

Joanna Gondek  
Bogusław Pranszke

DLA GIMNAZJUM

# Fizyka 2

ZBIÓR ZADAŃ

Grawitacja



GDAŃSKIE WYDAWNICTWO  
OŚWIATOWE

# Spis treści

Od redakcji ..... 5

## Teoria i zadania

Grawitacja ..... 7

Układ Słoneczny: zadania 3-11, 14

Ruch planet: zadania 12, 13, 15-20

Satelity: zadania 17, 19

Prawo grawitacji: zadania 1, 2, 21-27

## Rozwiązania

Grawitacja ..... 49

## Odpowiedzi

Grawitacja ..... 101

## Od redakcji

Niniejszy zbiór zadań powstał z myślą o tych wszystkich, dla których rozwiązanie zadania z fizyki nie polega wyłącznie na mechanicznym przekształceniu wzorów i podstawieniu do nich danych. Dla autorów książki istotne było skupienie się na tym, co w fizyce najważniejsze, czyli na ukazaniu zjawiska fizycznego i przekonaniu, że można je wyjaśnić, logicznie rozumując i posługując się podstawowymi prawami fizyki.

Wiele osób potrafi rozwiązać typowe zadania z fizyki, a mimo to ma poczucie, że tak naprawdę fizyki nie rozumie. Dlatego zamieszczone w książce rozwiązania ukazują krok po kroku każdy etap rozumowania i uczą świadomego stosowania wzorów. Nie przypominają uczniowskich rozwiązań z zeszytu czy tablicy, więc raczej nie posłużą jako gotowe wzorce do przepisywania. Aby zapisać rozwiązanie zadania w typowy sposób, uczeń będzie zmuszony do zrozumienia podanego w zbiorze rozwiązania.

Książka została podzielona na trzy części. W pierwszej zamieszczono **wstępy teoretyczne i treści zadań** do poszczególnych działów. Są wśród nich krótkie pytania testowe oraz zadania otwarte. Kolejna część zawiera **szczegółowe rozwiązania** do wszystkich zadań otwartych. Na końcu zamieszczono **odpowiedzi** do wszystkich zadań.

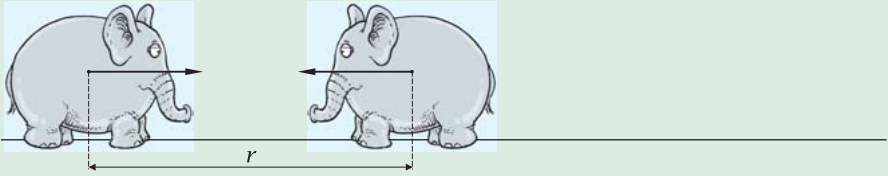
Symbolem  $\circ$  oznaczono zadania wykraczające poza zakres materiału omówionego w podręczniku *Fizyka z plusem cz. 2*.

Wartość siły, z jaką każde ze słońiątek przyciąga Ziemię, wynosi:

$$F = G \frac{m_s m_Z}{r^2} \approx 6,6726 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{10^3 \text{ kg} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(6400 \cdot 10^3 \text{ m})^2} \approx$$

$$\approx 6,6726 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 1,5 \cdot 10^{14} \frac{\text{kg}^2}{\text{m}^2} \approx 10 \cdot 10^3 \text{ N} = 10\,000 \text{ N}.$$

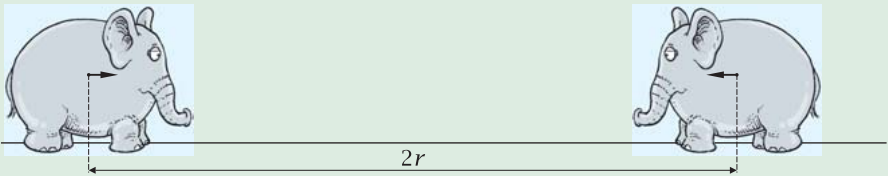
Wartość siły, z jaką Ziemia przyciąga każde ze słońiątek, wynosi tyle samo, czyli 10 000 N.



Słońiątka stoją w odległości  $r = 1 \text{ m}$  od siebie. Wartość siły, z jaką jedno słońiątko przyciąga drugie, wynosi:

$$F = G \frac{m_s m_s}{r^2} \approx 6,6726 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{1000 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ kg}}{(1 \text{ m})^2} =$$

$$= 6,6726 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{1\,000\,000 \text{ kg}^2}{1 \text{ m}^2} = 6,6726 \cdot 10^{-3} \text{ N} = 0,006673 \text{ N}.$$



