

Esame di ammissione al dottorato di ricerca in fisica  
fondamentale ed applicata, XXVI Ciclo - 21 Febbraio 2011

### COMPITO 1

**N.B. Il candidato deve svolgere, a sua scelta, SOLO UNO dei tre temi proposti ed UN MASSIMO di TRE ESERCIZI tra quelli sotto riportati. Il tema NON dovrà superare le TRE facciate di foglio protocollo.**

#### TEMI

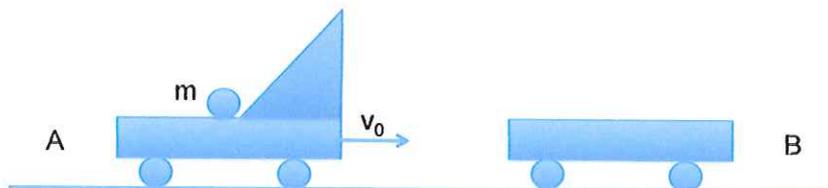
1. Discutere brevemente il concetto di massa inerziale e di massa gravitazionale e le prove sperimentali del principio di equivalenza.
2. Illustrare il fenomeno della risonanza in fisica e discuterne almeno due esempi.
3. I metodi numerici hanno acquistato sempre maggiore importanza sia per l'analisi dati degli esperimenti che per lo sviluppo di teorie. Discuterne un'applicazione.

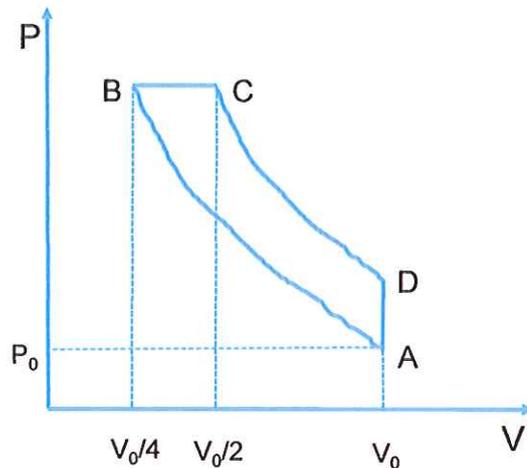
#### ESERCIZI

1. Un cilindro di massa  $m = 100$  kg è posizionato alla base di un piano inclinato solidale ad un carrello  $A$  che si muove con velocità  $v_0 = 4.0$  m/s (vedi Figura). Il sistema carrello+piano inclinato ha una massa di  $M_A = 500$  kg. Ad un certo istante il carrello  $A$  urta un secondo carrello  $B$  ( $M_B = 700$  kg) fermo. I due carrelli restano uniti dopo l'urto.

Calcolare:

- (a) la velocità dei due carrelli subito dopo l'urto;
- (b) la velocità dei due carrelli quando il cilindro raggiunge la massima altezza lungo il piano inclinato;
- (c) l'altezza massima a cui si porta il cilindro.





2. Si consideri per un gas ideale (con calori specifici  $c_v = 2R$  e  $c_p = 3R$ ) il ciclo termodinamico indicato in Figura. Notiamo che il processo  $A - B$  è adiabatico, il processo  $B - C$  è isobarico, il processo  $C - D$  è isotermico e il processo  $D - A$  è isocorico.

Assumendo che tutte le reazioni siano reversibili, si calcoli:

- la pressione del gas nello stato  $D$ ;
  - il lavoro compiuto da una macchina termica che funziona secondo il ciclo  $A - B - C - D$ ;
  - il rendimento della macchina termica.
3. La hamiltoniana per una particella di spin  $1/2$  è ( $\alpha, \mu$  costanti dimensionali reali;  $\hbar = 1$ ):

$$H = a\mathbf{S}^2 + \mu \cos\theta \mathbf{S}_x - \mu \sin\theta \mathbf{S}_y$$

Calcolare:

- gli autovalori di  $H$ ;
  - la probabilità che una misura di  $\mathbf{S}_x$  sugli autostati di  $H$  dia il valore  $1/2$ .
4. All'interno di una sfera di raggio  $R$  si ha un campo elettrico della forma  $\mathbf{E} = E_0 \hat{\mathbf{r}}$  con  $E_0$  costante.
- Si determini una densità di carica  $\rho$  compatibile con il campo elettrico assegnato;
  - a partire dalla densità di carica ottenuta al passo precedente, si calcoli il potenziale elettrostatico in tutti i punti dello spazio.

5. Supponiamo di avere un sistema tracciante costituito da una sequenza di tracciatori che al passaggio di una particella al minimo di ionizzazione fornisca in media 15 punti nello spazio. Per ridurre il rumore del rivelatore si considera traccia un segmento che sia costituito da almeno 8 punti. Con tracce al minimo di ionizzazione si misura la probabilità, pari allo 0.8%, che la particella non venga rivelata in 3 piani consecutivi. Calcolare
- (a) la probabilità di rivelare la traccia sul singolo tracciante;
  - (b) assumendo che l'efficienza del singolo tracciante sia il 100%, calcolare la probabilità che una traccia al minimo non venga ricostruita.