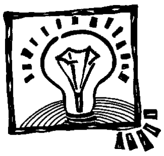

Fizyka współczesna w zadaniach

Maria Fiałkowska, Krzysztof Fiałkowski

Poniżej przedstawiono przykładowo (wraz z rozwiązaniami) zadania rachunkowe „z interesującym wynikiem" oraz zadania, w których szacuje się wartości wielkości fizycznych, wybrane z podręcznika *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych,* prezentowanego w tym zeszycie.

Strona 202, zadanie 1

Deuter stanowi ok. 0,015% naturalnego wodoru. Powierzchnia oceanów na Ziemi wynosi ok. 360 milionów, a ich średnia głębokość 3,8 km. Przyjmując, że wodór stanowi ok. 11% masy wody, oblicz, ile deuteru można uzyskać z wód oceanów.

Rozwiązanie:

$$S \approx 360\,000\,000\ \mathrm{km}^2 = 3{,}6 \cdot 10^{14}\ \mathrm{m}^2, \qquad h \approx 3{,}8 \cdot 10^3\ \mathrm{m}$$

Objętość wody w oceanach:

$$V = S \cdot h, \qquad V \approx 13{,}7 \cdot 10^{17}\ \mathrm{m}^3$$

Masa wody w oceanach:

$$M = \rho \cdot V, \qquad M_{H_2O} \approx 10^3\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \cdot 13{,}7 \cdot 10^{17}\mathrm{m}^3 \approx 13{,}7 \cdot 10^{20}\mathrm{kg}$$

Masa wodoru zawarta w wodach oceanów:

$$M_{H_2} \approx \frac{11}{100} \cdot 13{,}7 \cdot 10^{20}\mathrm{kg} \approx 1{,}5 \cdot 10^{20}\mathrm{kg}$$

Masa deuteru zawarta w wodach oceanów:

$$M_d \approx 0{,}015 \cdot 10^{-2} M_{H_2} = 1{,}5 \cdot 10^{-4} M_{H_2} \approx \mathbf{2{,}3 \cdot 10^{16}kg}$$

Strona 201, zadanie 2

Słońce zużywa ok. 700 milionów ton deuteru na sekundę. Na jak długi czas wystarczyłyby mu „dostawy deuteru z Ziemi"?

Rozwiązanie:

$$z = 700 \cdot 10^3\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}} = 7 \cdot 10^{11}\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}$$

$$t = \frac{2{,}3 \cdot 10^{16}\,\mathrm{kg}}{7 \cdot 10^{11}\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{s}}}, \qquad \boldsymbol{t \approx 0{,}3 \cdot 10^5\,\mathrm{s}}$$

1 h = 3,6 · 10^3s

$$t = \frac{0{,}3}{3{,}6} \cdot \frac{10^5}{10^3}\,\mathrm{h}, \qquad \boldsymbol{t \approx 8{,}3\,\mathrm{h}}$$

Strona 80, zadanie 3

Przy odzyskiwaniu metalu z rudy (tlenku metalu) musimy dostarczyć na każdą tonę materiału energii rzędu 10^9 J. O ile większa będzie masa otrzymanego metalu i tlenu od masy rudy M, jeśli M = 10 t?

Rozwiązanie:

$$\Delta m = m_{metalu} + m_{tlenu} - M_{rudy}$$

$$\Delta m = \frac{E_w}{c^2}$$

$$\Delta m = \frac{10 \cdot 10^9\,\mathrm{J}}{\left(3 \cdot 10^8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2} = \frac{10^{10}\,\mathrm{J}}{9 \cdot 10^{16}\,\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}} \approx 1{,}1 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{kg}$$

$$\boldsymbol{\Delta m \approx 0{,}11\,\mathrm{mg}}$$

Strona 226, zadanie 1

Wartość drugiej prędkości kosmicznej wyraża się wzorem:

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2MG}{R}}$$

Jeśli promień obiektu maleje, wartość tej prędkości wzrasta, a gdy przekroczy c, nawet światło nie będzie mogło obiektu opuścić. Staje się on czarną dziurą.

a) Jaki byłby promień Ziemi, Słońca, gdyby skurczyły się tak, że byłyby czarnymi dziurami?

b) Ile razy większa byłaby wówczas gęstość Ziemi, Słońca?
Do obliczeń przyjmij:

$$G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}\,\frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{kg}^2}, \qquad M_Z = 6 \cdot 10^{24}\,\mathrm{kg}, \qquad M_S = 2 \cdot 10^{30}\,\mathrm{kg}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \qquad R_Z = 6{,}37 \cdot 10^6 \mathrm{m}, \qquad R_S = 0{,}75 \cdot 10^9 \mathrm{m}$$

