



Researchers @Home

Percorso divulgativo che racconta i principali passaggi della fisica moderna, rivolto agli studenti degli ultimi anni delle Scuole Secondarie di Secondo Grado.

Webinar: "La rivoluzione della Fisica Moderna", Dr. Paola Gianotti INFN-LNF

La lezione verterà sulle teorie e gli esperimenti chiave che hanno portato allo sviluppo della meccanica quantistica e della relatività ristretta. Verranno introdotte inoltre alcune applicazioni della fisica moderna e verrà presentata una panoramica sui principali temi della fisica contemporanea.

Programma, slide e attestato: <http://edu.inf.infn.it/researchers-home-2020/>

Le risposte alle domande fatte durante la lezione in diretta live.

1) Perché i gas emettono degli spettri a righe, mentre i solidi uno spettro continuo?

Dipende dalle interazioni e dai legami molecolari.

Gli spettri continui sono emessi da solidi, liquidi o gas densi ad alta temperatura.

Gli spettri discreti di emissione sono emessi da gas rarefatti, mentre gli spettri discreti di assorbimento sono emessi da gas rarefatti esposti a sorgente luminosa continua.

Proponiamo inoltre questo approfondimento:

<https://www.asimmetrie.it/spettri>

2) Come mai viene scelto il valore $1/2$ (+ o - che sia) per lo spin?

Si deve all'esperimento di Stern Gerlach del 1922. In questo esperimento un fascio di atomi di argento viene fatto passare in una zona in cui è presente un gradiente di campo magnetico e viene diviso in due parti suggerendo che il momento angolare associato al momento magnetico ha solo due stati.

Proponiamo inoltre questo approfondimento:

<http://scienzapertutti.infn.it/chiedi-allesperto/tutte-le-risposte/1764-0400-spin>

3) Perché c'è differenza tra le varie particelle nello spin? Cioè, perché alcune ne hanno solo $1/2$ e altre no?

Per rispondere proponiamo questo approfondimento:

<http://scienzapertutti.infn.it/chiedi-allesperto/tutte-le-risposte/1764-0400-spin>

4) Perché gli spin hanno esattamente quei valori?

Per rispondere suggeriamo questo approfondimento:

<http://scienzapertutti.infn.it/chiedi-allesperto/tutte-le-risposte/1764-0400-spin>

5) Il magnete (indicata nella foto) della risonanza magnetica che funzione svolge?

Il magnete serve per allineare gli spin degli atomi di H. La sua polarità viene variata per far sì che gli spin “flippino” cioè cambino orientamento. Questo cambio di orientamento corrisponde a 2 stati ad energia diversa quindi nel passaggio da uno all’altro viene emessa energia, sotto forma di onda elettromagnetica. Captando questo segnale è possibile determinare la posizione dell’atomo di H e con software opportuni ricostruire immagini.

6) Particelle che rientrano nella categoria dei bosoni quali sono?

Le particelle definite bosoni sono le particelle a spin intero. In particolare esistono bosoni mediatori delle forze e mesoni, ovvero particelle composte da una coppia quark-antiquark. I bosoni mediatori delle forze sono:

- fotone, mediatore della forza elettromagnetica;
- gluone, mediatore della forza forte;
- W^+ , W^- , Z^0 , mediatori della forza debole;

7) Anche le antiparticelle hanno lo spin?

Sì, anche le antiparticelle hanno lo spin

8) Il fatto che gli spin sono solo due è una giustificazione per avere solo elettroni su uno stesso orbitale?

Sì, i due elettroni sullo stesso orbitale devono avere necessariamente spin di segno diverso. E’ il principio di esclusione di Pauli.

9) Se posso fare una domanda sui bosoni, quale è la natura del gravitone e come si pensa di riuscire a trovarlo?

Per rispondere a questa domanda, proponiamo questi approfondimenti:

<http://scienzapertutti.infn.it/chiedi-allesperto/tutte-le-risposte/1578-0335-che-cosa-sono-i-gravitoni>

<http://scienzapertutti.infn.it/chiedi-allesperto/tutte-le-risposte/727-136-esiste-la-particella-chiamata-qgravitoneq>

10) Se i livelli energetici sono quantizzati, come fa una sostanza a emettere uno spettro continuo?

