**PROBLEMI SULLA DISSIPAZIONE DELL’ENERGIA MECCANICA E SUL CALORE**



1. **(figura 1)** Considera un mulinello di Joule: il valore delle masse è 2,6kg mentre le pale vorticano in 20kg di… benzina! il cui calore specifico è cBENZ=0,536 cal/(g⋅°C). Fai cadere entrambe le masse da un’altezza di 3m: quante cadute devi effettuare per innalzare la temperatura della benzina di 1°C? **[294 lanci]**

Figura 1

1. **(figura 2, giusto per ripassare l’Energia mecanica e capire meglio il problema 3)** Lasci andare una pallina di 200g dal punto A: essa ruzzola in basso senza incontrare attriti… e va a finire su di una molla di costante elastica Kmolla=4000N/m. La pallina inizia a spingere la molla contraendola… qual è la contrazione della molla quando la velocità della pallina è giunta al valore di 2m/s? **[ΔLf=0,0395m]**

Figura 2

1. **(figura 2)** Adesso invece poni lungo il tragitto della pallina un tappetino di massa 60g e calore specifico c=0,2cal/(g⋅°C). La pallina di cui sopra, passandoci sopra, lo riscalda: dopodiché essa va ad urtare la molla di cui sopra. Misuri che in questa occasione la molla ferma completamente la pallina contraendosi di 2,5cm: se tutto il calore prodotto è andato a scaldare il tappetino, di quanto si è innalzata la sua temperatura? **[ΔT=0,0453°C]**
2. Il gas dentro un pistone di un motore diesel viene prima compresso e poi gli viene fornito un calore di 1000calorie cosicché esso si espande fornendo Lavoro. In un motore diesel l’espansione avviene isobaricamente, alla pressione di 6⋅106 Pa. Il pistone si espande da un volume iniziale di 10cm3 ad un valore finale di 180cm3. Calcola il Lavoro eseguito dal pistone e l’aumento di Energia Interna del gas. [L=1020J ; Q=3166J].

Se il gas ha una massa di 3g e possiede un calore specifico cv=0,17cal/(g⋅°C), calcola di quanto aumenta la sua temperatura. Attento! Per rispondere a questa domanda non puoi usare la formula: Q=c⋅m⋅ΔT! Perché? Pensaci… **[ΔT=1483 °C]**

1. Poni 10g di gas Ossigeno in un recipiente chiuso alla temperatura di 40°C. Raffreddi il gas fino alla temperatura di -10°C: misuri che per eseguire il raffreddamento hai dovuto estrarre 90calorie. Scrivi l’equazione dell’Energia Interna dell’Ossigeno. **[E(T) = 0,18cal/(g⋅°C)⋅T]**

Dopodiché fai espandere isobaricamente il gas alla pressione di 105 Pa fornendogli 184 calorie, cosicché esso si riscalda dalla temperatura iniziale di 20°C a quella finale di 100°C. Sai calcolare il Lavoro del gas? E di quanto si è espanso il gas? **[L=167,44J ; ΔV=1,6744⋅10-3m3]**

**SOLUZIONI**

Problema1: Sappiamo che **Q = -Ldiss**. In questo caso Ldiss = Lavoro del peso.

Ldiss1caduta = m⋅g⋅h⋅2pesi = 2,6kg⋅9,8N/kg⋅3m = 152,88 Joule.

Il calore necessario per innalzare di 1°C 20kg di benzina è dato da:

**Qbenz=c⋅m⋅ΔT** → Qbenz = 0,536cal/(g⋅°C)⋅20.000g⋅1°C = 10.720cal

Il numero di cadute necessario è: (calore necessario)/(calore di 1caduta) = 10.720cal/(152,88 Joule)

Attenzione! Dovete trasformare tutto in Joule o tutto in calorie! Tutto in Joule:

Numero di cadute = (10.720cal⋅4,186J/cal = 44.873,92 J) = 44.873,92J/152,88J = 293,5 lanci = 294 lanci

Problema2: Applico la Legge di Conservazione dell’Energia Meccanica: **Ef = Ei**

**Ei = Ui + Ki** , **Ef = Uf + Kf** → **Ui + Ki = Uf + Kf**

Se conosco Ui, Ki, Kf posso ricavare Uf e da lì la contrazione della molla.