Gdy odległość między słońiątkami zwiększy się 2 razy (z  $r$  do  $2r$ ), to wartość siły, z jaką jedno słońiątko będzie przyciągać drugie, zmniejszy się 4 razy. Można się o tym przekonać po obliczeniu stosunku

$$\frac{F_{2r}}{F_r} = \frac{G \frac{m_s^2}{(2r)^2}}{G \frac{m_s^2}{r^2}} = \frac{G \frac{m_s^2}{4r^2}}{G \frac{m_s^2}{r^2}} = \frac{1}{4} \cdot G \frac{m_s^2}{r^2} = \frac{1}{4}. \text{ Stąd } F_{2r} = \frac{1}{4} F_r.$$

Gdy odległość zwiększy się 4 razy (z  $r$  do  $4r$ ), to wartość siły, z jaką jedno słońiątko będzie przyciągać drugie, zmniejszy 16 razy. Wynika to z obliczeń

$$\frac{F_{4r}}{F_r} = \frac{G \frac{m_s^2}{(4r)^2}}{G \frac{m_s^2}{r^2}} = \frac{G \frac{m_s^2}{16r^2}}{G \frac{m_s^2}{r^2}} = \frac{1}{16}. \text{ Stąd } F_{4r} = \frac{1}{16} F_r.$$

Ogólnie można stwierdzić, że gdy odległość między ciałami zwiększa się  $N$  razy, to wartość sił, z jakimi ciała te wzajemnie się przyciągają, maleje  $N^2$  razy.

Podobnie gdy odległość między ciałami zmniejsza się  $N$  razy, to wartość sił, z jakimi ciała te wzajemnie się przyciągają, rośnie  $N^2$  razy.

Uwaga. W rozwiązaniach zadań przyjmij, że  $1 \text{ j.a.} = 1,49 \cdot 10^{11} \text{ m}$  (j.a. — jednostka astronomiczna równa średniej odległości między Ziemią i Słońcem) oraz  $1 \text{ m} = 0,67 \cdot 10^{-11} \text{ j.a.}$

1. Dwa ciała o masie 1000 ton każde przyciągają się siłami grawitacyjnymi o wartości 1000 N. Gdy odległość między tymi ciałami wzrośnie dwa razy, wartość sił grawitacyjnego oddziaływania między nimi będzie wynosić:
- A. 2000 N      B. 1000 N      C. 500 N      D. 250 N

2. Masa ciała wraz z oddalaniem się ciała od Ziemi:
- A. maleje      C. nie zmienia się  
B. rośnie      D. na przemian rośnie i maleje

3. Ze względu na duże odległości między ciałami niebieskimi wprowadzono w astronomii specjalne jednostki odległości. Jedną z nich jest rok świetlny; jej skrótem jest l.y. (od angielskiej nazwy *light year*). Rok świetlny jest równy odległości, jaką światło przebywa w próżni w ciągu roku ziemskiego, czyli 365 dni.

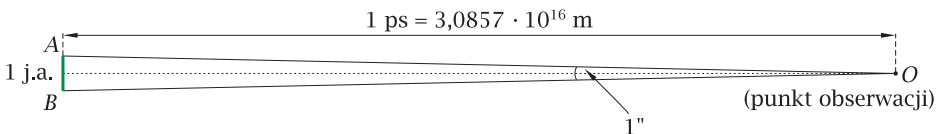
a) Wyraż rok świetlny w metrach oraz w jednostkach astronomicznych. Przyjmij, że prędkość światła w próżni jest stała i wynosi  $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ .

b) Najjaśniejszą gwiazdą nocnego nieba widoczną z Ziemi jest Syriusz. Znajduje się on w odległości 8,6 l.y. od Słońca. Wyraż tę odległość w jednostkach astronomicznych.

4. Odległość z Ziemi do najdalszych rejonów Wszechświata, które człowiek może obserwować, jest szacowana na 13,7 mld lat świetlnych. Ile czasu potrzebuje światło na przebycie takiej odległości? Prędkość światła w próżni jest stała i wynosi  $3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

5. Proxima (*proxima* — łac. najbliższa) jest drugą po Słońcu najbliższą Ziemi gwiazdą. Proxima znajduje się w odległości 4,25 l.y. od Ziemi. Ile czasu zajęłoby nam podróż do tej gwiazdy, gdybyśmy po wystartowaniu połowę drogi pokonali, poruszając się z przyspieszeniem o wartości  $100 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , a druga połowę z opóźnieniem o wartości  $100 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ?

6. Jedną z jednostek odległości stosowanych w astronomii jest parsek (w skrócie ps):  $1 \text{ ps} = 3,0857 \cdot 10^{16} \text{ m}$ . Jest to odległość, z której odcinek o długości 1 j.a. jest widoczny pod kątem o mierze równej 1 sekundzie ( $1''$ ). Innymi słowy, gdybyśmy oznaczyli końce odcinka jako A, B i punkt obserwacji jako O (patrz rysunek), to kąt AOB miałby miarę  $1''$ .



W jakiej odległości od oczu należy umieścić monetę o nominale 1 gr, aby była widoczna pod kątem  $1''$ ? Promień monety jednogroszowej wynosi 7,5 mm.

