

**Esame di Stato, a.s. 2019/2020:**

**proposte per gli elaborati sulle materie di indirizzo  
per il liceo scientifico**

Vincenzo Parente, L.S.S. "R. Caccioppoli" 26/05/2020

# Il testo dell'ordinanza ministeriale

O.M. N. 10 del 16/05/2020

- Secondo quanto previsto dal Decreto materie l'elaborato deve essere “misto”
- Elaborato coerente con le discipline di indirizzo?
- Assegnato entro il 1° Giugno, consegnato telematicamente entro il 13 Giugno
- Assegnato singolarmente o all'intera classe

## Articolo 17

*(Articolazione e modalità di svolgimento del colloquio d'esame)*

1. L'esame è così articolato e scandito:
  - a) discussione di un elaborato concernente le discipline di indirizzo individuate come oggetto della seconda prova scritta ai sensi dell'articolo 1, comma 1, lettere a) e b) del Decreto materie. La tipologia dell'elaborato è coerente con le predette discipline di indirizzo. L'argomento è assegnato a ciascun candidato su indicazione dei docenti delle discipline di indirizzo medesime entro il 1° di giugno. Gli stessi possono scegliere se assegnare a ciascun candidato un argomento diverso, o assegnare a tutti o a gruppi di candidati uno stesso argomento che si presti a uno svolgimento fortemente personalizzato. L'elaborato è trasmesso dal candidato ai docenti delle discipline di indirizzo per posta elettronica entro il 13 giugno. Per gli studenti dei licei musicali e coreutici, la discussione è integrata da una parte performativa individuale, a scelta del candidato, della durata massima di 10 minuti. Per i licei coreutici, il consiglio di classe, sentito lo studente, valuta l'opportunità di far svolgere la prova performativa individuale, ove ricorrano le condizioni di sicurezza e di forma fisica dei candidati;

# Cosa ci chiede il ministero

La griglia di valutazione O.M. N. 10 del 16/05/2020

- I 5 indicatori di competenza sono “trasversali”
- In quale indicatore l’elaborato sulle materie di indirizzo ha maggiore peso?
- Qual è il peso dell’elaborato nella valutazione dello studente?
- La valutazione per competenze permette una maggiore libertà

Indicatori
Acquisizione dei contenuti e dei metodi delle diverse discipline del curricolo, con particolare riferimento a quelle d’indirizzo
Capacità di utilizzare le conoscenze acquisite e di collegarle tra loro
Capacità di argomentare in maniera critica e personale, rielaborando i contenuti acquisiti
Ricchezza e padronanza lessicale e semantica, con specifico riferimento al linguaggio tecnico e/o di settore, anche in lingua straniera
Capacità di analisi e comprensione della realtà in chiave di cittadinanza attiva a partire dalla riflessione sulle esperienze personali

# Le idee delle case editrici

Zanichelli

- Elaborati di matematica, fisica e integrati
- Gli elaborati integrati sono in realtà una miscela di elementi teorici e pratici delle due discipline senza apparente collegamento
- Elaborati estremamente articolati, sia nella parte teorica che nella parte pratica

## Relatività ristretta e studio di funzione

### Rifletti sulla teoria

- Spiega che cosa si intende per *lunghezza propria di un corpo*.
- Enuncia i due postulati della relatività ristretta.
- Discuti la differenza principale tra le trasformazioni di Galileo e le trasformazioni di Lorentz.
- Spiega come si determinano le equazioni degli eventuali asintoti verticali e orizzontali di una funzione.
- Spiega il legame tra la crescita di una funzione e la sua derivata.
- Enuncia una condizione necessaria affinché una funzione  $f(x)$  abbia un massimo relativo nel punto  $x_0$ .

### Mettiti alla prova

Un protone proveniente dalla direzione del Sole raggiunge l'atmosfera terrestre con velocità  $v = 0,88 c$ , misurata nel sistema di riferimento terrestre.

Nel riferimento terrestre la distanza Sole-Terra è  $D_{ST} = 1,5 \cdot 10^8$  km.

