



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



Dipartimento di

Fisica

Dipartimento d'Eccellenza 2023-2027

ESERCITAZIONI DI TERMODINAMICA E FLUIDODINAMICA (E ONDE)

Esercitatore: dott. Davide Fuligno
a.a. 2025/26

Indice

1	TERMODINAMICA	1
1.1	Esercitazione 1 - 16 marzo 2026	1
1.2	Esercitazione 2 - 24 marzo 2026	2
1.3	Esercitazione 3 - 30 marzo 2026	3
1.4	Esercitazione 4 - 13 marzo 2026	4

1 TERMODINAMICA

1.1 Esercitazione 1 - 16 marzo 2026

1. Del gas perfetto monoatomico è contenuto dentro un cilindro con un pistone (di massa trascurabile). Inizialmente il gas occupa un volume $V_0 = 2.0$ litri, la sua temperatura è di $T_0 = 27^\circ\text{C}$ e la sua pressione (pari a quella atmosferica esterna) è di $p_0 = 1.0$ atm. Si riscalda lentamente il gas fino a che il suo volume non diviene di $V = 2.5$ litri.
 - a) Qual'è il numero di moli del gas?
 - b) Quale lavoro L compie il gas durante la trasformazione?
 - c) Quanto calore Q ha assorbito?
2. Un recipiente cilindrico a pareti adiabatiche, con asse disposto orizzontalmente, è diviso in 3 parti A , B e C da due pistoni adiabatici di superficie $S = 4 \text{ dm}^2$ e scorrevoli senza attrito (vedi Figura 1). La camera A contiene $n = 1$ mol di gas perfetto monoatomico alla temperatura $T_A = 273 \text{ K}$ e volume $V_A = 11.2$ litri. Nella camera B vi è il vuoto e i pistoni sono tenuti separati da una molla di costante elastica $k = 8 \times 10^4 \text{ N/m}$ e lunghezza a riposo $l_0 = 0.3 \text{ m}$. Nella camera C vi è il vuoto.

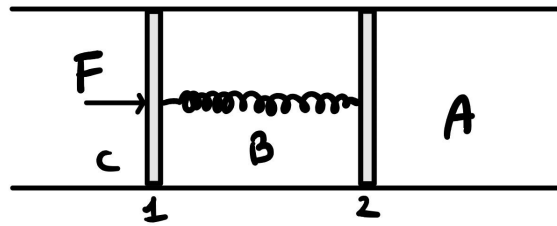


Figura 1: Esercizio 2

- a) In condizioni di equilibrio, si determini il modulo F della forza perpendicolare al pistone 1 necessaria per tenere fermo il pistone esterno, e quanto vale la compressione Δx della molla
 - b) Si aumenta F in modo da far spostare i pistoni 1 e 2 dei tratti $d_1 = 0.1 \text{ m}$ e $d_2 = 0.05 \text{ m}$, rispettivamente: la trasformazione è irreversibile e il lavoro compiuto dalla forza F è $L = 850 \text{ J}$. Si calcoli la temperatura finale T_A^* e la pressione finale p_A^* del gas nella nuova condizione di equilibrio
3. Due gas diversi, schematizzabili come gas perfetti O_2 e N_2 occupano due volumi adiacenti uguali e si trovano alla stessa pressione p_0 . La temperatura dell'ossigeno è $T_1 = 20^\circ\text{C}$, quella dell'azoto è $T_2 = 40^\circ\text{C}$. Mediante l'apertura di un rubinetto i gas vengono messi in comunicazione.
 - a) Determinare il rapporto in massa fra O_2 e N_2 presenti nel recipiente (peso molecolare $O_2 = 32$, $N_2 = 28$)
 - b) Trovare la temperatura di equilibrio
 - c) Calcolare la pressione della miscela gassosa all'equilibrio in funzione di p_0 .

1.2 Esercitazione 2 - 24 marzo 2026

1. La costante solare, ossia la potenza termica che giunge sulla terra dal sole è $W = 1340 \text{ W/m}^2$ appena al di sopra dell'atmosfera.
 - a) Considerando la terra come un corpo nero (e trascurando variazioni giorno-notte della temperatura e l'effetto serra), trovare la sua temperatura media;
 - b) Tenuto conto delle seguenti distanze medie dal sole: Mercurio $d = 69.7 \cdot 10^9 \text{ m}$, Terra $d = 152.1 \cdot 10^9 \text{ m}$, Saturno $d = 1507 \cdot 10^9 \text{ m}$, calcolare le costanti solari per Mercurio e Saturno e le temperature medie di questi due pianeti.
2. Si consideri un gas reale, descritto dall'equazione di stato di Van der Waals:

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

- a) Scrivere l'equazione delle trasformazioni adiabatiche reversibili per i gas reali;
- b) Trovare l'espressione dell'energia interna;
- c) Mostrare che un gas reale espandendosi adiabaticamente nel vuoto si raffredda.

Suggerimento: usare la seguente formulazione differenziale del calore:

$$\delta Q = nc_V dT + T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V dV$$

3. Il cilindro di Fig 2 a pareti adiabatiche è chiuso da un pistone pure adiabatico, mobile e senza attrito, ed è diviso da un setto diatermico e fisso. A e B occupano inizialmente lo stesso volume V_0 e contengono rispettivamente $n_A = x$ e $n_B = 1$ moli di gas monoatomico in equilibrio termico a $T_i = 300 \text{ K}$. Il pistone viene lasciato scorrere reversibilmente ed il gas in B raggiunge un volume $4V_0$ ed una temperatura finale di 250 K .

