POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Esperimenti sulla Radioattività in un Laboratorio Virtuale

Original
Esperimenti sulla Radioattività in un Laboratorio Virtuale / Sparavigna, A.C., Marazzato, R.. - ELETTRONICO. - (2011), pp. 1-4. (DIDAMATICA 2011 Torino 4-6 Maggio 2011).

Availability:
This version is available at: 11583/2420121 since:

Publisher:
Didamatica 2011

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

10 November 2026

Esperimenti sulla Radioattività in un Laboratorio Virtuale

Amelia Carolina Sparavigna, Roberto Marazzato[1]
Dipartimento di Fisica, Politecnico di Torino
Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino (TO)
E-mail amelia.sparavigna@polito.it
[1] *Dipartimento di Automatica e Informatica, Politecnico di Torino*
Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino (TO)
E-mail roberto.marazzato@polito.it

L'articolo mostra come sia possibile simulare la realizzazione di alcuni esperimenti di fisica, utilizzando un laboratorio virtuale. Un tal laboratorio è una pagina internet, attrezzata con oggetti da misurare e strumenti di misura simulati da Java Applets. L'articolo discute in particolare il caso di un laboratorio sul Web in cui eseguire esperimenti di radioattività. L'ambiente virtuale proposto può essere una valida alternativa in mancanza del laboratorio reale.

1. Introduzione

La simulazione numerica del comportamento dei sistemi fisici è l'attività principale della fisica computazionale. Sposando l'analisi computazionale con la ricerca più specificamente informatica del rendering, si possono creare degli ambienti virtuali, anche abbastanza realistici, in cui docenti e studenti abbiano la possibilità di eseguire delle sperimentazioni di fisica. Non sono ovviamente dei veri esperimenti, ma delle simulazioni dei fenomeni che si possono osservare al variar di parametri che si riferiscono al sistema fisico in esame.

La produzione di simulatori per la fisica è vastissima e molti di questi programmi sono di libero utilizzo sul Web. Tra i tanti siti internet dedicati alle simulazioni di fisica di base citiamo "Física con ordenador". Il sito ha applets su quasi tutti gli argomenti di fisica. Tramite le applets, il docente può proporre allo studente delle esercitazioni pratiche, mirate a visualizzare i vari aspetti della teoria.

In quest'articolo mostreremo com'è possibile realizzare degli esperimenti virtuali all'interno di una pagina Web, facendo in modo che essa si trasformi in un valido simulatore di un laboratorio vero e proprio. Analizzeremo in particolare il caso di un laboratorio in cui eseguire esperimenti sulla radioattività. Si noti che un laboratorio reale dove si svolgono delle esperienze di radioattività deve rispondere a ben precisi criteri di sicurezza per gli sperimentatori e per gli studenti che lo frequentano: un laboratorio virtuale rende possibile la sperimentazione anche quando l'istituto didattico non ha spazi o disponibilità finanziaria per allestire il laboratorio vero e proprio.

DIDAMATICA 2011 – ISBN 9788890540622

2. Il laboratorio virtuale di radioattività

Un laboratorio virtuale è semplicemente una pagina Web che è equipaggiata di oggetti e strumenti virtuali simulanti il più possibile quelli reali. Può anche avere gli stessi controlli che esistono nel laboratorio reale: ad esempio, quando l'utente entra nella pagina, potrebbe esser obbligato a leggere la normativa che riguarda la protezione dalle radiazioni. Questo tipo di accesso diventa così un training dell'utente, che impara i controlli da fare in un laboratorio reale.

L'esempio di laboratorio virtuale che discutiamo nell'articolo è molto semplice: entrato nella stanza virtuale, l'operatore ha a disposizione un contatore Geiger e due sorgenti radioattive. Questo è ciò che troviamo al sito "Java Applets" [Siegel, 2011] e alla pagina web del "Virtual Geiger Counter" [Cardenas et al., 2011]. Con questo contatore Geiger virtuale si possono svolgere diversi esperimenti. Vediamone alcuni.

