

# Soluzioni dei problemi

## Capitolo 19

### Induzione elettromagnetica

- 1** 0,065 V  
**2**  $7,8 \cdot 10^3$  V  
**3** 150 m/s  
**4** A: 0 V; B: 16,0 V, estremo 2; C: 0 V  
**5**  $3,7 \cdot 10^{-5}$  T  
**7**  $1,0 \cdot 10^{-3}$  V  
**8** 250 m  
**9** 0,85 kg; -9,7 J; +9,7 J  
**10**  $7,3 \cdot 10^{-4}$  Wb; 0 Wb;  $4,7 \cdot 10^{-3}$  Wb  
**11** 0,7  
**12**  $1,5 \text{ m}^2/\text{s}$   
**13** 0,25 V  
**14**  $8,6 \cdot 10^{-5}$  T  
**15** 5,2  $\Omega$   
**16** -1,0 V, 0 V, +0,50 V; -2,0 A, +1,0 A  
**17** -0,094 Wb  
**18**  $7,7 \cdot 10^{-3}$  Wb  
**19** 0,38 V; 0,43  $\text{m}^2/\text{s}$   
**20** 0,14 V  
**21** 0,46 T  
**22** 0,16 T  
**24**  $1,6 \cdot 10^{-5}$  C  
**25** Verso orario; verso antiorario  
**26** Da sinistra a destra; da destra a sinistra  
**27** Verso orario; verso orario  
**28** Il lato destro del resistore deve essere quello positivo  
**30** Da sinistra verso destra  
**31** Corrente indotta in senso antiorario; nessuna corrente indotta; corrente indotta in senso orario; nessuna corrente indotta  
**32** Nessuna corrente indotta  
**34**  $1,5 \cdot 10^9$  J  
**35**  $2,5 \cdot 10^{-2}$  H  
**36** 1,6 A  
**37** -6,4 V; 0 V; +3,2 V  
**39** +420 V; 190 J; 2500 W  
**40**  $2,1 \cdot 10^{-5}$  V  
**41** 0,86 A  
**42**  $2,8 \cdot 10^{-4}$  H  
**43**  $\frac{\mu_0 \pi N_1 N_2 R_2^2}{2R_1}$   
**44** 0,15 m  
**45** 0,3 T  
**47**  $9,4 \cdot 10^{-2}$  T  
**48**  $3,0 \cdot 10^5$   
**49** 1,77 A  
**50** 786 W; 1572 W  
**51** 5,2 A  
**52** 38,0 m  
**53** 50,0 Hz; 240,0  $\Omega$ ; 60,0 W  
**54** 2,4 V  
**55** 1,9 V  
**56** 36  $\Omega$   
**57**  $8,7 \cdot 10^{-7}$  F  
**58** 2,00  $\mu\text{F}$ ; 0,77 A  
**59** 309,2 Hz  
**60** 80 Hz