Nel sistema di riferimento del protone calcola:

1. la distanza  $d_{ST}$  Sole-Terra;
2. la durata  $\Delta t$  del viaggio Sole-Terra.

Un'astronave si allontana dalla Terra nella stessa direzione e nello stesso verso del protone. Nel sistema di riferimento della Terra, l'astronave ha velocità  $w = 0,12 c$ .

3. Calcola la velocità  $v_{pa}$  del protone nel sistema di riferimento dell'astronave.

La propulsione dell'astronave è garantita da motori che imprimono una forza costante  $\vec{F}$  nella stessa direzione di moto dell'astronave. In questa situazione, il modulo  $a$  dell'accelerazione dell'astronave è legato al modulo della forza  $\vec{F}$  dalla relazione

$$F = \gamma^3 m a, \tag{1}$$

dove  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ,  $v$  è la velocità dell'astronave e  $m$  la sua massa.

# Le idee delle case editrici

De Agostini

- Integra matematica e fisica in una maniera più organica
- Parte da un problema estremamente complesso
- Il numero delle richieste è piuttosto elevato
- Il numero di indicatori di competenza da valutare è di conseguenza estremamente elevato

## Elaborato 1

### Problema - Barretta energetica

Una barretta conduttrice  $AB$  (fig. 1) orizzontale, di massa  $m$ , lunghezza  $l$  e resistenza trascurabile, è inizialmente ferma e viene lasciata cadere all'istante  $t = 0$ . Essa cade in una regione dello spazio che è sede di un campo magnetico  $\vec{B}$  uniforme, diretto come in figura.

La caduta della barretta è guidata da due fili conduttori verticali, di resistenza trascurabile, costantemente collegati alla barretta e alle armature di un condensatore di capacità  $C$ , inizialmente scarico.

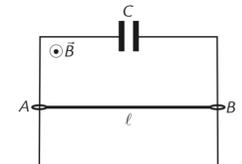


Figura 1

1 Supponendo che all'istante di tempo  $t$  la velocità di caduta della barretta sia  $v$ , esprimi in funzione di  $B$ ,  $l$ ,  $v$  e  $C$  la carica  $q$  del condensatore e deduci l'espressione dell'intensità di corrente  $i$  che percorre la barretta all'istante  $t$ .

2 Dimostra che l'accelerazione  $a$  con cui la barretta cade ha espressione:

$$a = g \frac{m}{m + C^2 B^2}$$

e verifica che il prodotto  $C^2 B^2$  ha le dimensioni di una massa.

Possiamo affermare che il moto di caduta della barretta è uniformemente accelerato? In caso affermativo, quale andamento ha l'intensità di corrente nel tempo?

## Il Principio della Dinamica

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

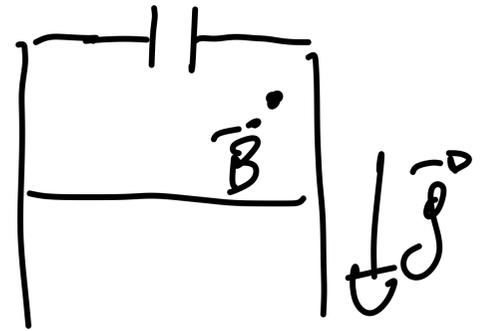


- Forza peso
- Forza d'attrito viscoso

$$m g - I l B = m a$$

FORZA DI LORSAF 2

$$\vec{F} = i \vec{l} \times \vec{B}$$



Can we calculate the current?

$$V = \frac{Q}{C}$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{C} \frac{dQ}{dt}$$

