



Patrz w niebo

Rozwiązanie zadania F 358. Przez rdzeń przepływa zmienny strumień

$$\text{magnetyczny } \phi = BS = \frac{\mu n I}{l} \pi r^2,$$

gdzie l jest długością cewki, n – liczbą zwojów, a r promieniem cewki. Jak wynika z prawa Faradaya, na rdzeniu pojawia się siła elektromotoryczna

$$\mathcal{E} = \frac{d\phi}{dt} = \frac{\pi r^2 \mu n \omega I_0 \cos \omega t}{l}. \text{ Moc}$$

wydzielana na rdzeniu jest równa

$$P = \frac{\mathcal{E}^2}{R} = \frac{\pi^2 r^4 \mu^2 n^2 I_0^2 \cos^2 \omega t}{l^2 R} \cdot \omega^2,$$

gdzie R jest oporem, jaki stawia cewka prądom wirowym. Średnia wartość

$$\cos^2 \omega t \text{ wynosi } 1/2. \text{ Opór } R \sim \frac{S_1 \cdot 2\pi r}{l a},$$

gdzie S_1 jest powierzchnią, przez którą przepływa prąd wirowy. W przypadku prądów wysokiej częstotliwości

$$S_1 = l \cdot a, \text{ stąd } R \sim \frac{\rho \cdot 2\pi r}{l a} \sim \omega^{1/2},$$

albowiem $a = \sqrt{\frac{2\rho}{\mu\omega}}$. Zatem średnia

moc, jaka wydzielana się na rdzeniu $P \sim \omega^{3/2}$. Zwiększając czterokrotnie częstotliwość mamy, ze względu na prądy wirowe, ośmiokrotnie większe straty.

Większość meteorów rozbłyskujących na nocnym niebie zostawia za sobą ślad właściwie idealnie prostoliniowy. W zasadzie można by przypuszczać, że skoro taka bryłka leci w polu grawitacyjnym Ziemi, to musi poruszać się po torze zakrzywionym. Jednak jej prędkość względem Ziemi (dziesiątki kilometrów na sekundę) i krótki czas trwania zjawiska (najwyżej sekundy) wykluczają możliwość zauważenia grawitacyjnego zakrzywienia toru. A jednak niekiedy ślad meteoru bywa wyraźnie wygięty i nie jest to złudzeniem, gdyż takie ślady zostały sfotografowane.

Na podstawie dawnych kronik okazało się, że doniesienia o wygiętych śladach meteorowych sięgają zaledwie połowy XVIII w., choć o samych meteorach są zapisy nawet w starożytnych kronikach chińskich i japońskich. Nie wiadomo obecnie, dlaczego tak jest. Z kolei przykładowo między rokiem 1848 a 1881 widziano 133 meteory, z których 60% miało ślady wygięte, a 40% faliste. Ocenia się, że razem stanowią one co najmniej 1/200 wszystkich zjawisk meteorowych.

Co więc może powodować znaczące wygięcie toru ciała meteorowego? Wszystko wskazuje na to, że przyczyną jest efekt Magnusa (Heinrich G. Magnus – XIX-wieczny fizyk niemiecki). Polega on na tym, że wirujące ciało lecąc przez atmosferę zgęszcza przed sobą powietrze i odrzuca je w bok w kierunku rotacji. W rezultacie pojawia się siła odchyłająca tor ciała od toru, jaki opisałoby nie wirując. Efekt ten jest doskonale znany artylerzystom oraz piłkarzom i tenisistom i ich kibicom – bardzo często widzimy, że podkrecona piłka wyraźnie skręca w powietrzu.

To by tłumaczyło regularne wygięcie śladów – a co z sinusoidalnymi?

Najprawdopodobniej ślady widoczne jako sinusoidalne są w istocie liniami śrubowymi powstałymi, gdy asymetryczne ciało meteorowe wiruje i zarazem wykonuje precesję. Takie śrubowe tory piłek też podobno widuje się na boiskach. Zjawisko wydaje się tak naturalne, że wręcz można się zastanawiać, dlaczego tak mało meteorów zostawia krzywoliniowe ślady. Ogromnej wartości byłyby jednocześnie obserwacje wygiętego śladu z dwóch punktów obserwacyjnych. Dostałoby się w efekcie stereoskopowy obraz fragmentu toru ciała meteorowego. Jak dotąd, takich obserwacji nie ma.

Tomasz KWAST

Prenumerata „Delta”
za okres:

Prenumerata „Delta”
za okres:

Prenumerata „Delta”
za okres:

