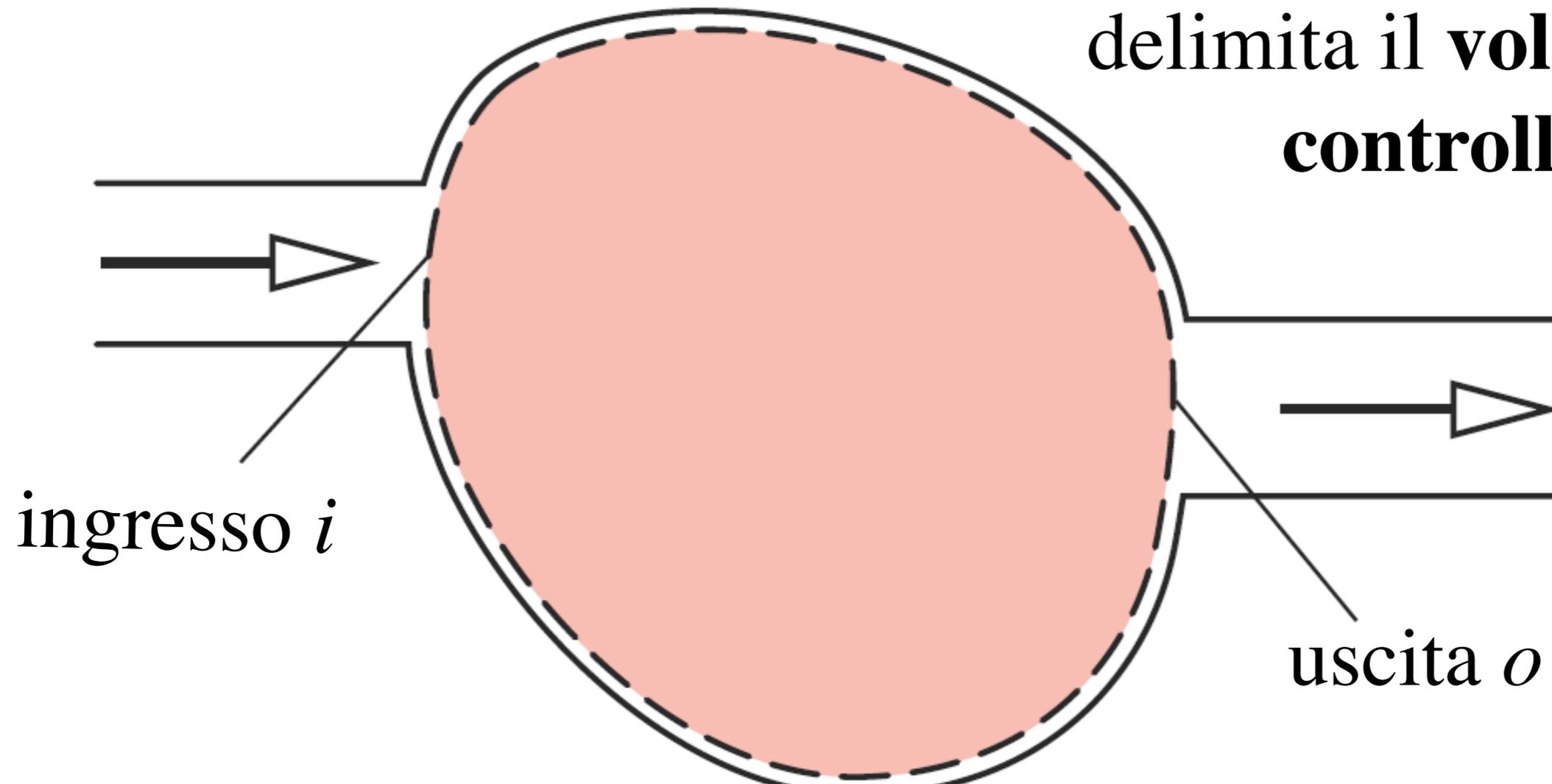


# Il concetto generale di bilancio e il bilancio di materia

Termodinamica dell'Ingegneria Chimica

# Il principio di conservazione della massa

La linea tratteggiata delimita il **volume di controllo**



Un **sistema** è definito dalla massa contenuta in un volume di controllo. Una superficie di controllo, reale o immaginaria, delimita i confini del sistema. La materia che si trova all'esterno del sistema è **l'ambiente**.