$$\underline{I} = C \frac{dV}{dt} = C \frac{d}{dt} (V_{LB}) = C \alpha_{LB}$$

mp -  $C \ell^2 B^2 \alpha = ma$

$$\alpha = \frac{g}{1 + \frac{C \ell^2 B^2}{m}}$$

# Un possibile punto di partenza: le competenze

Partiamo da ciò che già sappiamo

Indicatore <i>(correlato agli obiettivi della prova)</i>	Punteggio max per ogni indicatore (totale 20)
<b>Analizzare</b> Esaminare la situazione fisica proposta formulando le ipotesi esplicative attraverso modelli o analogie o leggi.	5
<b>Sviluppare il processo risolutivo</b> Formalizzare situazioni problematiche e applicare i concetti e i metodi matematici e gli strumenti disciplinari rilevanti per la loro risoluzione, eseguendo i calcoli necessari.	6
<b>Interpretare, rappresentare, elaborare i dati</b> Interpretare e/o elaborare i dati proposti e/o ricavati, anche di natura sperimentale, verificandone la pertinenza al modello scelto. Rappresentare e collegare i dati adoperando i necessari codici grafico-simbolici.	5
<b>Argomentare</b> Descrivere il processo risolutivo adottato, la strategia risolutiva e i passaggi fondamentali. Comunicare i risultati ottenuti valutandone la coerenza con la situazione problematica proposta.	4

# Tipologie di elaborato

Partiamo dalle basi

## Elaborato “generalista”

- Elaborato comune a più studenti
- Pericolo (o opportunità) di copia
- Presenza di una parte teorica con un peso maggiore della parte applicativa

