

Bellinzona 16.09.2011



# Sistemi dinamici

**Applicazioni per il corso SSP  
delle classi terze**

# Scaletta

- 🌐 **Aspetti disciplinari trattati nel corso**
- 🌐 **Quadro concettuale di riferimento**
  - 🌐 **Equazione di bilancio**
  - 🌐 **Spinta corrente resistenza**
- 🌐 **Esempi didattici**
- 🌐 **Discussione**


# Aspetti disciplinari trattati nel corso:

## Applicazioni in fisica


-  Pompe di calore

-  Motori termici

## Applicazioni in chimica

-  Emissioni antropiche e bilancio globale della CO<sub>2</sub>

-  Equazione di bilancio e livello degli inquinanti atmosferici

-  Il potenziale chimico e l'equilibrio acido – base

## Applicazioni in biologia

-  Bilancio idrico nei viventi

-  Il potenziale di membrana ed il potenziale d'azione

## Piano descrittivo: l'equazione di bilancio

$$\dot{X} = \left( I_X^{in} + I_X^{out} \right) + \left( \pi_X^+ + \pi_X^- \right)$$

Variazione **istantanea** di X

=

**Correnti** di X in entrata ed in uscita dal sistema

+

**Tasso di produzione e distruzione** di X  
all'**interno** del sistema

# Alcuni brevi esempi svolti in classe...

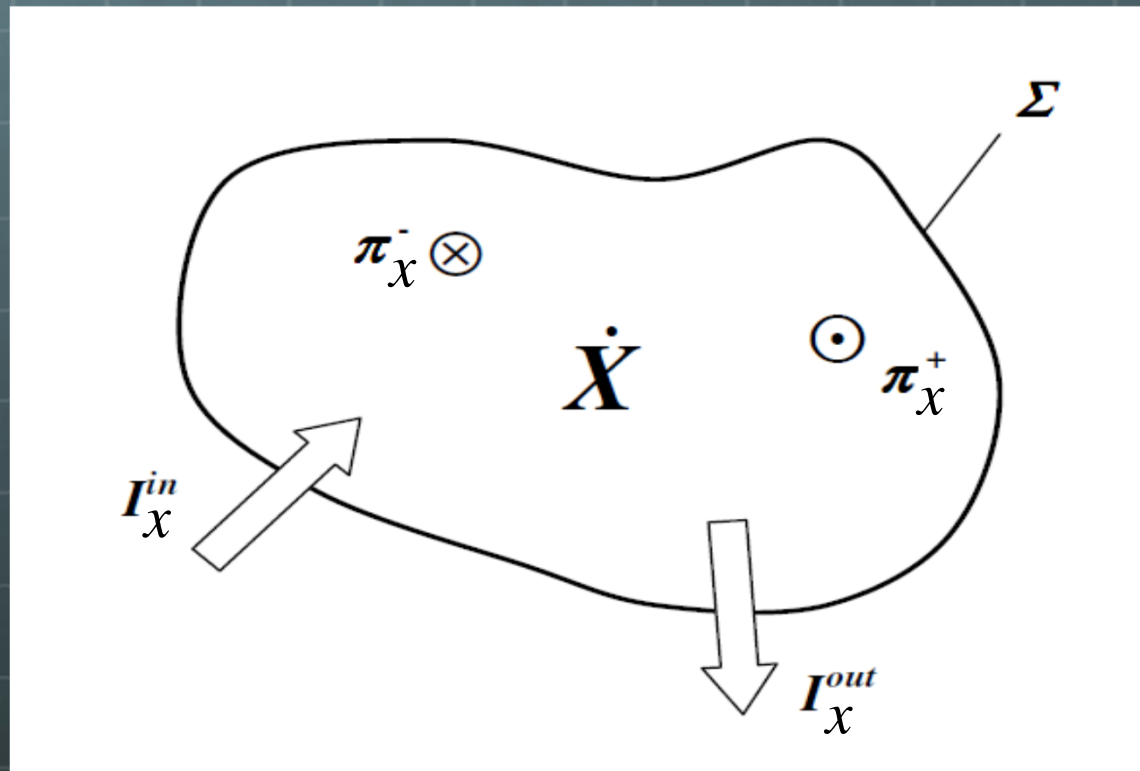
## Introduzione all'equazione di bilancio

La variazione della popolazione in una nazione si calcola con un **bilancio** tra

- Entrate nel, e **uscite** dal paese
- Nascite e **morti** nel paese

# L'equazione di bilancio formalizzata

$$\dot{X} = \left( I_X^{in} + I_X^{out} \right) + \left( \pi_X^+ + \pi_X^- \right)$$



# L'equazione di bilancio in fisica

$$\dot{X} = \left( I_X^{in} + I_X^{out} \right)$$

Esempio: la variazione del livello di un lago

Grandezze esaminate:  $X = \text{Volume d'acqua}$

*Delle correnti di acqua entrano ed escono, ma non vi è né produzione né distruzione di acqua nel lago*