la velocità con cui  
cambia la massa  
contenuta nel  
volume di controllo  
al tempo t

=

la velocità con cui  
la massa entra nel  
volume di  
controllo al tempo  
t

-

la velocità con  
cui la massa esce  
dal volume di  
controllo al  
tempo t

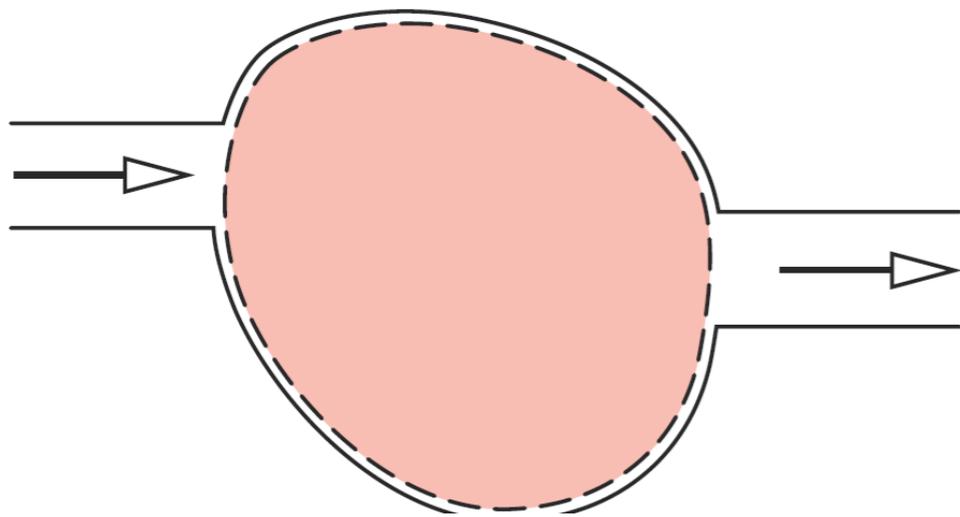
Accumulo

=

Ingresso

-

Uscita



$$\frac{dm_{cv}}{dt} = \sum_i \dot{m}_i - \sum_e \dot{m}_e$$

Nel Bilancio, i termini in ingresso sono positivi, quelli in uscita negativi

Allo stato stazionario (o anche “in condizioni di regime”), il termine di accumulo è uguale a zero

