La potenza:

il lavoro in un... batter d’occhio!

Prof. Stefano Scippa

POTENZA

Definizione e formula:

La **potenza** è una grandezza (scalare) che rappresenta il **lavoro compiuto da una forza nell'unità di tempo**. Si calcola, dunque, come rapporto tra il lavoro e l'intervallo di tempo necessario a svolgerlo:

$$\boxed{P} = \frac{\boxed{L}}{\boxed{\Delta t}}$$

Potenza

Lavoro

Intervallo di tempo

POTENZA

Unità di misura:

L'unità di misura è il **watt** (**W**). Dalla formula si ricava facilmente che:

$$P = \frac{L}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad [W] = \left[\frac{J}{s}\right]$$

La formula ci dice che:

> "*La potenza è direttamente proporzionale al lavoro compiuto dalla forza e inversamente proporzionale all'intervallo di tempo necessario per svolgerlo*".

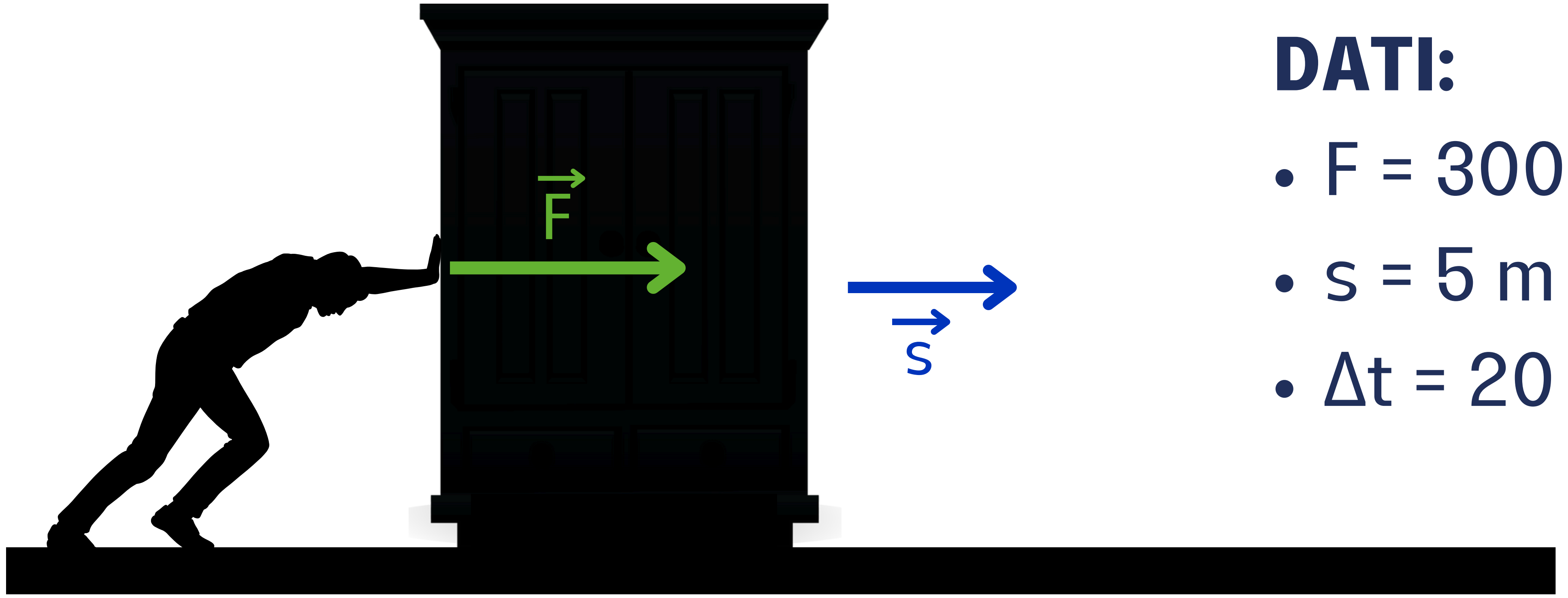
Questo significa che:

- se il lavoro raddoppia, a parità di tempo, la potenza raddoppia;
- se il tempo raddoppia, a parità di lavoro, la potenza si dimezza.

