10.02 - La Potenza

10.02.a) Definizione di Potenza

In fisica, in generale si definisce la **Potenza** come l'*Energia* trasferita nell'unità di *tempo*. Si parla di *Potenza* anche quando occorre quantificare l'energia prodotta o utilizzata da un sistema fisico.

10.02.b) Classificazione della Potenza

A seconda del tipo di energia trasferita, si parla in particolare di:

- **Potenza Meccanica** ogni qual volta c'è trasferimento di *Lavoro*.
- **Potenza Termica** ogni qual volta c'è trasferimento di *Calore*.
- **Potenza Elettrica** ogni qual volta c'è trasferimento di *Energia Elettrica*.

Spesso, soprattutto nel caso delle macchine, interessa conoscere il *Lavoro Compiuto in un Secondo* o in un certo *intervallo di tempo* Δt.

10.02.c) Definizione di Potenza

La **Potenza** è una grandezza che indica la *Rapidità* con cui viene *Compiuto* in *Lavoro*.

Più rigorosamente :

La **Potenza Media P_m** sviluppata dalla *Forza* $\vec{F}$ è il rapporto tra il *Lavoro* (ΔL) *Compiuto dalla Forza* $\vec{F}$ e il *Tempo* (Δt) impiegato a svolgerlo, ovvero in formule :

$$P_{\mathrm{m}} = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

10.02.d) Esempio di Potenza

La *Potenza* spesa da un ometto per salire le scale aumenta con la *Velocità*. Un ometto che sale le scale velocemente spende una *Potenza* maggiore di uno che sale le stesse scale con un'andatura normale.

10.02.e) Potenza in Funzione della Forza.

$$P_{\mathrm{m}} = F \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

dove F è la *Componente* della *Forza* che produce il *Lavoro* L

Dimostrazione

$$P_{\mathrm{m}} \underset{(\mathrm{DEF}).}{=} \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{L_f - L_i}{\Delta t} \underset{\left(\substack{\mathrm{DEF.}\\ \mathrm{L}}\right)}{=} \frac{F_f \cdot s_f - F_i \cdot s_i}{\Delta t} \underset{(\mathrm{F\ cost})}{=} \frac{F \cdot s_f - F \cdot s_i}{\Delta t} = \frac{F \cdot \left(s_f - s_i\right)}{\Delta t} = F \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t} \qquad \text{(c.v.d.)}$$

Nell'ultimo passaggio della dimostrazione è importante osservare che ha giocato prepotentemente il fatto che F sia la *Forza* che produce il *Lavoro* L, infatti, tale *Forza* è parallela e concorde allo *Spostamento* e pertanto siamo nel **I Caso** visto nel paragrafo precedente.

10.02.f) Definizione di Potenza Istantanea

$$P(t) = \lim_{\Delta t \to 0} P_m$$

10.02.g) Caratterizzazione della Potenza Istantanea

$$P(t) = F \cdot v(t)$$

Dimostrazione

$$P(t) := \lim_{\Delta t \to 0} P_m = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta L}{\Delta t} \underset{(1.02.b)}{=} \lim_{\Delta t \to 0} \left(F \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t} \right) \underset{(F \text{ cost.})}{=} F \cdot \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \underset{(\text{DEF. } v)}{=} F \cdot v(t)$$

10.02.h) Analisi Dimensionale della Potenza

$$[P] = [l^2 \cdot m \cdot t^{-3}]$$

$$[P] = \left[\frac{\Delta L}{\Delta t}\right] = [\Delta L] \cdot [\Delta t]^{-1} =$$

$$= [L] \cdot [t]^{-1} = [F] \cdot [s] \cdot [t]^{-1} =$$

$$= [F] \cdot [s] \cdot [t]^{-1} = [m \cdot a] \cdot [l] \cdot [t]^{-1} =$$

$$= [m] \cdot [a] \cdot [l] \cdot [t]^{-1} = [m] \cdot [v \cdot t^{-1}] \cdot [l] \cdot [t]^{-1} =$$

$$= [m] \cdot [v] \cdot [t]^{-1} \cdot [l] \cdot [t]^{-1} = [m] \cdot [l \cdot t^{-1}] \cdot [t]^{-1} \cdot [l] \cdot [t]^{-1} =$$

$$= [m] \cdot [l] \cdot [t]^{-1} \cdot [t]^{-1} \cdot [l] \cdot [t]^{-1} =$$

$$= [l]^2 \cdot [m] \cdot [t]^{-3} = [l^2 \cdot m \cdot t^{-3}]$$

10.02.i) Unità di Misura della Potenza

Spesso nella pratica, per misurare la *Potenza* si usa come *Unità di Misura* il **Cavallo Vapore** (**CV**) o più frequentemente il **Watt (W)** o il suo multiplo, **kiloWatt (kW)**.

Il **kWh** (**kilowattOra**) invece, è un'ulteriore *Unità di Misura* del *Lavoro* e rappresenta, il *Lavoro* prodotto in 1 h alla *Potenza Costante* di 1 kW.

CONVERSIONI UTILI

$$1 \text{ CV} = 735 \text{ W}$$

$$1 \text{ kW} = 1'000 \text{ W} = 10^3 \text{ W}$$

$$1 \text{ kWh} = 3{,}6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

10.02.j) Potenza Meccanica e Lavoro: la Maratona e i 100 Metri a Confronto

Innanzitutto bisogna tener presente che si può svolgere molto *Lavoro* (cioè consumare o produrre *Energia*) anche sviluppando poca *Potenza*. Ciò, infatti, dipende dalla durata del processo secondo l'espressione integrale data sopra. Ad esempio in una *Gara di Maratona* si consuma più *Energia* rispetto ad una gara di 100 metri piani; ma certamente la Potenza che deve sviluppare il centometrista è enormemente superiore a quella del maratoneta.

10.02k) Relazione tra Potenza (Meccanica) del Motore e Velocità negli Autoveicoli

Dalla lettura vari libretti di circolazione degli autoveicoli ci si accorge che la *Potenza del Motore* delle *Automobili*, *Motociclette* o di qualsiasi mezzo stradale, può variare da pochi kW fino a svariate centinaia di kW. La relazione che lega la *Velocità* con la *Potenza Erogata dal Motore* è influenzata da molti fattori, ma in via generale, si può affermare che:

- la *Potenza Necessaria dall'Automobile per Avanzare* varia sino a una certa soglia - indicativamente 30 km/h - con linearità al variare della *Velocità*. Fino a tale *Velocità Limite*, infatti, le *Forze Resistenti* da vincere per fare avanzare il veicolo sono quelle degli *Attriti Meccanicidel Veicolo* e dell'*Attrito Volvente degli Pneumatici*, pertanto, essendo la sommatoria di tali *Forze* (*Resistenti*) con buona approssimazione costante, la *Potenza Necessaria all'Automobile per Avanzare*, varia linearmente con la *Forza Resistente* e la *Velocità del Veicolo*, in simboli:

$$P = F_R \cdot v$$

- dopo i 30 km/h circa, la *Potenza Necessaria all'Automobile per Avanzare* cresce per poi assestarsi a un valore che è grosso modo proporzionale al cubo della *Velocità*. Perché? Oltre questa *Velocità* la componente di *Resistenza*, prima trascurabile, dovuta all'aerodinamica diviene preponderante e variando col quadrato della *Velocità* la sua *Forza*, è sufficiente anche un modesto aumento della *Velocità* per fare aumentare notevolmente la *Potenza Necessaria all'Automobile per Avanzare*. La *Potenza* assorbita viene profondamente influenzata dal *Peso della Vettura* e dall'*Efficienza Aerodinamica*.

  Più nello specifico, per la **Legge del Calcolo della Resistenza Aerodinamica** risulta che:

$$F_R \propto \cdot v^2$$

[n.d.a.: per approfondire leggere la suggestiva appendice: *Legge del Calcolo della Resistenza Aerodinamica*]

Cosa vuol dire tutto ciò? Ad esempio, raddoppiando la *Velocità*, la *Resistenza Aerodinamica* (*Forza di Attrito dell'Aria*) aumenta di $2^2 = 4$ volte!

Pertanto:

$$P = F_R \cdot v \propto v^2 \cdot v = v^3$$

[n.d.a. si legge: *P* proporzionale al cubo della *Velocità*]

In base a quest'ultima relazione, per il calcolo della *Potenza Necessaria all'Automobile per Avanzare* (a cui è associata la relativa *Forza Motrice* che deve compiere il *Lavoro Meccanico* in oggetto), risulta che:
"Per vincere la *Resistenza Aerodinamica* (*Forza di Attrito dell'Aria*) per poter andare ad una *Velocità* doppia, bisogna che la *Potenza* aumenti di $2^3 = 8$ volte cioè del cubo della *Velocità*".

Dopo i 30 km/h è possibile rilevare, infatti, informazioni del tipo:
"Con un'auto da 35 kW si raggiungono i 130 km/h, ma con il doppio della *Potenza* (70 kW) non si arriva al doppio della *Velocità* (cioè 260 km/h), ma all'incirca ai 175 km/h. Per ottenere la *Velocità* di 260 km/h quantri kW occorrono?

<u>Risposta</u>

P(260 km/h) =…