

Corso passerella

Esame di fisica 2022

Matteo Frongillo

3 maggio 2024

Materiale ammesso

a) Materiale personale

Ogni studente può avere:

- i) del materiale per scrivere e disegnare (penna, matita, gomma, riga, squadra, goniometro, compasso);
- ii) una calcolatrice non grafica;
- iii) il formulario ufficiale: *Formulari e tavole*.

b) Materiale fornito appositamente per l'esame

Ogni studente riceve:

- i) il testo dell'esame;
- ii) alcuni fogli timbrati da usare per redigere le soluzioni da consegnare e la brutta copia.

Indicazioni concernenti il punteggio

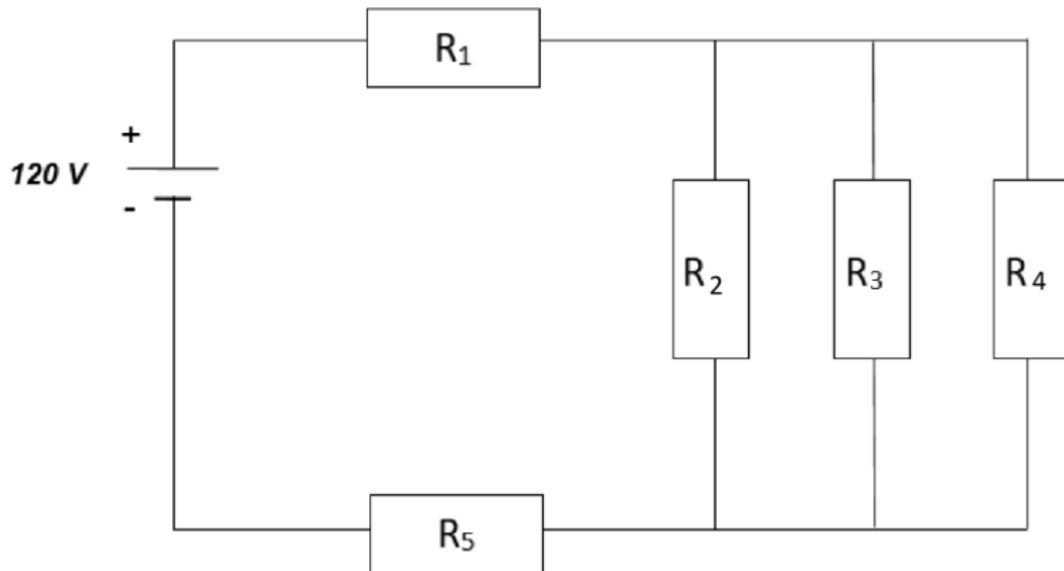
- a) Per ogni esercizio è indicato il punteggio massimo complessivo, ossia quello ottenuto qualora l'esercizio sia svolto completamente e correttamente;
- b) La parte di *fisica* vale un terzo dell'esame di *Scienze sperimentali*.

Esercizio 1 - *Circuito con resistori*

Punteggio complessivo: 11 punti

Considera il circuito nella figura, costituito da una batteria da 120 V e cinque resistori collegati da cavi di rame (di resistenza trascurabile).

Le resistenze valgono: $R_1 = 20.0\ \Omega$, $R_2 = 15.0\ \Omega$, $R_3 = 10.0\ \Omega$, $R_4 = 30.0\ \Omega$, $R_5 = 25.0\ \Omega$.



