

Efekt Dżanibekowa - z udziałem 6-ciu cząstek

O przyczynie istnienia i działania efektu Dżanibekowa można przeczytać w krótkim artykule "Efekt Dżanibekowa - podstawowa przyczyna" na http://pinopa.narod.ru/09_C4_Dzhanibekov_effect_pl.pdf. Celem niniejszego artykułu jest poszerzenie wiedzy o podstawowej przyczynie efektu Dżanibekowa, a bardziej konkretnie, celem jest przedstawienie dodatkowych warunków, które muszą być spełnione, aby ten efekt mógł zaistnieć. Bo z treści wspomnianego artykułu można dowiedzieć się, że "podstawową przyczyną jest wzajemne przyśpieszanie cząstek, które składają się na strukturę materii". A to jest trochę za mało. Bo stabilny strukturalny układ, który składa się z 6-ciu cząstek, gdy jest on (jako całość) nieruchomy w układzie współrzędnych, to nie istnieje tam oś obrotu układu (bo nie ma obrotów) i nie istnieją przewroty strukturalnego układu i przewroty tej osi. Dopiero gdy układ 6-ciu cząstek obraca się wokół pewnej, wybranej osi, to wówczas następują przewroty układu i przewroty tej osi.

Przewroty układu następują w specyficzny sposób. Obracający się układ dokonuje obrotu (przewrotu) o 180 stopni względem swojego wcześniejszego położenia, ale kierunek obrotu wokół osi, jaki jest obserwowany z zewnątrz już po dokonaniu przewrotu osi, pozostaje bez zmiany. Z tą obserwacją "z zewnątrz" należy jednak być uważnym, aby nie popełnić błędu, jaki przydarzył się odkrywcy w jego komentarzu na https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=tqjtULiRP4k. Tam Władimir Dżanibekow mówi, że motylkowa nakrętka dokonuje przewrotu i kręci się w przeciwnym kierunku. Tymczasem w rzeczywistości dla zewnętrznego obserwatora, który umownie kierunek obrotów nakrętki kojarzy z kierunkiem gwintu śruby i nakrętki (który w danym przypadku jest prawoskrętny), kierunek obrotów nakrętki po dokonaniu przewrotu osi nie ulega zmianie. Patrząc z tego punktu widzenia, nakrętka motylkowa przed wykonaniem pierwszego przewrotu obracała się w prawo, a po dokonaniu pierwszego i następnych przewrotów także obraca się w prawo.

Ta nakrętka po dokonaniu przewrotu będzie zmieniać kierunek obrotów jedynie dla tego obserwatora, który, patrząc wzdłuż osi obrotu, wykonuje przewrót razem z nakrętką i który obserwuje obroty nakrętki względem nieruchomego ła. Wówczas, rzeczywiście, patrząc wzdłuż osi obrotu nakrętki w kierunku, w jakim są skierowane skrzydełka nakrętki motylkowej, obserwator będzie widział, że przed pierwszym przewrotem osi nakrętka obraca się w prawo, a po wykonaniu przewrotu (przypominam, że razem z obserwatorem) nakrętka - z punktu widzenia tego obserwatora - obraca się w lewo.

W celu zgłębienia afektu Dżanibekowa zostały wykonane teoretyczne doświadczenia z modelem nakrętki motylkowej. Model miał postać strukturalnego układu składającego się z sześciu cząstek. W tych doświadczeniach został wykorzystany komputerowy program AtomStand.exe oraz robocze pliki formatu ato.*) Przeprowadzono dwa cykle doświadczeń.

