Esercizio 1 (a gruppi) – IL PROBLEMA DELL'OZONO

Le equazioni chimiche che trovate qui sotto sono le più importanti per spiegare la formazione del cosiddetto **smog-fotochimico,** un tipo di inquinamento che affligge in particolare il **Mendrisiotto d'estate:**

1) $\mathbf{N_2 + O_2 \rightarrow 2NO}$ (Avviene alle alte temperature tipiche **dell'interno** dei motori a scoppio e dei bruciatori degli impianti riscaldamento)

2) $\mathbf{2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2}$ (Avviene nell'atmosfera)

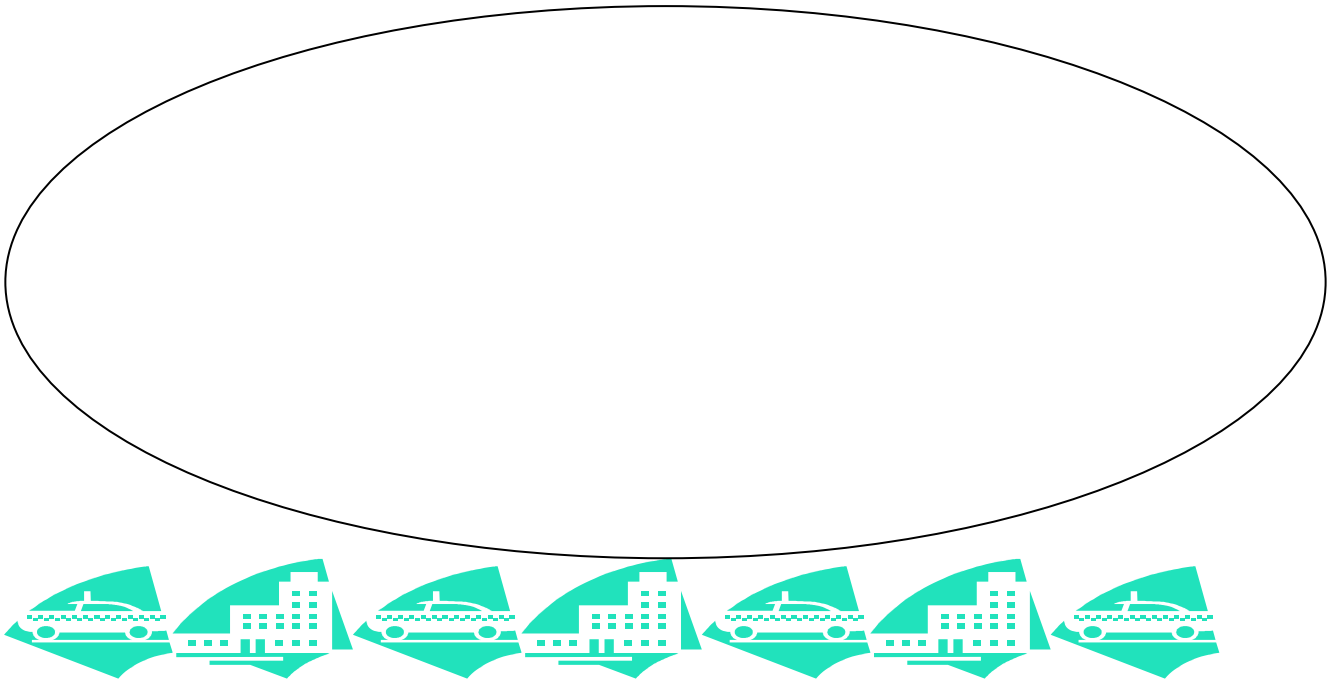
3) $\mathbf{NO_2 + O_2 \leftrightarrow NO + O_3}$ (Avviene nell'atmosfera: è la reazione **reversibile** che produce **ozono** (O_3). È **catalizzata** dai raggi ultravioletti (UV) e dai composti organici volatili)

4) $\mathbf{2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_{2\,(aq)} + HNO_{3\,(aq)}}$ (È la reazione che produce un miscuglio di acido nitroso e nitrico. Queste sostanze cadono al suolo con la pioggia o con le particelle di polvere che si depositano al suolo)

Consideriamo ora i bassi strati di aria sopra la nostra regione in un'afosa giornata estiva: per semplicità **assumiamo** che **gli scambi d'aria con altre regioni ed il resto dell'atmosfera siano trascurabili**.

