

Praca pod redakcją  
Joanny Gondek

DLA GIMNAZJUM

# Fizyka 1

ZBIÓR ZADAŃ

Energia



GDAŃSKIE WYDAWNICTWO  
OŚWIATOWE

# Spis treści

Od redakcji ..... 5

## Teoria i zadania

Energia ..... 51

Praca: zadania 1-10, 30-41, 49-53, 61,

Energia potencjalna: zadania 11, 13, 14, 18, 24, 42-53, 62, 63

Energia kinetyczna: zadania 11, 12, 15-17, 54-58, 61-63

Energia mechaniczna: zadania 19, 20, 59, 60,

Zasada zachowania energii mechanicznej: zadania 21-23, 65-74

Moc: zadania 25-29, 75-89

Sprawność: zadania 90-92

## Rozwiązania

Energia ..... 100

## Odpowiedzi

Energia ..... 118

## 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 jest 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. 1*.

### ●●● Przykład

Wojtek zaczął przesuwać szafę o masie 50 kg, działając na nią siłą o wartości 102 N. Gdy szafa była 2 m dalej, wartość jej prędkości wynosiła  $0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Siła tarcia działająca na szafę miała wartość 100 N.

Zmiana energii kinetycznej szafy wynosi

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_k^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 50 \text{ kg} \cdot \left(0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - \frac{1}{2} \cdot 50 \text{ kg} \cdot \left(0 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 4 \text{ J}.$$

Suma prac sił działających na szafę wynosi

$$W_{\text{Wojtka}} + W_{\text{tarcia}} = F_{\text{Wojtka}}s - F_{\text{tarcia}}s = 102 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} - 100 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 4 \text{ J}.$$

Ciężar szafy i siła reakcji podłogi na nacisk, jaki szafa na nią wywiera, nie wykonują pracy przy przesuwaniu szafy.

Ponieważ ciężar szafy i siła reakcji podłogi na nacisk mają takie same wartości i kierunek, ale przeciwne zwroty, to wartość siły wypadkowej sił działających na szafę ma wartość równą różnicy wartości siły Wojtka i siły tarcia. Zatem praca siły wypadkowej sił działających na szafę wynosi

$$W_{\text{wyp}} = F_{\text{wyp}}s = (102 \text{ N} - 100 \text{ N}) \cdot 2 \text{ m} = 4 \text{ J}.$$

Z powyższych rozważań wynika, że zmianę energii kinetycznej ciała można obliczyć na podstawie pracy wykonanej przez działające na ciało siły (nie znając ani zmiany wartości prędkości, ani masy ciała).

**Energia potencjalna** – energia układu ciał zależna od ich wzajemnego położenia (dlatego jest też nazywana energią położenia). Najczęściej stosowanym symbolem energii potencjalnej jest  $E_p$  (od ang. potential energy).

Gdy rozważanym układem jest Ziemia i jakieś ciało, np. kamień, zamiast mówić *energia potencjalna układu Ziemia i kamień* mówi się skrótowo *energia potencjalna kamienia*.

Jeśli wzajemne położenie ciała i Ziemi określimy przez podanie wysokości  $h$  ciała nad powierzchnią Ziemi, to energię potencjalną tego ciała można opisać równaniem

$$E_p = mgh,$$

w którym  $m$  jest masą ciała,  $g$  wartością przyspieszenia, z jakim ciało poruszałoby się pod wpływem siły, z jaką Ziemia je przyciąga.

### ●●● Przykład

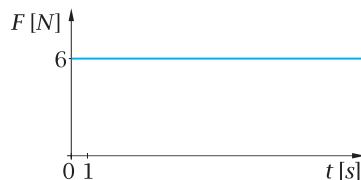
Energia potencjalna bociana białego o masie 3 kg, lecącego na wysokości 4800 m nad poziomem morza, wynosi

$$E_p = 3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4800 \text{ m} = 141\,264 \text{ J}.$$

Energia potencjalna bociana odpoczywającego na morskim wybrzeżu wynosi

$$E_p = 3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0 \text{ m} = 0 \text{ J}.$$

27. Silnik wykonuje pracę 200 J w czasie 5 s. Średnia moc tego silnika wynosi:
- A. 1000 W    B. 40 kW    C. 40 W    D. 100 W
28. Winda, której masa wraz z obciążeniem wynosi 600 kg, wznosi się na wysokość 25 m w czasie 30 s. Moc silnika windy wynosi co najmniej:
- A. 500 W    B. 50 kW    C. 5 kW    D. 500 000 W
29. Silnik suszarki do włosów o mocy 900 W wykonał pracę 324 kJ. Zatem silnik pracował:
- A. 360 minut    B. 3 minuty    C. 4 minuty    D. 6 minut
30. Kobieta, pchając wózek z dzieckiem, pokonała aleję parkową o długości 1,5 km. Jaką pracę wykonała siła, z jaką kobieta pchała wózek, jeżeli siła tarcia działająca na poruszający się wózek miała wartość 150 N?
31. Ile co najmniej wyniosłaby praca silnika wciągarki, gdyby za jej pomocą wciągnięto pustak o masie 5 kg na dach Taipei 101? Dach tego najwyższego wieżowca świata (2007 r.) znajduje się 448 m nad ziemią.
32. Jaś pchał wózek siłą równoległą do podłoża na drodze 6 m. Wykres przedstawia wartość tej siły w kolejnych chwilach. Oblicz pracę siły, z jaką Jaś pchał wózek.