POTENZA

Esercizio:

Riprendiamo l'esempio dell'armadio (vedi lezione sul lavoro) e proponiamoci di valutare la potenza associata alla forza $\vec{F}$ che Federico applica per spostare l'armadio di 5 metri. Supponiamo che Federico impieghi 20 secondi.



DATI:

- $F = 300\ N$ forza applicata
- $s = 5\ m$ spostamento
- $\Delta t = 20\ s$ intervallo di tempo

POTENZA

Esercizio:

Abbiamo già calcolato il lavoro:

$$L = F\ s\ \underbrace{\cos\alpha}_{=1} = F\ s = 300\ N \cdot 5\ m = 1500\ J$$

LAVORO MOTORE

La potenza, quindi, risulta:

$$P = \frac{L}{\Delta t} = \frac{1500\ J}{20\ s} = 75\ W$$

POTENZA

Osservazione 1:

Facciamo un'analisi dimensionale della formula della potenza (nel caso più semplice di forza parallela e concorde allo spostamento).

Se ci ricordiamo che L = F s, possiamo scrivere:

$$P=\frac{L}{\Delta t}=\frac{F\ s}{\Delta t}=F\underbrace{\boxed{\frac{s}{\Delta t}}}_{\text{Velocità}}\quad\rightarrow\quad[W]=\left[\frac{J}{s}\right]=\left[\frac{N\ m}{s}\right]=\left[N\underbrace{\boxed{\frac{m}{s}}}_{\text{u.m. della velocità}}\right]$$

Possiamo, allora, esprimere la potenza come prodotto della forza applicata per la velocità dell'oggetto:

$$P=F\ v$$

POTENZA

Osservazione 2:

Se prendiamo la “bolletta” della luce, notiamo che viene riportata una “strana” unità di misura: il **chilowattora** (**kWh**). Di cosa si tratta esattamente?

Per rispondere, come al solito, facciamo un’analisi dimensionale!

$$1\ kWh = 1\ kW \cdot 1\ h = 1000\ W \cdot 3600\ s = 3.600.000\ W \cdot s = 3.600.000\ \frac{J}{\cancel{s}} \cdot \cancel{s} = 3.600.000\ J$$

Il kWh, dunque, è un’energia (noi paghiamo l’energia, non la potenza)!

Per esprimerla non usiamo il joule, ma il kWh

POTENZA

Esercizio:

Elena deve asciugarsi i capelli.
Per farlo utilizza un asciugacapelli da 2000 W alla massima potenza per 15 minuti.
Se il costo della corrente elettrica è di 0,20 €/kWh, quanto ha speso?

Per prima cosa riportiamo i dati nelle "giuste" unità di misura:

$$P = 2000\ W = \frac{2000}{1000}\ kW = 2\ kW$$

$$\Delta t = 15\ min = \frac{15}{60}\ h = 0{,}25\ h$$

POTENZA

Esercizio:

Quindi Elena ha “consumato” un’energia pari a:

$$E_c = 2\ kW \cdot 0{,}25\ h = 0{,}5\ kWh$$

e ha speso:

$$C = 0{,}5\ \cancel{kWh} \cdot 0{,}20\ \frac{€}{\cancel{kWh}} = 0{,}10\ €$$

ossia ha speso 10 centesimi!

RENDIMENTO

RENDIMENTO

Introduzione:

Al concetto di <u>potenza</u> è strettamente collegato quello di **<u>rendimento</u>**, soprattutto quando si parla di macchine e di sistemi che trasformano energia.

La potenza di una macchina rappresenta la quantità di lavoro (o di energia trasferita) nell'unità di tempo.

