

Istituto superiore "G.Natta"  
Liceo scientifico-tecnologico  
Via Europa, 15, Bergamo  
Anno Scolastico 2013/2014

## PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE E L'INFLUENZA DELLA MECCANICA QUANTISTICA.



Classe 5B LST  
DORATA ROBERTO

# introduzione

Nel 1927, Werner Heisenberg, enuncia la relazione fondamentale della meccanica quantistica, nota come principio di indeterminazione di Heisenberg. Ho deciso di incentrare la mia tesina proprio su questo principio, poiché mi ha sempre affascinato, così come mi ha colpito notevolmente le successive implicazioni che questo principio ha portato, non solo in ambito scientifico ma anche in quello letterario. Ha inoltre cambiato profondamente anche il modo di pensare, poiché la perdita graduale di tutte le certezze, il rendersi conto che non è del tutto valida la teoria della “causalità del mondo” che era accreditata come la migliore nel primo decennio del novecento, è affascinante. Così come lo è il periodo storico in cui è stato enunciato, ossia gli anni Venti del ‘900, conosciuti anche come Anni Ruggenti. Questo nome si ritrova in moltissime opere di cinema, letteratura e musica di quell’epoca. In quel decennio è stato inventato il primo mitra (1920 in America), nasce in Italia la prima autostrada del mondo, l’autostrada dei laghi che collega Milano alle città di Como e Varese (1923), Hitler pubblica le sue idee politiche in un libro, Mein Kampf (1925), vi è il crollo della borsa di Wall Street e la conseguente crisi mondiale (1929). Riguardo al cinema, vi è il primo cortometraggio dedicato a Topolino, pubblicato dalla Walt Disney nel 1928, riguardo alla musica vi è l’enorme diffusione della musica Jazz negli Stati Uniti, che nasce a New Orleans e si basa su improvvisazione e un ritmo malinconico, dovuto alle “blue note”. Riguardo alla letteratura, Francis Fitzgerald pubblica un romanzo che descrive in maniera egregia l’epoca, “il grande Gatsby”. In ambito economico invece, oltre alla gravissima crisi del 1929 vi è il crollo economico della Germania, la conseguente inflazione e la perdita di tantissimi posti di lavoro, tutte condizioni che hanno reso fertile il terreno per i partiti di estrema destra, tra qui quello nazionalsocialista di Adolf Hitler. In conclusione, tutti gli avvenimenti sopra descritti mi hanno profondamente colpito, ed è per questo che ho deciso di parlare di molti di essi nella mia tesina.

# argomenti trattati nella tesina:

Fisica: il principio di indeterminazione

Filosofia: Sigmund Freud

Italiano: Italo Svevo

Storia: il nazismo

Inglese: James Joyce

Chimica: la teoria degli orbitali

Informatica: i pc quantistici

## Indice:

copertina.....	pag 01
introduzione.....	pag 02
indice.....	pag 03
fisica.....	pag 04
filosofia.....	pag 06
italiano.....	pag 08
inglese.....	pag 11
chimica.....	pag 13
informatica.....	pag 15
storia.....	pag 17
conclusione.....	pag 19

# fisica

Correva l'anno 1927. Uno dei più importanti fisici del 1900, il tedesco Werner Heisenberg, enunciò il principio di indeterminazione, che diede grandissima importanza alla meccanica quantistica e rivoluzionò completamente sia la fisica sia il modo di pensare del tempo. Esso viene formalizzato mediante la formula:

$\sigma_x \sigma_p \geq \frac{h}{4\pi}$  Dove  $\sigma_x$  è la deviazione standard dello spazio ( $x$ ) e da  $\sigma_p$ , ossia la deviazione standard della quantità di moto, (che si ricava dalla formula  $p = mv$ ), mentre  $h$  è la costante di Plank, che vale

$6,6260957 \cdot 10^{-34}$  J s. Essendo quindi, come si evince dalla formula sopra riportata, che il prodotto delle due deviazioni standard è sempre maggiore o uguale a un valore minimo, non è possibile conoscere con assoluta certezza sia la velocità sia la traiettoria di una particella. Per dimostrare la correttezza di quanto detto sopra, si consideri un oggetto lanciato in una stanza buia, e uno stroboscopio (ossia una macchina in grado di lanciare dei flash a intervalli regolari) collegato a una macchina fotografica con l'obiettivo e il diaframma sempre aperti, in modo che, quando vi sarà il flash, la macchina fotograferà l'oggetto. Man mano che l'oggetto si muove nella stanza, la fotocamera lo riprenderà nelle sue posizioni successive, e alla fine avremo una fotografia dell'oggetto nelle varie posizioni in successivi intervalli. Sembra quindi scontato verificare la velocità dell'oggetto, avendo la distanza temporale tra un lampo e l'altro, e ricavando lo spazio dalla distanza tra un punto e l'altro dell'oggetto nella foto, e legando assieme questi due valori dalla formula

$\bar{v} = \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t}$  Mentre la traiettoria dell'oggetto si può facilmente dedurre.