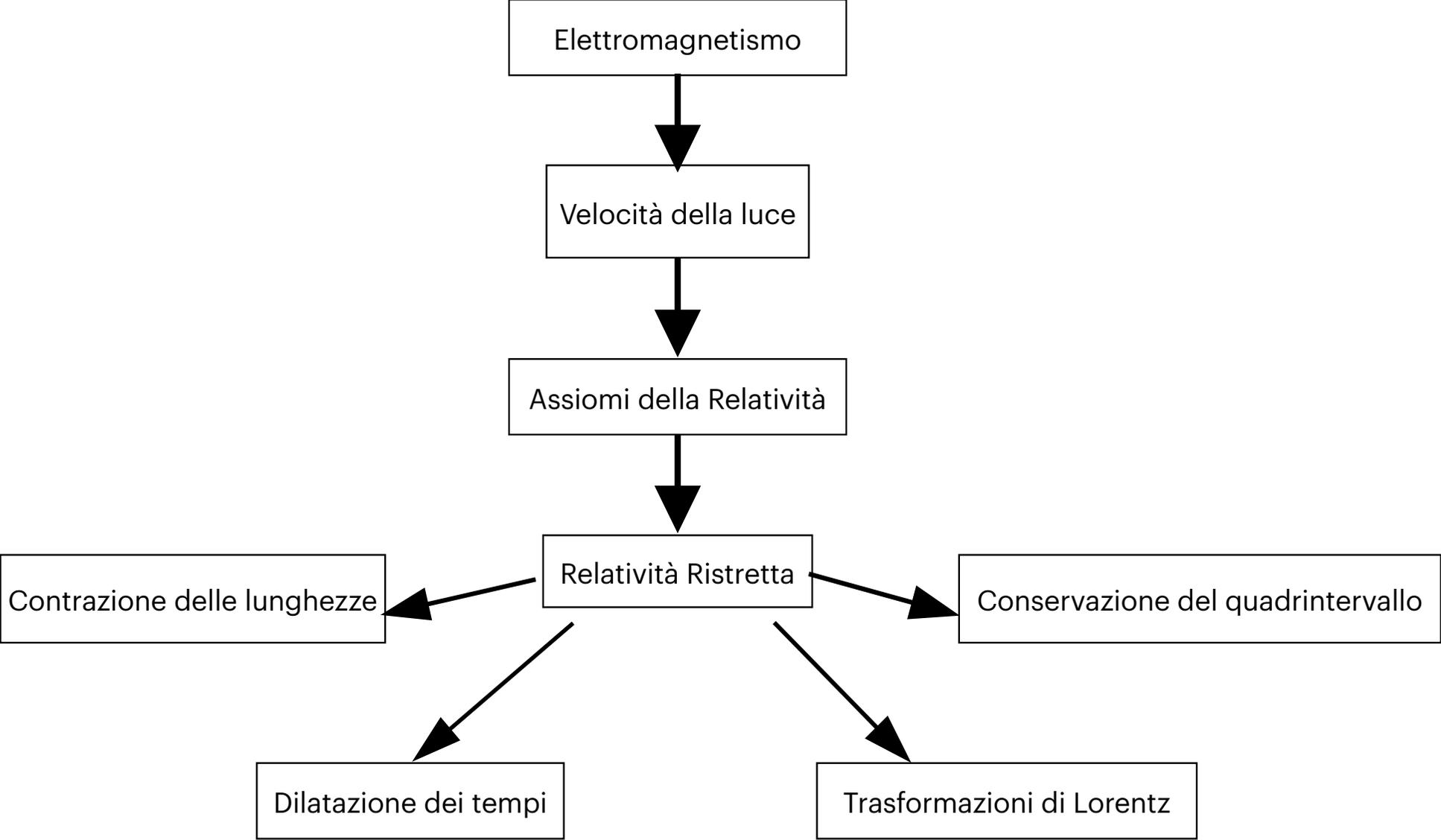
## Elaborato individuale

- Elaborato affidato ad un singolo studente
- Maggiore originalità, ma maggior impegno nella valutazione
- Nessuna necessità di una parte teorica “separata”

# Elaborato 1

## Un esempio sulla relatività

- Il candidato esponga sinteticamente i principali nodi concettuali della relatività ristretta mediante una metodologia a scelta tra: testo scritto, presentazione (max 10 slides), mappa concettuale accompagnata da un testo che illustri e motivi sinteticamente i collegamenti scelti.
- Problema: Un cubo di legno (densità  $\rho = 0,49 \text{ g/cm}^3$ ) di lato  $L=10 \text{ cm}$  galleggia in una tanica d'acqua, anch'essa cubica di lato pari a  $30 \text{ cm}$ , che viaggia lungo l'asse  $x$  del sistema di riferimento  $O$  alla velocità  $v=0,97 c$ . Il candidato calcoli la densità del cubo nel riferimento solidale con la tanica e ne studi la condizione di galleggiamento nei due sistemi di riferimento.
- Studio di funzione: Si grafichi la funzione  $y = \ln |e^x - e^{-x}|$ .



# Esempio di commento alla mappa concettuale

L'esigenza di una "nuova" relatività nasce dalla costanza della velocità della luce.

L'esperimento di Michelson e Morley ha dimostrato, infatti, che  $c$  non si compone con la velocità del sistema di riferimento. Questo esperimento non è stato incluso nella mappa per brevità.

La costanza di  $c$  viene assunta come un assioma insieme al Principio di relatività.

Le prime conseguenze della Relatività Ristretta sono la contrazione delle lunghezze, la dilatazione dei tempi, le trasformazioni di Lorentz, la conservazione del quadrintervallo.

...

# Applichiamo la griglia di valutazione

## Indicatori di competenza negli elaborati

Analizzare	Riconoscere i due sistemi di riferimento Concludere che il galleggiamento non dipende dal sistema di riferimento
Sviluppare	Applicare la contrazione delle lunghezze Massa relativistica
Interpretare	Ricavare la legge con cui cambia la densità
Argomentare	Analisi organica della relatività, con collegamenti efficaci e sintetici Analizzare la consistenza della soluzione trovata con quanto emerso nell'analisi del sistema

# Elaborato 2

## Un esempio sulla meccanica

- Il calcolo differenziale e il calcolo integrale nascono nel 18° secolo grazie a Leibniz e Newton: il candidato ne esponga sinteticamente almeno un'applicazione allo studio di un sistema fisico.
- Problema: è possibile spaziare in diversi argomenti, dalla cinematica alla dinamica, usando il formalismo differenziale a vari gradi di difficoltà.
- Nelle prossime slide vedremo alcuni esempi di problemi, che permettono anche di includere elementi dello studio di funzione.

# Esempio di problema

## Applicazioni alla cinematica del calcolo differenziale

Un punto materiale inizialmente fermo nell'origine del sistema di riferimento (O,x,y) si muove con un'accelerazione

$$\begin{aligned}\vec{a}(t) &= a_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \hat{i} & t \in [0, 10\tau] \\ \vec{a}(t) &= 0 & t \in (10\tau, \infty)\end{aligned}$$

Dove  $\tau$  è una costante. Il candidato confronti l'andamento della velocità in funzione del tempo e la legge oraria ottenute con quelle che avrebbe avuto il punto materiale se la sua accelerazione fosse stata costante e pari ad  $a_0$  per  $t \in [0, 10\tau]$ .

