***PROVA DI ESAME SCRITTO DI TERMODINAMICA per l’ammissione alla prova orale***

***a.a. 2014-2015 Proff. Alessandro Lascialfari e Giorgio Rossi - 25 Settembre 2015***

***Scegliere e svolgere 3 esercizi sui 4 proposti***

**Esercizio 1**

Due moli di gas ideale, inizialmente nello stato 1, vengono messi a contatto termico con un serbatoio a temperatura di 800K e raggiungono mediante una trasformazione isocora irreversibile uno stato termodinamico 2. Tramite un’espansione isoterma reversibile il gas raggiunge lo stato 3 tale che V3 = 2V2. In seguito, il gas viene riportato allo stato 1 mediante una trasformazione isobara reversibile. Il calore specifico del gas a pressione costante dipende dalla temperatura e può essere scritto come cp / R = 2 + 0.02T.

Determinare tutti i calori scambiati per ogni trasformazione e calcolare il rendimento del ciclo. Quanto vale il lavoro lungo la trasformazione 3-1 ?

**Esercizio 2**

Tre moli di un gas ideale monoatomico vengono portati dallo stato A allo stato B mediante una espansione adiabatica nel vuoto. Successivamente, il gas viene portato allo stato C tramite una compressione adiabatica irreversibile ed infine il gas viene posto a contatto con una sorgente a temperatura TA e ritorna allo stato iniziale A con una trasformazione isobara irreversibile. Sono dati la temperatura TA = 300K, la pressione pA = 2⋅105 Pa ed il lavoro compiuto nella trasformazione BC, WBC = −3,7⋅104 J. Determinare il volume dello stato C e calcolare la variazione di entropia dell’universo.

**Esercizio 3**

Una massa m = 0,25 Kg di rame ad una temperatura T viene immersa in un recipiente contenente 0,1 Kg di acqua inizialmente alla temperatura di 320 K. Quando il sistema raggiunge l’equilibrio termico rimangono nel recipiente 0,09 Kg di acqua. Determinare la temperatura iniziale T del rame e calcolare la variazione di entropia dell’universo. Si trascurino gli scambi di calore con l’ambiente esterno.

Siano c = 387 J/KgK e c’ = 4187 J/KgK rispettivamente i calori specifici del rame e dell’acqua. Il calore latente di ebollizione dell’acqua vale λe = 22,6 x 105 J/Kg.

**Esercizio 4**

**i)** Consideriamo una persona con una temperatura corporea di 37°C collocata in una stanza a temperatura di 20°C. Quanto sarà l’energia totale (netta) emessa dalla persona assumendo che la sua superficie corporea sia di 1.5 m2 ? A quale potenza corrisponde? (assumere sempre una radiazione da corpo nero)

**ii)** La temperatura della pelle è più bassa di quella del corpo. Ripetere il calcolo assumendo come temperatura della pelle Tp ≈ 33°C

**iii)** Gli abiti aiutano. La temperatura esterna dei vestiti è di solito più bassa di 30°C; assumendola TA≈28°C, ripetere il calcolo della potenza emessa dalla persona.

**iv)** La sudorazione aiuta a regolare la temperatura corporea quando la temperatura esterna supera quella corporea. Calcolare la velocità quadratica media delle molecole di sudore (acqua, mH2O=18 uma) per una temperatura della pelle di 33°C (acqua in equilibrio termico con la pelle).

[ costante di Stefan-Boltzmann : σ = 5.6697⋅10-8 W / (m2K4) ]

**SOLUZIONE ES. 1**

****

****

****

**Soluzione es.2**

****

****

**Soluzione es.3**

****

**Soluzione es.4**

i) Dalla legge di Stefan: l’energia totale emessa per unità di tempo per unità di superficie, S=σT4; consideriamo la radiazione dal corpo alla stanza e dalla stanza al corpo, il bilancio netto diviene: ∆S=σ(T4C−T4ext).

La potenza emessa netta per tutta la superficie diviene ∆P= S·area=159 W. L’energia emessa in un giorno: ∆E = ∆P·24×60×60 ≈ 13.7×106Joule ≈ 3280 kcal.

ii)Tp ≈ 33° C ≈ 306 K ⇒ ∆P=.....≈ 119 Watt. Nel caso di una temperatura della pelle ridotta a 33 °C la potenza è ridotta a 119 Watt.

iii)TA≈28° C ≈ 301 K ⇒ ∆P=.....≈ 71 Watt. nel caso in cui la persona indossi degli abiti, temperatura esterna degli abiti pari a circa28° C, la potenza emessa è ridotta a 71 Watt

cio`e quella di una lampadina..

iv)

Risposta qualitativa e breve: il sudore evapora consumando energia che abbassa la temperatura corporea.

 Risposta più completa: La velocità delle molecole di acqua si distribuisce secondo la distribuzione di Maxwell che ha una lunga coda verso le velocità più elevate (corrispondenti ad energia più alte). Ci saranno sempre molecole vicine alla superficie, che hanno energia sufficiente da superare l’energia di legame e lasciare il liquido. Queste molecole trasportano una grande energia cinetica e lasciano le restanti molecole con un’energia cinetica media più bassa e quindi abbassano la temperatura.

v) Nel quadro della teoria cinetica dei gas la relazione tra energia cinetica media e temperatura〈E〉=〈$\frac{1}{2}$ mv2〉= $\frac{ 3}{2} $KBT

⇒ 〈v2〉= 3KBT/m ≈ 3·1.382×10−23 J/K· (273+33) K / [0.018Kg / 6.022×1023] ≈ 424000 m2/sec2.

⇒$ \sqrt{\left〈v^{2}\right〉} $≈ 650 m/sec