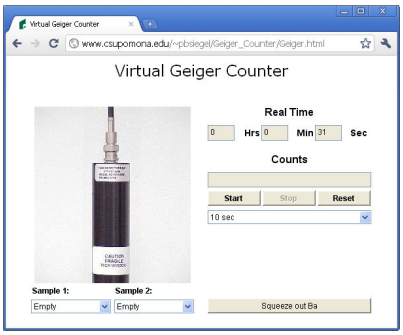

Fig.1 – Il Geiger virtuale [Cardenas et al., 2011].

Determinazione del tempo morto – Il simulatore (Fig.1) permette di determinare una caratteristica dei contatori Geiger, il loro tempo morto. Ricordiamo che il singolo decadimento radioattivo provoca una scarica tra gli elettrodi del Geiger. La scarica dura un certo tempo, durante il quale il contatore non è in grado di misurare un'eventuale altro decadimento: questo è il cosiddetto tempo morto dello strumento, τ. Se n è il conteggio vero e R il conteggio misurato dal Geiger, si assume $n = R/(1\text{-}R\,\tau)$ [Knoll, 1979].

Il metodo classico per misurare il tempo morto del Geiger è il cosiddetto metodo delle due sorgenti [Knoll, 1979, Myers, 1956]. Supponiamo che R_1, R_2 siano i conteggi misurati per due sorgenti separate e R_{12} sia il conteggio misurato con le due sorgenti poste entrambe vicine al Geiger. Si ha:

$$\tau = \frac{R_1 R_2 - [R_1 R_2 (R_{12} - R_1)(R_{12} - R_2)]^{1/2}}{R_1 R_2 R_{12}} \qquad (1)$$

Il laboratorio virtuale [Cardenas et al., 2011] ha due portacampioni, in cui si possono mettere due tipi di sorgenti radioattive (Ba137m e Mn54 a 5 μ-curies):

si ha quindi la possibilità di applicare il metodo delle due sorgenti. Si utilizza la sorgente Mn54 (emivita pari a 313 giorni), con un tempo di misura di 10 secondi. Si carica un portacampione lasciando l'altro vuoto e si ottiene la misura R_1 = 2735. Si ripete il conteggio cambiando portacampione e si ha R_2 = 2737. Caricandoli entrambi si ha R_{12} = 5073, e quindi si ricava τ = 3.$\times 10^{-5}$ sec da (1). Non si può usare l'altra sorgente, quella di Ba137m, perché ha un'emivita di circa 2.55 minuti: non è quindi adatta per la misura di τ . Con essa si può invece svolgere un esperimento di *misura del tempo di decadimento*.

Statistica dei conteggi – La distribuzione di probabilità degli eventi rari è la distribuzione Poissoniana. Per vedere se la distribuzione cui risponde il decadimento radioattivo è effettivamente Poissoniana, utilizziamo sempre la sorgente Mn54. L'esperimento complessivamente occupa un paio d'ore. Scegliamo un intervallo su cui eseguire il conteggio dei decadimenti si 10 sec, ed eseguiamo un numero alto di conteggi, ad esempio N=180.

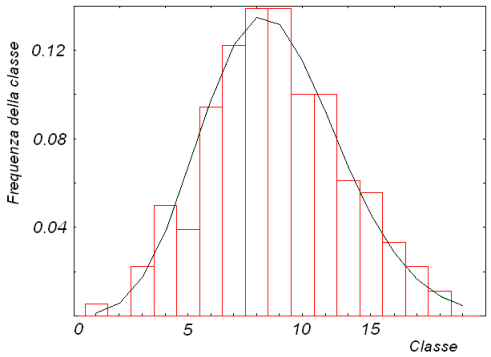

Fig.2 - Confronto tra la frequenza misurata e quella Poissoniana (curva nera).

