

Liceo Scientifico "E. Fermi" Bologna

Prova comune di Fisica per le classi quarte

30 aprile 2015

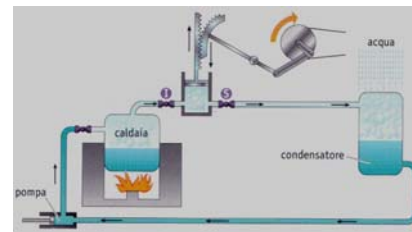
La prova tratta due argomenti svolti nella programmazione delle quarte classi: Termodinamica e Onde. Per ogni argomento sono proposte due tracce con domande sia teoriche che quantitative. Per ogni argomento lo studente scelga una sola traccia e la svolga completamente. Quindi la prova sarà considerata completa se presenterà una traccia di Termodinamica e una di Onde svolta correttamente. A fianco di ogni domanda troverai il punteggio corrispondente. Per ottenere il massimo dovrai risolvere i quesiti che richiedono risposte numeriche impostando la soluzione prima dal punto di vista algebrico, poi trovando la formula risolutiva da utilizzare. Per tutti i quesiti indica i principi applicati e commenta brevemente i passaggi salienti, accompagnando eventualmente lo sviluppo con disegni rappresentanti le situazioni descritte. Puoi usare la tua calcolatrice.

TERMODINAMICA

Traccia 1

Le prime macchine termiche furono costruite alla fine del 1600.

Denis Papin nel 1679 costruisce la prima pentola a pressione e nel 1707 la prima macchina a vapore su battello. Nel 1695 Savery crea una macchina per estrarre acqua dalle miniere. La prima vera macchina a vapore è di Newcomen del 1705 capace di sostituire decine di cavalli nell'operazione di drenaggio dell'acqua. Un progresso sostanziale fu fatto da Watt nel 1769 che riuscì a migliorare l'efficienza della macchina a termica a vapore e anche il consumo.

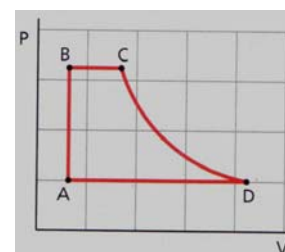


Il ciclo termodinamico di Rankine è impiegato nelle macchine termiche a vapore.

- [a] Dai una definizione di macchina termica [1 punto]
- [b] Spiega un ciclo termodinamico di una macchina termica che conosci [1 punto]
- [c] Dai la definizione di rendimento di una macchina termica [1 punto]

Risolvi il seguente problema

Il ciclo termico di Rankine (vedi figura) è formato da una isocora in cui il vapore (che si può considerare un gas perfetto) aumenta la pressione nel cilindro, il pistone si muove in un'espansione isobara seguita da un'espansione adiabatica che raffredda il gas del cilindro.



Il pistone ricomprime il gas con una trasformazione isobara che riporta il gas al punto di partenza.

Probabilmente la macchina a vapore del tempo non riusciva a utilizzare il vapore a temperature molto alte.

Considera un cilindro con volume iniziale pari a $V_A = 5,00$ L contenente un gas biatomico (il vapore acqueo non è un gas biatomico, ma usa questa approssimazione). Inizialmente nel cilindro il gas si trova a temperatura ambiente ($T_A = 293$ K; $P_A = 1,00 \times 10^5$ Pa). Dopo il riscaldamento a volume costante la pressione sale a $P_B = 1,40 \times 10^5$ Pa. L'espansione isobara porta il volume al valore $V_C = 5,50$ L.

- a) Determina quante moli di gas sono coinvolte nel ciclo. [p.ti 1]
- b) Calcola i valori di pressione, volume e temperatura nei punti A, B, C e D del ciclo [p.ti 3]
- c) Calcola il lavoro del ciclo [p.ti 1]
- d) Trova il rendimento del ciclo [p.ti 2]

Traccia 2

Il fratellino piccolo di Marco in una calda giornata d'estate dice al fratello di aprire la porta del frigorifero della cucina in modo da raffreddare l'ambiente.

Marco spiega al fratellino che questo non è possibile.

- [a] Spiega anche tu perché questo non è possibile. [1 punto]
- [b] Dai una definizione di macchina frigorifera [1 punto]
- [c] Spiega un ciclo termodinamico di una macchina frigorifera che conosci. [1 punto]
- [d] Dai la definizione di rendimento per una macchina frigorifera. [1 punto]



Risolvi il seguente problema

Marco vuole invitare 5 suoi amici a merenda e pensa di preparare un ghiacciolo a testa. Compra al supermercato un chilogrammo di arance spendendo 2,99 euro. Spremendole ottiene il 45% di succo ad una temperatura di 25°C . La temperatura dell'ambiente esterno è di 28°C .

Il suo frigorifero è di classe energetica A+ e può mantenere una temperatura interna del congelatore di -18°C ed ha un consumo energetico annuo di 385,00 kWh. Il tempo impiegato per la formazione dei ghiaccioli è di due ore.

Un ghiacciolo comprato al Bar Mario, costa 1,10 euro e Marco vuole conoscere quanto ha risparmiato. Legge l'ultima bolletta che il fornitore dell'energia elettrica ha spedito: 60,97 euro per 172 kWh di consumo energetico.

