

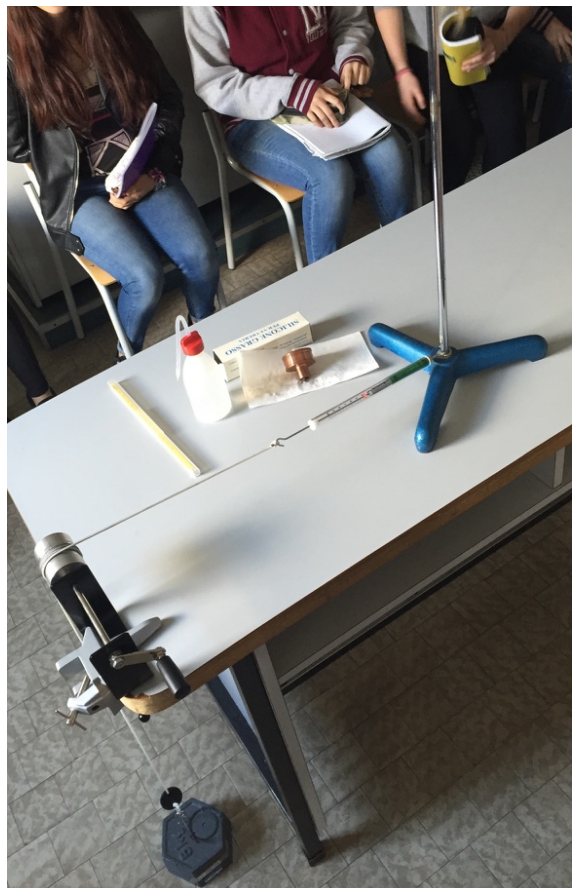
DETERMINAZIONE DEL CALORE SPECIFICO

SCOPO DELL'ESPERIENZA:

Calcolare il calore specifico del rame e dell'alluminio.

APPARATO SPERIMENTALE:

- Treppiede;
- Dinamometro;
- Supporto dotato di una manovella;
- Due calorimetri di Callender, uno di rame e uno di alluminio, che colleghiamo uno per volta alla manovella;
- Cavo di nylon;
- Peso di massa 5 kg per tener in tensione il filo di nylon;
- Termometro a mercurio;
- Grasso al silicone, utilizzato come lubrificante;
- Qualche goccia d'acqua da porre all'interno dell'alloggiamento del calorimetro, così da creare un'aderenza perfetta tra calorimetro e termometro, evitando, così, la formazione di bolle d'aria.



PREMESSA TEORICA:

La **massa** di un corpo è la misura dell'inerzia di un corpo e nel Sistema Internazionale si misura in *kg*.

La **forza d'attrito** è una forza che nasce ogni volta che un corpo si muove, o cerca di muoversi, a contatto con un altro corpo. Per annullarlo si dovrebbe usare del ghiaccio secco o creare dei cuscinetti d'aria. Può essere **radente**, quando due corpi strisciano l'uno sull'altro; **volvente**, quando un corpo rotola sulla superficie di un altro e **viscoso**: quando un corpo si muove in un fluido.

Nella nostra esperienza, abbiamo utilizzato l'energia determinata dallo sfregamento della corda di nylon sul calorimetro per poter alzare la sua temperatura e calcolare il calore specifico di rame e alluminio.

La **termodinamica** (= dinamica del calore) è quella branca della fisica che descrive le trasformazioni subite da un sistema, in seguito ad un processo di scambio di energia con altri sistemi o con l'ambiente esterno.

Il **sistema termodinamico** è una porzione limitata da un contorno, detto **frontiera**.

Esso può essere:

- Aperto: se può scambiare materia ed energia;
- Chiuso, se scambia solo energia;

- Isolato, quando non scambia né materia né energia.

Se la frontiera può scambiare materia, è detta permeabile, in caso contrario è impermeabile.

Se può scambiare energia, la frontiera è **diabatica**, altrimenti è **adiabatica**.

Il **calore Q** è l'energia che viene scambiata fra due sistemi a diversa temperatura. Se un sistema viene posto a contatto termico con un altro sistema a temperatura diversa, allora si ha un trasferimento di energia sotto forma di calore dal sistema a temperatura più elevata a quello a temperatura minore, fino a che i due sistemi raggiungono la medesima temperatura, cioè l'equilibrio termico.

Il calore è una forma di energia e quindi si misura in **J**. Tuttavia, un'unità di misura molto usata è anche la **caloria**, cal, definita come la quantità di calore necessaria per riscaldare 1 g di acqua da 14.5 °C a 15.5 °C. 1 cal = 4.184 J

Il **lavoro** è il prodotto vettoriale tra la una forza e lo spostamento:

$$L = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

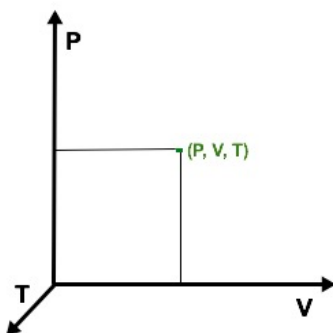
Ovvero il prodotto tra il modulo della forza, lo spostamento e il coseno dell'angolo compreso tra i due vettori:

$$L = Fs \cdot \cos \alpha$$

In termodinamica si indica solitamente con la lettera **W**.

L'**energia** è la capacità di un corpo di compiere lavoro e nel sistema internazionale si misura in Joule (**J**).

Il **primo principio della termodinamica** afferma che l'**energia interna** è la somma dell'energia di tutte le molecole: $\Delta U = +Q - W$



Il **fondo di energia U** è l'energia che ha in complesso il sistema termodinamico.

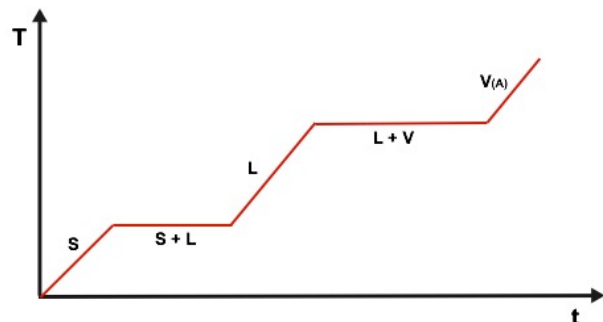
Lo **stato termodinamico** è ogni situazione caratterizzata da un preciso valore dei parametri pressione [Pa], volume [m³] e temperatura [K]. Nel piano di Clapeyron, infatti, ogni punto ha un preciso valore di P, V e T.

Un sistema termodinamico si trova allo stato di **equilibrio termodinamico** quando le tre grandezze che lo caratterizzano sono costanti nel tempo.

Poniamo in un diagramma il tempo sull'asse delle ascisse e la temperatura di un corpo sull'asse delle ordinate, quindi somministriamo progressivamente del calore. La temperatura del corpo solido aumenta con il trascorrere del tempo, finché esso non comincia a fondere. Allora si nota che la temperatura non cresce più e rimane costante finché tutto il corpo non è fuso. È quella che si può chiamare **sosta termica**.

La stessa cosa accade quando il liquido comincia ad evaporare. Durante la transizione di fase, la temperatura resta costante anche se la sosta è più lunga.

Evidentemente, durante la transizione di fase, il calore fornito al corpo non va ad alterarne la temperatura, bensì a rompere i legami tra le molecole. La transizione di fase è l'unico caso in cui, fornendo calore ad un corpo, la sua temperatura non aumenta.



Questa situazione fu sfruttata da Daniel Fahrenheit nel XVIII secolo per la costruzione del primo termometro. Egli costruì un cannello di vetro pieno di mercurio e sigillato, quindi lo immerse nel ghiaccio che fonde e nell'acqua bollente. Dove il mercurio giungeva durante la fusione del ghiaccio

segnò 32, dove arrivava durante l'ebollizione dell'acqua segnò 212, e divise l'intervallo in 180 parti dette gradi. L'idea era quella che, ad una prefissata pressione, la temperatura di congelamento e di ebollizione dell'acqua è costante e fissa, e dunque può essere usata per tarare il termometro. L'altro fenomeno su cui è basato, come detto in precedenza, il termometro è la dilatazione del mercurio; essendo questo contenuto in una cannula lunga e sottile, la dilatazione è prevalentemente lineare e direttamente proporzionale alla variazione di temperatura. Dunque il termometro può essere tarato direttamente in gradi.

La scala ideata da Fahrenheit è oggi conosciuta con il suo nome ed è usata nei paesi anglosassoni. Invece, pochi anni dopo, Anders Celsius ideò una nuova scala, di più semplice uso, in cui alla fusione del ghiaccio corrispondono 0° e all'ebollizione dell'acqua corrispondono 100°.

La **temperatura** è la misura di quanto caldo o freddo sia un oggetto. Nel Sistema Internazionale si misura in *Kelvin*.

Il **calore specifico** è la quantità di energia assorbita (o ceduta) da 1 kg di materiale che provoca un aumento (o una diminuzione) di temperatura di 1 K.

L'unità di misura del calore specifico, che è una grandezza derivata, è nel SI il J/kg•K (o °C).

Il calore specifico è in funzione della trasformazione seguita. Infatti, il calore, come il lavoro, non è funzione di stato, dipendendo non solo dal punto di partenza e dal punto di arrivo di della trasformazione, ma anche dal percorso seguito.

Il calore specifico molare è, invece, l'energia necessaria per far salire di 1 K una mole di sostanza e corrisponde a:

$$c_x = \frac{1}{n} \left(\frac{Q}{\Delta t} \right)_x$$

Lo strumento che consente di misurare la quantità di energia trasferita è il **calorimetro**: con questo dispositivo si registrano i cambiamenti di temperatura che il trasferimento di energia provoca su un certo corpo, in genere acqua.

In base al principio di funzionamento possono distinguersi due grandi categorie di calorimetri: i calorimetri adiabatici e i calorimetri isotermtici. Nei calorimetri adiabatici alla base della misurazione è la determinazione delle variazioni di temperatura nei corpi e nelle sostanze interessati nei processi in esame. Nei calorimetri isotermtici è invece essenziale la determinazione della quantità di materia che cambia stato fisico durante il processo; poiché la temperatura rimane costante durante queste trasformazioni, in essi non si hanno cambiamenti di temperatura, da cui il nome. Nella nostra esperienza, abbiamo utilizzato un particolare calorimetro detto **calorimetro di Callender**, costituito da un metallo pieno. Esso è collegato a una manovella e presenta un alloggiamento, all'interno del quale abbiamo inserito il termometro, e una superficie di attrito, dove è stato avvolto il filo di nylon, che, appunto, produce, con la rotazione della manovella, lavoro d'attrito, in questo caso radente. Il lavoro d'attrito a causato calore e quindi l'aumento di temperatura del calorimetro.

Per calcolare il calore specifico dei due materiali in questione, rame e alluminio, abbiamo quindi utilizzato la formula inversa della **legge del calorimetro**, che è $Q = mc\Delta t$.

Di conseguenza: $c = Q/(m\Delta t)$

Il **valore medio** di più misure si ottiene sommando i valori di tutte le misurazioni e dividendo il risultato per il numero delle misure.

Lo **scarto percentuale** si calcola con la formula: $e\% = \frac{X_{max} - X_{min}}{X_{max}} \cdot 100$.

Macchina a vapore

La macchina a vapore è un sistema per produrre lavoro meccanico a spese dell'energia termica. Anche se le attuali macchine a vapore, molto perfezionate, sono abbastanza complesse, lo schema di base è sempre lo stesso: una sorgente di calore porta all'ebollizione una certa quantità di acqua producendo vapore che, espandendosi, preme sulle pareti del contenitore mettendo in movimento un pistone. Usata per almeno due secoli come base per la costruzione di macchine industriali, per far viaggiare locomotive, navi e anche automobili e autocarri, la macchina a vapore, nella versione a turbina, trova ancora un uso importante nella produzione di energia nelle centrali nucleari o nelle grandi navi militari

Questa macchina solitamente è costituita da un contenitore, il bollitore, al cui interno, grazie all'azione di una fonte di calore, viene riscaldata acqua fino a temperature vicine all'ebollizione. In questo modo si ottiene vapore, che tende a espandersi in tutto il bollitore, o in un secondo contenitore in cui si riversa, esercitando una pressione sulle pareti tanto maggiore quanto più alta è la concentrazione del vapore stesso.

Il vapore può venire convogliato, con tecniche molto diverse, su un pistone o una turbina, che si mettono in moto per la pressione che ricevono, producendo lavoro meccanico.

Uno dei vantaggi della macchina a vapore risiede nel fatto che è possibile usare qualunque combustibile, o fonte di calore. Sono state sviluppate macchine funzionanti a carbone, legna, gasolio e altri combustibili diversi.