Nei singoli atomi i livelli sono quantizzati, ma quando gli atomi sono impacchettati in un solido gli elettroni, soprattutto delle orbite esterne, sono condivisi tra più atomi. Questo fa sì che ci sia un leggero spostamento dei livelli tipici dell'atomo singolo e si creano le cosiddette Bande di Valenza e di Conduzione. L'emissione continua è dovuta al movimento tra i vari livelli che compongono le bande.

11) Se su un'orbita ho 2 elettroni, hanno spin diverso, che cosa succede se investiti da campo elettromagnetico?

Dipende

12) Volevo dei chiarimenti sul principio di complementarità e sul principio di corrispondenza.

13) Negli specchi un fotone che colpisce la superficie viene riflesso con un angolo prestabilito, come è possibile se gli elettroni esterni in continuo movimento?

Non bisogna confondere gli effetti macroscopici con quelli microscopici. Intanto i fotoni nel visibile hanno lunghezze d'onda dell'ordine delle centinaia di nm (10^{-9} m). Gli elettroni dell'argento, che sono quelli che riflettono i fotoni, hanno lunghezze d'onda molto più piccole $\sim 10^{-12}$ m. Quindi di fatto per la luce visibile gli elettroni possono essere considerati fermi in quanto c'è un fattore 1000 di differenza fra i 2 regimi.

14) Come spiega Schrodinger, perché gli elettroni non perdono energia?

16) Se l'energia è definita a meno di una costante arbitraria, perché è un problema che sia negativa?

17) Le energie negative che derivano dall'equazione di Dirac si legano in qualche modo alle fluttuazioni quantistiche del vuoto?

No, non sono legate

18) Può rispiegare l'onda di probabilità?

19) Come funziona un acceleratore di particelle?

Per rispondere a questa domanda, proponiamo questo approfondimento:

<http://scienzapertutti.infn.it/1-microscopi-dell-invisibile-acceleratori>

20) Se ci sono gli antiprotoni ci sono anche gli anti-quark? C'è l'antimateria per ogni particella?

Esatto, un antiprotone è costituito da due antiquark up e un antiquark down. Da quanto osservato finora per ogni particella esiste la sua antiparticella.

21) Si riuscirebbe ad approfondire un secondo il ragionamento legato alle matrici di Heisenberg?

Le matrici di Heisenberg sono un formalismo che richiede nozioni di matematica di livello universitario.

22) A cosa serve l'antimateria?

Per rispondere a questa domanda proponiamo questo approfondimento:

<http://scienzapertutti.infn.it/materia-e-antimateria-70>

23) Se il fotone utilizzato per generare il positrone ha energia maggiore di 1 MeV, viene generato altro oltre a un positrone e un elettrone?

Sì, si può generare qualsiasi cosa sia permesso dalle leggi di conservazione. Per esempio si può creare una seconda coppia e^+e^-

24) c'è qualche nesso tra antimateria e materia oscura?

No, non c'è un nesso tra antimateria e materia oscura.

Di seguito proponiamo un approfondimento sull'antimateria:

<https://youtu.be/PaLOuOHXpM0>

e un approfondimento sulla materia oscura:

<https://youtu.be/xvss6YSR5rQ>

25) Non mi è chiaro in che modo l'equazione di Dirac abbia reso possibile unificare quella di Schrödinger alla relatività.

Mentre l'equazione di Schrodinger tratta le coordinate spaziali e quella temporale in modo diverso, l'equazione di Dirac le unisce nello spazio a 4 dimensioni. I dettagli richiedono nozioni di matematica di livello universitario.

26) All'origine dell'universo perché l'antimateria e la materia non si sono annichilate?

Lo hanno fatto! Ma poiché c'era un po' più di materia, questa è rimasta.

27) Due particelle di antimateria interagiscono gravitazionalmente? Come?

Pensiamo esattamente nello stesso modo che le particelle di materia.

28) Può spiegare ai ragazzi perché a livello macroscopico gli effetti quantistici sono trascurabili?

29) Due particelle di antimateria possono interagire tra loro?

Sì, certo. Esattamente nelle stesse modalità con cui interagiscono due particelle di materia.

30) Ma l'antimateria avendo una massa ha anche un peso?

Ad oggi non sappiamo se l'antimateria ha lo stesso peso della materia. Gli esperimenti ALPHA e AEGIS del CERN hanno lo scopo di capire come la gravità influenza l'antimateria.

