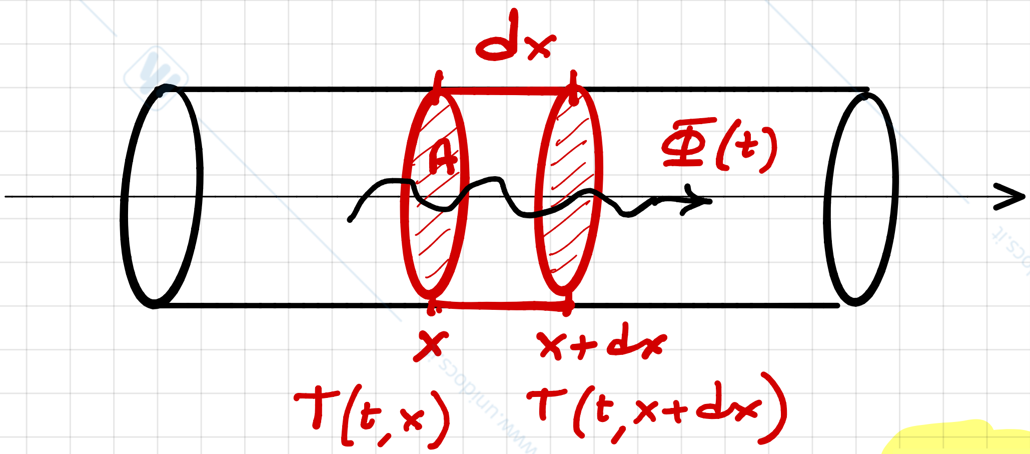
TRASMISSIONE DEL CALORE

- TRASMISSIONE DEL CALORE

  - CONDUZIONE (SENZA TRASPORTO DI MATERIA)
  - CONVEZIONE (DOVUTA AL MOTO DI UN FLUIDO)
  - IRRAGGIAMENTO (DOVUTA ALLA PROPAGAZIONE DI ONDE ELETTROMAGNETICHE)

- CONDUZIONE

- ESEMPIO: TRASMISSIONE LUNGO UNA BARRA METALLICA



A SEZIONE $[m^2]$

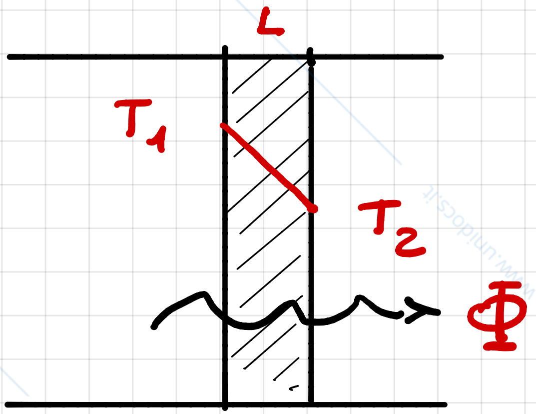
$\Phi(t)$ POTENZA TERMICA $[W]$

λ CONDUTTIVITÀ TERMICA $\left[\frac{W}{mK}\right]$

$T(t,x)$ TEMPERATURA NELLA SEZIONE DI ASCISSA x

$$\boxed{\Phi(t) = \frac{\delta Q}{dt} = -\lambda A \frac{\partial T(t,x)}{\partial x}}$$

- ESEMPIO: TRASMISSIONE ATTRAVERSO UNA PARETE

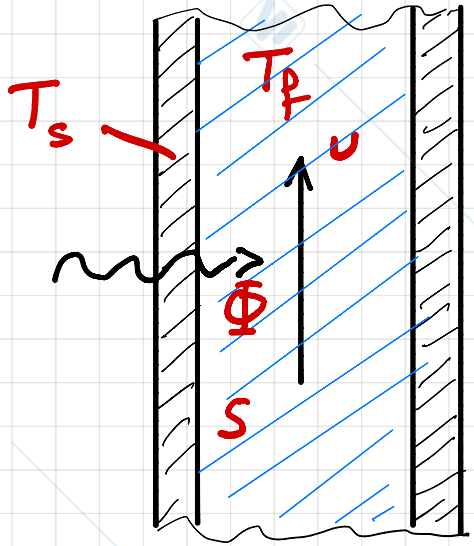


- SE SI ASSUME UN PROFILO LINEARE DI T ENTRO LA PARETE:

$$\boxed{\Phi = -\lambda A \frac{T_2 - T_1}{L}}$$

- CONVEZIONE

- PUÒ ESSERE NATURALE O FORZATA



T_s	TEMPERATURA SOLIDO	[K]
T_f	TEMPERATURA FLUIDO	[K]
u	VELOCITÀ FLUIDO	[m/s]
Φ	POTENZA TERMICA	[W]
S	SUPERFICIE SCAMBIO	[m²]
k	COEFF. SCAMBIO TERMICO	[kg/s³K]

$$\boxed{\Phi = kS(T_s - T_f)}$$

- PER LIQUIDI

$$k = k_0 \left(\frac{u}{u_0}\right)^{0.8}$$

u_0: VEL. RIFERIMENTO

- PER GAS

$$k = k_0 \left(\frac{u}{u_0}\right)^{0.6}$$

k_0 DIPENDE ANCHE DAL MOTO DEL FLUIDO (LAMINARE, TURBOLENTO)

- IRRAGGIAMENTO

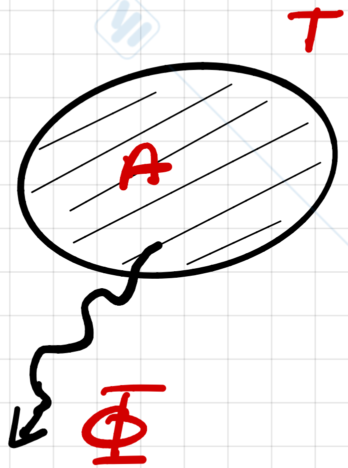
T TEMPERATURA DI UN CORPO NERO $[K]$

A SUPERFICIE RADIANTE $[m^2]$

Φ POTENZA TERMICA EMESSA $[W]$

σ_0 COSTANTE DI RADIAZIONE $\left[\frac{W}{K^4 m^2}\right]$

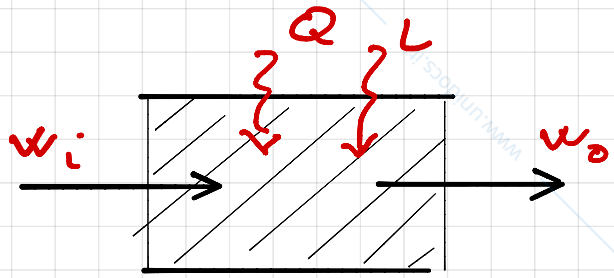
$$\boxed{\Phi = \sigma_0 A T^4}$$



PRINCIPI DI CONSERVAZIONE DELLA FLUIDODINAMICA

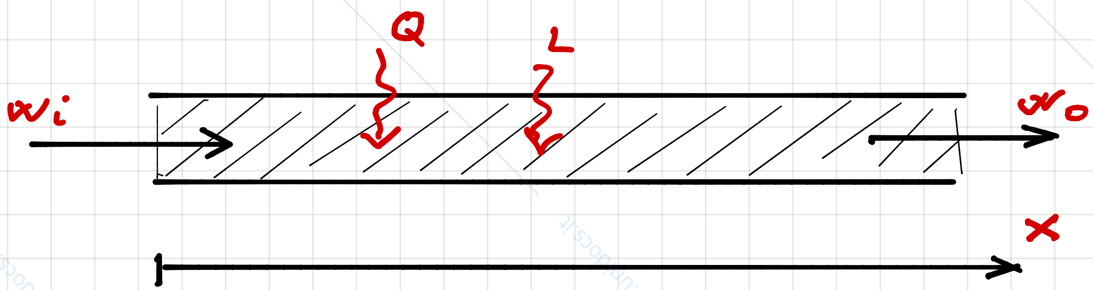
- PRINCIPI DI CONSERVAZIONE
  - MASSA
  - ENERGIA
  - QUANTITÀ DI MOTO

- MODELLI 0-DIMENSIONALI (0-DIM)