Il primo esempio di macchina a vapore di cui si abbia notizia è *l'eolipila*, inventata e sviluppata da Erone di Alessandria, vissuto nel 1° secolo dopo Cristo. La macchina di Erone è molto semplice: è costituita da un contenitore – tipicamente una sfera – sospeso a un appoggio e quindi libero di ruotare almeno in una direzione. Dalla sfera dipartono verso l'esterno, in direzioni opposte, due tubi ricurvi come una pipa. La sfera contiene acqua che viene riscaldata fino all'ebollizione. Il vapore che si forma all'interno della sfera può uscire dai due tubi e, in questo modo, esercita una forza che fa muovere la sfera secondo il principio della dinamica di azione e reazione. Bisognerà aspettare il XVII secolo per i successivi sviluppi verso la Macchina a Vapore.

Era il 1650, e **Otto von Guericke**, un fisico tedesco, aveva da poco inventato una pompa pneumatica in grado di estrarre l'aria da un recipiente chiuso. Per testare la nuova creazione progettò un esperimento stupefacente:

1. Innanzitutto fece costruire due calotte emisferiche metalliche perfettamente combacianti. Possiamo immaginarcele come due scodelle identiche dalla forma particolarmente arrotondata.
2. Fece combaciare i bordi delle due calotte metalliche ed estrasse l'aria dal loro interno con la pompa pneumatica
3. Radunò quindi 16 cavalli da tiro e ne legò 8 a ciascuna scodella.
4. Infine fece ordinare loro di tirare le due calotte per separarle e magicamente le due rimanevano attaccate.

Nonostante la forza combinata di 16 cavalli, il vuoto aveva la meglio. A voler essere più precisi, il vuoto non esercita alcuna forza; è la pressione atmosferica a tenere unite le due calotte. Se von Guericke avesse avuto la possibilità di ripetere l'esperimento nello spazio - in assenza di atmosfera - le due scodelle non si sarebbero mai unite così saldamente.

La notizia dell'esperimento di von Guericke raggiunse rapidamente ogni angolo della Germania. Dispositivi simili erano già utilizzati per pompare l'acqua fuori dalle miniere dopo un acquazzone, ma era la prima volta che qualcuno mostrava così chiaramente cosa era possibile fare creando il vuoto.

Non ci volle molto perché numerosi inventori si chiedessero se c'erano metodi più pratici per aspirare tutta l'aria da un recipiente. In effetti, per quanto efficace, la pompa di von Guericke era

pur sempre azionata manualmente. Un esempio interessante è la **Macchina di Savery**, brevettata nel 1698, che veniva utilizzata proprio per estrarre l'acqua dalle miniere.

Si tratta di uno dei primi esempi moderni di Macchina a Vapore (azionata dal vapore acqueo). Il funzionamento della Macchina di Savery è piuttosto semplice:

1. Un recipiente chiuso può essere collegato a una caldaia, ovvero a un serbatoio d'acqua che può essere scaldata fino ad ebollizione, e a un condotto in cui fluisce l'acqua aspirata dal fondo della miniera.
2. Viene immessa un po' d'acqua nel recipiente e, dopo averlo chiuso, si collega con la caldaia.
3. Dalla caldaia proviene vapore acqueo, che aumenta la pressione all'interno del recipiente. La pressione interna diventa così alta che l'acqua viene espulsa attraverso un'apposita valvola.
4. Il cilindro viene quindi separato dalla caldaia e collegato al condotto per l'aspirazione. Il vapore acqueo al suo interno viene fatto raffreddare fino alla condensazione. La conseguenza è che la pressione all'interno del recipiente (che prima era causata proprio dal vapore acqueo) cala bruscamente.
5. Spinta dalla pressione atmosferica, l'acqua della miniera è costretta a risalire il condotto e ad entrare nel recipiente fino a quando la pressione interna e quella atmosferica non saranno uguali. A questo punto è sufficiente svuotare il recipiente e ripetere il procedimento.

La Macchina di Savery era davvero poco efficiente. Raffreddare e riscaldare continuamente il recipiente comportava un enorme dispendio energetico, senza contare il rischio di esplosioni dovute alle alte pressioni in gioco!

