

# ESERCIZI – TERMODINAMICA DEI SISTEMI AMBIENTALI

1. Per quale motivo la deforestazione può influire sull'effetto serra?

.....  
.....  
.....

2. Approfondire il concetto di «eutrofizzazione».

.....  
.....  
.....

3. Cosa si intende per «sistema dissipativo»?

.....  
.....  
.....

4. Perché il tempo è molto più difficile da prevedere del moto dei pianeti?

.....  
.....  
.....

5. Effettuare una ricerca sull'influenza del clima su determinati eventi storici. Per esempio, c'entra qualcosa con la «Groenlandia»?

.....  
.....  
.....

6. La sintesi clorofilliana può produrre zuccheri con un processo chiaramente non spontaneo sotto il profilo entropico. «Chi» o «cosa» rende il bilancio energetico comunque favorevole?

.....  
.....  
.....

7. Il valore medio della pressione atmosferica a livello del mare è pari a 101,325 kPa, che corrisponde alla pressione esercitata da una colonna di mercurio alta 760 mm o da una colonna d'acqua alta 10,33227 m. Come noto, la pressione atmosferica a una determinata quota è dovuta al peso delle molecole di aria sovrastanti e questo spiega bene perché, man mano che ci si allontana dal livello del mare, la pressione diminuisce.

Cosa si può prevedere in merito alla variazione della pressione con l'altezza? Sarà lineare o avrà un andamento diverso?

.....  
.....  
.....

8. Nell'ipotesi (anche se piuttosto semplicistica) che la temperatura vari uniformemente con l'altitudine, il l'andamento della funzione Pressione atmosferica/altezza sul livello del mare viene ben descritto dalla seguente equazione<sup>1</sup>:

$$P = P_0 \cdot e^{-(a/T) \cdot z}$$

dove P è la pressione al variare dell'altitudine z (in m), P<sub>0</sub> è la pressione media al livello del mare, sopra riportata, mentre a = 0,0342 K/m, dove K sono i gradi Kelvin e m i metri; T infine è la temperatura in gradi Kelvin (ad es. 280 K). Di fatto, si osserva che la pressione decresce abbastanza linearmente nei primi 3 km, di circa 10 kPa per ogni km di altitudine.

Verificare quanto detto assumendo una temperatura media di 280 K per 2000 m di altitudine.

.....  
 .....  
 .....

9. Nell'anno 2005 sono stati prodotti e consumati:

- gas  $2,7 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$  (a condizioni normali)
- carbone  $4,5 \cdot 10^3 \text{ Mt}$
- petrolio grezzo  $4,7 \cdot 10^9 \text{ m}^3$

Supponendo che il gas sia costituito da metano, il carbone da carbonio e che dal petrolio grezzo si ottenga l'88% di idrocarburi destinati alla combustione e che questi ultimi siano composti da ottano, calcolare quanta anidride carbonica viene prodotta dalla combustione, in tonnellate e in m<sup>3</sup> (a condizioni normali).

Sapendo poi che la superficie terrestre è di circa 510 milioni di km<sup>2</sup> e che l'altezza dello strato di atmosfera che contiene quasi tutta l'aria è di 11 km, calcolare quanta anidride carbonica in ppm (v/v) è stata aggiunta in atmosfera dalla combustione di idrocarburi nel 2005. Alla faccia di Galilei ipotizzare (per semplicità) che la terra sia piatta... altrimenti rispolverare le formule delle medie!

Supponendo infine di avere commesso un errore del 20% calcolare la concentrazione minima e massima stimabile di tale apporto.

	Volume m <sup>3</sup>	Densità (kg/m <sup>3</sup> )	Massa (kg)	Volume molare a CN (m <sup>3</sup> )	Composizione	MM media	kmol CO <sub>2</sub>	Volume CO <sub>2</sub> a CN (m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	ppm (v/v)
Gas	2,70E+12	–	–	0,024	CH <sub>4</sub>	–	–			
Carbone		–	4,50E+09	–	C	12				
Petrolio grezzo	4,70E+09	800		–	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	114				
Totale										

<sup>1</sup>Fonte: Stati termodinamici dell'atmosfera, [www.centrometeo.com](http://www.centrometeo.com)



**10. Un ecobilancio inatteso.** Nella tabella che segue vengono proposti dati tecnici un po' datati<sup>2</sup> ma nella sostanza ancora validi, quantomeno per indurre a una valutazione più consapevole di determinate situazioni. Formulare qualche riflessione, anche in merito alle scelte analitiche effettuate e informarsi sulla situazione attuale.

### Impatto ambientale provocato da 50 000 sacchetti di carta o di polietilene

Impatto ambientale	Polietilene	Carta Kraft
<i>Consumo di energia (GJ)</i>		
Per la produzione	29	67
Contenuta nel materiale	38	29
<b>TOTALE</b>	<b>67</b>	<b>96</b>
<i>Emissioni nell'aria (kg)</i>		
SO <sub>2</sub>	9,9	19,4
NO <sub>2</sub>	6,8	10,2
Sostanze organiche	3,8	1,2
CO	1,0	3,0
Polveri	0,5	3,2
<i>Inquinamento acque (kg)</i>		
COD	0,5	16,4
BOD <sub>5</sub>	0,02	9,2
Sostanze organiche	0,003	Non applicato
Fenoli	0,0001	Non applicato
Composti <u>cloroorganici</u>	Non applicato	Non applicato
GJ = 23,8 kg di petrolio equivalente = 238 000 Kcal = 0,000278 kWh		

**11.** La proclamazione del 2011 come Anno Internazionale della Chimica da parte dell'ONU ha dato nuovo impulso agli studi in merito alle problematiche dello «sviluppo di nuove fonti energetiche» e di «processi sostenibili». In questo ambito, si è andato via via sviluppando il tema della cosiddetta «chimica verde» o «chimica sostenibile», che fa riferimento a dodici principi fondamentali, la cui applicazione consentirebbe senza dubbio di fare notevoli passi avanti nell'ottica della sostenibilità e del risparmio energetico in particolare.

Qui di seguito vengono proposti i dodici principi sui quali chiediamo una seria riflessione, sviluppando adeguate ricerche in merito.

<sup>2</sup>Fonte: La voce del chimico, novembre/dicembre 1992 (tratto da: Ufficio Federale Tedesco dell'Ambiente)

### Chimica verde: I dodici principi<sup>3</sup>

- 1 Prevenire la produzione di scarti
- 2 Considerare l'economia atomica
- 3 Effettuare sintesi chimiche meno pericolose, usando e producendo sostanze poco o non tossiche
- 4 Progettare composti chimici più sicuri
- 5 Usare meno solventi e ausiliari e, se usati, che siano i più sicuri possibile
- 6 Progettare tenendo conto dell'efficienza energetica
- 7 Usare materie prime rinnovabili
- 8 Limitare i derivati, combinare stadi di produzione diversi nella messa a punto di nuovi processi
- 9 Sviluppare la catalisi a tutti i livelli
- 10 Progettare anche in funzione della degradazione dei prodotti
- 11 Analizzare in tempo reale la prevenzione dell'inquinamento
- 12 Scegliere una via chimica intrinsecamente più sicura per prevenire gli incidenti

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

---

<sup>3</sup>Fonte: Cinzia Chiappa – Il chimico italiano – Anno XXIII, N.1, 2012

