

Come integrare Matematica e Fisica nella valutazione della seconda prova dell'esame di Stato

28 Marzo 2019

I. Testa

Sommario



Organizzazione
delle prove



Esempi di
possibili prove



Collegamenti
con il curriculum



Brevi commenti
finali




Organizzazione (probabile) prova

- Due problemi
 - $q(t) = at \cdot e^{bt}$
 - $\mathcal{U}(x) = k \frac{4q^2}{\sqrt{1+x^2}}$
- 8 quesiti
 - 3 fisica: legge del moto; urti, induzione
- Soluzioni reperibili su siti AIF e Mathesis
- Altre prove su: LS-OSA "***Elaborazioni simulazioni prove di Matematica e Fisica e sperimentazione delle griglie di valutazione***" Bolzano 4-7 febbraio 2019 → inviate x mail

Organizzazione
prova 28
febbraio 2019

- Studio di funzione
- Contestualizzazione nella fisica con enfasi su:
 - Unità di misura
 - Applicabilità ad un certo contesto, anche sperimentale
 - Calcolo di grandezze legate al contesto
- Argomento preferibilmente non affrontato, per valutare competenze acquisite
- Esercizi su fenomeni di base



Razionale
della prova



Possibili Esempi

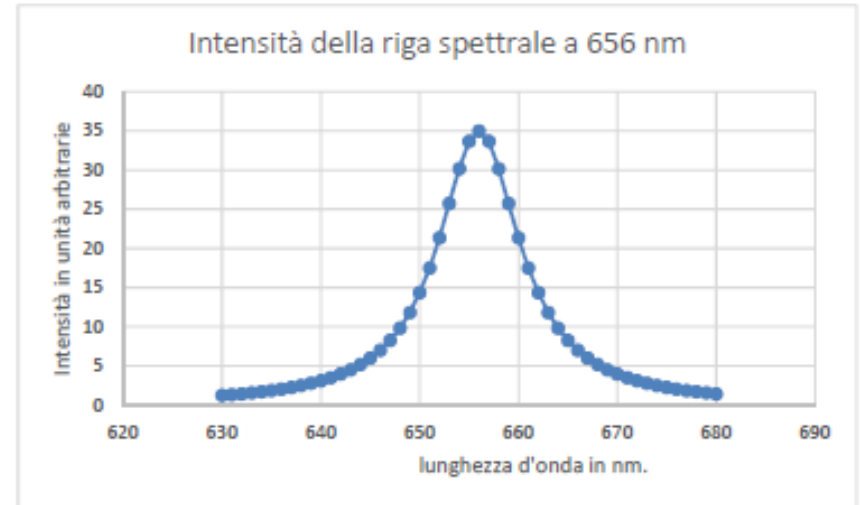
Studi di funzione e contestualizzazione

$$R(\omega) = \frac{\left(\frac{1}{2}\Gamma\right)^2}{(\omega - \omega_0)^2 + \left(\frac{1}{2}\Gamma\right)^2}$$

$$g_{\alpha\beta}(x) = \frac{\beta}{(x - \alpha)^2 + \beta}$$

$$i_0 = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2 + \left(\omega' L - \frac{1}{\omega' C}\right)^2}}$$

$$\phi(\omega) = \arctan\left(\frac{2\gamma\omega}{\omega^2 - \omega_0^2}\right)$$