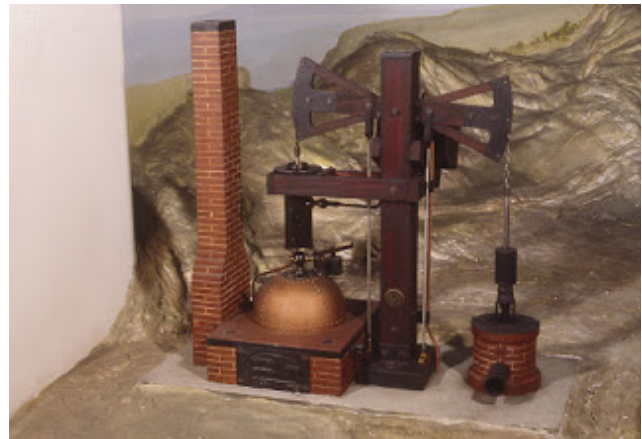
La Macchina a Vapore di Savery venne migliorata qualche anno più tardi da **Thomas Newcomen**, un fabbro inglese. Il vapore immesso a bassa pressione dal fondo del cilindro spingeva verso l'alto lo stantuffo, alleggerito dal contrappeso. Quando lo stantuffo raggiungeva la sommità del cilindro si apriva automaticamente una valvola e all'interno del cilindro veniva spruzzato un getto d'acqua fredda:

l'abbassamento di temperatura faceva

condensare il vapore e la pressione atmosferica spingeva in basso lo stantuffo. Il braccio,

basculante su un perno fisso, collegava lo stelo

dello stantuffo con il contrappeso e si prolungava con una barra che, alzandosi e abbassandosi secondo il movimento dello stantuffo, azionava una pompa. Pur essendo poco efficiente, il motore di Newcomen si rivelò abbastanza pratico e venne largamente usato per pompare l'acqua fuori dalle miniere di carbone.



Il più importante progresso nel campo delle macchine a vapore è dovuto a **James Watt**, uno scienziato scozzese che operò tra la fine del 18° e l'inizio del 19° secolo, che partì dall'idea di migliorare la macchina di Newcomen.

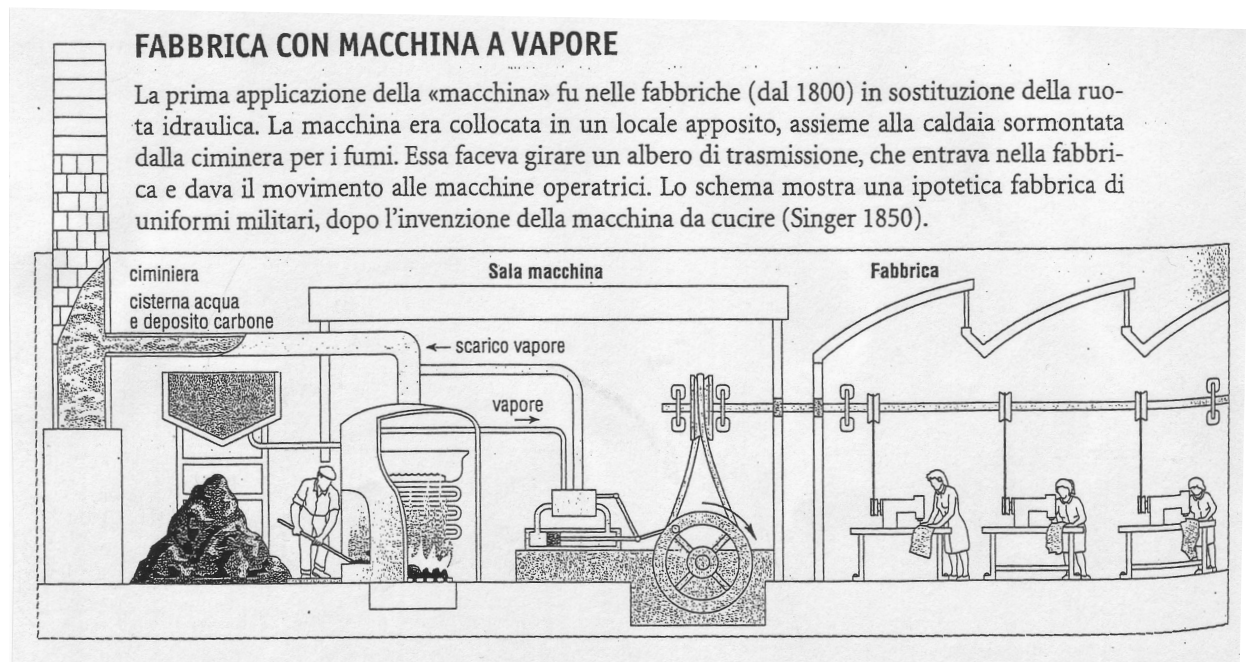
James Watt realizzò una serie di importanti invenzioni che portarono allo sviluppo della moderna macchina a vapore. La prima di tali invenzioni fu un motore comprendente una camera di condensazione del vapore separata, che permetteva di ridurre la perdita di vapore che si verificava nell'alternarsi di riscaldamenti e raffreddamenti del cilindro. Nel motore di Watt, infatti, il cilindro era isolato e rimaneva alla temperatura del vapore. La camera di condensazione separata veniva raffreddata ad acqua ed era dotata di una pompa che creava una depressione sufficiente ad aspirare il vapore dal cilindro e serviva anche per rimuovere l'acqua dalla camera di condensazione.