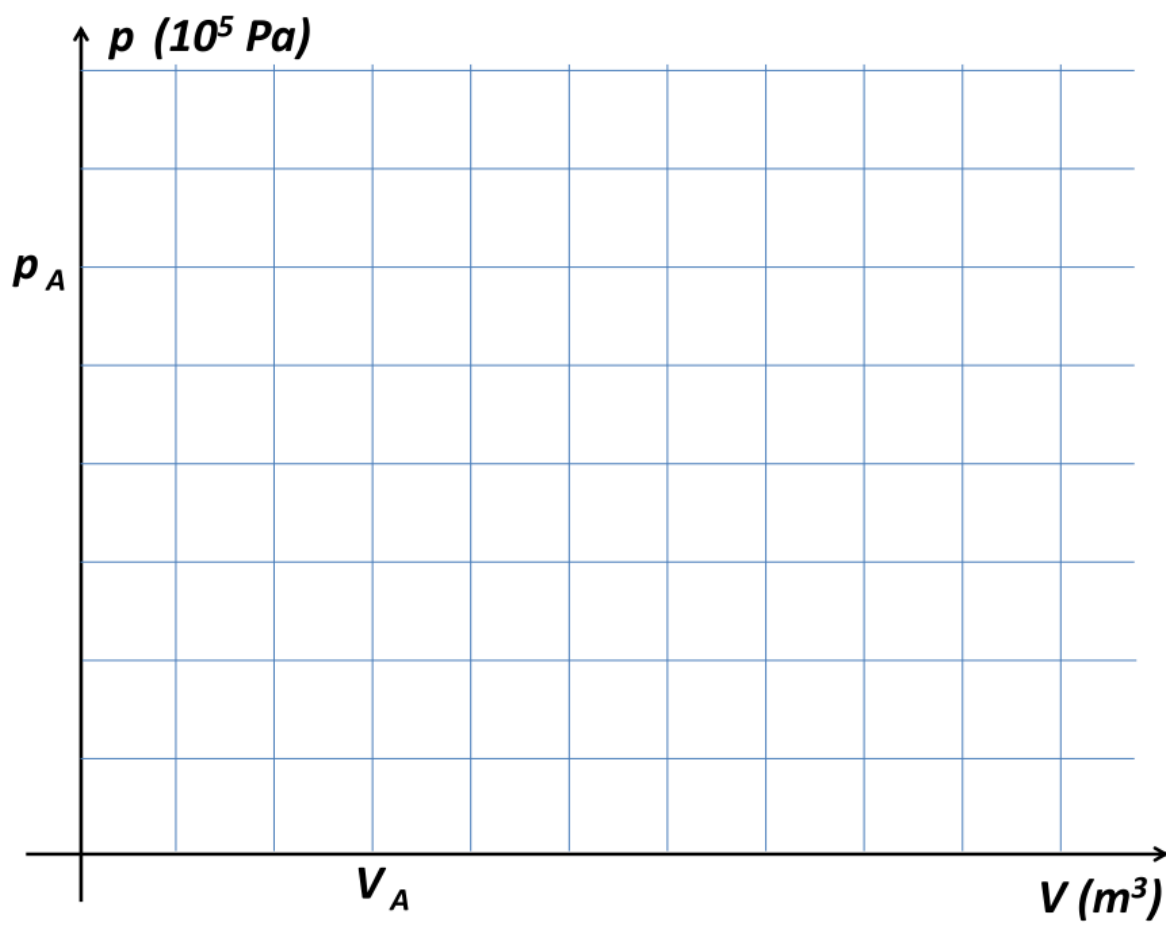
- Determina la resistenza equivalente dell'intero circuito.
- Dimostra che la corrente che attraversa il resistore R_1 vale 2.40 A.
- Determina l'intensità della corrente che attraversa il resistore R_4 .
- Determina la differenza di potenziale elettrico ai capi del resistore R_5 .
- Stabilisci quale dei cinque resistori dissipa la maggior potenza e determina tale potenza.
- Determina il numero di singoli elettroni che "entrano" (ed "escono") dal resistore R_2 in 5.00 s.

Esercizio 2 - *Ciclo termodinamico*

Punteggio complessivo: 12 punti

Una determinata quantità di gas perfetto (o ideale) viene sottoposta ad una serie di trasformazioni che costituiscono un ciclo termodinamico. Si considerino le seguenti descrizioni delle trasformazioni e si risponda alle domande poste.

- a) Il gas si trova inizialmente nello stato A , nel quale si occupa un volume $V_A = 8.00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ alla temperatura $T_A = 300 \text{ K}$ e alla pressione $p_A = 3.00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
 - i) Il gas viene portato nello stato B , mantenendo la pressione costante e raddoppiando il volume. Determinare la temperatura T_B raggiunta dal gas nello stato B
 - ii) Il gas viene in seguito portato nello stato C , mantenendo sempre la temperatura costante e riducendo la pressione a $2/3$ di quella nello stato B . Determinare il volume V_C raggiunto dal gas nello stato C .
 - iii) Mantenendo il volume costante, la pressione viene abbassata fino a raggiungere lo stato D , nel quale il gas assume nuovamente la temperatura T_A che aveva inizialmente. Determinare la pressione P_D raggiunta dal gas nello stato D
 - iv) Il gas viene, infine, riportato nello stato di partenza A , riducendo il suo volume e aumentando la sua pressione a temperatura $T_D = T_A$ costante.
- b) Si rappresenti il ciclo, in modo qualitativo ma accurato, ovvero con tutti i dettagli del caso (valori di volume, pressione, temperatura nei quattro stati), nel diagramma $p(V)$ della pagina seguente.
- c) Si risponda inoltre alle seguenti domande a proposito degli scambi di energia durante le diverse trasformazioni
 - i) Nel passare dallo stato A allo stato B , il gas riceve o cede energia sotto forma di lavoro meccanico, rispettivamente sotto forma di calore?
 - ii) Nel passare dallo stato B allo stato C , l'energia interna del gas aumenta, diminuisce o rimane invariata?
 - iii) Nel passare dallo stato C allo stato D , l'energia interna del gas cambia per effetto di uno scambio di lavoro o di calore?