la velocità con cui la massa entra nel volume di controllo al tempo t

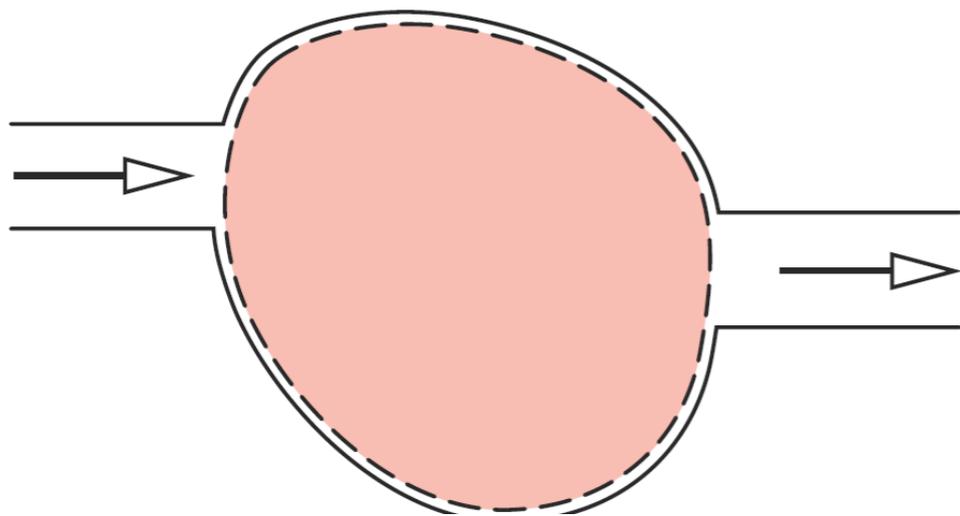
=

la velocità con cui la massa esce dal volume di controllo al tempo t

Ingresso

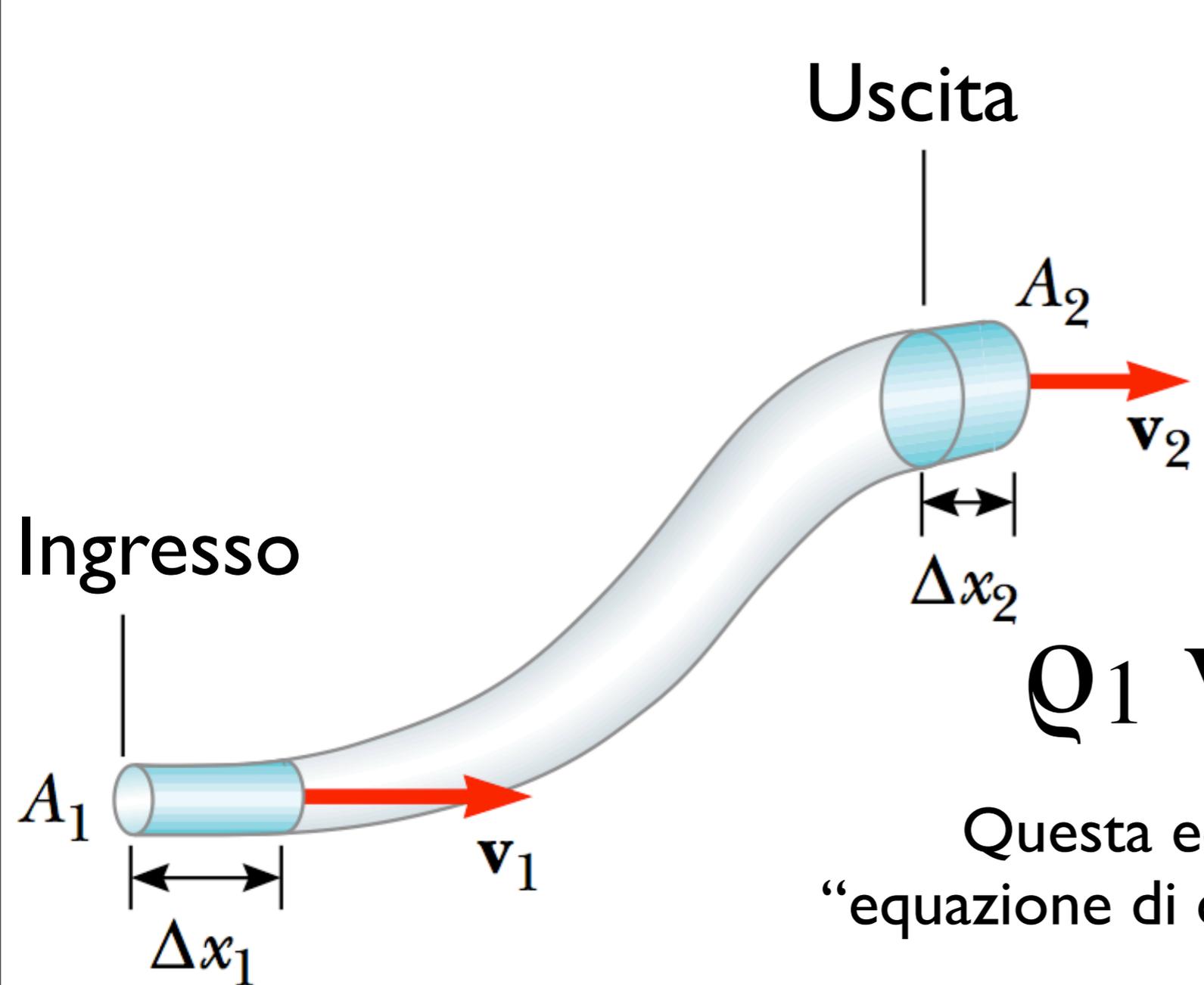
=

Uscita



$$\sum_i \dot{m}_i = \sum_e \dot{m}_e$$

# La portata massica e quella volumetrica



The diagram shows a curved pipe with flow from left to right. At the inlet, labeled "Ingresso", a blue cylindrical control volume of length  $\Delta x_1$  and cross-sectional area  $A_1$  is shown. A red arrow labeled  $v_1$  indicates the flow velocity. At the outlet, labeled "Uscita", a similar blue cylindrical control volume of length  $\Delta x_2$  and cross-sectional area  $A_2$  is shown. A red arrow labeled  $v_2$  indicates the flow velocity.

