

Zadanie T1

W podróży dookoła świata balonem są wykorzystywane silne wiatry wiejące w okolicach zwrotnika w kierunku równoleżnikowym na wysokości ok. 10 km. Wiatr taki tworzą masy powietrza, które unoszą się pionowo nad równikiem, następnie przemieszczają się na wysokości 10 km w okolice zwrotnika, a w końcu tam opadają. Zakładając, że na te masy powietrza nie działają (w układzie inercyjnym) żadne siły w kierunkach równoleżnikowych, obliczyć ich równoleżnikową prędkość nad zwrotnikiem względem powierzchni Ziemi.

Rozwiązanie T1

Moment pędu masy m powietrza nad równikiem jest równy

$$J = m\Omega R^2, \quad (1)$$

gdzie $\Omega = \frac{2\pi}{24 \cdot 3600} \frac{1}{s}$ jest prędkością kątową ruchu obrotowego Ziemi, a R odległością powietrza od środka Ziemi, czyli z dobrą dokładnością promieniem Ziemi. Ponieważ nie działają żadne siły w kierunkach równoleżnikowych, moment pędu (względem osi obrotu Ziemi) jest zachowany i gdy to powietrze przemieści się na szerokość geograficzną $\theta = 23^\circ 27'$ (zwrotnik), będziemy mieli

$$J = mv_i R \cos \theta, \quad (2)$$

gdzie v_i jest równoleżnikową prędkością powietrza nad zwrotnikiem w układzie inercyjnym, a $R \cos \theta$ – odległością tego powietrza od osi obrotu Ziemi. Równoleżnikowa prędkość tego powietrza względem powierzchni Ziemi będzie zatem równa

$$v = v_i - \Omega R \cos \theta = \frac{\Omega R}{\cos \theta} - \Omega R \cos \theta = \Omega R \cdot \left(\frac{1}{\cos \theta} - \cos \theta \right) \approx 250 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 70 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad (3)$$

Punktacja

Zauważenie, że w rozwiązaniu należy wykorzystać zachowanie momentu pędu – 3pkt.

Wzór (1) na moment pędu powietrza nad równikiem – 2pkt.

Wzór (2) na moment pędu powietrza nad zwrotnikiem – 2pkt.

Wynik końcowy (wzór (3)) – 3pkt.