

RIASSUMENDO CIRCA L'INCOERENZA DI SPIN

La cosiddetta **incoerenza di spin** è sempre presente. Fanno eccezione esclusivamente i campioni costituiti da isotopi con spin nucleare $I = 0$. Solo tali campioni scatterano i neutroni in modo completamente coerente.

La presenza di scattering incoerente è una proprietà esclusiva dei neutroni

In studi di tipo strutturale (i.e. mirati alla determinazione della sezione d'urto differenziale e, da questa, del fattore di struttura statico $S(Q)$) lo scattering incoerente dà luogo ad un background e rappresenta uno "svantaggio".

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} \cong \sum_{\alpha, \beta} \langle b \rangle^2 e^{i\mathbf{Q} \cdot (\mathbf{R}_\alpha - \mathbf{R}_\beta)} + N \left(\langle b^2 \rangle - \langle b \rangle^2 \right)$$

In studi di tipo *dinamico* (i.e. mirati alla determinazione della sezione d'urto differenziale **doppia** e, da questa, del fattore di struttura *dinamico* $S(Q, E)$) lo scattering incoerente dà luogo ad un segnale dipendente dall'energia scambiata E e rappresenta in alcuni casi un grosso "vantaggio".

INCOERENZA ISOTOPICA

Il fenomeno della “incoerenza” nasce dal fatto che i neutroni, essendo dotati di spin, possono interagire con uno stesso nucleo (di spin non nullo) in due modi diversi.

Ovviamente, se un campione, anche di uno stesso elemento chimico, ha una composizione isotopica mista, questo darà luogo ad uno scattering (coerente ed incoerente) che dipende anche dal fatto che sono presenti nuclei di vario tipo.

Si parla in tali casi di “incoerenza isotopica” per distinguerla da quella (intrinseca ed ineliminabile) dovuta allo spin.

Table 1. Neutron scattering lengths and cross sections of the elements and their isotopes.



VF Sears, Neutron News, 3(3), 1992

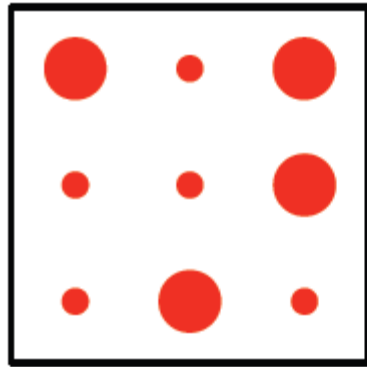
Column	Symbol	Unit	Quantity
1			element
2	Z		atomic number
3	A		mass number
4	$I(p)$		spin (parity) of the nuclear ground state
5	c	%	natural abundance (For radioisotopes the half-life is given instead.)
6	b_c	fm	bound coherent scattering length
7	b_i	fm	bound incoherent scattering length
8	s_c	barn ¹	bound coherent scattering cross section
9	s_i	barn	bound incoherent scattering cross section
10	s_s	barn	total bound scattering cross section
11	s_a	barn	absorption cross section for 2200 m/s neutrons ²

(1) 1 barn = 100 fm²
 (2) E = 25.30 meV, k = 3.494 Å⁻¹, l = 1.798 Å

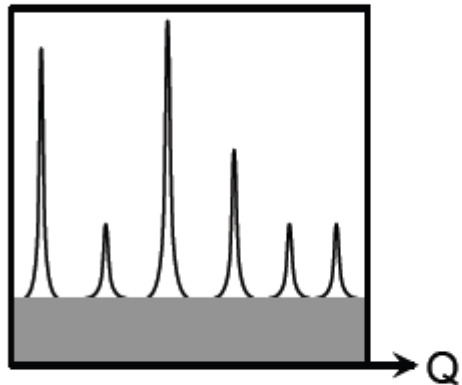
Z	A	$I(\pi)$	c	b_c	b_i	σ_c	σ_i	σ_s	σ_a
H	1			-3.7390(11)		1.7568(10)	80.26(6)	82.02(6)	0.3326(7)
	1	1/2(+)	99.985	-3.7406(11)	25.274(9)	1.7583(10)	80.27(6)	82.03(6)	0.3326(7)
	2	1(+)	0.015	6.671(4)	4.04(3)	5.592(7)	2.05(3)	7.64(3)	0.000519(7)
	3	1/2(+)	(12.32 a)	4.792(27)	-1.04(17)	2.89(3)	0.14(4)	3.03(5)	0
He	2			3.26(3)		1.34(2)	0	1.34(2)	0.00747(1)
	3	1/2(+)	0.00014	5.74(7)	-2.5(6)	4.42(10)	1.6(4)	6.0(4)	5333.(7.)
	4	0(+)	99.99986	-1.483(2) <i>i</i>	+2.568(3) <i>i</i>				
	4	0(+)	99.99986	3.26(3)	0	1.34(2)	0	1.34(2)	0

INCOERENZA ISOTOPICA

$b_1 =$ 
 $b_2 =$ 

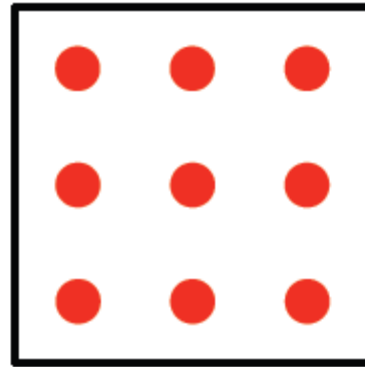


The two isotopes are randomly distributed.

