocità** (diverse centinaia di metri al secondo). In tal modo **il tasso di collisione sarebbe dell'ordine dei trilioni al secondo**, e si produrrebbe quindi una velocità netta di deriva (detta di *drift*, il contributo utile alla corrente elettrica) dell'insieme di ioni molto piccola, non compatibile con il tipo di risposta sperimentale registrata, ad es., nell'effetto Zhadin. Il quadro browniano delle alte velocità ioniche è senz'altro inconsistente col modello coerente di Debye-Huckel basato sulla struttura a gabbie, che è dimostrato essere quello giustificante la loro dissoluzione.



C'è inoltre da ricordare che **il modello browniano implicherebbe l'emissione di campi EM a seguito del grande numero di collisioni** di particelle cariche (gli ioni) all'interno delle soluzioni elettrolitiche **per effetto bremsstrahlung**. Infatti assumendo che una collisione in media rilasci un'energia di 10^{-17} eV, la soluzione dovrebbe rilasciare circa 10^{-5} eV al secondo per ione. Una soluzione elettrolitica standard, a temperatura ambiente, dovrebbe allora emettere l'intera quantità della propria energia interna entro 42 minuti (congelando), richiedendo così un apporto esterno di energia per compensare un tale effetto raffreddante (come un'antenna).

Una simile ipotesi è ovviamente scorretta ed il modello coerente rimuove le inconsistenze intrinseche della visione browniana. Così anche **il problema degli enormi raggi previsti per le orbite ipoteticamente prodotte dagli ioni cessa di porsi** in quanto tali valori grandi dei raggi di girazione sono associabili solo alle alte velocità che gli ioni avrebbero

²Avendo $\epsilon_{bulk} = \left(\frac{N_{coh}}{N_{tot}}\right)\epsilon_{coh} + \left(\frac{N_{inc}}{N_{tot}}\right)\epsilon_{inc}$, con $\epsilon_{inc} = 12$, $\epsilon_{bulk} = 80$, se le due frazioni a T_{amb} sono circa: $\left(\frac{N_{inc}}{N_{tot}}\right) \sim 0.55$; $\left(\frac{N_{coh}}{N_{tot}}\right) \sim 0.45$, si ottiene $\epsilon_{coh} \sim 160$.

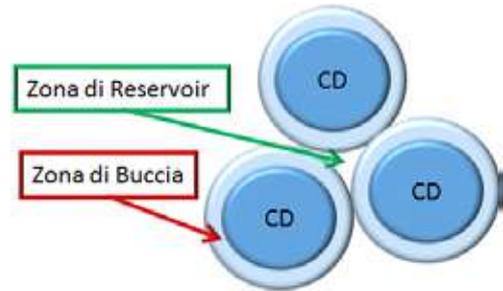
³ Il guadagno energetico che ottiene ciascuna specie ionica nel passare da cristallo coeso a ioni in soluzione in forma di *plasma coerente* è dato dall'espressione: $\Delta_I = \frac{8\pi}{3}\epsilon_{inc}T$, quindi il guadagno totale dato dalla dissoluzione di cationi ed anioni, per es A e B , vale $\Delta_{A+B^-} = \Delta_{A^+} + \Delta_{B^-} = \frac{16\pi}{3}\epsilon_{inc}T$, come si vede tale guadagno dipende solo dalla temperatura e dalla costante dielettrica della fase incoerente (che dipende a sua volta dalla temperatura) [6].

nel modello «gas-like». Dimostrando l'inconsistenza fisica per una situazione in cui le velocità siano di tali intensità, si previene quindi anche il problema delle dimensioni delle orbite.

In entrambe le zone gli ioni sono presenti sotto forma di plasmi coerenti, tipo «alla Debye-Huckel»; nelle zone di «riservoir» il plasma ha dei parametri fisici un po' differenti, dato il differente *embedding* elettromagnetico, ma dà sempre luogo ad oscillazioni coerenti.

Gli ioni sono alloggiati in forma di plasmi coerenti in tutto lo spazio esterno ai domini di coerenza dell'acqua. Ma c'è da distinguere in due tipologie di regione in cui essi possono trovarsi:

- una zona di «**buccia**», entro cui decadono i campi EM intrappolati nel CD, che è la regione di interfaccia e di superficie di un CD di raggio 'ideale' (cioè a temperatura nulla) R_{CD} . Essa, come sappiamo ha uno spessore, δ , che dipende dalla temperatura. Ne risulta che il raggio effettivo, r , del dominio di coerenza dell'acqua si esprime come $r = R_{CD} - \delta(T)$. A temperature ordinarie (20°C) $\delta(T) \sim 40 \text{\AA}$.
- e una zona di «**reservoir**» situata negli interstizi non occupati dalle code terminali dei campi EM dei domini dell'acqua ed in cui essa è totalmente gassosa.

