

IDEE PER UNA LEZIONE DIGITALE

PARAGRAFO	CONTENUTO	DURATA (MINUTI)
3. La radioattività	 IN LABORATORIO Radioattività e contatore Geiger	2
4. La legge del decadimento radioattivo	 ESPERIMENTO VIRTUALE Decadimenti Gioca, misura, esercitati	
	 IN 3 MINUTI • La legge del decadimento radioattivo	
	 MAPPA INTERATTIVA	

PROBLEMI MODELLO, DOMANDE E PROBLEMI IN PIÙ

1 I NUCLEI DEGLI ATOMI

4 ★★★ La forza di Coulomb con cui si respingono due protoni in un nucleo vale $1,9 \times 10^2$ N.

- ▶ Calcola la loro distanza.
- ▶ Determina l'accelerazione che questa forza potrebbe imprimere a ognuno dei protoni.

[$1,1 \times 10^{-15}$ m; $1,1 \times 10^{29}$ m/s]

5 ★★★ In fisica nucleare è talvolta comodo esprimere le mas-

[1,0073 u; 1,0087 u]

3 LA RADIOATTIVITÀ

25 ★★★ L'isotopo $^{226}_{88}\text{Ra}$ del radio è instabile e dà luogo a una catena di decadimenti fino a trasformarsi nell'isotopo stabile del piombo $^{206}_{82}\text{Pb}$

- ▶ Determina quanti processi di decadimento radioattivo α e β sono coinvolti nel processo.

(*Olimpiadi della Fisica 2006, Gara di secondo livello*)

[5 decadimenti α e 4 decadimenti β]

26 ★★★ Un atomo di $^{214}_{83}\text{Bi}$ si trasforma in un suo isotopo attraverso più processi di decadimento, il primo dei quali è di tipo α . Per risolvere l'esercizio, consulta la **FIGURA 8** che mostra la famiglia radioattiva dell'uranio.

- ▶ Quante e quali particelle emette?
- ▶ In quale isotopo si trasforma?

[una particella α e due particelle β ; $^{210}_{83}\text{Bi}$]

6 LE GRANDEZZE DOSIMETRICHE

PROBLEMA MODELLO 4 UN LAVORO SICURO?

Considera le 4 situazioni seguenti:

- A. Un assistente di volo compie mediamente un volo di andata e ritorno Roma - Los Angeles della durata di 9 ore ciascuno, ogni due settimane.
- B. Un operaio passa mediamente 8 ore al giorno, per 240 giorni l'anno, in una cava di marmo.
- C. Un venditore di bibite passa 12 ore ogni giorno per 3 mesi all'anno sulla spiaggia nera di Guarapari in Brasile.
- D. Un impiegato lavora 7 ore al giorno per 250 giorni l'anno in un ufficio amministrativo a 50 km da una centrale nucleare.

- ▶ Ordina i quattro casi in base alla dose equivalente assorbita nell'arco di un anno.
- ▶ Calcola a quante TAC corrisponde ogni voce, ricordando che $H_{\text{TAC}} = 10$ mSv.

■ DATI

Tempi di esposizione alla radioattività naturale durante le ore di lavoro.

Dose equivalente di una TAC: $H_{\text{TAC}} = 10$ mSv

■ INCOGNITE

Dose equivalente assorbita in un anno: $H = ?$
 Numero di TAC che forniscono la stessa dose:
 $n = ?$

L'IDEA

I livelli di radioattività naturale non sono uniformi, ma dipendono fortemente dalla quota o dalla profondità a cui ci si trova, e anche dalla regione geografica.

Considero i seguenti dati:

- ad alta quota, durante un volo aereo, la dose equivalente dovuta ai raggi cosmici è più di 100 volte maggiore di quella a livello del mare e può raggiungere i 0,05 mSv/ora.
- in profondità, soprattutto negli spazi sotterranei non arieggiati, le concentrazioni di radon possono raggiungere una dose equivalente di 0,004 mSv/ora.
- la distribuzione dei minerali sulla crosta terrestre è estremamente variabile: un caso estremo è rappresentato dalla sabbia nera di Guarapari in Brasile, che contiene torio-232. La dose equivalente può arrivare a 90 μSv/ora.
- oltre alla radioattività naturale, esiste quella prodotta dall'uomo. Per esempio, a 50 km di distanza da una centrale nucleare la dose equivalente è del tutto trascurabile (e comunque inferiore a quella di una centrale a carbone).

LA SOLUZIONE

Calcolo il tempo di esposizione annuo per ciascun caso.

$$\text{Caso A: } (9 \text{ ore}) \times \frac{52}{2} = 234 \text{ ore}$$

$$\text{Caso B: } (8 \text{ ore}) \times 240 = 1920 \text{ ore}$$

$$\text{Caso C: } (12 \text{ ore}) \times 3 \times 30 = 1080 \text{ ore}$$

Poiché la dose equivalente a 50 km da una centrale nucleare è trascurabile, escludo il caso D da questo confronto.

Moltiplico il tempo di esposizione nell'arco di un anno per la dose media equivalente oraria.

$$\text{Caso A: } H = (234 \text{ ore}) \times (0,05 \text{ mSv/ora}) = 1 \times 10 \text{ mSv}$$

$$\text{Caso B: } H = (1920 \text{ ore}) \times (0,004 \text{ mSv/ora}) = 8 \text{ mSv}$$

$$\text{Caso C: } H = (1080 \text{ ore}) \times (0,09 \text{ mSv/ora}) = 1 \times 10^2 \text{ mSv}$$

Quindi in ordine crescente di dose abbiamo: C, A, B

Confronto la dose media annua con la dose di una TAC.

$$\text{Caso C: } n = \frac{H}{H_{\text{TAC}}} = \frac{1 \times 10^2 \text{ mSv}}{10 \text{ mSv}} = 1 \times 10$$

$$\text{Caso A: } n = \frac{H}{H_{\text{TAC}}} = \frac{1 \times 10 \text{ mSv}}{10 \text{ mSv}} = 1$$

$$\text{Caso B: } n = \frac{H}{H_{\text{TAC}}} = \frac{8 \text{ mSv}}{10 \text{ mSv}} = 0,8, \text{ dose inferiore a quella di una TAC.}$$

Come si vede la permanenza nella spiaggia nera di Guarapari in Brasile comporta un assorbimento di dose piuttosto elevato ed è quindi sconsigliato sostarvi per periodi maggiori di alcuni mesi.

47 Un uomo di 75 kg è investito da una radiazione che rilascia un'energia pari a $6,0 \times 10^6$ GeV.

- ▶ Determina la dose assorbita dall'uomo.
- ▶ Assumi invece che la radiazione sia costituita da particelle alfa. Qual è la dose equivalente assorbita dall'uomo?

$$[1,3 \times 10^{-5} \text{ Gy}, 2,6 \times 10^{-4} \text{ Sv}]$$

48 La dose equivalente della radiazione alfa assorbita da un determinato corpo è 1,2 mSv. Se la radiazione fosse costituita da neutroni ad alta energia, la dose equivalente sarebbe 0,3 mSv.

- ▶ Qual è il fattore moltiplicativo w_R della radiazione di neutroni?

[5]

