Preparazione alla Prova Nazionale delle Olimpiadi della Fisica (Senigallia 2014)
Calore; Interferenza e Diffrazione
Problemi scelti

Federico Grasselli (UniMoRe)

7 Aprile 2014

1 Svuotamento di un recipiente

Un recipiente di volume V è svuotato tramite una pompa d'aria a pistone. Ad ogni giro la pompa cattura un volume ΔV.
Quanti giri sono necessari per ridurre la pressione nel recipiente di η volte? Si assuma un processo isotermico e un gas ideale.

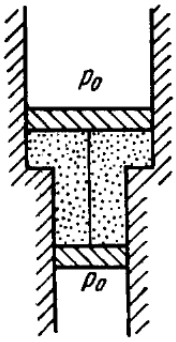
Soluzione

$$n = \frac{\ln \eta}{\ln(1 + \Delta V/V)} \tag{1}$$

2 Sistema a due pistoni

Un tubo verticale liscio avente due differenti sezioni è aperto da entrambe le estremità e dotato di due pistoni di area differente (pari a quella della rispettiva sezione del cilindro), in grado di scivolare senza attrito.

I due pistoni sono collegati da un sottile cavo rigido inestensibile, di massa trascurabile. Una mole di gas ideale è racchiusa tra i due pistoni. La differenza tra l'area della sezione superiore e quella inferiore è pari a $\Delta S = 10$ cm^2. La massa totale dei due pistoni è uguale a $m = 5,0$ kg. La pressione esterna è $p_0 = 1,0$ atm.
Di quanti Kelvin si dovrà aumentare la temperatura del gas contenuto tra i due pistoni per spostare (rigidamente) i due pistoni di $l = 5,0$ cm?



Soluzione

$$\Delta T \approx 0,9\,\mathrm{K} \tag{2}$$

3 Pistone conduttivo

Un pistone di materiale conduttivo può muoversi liberamente all'interno di un cilindro chiuso, termicamente isolato, riempito con un gas ideale. All'equilibrio il pistone divide il cilindro in due parti eguali e la temperatura del gas è pari a T_0. Il pistone viene poi spostato lentamente. Determinare la temperatura del gas in funzione del rapporto η tra i volumi delle due parti in cui il cilindro vien suddiviso dal pistone, in funzione dell'esponente adiabatico del gas, γ.

Soluzione

$$T = T_0 \left[\frac{(\eta+1)^2}{4\eta} \right]^{(\gamma-1)/2} \tag{3}$$

4 Un'espansione

Un gas ideale il cui esponente adiabatico è pari a γ viene espanso secondo la legge $p = \alpha V$, dove α è una costante. Il volume iniziale del gas è pari a V_0. In seguito all'espansione il volume aumenta di η volte.
Trovare:

a. l'incremento dell'energia interna del gas;

b. il lavoro compiuto dal gas;

c. la capacità termica molare del gas nel processo.

Soluzione

a.

$$\Delta U = \alpha V_0^2 \frac{\eta^2 - 1}{\gamma - 1}; \tag{4}$$

b.

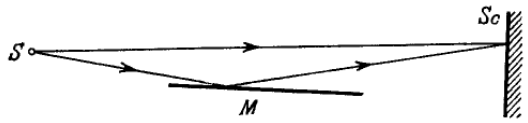
$$W = \frac{1}{2} \alpha V_0^2 (\eta^2 - 1); \tag{5}$$

c.

$$C = \frac{1}{2} R \frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}. \tag{6}$$

5 Specchio di Lloyd

In un esperimento (specchio di Lloyd) un'onda luminosa emessa direttamente dalla sorgente (coerente) S fa interferenza con l'onda luminosa riflessa da uno specchio M. Come risultato si osserva un *pattern* di interferenza a frange sullo schermo Sc.



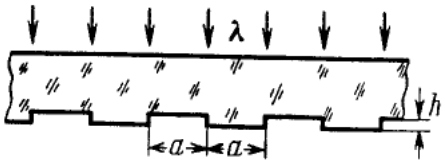
La sorgente e lo specchio sono separati da una distanza $l = 100$ cm. A una certa posizione della sorgente la larghezza di una frangia sullo schermo era pari a $\Delta x = 0,25$ mm, e dopo che la sorgente è stata mossa di $\Delta h = 0,60$ mm dal piano dello specchio, la larghezza di frangia diminuisce di $\eta = 1,5$ volte.
Determinare la lunghezza d'onda della radiazione.

Soluzione

$$\lambda = 2\Delta x \Delta h / l(\eta - 1) = 0,6\mu\text{m} \tag{7}$$

6 Diffrazione di Fraunhofer su un oggetto di fase

Un'onda piana monocromatica di lunghezza d'onda λ incide normalmente su un'oggetto di fase qual è quello in figura, di indice di rifrazione n.



Trovare la profondità h delle linee del reticolo di fase alla quale l'intensità del massimo centrale di Fraunhofer è uguale a zero.
Qual è in questo caso l'angolo di diffrazione corrispondente al primo massimo?

Soluzione

$$h_k = \lambda \frac{k - 1/2}{n - 1}, \qquad \text{con } k = 1, 2, \ldots; \tag{8}$$

$$a \sin(\theta_1) = \frac{\lambda}{2} \tag{9}$$