# Esempio di problema

## Applicazioni alla cinematica del calcolo differenziale

Un punto materiale inizialmente fermo nell'origine del sistema di riferimento (O,x,y) si muove con un'accelerazione

$$x_1(t) = \frac{1}{2}a_0t^2 - a_0 \cdot t \cdot \tau + a_0\tau^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \quad t \in [0, 10\tau]$$

$$x_2(t) = v^* \cdot t + x_1(10\tau) \quad t \in (10\tau, \infty)$$

Una possibile richiesta da aggiungere è un commento sulla derivabilità della legge oraria!

Cosa sarebbe cambiato, infatti, se il punto materiale fosse rimasto fermo per  $t > 10\tau$ ?

# Una classe di problemi

## Applicazione alla dinamica del calcolo differenziale

Uno dei nodi concettuali da cui si può partire è il legame tra forza (conservativa) e energia potenziale

$$F = - \frac{dU(x)}{dx}$$

L'esposizione dello studente di applicazioni del calcolo differenziale può anche seguire lo svolgimento del problema!

# Esempio di problema

## Applicazione alla dinamica del calcolo differenziale

Data la funzione  $U(x)$ , dove la variabile  $x$  ha le dimensioni di una lunghezza

$$U(x) = \varepsilon \left[ \left( \frac{\sigma}{x} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{x} \right)^6 \right]$$

- 1) Il candidato analizzi le dimensioni delle costanti  $\varepsilon$  e  $\sigma$ .
- 2) Il candidato studi la funzione  $U(x)$ , tracciandone un grafico qualitativo, e analizzi la dipendenza delle caratteristiche principali della funzione dal valore delle costanti  $\varepsilon$  e  $\sigma$ .
- 3) Il candidato, ricordando che il legame tra energia potenziale e forza è

$$F = - \frac{dU(x)}{dx}$$

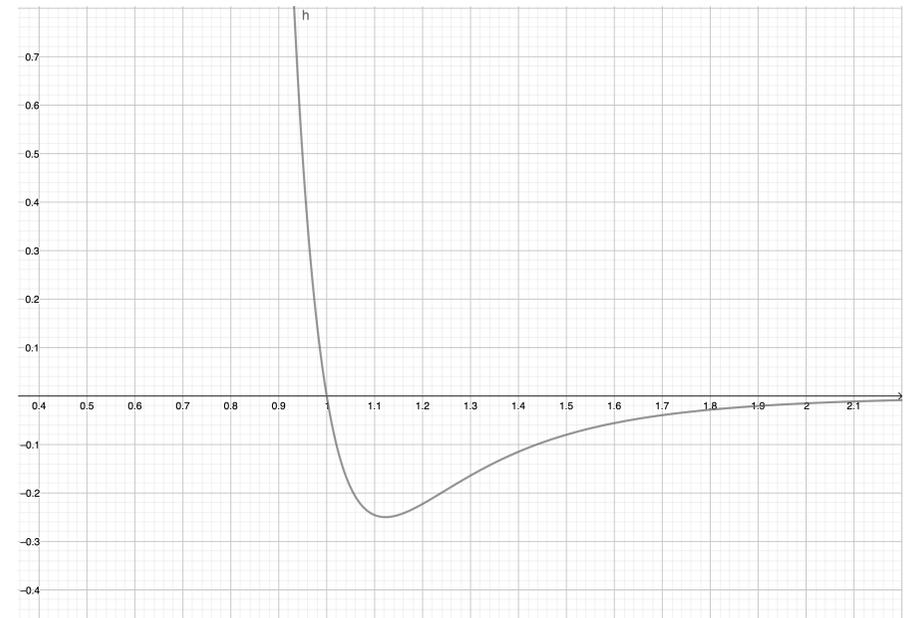
illustri il significato fisico di eventuali punti stazionari della funzione  $U(x)$ .