W pierwszym cyklu doświadczeń była zmieniana prędkość obrotowa układu 6-ciu cząstek. Zmiany prędkości obrotowej (w kolejnych doświadczeniach) były realizowane w ten sposób, że cząstkom były przypisywane początkowe prędkości obwodowe. Te prędkości obwodowe zmieniały się od wartości 60**) do wartości 0,01 i zostały one zapisane w plikach roboczych formatu ato, zaczynających się od liter "Gajb". W tym cyklu doświadczeń sprawdzany był czas, jaki upływa od początku trwania procesu do początkowego momentu pierwszego przewrotu układu 6-ciu cząstek oraz sprawdzana była ilość obrotów tego układu podczas trwania jednego przewrotu. Podczas pomiarów tego czasu, który był liczony na podstawie ilości wykonanych iteracji obliczeniowych (przy $dt=0,001$), okazało się, że przy mniejszych prędkościach obrotowych tego modelu nakrętki motylkowej większy jest zarówno ten początkowy okres do pierwszego przewrotu, jak również czas trwania każdego przewrotu.

I tak, na przykład, przy prędkości obwodowej 60 do pierwszego przewrotu osi obrotowej upływał czas wykonania przez maszynę liczącą 2700 iteracji obliczeniowych, a przy prędkości obwodowej 5 upływał czas trwania 7500 iteracji obliczeniowych. Korzystając z plików roboczych Gajb60_2700.at0 oraz Gajb05_7500.at0, można powtórzyć te doświadczenia. Można zobaczyć, że odpowiednio wydłuża się również czas trwania przewrotu osi.

Bo podczas przewrotów osi w tym cyklu doświadczeń znamienne było to, że przy mniejszych

prędkościach obwodowych cząstek czasy trwania przewrotów układu odpowiednio się wydłużały, ale podczas każdego przewrotu układ wykonywał zawsze te samą ilość obrotów. A zatem, zarówno przy prędkości obwodowej 60, jak i przy prędkości obwodowej 5, podczas kolejnych przewrotów układ wykonywał ok. 6-ciu obrotów.

Liczenie obrotów układu podczas trwania przewrotu odbywało się za pomocą kontroli położenia wybranej cząstki z układu. Na przykład, wybierana była cząstka z numerem "7" przy jej najniższym położeniu na ekranie. Poczynając od tego momentu, jeden obrót trwał, kiedy cząstka "7" znowu znalazła się w najniższym położeniu na ekranie. Należy tutaj pamiętać, że obracanie się układu podczas procesu "przewracania się" osi obrotu o 180 stopni jest złożonym procesem przestrzennym. Zatem odległość między najniższym i najwyższym położeniem cząstki "7" na ekranie podczas obrotów jest wielkością zmienną.

Pierwszy cykl doświadczeń dał dodatkową odpowiedź na pytanie: co jest niezbędne, aby następowały przewroty nakrętki motylkowej? A zatem, oprócz drgań cząstek w układzie, do zaistnienia przewrotów układu niezbędne są obroty układu. Drgania cząstek w układzie oraz obroty układu jako całości uzupełniają się nawzajem. To wzajemne uzupełnianie się skutkuje powstaniem pewnego rodzaju wypadkowej fali, która przechodzi przez strukturę układu i przejawia się właśnie w postaci przewrotki układu i obwodowego ruchu cząstek w tym samym kierunku, w jakim istniał ruch przed powstaniem fali i przewrotem układu.

Zwiększanie się czasu, jaki upływa od początku procesu do pierwszej przewrotki, do wartości 700000 iteracji obliczeniowych, gdy początkowa prędkość obwodowa równa się 0,01, jest swego rodzaju podpowiedzią. A mianowicie, oznacza to, że gdy prędkość obwodowa dąży do zera, to czas oczekiwania na pierwszą przewrotkę układu dąży do nieskończoności. Po prostu, przy braku prędkości obrotowej nie dochodzi do przewrotki układu.

Drugi cykl doświadczeń miał na celu sprawdzenie, jak wpływa masa drgających cząstek z układu na wielkość czasu, jaki upływa do momentu pierwszego przewrotu układu oraz na ilość obrotów układu podczas jednego przewrotu. Odpowiednikiem masy cząstki jest współczynnik proporcjonalności w funkcji, która opisuje przyspieszenie nadawane przez tę cząstkę innym cząstkom z sąsiedztwa. W doświadczeniach współczynnik proporcjonalności był zmieniany jedynie dla dwóch cząstek - dla cząstek z numerami 51 i 53. Te cząstki w układzie pełnią podobną rolę do tej, jaką pełnią skrzydełka w nakrętce motylkowej.