31) Ci sono nuove scoperte sulla prevalenza della materia sull'antimateria dopo il Big Bang?

Recentemente i ricercatori dell'esperimento T2K hanno osservato il fenomeno dell'oscillazione, con cui i neutrini si trasformano in neutrini di un altro tipo, si verifica con probabilità diverse per i neutrini rispetto agli antineutrini. Questa ricerca apre uno spiraglio nella comprensione di uno dei grandi misteri che riguardano il nostro universo: cioè la netta prevalenza della materia sull'antimateria.

Proponiamo questi articoli per un approfondimento:

<http://home.infn.it/it/comunicazione/comunicati-stampa/3986-neutrini-un-passo-avanti-per-spiegare-l-asimmetria-materia-antimateria>

<http://scienzapertutti.infn.it/chiedi-allesperto/tutte-le-risposte/678-108-come-avviene-fisicamente-loscillazione-dei-neutrini>

32) L'asimmetria cosmica fra materia e antimateria cos'è?

Per rispondere a questa domanda proponiamo questo approfondimento:

<http://scienzapertutti.infn.it/materia-e-antimateria-70>

33) Qual'è il processo per il quale l'antimateria si trasforma in materia? Quali sono le forze e i meccanismi di trasformazione indotti dal contatto di antimateria e materia?

34) Oltre per la PET, per cos'altro si può usare l'antimateria? Perché studiare così tanto per produrla? Che importanza o ruolo ha?

Perché vogliamo capire il ruolo che ha avuto nello sviluppo dell'universo come lo osserviamo.

35) Se l'antimateria a contatto con la materia di annichila, non è possibile che tutta (o gran parte) l'antimateria prodotta nel Big Bang si sia trasformata in materia?

Nell'annichilazione si produce energia. Tutta l'antimateria prodotta nel Big Bang si è trasformata in energia.

36) Se materia e antimateria a contatto si annichiliscono, come è possibile anche solo l'ipotesi dell'esistenza della particella di Majorana? Non è controintuitivo?

Molte cose nella meccanica quantistica sono controintuitive. Ma è nostro dovere sondare tutte le ipotesi.

37) La materia oscura potrebbe essere generata dall'annichilimento tra materia e antimateria dopo il Big Bang?

No, perché l'annichilazione produce solo energia.

38) In che modo i neutrini e antineutrini possono aiutare a spiegare l'asimmetria tra materia e antimateria?

39) A che scopo si studia il rapporto tra antimateria e gravità?

Il rapporto tra antimateria e gravità si studia per capire se l'antimateria si comporta come la materia ordinaria e quindi, lasciata libera, cade verso il basso.

Gli esperimenti ALPHA e AEGIS del CERN stanno studiando questa relazione

40) Ma è molto Fantascientifico pensare che se esiste la materia e l'antimateria, possa esistere l'Universo e un "Anti-Universo" composto principalmente da Anti-materia?

L'Universo è per definizione tutto ciò che è osservabile. Abbiamo evidenze che nell'Universo non ci siano strutture di antimateria, come antigalassie. Su ciò che non è osservabile, come altri universi, la fisica non può esprimersi.

41) La teoria del "fotone oscuro" è compatibile con quella del corpo nero?

Assolutamente sì.

42) Il fotone oscuro interagisce con che cosa?

L'ipotetico fotone oscuro interagirebbe, secondo alcuni modelli teorici, con il normale fotone.

43) Come sono state realizzate queste stime sulla composizione dell'universo?

Attraverso lo studio dettagliato della Radiazione Cosmica di Fondo

44) Quindi scindere gli atomi è pericoloso poiché libera questa energia?

45) Ma il quark e l'antiquark non dovrebbero annichilirsi?

Lo fanno. Infatti i mesoni sono tutti instabili.

46) Quindi è stato superato il concetto di bosone intermediario del campo gravitazionale?

I bosoni intermediari sono caratteristici delle teorie quantistiche di campo. La relatività generale, che descrive la gravità, non lo è. Finché non riusciremo a "quantizzarla" non possiamo parlare di bosone intermedio del campo gravitazionale.

47) Le onde gravitazionali con si inseriscono nel contesto quantistico? sono solamente interpretabili alla luce della relatività generale?

Teoria della relatività generale e teorie quantistiche di campo sono incompatibili. Le onde gravitazionali non sono prese in considerazione dalle seconde.