# Esempio di problema

## Alcune considerazioni sullo studio di $U(x)$

Lo studio di un sistema mediante l'analisi del potenziale è comunemente detto “criterio di Dirichelet”, nel contesto scolastico sono poche le caratteristiche che possono essere oggetto di analisi:

- 1) Punti stazionari
- 2) Intervalli di monotonia
- 3) Asintoti orizzontali

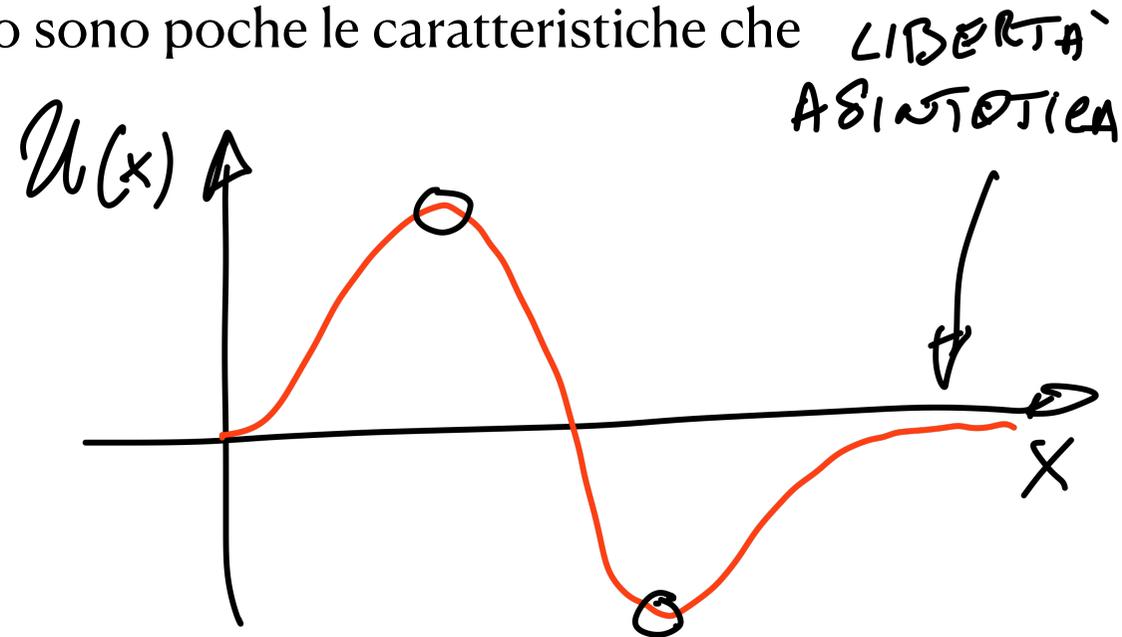


# Esempio di problema

## Alcune considerazioni sullo studio di $U(x)$

Lo studio di un sistema mediante l'analisi del potenziale è comunemente detto “criterio di Dirichelet”, nel contesto scolastico sono poche le caratteristiche che possono essere oggetto di analisi:

- 1) Punti stazionari
- 2) Intervalli di monotonia
- 3) Asintoti orizzontali



# Esempio di elaborato individuale

Partiamo da un argomento di fisica moderna

Un possibile punto di partenza è la distribuzione di Planck

$$I(\nu) = \frac{2\pi h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{k_B T}} - 1}$$

Quali sono le possibili richieste? Studio di funzione!

# Esempio di elaborato individuale

## Le possibili richieste

- Il candidato studi la distribuzione di Planck in funzione della frequenza, con  $T=5778$  K
- Il candidato stimi la posizione del massimo della distribuzione, il valore dell'intensità ad esso associato e il colore della radiazione a cui tale massimo si colloca
- Il candidato discuta di possibili applicazioni della distribuzione di Planck nel contesto della cosmologia.

# Esempio di elaborato individuale

## Faraday Neumann Lenz

Sia dato un magnete conduttore, per cui si considera il campo magnetico ortogonale alla superficie e uniforme. Sulla superficie scorre un circuito ad  $U$ , con resistenza  $R$ . Determinare l'espressione della corrente che fluisce nel circuito.