- 62** 0,44 A  
**63**  $6,4 \cdot 10^{-6}$  F;  $9,0 \cdot 10^{-4}$  C  
**64** 110 Hz  
**65**  $1,11 \cdot 10^4$  Hz;  $6,83 \cdot 10^{-9}$  F;  $6,3 \cdot 10^3$   $\Omega$ ;  $7,0 \cdot 10^2$   $\Omega$   
**66** 83,9 V  
**68** 3,0 W  
**69** 270 Hz  
**70** 29,0 V; -0,263 A  
**71**  $2,7 \cdot 10^{-5}$  H  
**72** 3,1 kHz  
**73** 352 Hz; 15,5 A  
**74** 9,2 V  
**75**  $1,0 \cdot 10^1$  W  
**76** 1:13;  $1,8 \cdot 10^{-2}$  A; 2,2 W, 2,2 W  
**77** 41 V  
**78** 0,20 A  
**79** 1:22  
**81**  $7,0 \cdot 10^5$  W;  $7,0 \cdot 10^1$  W  
**82** 110 euro  
**83** 192  $\Omega$   
**84** 276  
**85** 2,4 Hz; 15,1 rad/s; 0,62 T  
**86** Da destra verso sinistra; da sinistra verso destra  
**87** 12 V  
**88** Verso l'alto  
**90**  $3,6 \cdot 10^{-3}$  V;  $2,0 \cdot 10^{-3}$   $\text{m}^2/\text{s}$   
**91** -0,84 A  
**92** 0,40 T  
**93** 0,050 V  
**94**  $1,1 \cdot 10^3$  Hz  
**95** 32 A  
**96** 2100 rad/s  
**97** 10,5 V; 19,0 V; 29,6 V  
**98**  $2,94 \cdot 10^{-3}$  H; 4,84  $\Omega$ ; 0,163  
**99** 3/2  
**100**  $2,6 \cdot 10^{-5}$  A  
**101** 72  $\Omega$   
**102**  $7,5 \cdot 10^{-2}$  Wb; 0,25 A  
**103** 5,3  $\Omega$ ;  $9,6 \cdot 10^{-3}$  T;  $5,0 \cdot 10^{-6}$  Wb; 1,7 mV

## Capitolo 20

### Le equazioni di Maxwell e le onde elettromagnetiche

- 1**  $6,4 \cdot 10^{18}$  m  
**2**  $1,3 \cdot 10^6$  m  
**3**  $8,75 \cdot 10^5$   
**6** 1,28 s  
**7** 8,33 min  
**8**  $4,1 \cdot 10^{16}$  m  
**9**  $2,4 \cdot 10^9$  Hz; 0,063 m  
**10** 540 giri/s  
**11** Da  $3,62 \cdot 10^{-12}$  F a  $5,45 \cdot 10^{-12}$  F  
**12** 473 nm; 606 nm  
**13** 11,118 m  
**14**  $4,76 \cdot 10^{-11}$  m  
**15**  $4,4 \cdot 10^8$  Hz  
**16** 3,41 m; 2,78 m  
**18** 1,25 m  
**19**  $3,7 \cdot 10^4$