- COORDINATE SPAZIALI TRASCURABILI
- SOLO FENOMENI DI ACCUMULO

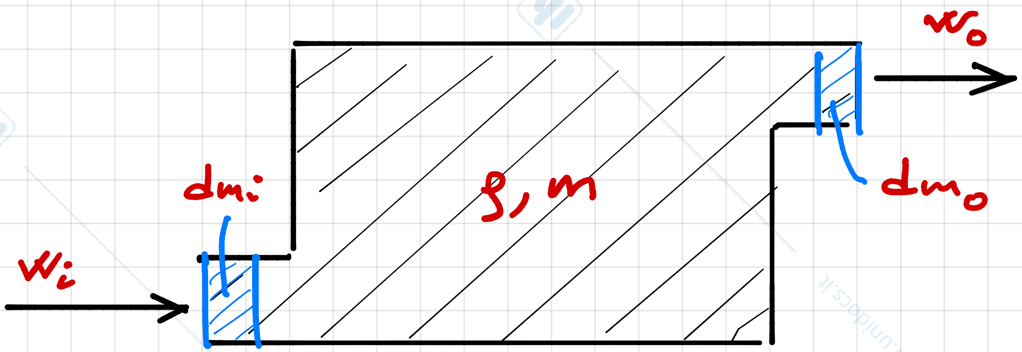
- MODELLI 1-DIMENSIONALI (1-DIM)



- C'È UNA COORDINATA SPAZIALE SIGNIFICATIVA x
- FENOMENI DI TRASPORTO LUNGO x

MODELLI 0-DIM

- Conservazione della Massa (0-DIM)



$\rho(t)V(t)$

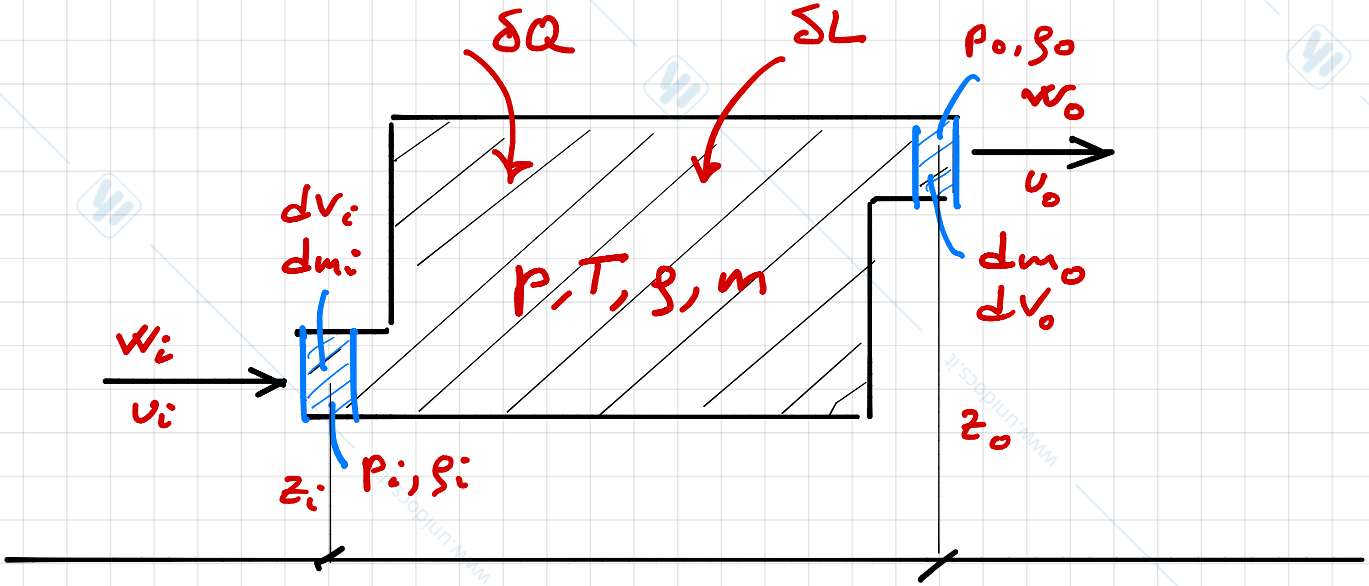
$m(t)$	MASSA	[kg]
$w_i(t)$	PORTATA IN	[kg/s]
$w_o(t)$	PORTATA OUT	[kg/s]
$\rho(t)$	DENSITÀ	[kg/m³]
$V(t)$	VOLUME	[m³]

- BILANCIO NELL'INTERVALLO dt

$$dm = dm_i - dm_o =$$
$$= w_i dt - w_o dt$$

$$\dot{m}(t) = w_i(t) - w_o(t)$$

- Conservazione dell'Energia (0-DIM)



- Bilancio nell'intervallo dt

$$\underbrace{dE_t}_{\text{EN. TOTALE}} = \underbrace{\delta Q}_{\text{CALORE}} + \underbrace{\delta L}_{\text{LAVORO}} + \underbrace{dE_{t_i} - dE_{t_o}}_{\text{EN. TOTALE IN/OUT}} + \underbrace{\delta L_i - \delta L_o}_{\text{LAVORO IN/OUT}}$$