L'asciugacapelli di Elena, ad esempio, ha una potenza di 2000 W, ossia è in grado di compiere un lavoro (o di trasferire un'energia) di 2000 J ogni secondo!

RENDIMENTO

Introduzione:

In particolare l'asciugacapelli utilizza l'energia elettrica assorbita per riscaldare l'aria e soffiarla con una certa velocità!

Ma tutta l'energia elettrica assorbita viene effettivamente convertita in energia utile (calore + energia cinetica)?

In realtà NO! Ci sono diverse "perdite" di energia:

- calore nei componenti interni (come il motore e i circuiti elettrici);
- rumore prodotto durante il funzionamento.

RENDIMENTO

Definizione e formula:

Possiamo, allora, definire il **rendimento** di una macchina (o di un sistema) come il **rapporto tra l'energia (o il lavoro) utile che il sistema produce e l'energia (o il lavoro) totale che riceve.**

$$\eta = \frac{\overbrace{E_{OUT}}^{\text{ENERGIA IN USCITA}}}{\underbrace{E_{IN}}_{\text{ENERGIA IN INGRESSO}}} \cdot 100 \quad [\%]$$

Si esprime in percentuale e rappresenta l'**efficienza del sistema**, ovvero quanto dell'energia in ingresso viene effettivamente trasformata in lavoro utile.

RENDIMENTO

Casi possibili:

1) Se tutta l'energia in ingresso viene trasformata in energia utile, abbiamo:

$$E_{OUT} = E_{IN} \quad \Rightarrow \quad \eta = 100\ \%$$

Macchina super efficiente!!!
(caso ideale)

2) Se tutta l'energia in ingresso viene "persa", abbiamo:

$$E_{OUT} = 0 \quad \Rightarrow \quad \eta = 0\ \%$$

Macchina super inefficiente!!!
(caso possibile ma raro)

3) Se l'energia in ingresso viene trasformata solo in parte in energia utile, abbiamo:

$$0\ \% < \eta < 100\ \%$$

Maggiore è il rendimento,
maggiore è l'efficienza della macchina
(caso tipico)

RENDIMENTO

Esempio:

Tornando all'esempio dell'asciugacapelli, supponiamo che il rendimento della macchina sia pari al 90%. Qual è l'energia <u>utile</u> effettivamente impiegata da Elena (al netto di quella dissipata)?

Se vogliamo esprimerla in kWh, è sufficiente calcolare il 90% del valore trovato nell'esercizio precedente:

$$E_{utile} = E_c \cdot \eta = 0{,}5\ kWh \cdot \frac{90}{100} = 0{,}45\ kWh$$

Peccato che la bolletta si paghi in base all'energia elettrica assorbita e non all'energia utile! 😅

CAVALLO VAPORE

CAVALLO VAPORE

Introduzione:

Sicuramente vi sarà capitato di sentire la parola “cavalli” associata ad un’automobile o ad una moto...

Una **Ferrari 488 GTB**, ad esempio, ha un motore da **670 cavalli vapore** (**CV**), che le permette di raggiungere velocità molto elevate e di accelerare da 0 a 100 km/h in circa 3 secondi.

La **Ducati Panigale V4** è una moto sportiva con un motore che sviluppa **214 cavalli vapore** (**CV**), una potenza eccezionale per un veicolo a due ruote. Grazie a questo, la moto può raggiungere oltre 300 km/h, garantendo un'accelerazione impressionante.

Ma di cosa si tratta esattamente?!? Cerchiamo di capirlo insieme...

CAVALLO VAPORE

Breve storia:

Per comprendere l'origine del termine in questione, dobbiamo tornare alla fine del 1700, in piena rivoluzione industriale.

A questo periodo storico, infatti, risalgono le prime sperimentazioni dei **motori a vapore** (alimentati a carbone) come alternativa alla forza lavoro umana e animale.