Studi di funzione e contestualizzazione

$$f(t) = A \cos(\omega_1 t) + A \cos(\omega_2 t)$$

$$\psi = 2A \cos(\omega_{\text{mod}} t) \cos(\omega_{\text{media}} t)$$

$$\omega^2 - \omega_p^2 = c^2 k^2$$

$$\omega(k) = 2\sqrt{\frac{T}{Ma}} \sin\left(\frac{ka}{2}\right)$$

$$\frac{d\omega(k)}{dk} = ?$$

Studi di funzione e contestualizzazione

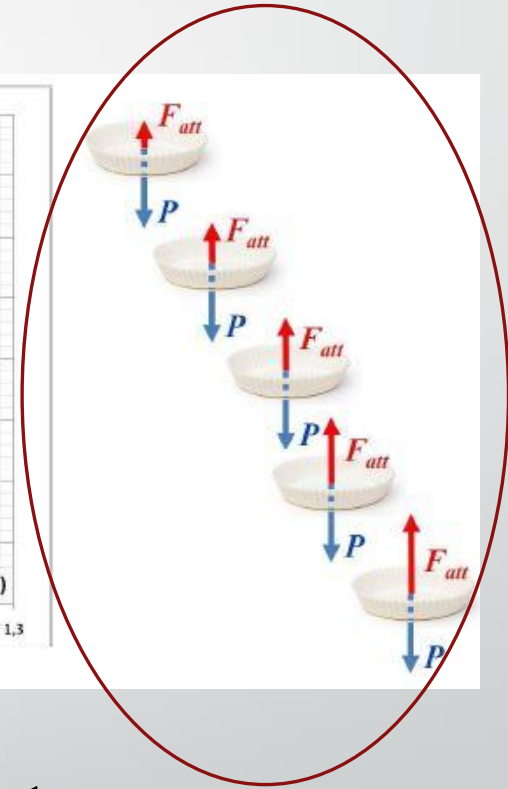
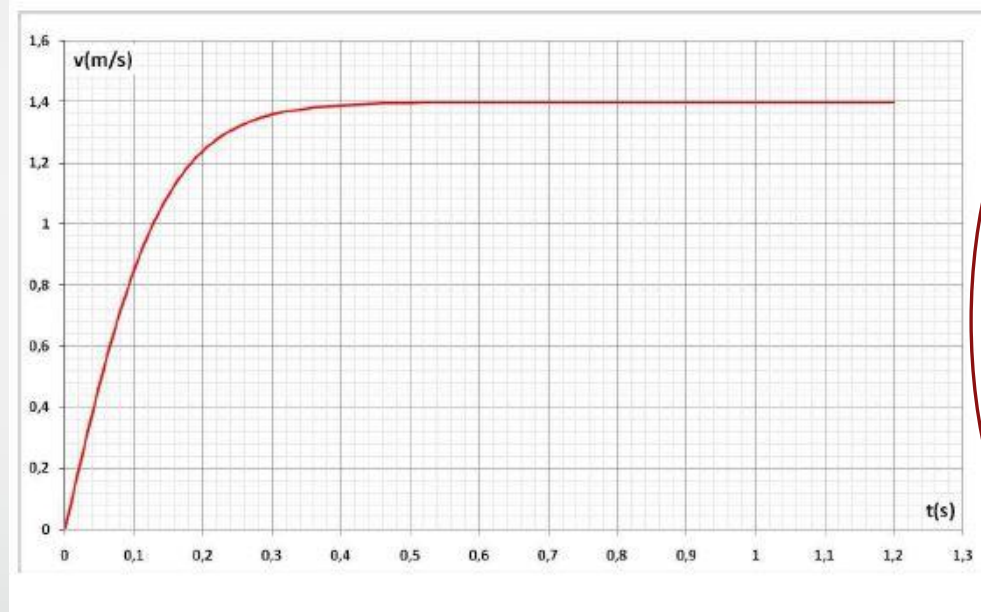
$$f(t) = Ae^{at}$$

$$g(t) = Ae^{at} + B$$

$$g(0) = 0$$

$$g(\infty) = 5$$

$$x(t) = Ce^{-\gamma t} \sin(\Omega t + \phi)$$



$$v(t) = \alpha \frac{e^{\beta t} - 1}{e^{\beta t} + 1}$$

Discussione di una situazione fisica

In astronomia la luminosità viene misurata in magnitudini:

Colantonio, Leccia & Puddu, 2019

$$m = -2.5 \log_{10} \left(\frac{F}{d^2} \right) + cost,$$

dove F è il flusso di energia per unità di superficie ed unità di tempo che arriva da un oggetto astronomico.

Prova a giustificare la presenza del fattore $1/d^2$.