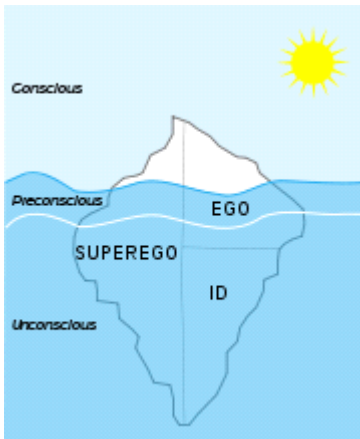
Sembra quindi possibile determinare sia la velocità che la traiettoria di un oggetto con precisione assoluta. Tuttavia, un'attenta analisi ci permette di scoprire altri dettagli: nell'esperimento sopracitato, l'oggetto è stato fotografato grazie all'ausilio di un flash, il quale è composto da fotoni, e questi ultimi devono "toccare" l'oggetto per poterci dare una sua immagine. Ma i fotoni, toccando l'oggetto, vi trasferiscono la loro energia, data dalla formula  $E = hf$ , dove  $h$  è la costante di Plank, e  $f$  è la frequenza di questi ultimi. Essendo il numero di fotoni presente nell'ordine di miliardi ( $10^9$ ) in un flash, potrebbe essere spontaneo pensare che anche la quantità di energia ceduta all'oggetto sia anch'essa dell'ordine di  $10^9$  J. Tuttavia,

essendo la costante di Plank  $6,6260957 \times 10^{-34} \text{ J s}$ , l'energia trasferita all'oggetto è solo dell'ordine di  $10^{-25} \text{ J}$ . per quanto sia minuscola, questa energia modifica, seppur di pochissimo, la velocità e la traiettoria dell'oggetto. Per corpi di grandi dimensioni ovviamente ciò è trascurabile, ma se al posto di un oggetto macroscopico consideriamo un elettrone, ecco che questa energia trasferitagli dai fotoni influenza in maniera visibile la sua velocità e la sua traiettoria. Un esempio evidente si ha nell'esperienza ideale che Heisenberg ipotizzò nel 1927 per dimostrare la veridicità di ciò che aveva enunciato. Egli suppose di avere un laboratorio in cui è stata aspirata totalmente l'aria, una macchina in grado di sparare singolarmente elettroni orizzontalmente, una sorgente luminosa in grado di emettere una quantità variabile di fotoni con una qualsiasi frequenza, un microscopio in grado di osservare ogni frequenza, dalle onde radio ai raggi gamma. All'inizio dell'esperimento, l'elettrone viene sparato orizzontalmente dalla macchina, e quindi si muove per la stanza di moto parabolico. Per poter vedere la sua traiettoria, è necessario illuminarlo mediante la sorgente luminosa, e poi osservarlo con il microscopio. Ed è qui che si ottengono risultati inattesi: essendo l'energia dell'elettrone all'incirca dello stesso ordine di grandezza di quella trasferitagli dal fotone, la sua traiettoria sarà completamente modificata. In particolare, si osserva che la traiettoria è a zig-zag, dovuta ai vari fotoni che lo colpiranno in istanti successivi. Per ridurre la perturbazione di quest'ultima, si potrebbe pensare di diminuire l'energia del fotone riducendo la sua frequenza (essendo queste due grandezze direttamente proporzionali). Essendo frequenza e lunghezza d'onda inversamente proporzionali, ridurre la prima significa incrementare la seconda. Tuttavia si presenta un altro problema: dovendo osservare con un microscopio un oggetto, l'immagine sarà tanto più definita quanto più piccola sarà la lunghezza d'onda, mentre sarà tanto più sfuocata quanto più sarà grande la lunghezza d'onda. Questo fenomeno è chiamato diffrazione, ed è possibile osservarlo indirizzando un raggio di luce in una lastra su cui è praticato un foro di dimensioni prossime alla sua lunghezza d'onda. In questo caso si osserverà che la luce illuminerà una superficie abbastanza ampia, quando invece ci saremmo aspettati che il raggio avrebbe illuminato un solo punto. Riguardo all'esempio dell'elettrone, utilizzando un fotone con una grande lunghezza d'onda l'immagine al microscopio sarà scadente, di conseguenza otterremo una misura molto incerta della posizione dell'elettrone. Quindi o si determina la posizione dell'elettrone, rimanendo però indeterminata la traiettoria, oppure si determina la traiettoria, rimanendo però indeterminata la posizione. Tuttavia è possibile avere anche una via di mezzo, utilizzando una frequenza intermedia, in cui la traiettoria e la posizione saranno alterate solo in modo parziale. Questi ragionamenti condussero Heisenberg a enunciare il suo famoso principio di indeterminazione, il quale oltre alle implicazioni meramente scientifiche ne ha anche riguardo alla filosofia della scienza e al dibattito

epistemologico del XX secolo, sancendo inoltre la fine della visione deterministica della fisica classica e dando origine alla fisica moderna.