- a) Quanto calore viene ceduto alla stanza durante la preparazione dei ghiaccioli. [p.ti 2]

b) Calcola il coefficiente di prestazione del frigorifero di Marco e quello massimo per una macchina di Carnot inversa impiegata come frigorifero. [p.ti 2]

c) Calcola il costo unitario di un ghiacciolo prodotto da Marco e determina il risparmio percentuale. [p.ti 2]

(calore specifico $c=3,95 \times 10^3 \text{ J/kg K}$; calore latente di fusione $\lambda_f=2,97 \times 10^3 \text{ J/kg}$; calore specifico del ghiaccio $c_{gh}=2,04 \times 10^3 \text{ J/kg K}$)

ONDE

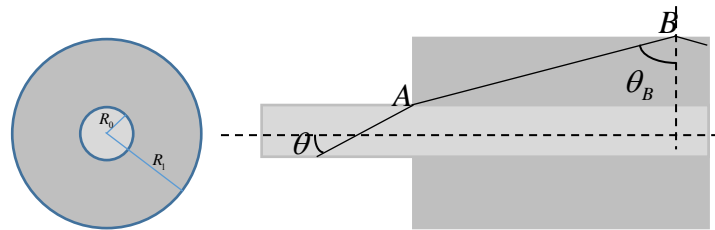
Traccia 3

Descrivi brevemente il fenomeno della rifrazione e le sue implicazioni sulla propagazione della luce, in particolare:

- [a] la variazione di direzione del raggio nel passaggio da un mezzo all'altro [1 punto]
- [b] la dipendenza della lunghezza d'onda dalle caratteristiche del mezzo [1 punto]
- [c] la dipendenza dell'indice di rifrazione dal colore [1 punto]
- [d] l'angolo limite (o angolo critico) di rifrazione [1 punto]

Risolvi il seguente problema

Una fibra ottica è costituita principalmente da due parti: un "tubo" sottile centrale, detto core, di raggio $R_0 = 5.00 \mu\text{m}$, ricoperto da un mantello esterno, detto cladding, di raggio $R_1 = 60.0 \mu\text{m}$. Il materiale del core ha indice di rifrazione $n_0 = 1.70$, mentre quello del cladding ha indice di rifrazione $n_1 = 1.50$ (considera esternamente alla fibra ottica l'aria con indice di rifrazione $n=1$). Determina:



- a) l'angolo θ di massima inclinazione del raggio rispetto all'asse della fibra ottica che può essere trasmesso nel core con riflessione totale al punto B [3 punti]
- b) la distanza tra i punti A (rifrazione core - cladding) e B (riflessione totale all'interfaccia cladding - aria) [3 punti]

Traccia 4

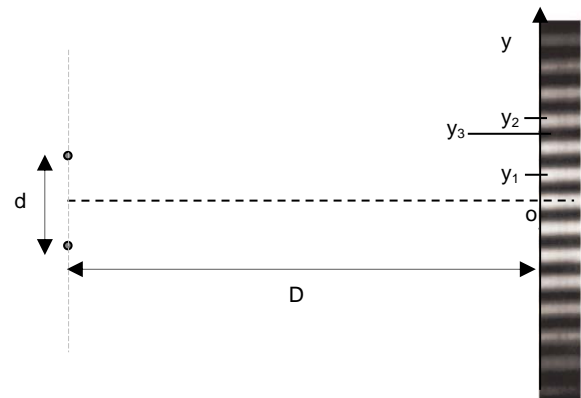
Descrivi brevemente in cosa consiste il fenomeno dell'interferenza generata da radiazione di onde provenienti da una coppia di sorgenti puntiformi [1 punto]

Specifica le condizioni necessarie per il verificarsi dell'interferenza [1 punto]

Descrivi brevemente l'origine dell'interferenza da lamina sottile [2 punti]

Risolvi il seguente problema

Una coppia di sorgenti coerenti poste a distanza d l'una dall'altra emettono radiazione in aria ($n=1.00$) che viene raccolta su uno schermo a distanza $D = 9.50 \text{ m}$ dal piano su cui giacciono le due sorgenti. Quando la radiazione emessa ha lunghezza d'onda $\lambda_R = 640 \text{ nm}$ il primo massimo d'interferenza è nella posizione $y_1 = 3.04 \text{ mm}$, mentre quando la radiazione emessa dalle sorgenti ha lunghezza d'onda $\lambda_B = 400 \text{ nm}$ il terzo massimo d'interferenza è nella posizione $y_2 = 5.70 \text{ mm}$. Determina:



- a) la distanza d tra le sorgenti [3 punti]
- b) fissata la distanza delle sorgenti al punto [a] precedente, la posizione del terzo minimo y_3 se il nostro apparato fosse immerso in acqua attraverso la quale si propagasse la radiazione di lunghezza d'onda $\lambda_R = 640 \text{ nm}$ proveniente dalle 2 sorgenti ($n_{acq} = 1.33$) [3 punti]

Osservazione: la figura è puramente indicativa dei massimi e minimi a cui ci si riferisce nel testo.

Suggerimento: se vuoi nella soluzione dell'esercizio puoi utilizzare l'approssimazione $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$