Per convenzione viene definita la magnitudine assoluta, M , indipendente dalla distanza della sorgente:

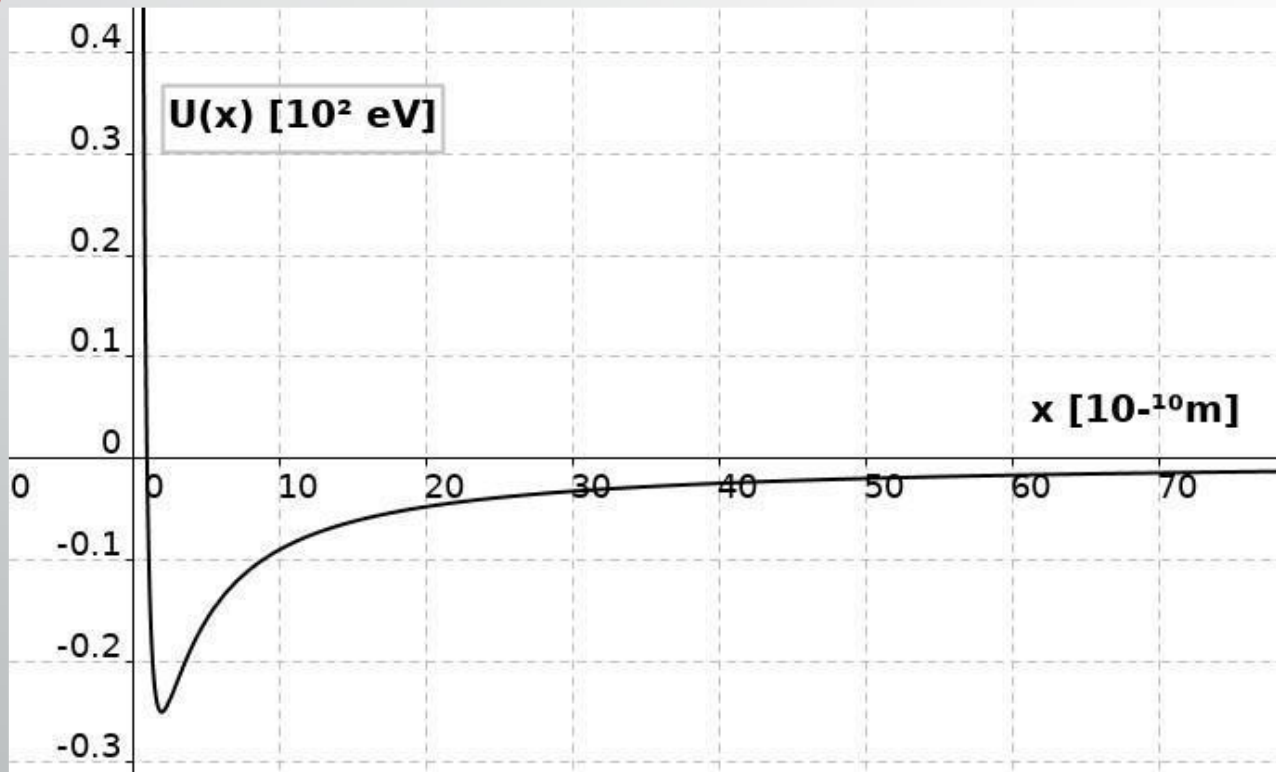
$$M = -2.5 \log_{10} \left(\frac{F}{(10pc)^2} \right) + cost,$$

dove il *parsec* (pc) corrisponde a $3,261563777$ anni luce.

Prova a combinare queste due definizioni al fine di trovare un'espressione che permetta di determinare la distanza di una stella.

Discussione di una situazione fisica

$$f_h(x) = \frac{1-x}{x^2} + k \ln(x)^h$$



LS - OSA

Il grafico rappresenta, a meno di costanti moltiplicative con dimensioni opportune, l'energia potenziale per una particella in funzione della sua posizione sull'asse x .

- Ricordando le relazioni tra energia cinetica, potenziale e totale per un sistema conservativo, ricava dal grafico informazioni riguardo le possibili posizioni di una particella che ha una energia totale $E = -10 \text{ eV}$, dandone motivazione.
- Individua le condizioni energetiche che permettono alla particella di allontanarsi indefinitamente. Una particella la cui energia potenziale è quella in figura può possedere un'energia totale $E = -30 \text{ eV}$?
- Descrivi un possibile sistema fisico compatibile con questo tipo di energia potenziale.