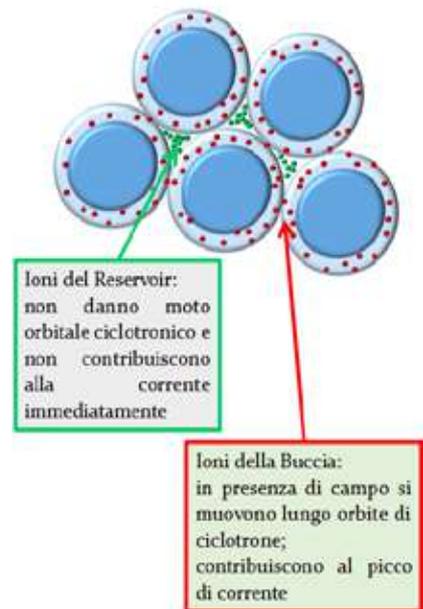


L'aspetto importante da sottolineare è che gli ioni presenti nelle zone di «reservoir» non danno vita a moto ciclotronico e non contribuiscono al picco transitorio di corrente elettrica che si verifica a seguito della risonanza con campi esterni, di frequenza opportuna, ad es. nell'effetto Zhadin.

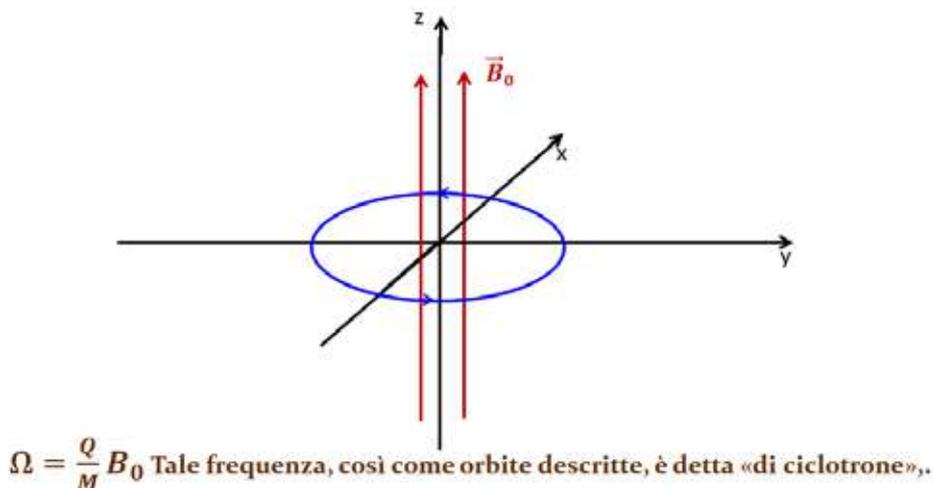
Gli unici ioni che producono una corrente elettrica, non dissipativa, per risonanza ciclotronica con un campo magnetico alternato (in aggiunta a quello statico) sono quelli posizionati entro la «buccia», entro cui decadono i campi.

Quindi, come vediamo tra un momento, la corrente che si produce nell'effetto Zhadin riguarda lo svuotamento delle zone di «buccia», con migrazione degli ioni ivi presenti verso gli elettrodi.

Se si pone il sistema in un campo magnetico statico, \mathbf{B}_0 , il moto oscillante degli ioni della zona di «buccia» verrà vincolato lungo orbite circolari su piani perpendicolari alla direzione del campo. Le orbite, inoltre, saranno tanto più strette quanto più intenso sarà il campo magnetico statico presente e gli ioni, in funzione del proprio rapporto Q/M , assumeranno una frequenza di rotazione, Ω , direttamente proporzionale all'intensità del campo stesso:



Source: P. Renati (2014)



Quando al sistema viene aggiunto anche un **campo alternato**, \mathbf{B}_{ac} , oscillante ad una frequenza ω , nel moto periodico degli ioni nella regione di «buccia» si aggiungono, alla frequenza propria di ciclotrone, delle componenti a margine di banda (*sidebands, armoniche, under-tones e over-tones*) e la frequenza si aggiorna ad un valore del tipo:

$$\Omega' = \Omega \pm n\omega$$

in cui n è un multiplo intero.

Dai calcoli si vede che, nel limite di piccoli campi, si tratta di *undertones*, quindi si hanno solo i contributi in segno meno che si sommano algebricamente alla Ω propria, ottenendo:

$$\Omega' = \Omega - n\omega$$

La condizione di risonanza è quella in cui il moto degli ioni non è più circolare ma traslatorio lungo la direzione del campo elettrico. Allora deve essere

