TRASFERIMENTI DI MATERIA E ENERGIA

1 mg/L = 1 g/m³ = 1 ppm

1 volume di contaminante gassoso / 10^6 volumi di aria = 1 ppmv

master copy

BILANCI DI MATERIA

VOLUME DI CONTROLLO regione dello spazio da analizzare

sostanza → ↓ possibilità:
- lascia il V.C. senza cambiamento
- può accumularsi entro i confini
- può essere convertita in altre sost
- possono essere prodotte altre sostanze

ACCUMULATION = INPUT − OUTPUT + REACTION (sono flussi)

↳ >0 se gen
<0 se cons
(include processi di conversione e produzione)

- se ho STATO STAZIONARIO (O EQUILIBRIO): ACC = 0
- se la sostanza si CONSERVA: REACT = 0

1) SISTEMI STAZIONARI CONSERVATIVI: INPUT = OUTPUT

$C_s Q_s + C_w Q_w = C_m Q_m$ (mixture)

stream — waste stream — conc. inquinante

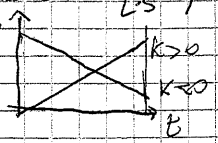
2) SISTEMI DISCONTINUI (BATCH) CON CONTAMINANTE NON CONSERVATIVO: ACCUMULATION = REACTION

(CMBR = completely mixed batch reactor)

ordine zero: $r(C) = \pm K$ (coeff. di reazione $\frac{mg}{L \cdot s}$)

(evaporazione acqua da un contenitore) (spesso per gas)

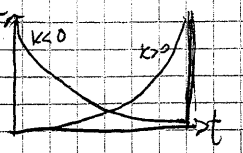
$C = C_0 - Kt$



primo ordine: $r(C) = \pm KC$ ($1/s$)

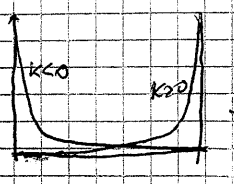
(spesso per consumo) (decadimento gas radon)

$C = C_0 e^{-kt}$



secondo ordine: $r(C) = \pm KC^2$ ($V/m \cdot t$)

$C = \frac{C_0}{1 \pm C_0 K t}$



3) SISTEMI STAZIONARI CON CONTAMINANTE NON CONSERVATIVO:

0 = INPUT − OUTPUT + REACTION

ordine

- CSTR (continuously stirred tank reactor)
  (acqua stagno poco profondo, aria in una stanza ben ventilata)
  (la conc. nel volume di controllo è in uscita è la stessa)

  0: $\pm VK$
  1°: $\pm VkC$
  2°: $\pm VKC^2$

  quindi ⇒ INPUT = OUTPUT + (una delle 3 sopra)

- PFR (plug flow reactor)
  (tubo molto lungo in cui non c'è mixing dell'inquinante)
  (inquinante trasportato in un fiume, o in flusso d'aria verso l'atmosfera)

  non c'è mixing, quindi la conc. non è costante (nel) cambia col tempo

  la conc. sarà data allora da:

  0 ordine: $C = C_0 - kt$
  I ordine: $C = C_0 e^{-kt}$
  II ordine: $C = \frac{C_0}{1 + C_0 kt}$

dove $t = \frac{l}{v} = \frac{V}{Q}$ è il tempo di residenza del fluido nel volume di controllo

- l: lunghezza PFR
- v: velocità fluido
- V: volume di controllo del PFR
- Q: flusso del fluido

energia totale che attraversa i confini come calore e lavoro + energia totale di massa IN − energia totale di massa OUT = cambiamento netto di energia nel sistema

$E = U + K + P$ energia totale

energia necessaria per aumentare di 1 grado la temperatura di una unità di massa di una sostanza ⇒ CALORE SPECIFICO

$$\frac{1\ kcal}{kg\ °C} = 4{,}184\ \frac{kJ}{kg\ °C}$$

$H = U + PV$

cambiamento in energia immagazzinata $= mc\Delta T$

- V cost: $\Delta U = m c_v \Delta T$
- P cost: $\Delta H = m c_p \Delta T$

per solidi e liquidi: $c_v = c_p = c \Rightarrow \Delta U = \Delta H$

CAMBIAMENTO DI FASE: l'energia è assorbita o rilasciata senza cambiamento di T

↳ l'energia necessaria a P cost è detta calore latente di fus./evap. o entalpia di fus./evap.