Domanda 1

Per le molecole di NO, NO_2, O_3, HNO_2 ed HNO_3 inserisci nello schema sottostante (l'ovale rappresenta il sistema atmosfera sopra la regione) le correnti (I^{in}, I^{out}) e le reazioni di produzione o distruzione di sostanze.



Domanda 2

Per le molecole di NO, NO_2, O_3 scrivi le corrette equazioni di bilancio

---

Soluzioni e commenti

Domanda 1: I^{in}: NO, π^+: NO_2, NO, O_3, HNO_2, HNO_3

I^{out}: HNO_2, HNO_3 π^-: NO_2, NO, O_3

Domanda 2:

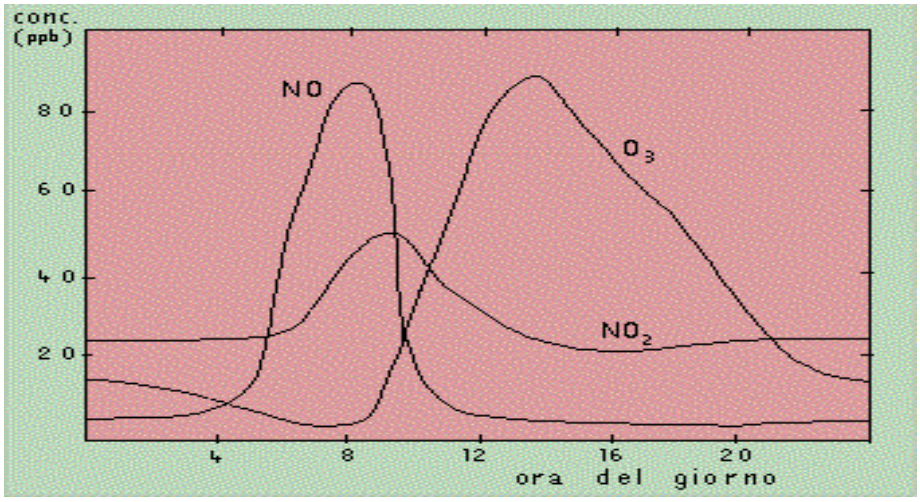
Per NO: $\dot{N} = I_{NO}^{in} + I_{NO}^{out} + \pi_{NO}^{+} + \pi_{NO}^{-}$

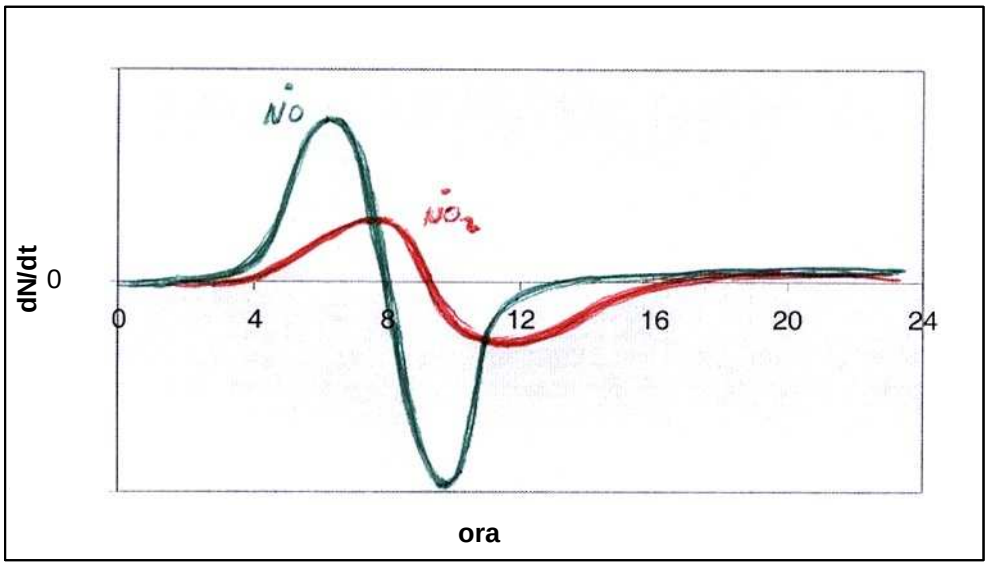
Per NO_2: $\dot{N} = \pi_{NO_2}^{+} + \pi_{NO_2}^{-}$