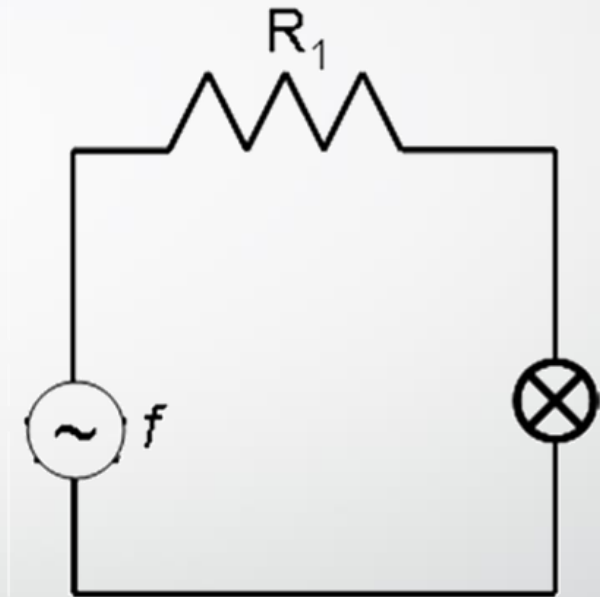
Discussione della situazione fisica

1 La resistenza di una lampadina varia con la temperatura seguendo la legge $R(T) = R_0(1 + \alpha(T - T_a))$; $T \in [T_a, T_f]$ con $R_0 = 6 \, \Omega$; $\alpha = 10^{-3} \, ^\circ\text{C}^{-1}$; $T_a = 23 \, ^\circ\text{C}$; $T_f = 3968 \, ^\circ\text{C}$.

T_a rappresenta la temperatura dell'ambiente mentre T_f la temperatura di fusione del filamento.

La ditta costruttrice dichiara che la corrente massima I_{\max} che può attraversare la lampadina è 300 mA. Per provare la lampadina, la si inserisce nel circuito mostrato in figura. Si fissa la d.d.p. della batteria a 220 V. La temperatura T del filamento della lampadina dipende dalla corrente I che l'attraversa secondo la legge

$$T = T_a + (T_f - T_a) \frac{I}{I_{\max}}; \quad I \in [0, I_{\max}]. \text{ Determinare:}$$



- il valore minimo R_{\min} della resistenza R_1 da inserire nel circuito affinché il filamento non fonda;
- la potenza massima dissipabile sulla lampadina quando essa è inserita nel circuito
- la corrente nel circuito quando $R_1 > R_{\min}$

Discussione di una situazione fisica

Uno studente ha misurato la caratteristica voltamperometrica di un diodo e approssima la curva ottenuta alla funzione

$$I = Ae^{BV}$$

$$A = 0,0038567 \pm 0,0000764; B = 19,888 \pm 0,005677$$

giustificare la scelta della funzione di fit da parte dello studente

- determinare le corrette unità di misura di A e B ed il loro significato fisico
- riscrivere i risultati del fit con il numero corretto di cifre significative
- determinare la resistenza differenziale del diodo per escursioni di 10mA e 50 mA
- Dall'osservazione del grafico sperimentale determinare la tensione di soglia del diodo