33. Paczka o masie 20 kg została przesunięta po podłodze magazynu wzdłuż prostej na odległość 50 metrów. Kierunek działania siły przesuwej paczkę był równoległy do podłogi. Wartość siły tarcia działającej na przesuwaną paczkę była dziesięć razy mniejsza od wartości ciężaru paczki. Jaką pracę wykonała siła przesuująca paczkę, jeśli paczka przesuwała się ze stałą prędkością?
34. Motocykl porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym. Suma wartości sił oporów ruchu działających na motocykl wynosi 300 N. Oblicz pracę, jaką wykonuje silnik motocykla na trasie o długości 80 km.
35. Na jakiej wysokości nad ziemią mogła znaleźć się paczka, jeżeli działająca na nią siła o wartości 340 N wykonała pracę 238 J? Kierunek wektora siły był równoległy do toru ruchu paczki.
36. Dźwig podniósł z nabrzeża skrzynię i umieścił ją na pokładzie statku. Ile wynosiła masa skrzyni, jeśli siła ją podnosząca wykonała pracę 0,02 MJ, a pokład znajdował się na wysokości 7 m nad nabrzeżem?
37. Używając dźwigu budowlanego, w ciągu 3 godzin przeniesiono na wysokość 15 metrów 60 betonowych płyt o masie 250 kg każda. Oblicz pracę wykonaną przez ten dźwig.

**67. Sposób I**

Kula spadała swobodnie, więc działała na nią tylko siła grawitacji. Zatem kula poruszała się z przyspieszeniem o wartości równej przyspieszeniu ziemskiemu, czyli około  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

Skoro znamy przyspieszenie kuli i czas spadania, możemy obliczyć, o ile zmieniła się w tym czasie wartość prędkości kuli (czyli  $\Delta v = v_k - v_0$ ). Z definicji przyspieszenia  $a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_k - v_0}{t}$  otrzymujemy  $v_k - v_0 = at$ . Ponieważ znamy również początkową wartość prędkości kuli  $v_0$ , to możemy obliczyć także wartość prędkości kuli tuż przed jej uderzeniem w ziemię, czyli  $v_k = v_0 + at = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3 \text{ s} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Skoro kula spadała swobodnie, to jej energia mechaniczna w trakcie spadania się nie zmieniała. Tuż przed uderzeniem w ziemię na energię mechaniczną kuli składała się tylko energia kinetyczna (energia potencjalna była równa zero, bo odległość kuli od ziemi była równa zero), zatem  $E_{\text{mech}} = E_k = \frac{1}{2}mv_k^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot (30 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot 900 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 90 \text{ J}$ .

Tyle zatem wynosiła energia mechaniczna kuli w czasie spadania. Na początku ruchu na energię mechaniczną kuli składała się tylko energia potencjalna kuli, więc w chwili gdy kula zaczęła spadać, jej energia potencjalna wynosiła 90 J.

**Sposób II**

Znając przyspieszenie kuli i czas jej spadania, możemy obliczyć drogę, jaką pokonała kula, czyli wysokość, z jakiej została upuszczona. W tym celu możemy skorzystać ze wzoru na drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym  $s = \frac{at^2}{2} = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (3 \text{ s})^2}{2} = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 9 \text{ s}^2}{2} = 45 \text{ m}$ . Zatem kula została upuszczona z wysokości  $h = 45 \text{ m}$  i miała wówczas energię potencjalną równą  $E_p = mgh = 0,2 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 45 \text{ m} = 90 \text{ J}$ .

68. Załóżmy, że na wznoszącą się piłkę działała tylko siła grawitacji, czyli że energia mechaniczna piłki się nie zmieniała.

W chwili gdy piłka znajdowała się w najniższym położeniu, na jej energię mechaniczną składała się tylko energia kinetyczna (energia potencjalna była równa zero, bo odległość piłki od ziemi była równa zero), czyli  $E_{\text{mech}} = E_k$ .

W chwili gdy piłka znajdowała się w najwyższym położeniu, na jej energię mechaniczną składała się tylko jej energia potencjalna (energia kinetyczna była równa zero, bo wartość prędkości piłki była równa zero), czyli  $E_{\text{mech}} = E_p = mgh$ . Zatem cała energia kinetyczna piłki zamieniła się w energię potencjalną, czyli  $E_k = mgh$ . Stąd wysokość, na jaką wzniosła się piłka, wyniosła  $h = \frac{E_k}{mg} = \frac{40 \text{ J}}{0,8 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 5 \text{ m}$ , czyli piłka nie doleciała do kasztanów.

Patrz też rozwiązanie zadania 58 w rozdziale „Siły i ruch”.

69. Przyjmijmy, że w początkowym położeniu energia potencjalna kamienia jest równa 0 J. Zatem początkowo na energię mechaniczną kamienia składa się tylko energia kinetyczna, czyli  $E_{\text{mech}} = E_k = \frac{1}{2}mv_0^2$ .

W chwili gdy kamień osiąga maksymalną wysokość, energia kinetyczna kamienia wynosi 0 J (końcowa wartość prędkości kamienia wynosi  $v_k = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ), zatem na energię mechaniczną kamienia składa się tylko energia potencjalna, czyli  $E_{\text{mech}} = E_p = mgh$ .

Ponieważ na wznoszący się kamień działa jedynie siła grawitacji, energia mechaniczna kamienia się nie zmienia, czyli  $\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh$ . Stad  $\frac{1}{2}v_0^2 = gh$ . Zatem wysokość, na jaką się kamień wzniesie, wynosi

$$h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(36 \frac{\text{km}}{\text{h}})^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{(10 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{100 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 5 \text{ m}.$$

Patrz też rozwiązanie zadania 58 w rozdziale „Siły i ruch”.