DFUB 98-25
2 - 12 - 1998

ESERCIZIARIO IN RETE PER UN CORSO DI FISICA

Fabrizio Fabbri
Daniela Leone*
Francesco-Luigi Navarria
Tiziano Rovelli

Dipartimento di Fisica, Università di Bologna
Facoltà di Farmacia, Università di Bologna
INFN Bologna

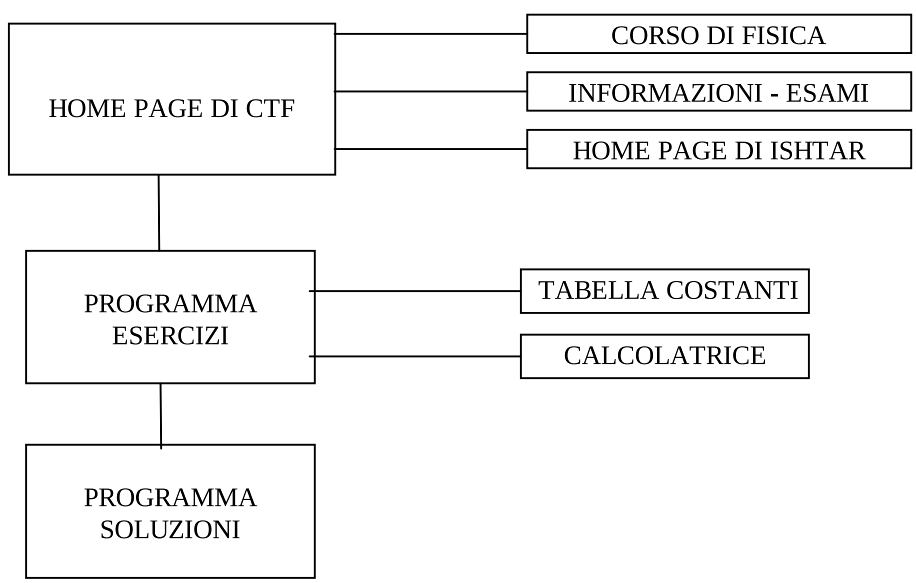
Questa applicazione di software per la didattica è stata realizzata per il sito Internet del corso di laurea in CTF, ma può essere indirizzata a studenti del primo anno di altri corsi di laurea in cui è presente un esame simile di Fisica Generale. Lo strumento si propone come aiuto nella preparazione dell'esame, attraverso lo svolgimento di esercizi sui vari argomenti trattati nel corso di Fisica, e il confronto della soluzione trovata dallo studente con quella calcolata dal programma.
L'eserciziario è costituito da due programmi interattivi, uno per la scelta degli esercizi e la presentazione degli stessi con valori dei dati variabili, e l'altro per il calcolo delle soluzioni e la presentazione dei risultati accompagnati dalle formule usate per calcolarli e in alcuni casi da figure. Queste ultime vengono create dal programma a partire dai dati degli esercizi ridotti in scala, utilizzando le funzioni di una libreria grafica, e si propongono di visualizzare le relazioni fra le grandezze variabili del problema.
I programmi sono utilizzabili attraverso un browser come Netscape o Internet Explorer e sono collegati attraverso la CGI con la pagina principale del sito di CTF.

* Via Parisano 31, 47900Rimini, tel.(0541)390680

1. Introduzione

Presso il dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna è attivo da qualche tempo il sito Internet del corso di laurea in CTF [1]. Questo sito, realizzato per fornire servizi utili agli studenti, contiene informazioni sulle sedi e gli orari delle lezioni, i testi di riferimento, le date degli esami, e gli indirizzi per contattare i docenti del corso di Fisica.
Una delle parti principali che possono essere consultate partendo dalla home page del sito è il programma del corso di Fisica per studenti del primo anno, da utilizzare come complemento per lo studio individuale, accanto agli strumenti tradizionali costituiti da lezioni, libri e laboratorio. Il. corso comprende pagine di testo in formato HTML, applet dimostrative e collegamenti con alcune applicazioni didattiche in rete, come quelle del progetto ISHTAR (Innovative Software for Higher education Telematics Application Research and development)[2]. Fanno da complemento al corso due programmi interattivi con esercizi sugli argomenti trattati nelle lezioni, che sono stati recentemente completati.

2. Schema dei collegamenti fra i programmi



3. Eserciziario in rete

Lo scopo di questa applicazione è di proporre agli studenti esercitazioni simili al compito scritto dell'esame di Fisica, con la possibilità di verificare la propria preparazione confrontando le soluzioni trovate con quelle del programma, oppure di seguire lo svolgimento suggerito dalle formule e dalle figure esplicative.
Gli argomenti del corso a cui gli esercizi si riferiscono sono i seguenti:
cap1 - misura, probabilità, statistica

cap2 - meccanica
cap3 - meccanica dei fluidi
cap4 - termodinamica
cap5 - elettromagnetismo
cap6 - onde, ottica
cap7 - microfisica
I programmi dell'eserciziario possono essere eseguiti dall'utente partendo dalla home page e utilizzano la common gateway interface (CGI)[(3)] per creare i documenti HTML in output. I moduli presentati sul browser sono di due tipi: testi degli esercizi e soluzioni.
I testi degli esercizi[1] sono presentati sul modulo a gruppi di tre per volta, e possono essere scelti fra capitoli diversi o fra gli esercizi di uno stesso capitolo.
I dati numerici degli esercizi sono variabili e sono inseriti nel testo durante l'esecuzione del programma che crea la pagina[(4)]. Alcuni esercizi sono accompagnati da una figura che illustra il problema.
Nel modulo con i testi degli esercizi è contenuto un campo di input con il collegamento al programma che calcola le soluzioni, e dei link con una tabella di costanti e una calcolatrice che l'utente può utilizzare per la risoluzione degli esercizi. E' possibile anche rieseguire lo stesso programma ottenendo una nuova pagina con altri esercizi, oppure tornare alla home page del sito.
Le soluzioni degli esercizi proposti vengono calcolate dal secondo programma su richiesta dell'utente: il secondo modulo presenta i risultati numerici calcolati dai dati dei tre problemi, le formule utilizzate per risolverli, e in alcuni casi delle figure dimostrative, realizzate con gli stessi dati ridotti in scala, che aiutano a visualizzare le relazioni fra i dati del problema.
Anche questo modulo contiene un link che richiama l'esecuzione del primo programma per creare una nuova pagina di esercizi.
E' previsto che gli stessi programmi possano essere utilizzati dal professore (BOSS) per preparare i compiti scritti per l'esame. In questo caso vengono create una serie di pagine da stampare (in numero a scelta) con tre esercizi per pagina, tutte diverse fra loro, e su richiesta dell'utente, anche le corrispondenti pagine di soluzioni per la correzione dei compiti.
Un esempio dei moduli creati dai due programmi con i testi degli esercizi e le soluzioni è mostrato nelle figure seguenti.
I capitoli seguenti descrivono alcuni particolari tecnici dei programmi.

4. Programma per la scelta degli esercizi (esame)

Attivando uno dei link della home page riferiti agli esercizi, viene eseguita la funzione di inizializzazione *randomize*, che chiama il programma *esame*.
Il programma può funzionare in 3 modi diversi, a seconda del valore della variabile di ambiente QUERY_STRING, che può essere STUD, CAP1-CAP7 o BOSS.

---

[1] I testi degli esercizi sono stati scritti da F.L. Navarria e F. Rimondi.
Alla generazione dei testi e delle soluzioni hanno lavorato inizialmente M. Deninno, F. Fabbri e F.L. Navarria.
All'adattamento per la Web hanno lavorato inizialmente M.C. Coperchio e F.L. Navarria.

La funzione *randomize* genera un numero che fa da parametro iniziale per la generazione di numeri casuali, da utilizzare per la scelta dei tre esercizi da presentare e dei loro dati numerici. Questo numero viene scritto nel file *fort_99.dat* insieme al nome

Esercizi per il corso di Fisica a Chimica e Tecnologie Farmaceutiche Univ. di Bologna

Fri Dec 4 10:54:59 1998

---

1)Tra due pareti si possono generare onde sonore stazionarie. Si calcoli la distanza minima d tra le due pareti, sapendo che la massima lunghezza d'onda possibile di queste onde stazionarie e' lambda = 1.67 metri.

2)Si calcoli l'angolo limite(riflessione totale) per il passaggio della luce da un mezzo con indice di rifrazione n= 1.43 ad un mezzo con indice di rifrazione n= 1.33 .

3)Due lamine Polaroid sono poste in contatto fra loro con un angolo di 0.404 radianti fra le loro direzioni di trasmissione. Se un fascio di luce polarizzata linearmente con il piano di polarizzazione che forma un angolo di 0.301 radianti con la direzione di trasmissione del primo polaroid passa attraverso il sistema, quale frazione dell'intensita' iniziale emergera'?

Le Soluzioni

Altro gruppo di esercizi?

Tabelle delle costanti
Serve una calcolatrice?

Attenzione:Il calcolatore funzionerà solo se stai usando un browser Java-compatibile (Es. Netscape versione 2.0 o successiva)

Java?!?! chi era costui?

Torna alla homepage degli studenti di CTF

Testi degli esercizi

F.L. Navarria *E-mail: navarria@bo.infn.it*, F.Rimondi *E-mail: rimondi@bo.infn.it*

Generazione testi e soluzioni

M. Deninno E-mail: *deninno@bo.infn.it*,F. Fabbri E-mail:*fabbri@bo.infn.it*, F.L. Navarria

WWW

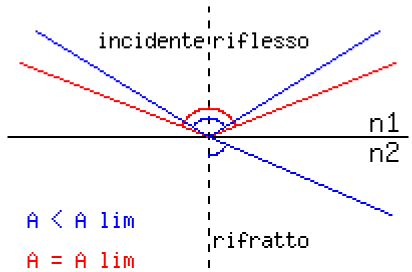
C. Coperchio, *E-mail: coperchio@bo.infn.it*, F.L. Navarria , D. Leone, *E-mail: leone@df.unibo.it*

Soluzioni degli esercizi

Fri Dec 4 10:55:50 MET 1998

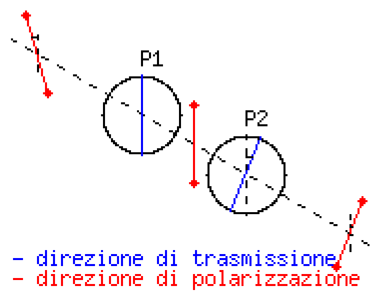
Formula risolutiva: D = lambda / 2
Distanza pareti = 0.837E+00 m.

Formula risolutiva: $\sin(a_{1im}) = n_2 / n_1$



Angolo limite = 0.686E+02 gradi

Formula risolutiva: $I2 / I0 = \cos^2(ang1) * \cos^2(ang2)$



Fraz. I iniziale emergente = 0.772E+00

Altro gruppo di esercizi?