Un'altra radicale innovazione dei primi motori di Watt consisteva nel fatto che in essi era la pressione del vapore, e non la pressione atmosferica, a compiere lavoro utile. Watt inventò anche il modo di trasformare il moto rettilineo alternativo dello stantuffo nel moto rotatorio continuo di un volano, utilizzando dapprima un sistema di ingranaggi, quindi un sistema biella-manovella simile a quello delle macchine a vapore moderne. Introdusse inoltre il principio del doppio effetto, secondo il quale il vapore viene immesso alternativamente all'una o all'altra estremità del cilindro in modo

da azionare il pistone sia nella corsa di andata sia in quella di ritorno, e dotò il motore di una valvola di regolazione comandata da un meccanismo a retroazione (noto ancor oggi come regolatore di Watt) per mantenere costante la velocità di rotazione del volano.

Fra la metà del 18° secolo e il 1830 circa si sviluppò, a partire dall'Inghilterra, un cambiamento epocale per l'umanità: la prima rivoluzione industriale. Prima di allora il mondo aveva come unica possibile fonte di forza meccanica, per qualunque lavorazione (agricola o artigianale) o per la trazione di mezzi destinati al trasporto di persone o cose, solo le braccia dell'uomo o qualche animale domestico, come il cavallo o il bue. È proprio la macchina a vapore, perfezionata da Watt, a determinare un cambiamento epocale che ha permesso all'umanità per la prima volta nella storia di svincolarsi dalla fatica fisica con un mezzo in grado di fornire, con continuità, potenza e lavoro meccanico.

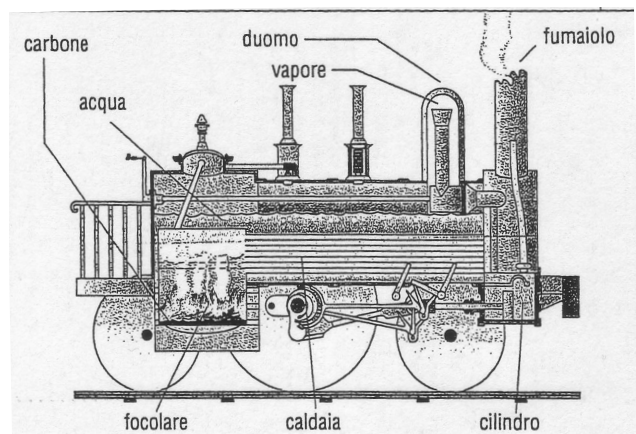
La rivoluzione industriale si espanse in brevissimo tempo dall'Inghilterra all'Europa occidentale prima e negli altri paesi in seguito.



Il successivo importante sviluppo della macchina a vapore fu l'introduzione dei motori senza condensatore, il cui principio era stato intuito ma non realizzato da Watt. All'inizio del XIX secolo il britannico Richard Trevithick e lo statunitense Oliver Evans concepirono ottimi motori senza condensatore che impiegavano vapore ad alta pressione. Trevithick utilizzò questo tipo di macchina per azionare la prima locomotiva della storia.