- 20  $1,4 \cdot 10^4$ ;  $1,4 \cdot 10^4$   
 21  $1,5 \cdot 10^{10}$  Hz  
 22  $3,8 \cdot 10^2$  W/m<sup>2</sup>  
 23  $2 \cdot 10^{-6}$  T  
 24  $6,81 \cdot 10^5$  N/C;  $2,27 \cdot 10^{-3}$  T  
 25 0,07 N/C  
 26  $1,7 \cdot 10^{11}$  W  
 27  $6,8 \cdot 10^9$  J  
 28  $3,93 \cdot 10^{26}$  W  
 29  $6,25 \cdot 10^{-9}$  J  
 31  $0,477$  W/m<sup>2</sup>;  $13,4$  N/C;  $19,0$  N/C  
 32  $3,1 \cdot 10^{-5}$  N; 0 N;  $3,1 \cdot 10^{-5}$  N;  $3,8 \cdot 10^{-9}$  N  
 33  $3 \cdot 10^{-6}$  J/m<sup>3</sup>;  $1 \cdot 10^{-14}$  kg/(m<sup>2</sup> · s)  
 35 0,13 s  
 36  $4,44 \cdot 10^{-10}$   
 37 Allontanando;  $3,1 \cdot 10^6$  m/s  
 38 32,0 m/s  
 40  $4,55 \cdot 10^{14}$  Hz;  $4,50 \cdot 10^{14}$  Hz;  $4,62 \cdot 10^{14}$  Hz  
 41  $6,175 \cdot 10^{14}$  Hz;  $6,159 \cdot 10^{14}$  Hz  
 42  $0,55$  W/m<sup>2</sup>;  $3,7 \cdot 10^{-2}$  W/m<sup>2</sup>  
 43 0,82; 0,18  
 44  $24$  W/m<sup>2</sup>; 0 W/m<sup>2</sup>;  $18$  W/m<sup>2</sup>  
 45 108°  
 46  $3,5$  W/m<sup>2</sup>;  $7,0$  W/m<sup>2</sup>;  $4,7$  W/m<sup>2</sup>; 0 W/m<sup>2</sup>;  $2,3$  W/m<sup>2</sup>  
 47  $206$  W/m<sup>2</sup>  
 48 1,52  
 50  $720$  W/m<sup>2</sup>  
 51 55,0°  
 52 25,0°  
 53  $1,4 \cdot 10^{17}$  Hz  
 54 990 N/C  
 55  $4,500 \cdot 10^7$  Hz  
 56  $1,5 \cdot 10^{-4}$  H  
 57  $183$  N/C;  $6,1 \cdot 10^{-7}$  T  
 58 640 Hz  
 59  $22$  W/m<sup>2</sup>  
 60 71,6°  
 61  $173$  W/m<sup>2</sup>;  $2370$  W/m<sup>2</sup>;  $8,50 \cdot 10^{-7}$ ;  $3,15 \cdot 10^{-6}$  T;  $173$  W/m<sup>2</sup>;  $2370$  W/m<sup>2</sup>  
 62  $4,8 \cdot 10^{-5}$  J  
 63 68 N/C  
 64 440 N/m  
 65 9,1 bit  
 66 922 W  
 67  $3,8$  W/m<sup>2</sup>; 0 W/m<sup>2</sup>; 0 W/m<sup>2</sup>;  $5,1$  W/m<sup>2</sup>  
 68  $1,6 \cdot 10^{-4}$  N  
 69 64 MW/m<sup>2</sup>  
 70 Circa 5600 W  
 71  $1,7 \cdot 10^{-4}$  V  
 73  $2,2 \cdot 10^6$  T  
 74  $\frac{100 (\bar{S}_{\max} - \bar{S}_{\min})}{\bar{S}_{\max} + \bar{S}_{\min}}$   
 75  $2,1 \cdot 10^4$  W/m<sup>2</sup>;  $1,1 \cdot 10^2$  W; 178 s  
 76  $2,4$  W/m<sup>2</sup>  
 77  $3,3 \cdot 10^{-10}$  T

## Capitolo 21

### La relatività ristretta

- 1 72 ore  
 2 0,78  
 3  $2,4 \cdot 10^8$  m/s  
 4 2,12 s  
 6  $4,9 \cdot 10^{-9}$  s; 1,5 m  
 7 0,999 95 *c*  
 8  $4,4 \cdot 10^{-4}$  s  
 9 16  
 10 8,1 km  
 11  $2,7 \cdot 10^6$  m  
 12  $1,0 \cdot 10^3$  anni  
 13 528 m  
 14  $72 \cdot 10^{10}$  m;  $3,0 \cdot 10^2$  s  
 15 1,8