dell'host (variabile di ambiente REMOTE_HOST) e alla data del momento in cui viene eseguita. Questo file deve essere letto dal programma *esame* per l'inizializzazione.
Il programma *esame* compila e presenta sul browser un modulo con 3 esercizi, scelti da una lista di testi di problemi per il corso di Fisica, contenuta nel file *fort_10.dat*.
Nel modo STUD o BOSS i tre esercizi sono scelti fra tre diversi gruppi della lista, in cui i testi sono numerati in ordine e raggruppati per argomenti.
Nel modo CAP1-CAP7 i tre esercizi sono scelti fra quelli di uno stesso gruppo e si riferiscono ad uno stesso capitolo del corso.
Nei modi STUD o CAP1-CAP7 i dati degli esercizi scelti vengono memorizzati nelle variabili di ambiente chiamate WWW_ch66_1, WWW_ch66_2, WWW_ch66_3, che devono essere utilizzate dal programma *eser_auto* per il calcolo delle soluzioni.
Nel modo BOSS il programma serve per creare i testi dei compiti scritti per l'esame, e richiede in input il numero di pagine da scrivere scelto dall'utente e il numero casuale per la inizializzazione. Questi dati sono contenuti nelle variabili di ambiente WWW_NCOPIE e WWW_NRANDOM, utilizzate per inizializzare il programma *esame*. In questo caso i dati numerici degli esercizi vengono scritti nel file *outfile.dat*, un esercizio per riga.
L'output presentato dal programma è un modulo che contiene i testi dei tre esercizi, un campo di input di tipo submit con il collegamento al programma *eser_auto* per il calcolo delle soluzioni, un collegamento con la routine *randomize* per scegliere tre nuovi esercizi ed eseguire di nuovo il programma *esame*, due link con una tabella di costanti e una calcolatrice da utilizzare per lo svolgimento degli esercizi. Alla fine c'è un link per tornare alla homepage del sito.
I dati numerici inseriti nei testi degli esercizi sono variabili, ottenuti con una procedura di generazione di numeri casuali, con opportuni controlli in modo che i dati siano consistenti con il significato fisico del problema. La funzione che genera i numeri casuali usa come parametro iniziale un numero L preso dal file *fort_99.dat* o dalla variabile di ambiente. Lo stesso numero è utilizzato per la scelta degli esercizi e per il calcolo dei dati numerici da inserire nei testi.
Alla fine viene compilato e messo in output il corrispondente modulo HTML, con l'aggiunta delle eventuali figure e dei link.

5. Programma per il calcolo delle soluzioni (eser_auto)

Il programma *eser_auto* viene chiamato dal programma *esame* attraverso la CGI su richiesta dell'utente, per calcolare le soluzioni dei tre esercizi scelti da *esame* e presentati sulla pagina.
I dati in input per *eser_auto* sono letti dalle seguenti variabili di ambiente:
QUERY_STRING indica il modo in cui il programma viene usato, può avere uno dei seguenti valori: BOSS, STUD, CAP1-CAP7.
Nel modo BOSS il programma deve leggere i dati degli esercizi dal file *outfile.dat*, dove sono registrati i dati di tutti gli esercizi scritti nelle pagine dei compiti create da *esame*.
Nel modo STUD o CAP1-CAP7 il programma legge i dati degli esercizi dalle 3 variabili di ambiente seguenti.

WWW_ch66_1, WWW_ch66_2 , WWW_ch66_3 contengono il numero dell’esercizio da risolvere, 6 dati numerici reali (doppia precisione), e il numero dell’ultimo esercizio esistente nel file *fort_10.dat*.
Il programma esegue un ciclo per i 3 esercizi di ogni pagina: esegue alcuni controlli sui dati di input, inizia a scrivere la pagina di output con intestazioni e data, calcola i risultati degli esercizi dai dati, per alcuni esercizi chiama la funzione che disegna le figure, e mette sulla pagina formula risolutiva, risultato e eventuale figura.
Alla fine mette in fondo alla pagina il link per eseguire di nuovo il programma *esame* che sceglie altri 3 esercizi da risolvere.
In alcuni esercizi la figura mostrata insieme alla soluzione rappresenta uno schema del sistema fisico in questione e non cambia al variare dei dati del problema; è questo il caso degli esercizi sui circuiti elettrici, sulla meccanica dei fluidi e sulla termodinamica.
In altri esercizi, ad esempio quelli di ottica, la figura viene creata a partire dai dati numerici e permette di visualizzare le relazioni esistenti fra le grandezze variabili del problema e il risultato di una particolare combinazione di queste. Queste figure variabili sono create dalla funzione *figura*.
La funzione *figura* riceve dal programma *eser_auto* il numero dell'esercizio scelto e i dati numerici da utilizzare per il disegno in scala. Dato il numero dell'esercizio, viene eseguita la corrispondente funzione del disegno.
Per eseguire i disegni con i dati variabili sono utilizzate le funzioni della libreria grafica *libgd.a* (vedere la documentazione di gd1.3 per queste funzioni)[5].
Ogni funzione che esegue un disegno riceve come parametri i dati dell'esercizio, che corrispondono alle grandezze fisiche da rappresentare graficamente (lunghezze, angoli, ampiezze, ecc.). Vengono eseguite eventuali conversioni delle unità di misura e calcoli delle altre grandezze da rappresentare e una riduzione in scala per adattare la figura al formato della pagina di output.
Dopo aver eseguito i calcoli vengono creati i vari elementi della figura utilizzando le funzioni della libreria gd con i parametri calcolati e l'immagine ottenuta viene salvata in un file in formato gif dal nome variabile nella directory */scratch/week/ctf/*, che viene messo in output sul modulo HTML.
La procedura è scritta in modo da poter aggiungere facilmente nuove funzioni con figure corrispondenti ad altri esercizi.
Sono contenute attualmente nel file *figure.c* le funzioni per gli esercizi n. 29, 169, 171, 172, 223, 224, 225, 226, 227, 228.