- a) Determinare il numero di moli n_A ;
- b) Calcolare il lavoro compiuto dal sistema;

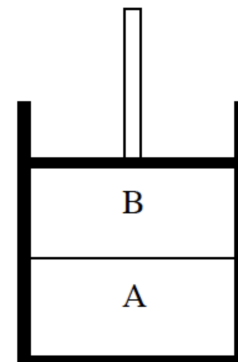


Figura 2: Esercizio 3

1.3 Esercitazione 3 - 30 marzo 2026

1. Si consideri un'aula informatica usata da 10 studenti. L'aula va mantenuta alla temperatura costante di 22°C , ha una superficie disperdente $S = 200\text{ m}^2$, pareti spesse $D = 25\text{ cm}$ e conducibilità termica $K = 0.5\text{ W}/(\text{m K})$. Ogni studente emette metabolicamente circa 100 W di potenza termica, e ogni postazione computer accesa dissipa altri 150 W . L'aula è climatizzata da una macchina di Carnot reversibile.
 - a) Determinare la potenza elettrica che il climatizzatore deve assorbire per mantenere costante la temperatura dell'aula se la temperatura esterna è di 9°C ;
 - b) Confrontare il risultato del punto precedente con la potenza necessaria qualora l'aula sia priva di studenti e coi computer spenti.
2. 3 moli di gas biatomico ideale inizialmente a $T = 0^{\circ}\text{C}$ e a pressione atmosferica, compiono il ciclo costituito dalle seguenti trasformazioni: **AB** isobara irreversibile fino al doppio del volume iniziale; **BC** adiabatca reversibile fino al triplo del volume iniziale; **CD** isobara reversibile fino a $T = 0^{\circ}\text{C}$; **DA** isoterma reversibile a chiudere il ciclo. Sapendo che durante l'isobara irreversibile il calore assorbito è 22 kJ , si calcoli:
 - a) Il lavoro compiuto dal ciclo;
 - b) Il rendimento del ciclo;
 - c) Il rendimento del ciclo nell'ipotesi di una espansione isobara reversibile;
 - d) l'equivalente rendimento di un ciclo di Carnot che operi fra le temperature massime e minime del ciclo.
3. Il ciclo di Diesel, usato nei motori termici, è composto da 4 trasformazioni: una compressione adiabatca, seguita da un'espansione isobara, poi c'è un'altra espansione adiabatca fino al volume iniziale ed infine il ciclo viene chiuso con una trasformazione isocora. Si consideri quindi un motore diesel reversibile che contiene al suo interno aria, che approssimiamo a gas perfetto biatomico. Nello stato iniziale, l'aria è a una pressione $p_1 = 1.0\text{ bar}$ e ad una temperatura di $T_1 = 300\text{ K}$. Nella compressione adiabatca il volume viene ridotto di un fattore 18 (si definisce rapporto di compressione $r = V_1/V_2 = 18$). Successivamente, grazie alla combustione del carburante, abbiamo l'immissione di calore a pressione costante fino al raggiungimento della temperatura $T_3 = 2000\text{ K}$ ¹. Il ciclo viene quindi chiuso da un'espansione adiabatca fino al volume iniziale V_1 e una trasformazione isocora.
 - a) Determinare il rendimento del ciclo di Diesel;
 - b) Cosa succede all'aumentare del rapporto di compressione r ? Discutere il comportamento limite di un ciclo di Diesel e confrontare il risultato con quello di un ciclo di Carnot operante fra le stesse temperature.

¹risulta utile definire $\alpha = V_3/V_2$

1.4 Esercitazione 4 - 13 marzo 2026

1. Una mole di gas perfetto si espande da un volume V ad un volume αV . Si calcoli la variazione di entropia del gas e dell'Universo nel caso (a) in cui l'espansione sia isoterma e reversibile, e nel caso (b) in cui l'espansione sia libera. Si sostituisca poi il gas perfetto con un gas reale che obbedisca all'equazione di van der Waals e si calcoli la variazione di entropia del gas e dell'Universo nel caso (a). Discussione: cosa succede nel caso (b)?
2. Due moli di un gas perfetto biatomico compiono in senso orario un ciclo composto da una compressione isobara reversibile, una trasformazione isocora reversibile che riporta il gas alla temperatura iniziale, un'espansione isobara reversibile che lo riporta al volume iniziale, ed infine il ciclo viene chiuso ponendo il sistema in contatto termico con il serbatoio alla temperatura iniziale a volume costante. Calcolare (a) il rendimento del ciclo, (b) la variazione di entropia dell'Universo, ed infine (c) il rendimento del corrispondente ciclo di Carnot che operi tra le temperature massima e minima raggiunte. La temperatura iniziale è di 200 K e le pressioni minima e massima del ciclo sono rispettivamente 1 e 1.5 atm.
3. Per fare un tè, si prende una tazza d'acqua di 200 cm^3 a temperatura ambiente (20°C), la si riscalda fino a 90°C mettendola a contatto per un certo tempo con un serbatoio a 300°C , e poi la si lascia raffreddare fino a 40°C . Calcolare la variazione di Entropia dell'Universo. Se si lascia raffreddare il tè fino alla temperatura ambiente, quant'è la variazione di Entropia dell'Universo in questo caso?