## filosofia

Dopo la pubblicazione del principio di indeterminazione, è crollato uno dei principi chiave dell'800 e della prima metà del '900, il principio di causalità, che aveva dato origine al determinismo. Quest'ultimo infatti affermava che i fenomeni si susseguono legati da un processo di causa-effetto e che quindi conoscendo lo stato di un sistema è possibile predire l'evoluzione di quel sistema. Tuttavia, il principio di indeterminazione confuta questa tesi, in quanto le leggi deterministiche sono corrette, ma non è possibile applicarle perché è sbagliata la prima ipotesi, ossia non è possibile conoscere lo stato del sistema in esame. E la confutazione del principio di causalità non ha implicazioni solo in ambito scientifico, bensì anche in quello filosofico. Infatti, tale principio fu utilizzato da Sigmund Freud per la definizione di inconscio. In particolare, i processi inconsci che influenzano le azioni umane sono derivati dal "determinismo psichico". Freud ha ipotizzato il meccanismo mediante il quale l'inconscio opera, e ne ha proposto una struttura "ad iceberg", raffigurata nell'immagine seguente:



Questo iceberg rappresenta tre istanze dell'inconscio: l'ego (ich in tedesco, a volte tradotto in italiano "io"), il superego (Überich in tedesco, a volte tradotto in italiano come "superio"), e l'id (es in tedesco). Quest'ultimo viene rappresentato come "la voce della natura nell'animo dell'uomo", in particolare di tutte le pulsioni erotiche (Eros), autodistruttive ed aggressive (Thanatos). In particolare l'es viene definito come "un caos", capace di riempirsi di energia, e la fonte primaria di quest'ultima è proprio il desiderio sessuale, ma vi sono anche i desideri e i ricordi rimossi, in particolare quelli infantili. Tuttavia, questo "accumulo" può essere causa di nevrosi. Se invece dei ricordi infantili si interiorizzano dei codici di comportamento, dei divieti, degli schemi di valore (bene/male, giusto/sbagliato, buono/cattivo, gradevole/sgradevole), si origina il superego. Esso quindi "giudica gli atti e i desideri dell'uomo". Se tuttavia questi modelli vengono assimilati copiando o ispirandoci agli altri, viene prima distrutto e poi modificato l'io. E' necessario quindi conciliare il superio e l'es. Freud assegna questo compito all'io, il quale ha inoltre il compito di mediare le pulsioni e le esigenze sociali. Le prime inoltre a volte possono essere troppo intense, e in questo caso l'io attua vari meccanismi di difesa:

- Rimozione, ossia allontanare dalla coscienza desideri e pensieri che vengono ritenuti inaccettabili, in quanto la loro presenza provocherebbe dispiacere. Questo concetto è nato dal fatto che Freud nota che alcuni traumi psichici vissuti dai suoi pazienti erano rimasti inconsci, e che la loro guarigione avveniva soltanto nel momento in cui questi traumi venivano riportati dall'inconscio al conscio.
- SUBLIMAZIONE, ossia lo spostare una pulsione sessuale o aggressiva verso una meta non sessuale o non aggressiva. Ciò consente di utilizzare le pulsioni sessuali o aggressive nell'ambito di attività socialmente utili, come ad esempio la ricerca o l'espressione artistica.
- Formazione reattiva, che agisce quando il meccanismo della rimozione è già in atto, ostacolando il riaffioramento del contenuto rimosso.

- Scissione, ossia lo scindere le qualità contraddittorie che a volte possono presentarsi simultaneamente dell'io e dell'oggetto. Di solito si manifesta mediante forme di psicosi.
- Proiezione, ossia spostare sentimenti o caratteristiche propri su altri oggetti o persone. Freud utilizza questo meccanismo per giustificare alcune malattie come la paranoia.

Mediante tutti i suoi studi Freud ha dato origine alla psicanalisi, la quale è trattata in numerosi romanzi, in particolare nel romanzo "la coscienza di Zeno", di Italo Svevo.