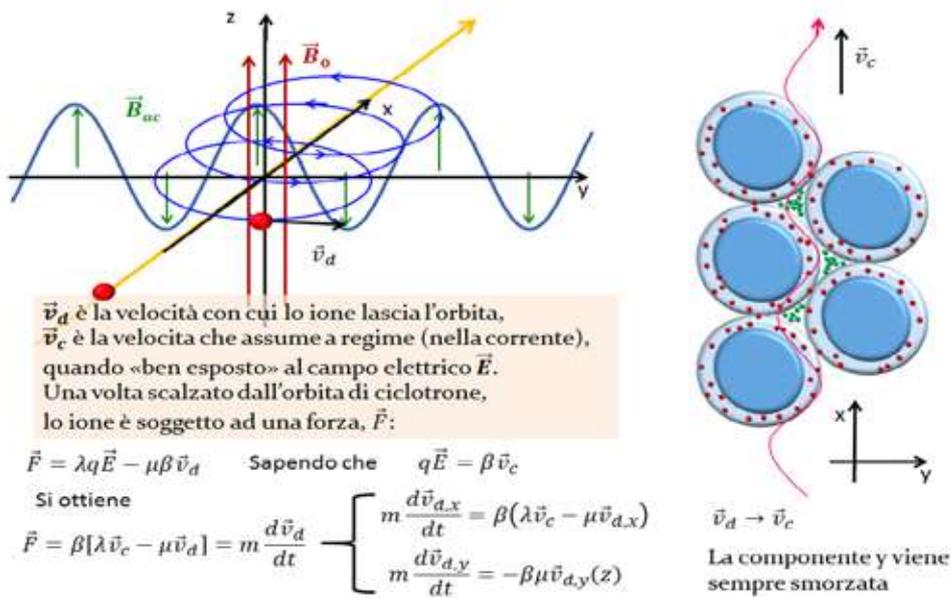
$$\Omega' = \Omega - n\omega = 0,$$

che esprime che non vi è «ritorno» nel moto dello ione, cioè che il moto da ciclico (rotatorio) passa a traslatorio.

Se

$$\Omega - n\omega = 0 \rightarrow \omega = \frac{\Omega}{n},$$

cioè significa che la frequenza, ω , del campo alternato deve essere un multiplo intero di quella di ciclotrone.



MA PERCHE' I CAMPI PRODUCONO TALI EFFETTI PROPRIO SE SONO DEBOLI??

Per comprendere le ragioni che rendono significativa la formazione del transitorio di corrente in presenza di campi magnetici molto piccoli (sia statico, B_0 , che alternato, B_{ac}), si possono considerare due aspetti: uno matematico (per chi voglia considerarlo) e uno fisico.

$$\frac{d\vec{v}(t)}{dt} = \Omega(1 + \varepsilon \cos \omega t) \vec{v} \times \hat{z} \quad |\varepsilon| = \frac{B_{ac}}{B_0}$$

$$\vec{v}(t) = v_+(t) \hat{\varepsilon}^{(+)} + v_-(t) \hat{\varepsilon}^{(-)} \quad \hat{\varepsilon}^{(\pm)} = \frac{1}{2}(1, \pm i, 0)$$

$$\frac{dv_{\pm}}{dt} = \pm i \Omega(1 + \varepsilon \cos \omega t) v_{\pm}(t) \quad \text{Ricordiamo che per Eulero: } e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \sin \varphi$$

$$v_{\pm}(t) = \Omega R_{CD} e^{\pm i(\Omega t + \varepsilon \frac{\Omega}{\omega} \sin \omega t + \varphi)}$$

Ma un'esponenziale in z è esprimibile più semplicemente tramite una serie delle rispettive funzioni di Bessel $J_n(z)$

quindi $e^{iz \sin \omega t} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(z) e^{-i\omega t}$ dove $z = \varepsilon \frac{\Omega}{\omega} = \frac{B_{ac} \Omega}{B_0 \omega}$

$$v_{\pm}(t) = \Omega R_{CD} e^{\pm i\varphi} \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n\left(\varepsilon \frac{\Omega}{\omega}\right) e^{\pm i(\Omega - n\omega)t}$$

Source: P. Renati (2014)

$$v_{\pm}(t) = \Omega R_{CD} e^{\pm i\varphi} \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n\left(\varepsilon \frac{\Omega}{\omega}\right) e^{\pm i(\Omega - n\omega)t}$$

quando $\omega = \frac{\Omega}{n}$ la velocità acquisisce componenti che sono invarianti rispetto al tempo cioè stazionarie, quindi $v_{\pm}(t) \rightarrow \vec{v} = (v_1, v_2, 0)$

$$\vec{v} = \begin{cases} v_1 = \Omega R_{CD} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(J_n\left(\varepsilon \frac{\Omega}{\omega}\right) \cos[(\Omega - n\omega)t + \varphi] \right) \\ v_2 = \Omega R_{CD} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(J_n\left(\varepsilon \frac{\Omega}{\omega}\right) \sin[(\Omega - n\omega)t + \varphi] \right) \\ v_3 = 0 \end{cases}$$