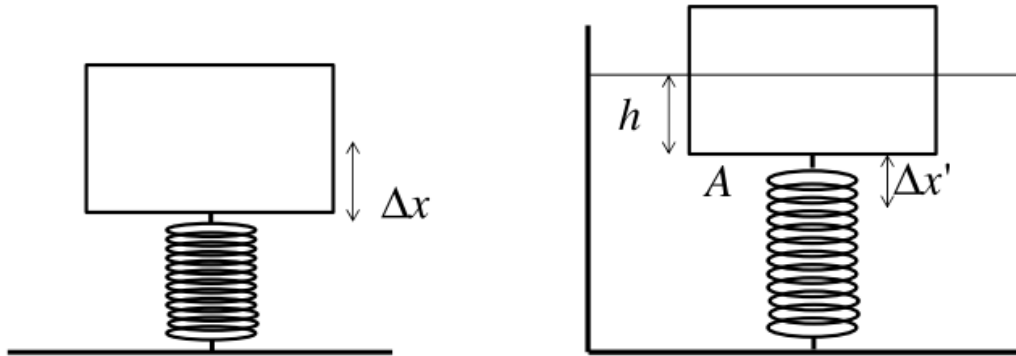


Esercizio 3 - *Equilibrio tra forze*

Punteggio complessivo: 11 punti

Un parallelepipedo rettangolo di massa $M = 200$ g viene appoggiato su di una molla di massa trascurabile con costante elastica $k = 30.0$ N/m (figura a sinistra).

- a) Si rappresentino le forze che agiscono sul parallelepipedo e si calcoli quanto vale la compressione Δx della molla.



Quando si immerge il parallelepipedo poggiato sulla molla in un liquido di densità $\rho = 870$ kg/m³ (figura a destra), si osserva che galleggia, restando immerso per $h = 3.00$ cm. Inoltre, a differenza della prima situazione, ora l'allungamento della molla rispetto alla lunghezza di riposo è $\Delta x'$.

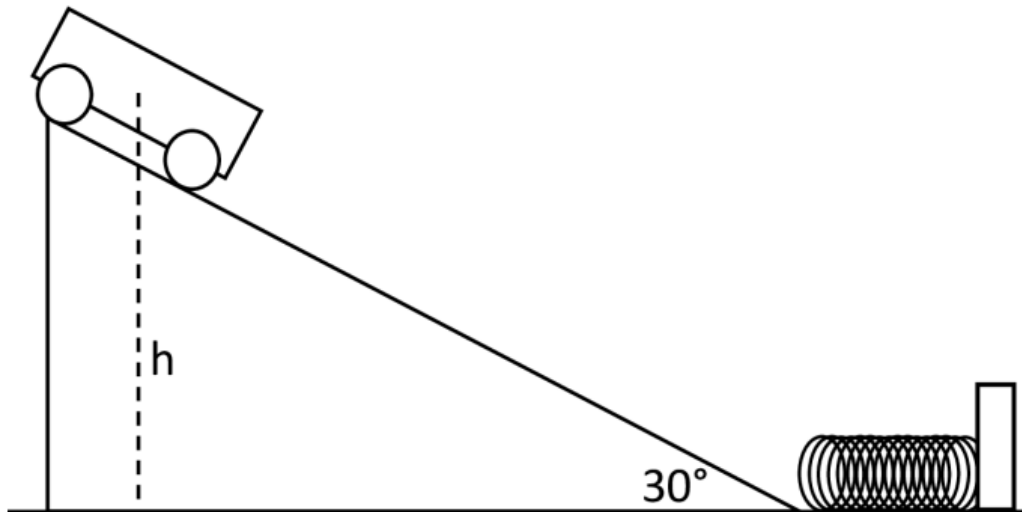
Nella nuova situazione:

- b) Si disegnino le forze che agiscono sul parallelepipedo;
c) Si scriva l'equazione di equilibrio delle forze agenti sul parallelepipedo;
d) Se l'area di base A del parallelepipedo è di 1.20 dm², si determini l'allungamento $\Delta x'$

Esercizio 4 - *Un carrello*

Punteggio complessivo: 12 punti

Una molla di costante elastica k è posta, in orizzontale, al termine di un piano inclinato di 30.0° , sul quale si muove un carrello di massa $m = 150$ g. Come si vede in figura, il carrello è inizialmente fermo a un'altezza $h = 30.0$ cm, quando viene liberato (consideralo puntiforme).



