

Prova di Fisica  
Concorso di Ammissione alla Scuola Superiore  
Settembre 2016

Il candidato svolga la seguente dissertazione e risolva il maggior numero possibile di esercizi.

**Dissertazione.** *L'interferenza di onde.*

Il candidato discuta il fenomeno dell'interferenza delle onde, esponendo in seguito un caso specifico o un'applicazione.

**Esercizio 1**

Un oggetto di massa  $m$  viene lanciato in verticale verso l'alto. In presenza di aria il tempo di ascesa  $t_1$  non è uguale al tempo di discesa  $t_2$ . Analogamente, la velocità iniziale  $u$  con la quale il corpo viene lanciato non è pari alla velocità finale  $v$  con la quale torna l'oggetto. Assumendo che la resistenza dell'aria sia modellata con una forza  $F$  costante, mostrare che

$$\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{g + F/m}{g - F/m}}; \quad \frac{v}{u} = \sqrt{\frac{g - F/m}{g + F/m}}.$$

**Esercizio 2**

L'equipaggio dell'astronave Millennium Chicken visita un sistema planetario composto da una stella di massa  $M$  e da alcuni pianeti la cui massa è molto piccola rispetto a  $M$ , che percorrono orbite circolari. Il sistema è immerso in una nube composta da una sostanza misteriosa la cui densità  $\rho$  è negativa e dipende dalla distanza  $r$  dal centro del sistema secondo la legge  $\rho(r) = -\lambda r$ , dove  $\lambda$  è una costante positiva. L'unica interazione fra questa sostanza e i pianeti è di tipo gravitazionale.

1. Determinare il valore della forza gravitazionale che agisce su un pianeta, in funzione di  $r$ .
2. Determinare le dimensioni della più grande orbita possibile.
3. Stabilire come viene modificata la terza legge di Keplero nel sistema planetario in esame.

### Esercizio 3

Un corpo di forma cubica immerso nell'acqua emerge per una frazione  $x$  del suo volume quando si trova in quiete. Solleviamo il corpo verticalmente fino a portarlo appena fuori dell'acqua, in modo che ne sfiori la superficie. Descrivere il moto del corpo una volta lasciato libero di cadere. Fino a che profondità massima scende il corpo?

### Esercizio 4

Negli anni '70 del secolo scorso, Bekenstein e Hawking stabilirono che l'entropia di un buco nero non rotante di massa  $M$  è  $S = \alpha M^2$ , dove  $\alpha$  è una costante universale. Si consideri il processo in cui due buchi neri, di masse  $M_1$  e  $M_2$ , si fondono formando un unico buco nero di massa  $M_1 + M_2 - \Delta M$ .

1. Determinare, utilizzando considerazioni termodinamiche, il valore massimo di  $\Delta M$ .
2. Il 14 settembre 2015 è stata rilevata la radiazione gravitazionale prodotta dalla fusione di due buchi neri. Le masse dei buchi neri iniziali e di quello risultante sono state stimate in 36, 29 e 62 masse solari, rispettivamente. Si calcoli la variazione percentuale di entropia del sistema, commentando il risultato.

### Esercizio 5

In un condensatore piano a facce parallele le armature hanno area  $S$  e si trovano a distanza  $d$ .

1. Trascurando gli effetti di bordo, determinare la capacità del condensatore, supponendo che fra le armature sia presente anche una lamina conduttrice di spessore  $a$ , distante  $x$  da una delle armature (ovviamente, si supponga che  $a+x < d$ ).
2. Usando il risultato precedente, determinare la capacità del condensatore supponendo che in esso vengano introdotte  $N$  lamine conduttrici di spessore trascurabile.