Nel $\lim_{z \rightarrow 0} J_n(z) \approx \frac{z}{2} = \frac{\varepsilon \Omega}{2\omega}$ Quando $z \rightarrow 0$ è perchè $B_{ac} \rightarrow 0$... allora:
 con $\omega = \frac{\Omega}{n}$, e nella condizione di Zhadin per cui $n = 1$, si ottiene $J_n(z) = J_1(z) = \frac{B_{ac}}{2B_0}$

$$v_{\pm}(t) = \Omega R_{CD} e^{\pm i\varphi} \frac{\varepsilon}{2} e^{\pm i(\Omega - \frac{\Omega}{n})t} = \Omega R_{CD} e^{\pm i\varphi} \frac{\varepsilon}{2} e^{\pm i0} = \Omega R_{CD} \frac{\varepsilon}{2} e^{\pm i\varphi}$$

$$\vec{v}_d = \Omega R_{CD} \frac{B_{ac}}{2B_0} (\cos\varphi, -\sin\varphi, 0) = \frac{R_{CD} Q B_0}{2M} \frac{B_{ac}}{2B_0} (\cos\varphi, -\sin\varphi, 0) = \frac{Q}{2M} R_{CD} B_{ac} (\cos\varphi, \dots)$$

Source: P. Renati (2014)

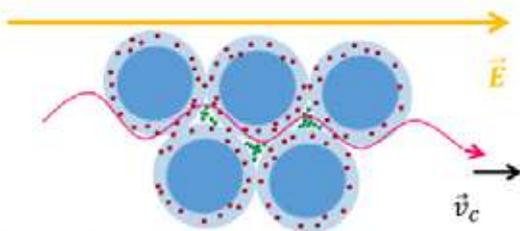
Si può facilmente capire che, se la velocità di drift, \vec{v}_d , (cioè quella velocità a cui viaggia lo ione nel momento di «sgancio» dall'orbita) è piccola, la traiettoria riesce ad essere deflessa, ed indirizzata lungo il campo elettrico, prima che esso finisca fuori dalla zona di «buccia».

$$\vec{v}_d = \Omega R_{CD} \frac{B_{ac}}{2B_0} (\cos\varphi, -\sin\varphi, 0)$$

cioè

$$\vec{v}_d = \frac{Q}{2M} R_{CD} B_{ac} (\cos\varphi, -\sin\varphi, 0)$$

Ma \vec{v}_d è piccola solo se B_{ac} è piccolo!!



Source: P. Renati (2014)

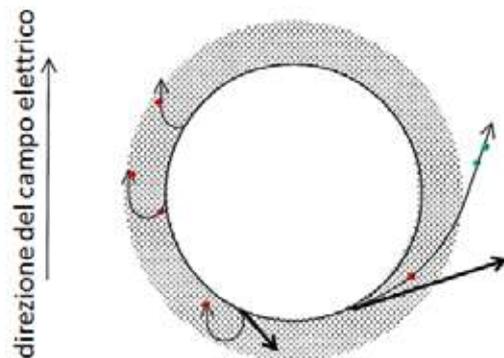


Fig. 2. When B_{ac} is small, the drift velocities of glutamate ions out of the cyclotronic orbits are small and get deflected along the electric field direction within the frontier region. When B_{ac} is large, ions reach the bulk non-coherent region of water still undeflected and enter into the general reservoir of ions.

On the "Unreasonable" Effects of OLF Magnetic Fields Upon a System of Ions, E. Del Giudice, M. Fleischmann, G. Preparata†, G. Talpo†; Bioelectromagnetics 23:522-530 (2002).

Il cammino verso gli elettrodi si svolge tutto all'interno delle zone di «buccia» lungo cui gli ioni migrano con attrito molto basso ed in cui possono percepire bene il campo elettrico applicato agli elettrodi.

È importante cogliere la centralità dei campi ultra-deboli in processi elettrodinamici come il passaggio di correnti non dissipative di metaboliti elettricamente carichi all'interno di sistemi coerenti, essendo il trasporto ionico forse il processo più importante nelle funzioni metaboliche in ogni organismo.

L'effetto Zhadin testimonia che il passaggio delle specie ioniche attraverso la membrana cellulare è molto più sensibile ad influenze «sottili» (a «minimi stimoli») piuttosto che a grossi quantitativi energetici.

Campi intensi infatti agiscono termicamente, invece campi deboli influenzano i fenomeni coerenti, come i processi fisiologici, per questo possono essere molto influenti (in bene come tecniche terapeutiche e in male come affaticamento cellulare e malessere), in particolare, per esposizioni prolungate.

Ovviamente treni d'onda immessi nell'ambiente senza lunghezze d'onda e potenze opportunamente settate per una finalità terapeutica, rischiano di disturbare i processi fisiologici e l'omeostasi delle persone negli ambienti in cui tali segnali vengono emessi.

Tanto per fare degli esempi di contromisure pubbliche, finalmente, intraprese per tutelare la salute delle persone, nell'intero campus universitario di Leuven, Belgio, così come in molti uffici pubblici di Parigi (come alla Biblioteca Centrale), già dal 2006 sono state abolite tutte le connessioni wireless e bluetooth: i computer sono tutti connessi alla rete tramite cablature LAN ed i dispositivi mobili sono, entro gli interni dei locali, da tenere in modalità "aereo".