Współczynnik proporcjonalności cząstek z numerami 51 i 53 w kolejnych doświadczeniach miał wartość 1000, 800, 600, 420, 400, 380, 350, 300.

Przy wartości współczynnika proporcjonalności 300 układ był już niestabilny. Bo przy zadanej początkowej prędkości obwodowej cząstek równej 60 j.pr. (jednostek prędkości) wartość współczynnika proporcjonalności (czyli ich masy) była już zbyt mała, aby nadawane przez te cząstki przyspieszenia wystarczały do utrzymania cząstek układu w stabilnych położeniach. Z tego powodu uruchomienie modelowanego procesu prowadziło do rozsypania się układu.

Przy danych wartościach parametrów początkowych zachodzi ciekawe zjawisko, bo układ jest również niestabilny przy wartości współczynnika proporcjonalności 400. Ale jest nadal stabilny przy mniejszej wartości współczynnika, czyli przy 380 i 350. Taką sytuację można wyjaśnić pojawieniem się - akurat przy współczynniku równym 400 oraz przy istniejących położeniach cząstek względem siebie - specyficznego sumowania się ze sobą drgań cząstek. Niektóre cząstki w takiej sytuacji wypadają z obszarów potencjałowych powłok swoich sąsiadek, czyli wypadają ze stabilnych położeń, w jakich wcześniej znajdowały się, co prowadzi do rozpadu układu jako całości.

Przy zmniejszaniu współczynnika proporcjonalności (masy) cząstek 51 i 53 następowało wydłużanie się czasu, jaki upływał do pierwszego przewrotu układu, oraz wydłużanie się czasu trwania jednego przewrotu. Ale jednocześnie podczas trwania jednego przewrotu układu zwiększała się ilość obrotów tego układu.

Parametry wyjściowe do tych doświadczeń są zapisane w plikach formatu ato, których nazwa zaczyna się

od liter "Gajc". Czytelnicy mogą zatem samodzielnie powtórzyć opisane doświadczenia.

W nazwach wymienionych tu roboczych plików "Gajc" są zapisane niektóre parametry doświadczenia, jakie jest realizowane po uruchomieniu tego pliku ato w programie AtomStand.exe.

I tak, na przykład, po uruchomieniu procesu z plikiem Gajc0800_3000_6.5.ato, w którym cząstki 51 i 53 mają masę równą 800, do rozpoczęcia pierwszego przewrotu upływa czas trwania 3000 iteracji obliczeniowych, a podczas jednego przewrotu układ wykonuje ok. 6,5 obrotów.

Natomiast, po uruchomieniu procesu z plikiem Gajc0380_5500_11.5.ato, w którym cząstki 51 i 53 mają masę równą 380, do rozpoczęcia pierwszego przewrotu upływa czas trwania 5500 iteracji obliczeniowych, a podczas jednego przewrotu układ wykonuje ok. 11,5 obrotów.

Bazując na przeprowadzonych teoretycznych doświadczeniach można w przyszłości przeprowadzić podobne cykle doświadczeń w naturalnych warunkach na stacji orbitalnej. Wówczas można uzyskać wyniki doświadczalne, które będą związane z konkretnymi obracającymi się obiektami.

*) Programu komputerowy AtomStand.exe oraz robocze pliki formatu ato można skopiować na <http://pinopa.narod.ru/AtomStand.zip>.

Uwaga: Komputerowe programy modelujące, które można skopiować na "stronie pinopy", pracują poprawnie na komputerach z systemami Windows ME i Windows XP. Inne systemy Windows nie były sprawdzane.

***) W artykule jednostki miar nie zostały określone i nie są używane. Jednostki miar to kwestia umowy i w artykule są używane tylko liczby, bez jednostek miar.

Bogdan Szenkaryk "Pinopa"
Polska, Legnica, 2016.06.27.