

# Podstawy fizyki - Ćwiczenia 1

Przygotowanie: Piotr Nieżurawski<sup>1</sup>, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

*Wszystko w fizyce jest albo nadzwyczaj trudne, albo trywialne.  
Jest nadzwyczaj trudne, dopóki tego nie zrozumiesz, wtedy staje się trywialne.*

Ernest Rutherford (1871-1937)

## 1 Zadanie - Echo

Jeżeli dwa jednakowe dźwięki docierają do ucha w odstępie czasu dłuższym niż 0,05 s są słyszane przez człowieka oddzielnie (powstaje echo). Jeśli odstęp czasu jest krótszy od 0,05 s dwa dźwięki odbieramy jako jeden o przedłużonym czasie trwania (powstaje pogłos). Oblicz, w jakiej najmniejszej odległości od słuchacza powinna znajdować się pionowa ściana odbijająca dźwięk, aby po klaśnięciu w dłonie słuchacz usłyszał echo. Przyjmij, że wartość prędkości dźwięku w powietrzu wynosi 340 m/s.

## 2 Zadanie - Sztafeta żółwi

Pierwszy żółw niosący pałeczkę w sztafecie poruszał się z szybkością 150 cm/s przez 2 minuty, po czym natychmiast pałeczkę przejął drugi żółw poruszający się z szybkością 200 cm/s przez 3 minuty, a potem przekazał ją błyskawicznie trzeciemu żółwiowi, który poruszał się z szybkością 250 cm/s przez 1 minutę.

- Czy podane szybkości są realistyczne?
- Z jaką średnią szybkością poruszała się pałeczka?
- Z jaką średnią prędkością poruszała się pałeczka?

## 3 Zadanie - Rzut piłeczką

W pewnym układzie kartezjańskim (np. związanym z ziemią) wektor położenia  $\vec{r}$  piłeczki zależy od czasu  $t$  następująco

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} 5 \text{ m} + 3 \text{ m/s } t \\ 2 \text{ m} + 1 \text{ m/s } t - 5 \text{ m/s}^2 t^2 \\ 1 \text{ m} + 2 \text{ m/s } t \end{pmatrix}$$

Dla  $t = 3$  s oblicz:

- wektory: położenia, prędkość oraz przyśpieszenie piłeczki.
- wartość prędkości.
- odległość piłeczki od położenia w chwili  $t = 0$  s.

---

<sup>1</sup>e-mail: [Piotr.Niezurawski@fuw.edu.pl](mailto:Piotr.Niezurawski@fuw.edu.pl)

## 4 Zadanie - Ruch jednostajnie przyspieszony

W pewnym układzie kartezjańskim (np. związanym z ziemią) wektor położenia  $\vec{r}$  małego kamyka zależy od czasu  $t$  następująco:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0(t - t_0) + \frac{1}{2}\vec{a}_0(t - t_0)^2,$$

gdzie wektory  $\vec{r}_0$ ,  $\vec{v}_0$ ,  $\vec{a}_0$  są stałe (czyli nie zależą od czasu).

Jakie jest znaczenie stałej  $t_0$ ?

Wychodząc z definicji prędkości

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

oraz przyspieszenia

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt},$$

oblicz prędkość oraz przyspieszenie kamyka.

## 5 Zadanie - Snajper

Antyterrorysta strzelił poziomo z karabinu do tarczy oddalonej od niego o  $l = 400$  m. Pocisk porusza się z prędkością  $v = 980$  m/s. Zanedbując opory powietrza i przyjmując wartość przyspieszenia ziemskiego  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>, oblicz o ile opadł pocisk w pionie podczas lotu. Wynik wyraż w centymetrach.

## 6 Zadanie - Prędkość i przyspieszenie w ruchu jednostajnym

Udowodnij, że wartość prędkości punktu materialnego jest stała wtedy i tylko wtedy, gdy jego przyspieszenie jest prostopadłe do prędkości albo wartość przyspieszenia wynosi 0.

*Wskazówka:* Oblicz szybkość, z jaką zmienia się wartość wyrażenia  $\vec{v} \cdot \vec{v}$  czyli  $v^2$ .

## 7 Zadanie - Prędkość i przyspieszenie w ruchu harmonicznym

Oblicz prędkość i przyspieszenie ciężarka, którego położenie na osi  $X$  jest opisane równaniem

$$x(t) = A \sin(\omega t + \phi),$$

gdzie  $A$ ,  $\omega$ ,  $\phi$  są pewnymi stałymi. Wyraż przyspieszenie jako funkcję położenia.

## 8 Zadanie - Wioślarz

Wioślarz płynie łodzią w górę rzeki. Gdy przepływał pod mostem, z jego łodzi wypadło koło ratunkowe. Po czasie  $t = 15$  min wioślarz zauważył zgubę. Natychmiast zaczął płynąć w dół rzeki i dopędził zgubione koło w odległości  $s = 1$  km od mostu. Oblicz prędkość prądu rzeki, jeżeli wioślarz cały czas wiosłował z jednakowym wysiłkiem.

## 9 Zadanie - Oscylator tłumiony

Oblicz prędkość i przyspieszenie ciężarka, którego położenie na osi  $X$  jest opisane równaniem

$$x(t) = A e^{-\lambda t} \sin(\omega t + \phi) ,$$

gdzie  $A$ ,  $\lambda$ ,  $\omega$ ,  $\phi$  są pewnymi stałymi. Wyraż przyspieszenie jako funkcję położenia i prędkości.

## 10 Zakrecona ćma (wersja light)

Ćma leci do źródła światła. Wektor prędkości ćmy jest nachylony pod stałym kątem  $\alpha_0 = 60^\circ$  względem odcinka ćma–źródło. Tor zawarty jest w płaszczyźnie (tzw. ruch płaski). Owad startuje z odległości  $\rho_0 = 6$  m od źródła światła. Szybkość ćmy jest stała i równa  $v_0 = 3$  m/s. Oblicz czas lotu ćmy do źródła światła. Naszkicuj tor, po jakim porusza się owad.

## 11 Zadanie - Na zakręcie

Samochód jedzie po łuku o promieniu  $R = 30$  m ze stałą szybkością  $u = 60$  km/h. Z jakim przyspieszeniem porusza się to auto?

- Oblicz wartość przyspieszenia i podaj ją w jednostkach  $\text{m/s}^2$ .
- Narysuj tor samochodu.
- Dla wybranego przez Ciebie punktu na torze narysuj wektor prędkości oraz wektor przyspieszenia samochodu (opisz elementy rysunku).

## Kącik rozrywki

Ernest Rutherford podczas pokazu: *Teraz panowie widzą, że nic nie widać. A dlaczego nic nie widać, to zaraz panowie zobaczą.*

## Czterokrotna ścieżka w 3x3

Bez odrywania długopisu od kartki poprowadź łamaną składającą się z czterech odcinków tak, aby wszystkie 9 punktów należało do tej łamanej (odcinki mogą się przecinać, ale nie nakładać).