L'influenza della bassissima intensità dei campi può essere ricondotta ad un notevole numero di casi di sensibilità a campi magnetici costanti (DC) osservati negli animali: ad esempio, intorno a 1 nT per le api e 10 nT per gli uccelli. Ora, si ha una base razionale per comprenderne i presupposti fisici riconoscendo la delicatezza degli equilibri elettromagnetici nella biologia.

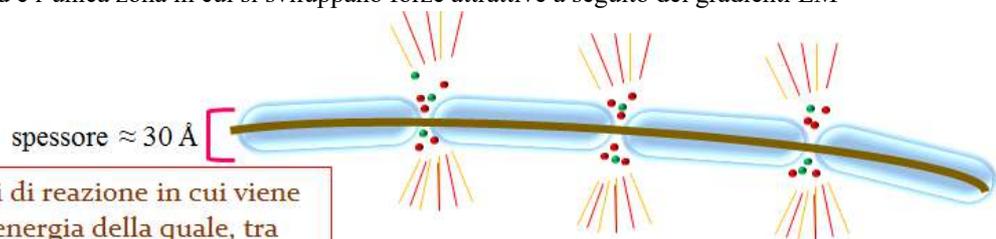
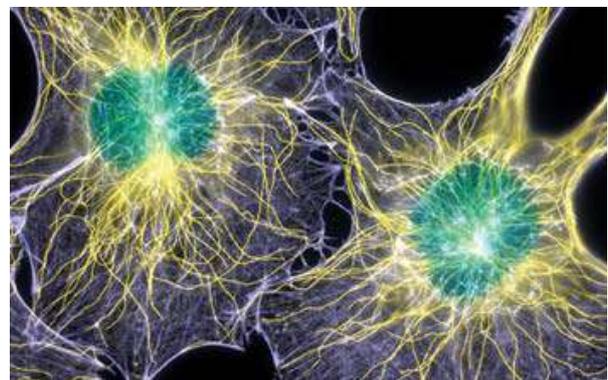
Ma c'è ancora un altro aspetto che evidenzia come proprio i campi EM deboli nel range delle Micro Onde sono fortemente influenzanti la dinamica vivente.

Per comprenderlo bisogna considerare come si configura la materia biologica in funzione dell'acqua super-coerente e quale ruolo ha la proprio la coerenza nell'organizzazione topologica della materia vivente, per capire come viene trasportata l'energia nelle strutture biologiche.

Le strutture del citoscheletro (strutture filamentose che sono prodotte e mantenute nel citoplasma tramite il metabolismo) sono la conseguenza dinamica dell'auto focalizzazione delle onde di polarizzazione elettrica nel mezzo cellulare che si comporta in modo non lineare.

Dato che il 99% delle molecole nel cistosol è rappresentato dall'acqua, si può stimare che un campo che possa de-coerentizzare il mezzo abbia una taglia energetica confrontabile con quella del modo elettromagnetico che tiene coerenti le molecole stesse: $E \approx 13 \text{ eV}$.

Le strutture filamentose, quali proteine, polimeri ialuronici, fibre collagene, proteoglicani (interpenetranti il tessuto connettivo su lunghe distanze), sono avvolte da *domini coerenti d'acqua*, (Clegg 1983), che li "rivestono" adattandovisi e formando dei "manicotti", assumendo quindi una forma non più sferica, ma cilindrica cava, tale acqua è detta "acqua legata": *bound-water*. L'intrappolamento dei CEM all'interno dei filamenti produce forti gradienti di campo sui bordi il che comporta lo sviluppo di forze che attraggono molecole in grado di risuonare con i modi EM presenti e possono assemblare i polimeri biologici (microtubuli, fibre collagene, polimeri ialuronici, actina, ecc.). Questo fa capire che, per la stessa ragione, quasi tutte le reazioni cellulari avvengono sul citoscheletro: è l'unica zona accessibile, in quanto parzialmente incoerente, ed è l'unica zona in cui si sviluppano forze attrattive a seguito dei gradienti EM



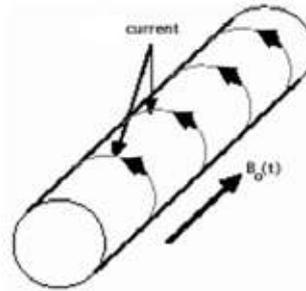
Le giunzioni sono siti di reazione in cui viene rilasciata e assorbita energia della quale, tra poco, vediamo il «destino».