Calcolo Uf:  **Uf = m⋅g⋅hf + ½⋅Km⋅ΔLf2** → Uf = 0J (la pallina è al suolo) + ½⋅4000⋅ΔLf2 = 2000⋅ΔLf2

Calcolo Kf: Kf = ½⋅m⋅V2 = ½⋅0,2⋅22 = 0,4J →

Calcolo Ef: Ef = Uf + Kf = 2000⋅ΔLf2 + 0,4J

Calcolo Ui:  **Ui = m⋅g⋅hi + ½⋅Km⋅ΔLi2**→Ui=0,2⋅9,8⋅1,8m + 0J (all’inizio la molla è a riposo)= 3,528J

Per quanto riguarda Ki: Ki = 0J (la pallina parte da ferma)

Calcolo Ei: **Ei = Ui + Ki** → Ei = 3,528J + 0J = 3,528J

In conclusione: **Ef = Ei** → 2000⋅ΔLf2 + 0,4J = 3,528J → ricavi ΔLf

Problema3: In questo problema l’Energia meccanica non si conserva a causa degli attriti. E’ evidente che l’**Energia Meccanica persa è uguale all’energia dissipata in calore**. Perciò io devo calcolare Ei e poi Ef: l’energia mancante è quella che si è trasformata in calore.

Per quanto riguarda Ei: Ei = 3,528J (come nel Problema precedente)

Calcolo Uf: **Uf = m⋅g⋅hf + ½⋅Km⋅ΔLf2** → Uf = 0J + 2000⋅(0,025m)2 = 1,25J

Per quanto riguarda Kf:Kf =0J(la pallina alla fine si ferma)

Calcolo Ef: **Ef = Uf + Kf** → Ef = 1,25J + 0J = 1,25J

Nota che l’Energia Meccanica è scesa dal valore “3,528J” al valore “1,25J” → sono stati persi 2,278J. Dove è andata a finire quest’energia? Si è trasformata in calore che ha scaldato il tappetino!

Calore assorbito dal tappetino: Q=2,278J = 0,544cal.

Calcoliamo l’innalzamento di temperatura ΔT: **Q = c⋅m⋅ΔT** → 0,544cal = 0,2cal/(g⋅°C)⋅60g⋅ΔT → ΔT=0,0453°C

Problema4: In questo problema viene usato calore per produrre Lavoro. E’ evidente che il calore fornito (+1000cal) si distribuisce sia in Lavoro sia in aumento di Energia Interna del gas durante l’espansione.

Per quanto riguarda il Lavoro: L = p⋅ΔV → (10cm3 = 10⋅10-6 m3 , 180cm3 = 180⋅10-6 m3) → L = 6⋅106⋅(180⋅10-6 m3 - 10⋅10-6 m3) = +1020J

Calcolo E: **E = cv⋅m⋅T** ma non conosco la temperatura T! Ed infatti con questa formula non siamo in grado di calcolare E: dobbiamo usare un’altra strada. Sappiamo che: **ΔE = Q – L** → ΔE = 1000cal – 1020J = (1cal = 4,186J) = 4186J – 1020J = 3166J = 756,33cal.

Calcolo ΔT: Attenti! Non potete usare la formula: Q = c⋅m⋅ΔT perché… conosci il caore specifico a volume costante [cv=0,17cal/(g⋅°C)] ma l’espansione avviene a pressione costante, cosicché dovresti conoscere il valore del calore specifico a pressione costante (cp), che non è dato! Ricordati che ogni trasformazione termodinamica di un gas possiede il suo proprio calore specifico e i diversi valori non possono essere scambiati fra loro. Bisogna usare un’altra tecnica. In quale formula appare cv? Pensaci… **ΔE = cv⋅m⋅ΔT**! → ΔT = ΔE/(cv⋅m) → (sostituendo i valori) → ΔT = +1483 °C

Problema5: Sappiamo che **E = cv⋅m⋅T** , devo conoscere cv. Il riscaldamento effettuato è isocoro (il recipiente è chiuso e perciò non cambia di volume) → posso usare l’eq. **Q = cv⋅m⋅ΔT**

Q=-90cal (“-“ perché è calore estratto dal gas), m=10g , ΔT=(-10°C – 40°C) = -50°C → calcolo subito cv=-90cal/[10g⋅(-50°C)] = 0,18cal/(g⋅°C)

Scrivoi E(T): Scrivo immediatamente E(T) = 0,18cal/(g⋅°C)⋅T

Calcolo di L: Per calcolare il Lavoro L ho due equazioni: L = p⋅ΔV , ΔE = Q – L. Non conosco ΔV, perciò devo usare **ΔE = Q – L**

ConoscoQ = +184cal , calcolo ΔE: **ΔE = cv⋅m⋅ΔT** →

ΔE = 0,18cal/(g⋅°C)⋅10g⋅(100°C-20°C) = 144cal → L = 40cal = 167,44 J

Adesso calcolo ΔV: **L = p⋅ΔV** → ΔV = L/p = 167,44J/105Pa = 1,6744⋅10-3 m3