

NUCLEO TEMATICO 5: **TERMODINAMICA**

1. Descrizione	1
2. Esempi di quesiti	4

1. DESCRIZIONE

MOTIVAZIONE

Questo nucleo è rivolto all'introduzione alla descrizione termodinamica di un sistema macroscopico. Nella parte iniziale si introducono i concetti di temperatura come nuova grandezza collettiva e di calore come flusso di energia, nonché ulteriori nozioni di termologia.

Successivamente, l'attenzione viene posta in particolare sulle trasformazioni termodinamiche e sul concetto di irreversibilità. Ad un livello più avanzato, i soggetti affrontati riguardano, lo studio quantitativo dei cicli termodinamici, approfondimenti sul II Principio, sul significato dell'entropia in relazione al comportamento irreversibile, ed una prima giustificazione a livello microscopico dell'origine dell'approccio termodinamico fatta attraverso un'introduzione elementare alla teoria cinetica dei gas.

CONOSCENZE

Livello base

- Dal concetto di equilibrio a quello di temperatura (Principio Zero)
- Termometri e scale di temperatura empirica
- Sistemi termicamente isolati (adiabatici) e lavoro meccanico su di essi
- Concetto di energia interna
- Calore come scambio microscopico di energia e Primo Principio
- Gli stati della materia e loro principali differenze dal punto di vista termodinamico (densità/comprimibilità/coesione)
- Scambi di calore: capacità termica e calore specifico

- Cambiamenti di stato e calori latenti
- Termodinamica del gas ideale (equazione di stato ed energia interna)
- Trasformazioni e cicli termodinamici per un gas ideale
- Gas ideali e scala assoluta di temperatura
- “Assenza di pari dignità” tra calore e lavoro (Secondo Principio nella formulazione di Clausius)
- Concetto elementare di irreversibilità
- Concetto elementare di entropia come “calore pesato” e suo comportamento nelle trasformazioni irreversibili.
- Concetto elementare di conducibilità termica
- Dal macroscopico al microscopico: numero di Avogadro e concetto di mole, descrizione qualitativa della struttura e della dinamica microscopica di gas, liquidi e solidi.

Livello avanzato

- Concetto di funzione di stato
- Energia libera ed equilibrio
- Cicli termodinamici e rendimento: diagrammi PV e ST
- Ciclo di Carnot e concetto generale di temperatura assoluta
- Confronto tra la formulazione di Kelvin e quella di Clausius del Secondo Principio
- Concetto generale di entropia e Terzo Principio
- Elementi di teoria cinetica dei gas ideali.

AGILITÀ

Livello base

- Calcolare il lavoro meccanico compiuto su/da un sistema in condizioni adiabatiche
- Valutare la temperatura di equilibrio raggiunta da un sistema globalmente isolato costituito da due corpi inizialmente a temperatura diversa posti a contatto.
- Valutare la variazione di energia interna di un sistema in presenza di scambi di lavoro e calore.
- Calcolare la quantità di calore associata ad una transizione di fase

- Valutare la variazione delle grandezze termodinamiche di un gas ideale (pressione, temperatura, volume, energia interna) sottoposto ad una specifica trasformazione termodinamica elementare (adiabatica, isocora, isobara, isoterma)
- Valutare il rendimento di una macchina termica con assegnati valori del calore assorbito e ceduto
- Valutare il rendimento di una macchina di Carnot ideale che lavori tra due temperature assegnate
- Calcolare la variazione di entropia associata allo scambio di calore tra due corpi.
- Distinguere tra grandezze termostatiche quali la capacità termica e proprietà di trasporto quali la conducibilità termica.
- Compiere una rapida valutazione dell'ordine di grandezza del numero di molecole contenuta in una certa quantità di sostanza.

Livello avanzato

- Disegnare un ciclo termodinamico di un gas ideale su un piano PV o ST una volta che siano assegnate le trasformazioni che lo compongono.
- Calcolare la variazione di entropia di un sistema e dei sottosistemi che lo compongono in presenza di una generica trasformazione irreversibile.
- Valutare la variazione di energia libera di un sistema a temperatura T corrispondente a fissate variazioni di energia interna ed entropia
- Calcolare temperatura e pressione di un gas ideale contenuto in un fissato volume le cui molecole abbiano una fissata energia cinetica traslazionale media.

2. ESEMPI DI QUESITI

Quesito 1

Un gas è inizialmente racchiuso in un contenitore di volume V a pressione P . Aprendo una valvola, il gas viene fatto espandere liberamente in un secondo contenitore di volume $3V$, inizialmente vuoto. Quanto vale il lavoro compiuto dal gas?

- A.** PV
- B.** $3PV$
- C.** $2PV$
- D.** 0
- E.** non è possibile rispondere perché non è nota la pressione finale del gas.