L'intero sistema proteina-acqua legata (bound water) assume la configurazione simile a quella di un assone neurale foderato dai manicotti mielinici. Gli stretti spazi tra i segmenti contigui ("gap-junctions") sono gli unici siti in cui ai soluti è permesso avvicinarsi alla back-bone molecolare, poiché l'acqua coerente, come sappiamo, non può dissolvere nulla. Ovviamente, al movimento chiuso (circolare) degli elettroni quasi-liberi di ogni segmento tubolare, corrisponde un momento angolare, L che è funzione del momento di inerzia, I (sostanzialmente costante, dato dalla massa degli elettroni vorticanti intorno al CD e dal raggio di quest'ultimo), e della frequenza di rotazione \mathbf{v} :

$$L = 2\pi I \mathbf{v}$$

poiché L è una grandezza quantizzata che può assumere solo valori interi, allora **anche la frequenza rotazionale, ν , è quantizzata.**

Essendo gli elettroni cariche in movimento su un cammino chiuso, significa che essi danno luogo ad una spira di corrente, i , la cui intensità (data la carica praticamente costante) dipende dalla frequenza di rotazione ν .



In pratica si ha un flusso magnetico, Φ , proporzionale al momento angolare, L , dell'insieme di elettroni quasi-liberi, quindi anche il flusso magnetico, Φ , è quantizzato! Effetto Josephson in sintesi: quando una corrente (superconduttiva) scorre lungo la giunzione, si ha l'emissione di un quanto di CAMPO ELETTRIMAGNETICO di taglia $E = h\nu$ (e viceversa : effetto Josephson inverso).

La quantizzazione dei campi magnetici produce due importanti conseguenze:

1. la possibilità di avere supercorrenti di Josephson nei CD tubolari e lungo le giunzioni
2. l'intrappolamento degli ioni in orbite di ciclotrone giacenti sulle superfici esterne dei manicotti d'acqua (e negli spazi liberi delle *gap-junctions*)

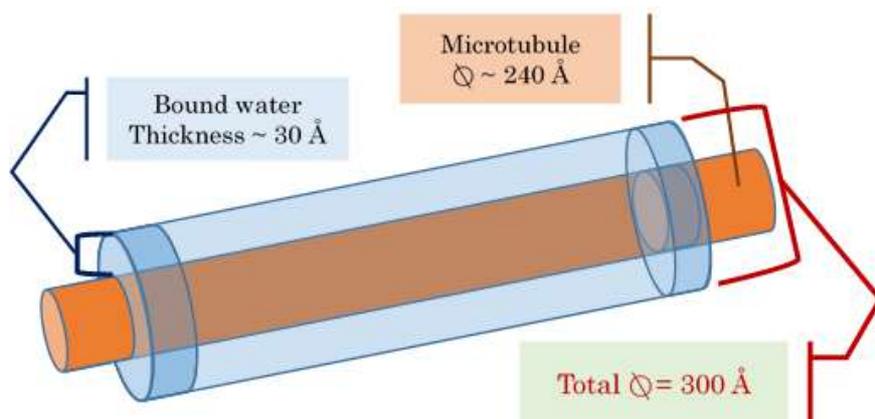
Così anche gli ioni, come gli elettroni quasi-liberi, danno origine all'effetto Josephson, governato dai salti quantici di ν , attraverso la giunzione, indotti dai corrispondenti salti di campo magnetico H : $\partial\nu = \frac{1}{2\pi M} \partial H$.

Quindi, a seguito di una cessione energetica proveniente da una reazione chimica locale si ha l'eccitazione del campo magnetico nel cilindro cavo di acqua coerente, circondante la catena proteica, che induce una supercorrente Josephson di ioni sulla superficie del cilindro d'acqua. Tali correnti, in quanto "supercorrenti", sono non-ohmiche (cioè non-resistive).

Questo ci fa capire perché negli organismi viventi, nonostante l'enorme circolazione di carica elettrica non si verifici surriscaldamento per l'effetto Joule, che metterebbe a rischio la marcata e tipica stabilità della temperatura, che è una delle caratteristiche più importanti dei processi vitali.

Quanto esaminato significa che l'output di energia chimica, per esempio dovuto a una reazione nelle *gap-junctions*, è trasformato in flusso magnetico quantizzato, confinato all'interno dei manicotti di bound water intorno alla backbone proteica e viceversa (si ha quindi *effetto Josephson*).

Ci chiediamo ora: in che regione dello spettro cascano le frequenze di questi modi EM?



Stando a quanto emerge dalla QED [6-9] ognuno dei CD possiede circa mezzo milione di elettroni vortici sulla sua superficie, poniamo pure un valore approssimato per difetto di tale numero di elettroni, n_e , (essendo il sistema a temperature intorno ai 300 K): $n_e \sim 3 \cdot 10^5$. La massa totale orbitante sulla superficie è quindi $M = m_e \cdot n_e$, dove m_e è la massa (non relativistica) dell'elettrone, pertanto $M \sim (9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}) \cdot 3 \cdot 10^5 = 2,7 \cdot 10^{-25} [\text{Kg}]$.