$Q = \text{portata volumetrica} = v A$

$\dot{m} = \text{portata massica} = \rho v A$

$$Q_1 v_1 A_1 = Q_2 v_2 A_2$$

Questa equazione prende il nome di “equazione di continuità per moto in condotti”

# Un esempio facilmente comprensibile...

Quattro amici entrano in una stanza e giocano a poker. All'ingresso, la *dotazione* di ciascuno è:

	A	B	C	D
banconote da 5€	2	0	2	2
banconote da 10€	2	5	1	0
banconote da 20€	1	0	4	2
banconote da 50€	1	1	0	1

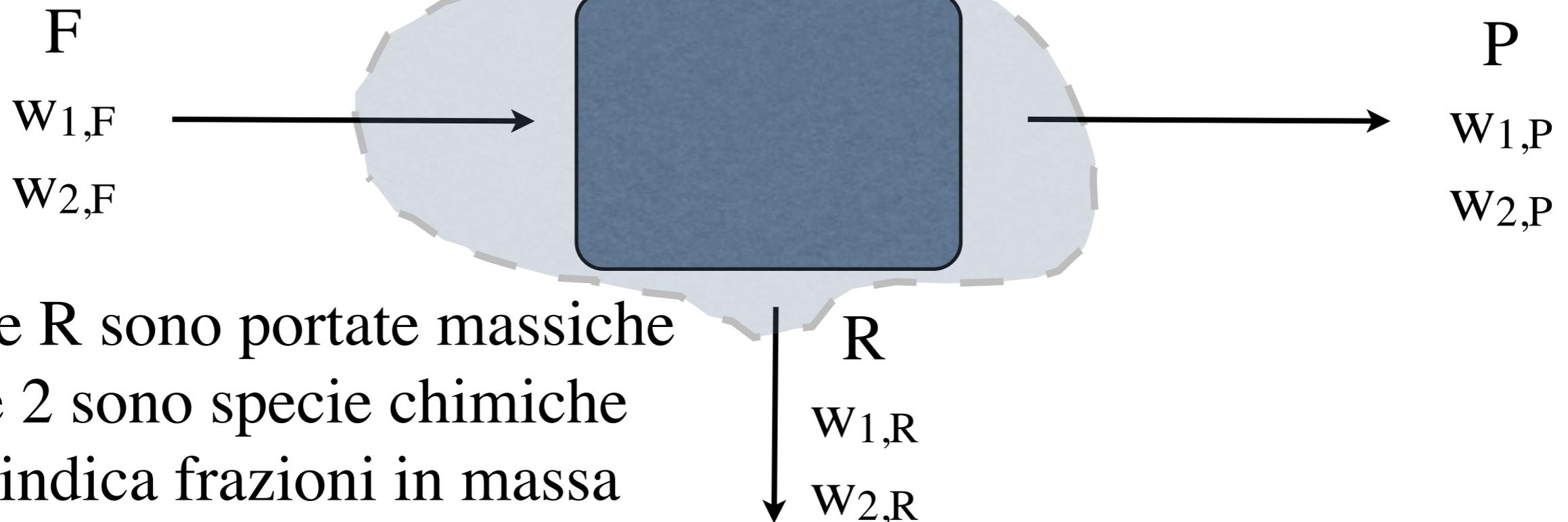
All'uscita, gli amici A, B e C si scambiano informazioni circa le banconote che hanno

	A	B	C
banconote da 5€	1	0	3
banconote da 10€	0	4	1
banconote da 20€	1	0	1
banconote da 50€	2	0	1

Siamo in grado di calcolare:

- quanto ha con sé all'uscita il giocatore D?
- quante banconote da 5, 10, 20 e 50€ sono nel suo portafoglio?

