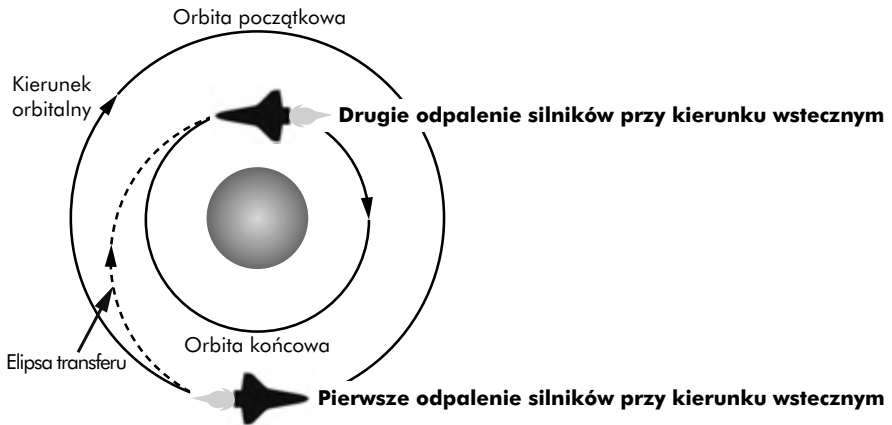


## Podnoszenie i obniżanie orbit za pomocą manewru Hohmanna

*Manewr transferowy Hohmanna* wykorzystuje orbitę eliptyczną do przenoszenia się między dwiema orbitami kołowymi w tej samej płaszczyźnie (patrz rys. 14.8). Orbita może zostać albo obniżona, albo podwyższona. Manewr ten jest dość powolny, ale zużywa najmniejszą możliwą ilość paliwa.

Aby przejść na orbitę z innym apocentrum i perycentrum, statek kosmiczny musi dwukrotnie odpalić silniki. Pierwszy impuls przenosi statek na orbitę transferową, a drugi przenosi go na orbitę docelową. W przypadku podnoszenia orbity statek dokonuje zmiany w prędkości w kierunku ruchu, zaś podczas obniżania orbity statek stosuje zmianę prędkości w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu. Zmiany w prędkości muszą następować na przeciwległych stronach orbity, jak to pokazuje rysunek 14.8. Bez zastosowania drugiego ciągu orbity nadal będą przecinać się w punkcie pierwszego ciągu, jak to pokazuje prawa strona rysunku 14.7.

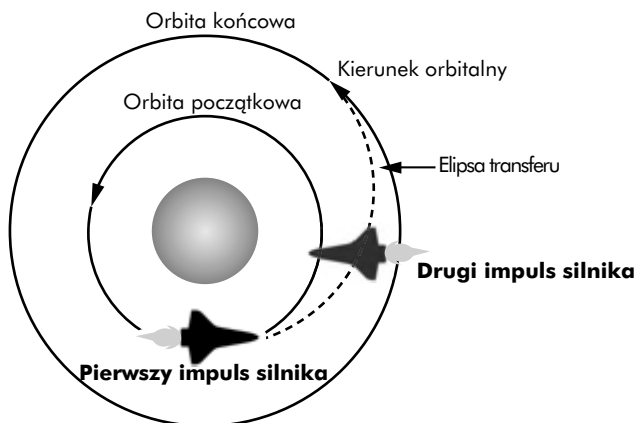


Rysunek 14.8. Przemieszczanie się na niższą orbitę kołową za pomocą manewru transferowego Hohmanna

## Podwyższanie i obniżanie orbit za pomocą techniki impulsu z jedną styczną

Technika impulsu z jedną styczną przenosi statek między orbitami szybciej, ale w mniej wydajny sposób niż manewr transferowy Hohmanna. *Impuls* jest po prostu innym terminem określającym generowanie ciągu lub odpalenie silników. Podobnie jak w przypadku transferu Hohmanna, orbity mogą być podwyższane lub obniżane.

Ten manewr wymaga dwóch impulsów silnika: pierwszego stycznego do orbity i drugiego niestycznego (patrz rys. 14.9). Jeśli orbita początkowa jest kołowa, jak na rysunku, to wszystkie punkty wzdłuż orbity reprezentują zarówno apocentrum, jak i perycentrum, a statek może zastosować swój pierwszy impuls w dowolnej chwili.

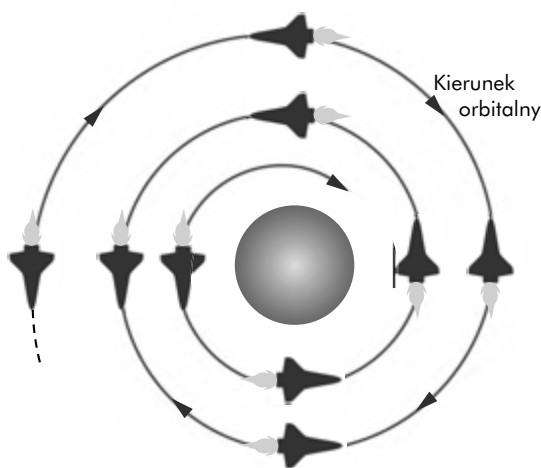


Rysunek 14.9. Przechodzenie na wyższą orbitę kołową za pomocą techniki impulsu z jedną styczną

Podobnie jak w przypadku transferu Hohmanna, odpalenie silników przy kierunku do przodu spowoduje podwyższenie orbity, zaś odpalenie przy kierunku wstecznym spowoduje jej obniżenie. Jeśli orbita jest eliptyczna, to pierwsze odpalenie silnika będzie odpaleniem przy kierunku do przodu w apocentrum w celu podwyższenia orbity, lub przy kierunku wstecznym w perycentrum w celu jej obniżenia.

### Wykonywanie orbity spiralnej za pomocą transferu spiralnego

*Transfer spiralny* do zmiany rozmiaru orbity wykorzystuje stały, niski ciąg. W naszej grze możemy to zasymulować za pomocą impulsów, które są krótkie i występują w regularnych odstępach czasu, jak te pokazane na rysunku 14.10.



Rysunek 14.10. Wykonywanie orbity spiralnej za pomocą krótkich i regularnych impulsów przy kierunku wstecznym