SITUAZIONE A: trascurando ogni forma di attrito.

- a) Calcola l'intensità della forza normale del piano sul carrello;
- b) Calcola la velocità del carrello quando arriva sulla molla;
- c) Determina l'altezza massima h' raggiunta dal carrello risalendo sul piano dopo il rimbalzo sulla molla.

A seguito dell'impatto con il carrello, la molla raggiunge una compressione massima di $\Delta x = 2.50$ cm:

- d) Quanto vale l'energia potenziale elastica immagazzinata dalla molla?
- e) Calcola la costante elastica k della molla.

SITUAZIONE B: con un attrito radente dinamico tra piano e carrello.

In presenza di attrito, liberando il carrello sempre dalla quota $h = 30.0$ cm, si osserva una compressione massima della molla di $\Delta x' = 2.00$ cm.

- a) Determina il coefficiente di attrito dinamico μ tra carrello e piano;
- b) Rappresenta le forze cui è sottoposto il carrello nella risalita (una volta abbandonata la molla);
- c) Determina l'altezza massima h'' raggiunta dal carrello risalendo sul piano dopo il rimbalzo sulla molla.

Soluzioni

Esercizio 1

1a)

$$\begin{aligned}R_{tot} &= R_1 + R_5 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} \\&= 20\Omega + 25\Omega + \frac{1}{\frac{1}{15\Omega} + \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{30\Omega}} \\&= 50\Omega\end{aligned}$$

1b)

$$\begin{aligned}U &= R \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R} \\I &= \frac{120V}{50\Omega} = 2.4A\end{aligned}$$

1c)

$$\begin{aligned}I_{R_4} &= \frac{R_2 \parallel R_3}{R_2 \parallel R_3 + R_4} \cdot I_{tot} \\R_2 \parallel R_3 &= \frac{1}{\frac{1}{15\Omega} + \frac{1}{10\Omega}} = 6\Omega \\I_{R_4} &= \frac{6\Omega \cdot 2.4V}{6\Omega + 30\Omega} = 0.4V\end{aligned}$$

1d)

$$\begin{aligned}U &= R \cdot I \\U &= 25\Omega \cdot 2.4A = 60V \\ \text{Ponendo } U_0 &= 0V \\ \Delta U &= U - U_0 = 60V - 0V = 60V\end{aligned}$$

1e)

$$\begin{aligned}\begin{cases} P = U \cdot I \\ U = R \cdot I \end{cases} &\Rightarrow P = R \cdot I^2 \\P_5 &= 25\Omega \cdot (2.4A)^2 = 144W\end{aligned}$$

1f)

$$\begin{aligned}N_{e^-} &= \left| \frac{I \cdot t}{\text{Carica elettrica } e^-} \right| \\N_{e^-} &= \left| \frac{2.4A \cdot 5s}{-1.602 \cdot 10^{-19}C} \right| \approx 7.5 \cdot 10^{19} \text{ elettroni}\end{aligned}$$

Esercizio 2

2a)

LEGGE DEI GAS PV=nRT

$$nR = costante \Rightarrow \frac{V_i \cdot p_i}{T_i} = \frac{V_f \cdot p_f}{T_f}$$

.i)

$$\textcircled{A} \begin{cases} V_A = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p_A = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ T_A = 300 \text{ K} \end{cases}$$

$$\textcircled{A} \Rightarrow \textcircled{B}$$

$$\frac{V_A \cdot p_A}{T_A} = \frac{2V_A \cdot p_A}{T_B} \Rightarrow T_B = \frac{T_A}{V_A} \cdot 2V_A \Rightarrow T_B = \frac{300 \text{ K}}{8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} \cdot 16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \Rightarrow T_B = 600 \text{ K}$$

.ii)

$$\textcircled{B} \Rightarrow \textcircled{C}$$

$$\frac{2V_A \cdot p_A}{T_B} = \frac{V_C \cdot 2p_A}{3T_B} \Rightarrow V_C = \frac{2V_A \cdot 3p_A}{2p_A} \Rightarrow V_C = \frac{16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 3(3 \cdot 10^5) \text{ Pa}}{2(3 \cdot 10^5) \text{ Pa}} \Rightarrow V_C = 0.024 \text{ m}^3$$

.iii)