# italiano

Freud è considerato universalmente come il padre della psicoanalisi, e si pensa che il famoso dottor S del romanzo *La coscienza di Zeno*, rappresenti Freud (la S sarebbe l'iniziale del suo nome, Sigmund). Questo romanzo, scritto da Italo Svevo nel 1923, è costituito dagli appunti dell'ex-paziente del dottor S, Zeno Cosini, il quale a un certo punto decide di abbandonare la cura, e quindi il dottore pubblica questi suoi appunti per vendetta, dicendosi pronto però a condividere con Zeno gli eventuali lauti guadagni derivati dalla pubblicazione. Quest'ultimo è un individuo che si sente malato, o inetto, e cerca continuamente la soluzione per guarire da questa sua malattia, fallendo tuttavia nell'intento, se non addirittura peggiorando la situazione. Il romanzo è scritto in prima persona, ed è suddiviso in vari capitoli: prefazione, preambolo, il fumo, la morte di mio padre, la storia del mio matrimonio, la moglie e l'amante, storia di un'associazione commerciale, psicoanalisi. Nella prefazione, che è un'abile finzione letteraria, il dottor S spiega l'origine del libro, e specifica che tra le memorie pubblicate molte sono piene di menzogne, e che quindi il paziente non è del tutto affidabile. La prefazione inoltre va contro la psicanalisi, una forma di terapia che si stava affermando in quel periodo. Nel capitolo seguente, preambolo, si nota che Zeno ha notevoli difficoltà a ricordare la propria infanzia, e ad ogni tentativo finisce per addormentarsi. Ne "il fumo", si nota che il protagonista è affetto da questo vizio già dall'adolescenza, dovuto al rapporto conflittuale con il padre. Inizialmente per fumare Zeno rubava al padre i soldi con cui comprarsi le sigarette, ma dopo essere stato scoperto si limitava a fumare i sigari lasciati a metà che erano sparsi in casa. Egli si propone molte volte di smettere, e ogni volta decide di fumare un'ultima sigaretta (u.s.), e di annotare la data di questa. Tuttavia questo metodo fallisce, in quanto Zeno si accorge che per lui fumare "ultime sigarette" è un'esperienza estremamente piacevole, dovuta al fatto che dopo non potrà fumare più. Ogni occasione, come una bella giornata o un piacevole accostamento di date, coincide con la scritta u.s., tuttavia Zeno non riesce a smettere. Decide allora di recarsi in una casa di cura specializzata, dalla quale però fugge corrompendo l'infermiera con l'alcool, ingelosito anche dal timore (infondato) che la moglie lo tradisca con il dottor muli. Da questo suo continuo rimandare la fine del vizio del fumo si evince che Zeno soffre di nevrosi.

Nel capitolo successivo, la morte di mio padre, viene approfondito il rapporto conflittuale con quest'ultimo, citato nel capitolo precedente. Il padre non ha nessuna fiducia nel figlio, infatti affida l'azienda di famiglia a un amministratore esterno. Un episodio particolarmente significativo si ha quando il figlio è al

capezzale del padre, il quale lo colpisce con uno schiaffo. Zeno non riesce a capire se quel gesto rappresenta una punizione, o se invece era una reazione involontaria del padre ammalato, e questo interrogativo lo tormenterà sempre. Alla fine Zeno decide di ricordare il padre come "io il più debole e lui il più forte."

Nel capitolo storia del mio matrimonio, Zeno parla di quando conosce tre sorelle, figlie di una persona con cui Zeno ha un legame fortissimo, tale da ritenerlo praticamente come un padre: Giovanni Malfenti. Zeno cerca di sedurre Ada, che è la primogenita e la più attraente, tuttavia essa non ricambia poiché lo ritiene "incapace di cambiare", oltre che a essere la promessa sposa dell'uomo che ama, Guido. Zeno decide quindi di fare la proposta ad Alberta, la quale però non accetta, e quindi decide di sposarsi con Augusta, la più piccola e quella che meno gli piaceva. tuttavia, amerà comunque sinceramente la moglie, anche se avrà comunque un'amante. Nel capitolo successivo, la moglie e l'amante, viene messo in mostra il rapporto conflittuale di Zeno con la sfera femminile, e secondo il dottor S si tratta di sindrome edipica. Zeno cercherà un amante per "sfuggire al tedio della vita coniugale". Per lui, quella con Carla è un "avventura insignificante", poiché lei è solo una "povera fanciulla". All'inizio del loro rapporto vi è solo attrazione fisica, mentre in seguito nascerà anche la passione. Nonostante il tradimento Zeno ama comunque augusta, mentre per Carla il sentimento si evolverà fino ad arrivare quasi all'odio. Nel capitolo seguente, storia di un'associazione commerciale, Guido chiede a Zeno di aiutarlo a fondare insieme a lui un'azienda. Egli accetta "per bontà", anche se il vero motivo è un oscuro desiderio di rivalsa. Dopo un'ennesima perdita in borsa, Guido inscena un suicidio per convincere al moglie a finanziarlo con la sua dote. Successivamente ritenterà ancora il gesto, ma resterà davvero ucciso. Zeno non riuscirà ad arrivare in tempo al suo funerale, in quanto si unirà al corteo sbagliato. Ada lo accusa di essere arrivato in ritardo apposta per gelosia, e il famoso triangolo matrimoniale termina quindi con tre sconfitte per i protagonisti, incapaci di distinguere tra sogno e realtà. Nell'ultimo capitolo, psicanalisi, Zeno riprende il racconto per ribellarsi al medico, convinto che egli non l'abbia guarito. Tiene quindi un diario, che invierà poi al dottor S. Alla fine del romanzo Zeno si considera guarito, poiché ha scoperto che "la vita attuale è inquinata fin dalle radici", e quindi l'inettitudine non è segno di malattia, bensì lo è l'immobilità dovuta alla sanità.

