ENERGETICA I

prof. Alessandro FRANCO
Unimap.unipi.it
↓
Email
Registro delle lezioni

Il corso è composto:

Energetica Generale (2002/3)
- Energetica I { lunedì B32, martedì F2 ▸ Fonti energetiche, Processi energetici
- Energetica II { mercoledì CO1, venerdì A12 ▸ Componenti energetici, Sistemi energetici

Non ci sono sovrapposizioni tra i 2 corsi.

Materiale didattico:

- appunti delle lezioni (è consigliato seguire il corso!)
- libro di testo: "Energetica generale", Comini, Croce, Savino (SGE editoriali, PD) (Testo di "blando" riferimento, comprare anche alla fine!)

Altri testi di base:
- Cengel, "Termodinamica e trasmissione del calore"
- Moran, Shapiro, Munson, DeWitt: "Elementi di fisica tecnica per l'ingegneria"

Modalità d'esame:

Orale completo dei 2 corsi, comprendente:

1ª parte: Risoluzione di un "esercizio" scritto (parte I)

2ª parte: Discussione orale: 2 domande per Energetica I / 3 domande per Energetica I e II

Ricevimento:
- Martedì (Energetica II) 15:30
- Mercoledì (Energ. I e II) 15:30

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

25/09/17

Energetica I

Nella prima parte richiameremo i concetti di base della TERMODINAMICA (argomento di FISICA TECNICA)
Successivamente (analizz.) svilupperemo, soprattutto da un punto di vista METODOLOGICO, le varie fonti ENERGETICHE ed i PROCESSI DI CONVERSIONE PRIMARIA (es. combustione)

Energetica II

Nella prima parte riprenderemo i concetti di base della TRASMISSIONE DEL CALORE (ma in modo più applicativo rispetto a FISICA TECNICA)

Successivamente analizzeremo:
- SCAMBIATORI DI CALORE
- FONTI ENERGETICHE ⟶ Processi di conversione "secondaria" proiettati verso USI FINALI dell'energia.

Inizio

concetto di base:

ENERGIA → lavoro, movimento, possibilità di determinare movimento...

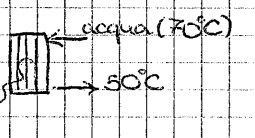
Esiste in varie forme: chimica, nucleare, elettromagnetica, meccanica, termica

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Ciascuna forma è convertibile in un'altra, anche se "intuitivamente", non tutti i "percorsi" di trasformazione appaiono "equivalenti": in molti casi "si perde qualcosa", o meglio, si hanno notevoli DEGRADAZIONI.

- Gli usi dell'energia sono essenzialmente 3:
  - USI ELETTRICI
  - USI TERMICI (acqua calda) (CIVILI, INDUSTRIALI) ⟶ es. termosifoni:



  - MOBILITÁ (ENERGIA MECCANICA)

- Fonti energetiche:

Esistono diverse fonti:
- FONTI FOSSILI (CARBONE, PETROLIO, gas naturale, oli non convenzionali)
- FONTI "COMBUSTIBILI" NUCLEARI
- FONTI "RINNOVABILI" (es. biomasse dal taglio degli alberi) → non è un uso rinnovabile della fonte!
- FONTI "QUASI-RINNOVABILI" (es. geotermia/energia geotermica = energia contenuta nel sottosuolo, che quindi non può essere misurata né conosciuta da noi). Non sappiamo quanta ce n'è!

Le fonti non sono equivalenti.

↓

Le fonti si differenziano per elementi "intrinsechi" ed "estrinsechi".
↓
contenuto di energia

Si differenziano, ad esempio, per:
- TIPO DI ENERGIA producibile più direttamente
- DENSITÁ ENERGETICA (quantità di energia immagazzinata)
- DISPONIBILITÁ (es. continua, periodica, intermittente)

→ la uso finché ho il combustibile fossile (finisce)
→ es. energia solare (serve il Sole) o energia idro-elettrica (si basa su fluidi a regime torrentizio)
→ es. vento (varia molto la velocità) (discontinuo)

Gli elementi estrinsechi, invece, si differenziano per:
- IMPATTO AMBIENTALE associato al loro uso.

Esistono anche altri elementi insieme alle fonti e agli usi, ad es.:

- VETTORI ENERGETICI → Energia elettrica, Idrogeno
  ↓
  permettono di disaccoppiare la produzione dall'utilizzo, mediante l'accumulo di energia

N.B. Le fonti rinnovabili, infatti, non sono sempre disponibili, quindi le accumulo in un uso diretto o le trasferisco ad altri usi.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837715

- Grandezze fondamentali associate ai sistemi energetici ed energia in generale:
  - ENERGIA = capacità di fare lavoro [J] = Joule [S.I.]
  - POTENZA = flusso di energia [W] = Watt = [J/s]

Valutazioni dimensionali:
PERCEZIONE FISICA DELLE GRANDEZZE
ENERGIA
1 J → valore molto basso e poco facilmente percepibile
Per avere valori più percepibili bisogna usare dei multipli (salire almeno di 3):

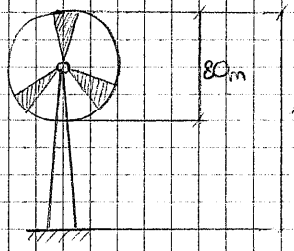
- 1 Kcal = 4186 J = 4,186 · 10^3 J
  Una chilocaloria è l'energia necessaria per innalzare di 1°C la temperatura di 1 Kg di acqua. (da 14,5 a 15,5°C) (Cp acqua)
- 1 KWh = 10^3 W · 3600 s = 3,6 · 10^6 J
  Un chilowattora è l'energia fornita ad una macchina di potenza 1 KW che funziona per 1 ora (h).