- 17 40,2°  
 18  $1,05 \cdot 10^{-3}$  m;  $1,48 \cdot 10^{-4}$  m;  $4,98 \cdot 10^{-13}$  s;  $3,53 \cdot 10^{-12}$  s  
 19 4,0 anni luce  
 20  $5,1 \cdot 10^{15}$  kg · m/s;  $9,7 \cdot 10^{15}$  kg · m/s  
 21  $5,2 \cdot 10^{13}$  kg · m/s  
 22  $1,7 \cdot 10^7$  kg · m/s;  $3,0 \cdot 10^7$  kg · m/s  
 24 1,0 m  
 25  $2,6 \cdot 10^{13}$  kg · m/s  
 26 - 0,406 *c*  
 27  $8,7 \cdot 10^{-30}$  kg  
 28 1,0; 6,6  
 29  $8,6 \cdot 10^9$  km  
 31  $6,7 \cdot 10^5$  J;  $7,4 \cdot 10^{12}$  kg  
 32 1,05 kg  
 33  $5,0 \cdot 10^{-13}$  J  
 34  $1,1 \cdot 10^{24}$  kg/s  
 35  $1,4 \cdot 10^{-15}$  m  
 36 + 0,80 *c*  
 37 49,7 m/s; 56,3 m/s  
 38 - 0,13 *c*  
 39 65 ore  
 40 + 0,31 *c*  
 41 + 0,92 *c*  
 42 42 m  
 44 1,19 km  
 45 + 0,95 *c*  
 46 +  $2,82 \cdot 10^8$  m/s;  $1,8 \cdot 10^{-16}$  kg · m/s  
 47  $2,6 \cdot 10^8$  m/s  
 48 1,8 respiri al minuto  
 49  $2,83 \cdot 10^8$  m/s  
 50 2,3 anni luce  
 51  $3,27 \cdot 10^{-25}$  kg;  $2,30 \cdot 10^{-16}$  kg · m/s  
 53  $1,1 \cdot 10^{17}$  m  
 54 0,99 *c*  
 55  $v_a = -2,0$  m/s  
 56  $2,9 \cdot 10^{-12}$  J;  $0,999622 c = (1 - 3,8 \cdot 10^{-4}) c$   
 57  $1,7 \cdot 10^{-13}$  J  
 58 *c*; 0,994 *c*; 0,200 *c*; 0,194 *c*  
 59  $1,3 \cdot 10^7$  kg · m/s  
 60 (3,0 m × 1,3 m)  
 62 4,3 anni; il secondo gemello (che viaggia a 0,500 *c*) è più anziano

## Capitolo 22

### Particelle e onde

- 1  $1,1 \cdot 10^{-3}$  m  
 2  $4,5 \cdot 10^{30}$  J  
 3 6,3 eV  
 5  $1,40 \cdot 10^2$   
 6  $7,0 \cdot 10^{-19}$  J  
 7  $7,7 \cdot 10^{29}$  fotoni/s  
 8 310 nm  
 9  $2,5 \cdot 10^{21}$  fotoni/(s · m<sup>2</sup>)  
 10 1,26 eV  
 11 7,0 eV  
 12 Oro  
 14  $3,3 \cdot 10^3$  K  
 15 2,56 eV  
 16  $9,32 \cdot 10^5$  m/s  
 17 73 fotoni/s  
 18  $9,56 \cdot 10^{-12}$  m  
 20  $N_{\text{infrarosso}} = 2,5 \cdot 10^{23}$ ;  $N_{\text{blu}} = 2,0 \cdot 10^{21}$   
 21 7760 N/C;  $2,59 \cdot 10^{-5}$  T  
 22 75°  
 23  $1,0 \cdot 10^{13}$  Hz; infrarosso  
 24  $2,124 \cdot 10^{-24}$  kg · m/s;  $2,096 \cdot 10^{-24}$  kg · m/s  
 25  $4,755 \cdot 10^{-24}$  kg · m/s  
 26 0,1819 nm;  $1,092 \cdot 10^{-15}$  J;  $1,064 \cdot 10^{-15}$  J;  $2,8 \cdot 10^{-17}$  J  
 27  $9,50 \cdot 10^{-17}$  m  
 29  $p_x = 7,37 \cdot 10^{-23}$  kg · m/s;  $p_y = 5,82 \cdot 10^{-23}$  kg · m/s  
 30  $8,88 \cdot 10^{-15}$  m  
 31  $3,22 \cdot 10^6$  m/s