Si considera il volume di acqua come una  
**grandezza conservata**

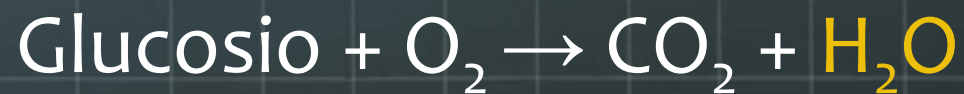
Anche l'**energia**,  
é una **grandezza conservata!**

## In chimica l'acqua può anche essere creata...

In una reazione chimica:

- I reagenti vengono distrutti
- I prodotti vengono creati

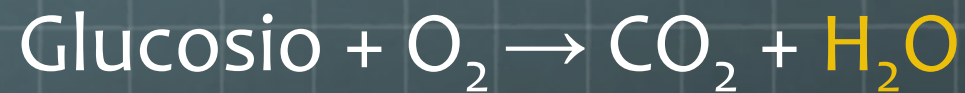
Il vapore acqueo **é creato** nel corso di una combustione:





Anche in biologia l'acqua può essere  
creata!

Dell'acqua si forma durante la  
respirazione cellulare...



... in fisiologia l'acqua prodotta per la  
respirazione cellulare prende il nome  
di acqua metabolica

# L'equazione di bilancio e gli animali del deserto

$$\dot{X} = (I_X^{in} + I_X^{out}) + (\pi_X^+ + \pi_X^-)$$

Con pochissima acqua a disposizione, un organismo è obbligato a **ridurre le perdite**:

Tutti gli adattamenti che gli permettono di fare ciò e di ottimizzarne consumo, stoccaggio e **produzione (acqua metabolica)**, diventano allora essenziali.

Eccone un esempio....



**La gobba del dromedario non**  
contiene dell'acqua,  
ma **del grasso** che,  
una volta metabolizzato,  
libera molta energia,  
**come pure molta**  
**acqua metabolica!**

## L'equazione di bilancio e le PM10

$$\dot{X} = (I_X^{in} + I_X^{out})$$

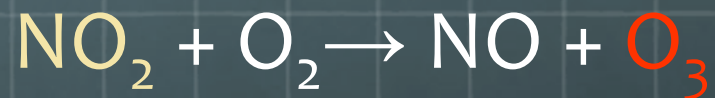
La variazione della quantità di **polveri fini (PM10)** nell'aria dipende dal loro tasso **d'entrata e uscita** dall'atmosfera.

Le PM10 non sono **né create né distrutte** da reazione chimiche nell'atmosfera!

## L'equazione di bilancio e l'ozono

$$\dot{X} = \left( \pi_X^+ + \pi_X^- \right)$$

La variazione della quantità d'ozono ( $O_3$ ) dipende dal tasso di formazione nell'atmosfera:



$NO_2$  é emesso dalle auto, ma la reazione di formazione dell'ozono nell'atmosfera è legata ai raggi UV e alte temperature tipiche dell'estate!

# L'equazione di bilancio in medicina

$$\dot{X} = \left( I_X^{in} + I_X^{out} \right) + \left( \pi_X^+ + \pi_X^- \right)$$

La variazione della quantità **di colesterolo** presente nel sangue dipende:

- dalla **nutrizione**
- dal metabolismo nel fegato

Esistono medicinali che **riducono**

- **l'assorbimento** intestinale del colesterolo
- la produzione del colesterolo nel fegato

# L'equazione di bilancio in microbiologia

$$\dot{X} = \left( I_X^{in} + I_X^{out} \right) + \left( \pi_X^+ + \pi_X^- \right)$$

La **resistenza** di un batterio per un **antibiotico** può dipendere dalla presenza:

- Di un **enzima idrolitico**
- Da una **pompa**
- Da un meccanismo che **blocchi l'entrata** dell'antibiotico.

## Riassumendo:

$$\dot{X} = \left( I_X^{in} + I_X^{out} \right) + \left( \pi_X^+ + \pi_X^- \right)$$