All'incirca nello stesso periodo il britannico Arthur Woolf costruiva le prime macchine a doppia espansione, o "compound": il vapore ad alta pressione veniva immesso in un cilindro e, una volta espanso con conseguente riduzione della pressione, passava in un secondo cilindro dove subiva un'ulteriore espansione. I motori di Woolf erano a due cilindri, ma in seguito furono costruite anche macchine a tripla e a quadrupla espansione. Il vantaggio di combinare due o più cilindri consiste in un risparmio di energia nel riscaldamento delle pareti del cilindro, aumentando di conseguenza il rendimento della macchina.

La **locomotiva**, il veicolo che fornisce la potenza per la trazione di un intero treno, è forse la macchina a vapore più nota, anche se, dopo essere stata utilizzata per quasi due secoli, è oggi praticamente scomparsa dalle ferrovie moderne. Le prime locomotive, abbastanza



rudimentali, vennero sviluppate a partire dal 1804 e per produrre il vapore utilizzavano carbone, ma anche legno od olio combustibile.

Le locomotive a vapore vennero sostituite, a partire dalla fine della Seconda guerra mondiale, dalle motrici diesel-elettriche, più efficienti e che richiedono meno personale e minore manutenzione per funzionare correttamente. Infatti si calcola che il costo di esercizio di una locomotiva a vapore sia almeno tre volte maggiore di quello di una diesel-elettrica.

Un caso a parte è rappresentato dalla Cina, dove le locomotive a vapore sono tuttora di uso comune. In questo paese infatti il costo del carbone è molto basso, dato che ne esistono grandi giacimenti e i costi di estrazione sono molto contenuti, a causa soprattutto dei bassi salari pagati ai minatori.

I primi tentativi di applicare la macchina a vapore al trasporto sull'acqua, infruttuosi, risalgono allo stesso Papin. È però con lo sviluppo della macchina a vapore di Watt, sufficientemente efficiente e affidabile, che iniziano la costruzione e l'utilizzo di natanti e navi di tutte le dimensioni in cui la propulsione è assicurata da una macchina a vapore.

Il cambiamento fu della massima importanza per la navigazione, fino ad allora costretta ad affidarsi a remi e vele per far viaggiare le navi su fiumi, laghi ma soprattutto mari: finalmente si disponeva di una riserva di potenza utile per far viaggiare comunque una nave senza dover dipendere dai venti. Ancora oggi molte navi che fanno servizio, per esempio sui laghi, vengono chiamate *vapori* anche se viaggiano grazie a motori diesel.

La più famosa nave a vapore fu probabilmente il grande e lussuoso Titanic, tristemente noto per il suo naufragio causato dall'urto con un iceberg nel suo viaggio inaugurale nel 1912.

Le navi azionate da macchine a vapore sono state chiamate spesso anche *piroscafi*, parola che contiene la radice greca *piro* «fuoco». In queste navi, infatti, erano necessari grandi forni per scaldare gli enormi bollitori delle macchine a vapore che costituivano il 'cuore' dei motori di quelle imbarcazioni.

Macchine a vapore particolari, a turbina, sono fondamentali nella produzione di energia tramite le reazioni nucleari. Nelle **centrali nucleari** infatti nel cuore del reattore si produce una reazione di fissione nucleare. Questa energia, di per sé, sarebbe inutilizzabile se non fosse convertita. È a questo punto che nelle centrali interviene la turbina a vapore: l'energia prodotta dalle reazioni nucleari viene utilizzata per produrre vapore che mette in movimento una turbina che, girando, può produrre energia elettrica, un po' come fa la dinamo di una bicicletta.

ESECUZIONE DELL'ESPERIENZA:

1. Dopo aver messo del grasso al silicone lungo la circonferenza interna del calorimetro di Callender di rame, attaccare il calorimetro alla manovella;
2. Regolare il dinamometro intorno ai 5 N, verificando che il filo di nylon rimanga in tensione;
3. Aggiungere qualche goccia d'acqua all'interno dell'alloggiamento del calorimetro;
4. Inserire il termometro nell'alloggiamento;
5. Dopo qualche secondo, osservare la temperatura t_0 iniziale con il termometro;
6. Facendo attenzione che il termometro non cada e non si rompi, che il dinamometro resti sempre intorno ai 5 N e che il peso non si sollevi da terra, girare la manovella in senso orario per 50 evoluzioni complete, cercando di mantenere una velocità costante;
7. Dopo aver aspettato qualche minuto che si termalizzi, leggere la temperatura t_1 del calorimetro;
8. Completare altre 50 evoluzioni e, dopo qualche minuto, leggere la temperatura t_2 ;
9. Girare la manovella 50 volte ancora e, dopo aver atteso qualche minuto, leggere la temperatura T_3 ;
10. Porre in una tabella i risultati ottenuti, calcolando i valori di Δt , ovvero le differenze tra le varie temperature ottenute dopo 50 evoluzioni ($t_1 - t_0$, $t_2 - t_1$, $t_3 - t_2$);
11. Fare la media dei risultati ottenuti;
12. Utilizzando la formula opportuna, calcolare il L_{ATTR} ogni 50 evoluzioni;
13. Ipotizzando che tutto il L si sia trasformato in calore, calcolare il calore specifico utilizzando la legge del calorimetro;
14. Confrontare il valore ottenuto con un valore misurato con strumenti migliori dei nostri, e calcolare lo scarto percentuale;

15. Togliere il termometro dall'alloggiamento e staccare il calorimetro dalla manovella, quindi ripetere i punti precedenti utilizzando, però, un calorimetro di Callender di alluminio.

DATI E LA LORO ELABORAZIONE:

ALLUMINIO		
PROVE	t°C	Δt°C
t ₀	20°,5 C	/
t ₁	21°,5 C	1°,0 C
t ₂	22°,8 C	1°,3 C
t ₃	23°,8 C	1°,0 C

m= 300g= 0,3 kg
 U= 150 mm= 0,15 m

$$F_A = F_{\text{peso}} - F_{\text{dinamometro}} = (9,8 \cdot 5) - 5 = 44,25 \text{ N}$$

$$L = F_A \cdot s = 44,25 \cdot 50 \cdot 0,15 = 331,9 \text{ J}$$

$$\Delta t_{\text{medio}} = (1°,0 + 1°,3 + 1°,0) / 3 = 1°,1 \text{ C}$$

$$C_{\text{sperimentale}} = Q / (m \Delta t) = 331,9 / (0,3 \cdot 1°,1) = 1005,75 \text{ J/kg°C}$$

$$C_{\text{effettivo}} = 896,9 \text{ J/kg°C}$$

$$\text{scarto percentuale} = e\% = \frac{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}}{X_{\text{max}}} \cdot 100 = 13,5\%$$

RAME		
PROVE	t°C	Δt°C
t ₀	21°,0 C	/
t ₁	22°,8 C	1°,8 C
t ₂	24°,0 C	1°,2 C
t ₃	25°,0 C	1°,0 C

m= 400g= 0,4 kg
 U= 150 mm= 0,15 m

$$F_A = F_{\text{peso}} - F_{\text{dinamometro}} = (9,8 \cdot 5) - 5 = 44,25 \text{ N}$$

$$L = F_A \cdot s = 44,25 \cdot 50 \cdot 0,15 = 331,9 \text{ J}$$

$$\Delta t_{\text{medio}} = (1°,8 + 1°,2 + 1°,0) / 3 = 1°,3 \text{ C}$$

$$C_{\text{sperimentale}} = Q/(m\Delta t) = 331,9/(0,4 \cdot 1^{\circ},3) = 638,27 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$C_{\text{effettivo}} = 385 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{scarto percentuale} = e\% = \frac{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}}{X_{\text{max}}} \cdot 100 = 39,7\%$$

CONCLUSIONI:

In questa esperienza abbiamo riscontrato numerosi errori; potevamo sbagliare a leggere la temperatura sul termometro (errore di parallasse), e inoltre il filo che abbiamo utilizzato è stato adattato poiché quello precedente aveva rovinato i calorimetri, rigandoli. Il dinamometro, per esempio, avrebbe bisogno di un sensore, poiché mentre giravamo la manovella non è rimasto costante a 5 N, ma è oscillato. L'errore più considerevole è stato quello di convertire tutto il lavoro di attrito in calore, che sappiamo bene che è stato, invece, notevolmente disperso.

Nonostante tutti questi possibili errori, però, si può dire che la nostra esperienza sia riuscita, poiché i calori specifici risultano molto simili a quelli trovati con strumenti migliori dei nostri e più affidabili.

FONTI:

www.scoprirelafisica.it

www.raiday.com

www.saveriocantone.net

www.treccani.it

www.fmboschetto.it

www.sapere.it