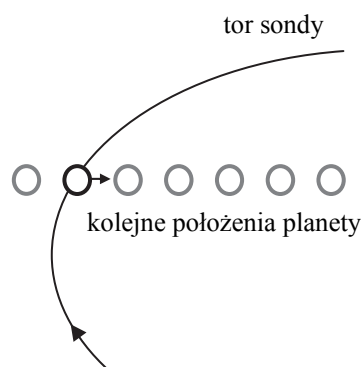


Zadanie 15.

Nadanie obiektowi wystarczająco dużej prędkości początkowej (większej od pewnej granicznej wartości zwanej prędkością ucieczki) pozwala mu uwolnić się od Ziemi i odlecieć na dowolnie dużą odległość. Przyciąganie Ziemi nigdy nie zdoła zawrócić takiego obiektu. Mimo że jest to dosyć duża prędkość, to ludzkość zbudowała pojazdy zdolne ją osiągać. Dużo trudniejsza od ucieczki z Ziemi jest ucieczka od Słońca, którego masa jest prawie 336 tys. razy większa od masy Ziemi. Żaden z pojazdów kosmicznych zbudowanych do tej pory przez człowieka nie był w stanie za pomocą własnych silników nadać sobie energii wystarczającej do ucieczki od Słońca. Wiadomo jednak, że kilka wysłanych z Ziemi sond opuściło Układ Słoneczny – przyciąganie Słońca nigdy ich już nie zawróci. Rozpędzenie sondy uzyskano dzięki sprytnemu zaplanowaniu trajektorii lotu, tak aby w odpowiedni sposób przeleciała w pobliżu planety Układu Słonecznego. [...]

Mechanizm ten nosi nazwę procy grawitacyjnej lub asysty grawitacyjnej i był wykorzystywany do rozpędzania wielu sond, a niektóre z nich wykorzystywały go kilkakrotnie. Rozważmy sytuację, w której sonda obiega Słońce po orbicie w kierunku przeciwnym do kierunku obiegu planety. Wyobraźmy sobie, że sonda zbliża się do planety. W układzie odniesienia związanym z planetą trajektoria sondy ma w przybliżeniu kształt taki jak na rysunku obok. [...]



Składowe prędkości sondy prostopadłe do kierunku ruchu planety się nie zmieniają, natomiast ulegną zmianie składowe równoległe – w fazie zbliżania od wartości składowej równoległej odejmie się prędkość planety, a w fazie oddalania prędkość planety się do niej doda. W konsekwencji, jeżeli porównamy składową równoległą prędkości sondy przed zbliżeniem i po nim, to będą się one różniły o podwojoną wartość prędkości planety. Uzyskamy zatem to, co chcieliśmy – sonda po zbliżeniu będzie się poruszać szybciej!

Na podstawie: Szymon Charzyński, *Proca grawitacyjna*, „Delta”, lipiec 2014.

Zadanie 15.1. (0–3)

Oszacuj wartość prędkości, jaką należy nadać obiektowi znajdującemu się w odległości jednej jednostki astronomicznej (1 j.a. ≈ 150 mln km) od Słońca, aby mógł on trwale opuścić Układ Słoneczny.

[illegible]