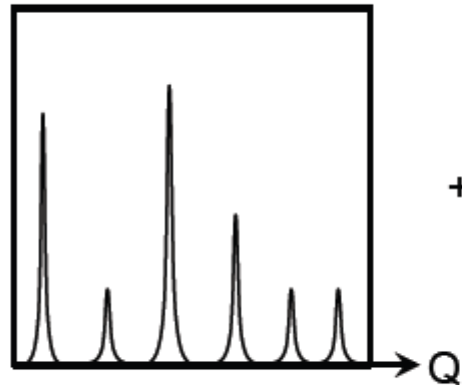


Total scattering

=

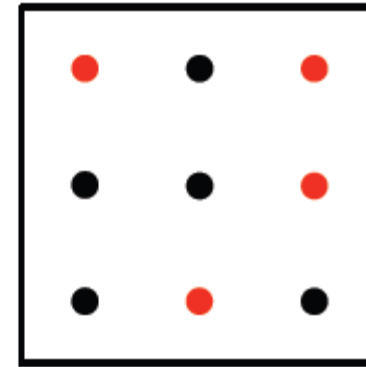


$\frac{1}{2}(b_1 + b_2) = \bar{b}$

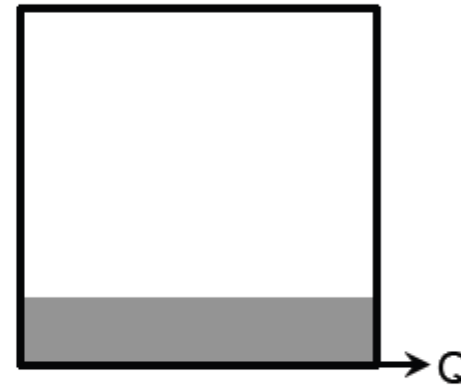


Coherent scattering

+



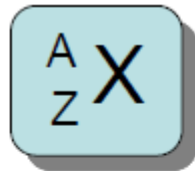
Deviations δb



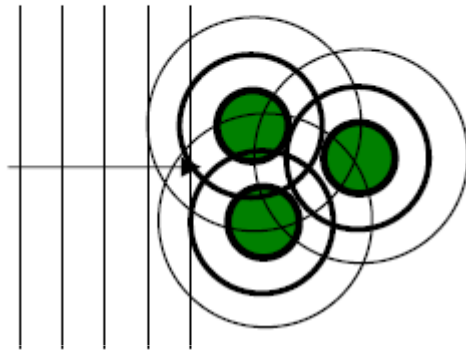
Incoherent scattering

INCOERENZA DI SPIN E DI ISOTOPI

X-rays



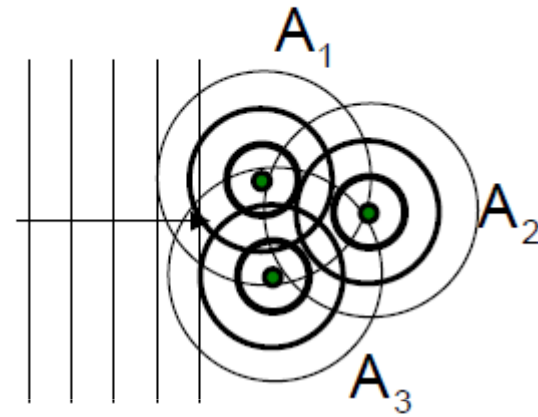
Neutrons



Scattering Length

$$z r_e f(\theta)$$

Atomic Number Electron Radius Atomic Form Factor



Scattering Lengths !



$$\begin{array}{l}
 b_{A_1} \text{ --- } b_{A_1}^+ \\
 \phantom{b_{A_1}} \text{ --- } b_{A_1}^- \\
 b_{A_2} \text{ --- } b_{A_2}^+ \\
 \phantom{b_{A_2}} \text{ --- } b_{A_2}^- \\
 b_{A_3} \text{ --- } b_{A_3}^+ \\
 \phantom{b_{A_3}} \text{ --- } b_{A_3}^-
 \end{array}$$

INCOERENZA DI ISOTOPI: ESEMPI INTERESSANTI

Z	A	$I(\pi)$	c	b_c	b_i	σ_c	σ_i	σ_s	σ_a
Ar 18				1.909(6)		0.458(3)	0.225(5)	0.683(4)	0.675(9)
	36	0(+)	0.337	24.90(7)	0	77.9(4)	0	77.9(4)	5.2(5)
	38	0(+)	0.063	3.5(3.5)	0	1.5(3.1)	0	1.5(3.1)	0.8(2)
	40	0(+)	99.600	1.830(6)	0	0.421(3)	0	0.421(3)	0.660(9)
Ce 58				4.84(2)		2.94(2)	0.00(10)	2.94(10)	0.63(4)
	136	0(+)	0.19	5.80(9)	0	4.23(13)	0	4.23(13)	7.3(1.5)
	138	0(+)	0.25	6.70(9)	0	5.64(15)	0	5.64(15)	1.1(3)
	140	0(+)	88.48	4.84(9)	0	2.94(11)	0	2.94(11)	0.57(4)
	142	0(+)	11.08	4.75(9)	0	2.84(11)	0	2.84(11)	0.95(5)