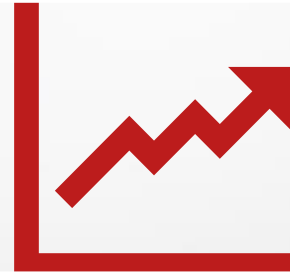
Griglie di valutazione



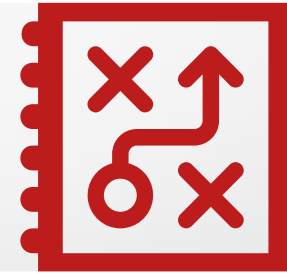
Analizzare



Sviluppare il processo
risolutivo



Interpretare,
rappresentare,
elaborare i dati



Argomentare

Griglie di valutazione

1. Riferendosi al modello dell'atomo di Bohr, si chiede allo studente di:
 - a) rappresentare con un schema grafico i livelli energetici dell'elettrone ricorrendo al modello di atomo singolo di Bohr indicando tutte le possibili transizioni;
 - b) calcolare le lunghezze d'onda della radiazione presenti nello spettro di assorbimento della luce visibile, giustificando la risposta (si ricorda che la costante di Planck è pari a $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ e che $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$);
 - c) determinare le lunghezze d'onda della radiazione, osservabili con uno strumento sensibile nell'intervallo tra 250 nm e 1200 nm, presenti nello spettro di emissione dello stesso materiale;
 - d) se tutti gli atomi del materiale si trovano nello stato fondamentale, e i suoi elettroni assorbono la radiazione incidente con energia pari a 3 eV, stabilire quali lunghezze d'onda della radiazione sono emesse nel processo di diseccitazione e se queste siano maggiori, minori o uguali a quella assorbita, motivando la risposta.
2. L'intensità di una radiazione I è definita come la potenza per unità di superficie. Se l'intensità incidente sul materiale, in funzione della lunghezza d'onda λ , è descritta dalla funzione $F(\lambda) = \frac{dI}{d\lambda} = \int_0^\lambda (at^2 + \frac{11}{150}t + c)dt$ espressa in mW/(m² nm):
 - a) quali sono i valori di a e c per i quali la funzione $F(\lambda) = 0$ agli estremi dello spettro visibile, cioè per $\lambda=400 \text{ nm}$ e $\lambda=700 \text{ nm}$?
 - b) quale aspetto ha il grafico della funzione $F(\lambda)$ nell'intervallo $[400; 700] \text{ nm}$?
 - c) quanto vale l'area sottesa dal grafico nello stesso intervallo?
 - d) qual è il significato fisico dell'area calcolata al punto precedente?

Analizzare

1 a - b-c- d

Sviluppare il processo risolutivo

1 b – c d

2 a – c -d

Interpretare, rappresentare,
elaborare i dati

1 a

2 b

Argomentare

1 b – c – d

2 b – d



Collegamenti con il curriculum

Collegamento con il quadro di riferimento

Problema 1-collegamento con i Quadri di riferimento

Nuclei tematici fondamentali	
Fisica	Matematica
MISURA E RAPPRESENTAZIONE DELLE GRANDEZZE FISICHE Dimensioni e unità di misura	INSIEMI E FUNZIONI Proprietà delle funzioni Calcolo differenziale Calcolo integrale
ENERGIA E MATERIA Lavoro ed energia Trasformazione dell'energia	
FORZE E CAMPI	
Obiettivi	
Fisica	Matematica
Definire l'intensità di corrente Determinare l'energia dissipata da una resistenza attraversata da corrente	Analizzare le proprietà di monotonia e di convessità di funzioni definite sull'insieme dei numeri reali o su un suo sottoinsieme Discutere l'esistenza e determinare il valore del limite di una funzione, A partire dall'espressione analitica di una funzione, individuare le caratteristiche salienti del suo grafico Applicare il calcolo differenziale a problemi di massimo e minimo Applicare l'integrale definito al calcolo di aree (con significato fisico)

Collegamento con il quadro di riferimento

Problema 2-collegamento con i Quadri di riferimento

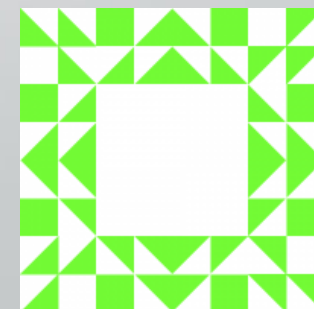
Nuclei tematici fondamentali	
Fisica	Matematica
ENERGIA E MATERIA Lavoro ed energia FORZE E CAMPI Rappresentazione di forze mediante il concetto di campo	INSIEMI E FUNZIONI Proprietà delle funzioni Calcolo differenziale Calcolo integrale
Obiettivi	
Fisica	Matematica
Determinare l'energia potenziale di un punto materiale sottoposto a forze. Descrivere l'azione delle forze elettriche mediante il concetto di campo (con particolare riguardo alle condizioni di equilibrio)	Analizzare le proprietà di parità, monotonia di funzioni definite sull'insieme dei numeri reali o su un suo sottoinsieme Discutere l'esistenza e determinare il valore del limite di una funzione, A partire dall'espressione analitica di una funzione, individuare le caratteristiche salienti del suo grafico A partire dal grafico di una funzione, tracciare i grafici della sua derivata. Interpretare geometricamente l'integrale definito e applicarlo al calcolo di aree.