# Bilanci di materia senza reazione chimica



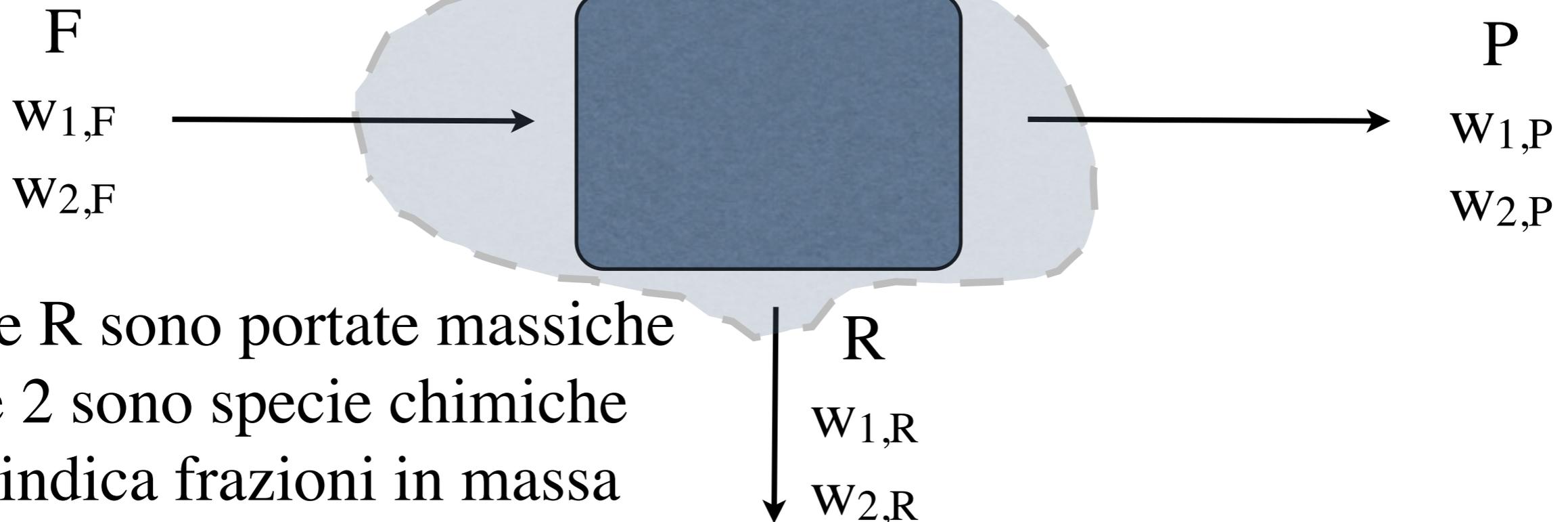
F, P e R sono portate massiche  
1 e 2 sono specie chimiche  
w indica frazioni in massa

Ogni corrente viene definita  
da tre variabili, ma due sono  
legate dalla relazione

$$w_1 = 1 - w_2$$

Le variabili totali sono  
2 (numero di correnti) = 6

# Bilanci di materia senza reazione chimica



F, P e R sono portate massiche  
1 e 2 sono specie chimiche  
w indica frazioni in massa

Sul sistema possiamo  
scrivere due bilanci di massa  
(uno per ogni specie  
chimica)