L'intero libro è ispirato ai metodi di Freud, il quale spiegava gli stati e le reazioni coscienti dell'individuo come un riflesso di complessi psichici accumulatisi nel subconscio durante l'infanzia. Inoltre, dal piano oggettivo dello scrittore, che è anche narratore ed organizzazione delle vicende, si passa al piano soggettivo del protagonista, tramite una particolare tecnica di cui James Joyce è il principale artefice, ovvero quella del monologo interiore, che consiste nella trascrizione

immediata, senza nessun ordine razionale o sintattico, di tutto ciò che è presente nella coscienza in quel momento.

# inglese

The technique of internal monologue, used by Svevo in the novel "la coscienza di Zeno" has as maximum author James Joyce, who uses it in his most famous novel, Ulysses. The novel structures recalls the one of Omero's Ulisse, and it's in fact possible to identify a few Joyce work personalities with those of greek work:

- Ulisse is Leopold Bloom
- Penelope is his bride, Molly Bloom
- The Telemaco role is assumed by Stephen Dedalus

It is possible to divide the novel into 3 big sections:

- Telemachia, which tells the Stephen adventures
- Odissea, which tells the Leopold adventures
- Nostros, which tells the Leopold return

The protagonist, travelling, builds his identity, getting rich of the diversities with which he enters contact, without turning out destroyed or absorbed. The theme of the exile and the failed search for the paternity is recurring. The day in which the novel is acclimatized, on June 16<sup>th</sup>, has celebrated every year in many world town, between which Genova. With regard to the weft, the whole history takes place to Dublino, especially between the eight of the morning and the two at night. In the second book episode, nestore, Stephen discusses with the headmaster, which in the end exclaims an insulting sentence against the Hebrews, saying that that not to do them has been a wise choice enter the country. In this episode come pronounce two of the most famous sentences of the novel, that is "god is like a shout in means to the road " and " history is a nightmare I am trying to be roused". The narrative stream of consciousness form appears in the third chapter. In the fourth chapter the description of the morning of Leopold, which, every time it moves in town, receives some insults as a Hebrew is begun. He often touches lightly the Stephen way, without however never entering contact with him. At the end of the day, must

intervene to save the Stephen reputation, it was totally drunk and had triggered a brawl in a brothel.

Come nell'Ulisse di omero, anche in quello di Joyce l'eroe rappresenta l'avventura dell'uomo nel mondo. Il protagonista, viaggiando, costruisce la propria identità, arricchendosi delle diversità con cui entra in contatto, senza risultarne distrutto o assorbito. Inoltre, come nell'odissea omerica, l'opera di Joyce non ha come punto di riferimento esclusivamente la soggettività della poesia, ma la cultura e la storia dell'umanità, che nell'odissea è rappresentata dalle diverse terre che esplora Ulisse, mentre nell'opera di Joyce dalle diverse personalità che l'eroe incontra. il libro è diviso in 18 capitoli, o episodi. Durante la passeggiata del protagonista per le vie di Dublino, i confini tra dentro e fuori si fanno sottili. l'Ulisse è il testo in cui l'ordine si attua sulla pagina, utilizzando l'esperienza con assoluto realismo. Nel tentativo di identificare vita e linguaggio. Joyce sostituisce il tipico ordine dantesco (dove le cose del mondo sono ordinate secondo gli schemi della ragione e della tradizione) con uno di tipo estetico dove si manifestano appieno il disordine e la mancanza di senso inerenti a ogni realtà condizionata. La giornata-odissea del signor Bloom (che altro non è che Ulisse inteso non come singolo personaggio ma come unione di coscienze frammentate) rappresenta il "naufragio" della società contemporanea. Molti sono i fattori che convivono e si scontrano nella Dublino attraversata da Bloom: omero e gli eventi quotidiani, l'Irlanda e la liturgia cattolica, le memorie della scolastica e l'antropologia, i processi fisiologici e i riti sociali. Leopold invites at his home Stephen, but after briefly talking about their life, the latter refuses the invitation to remain to sleep and abandons Leopold. The novel concludes with a monologue of Molly, which thinks episodes of her life. While telling the modern drama, Joyce minutely describes the Dublino landscape. Furthermore, not there he is a single narrator, but there is the conscience flow of the various protagonists. Furthermore the novel assembles several registers expressive, from the sentimental tone to the dramatic one to the cultured one, therefore becoming a synthesis of the contemporary man and his deep solitude.

# Chimica

Al giorno d'oggi, è universalmente accettato il modello di atomo in cui al centro vi sono i protoni e i neutroni, che costituiscono la quasi totalità della massa dell'atomo, e attorno ad essi orbitano gli elettroni. In particolare, il comportamento di questi ultimi è descritto dagli orbitali atomici, ossia delle funzioni d'onda. In base al principio di indeterminazione di Heisenberg, non è possibile conoscere simultaneamente con precisione assoluta la posizione e la quantità di moto di una particella, come è stato verificato dall'esperimento trattato nella parte di fisica. Le funzioni d'onda quindi riescono a descrivere l'elettrone solo in modo probabilistico. Non essendo quindi possibile determinare la posizione dell'elettrone intorno all'atomo, le funzioni d'onda ci indicano le zone in cui la probabilità di trovare l'elettrone in un dato istante è molto alta (maggiore del 95%). Quindi ogni orbitale avrà una propria forma. Questi orbitali atomici vengono ottenuti risolvendo l'equazione di Schrodinger. Per identificare un livello energetico, si utilizzano i seguenti numeri quantici:

1. Numero quantico principale: si indica con  $n$ , e può assumere i valori 1, 2, 3, ecc
2. Numero quantico azimutale: si indica con  $l$ , e può assumere i valori interi compresi tra 0 e  $n-1$ .
3. Numero quantico magnetico: si indica con  $m$ , e può assumere valori compresi tra  $l$  e  $-l$ .
4. Numero quantico di spin: può assumere i valori  $\frac{1}{2}$  o  $-\frac{1}{2}$

Tutti gli elettroni presenti su uno stesso orbitale hanno gli stessi numeri quantici, ad eccezione di quello di spin (a causa del principio di esclusione di Pauli). Quando vi sono due o più elettroni che interagiscono tra loro, può essere necessario ricorrere alla combinazione lineare di due o più orbitali, come nel caso ad esempio del carbonio. Gli orbitali che si ottengono vengono chiamati orbitali ibridi, e possono essere di vari tipi. Di seguito vengono analizzati i tre tipi di orbitali ibridi del carbonio:

1)  $s+p \rightarrow$  due orbitali ibridi  $sp$ , i quali hanno geometria planare, e quindi formano un angolo di  $180^\circ$

2)  $s+2p \rightarrow$  tre orbitali ibridi  $sp_2$ , i quali hanno geometria trigonale, in quanto ognuno di essi punta ai vertici di un triangolo equilatero. Essi formano un angolo di  $120^\circ$

3)  $s+3p \rightarrow$  quattro orbitali ibridi  $sp_3$ , i quali hanno geometria tetraedrica, formando quindi un angolo di  $109,45^\circ$ .

Cambiando l'ibridizzazione cambia anche il numero di legami e il tipo di composti formati. Quando il carbonio è ibridizzato  $sp_3$ , esso può formare 4 legami singoli (detti legami sigma). Questo tipo di ibridizzazione è tipico di composti come gli alcani. Quando il carbonio è ibridizzato  $sp_2$ , esso può formare un legame doppio e due singoli, oppure due legami doppi. Essendo questi ultimi più corti rispetto ai legami singoli, gli elettroni vengono trattenuti con maggiore forza dal carbonio, e quindi la molecola è più stabile. Questo tipo di ibridizzazione è tipico di composti come gli alcheni. Quando il carbonio è ibridizzato  $sp$ , esso può formare un legame triplo e uno singolo. Essendo il legame triplo ancora più corto di quello doppio, gli elettroni sono attratti con maggiore forza dal carbonio, e quindi la molecola è più stabile. Questo tipo di ibridizzazione è tipico di composti come gli alchini.

Come si è visto prima parlando dei numeri atomici, è evidente l'importanza che ha la meccanica quantistica. Tuttavia i suoi effetti possono essere sfruttati anche per incredibili opere di ingegneria, come ad esempio i pc quantistici.

# informatica

Gli argomenti sopra trattati, si possono ricongiungere al macro argomento della meccanica quantistica. Essa sembra "poco rilevante" nel mondo macroscopico, ma in realtà non è così, in quanto essa può avere notevoli utilizzi, e i più promettenti sembrano i pc quantistici. Questi pc per eseguire le classiche operazioni utilizza i fenomeni tipici della meccanica quantistica, come la sovrapposizione degli eventi e l'entanglement. In un computer classico, la quantità di dati viene misurata in bit. mentre in un computer quantistico in qubit. Un bit classico può avere solo valore 0 o 1 (a seconda che vi sia o meno corrente elettrica), mentre un qubit, grazie alla sovrapposizione di stati, un effetto quantistico che, se per una particella sono possibili due stati (ad esempio 0 o 1), si troverà in uno stato intermedio tra questi due, e quando si andrà ad osservare lo stato della particella essa collasserà in uno dei due. Un esempio molto famoso di questa proprietà è il gatto di Shrödinger. L'entanglement invece è la proprietà per cui le particelle rimangono "legate" fra di loro, e di conseguenza misurare lo stato di una di loro fa collassare anche tutte le altre in uno stato definito. La differenza con i bit è evidente: se una serie di bit può assumere solo uno dei  $2^n$  possibili stati, una serie di qubit può trovarsi in una qualsiasi combinazione di tutti i  $2^n$  stati disponibili. Ciò permette quindi ai pc quantistici di risolvere in modo rapido problemi che richiedono moltissimo tempo ai pc tradizionali, come ad esempio la creazione di nuovi farmaci, previsioni del meteo molto più accurate, o decrittazione dei codici matematici che proteggono le transazioni bancarie. I pc quantistici quindi sembrano come l'oro di El Dorado, tuttavia vi sono ancora importanti problematiche da risolvere, ad esempio il fatto che l'integrazione di un qubit con il silicio dei microchip tradizionali porta a un aumento di temperatura, facendo collassare il qubit in un bit tradizionale. Per aggirare questo problema, i pc quantistici oggi prodotti lavorano a temperature prossime allo zero assoluto. La prima idea di pc quantistico è meno recente di quanto si possa immaginare. Infatti, essa venne esposta da Richard Feynman nel 1982. Già nel 1948 un fisico, Bruce Kane, propose la costruzione di un pc quantistico, basato su atomi di fosforo disposti su uno strato di silicio. È noto come computer quantistico di Kane. Il 28 giugno 2013 l'azienda D-Wave System annuncia pubblicamente il pc quantistico D-Wave. Esso è un esemplare unico al mondo, ed è stato venduto a una cordata formata da Google e dalla Nasa per 10 milioni di dollari.



