

**XLVII MIĘDZYSZKOLNY TURNIEJ FIZYCZNY**  
**dla uczniów szkół ponadpodstawowych**  
**w roku szkolnym 2004/05**

**WZORCOWE ROZWIĄZANIE ZADANIA NR 2**

Warunki równowagi kulki przed przecięciem nici 1 są następujące:

$$T_1 \cos \alpha = T_2 \sin \beta , \quad (1)$$

$$T_1 \sin \alpha + T_2 \cos \beta = Q , \quad (2)$$

gdzie  $T_1$  i  $T_2$  są siłami napięcia nici 1 i 2, a  $Q$  ciężarem kulki. Z tych warunków (1)-(2) otrzymujemy, że

$$T_2 = \frac{Q}{\sin \beta \operatorname{tg} \alpha + \cos \beta} . \quad (3)$$

Z kolei siła napięcia nici w punkcie B wynosi

$$T_3 = Q \cos \beta . \quad (4)$$

Ze wzorów (4) i (3) otrzymujemy stosunek sił napięcia nici w położeniach 3 i 2 jako

$$\frac{T_3}{T_2} = \cos^2 \beta (1 + \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \alpha) . \quad (5)$$

Oczywiście, przy położeniu pionowym nici 1 ( $\alpha = 0$ ), ze wzoru (5) otrzymujemy, że

$$\frac{T_3}{T_2} = \cos^2 \beta . \quad (6)$$

Kulka będzie utrzymywana w równowadze dokładnie w punkcie A pod warunkiem, że nitka 1 będzie tworzyła taki sam kąt z pionem jak nitka 2, tzn. gdy  $\alpha = 90^\circ - \beta$ . Wówczas  $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} (90^\circ - \beta) = \cot \beta$  co po podstawieniu do (5) daje

$$\frac{T_3}{T_2} = 2 \cos^2 \beta , \quad (7)$$

co mówi o tym, że w położeniu A na każdą nić przypada połowa siły napięcia z położenia B.

Proponowana punktacja:

1. Poprawne sformułowanie warunków (1)-(2) oraz wyliczenie napięcia nici  $T_2$  - max. 3 pkt.
2. Obliczenie stosunku napięć nici (5) - max. 3 pkt.
3. Podanie stosunku napięć nici (6) dla  $\alpha = 0$  - 1 pkt.
4. Dyskusja maksymalnej wartości kąta  $\beta$  oraz obliczenie stosunku napięć (7) - max. 3 pkt.