Possiamo ora fare una stima a grandi linee del momento d'inerzia degli elettroni posti in rotazione dalle eccitazioni (magnetiche o elettromagnetiche):

$$I = MR^2 \sim 2,7 \cdot 10^{-25} \text{ Kg} \cdot 1,5 \cdot 10^{-16} \text{ m}^2 = 3 \cdot 10^{-41} [\text{Kg m}^2] \quad (12),$$

dove R è il raggio della struttura filiforme data dal microtubulo rivestito d'acqua coerente. Considerando ora che il momento angolare per i vortici in queste strutture coerenti va da un ordine di grandezza minimo $L_{min} \sim 10^{-32}$ Jsec [7], fino a valori molto maggiori che variano in proporzione al numero di elettroni orbitanti sulla superficie (che sono dell'ordine di 10^5) e all'energia che viene immagazzinata sui vortici freddi, possiamo valutare l'ordine di grandezza del range delle frequenze fondamentali, sapendo che poi comunque gli stati eccitabili possono raggiungere livelli ad ordini di grandezza superiore. Ponendo quindi

$$L_{min} \sim 4 \cdot 10^{-32} [Js \leftrightarrow Kg m^2 s^{-1}] \text{ ed essendo } L_{min} = 2\pi\nu_f I, \quad (13)$$

le frequenze fondamentali sono dell'ordine

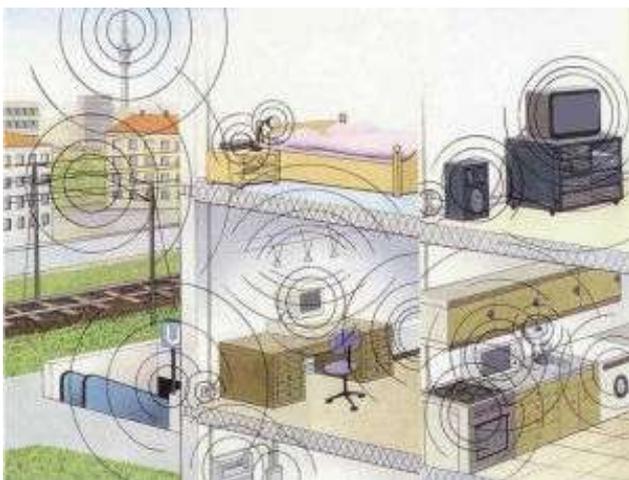
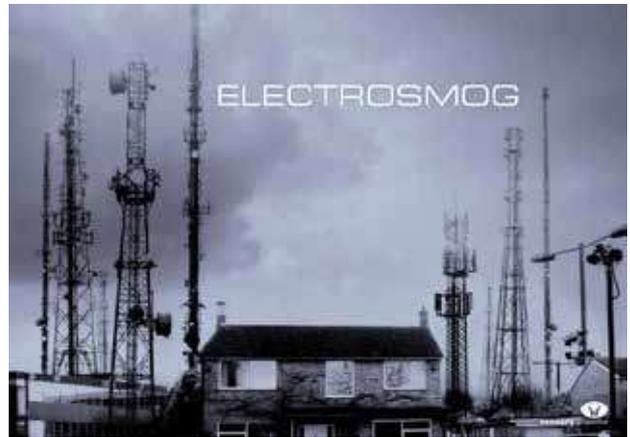
$$\nu_f = \frac{\langle L_{min} \rangle}{2\pi I} \sim 2.1 \cdot 10^8 \text{ Hz} = 0.2 \text{ GHz} \quad (14).$$

Dato che, per la facile eccitabilità collettiva dei vortici freddi, i primi multipli di L sono realisticamente sempre popolati, possiamo stimare che le frequenze fondamentali cadono in un range tra 0.5-2.5 GHz, proprio nell'intervallo delle microonde in accordo a [7] (in cui però il calcolo è condotto in unità naturali di Planck).

La descrizione in QED della materia vivente suggerisce allora, consistentemente, un ruolo significativo delle microonde nei sistemi biologici!

Abbiamo quindi appreso che il trasporto ionico è in funzione stretta dei campi deboli statici ed alternati agenti su un sistema, abbiamo capito che, **proprio perché deboli, sono determinanti** per tali dinamiche biologiche. Le applicazioni terapeutiche le vedremo, per quel che è possibile, dopo aver completato la strutturazione dell'acqua nelle strutture biologiche, a seguito della quale capiremo come e perché gli ioni sono in rapporto dialettico con le proteine del citoscheletro.

Ricordiamo che il range di frequenze di cui si sta trattando pertiene sia alle microonde che alle cosiddette «frequenze estremamente basse» (Extremely Low Frequency – ELF).



A seguito di queste acquisizioni stanno prendendo il via provvedimenti tecnici e legislativi per tutelare gli ambienti antropici da oscillazioni elettromagnetiche la cui bassissima intensità induceva a ritenerne i loro effetti biologici del tutto trascurabili, ma le cui frequenze e modulazioni di *fase* (ciò che è rilevante) si rivelano fortemente disturbanti per le dinamiche fisiologiche.

In pratica, tale effetto testimonia come il passaggio delle specie ioniche attraverso la membrana cellulare sia molto più sensibile ad influenze “sottili” (a “minimi stimoli”), piuttosto che a grossi quantitativi energetici.