Per O_3: $\dot{N} = \pi_{O_3}^{+} + \pi_{O_3}^{-}$

Domanda 3

Il volume dell'aria del nostro sistema è costante: il numero di molecole (*N*) che in esso si trova è dunque proporzionale alla loro concentrazione.
Grazie alla figura sottostante (tratta da: venus.unive.it/miche/cicli_ecosis/varconn.gif) tracciate nel grafico la curva corrispondente alla **variazione** nel tempo del numero di molecole di **NO e di NO_2** presenti nell'atmosfera





Domanda 4

Cercate ora di spiegare i seguenti punti:

a) Perché il picco di NO lo si a ha alle 8, mentre quello di NO_2 solo verso le 10?
b) Perché il picco di ozono è nel primo pomeriggio?
c) A che ora del giorno si ha il massimo **incremento** di ozono nell'aria? Come fate a dirlo?

Soluzioni e commenti

Domanda 3: La curva $\dot{N}$ per NO ha il massimo (cfr. punto di flesso del primo grafico) che precede quello di NO_2 . Si noti come quest'ultimo massimo corrisponda al momento in cui $\dot{N}$ = 0 per NO.

Domanda 4: a) Il traffico mattutino porta ad un forte incremento dei livelli di NO, che col tempo viene ossidato a NO_2 . b) La formazione di ozono è lenta : la velocità di reazione aumenta sensibilmente con l'aumentare della temperatura e dell'irraggiamento. c) Il punto di flesso della curva, corrispondente al massimo valore della curva $\dot{N}$, si registra attorno alle 10 di mattina.

Esercizio 2

Una soluzione di **acido cloridrico** (HCl) a temperatura ambiente ha un **pH = 2**.
a) Calcolare la concentrazione di **H_3O^+, di OH^-, e di Cl^-.** Esprimere il valore in mol/L.
b) Calcolare il potenziale chimico μ_{H+}. Esprimere il valore in **kG = kJ/mol**

Soluzioni e commenti

a) HCl è un acido forte: la ionizzazione è completa $HCl \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$
Si sa che pH =2 : dunque: $c_{H+} \approx 10^{-2}$ mol/L, $c_{Cl-} \approx 10^{-2}$ mol/L

b) In generale vale (a 25°C): $[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$, dunque si ha che $c_{OH-} \approx 10^{-12}$ mol/L
$\mu_{H+} = 0 + 5.7 \cdot kJ/mol \cdot \log [H^+] = -11.4$ kJ/mol = −11.4 kG

Esercizio 3

Una soluzione è ottenuta sciogliendo **4.00 g** di **idrossido di sodio** (NaOH) in un litro d'acqua.
a) calcolare la concentrazione (in mol/L) degli ioni **Na^+, OH^-, H_3O^+**
b) calcolare il valore del **pOH e del pH**

Soluzioni e commenti

a) c_{NaOH} = 4 g/L, Massa molare $_{NaOH}$ = 40g/mol. Dunque: c_{NaOH} = 0.1 mol/L = 10^{-1} mol/L
NaOH è una base forte: la dissociazione è completa $NaOH \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$
Dunque: $c_{Na+} \approx 10^{-1}$ mol/L, $c_{OH-} \approx 10^{-1}$ mol/L
In generale vale (a 25°C) : $[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$, dunque si ha che $c_{H+} \approx 10^{-13}$ mol/L

b) $pH = -\log [H^+]$, analogamente $pOH = -\log [OH^-]$
Coi dati sopra si ricava: pH = 13 e pOH = 1
Nota : si può usare anche la formula (valida a 25°C) pH + pOH = 14

Esercizio 4
Una soluzione di **0.1 mol/L** di un certo acido debole ha un **pH = 4**. Calcolare, in base a questi dati, la costante di dissociazione (K_a) dell'acido debole.

Soluzioni e commenti
Per gli acidi deboli vale: $[H^+]^2 \approx K_a \cdot c_a$. Dunque: $K_a = [H^+]^2 / c_a = (10^{-4})^2 / 10^{-1} = 1 \cdot 10^{-7}$