$E = mL$ (m: massa; L: calore latente)

acqua: fusione 333 kJ
evaporazione 2,257 kJ

efficienza:

$$\eta = \frac{W}{Q_H}$$ W: lavoro; Q_H: calore, energia della riserva calda

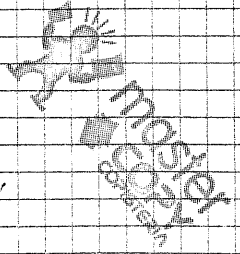
$$\eta_{max} = 1 - \frac{T_C\ (K)}{T_H\ (K)}$$

Per ogni 3 unità di energia che entrano una centrale termica standard, circa 1 unità è convertita in elettricità, mentre 2 unità sono espulse nell'ambiente come calore sprecato.

INQUINAMENTO DELLE ACQUE

PROPRIETÀ DELL'ACQUA:

- densità: max a 4°C aumenta coi sali disciolti
  il ghiaccio è + leggero, ma anche l'acqua calda sta sopra quella fredda nei laghi
- punto di fusione ed ebollizione: sono molto alti rispetto agli altri H_2X
  la differenza fra essi è molto alta
  esiste in tutte e 3 le fasi alle T normali della Terra
- calore specifico: 4,184 J/Kg°C, il più alto fra i liquidi eccetto l'ammoniaca
  ci vuole un sacco perché si riscaldi o raffreddi
  ⇓
  questo permette di mantenere la T della sup. della Terra e protegge la vita da brusche fluttuazioni di T
- calore di evaporazione: 2,258 KJ/Kg, uno dei più alti
  il vapore immagazzina molta energia, che è rilasciata quando condensa.
  È molto imp. per il clima
- solvente ed effetto serra



INQUINANTI:

- patogeni: organismi dannosi per l'uomo ← batteri, virus, protozoi, vermi
  feci umane le + pericolose
- rifiuti che consumano ossigeno: DO saturo: 8-15 mg/L
  DO per i pesci ≈ 5 mg/L
  sono sostanze che ossidano in acqua, i batteri che decompongono queste sost. utilizzano l'ossigeno disciolto in acqua e diminuiscono il DO.
  Di solito sono rifiuti organici biodegradabili civili o di alcune industrie (produzione cibo e carta)
  Conseguenze: vita acquatica incasinata, cattivo odore, sapore, colore

- nutrienti: azoto, fosforo, carbonio, zolfo, calcio, potassio, ferro, manganese, boro, cobalto, essenziali per la crescita della vita.
Diventano inquinanti quando sono in conc. tale che fanno crescere troppo le piante acquatiche (alghe).
Le alghe quando muoiono rimuovono O_2 dall'acqua → → basso DO, in più: colore, torbidità, odori e sapore

- sali: sodio, calcio, magnesio, potassio (cationi) + libro
cloro, zolfo, bicarbonato (anioni)

- inquinamento termale
- metalli pesanti
- pesticidi
- sostanze chimiche volatili organiche
} libro

[ACQUE SUPERFICIALI]

BOD = BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND
ossigeno richiesto dai microorganismi per ossidare i rifiuti organici in ambiente aerobico (mg/L)

organic matter + O_2 $\xrightarrow{\text{microorganismi}}$ $CO_2 + H_2O$ + prodotti stabili (NO_3, PO_4, SO_4, ...)

organic matter $\xrightarrow{\text{microorg.}}$ $CO_2 + H_2O$ + prodotti instabili (H_2S, NH_3, CH_4, ...)

BOD_5 BOD a 5 giorni, ossigeno consumato dai microorg. nei primi 5 gg di biodegradazione 20°C (DO saturo a 20° = 9,1 mg/L)

$$BOD_5 = \frac{DO_i - DO_f}{P}$$ se l'acqua di diluizione non ha BOD

P = fattore di diluizione = $\frac{\text{volume di acque reflue}}{\text{vol acque reflue + acqua di diluizione}}$

se l'acqua di diluizione ha proprio BOD:

$(BOD_m V_m = BOD_w V_w + BOD_d V_d)$

$$BOD_w = \frac{(DO_i - DO_f) - (B_i - B_f)(1-P)}{P}$$ dim. p. 201-202

($B_i - B_f$: BOD acqua di diluizione; P: V_w/V_m; numeratore: BOD del mix)