Esso verrà usato principalmente per risolvere i problemi legati alla creazione di una intelligenza artificiale. Vi sono tuttavia notevoli controversie sulle prestazioni: alcuni ricercatori ritengono che questo computer possa risolvere determinati problemi 3600 volte più velocemente che un classico computer (in particolare grazie all'effetto sovraccarico della sovrapposizione di stati, potendo rappresentare sia 0 che 1 contemporaneamente i calcoli di probabilità o delle combinazioni verrebbero risolti in maniera rapidissima), mentre altri ricercatori sostengono che un normale pc single core sia in grado di risolvere il medesimo problema con la stessa velocità, se non addirittura più celermente. Tuttavia, tutti i ricercatori concordano che in caso di diffusione di pc quantistici sarebbe necessario cambiare tutti i sistemi di cifratura, in quanto sarebbero in grado di risolverla in pochi minuti. Al di là di possibili utilizzi per secondi fini, la nascita dei pc quantistici si è resa necessaria dalla saturazione della velocità di clock dei processori normali. Infatti ormai la famosa legge non scritta che la velocità di clock raddoppia ogni anno non è più valida, e l'unico modo che le case produttrici hanno di aumentare le prestazioni delle CPU è quello di aumentare il numero di core (ossia i centri di calcolo). È comunque affascinante il fatto che si è cercato e si è arrivati a una continua evoluzione, utilizzando anche i principi della meccanica quantistica, che sembravano "necessari" solo per il "mondo subatomico". Un secolo pieno di affascinanti rivoluzioni e invenzioni è sicuramente il 1900, e nella parte successiva verranno trattati in particolare gli anni Venti.

# Storia

Gli anni in cui Heisenberg lavorò al principio di indeterminazione, furono teatro di eventi famosissimi e tra i più rilevanti di tutto il '900: la crisi del 1929 e l'ascesa del nazismo in Germania. Quest'ultima aveva perso la prima guerra mondiale, e si era ritrovata di fronte a ingenti debiti da pagare, subendo anche l'invasione della Ruhr, una zona ricca di miniere di carbone, da parte della Francia. Ciò, unitasi alla grave crisi economica del 1929, provocò il tracollo economico, un altissimo numero di disoccupati e un'inflazione spaventosa. Quest'ultima è dovuta al fatto che la Germania, per pagare gli ingenti debiti di guerra, stampò deliberatamente carta moneta (chiamata Papiermark, ossia "marco di carta"), senza curarsi delle riserve d'oro che avrebbero dovuto garantire la valuta. Ciò causò una rapidissima svalutazione, infatti non vennero più coniate monete, ma venivano stampate giorno e notte nuove banconote con sopra valori sempre più astronomici; si arrivò addirittura a stampare una banconota dal valore di centomila miliardi di marchi. Ovviamente i prezzi aumentarono in modo smisurato e continuo, danneggiando in primo luogo i lavoratori con un reddito fisso, come gli impiegati statali; il governo dovette arrivare a pagare loro lo stipendio giornalmente, ed essi si precipitavano a comprare qualsiasi cosa, prima che il denaro che avevano tra le mani diminuisse ancora il suo valore. Per dare un'idea tangibile della drammaticità di quel periodo, e di quanto aumentarono i prezzi, per comprare un chilo di pane era necessario un chilo di banconote, e servivano carriole piene di carta moneta per comprare un biglietto del tram. Si tornò quindi al baratto, in quanto ormai la carta moneta era usata solo per accendere le stufe. La situazione si normalizzò solo nel 1923, quando fu introdotta la nuova moneta, il Rentenmark. Il taglio più alto di una banconota stampata durante il periodo di iperinflazione fu di 100 bilioni di marchi. In questo contesto estremamente drammatico nacquero movimenti di protesta sempre più forti, di natura estremista, che cavalcarono il desiderio di rivincita nei confronti della Francia. Il partito che ebbe maggiore popolarità fu il nazionalsocialista, guidato da Adolf Hitler, che promuoveva il ritorno di una "Germania forte" mediante un "terzo reich", dopo il Sacro Romano Impero e l'impero tedesco. Egli venne appoggiato dai grandi industriali, i quali vedevano nel nazismo un modo per contrastare i movimenti socialisti che si diffusero in quel periodo. Dopo le elezioni, venne chiamato da Hindenburg, l'allora presidente della repubblica, a formare un governo,