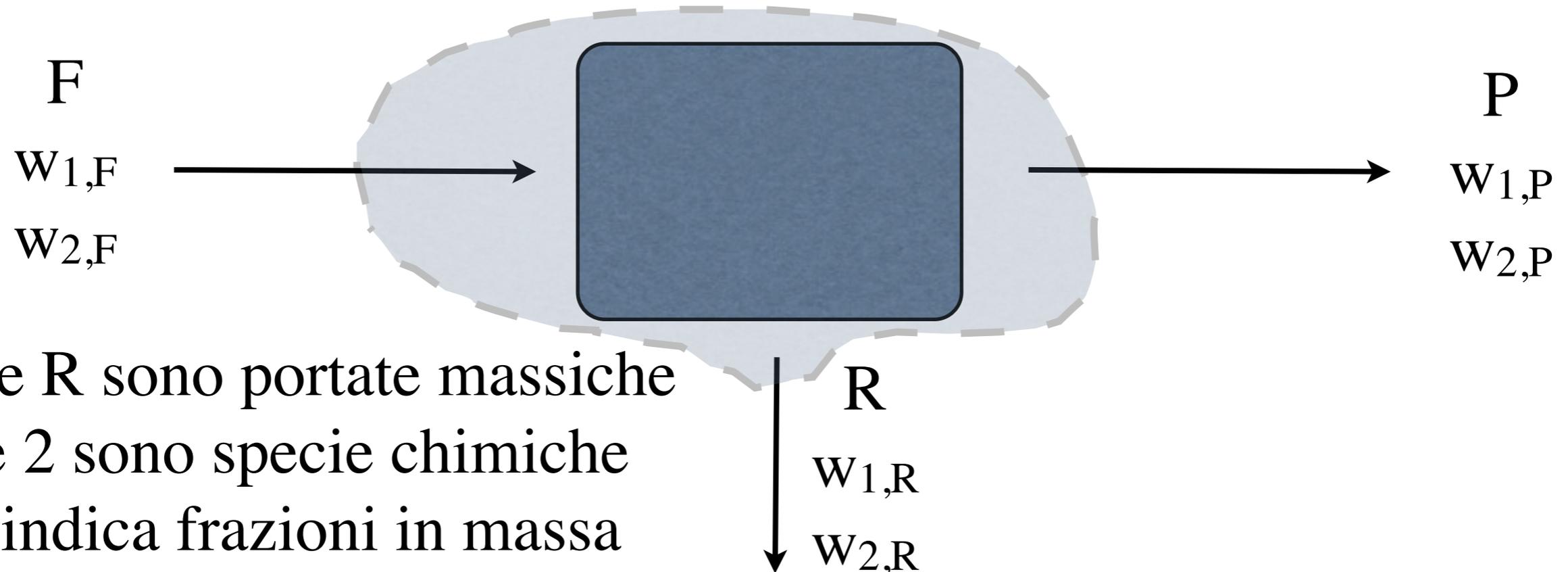
$$F w_{1,F} = P w_{1,P} + R w_{1,R}$$

$$F w_{2,F} = P w_{2,P} + R w_{2,R}$$

che sommati danno

$$F = P + R$$

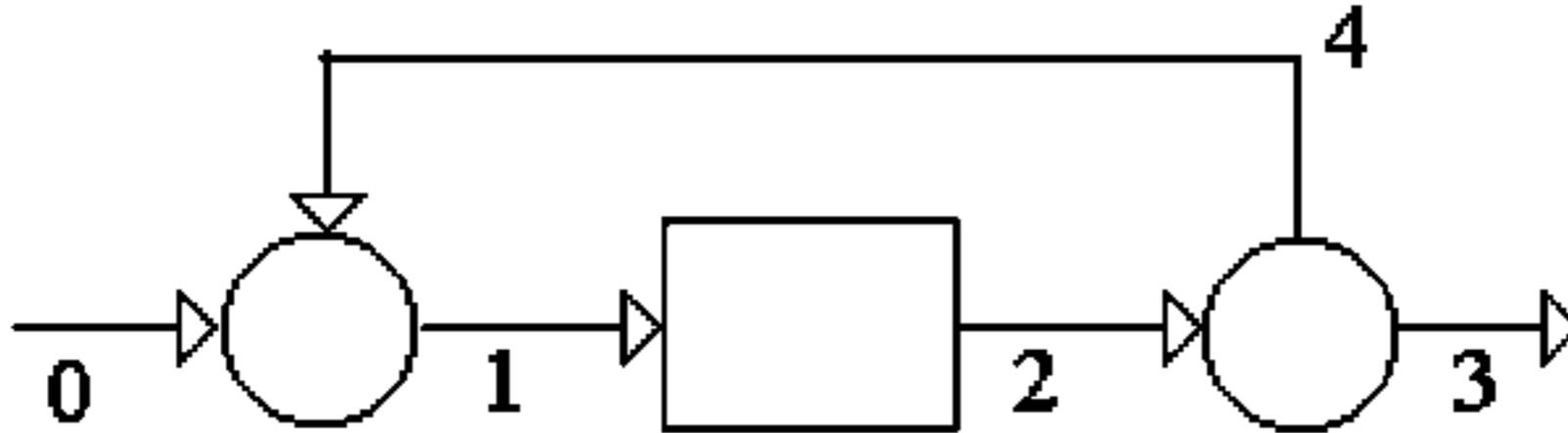
# Bilanci di materia senza reazione chimica



F, P e R sono portate massiche  
1 e 2 sono specie chimiche  
w indica frazioni in massa

Per ammettere una soluzione, il sistema deve avere solo  
2 incognite, ossia 4 variabili (qualsiasi) devono essere  
note

# Operazioni con riciclo



Principali ragioni per effettuare un riciclo:

- recupero e riutilizzo di reagenti non utilizzati
- recupero di catalizzatori
- diluizione di correnti di processo

Si definisce **rappporto di riciclo** il rapporto fra la corrente che ritorna nel sistema (*corrente 4*) e quella che lascia il sistema (*la corrente 3 in figura*)