- 32  $3,09 \cdot 10^{-10}$  m  
 33  $3,6 \cdot 10^{-9}$  m  
 34  $1,41 \cdot 10^3$  m/s  
 35  $2,45 \cdot 10^3$  m/s  
 36  $1 \cdot 10^{-18}$  m  
 37 1830  
 38  $3,81 \cdot 10^{-36}$  m/s;  $8,32 \cdot 10^{27}$  anni  
 39  $4,8 \cdot 10^{-23}$  kg·m/s  
 40  $2,5 \cdot 10^{-10}$  m  
 42  $\lambda_f = 2,0 \cdot 10^{-34}$  m  
 43  $1,9 \cdot 10^{-10}$  m  
 44  $1,86 \cdot 10^4$  V  
 45  $1,10 \cdot 10^3$  m/s  
 46 40  
 47  $2,1 \cdot 10^{-35}$  kg · m/s;  $4,7 \cdot 10^{-34}$  m/s;  $2,3 \cdot 10^{-5}$  m/s  
 48  $8,8 \cdot 10^{-21}$  kg · m/s  
 49  $4,0 \cdot 10^{-6}$  m/s  
 50 8,0%  
 52  $-0,0144^\circ \leq \theta \leq +0,0144^\circ$   
 53  $6,6 \cdot 10^3$  K  
 54  $1,63 \cdot 10^{-7}$  m;  $1,84 \cdot 10^{15}$  Hz; ultravioletto  
 55 2,10 eV  
 56  $6,6 \cdot 10^{-27}$  kg  
 57  $2,5 \cdot 10^{-7}$  m;  $5,6 \cdot 10^{-10}$  m  
 58  $7,77 \cdot 10^{-13}$  J  
 59  $1,3 \cdot 10^{-12}$  m  
 60  $7,9 \cdot 10^{-33}$  kg  
 61  $8,8 \cdot 10^{-5}$   
 62  $1,9 \cdot 10^{-7}$  m  
 63  $6,01 \cdot 10^{-11}$  m  
 64  $7,38 \cdot 10^{-11}$  m  
 66 24 cm  
 67  $2,1 \cdot 10^{24}$  fotoni; 32 molecole/fotoni  
 68  $5,0 \cdot 10^{18}$ ;  $4,4$  W/m<sup>2</sup>  
 69  $1,0 \cdot 10^{-8}$  N;  $5,0 \cdot 10^{-9}$  N  
 70 No; verde

**Capitolo 23**

**La natura dell'atomo**

- 1  $6,2 \cdot 10^{-31}$  m<sup>3</sup>;  $4,2 \cdot 10^{-45}$  m<sup>3</sup>;  $7,0 \cdot 10^{-13}$  %  
 2  $1,5 \cdot 10^{14}$   
 3 3,0 km  
 4  $7,1 \cdot 10^{-15}$   
 6  $1,7 \cdot 10^{-13}$  J  
 7  $-8,7 \cdot 10^{-6}$  eV  
 8  $7,3 \cdot 10^{-14}$  m  
 9 16  
 10  $2,38 \cdot 10^{-10}$  m  
 11 40,8 eV; 54,4 eV  
 12  $1,98 \cdot 10^{-19}$  J  
 13 0,850 eV; 0,0625  
 14  $-1,51$  eV  
 15 1,8;  $4,3 \cdot 10^{-11}$  m;  $2,6 \cdot 10^{-10}$  m  
 16 5  
 17  $6,56 \cdot 10^{-7}$  m;  $1,22 \cdot 10^{-7}$  m  
 18  $-0,213$  eV  
 19 6; 2  
 21 I livelli energetici sono 186 volte più grandi di quelli dell'idrogeno  
 22  $6,59 \cdot 10^{15}$  rev/s;  $8,23 \cdot 10^{14}$  rev/s  
 25 2  
 26  $-0,378$  eV  
 27 2, 3, 4, 5  
 29 1,732  
 30  $8,436 \cdot 10^{-34}$  J · s  
 31  $-1,51$  eV;  $2,59 \cdot 10^{-34}$  J · s;  $2,11 \cdot 10^{-34}$  J · s  
 32  $-0,544$  eV;  $-0,378$  eV;  $-0,278$  eV  
 34  $n = 2, l = 0, m_l = 0, m_s = +1/2$   
 $n = 2, l = 0, m_l = 0, m_s = -1/2$   
 $n = 2, l = 1, m_l = +1, m_s = +1/2$   
 $n = 2, l = 1, m_l = +1, m_s = -1/2$   
 $n = 2, l = 1, m_l = 0, m_s = +1/2$