1 KWh → prima unità percepibile utilizzata per quantificare l'energia (es. bollette)
↓
È associata alla POTENZA: (KJ/h ; Kcal/h)

1 W → potenza di un apparecchio telefonico → lampade a LED
10 W → potenza di una lampada a fluorescenza → 500 W
1000 W (1 KW) → potenza di una lavatrice, lavastoviglie, asciugacapelli, forno a microonde

20,25 KW → caldaia a gas (a muro) (molto veloce)

50 KW → potenza di una automobile di media cilindrata



$P_R = 2'000\ KW$ → potenza richiesta da una pala eolica

- $1000\ (MW) = \boxed{1 \cdot 10^9\ W}$ → potenza di una grande centrale di produzione termoelettrica

($MW = 10^6$)

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Torniamo all' ENERGIA:

$1\ KWh \rightarrow 3{,}6\ (MJ)$ ($MJ = 10^6$)

→ Poteri calorifici dei principali "COMBUSTIBILI"

É la quantità di energia che si può ricavare.

(PCI) = Potere calorifico Inferiore
(LHV) = Lower Heating Value (in inglese)

- idrogeno (H_2): PCI = 120 MJ/Kg
- carbone: PCI = 12 ÷ 32 MJ/Kg
- petrolio: PCI = 30 ÷ 45 MJ/Kg
- metano (CH_4): PCI = 50 MJ/Kg → (÷ 3,6) → 13,81 KWh/Kg

→ Tonnellata equivalente di petrolio (Tep) (Toe) = Tonne of oil equivalent

Grandezza energetica puramente convenzionale.
Viene definita partendo dall'idea che convenzionalmente il petrolio abbia un LHV = 41,86 MJ/Kg.

$1\ Tep\ (Toe) = (10^3\ Kg = 1\ t) \cdot 41{,}86\ \frac{MJ}{Kg} = 41{,}86 \cdot (10^3\ MJ = 1\ GJ) = 41{,}86\ GJ$

Rappresenta la quantità di energia rilasciata dalla combustione di 1 tonnellata (1000 Kg) di petrolio grezzo.

Toe → Gli usi dell'energia attribuibili alla singola persona in Italia sono stimabili in circa 2,3 ÷ 2,4 Toe annue.

A livello mondiale questo dato scende a 1,7 ÷ 1,8 Toe/pro-capite annue.

grandezza che quantifica l'uso energetico attribuibile alla singola persona.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

26/09/17

Lezione giovedì 28
14:30 - 17:30 B25 En I
e lunedì 2 OTT. Misure

Riprendiamo:

1 J ⟶ Toe = "Tonn of equivalent oil"

basata su un potere calorifico convenzionale del petrolio pari a 41,86 MJ/kg

$1\ Toe = 41{,}86 \cdot 10^3\ \frac{MJ}{kg} = 41{,}86\ GJ$ ($G = 10^9$)

unità percepibile, i cui multipli iniziano ad essere molto rilevanti:

$MToe = 41{,}86 \cdot 10^{15}\ J$ ($M = 10^6$)

permette di quantificare gli usi energetici annuali di STATI (NAZIONI)

es. Italia → 60 Mab (milioni di abitanti) → 150 ÷ 160 MToe per anno

Nel mondo (nel 2016) → 14000 MToe per circa 7,2/7,3 miliardi di abitanti

→ Altra unità di misura molto utilizzata è il chilowattora e multipli:

quantifica gli usi elettrici di una nazione

$10^3 = KWh$ (Kilo-)
$10^6 = MWh$ (mega-)
$10^9 = GWh$ (giga-)
$10^{12} = TWh$ (tera-)

In Italia si utilizza energia elettrica per circa 300 TWh.

Che relazione c'è tra 1 MToe e TWh?

$41{,}86 \cdot 10^{15}\ J$ ← $1\ KWh = 3{,}6 \cdot 10^6\ J$

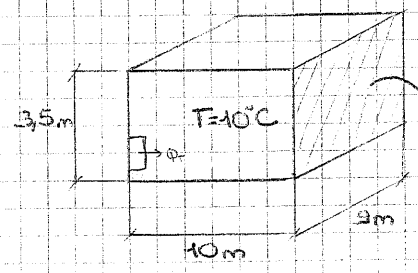
$3{,}6 \cdot 10^{15}\ J = 10^6 \cdot 10^9 = 12 \div 3$

$41{,}86 \cdot 10^{15}\ J = X \cdot 3{,}6 \cdot 10^{15}\ J$

$X = 11{,}6 \Rightarrow$ **1 MToe ≅ 11,6 TWh**

MASTER COPY
Tel. 050 831 2126
Cell. 388 983 7745

Problema (aspetto energetico)



Ho una stanza che disperde una quantità di calore da una parete.

Valutiamo il seguente problema:
Alle ore 8 ho questa situazione:

$T_{int} = 10°C$
$T_{ext} = 0°C$
$\dot{Q}_{disp} = 600\ W$

Voglio ripristinare delle condizioni di confort termico ($T_{int} = 20°C$) in 30 minuti.
Qual è la potenza termica $\dot{Q}_t$ necessaria?

$P = 1\ atm = 10^5\ Pa$