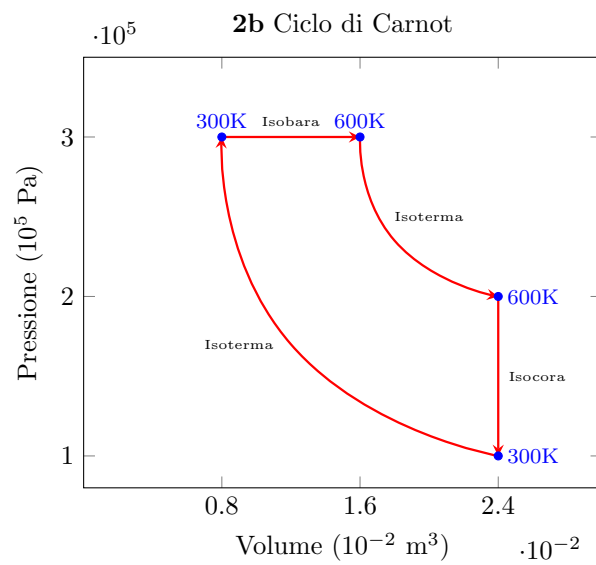
$$\textcircled{C} \Rightarrow \textcircled{D}$$

$$\frac{V_C \cdot 2p_A}{3T_B} = \frac{V_C \cdot p_D}{T_A} \Rightarrow p_D = \frac{2p_A \cdot T_A}{3T_B} \Rightarrow p_D = \frac{2(3 \cdot 10^5 \text{ Pa}) \cdot 300 \text{ K}}{3 \cdot 600 \text{ K}} \Rightarrow p_D = 10^5 \text{ Pa}$$

.iv)

$$\textcircled{D} \Rightarrow \textcircled{A}$$

2b)



2c)

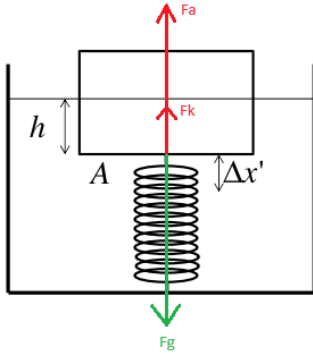
- .i) Il gas si espande tramite lavoro meccanico, di conseguenza si riscalda.
- .ii) La temperatura rimane costante e non causa differenze di energia, dunque rimane invariata.
- .iii) La temperatura diminuisce a causa di uno scambio di calore.

Esercizio 3

3a) $\vec{F} = m \cdot g \Rightarrow F = 0.2kg \cdot 9.81 \frac{N}{kg} = 1.962N$

$$\Delta x = \frac{F}{k} \Rightarrow \Delta x = \frac{1.962N}{30 \frac{N}{m}} = 0.0654m = 65.4mm$$

3b)



3c) $\vec{F}_g = \vec{F}_A + \vec{F}_k \Rightarrow mg = \rho g V + k \Delta x'$

3d) $1.962N = 870 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \cdot 0.012m^2 \cdot 0.03m + 30 \frac{N}{m} \cdot \Delta x' \Rightarrow \Delta x' = -0.037m = -3.7cm$
La molla si comprime di 3.7 cm.

Esercizio 4

4a.a) $\vec{F}_N = m \cdot g \cdot \cos(\alpha) \Rightarrow F_N = 0.15kg \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \cdot \cos(30^\circ) = 1.28 \text{ N}$

4a.b) $\frac{v^2}{2} = g\Delta h \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = 2.4 \frac{m}{s}$

4a.c) $h' = h \rightarrow$ Non essendoci attrito l'energia cinetica rimane invariata.

4a.d) $U_K = \frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{29.43 \frac{N}{m} \cdot (0.025m)^2}{2} = 9.2 \cdot 10^{-3} J$

4a.e) $k = \frac{m \cdot g \cdot \sin(\alpha)}{\Delta x} = 29.43 \frac{N}{m}$

4b.a) $m \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot \mu = k\Delta x' \Rightarrow \mu = \frac{k\Delta x'}{m \cdot g \cdot \sin(\alpha)} \Rightarrow \mu = \frac{29.43 \frac{N}{m} \cdot 0.02m}{0.74N} = 0.8$

4b.b) TODO

4b.c) $\frac{k(\Delta x')^2}{2} = mgh' + \vec{F}_k \Rightarrow \frac{k\Delta x'^2}{2} = mgh' + \mu m \cdot g \cdot \cos(\alpha) \frac{h'}{\sin(\alpha)}$
 $h' = \frac{\frac{1}{2}k\Delta x'^2}{mg + \mu \cdot mg \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}} \Rightarrow h' = 1.68 \cdot 10^{-3} = 1.68mm$