

Liceo Scientifico *A.M. De Carlo* – Giugliano (Na)

Tracce per gli elaborati da presentare al colloquio dell'esame di stato.

Assegnate tutte nella medesima classe.

Docente: *Andrea Lanzillo*

Traccia n.1

Raggio di Schwarzschild e lunghezza d'onda di Planck

Determinare la velocità di fuga da un pianeta e utilizzarla per determinare l'espressione del raggio di Schwarzschild relativo ad un buco nero. Considerata poi l'espressione della velocità di fuga stabilire da quale variabili dipende e studiare la funzione velocità di fuga rispetto a ciascuna delle variabili individuate.

Discutere il seguente quesito: se esiste una temperatura minima esiste anche una temperatura massima? Oppure la temperatura può essere grande quanto si vuole? Facendo riferimento alla legge di Wien stimare con opportune considerazioni l'ordine di grandezza della più piccola lunghezza d'onda e della massima temperatura raggiungibile.

Traccia n.2

Equazioni di Maxwell

Ricavare le equazioni di Maxwell facendo riferimento sia ad opportuni teoremi di elettrostatica che di magnetostatica, dimostrare la legge dell'induzione elettromagnetica discutendo il modello di un filo in moto su una guida ad "U" immersa in un campo magnetico di modulo costante e perpendicolare al piano della guida. Considerando la quarta equazione di Maxwell, ricavare l'espressione della corrente di spostamento.

Considerato poi un quadrato unitario di raggio r calcolare il flusso di un campo magnetico di modulo costante attraverso la superficie del quadrato sapendo che il modulo del campo è direttamente proporzionale a x e a y . Calcolare anche la sua circuitazione lungo la frontiera di detto quadrato.

Traccia n.3

Moto di una carica in un campo elettrico e in un campo magnetico

Considerare una carica positiva in un campo elettrico e stabilire i tipi di moti di cui essa può essere animata in relazione all'angolo che la velocità iniziale forma col campo elettrico. Determinare l'equazione della traiettoria descritta. Discutere allo stesso modo il moto di una carica in un campo magnetico costante. Calcolare la lunghezza dell'arco di parabola descritto dalla carica nel caso del moto nel campo elettrico.

Traccia n.4

Formula di Rydberg e energia totale dell'atomo di idrogeno

Discutere la derivazione della formula di Rydberg per l'atomo di idrogeno e ricavarla dall'ipotesi di quantizzazione di Bohr. Determinare quindi l'espressione dell'energia totale dell'atomo di idrogeno verificando che presenta una inversa proporzionalità al quadrato della variabile indipendente.

Studiare quindi la funzione $f(x) = \frac{\sqrt{ax+b}}{x^2}$ e calcolare l'area sottesa dalla curva.

Traccia n.5

Corpo nero e ipotesi di Planck

Per spiegare lo spettro di emissione del corpo nero il fisico Planck propose una funzione che permetteva di calcolare l'irradiazione del corpo nero in funzione della temperatura del corpo nero e della lunghezza d'onda. L'espressione di tale funzione può essere la seguente

$$f(x) = \frac{2\pi c^2}{x^5} \frac{h}{e^{\frac{hc}{xkT}} - 1}$$
 ove x è la lunghezza d'onda, h è la costante di Planck, c è la

velocità della luce, k è la costante di Boltzmann e T la temperatura in K. Fissata una temperatura a piacere (per esempio $T=1000K$). Studiare tale funzione considerando anche la risoluzione approssimata di un'equazione non elementare, è ammesso anche un cambiamento di variabile che possa facilitare lo studio di detta funzione. Verificare poi la legge di Stefan-Boltzmann calcolando in modo approssimato l'area sottesa dalla curva rappresentata, è ammesso l'uso di excel.

Traccia n.6

Circuiti in CC e in CA

Discutere i circuiti RC e RL in corrente continua specificando il modello matematico che li descrive e risolvendo le equazioni differenziali corrispondenti. Discutere anche i circuiti puramente capacitivi e induttivi in corrente alternata evidenziando i modelli matematici che li descrivono. Discutere anche il circuito RLC in corrente alternata e verificare che la funzione

$i(t) = i_0 \sin(\omega t - \varphi)$ è soluzione dell'equazione differenziale associata a tale circuito. Discutere altresì la condizione di risonanza.

Traccia n.7

Spira in un campo magnetico e induzione elettromagnetica

Discutere i seguenti contesti: 1) spira che ruota in un campo magnetico 2) spira che entra in un campo magnetico perpendicolare al piano della spira con velocità costante.

Nel primo contesto scegliere una delle seguenti funzioni che dà la velocità angolare della spira:

$$1) \omega(t) = \frac{-2t}{(1+t^2)\sqrt{A^2B^2 - \ln^2(1+t^2)}}$$

$$2) \omega(t) = \frac{2te^{-t^2}}{\sqrt{A^2B^2 - e^{-2t^2}}}$$

$$3) \omega(t) = \frac{-2t}{\sqrt{1+t^2}\sqrt{A^2B^2 - 1 - t^2}}$$

$$4) \omega(t) = \frac{1-t^3}{t^2 \sqrt{A^2B^2 - \left(\frac{2+t^3}{2t}\right)^2}}$$

$$5) \omega(t) = \frac{-2t}{\sqrt{A^2B^2 - \ln^2(1+t^2)}}$$

$$6) \omega(t) = \frac{-t \cdot \ln t}{\sqrt{A^2B^2 - \frac{t^4}{16}(2\ln t - 1)^2}}$$

studiare la forza elettromotrice indotta che si ottiene disegnandone il grafico.

Nel secondo caso descrivere il modello matematico che descrive il contesto, risolvere l'equazione differenziale e studiare sia la funzione velocità della spira che la funzione traiettoria della spira.

Traccia n.9

Effetto Compton ed effetto fotoelettrico

L'ipotesi di quantizzazione dell'energia è sostenuta da vari fenomeni tra cui l'effetto Compton e l'effetto fotoelettrico. Descrivere entrambi gli effetti precisando i bilanci energetici e poi a partire dalla legge dello spostamento della lunghezza d'onda dell'effetto Compton ricavare l'energia del fotone diffuso e studiarla rispetto all'angolo disegnandone il grafico.

Traccia n.10

Fattore gamma e relatività ristretta

Ricavare l'espressione del fattore gamma a partire dalle leggi delle trasformazioni galileiane apportando ad esse la seguente modifica: $x = k(x' + vt')$ dove k è una costante da determinare imponendo che la velocità della luce sia c rispetto a entrambi i sistemi di riferimento in moto e v è la velocità relativa dei sistemi di riferimento. Ricavare poi le trasformazioni di Lorentz e verificare che per basse velocità esse si riducono a quelle galileiane. Ricavare anche legge della contrazione delle lunghezze e della dilatazione dei tempi a partire dalle trasformazioni di Lorentz trovate. Studiare poi la funzione che dà il fattore gamma e calcolare l'area sottesa dalla curva da essa rappresentata. Considerare la legge che dà l'energia cinetica relativistica e chiarire come da essa si possa ottenere quella classica.

