

**Corso di Laurea: Fisica**  
**Esame: Termodinamica e Fluidodinamica**  
**Data: 21 febbraio 2025, ore 9:00**  
**Aula: Edificio H3, Aula 1B**

**Esercizio n.1**

Quattro moli di gas perfetto biatomico occupano un volume iniziale  $V_A = 20$  l ad una temperatura  $T_A = 500$  K. Il gas compie le seguenti trasformazioni:

A-B: Adiabatica reversibile fino a  $V_B = 2V_A$ ,

B-C: Espansione libera fino a  $V_C = 4V_A$ ,

C-D: Isocora irreversibile<sup>1</sup> fino a  $T_D = 200$  K,

D-E: Isobara reversibile fino al volume iniziale,

E-A: Isocora irreversibile fino alla temperatura iniziale.

Valutare il lavoro ed il rendimento del ciclo, la variazione di entropia dell'universo ed il rendimento dell'equivalente macchina di Carnot che operi tra le temperature massime e minime raggiunte dal gas durante il ciclo.

Facoltativo: calcolare il valore di  $T_D$  per il quale il ciclo ha rendimento nullo e rappresentare graficamente il ciclo che ne risulta.

**Esercizio n.2**

Dalla teoria cinetica dei gas abbiamo ricavato la relazione tra pressione  $p$  e densità di energia interna (energia per unità di volume) di un gas di fotoni:

$$p = \frac{1}{3}u$$

La densità di energia interna per un gas di fotoni è funzione solo della temperatura e vale

$$u(T) = bT^4$$

con  $b$  costante. Immaginate che un sistema composto da tale gas compia un ciclo reversibile essendo in contatto con due soli serbatoi a temperatura  $T_1$  e  $T_2$ . Disegnate il grafico nel piano di Clapeyron, calcolate i calori scambiati durante le trasformazioni ed il rendimento del ciclo. Quali sono le dimensioni della costante  $b$ ?

**Esercizio n.3**

Da un grande serbatoio, attraverso un rubinetto collegato ad un tubo di 1 cm di diametro esce, con una portata costante di 10 litri al minuto, l'acqua necessaria per annaffiare il giardino. Per annaffiare le piante più lontane si ostruisce parzialmente il tubo con il pollice, prima metà e poi 3/4 dell'apertura. Trovare la velocità dell'acqua in uscita dal tubo, la pressione necessaria (nel serbatoio) e la massima distanza raggiungibile dal getto d'acqua nei tre casi considerati. Tutti i fluidi in gioco sono ideali ( $\rho_{H_2O} = 1$  g/cm<sup>3</sup>).

---

<sup>1</sup>per convenzione un'isocora irreversibile è una trasformazione a volume costante in cui il sistema viene messo a contatto con un serbatoio fino a raggiunge l'equilibrio termico