



**XXXIX OLIMPIADA FIZYCZNA**  
(1989/1990)  
**ZAWODY II STOPNIA**  
**CZĘŚĆ TEORETYCZNA**

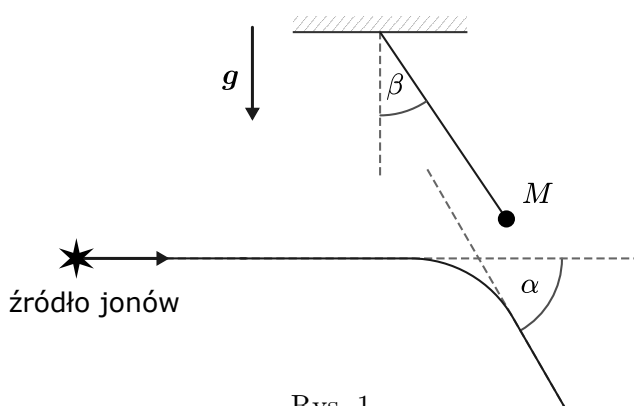
**Zadanie teoretyczne – T1**

**Nazwa** – Oddziaływanie elektrostatyczne naładowanej kulki i wiązki jonów.

**Źródła** – Komitet Główny Olimpiady Fizycznej

- Włodzimierz Ungier<sup>1</sup>: *Fizyka w Szkole* nr 5, 1990, s. 17–22
- Włodzimierz Ungier, Mirosław Hamera<sup>2</sup>: *Wybrane zadania z 43 Olimpiad Fizycznych*, MAGIPPA, Warszawa 1994, zad. 61, s. 21–22, 88
- T.M. Molenda, IF US, [www.OF.szc.pl](http://www.OF.szc.pl).

Pod małą, dodatnio naładowaną kulką, zawieszoną na sztywnym, nieważkim i elektrycznie obojętnym pręcie przebiega emitowana poziomo wąska wiązka identycznych jonów dodatnich. W warunkach równowagi pręt zostaje odchylony o kąt  $\beta = 30^\circ$  od pionu, natomiast wiązka zostaje odchylona w dół o kąt  $\alpha = 60^\circ$  (rys. 1). Zakładając, że wiązka i pręt leżą w jednej płaszczyźnie pionowej, wyznacz liczbę jonów emitowanych w ciągu 1 s przez nieruchome, odległe od kulki źródło. Masa kulki wynosi  $M = 10^{-4}$  kg, zaś prędkość początkowa emitowanego jonu o masie  $m = 3,33 \cdot 10^{-25}$  kg wynosi  $v = 10^5$  m/s (przyspieszenie ziemskie  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>).



Rys. 1

*Uwaga.* Oddziaływanie wzajemne jonów w wiązce oraz oddziaływanie jonów z polem grawitacyjnym można pominąć, co oznacza, że w dużych odległościach od kulki możemy przyjąć ruch jonów jako prostoliniowy.

<sup>1</sup> Włodzimierz Ungier (wówczas dr) był sekretarzem naukowym ds. zadań teoretycznych w KGOF od XL OF do XLXIX OF, w tym okresie był współautorem artykułów w *Fizyce w Szkole* z OF i ww. książki z zadaniami z OF (laureat XIV OF) (przyp. red.).

<sup>2</sup> Dr Mirosław Hamera pełnił funkcję zastępcy Kierownika Organizacyjnego Olimpiady Fizycznej w XXXVIII i XXXIX OF a w XL OF był kierownikiem, w tym okresie był autorem artykułów w *Fizyce w Szkole* o przebiegu i wynikach OF; współautor ww. książki z zadaniami z OF (przyp. red.).



4. Podstawiając do (5)  $\gamma = 90^\circ - \alpha/2$  i korzystając z zależności (4) dostajemy

$$n = \frac{Mg/mv}{(1 - \cos \alpha) \operatorname{ctg} \beta + \sin \alpha} \approx 1,7 \cdot 10^{16} \text{ s}^{-1}. \quad (6)$$

5. Podstawiając wartości wielkości z treści zadania do (6) mamy:

$$n = \frac{10^{-4} \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{\sqrt{3} \cdot 3 \cdot 33 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \cdot 10^5 \text{ m/s}} \cong 1,7 \cdot 10^{16} \text{ s}^{-1}. \quad (7)$$

### Punktacja

1. Część 1 .....	1 pkt.
2. Część 2 .....	5 pkt.
3. Część 3 .....	2 pkt.
4. Część 4 .....	1 pkt.
5. Część 5 .....	1 pkt.

### Komentarz

Największą trudność w rozwiązaniu zadania stanowiło wykorzystanie II prawa Newtona

$$\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt$$

w przypadku wiązki jonów.

Najczęściej popełniane przez zawodników błędy w rozwiązaniu to:

- przyjmowanie, że siła z jaką działa wiązka na kulkę jest skierowana prostopadle do pręta,
- korzystanie z prawa Coulomba w celu obliczenia siły oddziaływania między wiązką a kulką,
- korzystanie z zasady zachowania energii - obliczanie pracy związanej z podnoszeniem kulki.