Rozwiązanie:

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2MG}{R}}, \qquad C = \sqrt{\frac{2MG}{R}}, \qquad R = \frac{2MG}{c^2}$$

a)

Dla Ziemi

$$R_Z = \frac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{kg}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \mathrm{kg}}{9 \cdot 10^{16} \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}}$$

$$R_Z \approx 9 \cdot 10^{-3} \mathrm{m}$$

$$\boldsymbol{R_Z \approx 0{,}9\,\mathrm{cm}}$$

Dla Słońca

$$R_S = \frac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{kg}^2} \cdot 2 \cdot 10^{30} \mathrm{kg}}{9 \cdot 10^{16} \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}}$$

$$R_S \approx 3 \cdot 10^{3} \mathrm{m}$$

$$\boldsymbol{R_S \approx 3\,\mathrm{km}}$$

b)

Dla Ziemi

$$\rho_Z = \frac{M_Z}{V_Z}, \qquad V_Z = \frac{4}{3}\pi R_Z^3$$

$$\rho'_Z = \frac{M_Z}{V'_Z}, \qquad V'_Z = \frac{4}{3}\pi R'^3_Z$$

$$\frac{\rho'_Z}{\rho_Z} = \frac{V_Z}{V'_Z} = \left(\frac{R_Z}{R'_Z}\right)^3$$

$$\frac{\rho'_Z}{\rho_Z} = \left(\frac{6{,}37 \cdot 10^6 \mathrm{m}}{9 \cdot 10^{-3} \mathrm{m}}\right)^3 \approx \mathbf{3{,}5 \cdot 10^{26}}$$

Dla Słóńca

$$\rho_S = \frac{M_S}{V_S}, \qquad V_S = \frac{4}{3}\pi R_S^3$$

$$\rho'_S = \frac{M_S}{V'_S}, \qquad V'_S = \frac{4}{3}\pi R'^3_S$$

$$\frac{\rho'_S}{\rho_S} = \frac{V_S}{V'_S} = \left(\frac{R_S}{RS}\right)^3$$

$$\frac{\rho'_S}{\rho_S} = \left(\frac{0{,}75 \cdot 10^9 \mathrm{m}}{3 \cdot 10^3 \mathrm{m}}\right)^3 \approx \mathbf{1{,}6 \cdot 10^{16}}$$

Strona 78, zadanie 4

Zakładając, że energia jonizacji atomu wodoru jest równa około $2{,}2 \cdot 10^{-18}$ J, a masa elektronu około 10^{30} kg, oblicz rząd wielkości szybkości elektronu na orbicie atomowej.

Rozwiązanie:

$E_{jon} = E_w \approx 2.2 \cdot 10^{-18}$ J (jest rzędu 10^{-18} J), $m_e \approx 10^{-30}$ kg

$$E_w = |E_p| - E_k, \qquad E_k = \frac{mv^2}{2}, \qquad \frac{mv^2}{r} = \frac{ke^2}{r^2}, \qquad \frac{mv^2}{2} = \frac{ke^2}{2r}$$

$$E_k = \frac{|E_p|}{2}, \qquad E_w = |E_p| - \frac{|E_p|}{2} = \frac{|E_p|}{2} = E_k$$

$$\frac{mv^2}{2} = 2{,}2 \cdot 10^{-18}\,\mathrm{J}, \qquad v^2 \approx \frac{4{,}4 \cdot 10^{-18}}{10^{-30}\,\mathrm{kg}}, \qquad \left(v \text{ jest rzędu } \sqrt{10^{12}}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)$$

czyli $\boldsymbol{v \approx 10^6\,\frac{m}{s}}$

Strona 190, zadanie 1

W jądrze atomu ołowiu jest ponad 200 nukleonów, a deficyt masy stanowi ponad 0,5% masy jądra. Czy znając masę jądra, możemy poprawnie obliczyć, ile nukleonów jest w jądrze, jeśli zapomnimy o deficycie masy?

Rozwiązanie:

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M_j, \qquad m_p \approx m_n = m, \qquad \Delta m \approx A \cdot m - M_j$$

Czy liczba nukleonów $= \dfrac{M_j}{m}$? Nie, jeśli $\Delta m \geq m$

Dla ołowiu

$\Delta m > 0{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot 200\, m$

$\Delta m > m$