Si trattava di una vera e propria rivoluzione, in quanto le nuove macchine potevano sostituire i "***cavalli da tiro***" utilizzati, fino ad allora, in processi di lavorazione nei quali bisognava azionare meccanismi ed ingranaggi (ad es. mulini per macinare il grano, sistemi di pompaggio dell'acqua dai pozzi, ecc.).

CAVALLO VAPORE

Breve storia:

Come spesso accade, tuttavia, la novità generò inizialmente diffidenza e scetticismo negli investitori (coloro che avevano i capitali per avviare la produzione delle nuove macchine).

Gli investitori, infatti, erano interessati alla produttività dei nuovi macchinari. Volevano sapere, in definitiva, quanti cavalli potessero essere effettivamente sostituiti.

La questione fu risolta nel 1789 grazie all'ingegnere scozzese **James Watt**, famoso per aver migliorato in modo significativo l'efficienza (ossia il rendimento) della macchina a vapore. Il suo contributo, infatti, permise di rendere queste macchine molto più performanti, favorendo così il loro utilizzo definitivo, nei decenni successivi, in una varietà di settori, come i treni e i battelli a vapore, oltre che nei macchinari agricoli e industriali alimentati a vapore.

CAVALLO VAPORE

Breve storia:

James Watt, in particolare, introdusse l'unità di misura del "**Cavallo Vapore**" (**CV**), ispirandosi alla potenza di un cavallo da tiro.

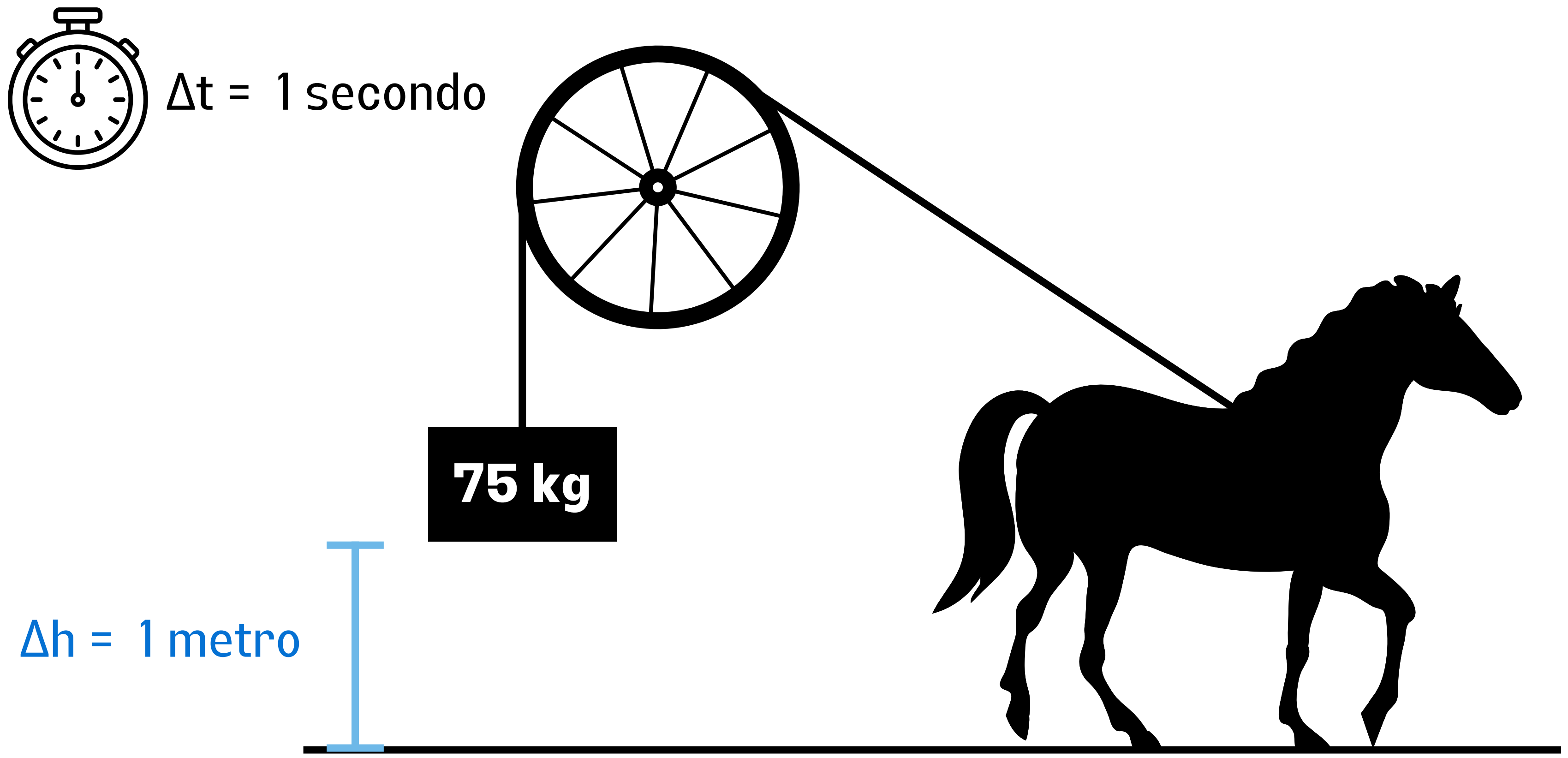
Pur non avendo a disposizione strumenti per calcoli teorici di estrema precisione, Watt, grazie alla sua esperienza pratica, riuscì a stimare con buona attendibilità la potenza di un cavallo vapore.