- $n = 2, l = 1, m_l = 0, m_s = -1/2$   
 $n = 2, l = 1, m_l = -1, m_s = +1/2$   
 $n = 2, l = 1, m_l = -1, m_s = -1/2$   
 35  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$   
 37 50

38

$n$	$l$	$m_l$	$m_s$
4	3	3	+1/2
4	3	3	-1/2
4	3	2	+1/2
4	3	2	-1/2
4	3	1	+1/2
4	3	1	-1/2
4	3	0	+1/2
4	3	0	-1/2
4	3	-1	+1/2
4	3	-1	-1/2
4	3	-2	+1/2
4	3	-2	-1/2
4	3	-3	+1/2
4	3	-3	-1/2

- 39 Stronzio, Sr  
 40  $7,23 \cdot 10^{-11}$  m  
 41  $1,34 \cdot 10^{-12}$  m; 1,80%  
 42  $Z = 32$ , germanio (Ge)  
 44 0,50  
 45 Carbonio  
 46  $6,83 \cdot 10^{-11}$  m  
 47 10 688 V  
 48 21 642 V  
 49  $1,29 \cdot 10^{-10}$  m  
 50  $1,9 \cdot 10^{17}$  fotoni  
 51  $1,25 \cdot 10^{-4}$  J;  $3,98 \cdot 10^{14}$  fotoni  
 52  $2,2 \cdot 10^{16}$  fotoni  
 54 56  
 55 Circa 21 giorni  
 56 0,289 eV;  $1,00 \cdot 10^{-5}$  m; infrarosso  
 57  $3,55 \cdot 10^{-11}$  m; molibdeno:  $7,23 \cdot 10^{-11}$  m; argento:  $5,74 \cdot 10^{-11}$  m  
 58  $1,07 \cdot 10^{-14}$  J  
 59  $1,08 \cdot 10^{-14}$  J;  $6,8 \cdot 10^4$  eV  
 61  $4,41 \cdot 10^{-10}$  m  
 62  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10}$   
 63 7458 nm; 2279 nm; infrarosso  
 64 No; sì; no; sì; no  
 65 22,8 nm  
 66  $3,16 \cdot 10^{-34}$  J · s;  $-3,16 \cdot 10^{-34}$  J · s;  $2,11 \cdot 10^{-34}$  J · s;  $-2,11 \cdot 10^{-34}$  J · s;  $1,05 \cdot 10^{-34}$  J · s;  $-1,05 \cdot 10^{-34}$  J · s; 0 J · s  
 67  $6 \leq n_i \leq 20$   
 68 30,39 nm  
 69  $K = (n^2 h^2) / (8mL^2)$ , dove  $n = 1, 2, 3, \dots$   
 70  $2,19 \cdot 10^6$  m/s;  $1,09 \cdot 10^6$  m/s; sì  
 71 375 nm

**Capitolo 24**

**Fisica nucleare e radioattività**

- 1 8  
 2  $4,1 \cdot 10^{-15}$  m  
 4 Pt, 117; S, 16; Cu, 34; B, 6; Pu, 145  
 5  $4,4 \cdot 10^{-15}$  m  
 6  $+1,31 \cdot 10^{-17}$  C; 126; 208;  $7,1 \cdot 10^{-15}$  m;  $2,3 \cdot 10^{17}$  kg/m<sup>3</sup>  
 7 35,2  
 8  $^4_2\text{He}$   
 9  $^{120}_{50}\text{Sn}$

