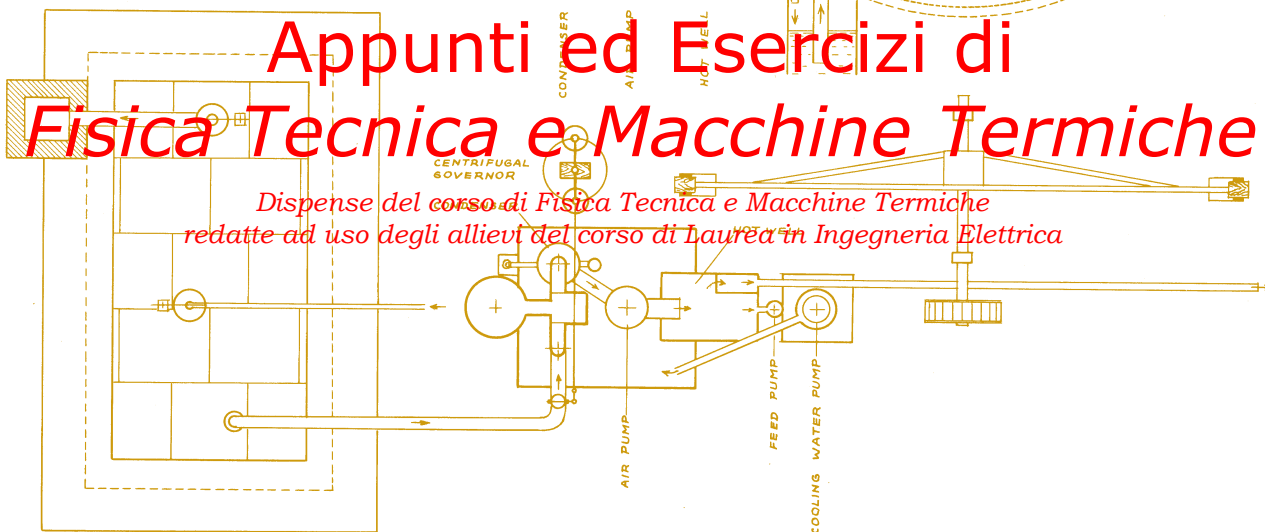


Università di Pisa

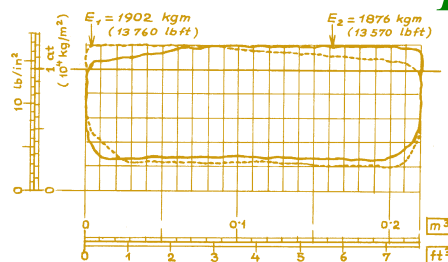


Appunti ed Esercizi di Fisica Tecnica e Macchine Termiche

Dispense del corso di Fisica Tecnica e Macchine Termiche
redatte ad uso degli allievi del corso di Laurea in Ingegneria Elettrica



Paolo Di Marco



INDICATED HORSEPOWER

$$[HP] = [kgm] \cdot [1/min] \cdot [min/s] \cdot [HP/kgm/s]$$

$$N_i = (E_1 + E_2) \cdot n \cdot 1/60 \cdot 1/75$$

$$20.15 = (1902 + 1876) \cdot 24 \cdot 1/60 \cdot 1/75$$

ENGINE DATA

CYLINDER DIAMETER	$d = 47.5 \text{ cm} = 18.7 \text{ in}$
STROKE	$X = 124.4 \text{ cm} = 49 \text{ in}$
DOUBLE STROKE PER MINUTE	$n = 24 \text{ 1/min}$
INDICATED POWER	$N_i = 20.15 \text{ HP}$
EFFECTIVE POWER	$N_e = 14.1 \text{ HP}$
MECHANICAL EFFICIENCY	$\eta_m = 70 \%$
OVERALL EFFICIENCY	$\eta_o = 2.5 \%$
TOTAL ENGINE WEIGHT	$G = 15000 \text{ kg} = 33080 \text{ lb}$
TOTAL ENGINE VOLUME	$V = 323.4 \text{ m}^3 = 11420 \text{ ft}^3$
WEIGHT/POWER RATIO	$G/N = 1064 \text{ kg/HP} = 2347 \text{ lb/HP}$
VOLUME/POWER RATIO	$V/N = 22870 \text{ lit/HP} = 807 \text{ ft}^3/\text{HP}$

OVERALL DIMENSIONS $\left\{ \begin{array}{l} \text{meters } 10.5 \times 4.4 \times 7 \\ \text{feet } 34.45 \times 14.43 \times 23 \end{array} \right.$

Prefazione

La presenti note espongono i principali concetti di Termodinamica Applicata e di Trasmissione del Calore ed alcune nozioni di Macchine Termiche ad uso degli studenti dei nuovi corsi di Laurea triennali.