Definì, infatti, **1 CV** come la "**potenza necessaria a sollevare una massa di 75 kg ad un'altezza di un metro in un secondo**"!

CAVALLO VAPORE

Breve storia:

Questa definizione rese più comprensibile l'efficacia delle nuove macchine a vapore, aiutando il pubblico a visualizzare le capacità di queste tecnologie innovative.



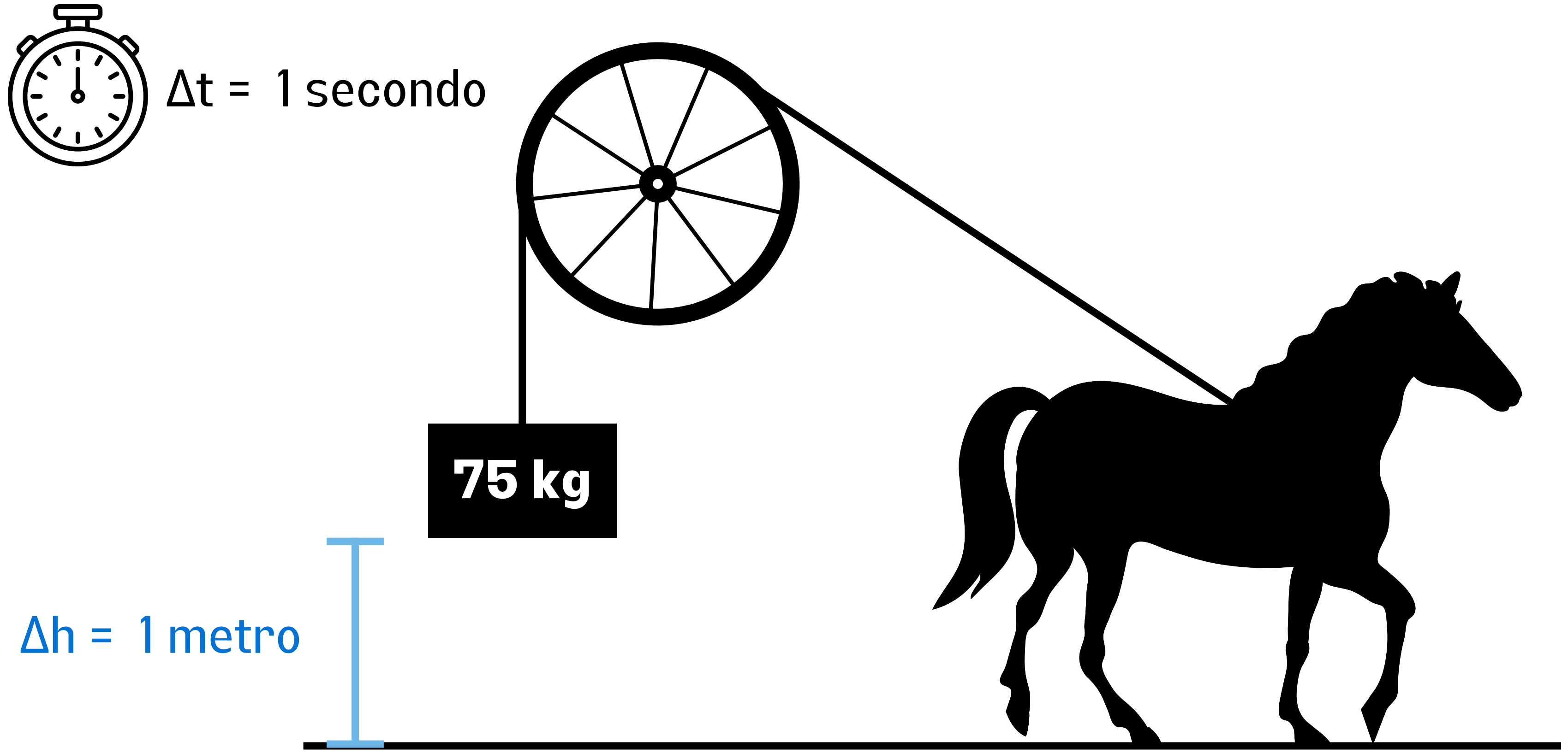
Il cavallo vapore (CV), ovviamente, era solo un'approssimazione della potenza che un "cavallo da tiro" poteva generare (non rappresentava il valore reale e costante della potenza di un cavallo).