Dividiamo i dati ottenuti in classi di modalità. La suddivisione in classi deve essere abbastanza fine da mostrare l'andamento della distribuzione dei dati, ma ogni classe deve contenere più conteggi. Si può scegliere ad esempio un intervallo esteso dal valore minimo misurato del Geiger e il valore massimo e quindi suddividerlo in *m* parti, egualmente spaziate. Costruite le classi, possiamo disegnare il relativo istogramma delle frequenze. Le frequenze sperimentali possono essere confrontate con quelle di una distribuzione di Poisson, con valore atteso μ uguale al valor medio sperimentale dei conteggi (in Fig.2, *m*=16).

Il confronto tra la distribuzione sperimentale e quella di Poisson può avvenire mediante il test di Pearson del Chi Quadrato L'analisi del Chi Quadrato ha mostrato che il conteggi ottenuti dal Geiger virtuale seguono la distribuzione di Poisson. In conclusione, lo svolgimento dell'esperienza è avvenuto come se si fosse di fronte ad un contatore Geiger che misura dei decadimenti radioattivi. Se si lasciano vuoti i porta campioni, il Geiger simula la radiazione di fondo.

3. Perché Java per il contatore Geiger.

Quando un programmatore vuole realizzare un'applicazione da condividere via Web ha diverse opzioni:
1) Formattazione con HTML dell'output del programma. Questa scelta è utile se si hanno programmi complessi, che generano un output unico.
2) Creare un'applicazione web con uno script server-side, ad esempio in PHP o in Perl. L'utente potrà fornire parametri all'elaborazione tramite un'interfaccia web. Questa soluzione è ottimale se si utilizzano dei dati presenti solo sul server e non trasferibili sul client dell'utente.
3) Creare uno script client side, ad esempio in JavaScript, cioè un programma interpretato, il cui codice sorgente è scaricato dal client dell'utente ed eseguito in locale nel browser. Soluzione buona se gli script client side servono per applicazioni di piccole dimensioni e poco dipendenti dal tempo.

4) Creare un applet, il cui codice eseguibile è caricato sul client ed eseguito nel browser. In questo modo si può implementare la piena funzionalità di un programma installato localmente, anche di dimensioni notevoli e con forte dipendenza dal tempo. Quando un'applicazione è scritta in Java, si parla di una Java applet.

L'applicazione che simula il contatore Geiger possiede tutte le caratteristiche tali da suggerire l'ultima opzione: l'elaborazione viene svolta in tempo reale, è fortemente dipendente dal tempo, non deve trattare grosse quantità di dati ed è di dimensioni intermedie.

4. Conclusioni

L'articolo presenta la descrizione di un piccolo laboratorio virtuale e alcune possibili esperienze di radioattività che in esso si possono svolgere. Lo strumento virtuale con cui il laboratorio è stato realizzato è una Java Applet. L'utilizzo di Java Applet risponde al fatto che l'applicazione che simula il contatore Geiger necessita un'elaborazione in tempo reale, fortemente dipendente dal tempo. Due esperimenti sono stati discussi in dettaglio. Le simulazioni svolte evidenziano che il laboratorio virtuale è un valido sostituto di quello reale.

Bibliografia e siti

[Garcia,2010a] Garcia A.F., www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm,

[Siegel, 2011] Siegel P., Java Applets, www.csupomona.edu/~pbsiegel/stujav.html

[Cardenas et al., 2011] Cardenas A. and Siegel P., Virtual Geiger Counter, www.csupomona.edu/~pbsiegel/ Geiger_Counter/Geiger.html

[Knoll, 1979] Knoll G.F., Radiation Detection And Measurement, John Wiley & Sons, Inc., 1979.

[Myers, 1956] Myers R.T., Dead time of a Geiger-Mueller tube by the double-source method, J. Chem. Educ., 1956, 33 (8), p 395.