Il lettore attento si renderà conto che in alcune parti il rigore della trattazione è indiscutibilmente carente. In particolare, per dare alla trattazione un maggior senso pratico, si fa uso fin dall'inizio di concetti quali calore, temperatura, energia che si considerano noti in maniera almeno intuitiva; tali concetti vengono poi ripresi e definiti in maniera più formale nel seguito. Lo scopo che ci si prefigge non è tanto quello di redigere una trattazione formalmente rigorosa e completa degli argomenti esposti, dato che ve ne sono già disponibili di ottime in biblioteca, ma piuttosto quello di consentire all'allievo di acquisire in breve tempo una conoscenza operativa ed applicativa (ma ugualmente esente da errori concettuali) dei concetti fondamentali, in modo da potersi quanto prima dedicare all'applicazione ai problemi pratici. Per la stessa ragione, e nella fermissima convinzione che per un allievo ingegnere l'acquisizione di nuove nozioni teoriche debba essere seguita immediatamente e contestualmente dalla loro messa in pratica, il testo è corredato di numerosi esempi applicativi e seguito da esercizi.

Nell'aggiungere alla vasta scelta già esistente un nuovo testo tecnico, ritorna alla mente la sprezzante allocuzione che Ugo Foscolo rivolgeva a Monti: "*Questi è Vincenzo Monti, cavaliere: il traduttore de' traduttori d'Omero*". Si diceva infatti che Monti avesse redatto la sua celebratissima traduzione dell'Iliade conoscendo pochissimo il greco e quindi, per così dire, "appoggiandosi" alle traduzioni precedenti. Con questo non si vuol certo affermare che si ritiene di avere eguagliato i fasti del *Pelide Achille*; semplicemente, si è inteso rendere un servizio utile agli studenti.

L'autore è fortemente indebitato con gli ingegneri Nicola Forgione ed Alessandro Franco, che hanno redatto rispettivamente una parte delle dispense e degli esercizi allegati, oltre a rivederne il contenuto. Desidera inoltre ringraziare i numerosissimi studenti che nel corso degli anni passati hanno redatto le soluzioni degli esercizi riportate in appendice, e con suggerimenti, domande argute e segnalazioni di errori hanno contribuito in maniera sostanziale a rendere migliore il presente lavoro ... e anche l'autore stesso.

Le parti di testo scritte in questo carattere rappresentano un'estensione od una riformulazione di concetti precedentemente esposti: esse possono essere tralasciate in una prima lettura e non sono strettamente necessarie alla comprensione.

Alcuni paragrafi riportano argomenti che non fanno parte dell'attuale programma di studio: è stato scelto di mantenerle per lasciare a disposizione dell'allievo del materiale che fa uso della stessa impostazione didattica per possibili future necessità od approfondimenti. Tali paragrafi sono contrassegnati con (°).

In copertina: Macchina a vapore di James Watt, 1788.

Indice

Cap. 1.	Nozioni introduttive di Termodinamica
Cap. 2.	Cenni sui meccanismi di trasmissione del calore
Cap. 3.	Termodinamica degli stati
Cap. 4.	Le equazioni di bilancio di massa, energia ed entropia
Cap. 5.	I sistemi aperti a regime
Cap. 6.	L'equazione generalizzata di Bernoulli e la sua applicazione al calcolo dei condotti.
Cap.7.	Le macchine termiche semplici
Cap.8.	I cicli termici delle macchine motrici
Cap.9.	I cicli termici delle macchine termiche operatrici
Cap. 10.	Elementi di psicommetria e condizionamento dell'aria *
Cap. 11.	Scambiatori di calore *
Cap. 12.	Combustibili e combustione *
Appendici.	<ol style="list-style-type: none">1. Equazioni di stato per i gas ideali e per i liquidi incomprimibili2. Trasformazioni reversibili per i gas ideali con calori specifici costanti3. Proprietà termofisiche dei fluidi.4. Unità di misura del Sistema Internazionale e fattori di conversione5. Metodologia per la soluzione di problemi in termodinamica6. Soluzione di parte degli esercizi proposti

* Redatti in cooperazione con l'Ing. Nicola Forgiione