- 10  $2,3 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$ ;  $1,2 \cdot 10^{10} \text{ kg}$ ; 80  
 11  $9,4 \cdot 10^3 \text{ m}$   
 12 0,2424 u  
 13  $2,9 \cdot 10^{16} \text{ kg}$   
 14 39,25 MeV  
 16 0,008 285 u; 0,009 105 u; trizio  
 17 1,741 670 u; 1622,4 MeV; 788 MeV/nucleone  
 18  $2,28 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$   
 19  $1,76 \cdot 10^{25} \text{ MeV}$   
 20 1,003 27 u  
 21 10,55 MeV; 7,55 MeV; neutrone  
 22  ${}^{35}_{16}\text{S} \rightarrow {}^{35}_{17}\text{Cl} + {}^0_{-1}\text{e}$   
 23  ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$   
 24  ${}^{18}_9\text{F} \rightarrow {}^{18}_8\text{O} + {}^0_{+1}\text{e}$ ;  ${}^{15}_8\text{O} \rightarrow {}^{15}_7\text{N} + {}^0_{+1}\text{e}$   
 25 4,87 MeV  
 26 0,109 MeV  
 27 1,38 MeV  
 29  ${}^{238}_{92}\text{U}$ ;  ${}^{24}_12\text{Mg}$ ;  ${}^{12}_6\text{C}$   
 30  ${}^{212}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{208}_{82}\text{Pb} + {}^4_2\text{He}$ ;  ${}^{232}_{90}\text{U} \rightarrow {}^{228}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$   
 31  $1,61 \cdot 10^7 \text{ m/s}$   
 32 3; 2  
 33 1,82 MeV  
 34  $1,53 \cdot 10^{-12} \text{ m}$   
 35 3,66 giorni  
 36 2,7 giorni  
 37 1/16  
 38  $5,62 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$   
 39 19,9  
 40 0,332  
 41  $2,1 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$   
 43 7,53%  
 44 8,00 giorni  
 45  $2,1 \cdot 10^{-11} \text{ kg}$   
 46  $3,7 \cdot 10^{10} \text{ decadimenti/s}$   
 47  $1,29 \cdot 10^{-3} \text{ g}$   
 48  $8,01 \cdot 10^6 \text{ m}$   
 49 723 giorni  
 50 2000 anni  
 51 0,70%  
 52  $2,2 \cdot 10^3 \text{ anni}$   
 53  $3,3 \cdot 10^9 \text{ anni}$   
 54 90,8%  
 55  $2,9 \cdot 10^4 \text{ anni}$ ;  $3,1 \cdot 10^4 \text{ anni}$   
 56 0,999; 0,755  
 58 23 000 anni; 20 000 anni  
 59 6900 anni; 900 anni  
 60  $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ J}$   
 61 12  
 62  $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ J}$   
 63 0,85  
 64  $2,4 \cdot 10^2 \text{ Sv}$   
 65  $2,26 \cdot 10^8 \text{ rad}$   
 66  $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}$   
 67  $4,4 \cdot 10^{11} \text{ s}^{-1}$   
 69 790 MeV/nucleone  
 70 92; 122; 41  
 71  $4,88 \cdot 10^{10} \text{ anni}$   
 72 0,51 MeV  
 73  $\beta^-$ ;  $\beta^+$ ;  $\gamma$ ;  $\alpha$   
 74  $2,3 \cdot 10^3 \text{ anni}$   
 75  $3,7 \cdot 10^{-6} \text{ J}$   
 76 146 decadimenti/min  
 77 0,313 MeV  
 78 Protoni, elettroni, raggi  $\gamma$ , neutroni lenti  
 79 184,4 MeV  
 81  $1,2 \cdot 10^{-7} \text{ g}$   
 82  ${}^{212}_{84}\text{Po}$   
 83  $3,0 \cdot 10^6 \text{ Gy}$   
 84 9,37 giorni  
 85 3720 kg  
 86 32 eV  
 87 0,245  
 88 11 giorni