James Watt, infatti, osservò i cavalli da tiro al lavoro e stimò la loro capacità media di sollevare un peso.

CAVALLO VAPORE

Breve storia:

Ma perché James Watt decise di adottare il termine “cavalli vapore”?

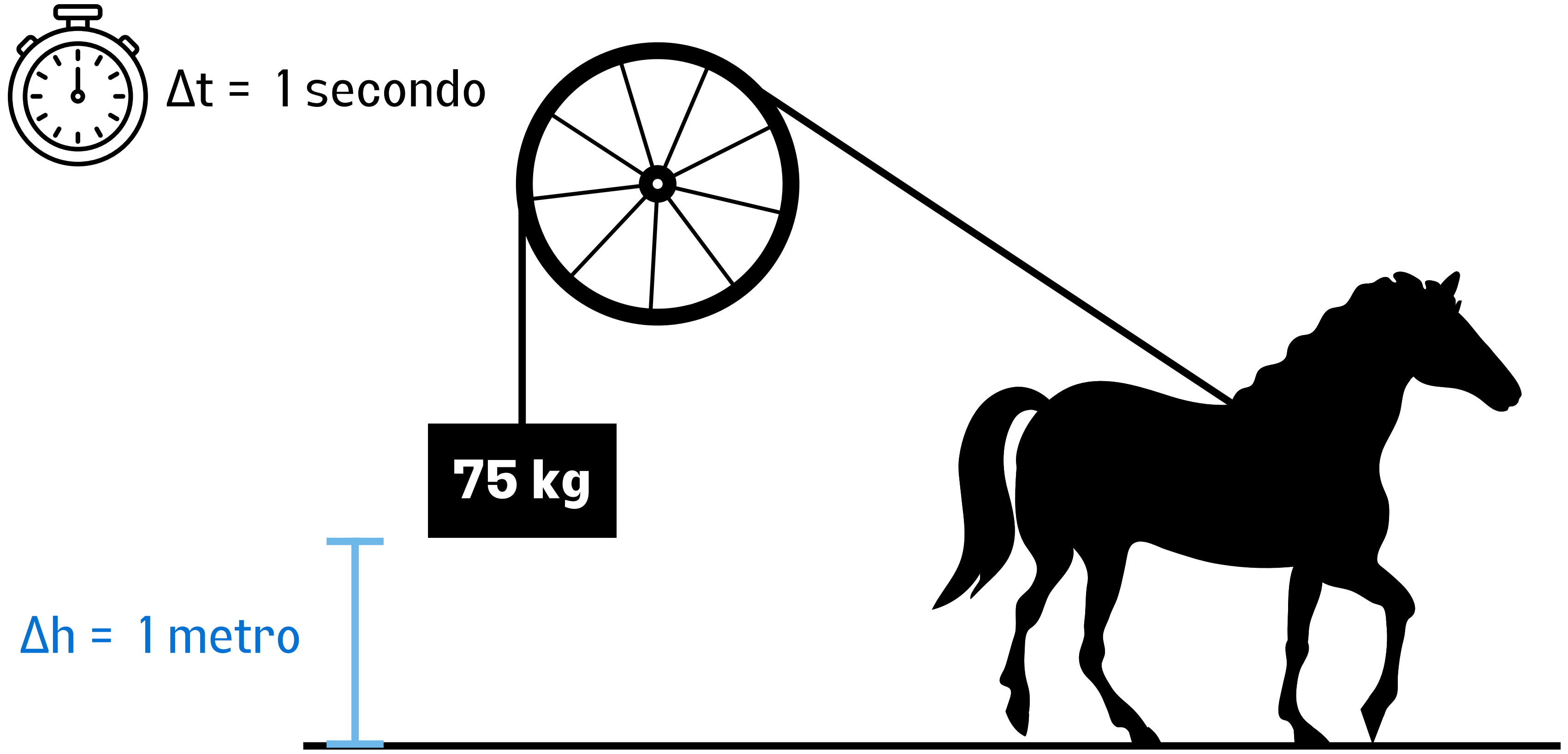


Questa scelta derivava dal fatto che le nuove macchine avevano come forza motrice il “vapore” e dovevano rimpiazzare i “cavalli da tiro” che, fino ad allora, erano stati la principale fonte di forza motrice!

CAVALLO VAPORE

Breve storia:

Alla fine del XIX secolo il **watt** (**W**) prese il posto del Cavallo Vapore come unità di misura per la potenza meccanica (il suo nome fu scelto in ricordo dell'ingegnere scozzese).



Quanto vale 1 CV in watt?

Vediamo...

CAVALLO VAPORE

Quanto vale 1 CV?

Riprendiamo la formula per calcolare la potenza:

$$P = \frac{L}{\Delta t} = \frac{F\ s}{\Delta t}$$

In questo caso la forza **F** è proprio il peso della massa di 75 kg:

Normalmente approssimato a 9,81

$$F_P = m \cdot g = 75\ kg \cdot 9{,}80665\ m/s^2 \cong 735{,}50\ N$$

Sostituendo si ottiene:

$$P = \frac{L}{\Delta t} = \frac{F_P\ s}{\Delta t} = \frac{735{,}50\ N \cdot 1\ m}{1\ s} = 735{,}50\ W$$

$$\boxed{1\ CV = 735{,}50\ W}$$

CAVALLO VAPORE

Denominazioni del Cavallo Vapore

L'abbreviazione del Cavallo Vapore cambia di Stato in Stato:

- **PS** in Germania (Pferdestärke, "forza del cavallo");
- **pk** nei Paesi Bassi (paardenkracht, "forza del cavallo");
- **ch** in Francia (chevaux, "cavalli");
- **Л.С.** in Russia (лошадиная сила, "forza del cavallo");
- **hp** in inglese (horsepower, "potenza del cavallo");
- **CV** in Italia, Spagna e Portogallo (cavallo vapore, caballo de vapor, cavalo de vapor).

wikipedia

Fine lezione