- Relazioni importanti

$$\left.\begin{aligned} w_i &= \frac{dm_i}{dt} \\ w_o &= \frac{dm_o}{dt} \end{aligned}\right\} \text{PORTATE IN/OUT}$$

$$\left.\begin{aligned} dV_i &= \frac{dm_i}{\rho_i} \\ dV_o &= \frac{dm_o}{\rho_o} \end{aligned}\right\} \text{VOLUMI IN/OUT}$$

$$\left.\begin{aligned} u_i &= \frac{w_i}{\rho_i A_i} \\ u_o &= \frac{w_o}{\rho_o A_o} \end{aligned}\right\} \text{VELOCITÀ IN/OUT}$$

- CALCOLO DEI VARI TERMINI AL II MEMBRO

$\delta Q = \Phi \, dt$ $\quad \Phi$ POTENZA TERMICA

$\delta L = \Psi \, dt$ $\quad \Psi$ POTENZA MECCANICA

$dE_{t_i} = dm_i \, e_{t_i} = w_i \, dt \, (e_i + \frac{1}{2} v_i^2 + g z_i)$

EN. CINETICA

EN. POTENZIALE

$dE_{t_o} = dm_o \, e_{t_o} = w_o \, dt \, (e_o + \frac{1}{2} v_o^2 + g z_o)$

$\delta L_i = p_i \, dV_i = \frac{p_i}{\rho_i} dm_i = \frac{p_i}{\rho_i} w_i \, dt$

$\delta L_o = p_o \, dV_o = \frac{p_o}{\rho_o} dm_o = \frac{p_o}{\rho_o} w_o \, dt$

$e_i + \frac{p_i}{\rho_i} = h_i$ $\qquad e_o + \frac{p_o}{\rho_o} = h_o$

$$\Rightarrow \frac{dE_t}{dt} = \Phi + \Psi + w_i \left(e_i + \frac{1}{2} v_i^2 + g z_i + \frac{p_i}{\rho_i}\right) - w_o \left(e_o + \frac{1}{2} v_o^2 + g z_o + \frac{p_o}{\rho_o}\right)$$

$$\boxed{\frac{dE_t}{dt} = \Phi + \Psi + w_i \left(h_i + \frac{1}{2} v_i^2 + g z_i\right) - w_o \left(h_o + \frac{1}{2} v_o^2 + g z_o\right)}$$

- TERMINE AL I MEMBRO: $E_t = m e_t = \rho V \left(e + \frac{1}{2} \bar{v}^2 + g \bar{z}\right)$

VEL. MEDIA

ALTEZZA BARICENTRO

- ENERGIA TOTALE NEL CASO DI LIQUIDI

$$e_t = e + \frac{1}{2}u^2 + gz$$

(1) - DI SOLITO I TERMINI CINETICO E POTENZIALE SONO TRASCURABILI

- ESEMPIO (ACQUA)

- CALORE SPECIFICO: $c \simeq 4'186$ [J/K kg]

VARIAZIONE EN. INTERNA

. CONSIDERIAMO $\Delta T = 10$ [K] $\Rightarrow \Delta e = c\Delta T \simeq 42'000$ [J/kg]

- PER AVERE LO STESSO CONTRIBUTO DI EN. CINETICA, PARTENDO DA $u=0$:

$$\Delta e_k = \frac{1}{2}(\Delta u)^2 = 42'000 \Rightarrow \Delta u = \sqrt{84'000} \simeq 300 \ [m/s]$$

- PER AVERE LO STESSO CONTRIBUTO DI EN. POTENZIALE, PARTENDO DA $z=0$:

$$\Delta e_p = g\Delta z = 42'000 \Rightarrow \Delta z \simeq 4'200 \ [m]$$

(2) - SI PUÒ RITENERE $e \simeq h$

- CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA (0-DIM) PER LIQUIDI

ρ COSTANTE

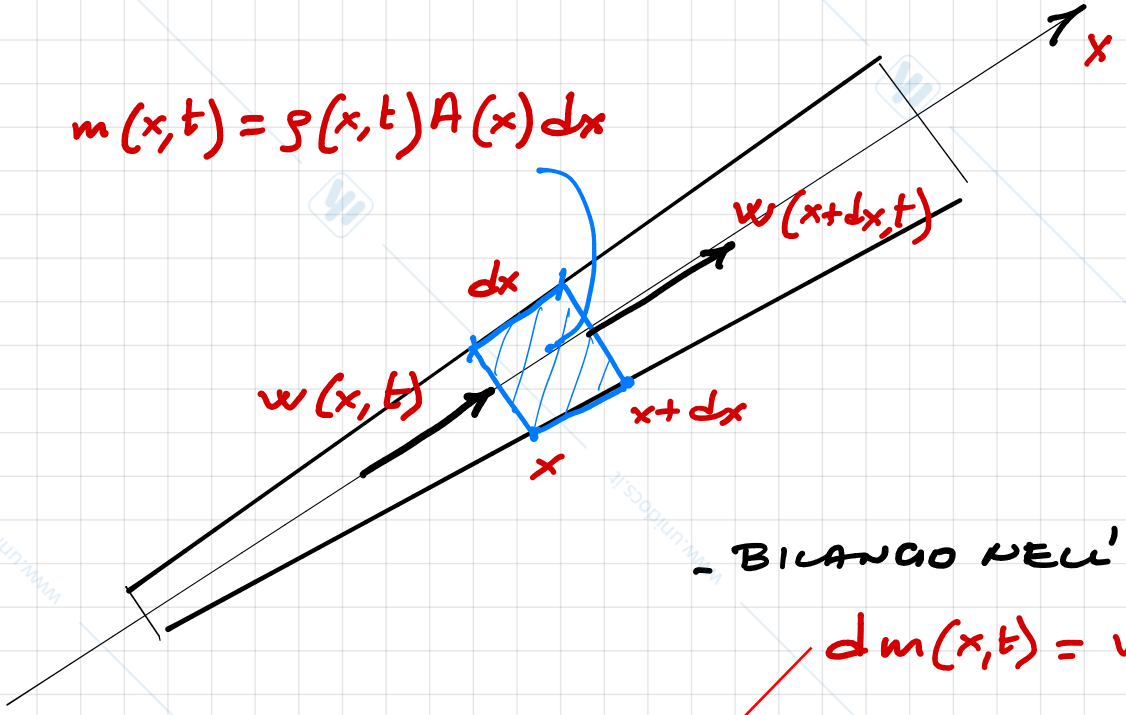
$$E_t = m e_t \simeq m e = m c T \qquad e_i = c T_i$$

$$\frac{dE_t}{dt} = c \frac{d}{dt}(mT) \qquad e_o = c T_o$$

$$\boxed{c \frac{d}{dt}(mT) = \Phi + \Psi + w_i c T_i - w_o c T_o}$$

MODELLI 1-DIM

- CONSERVAZIONE DELLA MASSA (1-DIM)



$\rho(x,t)$ DENSITÀ

$w(x,t)$ PORTATA

$u(x,t)$ VELOCITÀ

$A(x)$ AREA SEZIONE

- BILANCIO NELL'INTERVALLO dt

$$dm(x,t) = w(x,t)dt - w(x+dx,t)dt$$

$$m(x,t) = \rho(x,t)A(x)dx$$

$$w(x,t) = \rho(x,t)A(x)u(x,t)$$

$$w(x+dx,t) = w(x,t) + \frac{\partial w(x,t)}{\partial x}dx$$

$$w(x,t) - w(x+dx,t) = -\frac{\partial}{\partial x}\left(\rho(x,t)A(x)u(x,t)\right)dx$$

$$\Longrightarrow \boxed{\frac{\partial}{\partial t}\rho(x,t)A(x) = -\frac{\partial}{\partial x}\big(\underbrace{\rho(x,t)A(x)u(x,t)}_{w(x,t)}\big)}$$

EQ. ALLE DERIVATE PARZIALI

- CASI PARTICOLARI

1. - SE A È COSTANTE $\Longrightarrow \frac{\partial}{\partial t}\rho(x,t) = -\frac{\partial}{\partial x}\left(\rho(x,t)\,u(x,t)\right)$

2. - IN CONDIZIONI STAZIONARIE $\Longrightarrow 0 = \frac{d}{dx}w(x) \Longrightarrow w(x) = \overline{w}$

3. - NEL CASO DI LIQUIDI $\rho(x,t) = \rho$

$\Longrightarrow 0 = \frac{\partial}{\partial x}w(x,t) \Longrightarrow w(x,t) = \overline{w}(t)$

OVVERO
w NON DIPENDE DA x