Brevi commenti finali

#maturità

- Finalmente una prova in linea con le conoscenze e competenze acquisite dagli studenti in questo periodo dell'anno scolastico.
La prova è sicuramente ben strutturata, chiara nella formulazione e con il giusto equilibrio tra le due discipline.
Sembra che il MIUR abbia finalmente intrapreso la strada giusta!



#maturità

- Entrambi i problemi hanno carattere interdisciplinare?
- Il primo problema parte da un contesto matematico e si collega alla fisica mentre il secondo da un contesto di fisica trae lo spunto per alcune richieste di carattere matematico → quale l'obiettivo didattico?
- Entrambi i problemi sono suddivisi in quattro punti in modo da presentare due richieste di matematica e due di fisica → perché?
- La formulazione è per lo più chiara, a parte l'evidente refuso nel punto 3 del primo problema dove si parla di ... e richiedono buone capacità critiche e una solida base concettuale da parte dello studente → cosa sono le capacità critiche?
- La valutazione della risoluzione di entrambi i problemi si presta ad un aggancio con gli indicatori della griglia di valutazione:
 - ☐ Comprendere
 - ☐ Individuare
 - ☐ Sviluppare il processo risolutivo
 - ☐ Argomentare

#maturità

- I contenuti dei tre quesiti di Fisica si riferiscono ad argomenti di sicuro possesso da parte dello studente (legge oraria, principi di conservazione, induzione elettromagnetica).
- Il contesto è standard nei quesiti 6 e 7. Nel quesito 8 la presenza di un campo magnetico di intensità variabile può costituire una situazione insolita per lo studente e distoglierlo dall'informazione essenziale della direzione costante
- Gli aspetti concettuali non sono enfatizzati, nelle richieste, ma possono essere approfonditi da parte dello studente critico e attento (riferimento al teorema di Lagrange nel quesito 6, trasformazione dell'energia nel 7, significato della legge di Lenz nel quesito 8)

#maturità

- “posso dire che, da fisico, pur nella loro grande difficoltà, preferivo le simulazioni precedenti? Voglio dire, erano fuori dalla portata della maggior parte dei nostri ragazzi, d'accordo, e come tali andavano cambiate, ma, secondo me c'era un'idea di base molto perfettibile ma molto migliore di quella che abbiamo visto qui”.
- «Da questa prova emerge quindi una visione della fisica come ancella della matematica, la cui conoscenza è assolutamente discrezionale per ottenere il punteggio massimo. Con la matematica ricondotta quasi esclusivamente ad applicazione del calcolo integrale e differenziale»

Quel che sarebbe richiesto per la fisica

- In particolare, lo studente avrà acquisito le seguenti competenze: osservare e identificare fenomeni; formulare ipotesi esplicative utilizzando modelli, analogie e leggi; formalizzare un problema di fisica e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la sua risoluzione; fare esperienza e rendere ragione del significato dei vari aspetti del metodo sperimentale, dove l'esperimento è inteso come interrogazione ragionata dei fenomeni naturali, scelta delle variabili significative, raccolta e analisi critica dei dati e dell'affidabilità di un processo di misura, costruzione e/o validazione di modelli; comprendere e valutare le scelte scientifiche e tecnologiche che interessano la società in cui vive."

Cosa fare adesso?

- Svolgere in classe semplici esercizi di modellizzazione
- Far riferimento quanto più possibile ad esperimenti «reali» anche se non direttamente realizzabili in aula o nel laboratorio della scuola
 - Esempi dai siti dei docenti di laboratorio universitario
 - Esperienze PLS: temperatura, diffrazione, moti accelerati, e/m
- Non inseguire cosa accade, cercare di proporre autonomamente approcci utili e non mnemonici
 - Più lib(e)ri di testo → entrate in classe con due/tre libri di fisica
 - Problemi aperti
 - Lavori di gruppo



Grazie dell'attenzione

pls@fisica.unina.it