## Capitolo 25

### Energia nucleare e particelle elementari

- 1 C  
 2  $\gamma + {}^{17}_8\text{O} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$   
 3  ${}^{233}_{90}\text{Th}$ ;  ${}^{233}_{92}\text{U}$   
 4  ${}^1_1\text{H}$ ;  ${}^3_2\text{He}$ ;  ${}^6_3\text{Li}$ ;  ${}^{14}_7\text{N}$ ;  ${}^{56}_{25}\text{Mn}$   
 5 13,6 MeV  
 6  ${}^4_2\text{He}$ ;  ${}^1_1\text{H}$ ;  ${}^{27}_{14}\text{Si}$ ;  ${}^4_2\text{He}$   
 8  ${}^{31}_{16}\text{S}$ ;  ${}^1_1\text{H}$ ;  ${}^{41}_{19}\text{K}$ ;  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$   
 9  ${}^{64}_{30}\text{Zn}$   
 10 2 neutroni  
 11  ${}^{99}_{41}\text{Nb}$   
 13 3  
 14  $9,1 \cdot 10^{-4}$   
 15 184,4 MeV  
 16 41 urti  
 17 232,785 094 u  
 19  $2,7 \cdot 10^6 \text{ kg}$   
 20  $1,01 \cdot 10^5 \text{ kg}$   
 21  $1,8 \cdot 10^4 \text{ kg/s}$   
 22  $3,1 \cdot 10^{24}$ ;  $1,2 \cdot 10^3 \text{ g}$ ; 1,1 g  
 23 1229 kg  
 24 4,03 MeV  
 25 3,3 MeV  
 26  $A = 2$ ,  $Z = 0$ ,  ${}^1_0\text{X} = {}^1_0\text{n}$  neutrone,  ${}^2_1\text{Y} = {}^2_1\text{H}$  deuterio; 6,2 MeV  
 28  $1,1 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$   
 29  $1,0 \cdot 10^{22}$ ;  $8,1 \cdot 10^9 \text{ kg}$   
 30 115,7 MeV  
 32 33,9 MeV  
 33  $u, c, e, t; \bar{d}, \bar{s}, \bar{b}$   
 34 815,0 MeV  
 35 0,513 MeV;  $2,43 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ ;  $2,73 \cdot 10^{-22} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$   
 36  $1,9 \cdot 10^{-20} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ;  $3,5 \cdot 10^{-14} \text{ m}$   
 37 0,18 MeV  
 38  $u, d, s; u, d, b; u, s, b$   
 39  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$   
 40  $6,4 \cdot 10^8 \text{ W}$   
 41  $8,2 \cdot 10^{10} \text{ J}$ ; 0,48 g  
 42  $1,3 \cdot 10^6 \text{ kg}$   
 43 3,81  
 44 156 MeV  
 45  $1,4 \cdot 10^{-5} \text{ s}$

## Capitolo 26

### Dalla relatività generale allo studio dell'Universo

- 1  $3,99 \cdot 10^{13} \text{ km} = 2,67 \cdot 10^5 \text{ UA}$   
 2 16,7 ore  
 4  $2,58 \cdot 10^4 \text{ anni}$   
 5 22,4 m/s  
 6 2195 N  
 8  $1,01 \cdot 10^{-1} \text{ mm}$   
 9  $2,95 \cdot 10^3 \text{ m}$ ;  $1,85 \cdot 10^{16} \text{ g/cm}^3$   
 10  $2,95 \cdot 10^9 \text{ m}$ ;  $1,85 \cdot 10^7 \text{ kg/m}^3$   
 12  $3 \cdot 10^{-8} \text{ raggi atomici}$   
 13  $2,2 \cdot 10^9 \text{ N/m}$   
 14 0,326"  
 15  $9,06 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ$   
 17 0,724"  
 18 0,04  
 19  $8,23 \cdot 10^{-11}$   
 20  $1,6 \cdot 10^{-4}$   
 22  $3,35 \cdot 10^4 \text{ km/s}$   
 23 42 Mpc  
 24  $7 \cdot 10^9 \text{ a.l.}$   
 27  $3,358 \cdot 10^{-7} \text{ m}$   
 28 2,1  
 30  $9,6 \cdot 10^{40} \text{ kg}$   
 31  $8,0 \cdot 10^{44} \text{ kg}$   
 32  $9,84 \cdot 10^{29} \text{ kg}$