Quesito 2

La stessa quantità di calore viene fornita a due corpi di uguale massa, inizialmente alla stessa temperatura, costituiti rispettivamente di vetro e di rame. Il calore specifico del vetro è maggiore di quello del rame. Da queste premesse si può dedurre che:

- A.** Il corpo di rame avrà una temperatura finale maggiore di quella del corpo di vetro
- B.** Il corpo di vetro avrà una temperatura finale maggiore di quella del corpo di rame
- C.** Le temperature finali dei due corpi saranno in ogni caso uguali
- D.** Il corpo di rame si riscaldierà prima del corpo di vetro, ma raggiungerà una temperatura finale minore
- E.** Il corpo di rame si riscaldierà prima del corpo di vetro, ma raggiungerà la stessa temperatura finale.

Quesito 3

In una bolletta per la fornitura di gas per uso domestico è riportato che il potere calorifico del gas è di 36 MJ/m^3 (megajoule per metrocubo). Quanto gas occorre consumare per ottenere 1 kWh (chilowattora) di energia termica?

- A.** $4,18 \text{ m}^3$
- B.** $0,1 \text{ m}^3$
- C.** 10 m^3
- D.** 100 m^3
- E.** 36 m^3

Quesito 4

Un cilindro a pareti perfettamente adiabatiche contiene un gas perfetto. Se il gas viene compresso fino a raddoppiare la pressione, la temperatura finale del gas

- A.** è sempre doppia di quella iniziale qualunque sia il gas
- B.** è sempre metà di quella iniziale qualunque sia il gas
- C.** rimane sempre uguale a quella iniziale qualunque sia il gas
- D.** è sempre maggiore di quella iniziale e l'aumento dipende dal tipo di gas
- E.** è sempre minore di quella iniziale e la diminuzione dipende dal tipo di gas

Quesito 5

Una macchina termica, che lavora compiendo un ciclo tra due sorgenti, trasferisce alla sorgente più fredda un'energia pari a 3 volte il lavoro compiuto. Qual è la massima efficienza teorica della macchina?

- A.** 0,9
- B.** 1,33
- C.** 0,33
- D.** 0,67
- E.** 0,25

Quesito 6

Il Rio Caldo, che ha una portata di $15 \text{ m}^3/\text{s}$, ed il Rio Freddo, di portata $10 \text{ m}^3/\text{s}$, sono due piccoli fiumi che devono il nome alla diversa temperatura delle loro acque: 20°C nel primo e 10°C nel secondo. Essi si uniscono a un certo punto per dare vita a un terzo fiume, il Rio Tiepido, che ha una portata $25 \text{ m}^3/\text{s}$, così chiamato in quanto le sue acque si trovano a una temperatura intermedia pari a:

- A.** 13°C
- B.** 14°C
- C.** 15°C
- D.** 16°C
- E.** 17°C

Quesito 7

Un contenitore aperto a temperatura costante ed esposto alla pressione atmosferica è riempito di acqua fino ad un'altezza di 2 m. Dal fondo del contenitore si stacca una piccola bolla d'aria, di volume iniziale $0,5 \text{ cm}^3$, che risale verso l'alto. Quanto vale il volume della bolla nel momento in cui raggiunge la superficie libera del liquido?

- A.** 0.6 cm^3
- B.** 0.7 cm^3
- C.** 0.8 cm^3
- D.** 0.9 cm^3
- E.** 1.0 cm^3

Quesito 8

Perché per rigirare gli spaghetti in una pentola d'acqua che bolle senza scottarsi le dita è meglio adoperare un mestolo di legno piuttosto che uno di metallo?

- A.** Perché il calore specifico dei metalli è maggiore di quello del legno
- B.** Perché la capacità termica dei metalli è minore di quella del legno
- C.** Perché la densità del legno è minore di quella dei metalli
- D.** Perché la conducibilità termica dei metalli è maggiore di quella del legno
- E.** Perché l'espansività termica del legno è minore di quella dei metalli

Quesito 9

Due barre con uguale sezione e lunghezza, ma costituite da due metalli A e B di conducibilità termica diversa c_A e c_B con $c_A > c_B$, vengono disposte in parallelo. La conducibilità termica complessiva del sistema costituito dalle due barre, disposte in I modo, è

- A.** maggiore di c_B ma minore di c_A
- B.** maggiore sia di c_B che di c_A , ma minore della loro somma
- C.** uguale a $c_A + c_B$
- D.** minore sia di c_B che di c_A
- E.** uguale a $c_A - c_B$

Quesito 10

Un bicchiere A è pieno d'acqua alla temperatura di 20°C , mentre un bicchiere B identico al primo è pieno a metà di acqua alla temperatura di 40°C . Se ne deduce che

- A.** le due masse d'acqua nei due bicchieri possiedono lo stesso calore
- B.** l'acqua in B possiede più calore dell'acqua in A
- C.** l'energia cinetica media delle molecole dell'acqua in A è la metà di quella delle molecole in B
- D.** l'energia cinetica media delle molecole dell'acqua in A è uguale a quella delle molecole in B
- E.** l'energia cinetica media delle molecole in B è maggiore di quella delle molecole in A

Risposte esatte

Quesito numero	Risposta esatta
1	D
2	A
3	B
4	D
5	E
6	D
7	A
8	D
9	C
10	E