es29gd	componenti ortogonali di un vettore in dyne parametri: vettore in dyne, prima componente in N
es169gd	angolo limite per riflessione totale (in gradi) parametri: indici di rifrazione n1, n2
es171gd	formula dei punti coniugati della lente parametri: altezza oggetto in cm, distanza oggetto p in cm, distanza focale F in cm
es172gd	ingrandimento lineare della lente parametri: distanza oggetto p in cm, distanza immagine q in m
es223gd	passaggio di luce polarizzata attraverso due polaroid parametri: angolo fra i polaroid in gradi, angolo fra piano di polarizzazione del fascio e primo polaroid in gradi, ampiezza incidente in V/m (è usata anche per l’esercizio 224)
es225gd	passaggio di luce non polarizzata attraverso due polaroid

parametri: angolo fra i polaroid in rad, ampiezza incidente in V/m
(è usata anche per l’esercizio 226)

es227gd passaggio di luce polarizzata attraverso due polaroid
parametri: angolo fra i polaroid in rad, angolo fra piano di polarizzazione del fascio e primo polaroid in rad, ampiezza incidente in V/m
(è usata anche per l’esercizio 228)

6. Considerazioni didattiche

L’uso dell’eserciziario da parte dello studente può essere adattato al proprio personale percorso di studio, scegliendo un particolare argomento per gli esercizi oppure provando la propria preparazione generale in una situazione come quella dell’esame.
La possibiltà da parte degli studenti di confrontare le soluzioni degli esercizi da loro trovate con quelle fornite dal programma rappresenta un utile strumento di verifica, non solo della preparazione teorica necessaria per trovare la formula risolutiva, ma anche della capacità pratica di utilizzare correttamente unità di misura e approssimazioni nei calcoli numerici. Ogni tipo di esercizio, risolto più volte con dati numerici diversi, permette di sperimentare le diverse situazioni possibili di un dato sistema fisico e di osservare le relazioni fra i risultati ottenuti e le condizioni iniziali, anche con l’aiuto di rappresentazioni visive.

7. Riferimenti

1. Home page studenti CTF - http://www.bo.infn.it/ctf/eser/
2. ISHTAR - Innovative Software for Higher education Telematic Application Research and development - http://axdel1.bo.infn.it/
3. The Common Gateway Interface - http://hoohoo.ncsa.uiuc.edu/cgi/
4. G. Cattani, M.C. Coperchio, F.L. Navarria, T. Rovelli : Diffusion Phenomena and other WWW applications for an introductory Physics course - *Int. J. Mod. Phys.* **C8**, 1177 (1997)
5. gd 1.3 - A graphics library for fast GIF creation - http://www.boutell.com/gd/