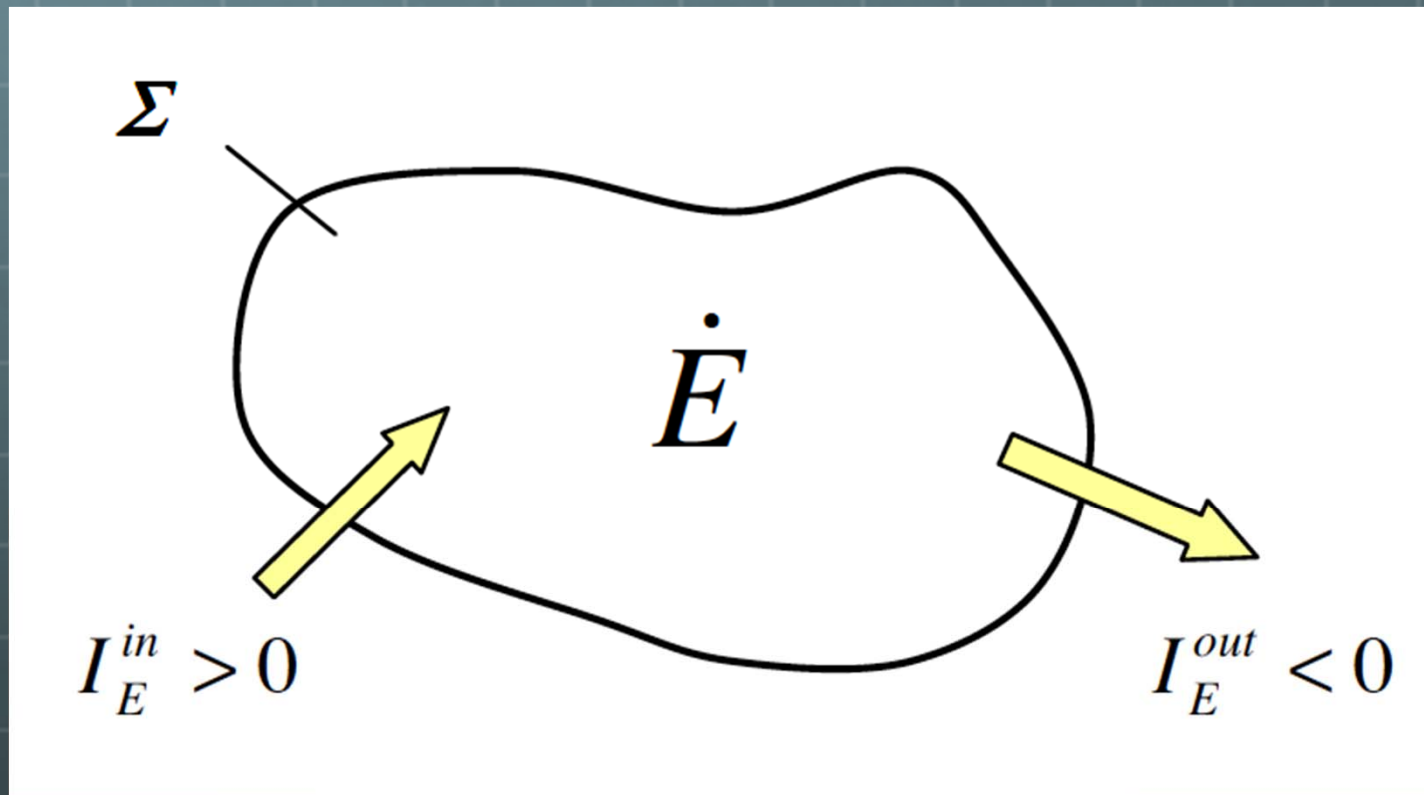
L'equazione di bilancio é utilizzata dagli allievi come una chiave di interpretazione di molti fenomeni naturali.

La didattica fondata sugli organizzatori cognitivi e il buon uso di analogie offre delle possibilità interessanti per l'insegnamento coordinato delle scienze.



# Spinta corrente resistenza

Equazione di bilancio dell'energia



$$\dot{E} = I_E = I_E^{in} + I_E^{out}$$

# Spinta corrente resistenza

## Il portatore di Energia:

- L'energia non fluisce mai sola
- In tutti quei processi in cui si ha trasferimento di energia, si ha anche il trasferimento di un'ulteriore grandezza fisica che può essere chiamata portatore di energia.

## La spinta:

### Il potenziale:

- Una misura di quanto il portatore sia carico di energia:

• **Corrente di energia = corrente del portatore x potenziale**

- **La spinta per la corrente del relativo portatore di energia è costituita dalla differenza di potenziale ad esso associata.**

## la resistenza:

- Intesa come l'inverso della conducibilità

# Spinta corrente resistenza



*spinta data alla corrente del portatore = corrente del portatore · resistenza*

<i>Portatore</i>	<i>Corrente di energia</i>	<i>Potenza scambiata</i>	<i>Spinta alla corrente</i>
Carica elettrica $q$	$I_{E,el} = I_q \cdot \varphi$	$P_{el} = I_q \cdot \Delta\varphi$	$\Delta\varphi = I_q \cdot R$
Quantità di moto $p$	$I_{E,mecc} = I_p \cdot v$	$P_{mecc} = I_p \cdot \Delta v$	$\Delta v = I_p \cdot R$
Quantità di sostanza $n$	$I_{E,ch} = I_n \cdot \mu$	$P_{ch} = I_n \cdot \Delta\mu$	$\Delta\mu = I_n \cdot R$
Entropia $S$	$I_{E,term} = I_S \cdot T$	$P_{term} = I_S \cdot \Delta T$	$\Delta T = I_S \cdot R$




Tab. (3.3): I portatori di energia, i potenziali e le “spinte” alla corrente

# Aspetti disciplinari trattati nel corso



## Applicazioni in fisica

-  Pompe di calore
-  Motori termici

## Applicazioni in chimica

-  Emissioni antropiche e bilancio globale della  $\text{CO}_2$
-  Equazione di bilancio e livello degli inquinanti atmosferici
-  Il potenziale chimico e l'equilibrio acido – base

## Applicazioni in biologia

-  Bilancio idrico nei viventi
-  Il potenziale di membrana ed il potenziale d'azione