Dipartimento Ricerca e Sviluppo Atena s.r.l.

Bibliografia

- 1- Szent-Gyorgyi, A. Bioenergetics. *Science* 1956, 124, 873-875.
- 2- Szent-Gyorgyi, A. *Bioenergetics*; Academic Press Inc: New York, NY, USA, 1957.
- 3- *Weber's Law*, H. Chisholm (Ed.) (1911)-, in *Encyclopaedia Britannica*, 11th Ed.-Cambridge University Press
- 4- *QED Coherence in Matter*, G. Preparata, *World Scientific Publishing Co, Pte, Ltd*
- 5- *Coherent Quantum Electrodynamics in Living Matter*; Emilio Del Giudice, Antonella De Ninno, Martin Fleischmann, Giuliano Mengoli, Marziale Milani, Getullio Talpo, and Giuseppe Vitiello, *Electromagnetic Biology and Medicine*, Vol. 24, No. 3: Pages 199-210, 2005
- 6- *QED coherence and the thermodynamics of water*, Arani, R.; Bono, I.; Del Giudice, E.; Preparata, G., *Int. J. Mod. Phys. B* 1995, 9, 1813-1841
- 7- *The interplay of biomolecules and water at the origin of the active behavior of living organisms*; E Del Giudice, P. Stefanini, A. Tedeschi, G. Vitiello; *Journal of Physics: Conference Series* 329 (2011) 012001
- 8- *Water as a Free Electric Dipole Laser*, G. Preparata, E. Del Giudice, G. Vitiello, *Phys. Rev. Lett.* vol. 61, numb. 9, pag. 1085-1088, Aug. 1988.
- 9- *Impact of hydrophilic surfaces on interfacial water dynamics probed with NMR spectroscopy* Pollack G.H., Yoo, H., Paranj R., 2011.. *J Phys Chem Lett.* 2: 532-536.
- 10- *Long range forces extending from polymer surfaces* Pollack G.H. & Zheng J.M., 2003.. *Phys Rev E.* 68:031408.10.1103/PhysRevE.68.031408
- 11- *Surfaces and interfacial water: evidence that hydrophilic surfaces have long-range impact* Pollack G.H., Zheng J.M., Chin W.C., Khijniak E., Khijniak E. Jr. (2006). *Adv. Colloid Interface Sci.* 23: 19–27.
- 12- *Effect of buffers on aqueous solute-exclusion zones around ion-exchange resins* Pollack G.H., Zheng J.M., Wexler A., 2009.. *J Colloid Interface Sci.* 332: 511-514.
- 13- *Coherent structures in liquid water close to hydrophilic surfaces*, Del Giudice, Vitiello, Tedeschi, Veikov, *Journal of Physics: Conference Series* 442 (2013) 012028
- 14- Liboff AR., *The 'cyclotron resonance' hypothesis: experimental evidence and theoretical constraints*, In. Norden B, Ramel K, editors.: *Interaction mechanisms of low-level electromagnetic fields in living systems*. New York: Oxford University Press; 1992. p. 130–47.
- 15- Liboff AR, Rozek RJ, Sherman ML, McLeod BR, Smith SD. *Ca²⁺-45 cyclotron resonance in human lymphocytes*. *J Bioelectric* 1987;6:13–22.
- 16- M.N. Zhadin and L. Giuliani, "Some problems in modern bioelectromagnetics," *Electromagn. Biol. Med.*, 25(4), 227-243, 2006.
- 17- N. Zhadin V.V. Novikov, F.S. Barnes, N.F. Pergola, *Combined action of static and alternating magnetic fields on ionic current in aqueous glutamic acid solution*. *Bioelectromagnetics* 19:41-45, 1998
- 18- *Characterization of weak magnetic field effects in an aqueous glutamic acid solution by nonlinear dielectric spectroscopy and voltammetry*, Pazur, A. (2004). *Biomagn. Res. Technol.*2:1–18
- 19- *Biological Coherence and Response to External Stimuli*, H. Fröhlich, Springer & Verlag, 1988
- 20- *QED coherence and electrolyte solutions*; E. Del Giudice, G. Preparata, M. Fleischmann; *Journal of Electroanalytical Chemistry* 482 (2000) 110-116
- 21- P. Debye, E. Hückel, *Phys. Z.* 24 (1923) 305. P. Debye, E. Hückel, *Phys. Z.* 25 (1924) 145.
- 22- *Il ruolo del minimo stimolo nei sistemi super-coerenti: acqua, ionizzazione e trasporto solitonico*, P. Renati in *Physician OMCEO Roma Lectures "Influenza dei Campi Elettromagnetici sulla Salute Umana"* on 20 Sept. 2014, Rome.

Quantum Dry Up™ by Atena srl
Via Marzeno 65 BRISIGHELLA ITALY
info@quantumdryup.it
tel +39 0546 060600