

Indice di rifrazione di materiali densi
dal capitolo 32 del libro: *The Feynman Lectures on physics*

Nei materiali densi vale la

$$3 \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = N\alpha$$

dove α è la polarizzabilità atomica. In caso di un miscuglio di due sostanze (come una soluzione di saccarosio in acqua), nell'ipotesi che il miscuglio non comporti alterazioni chimiche e che le polarizzabilità atomiche restino inalterate (ipotesi da verificare a posteriori) l'equazione precedente si generalizza in:

$$3 \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = N_1\alpha_1 + N_2\alpha_2.$$

f	ρ	$n _{\text{exp}}$	N_2/N_A	N_1/N_A	$3 \frac{n^2-1}{n^2+2} \Big _{\text{exp}}$	$N_1\alpha_1$	$N_2\alpha_2$	$N_A\alpha_2$
0.00	0.9982	1.3330	0.000	55.46	0.617	0.617	0.000	—
0.30	1.1270	1.3811	0.989	43.83	0.697	0.488	0.209	0.211
0.50	1.2296	1.4200	1.798	34.16	0.759	0.380	0.379	0.211
0.85	1.4454	1.5033	3.592	12.05	0.887	0.134	0.753	0.210
1.00	1.5880	1.5577	4.643	0.00	0.967	0.000	0.967	0.208

Note: La grammomole di saccarosio ($C_{12}H_{22}O_{11}$) vale $\mu_2 = 342$ gr, quella dell'acqua vale $\mu_1 = 18$ gr).

Nella tabella:

f (prima colonna) è la frazione in peso di saccarosio in soluzione, ρ (nella seconda colonna) è la densità della soluzione (in grammi/cm³). Nella terza colonna il valore sperimentale dell'indice di rifrazione della soluzione a 20⁰ C; nella quarta la frazione di moli di saccarosio per litro (= 1000 cm³), che vale:

$$N_2/N_A = f * \rho * 1000/\mu_2.$$

Nella quinta colonna la stessa quantità per l'acqua: $N_1/N_A = (1-f)*\rho*1000/\mu_1$. Di seguito (colonna sesta) il valore della combinazione di indice di rifrazione direttamente connessa alla polarizzabilità atomica,

$$3(n^2 - 1)/(n^2 + 2) = N_1\alpha_1 + N_2\alpha_2 = \frac{N_1}{N_A}N_A\alpha_1 + \frac{N_2}{N_A}N_A\alpha_2.$$

Da questa combinazione si ricava (nel caso dell'acqua pura, $N_2 = 0$) direttamente la polarizzabilità atomica dell'acqua, ovvero

$$N_1\alpha_1 = \frac{N_1}{N_A}N_A\alpha_1 = 55.46 * N_A\alpha_1 = 0.617 \Rightarrow N_A\alpha_1 = \frac{0.617}{55.46} \approx 0.0111$$

e da questa il contributo del saccarosio alla polarizzabilità della soluzione e la polarizzabilità del saccarosio stesso.

$$N_2\alpha_2 = 3 \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} - \frac{0.617}{55.46} * \frac{N_1}{N_A} = \frac{N_2}{N_A} N_A\alpha_2 .$$

(come riportate nelle due colonne successive). Nell'ultima colonna, in particolare, si riporta la polarizzabilità del saccarosio alle diverse concentrazioni. È evidente il suo legame con la polarizzabilità del saccarosio puro e si corrobora così l'ipotesi che la polarizzabilità atomica del saccarosio non è alterata in soluzione, ovvero che le frequenze proprie del saccarosio puro ed in soluzione sono ragionevolmente le stesse.