nel gennaio del '33. Tuttavia Hitler presto accentrò su di sé tutte le cariche principali, compresa quella di presidente della repubblica. Per eliminare i suoi oppositori, vennero create le SA, le SS e la GESTAPO, che ricorrevano spesso alla violenza, instaurando un clima di terrore. Rafforzato il suo potere, Hitler intraprese la conquista dello "spazio vitale", annettendo l'Austria e la Cecoslovacchia, ricevendo poche opposizioni dagli altri paesi europei, troppo impegnati a risollevarsi dalla crisi del 1929. Oltre alle azioni in ambito militare, il nazismo impose il culto della razza ariana, la quale doveva dominare sulle altre razze considerate inferiori, ed era rappresentata dalla Germania e che aveva come suo simbolo la svastica. Gli ebrei furono al centro di questo odio razziale, e subirono enormi privazioni e discriminazioni, come ad esempio non poter entrare in certi negozi o non potersi sedere sull'autobus. Col tempo le persecuzioni aumentarono, arrivando al saccheggio e distruzione dei loro negozi da parte delle SS, alla deportazione nei campi di concentramento fino alla "soluzione finale", ossia l'eliminazione totale degli ebrei per "purificare la Germania". L'antisemitismo tuttavia non rimase confinato solo alla Germania, ma si propagò anche in tutti i paesi dell'Europa orientale, dove vennero creati dei ghetti nelle città. Il più famoso di questi fu il ghetto di Varsavia, in cui nel 1943 scoppiò una rivolta in cui morirono 56'000 ebrei, e che portò alla distruzione del ghetto stesso. Molti intellettuali e scienziati come Albert Einstein emigrarono verso paesi più democratici come gli Stati Uniti. L'atrocità peggiore del nazismo fu la realizzazione dei sopracitati campi di concentramento, in cui venivano rinchiusi ebrei, omosessuali, invalidi e oppositori politici, tuttavia ai primi fu riservato un trattamento ben peggiore degli altri. Erano infatti utilizzati come cavie per esperimenti scientifici per verificare l'efficacia di armi, veleni, farmaci, oltre alla diretta uccisione nei forni crematori o nelle camere a gas. Solo l'enorme necessità di manodopera, a causa dell'imminente sconfitta della Germania nella seconda guerra mondiale salvò gli ebrei dallo sterminio totale. Tuttavia, al termine della seconda guerra mondiale più di sei milioni di ebrei furono uccisi, la maggior parte nei famosi campi di Auschwitz, Dachau, Buchenwald, Mauthausen.

# conclusione

Ho raggiunto lo scopo che mi ero posto all'inizio della tesina, ossia quello di trovare e mostrare tutti i possibili collegamenti che la meccanica quantistica ha con il mondo sia microscopico che macroscopico. A supportarmi in questa mia ricerca mi è stato molto di aiuto internet, trovando dei siti scritti da persone veramente in gamba e molto chiare nelle spiegazioni, permettendomi di capire tutti i concetti con facilità. Durante tutto il mio percorso chiaramente ci sono state delle difficoltà, soprattutto nel gestire la grande mole di informazioni trovata, e come utilizzarla senza fare dei collegamenti forzati o banali, o al contrario troppo specifici, col rischio di diventare noiosa. Grazie a questa mia ricerca quindi ho potuto comprendere come la meccanica quantistica abbia una grandissima influenza nella vita di tutti i giorni, e che quindi non è solo una materia astratta, e non serve studiarla solo per arricchire il proprio bagaglio culturale o per migliorare la propria logica mediante la risoluzione di problemi ed esercizi, ma soprattutto per vedere la vita di tutti i giorni attraverso una lente diversa, una lente in grado di farci vedere tutte le piccole sfaccettature che magari prima non si riuscivano a cogliere.

## Sitografia

- <http://it.wikipedia.org/wiki/Determinismo> (consultato in data 01/06/14)
- <http://xoomer.virgilio.it/paaccom/Causalita.htm> (consultato in data 01/06/14)
- <http://www.psicolinea.it/il-determinismo-psichico-in-freud/> (consultato in data 01/06/14)
- [http://it.wikipedia.org/wiki/La\\_coscienza\\_di\\_Zeno](http://it.wikipedia.org/wiki/La_coscienza_di_Zeno) (consultato in data 01/06/14)
- [http://it.wikipedia.org/wiki/Orbitale\\_atomico](http://it.wikipedia.org/wiki/Orbitale_atomico) (consultato in data 01/06/14)
- [http://it.wikipedia.org/wiki/Computer\\_quantistico](http://it.wikipedia.org/wiki/Computer_quantistico) (consultato in data 01/06/14)
- <http://it.wikipedia.org/wiki/D-Wave> (consultato in data 01/06/14)
- <http://www.scuolissima.com/2012/08/Ulisse-Joyce-Riassunto.html> (consultato in data 01/06/14)



