



ZADANIE GRUPOWE

page 1 from 4



8th International Olympiad on Astronomy and Astrophysics

Suceava – Gura Humorului – August 2014

Zadanie grupowe



ZADANIE GRUPOWE

page 2 from 4

W czasie trwania testu powinniście skorzystać z materiałów jakie znajdują się w pudle: papieru milimetrowego, plasteliny (masy mocującej w płatach), linijki, sznurka, noża, nożyczek, samoprzylepnego papieru i taśmy klejącej, pinezek i tacki.

Zadanie składa się z trzech części C1, C2 i C3. W trakcie rozwiązywania powinniście zbudować 4 modele orbit z masy plastycznej (po 1 dla C1 i C3 oraz 2 modele dla C2). Włóżcie je do osobnych kopert (lub plastikowych koszulek) i oznaczcie je: C1, C2a, C2b, C3.

Plastelina, sznurek, ołówek i nożyczki – broń, która może ocalić świat

Wielka planetoida zagrażająca Ziemi zbliża się do naszej planety. Kolizja jest nieunikniona, więc ze sztucznego satelity zostanie wystrzelona rakietą z głowicą jądrową, która ma rozbić planetoidę na części. Na stanowisku kontroli lotu rakiety nie ma komputerów, tylko pudełko z takimi materiałami, jakie znajdują się na twoim biurku.

Macie półtorej godziny na opracowanie strategii obrony Ziemi.

Fakty Planetodia 2013 UX11 (Galați – Romania 2013)

W nocy 29/30 października 2013 dwaj astronomowie Ovidiu Tercu i Alex Dumitriu z obserwatorium w Galați odkryli nową planetoidę w gwiazdozbiorze Byka specjalnie dla przygotowania zadania IOAA. Planetoida nazwana 2013 UX 11 ma średnicę 2,5 km. Komunikat opublikowany przez „Centralę małych planet – MPC” zawierał następujące informacje 2013 UX17 to obiekt głównego pasa, krążący pomiędzy orbitami Marsa i Jowisza z okresem o biegu $T=4,2$ lat na orbicie o mimośrodku $e=0,15$.

a) oblicz parametry orbity planetoidy **2013 UX11** wokół Słońca $(a, b, r_{\min}, r_{\max})$.
(a i b to wielka i mała półoś, $r_{\min}$, $r_{\max}$ – odległość peryhelium i aphelium)

Przyjmij, że masa Słońca $M_S = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ a stała grawitacji $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

b) Jaka jest minimalna i maksymalna temperatura jaką może osiągać powierzchnia planetoidy w czasie całego obiegu wokół Słońca (gdyby nie wpadła w atmosferę Ziemi), jeśli wiadomo, że:

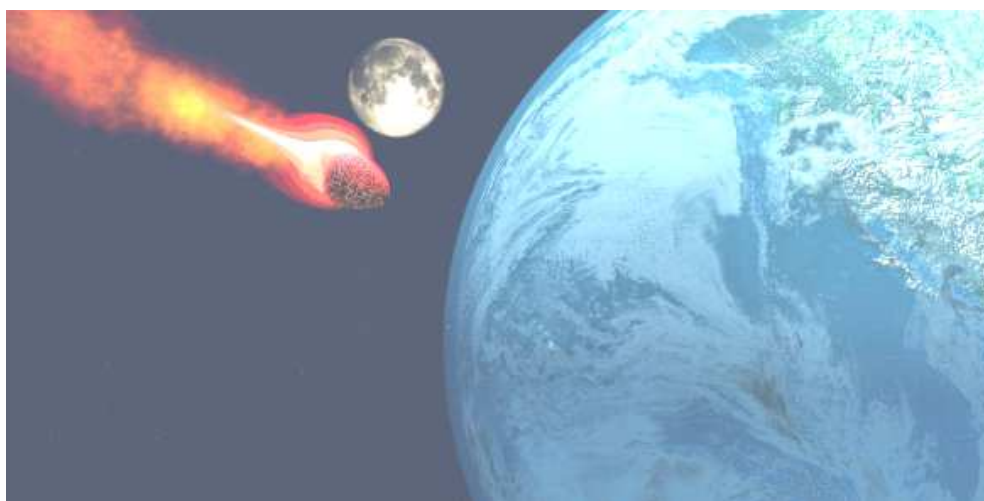
temperatura powierzchni Słońca $T_S = 6000 \text{ K}$;

promień Słońca $R_S \approx 7 \cdot 10^5 \text{ km}$;

albedo powierzchni planetoidy $\alpha = 0,2$.

Plan

Otrzymałeś szkic przedstawiający z zachowaniem skali pozycję Ziemi (P), satelity (S) i punktu (A) gdzie głowica powinna uderzyć w planetoidę. Płaszczyzny orbit: Ziemi, planetoidy i satelity pokrywają się. Odległość Ziemia – planetoida w chwili uderzenia pocisku wynosi $r = 30000 \text{ km}$.



Przeanalizuj problem ocalenia Ziemi za pomocą materiałów z pudełka dla następujących warunków C1 i C2:

Warunek C1.

Dla danej prędkości v_0 pocisku względem Ziemi, istnieje tylko jedna trajektoria z punktu S1 do A.

Wyznacz:

- parametry ruchu rakiety $a, b, r_{\min}, r_{\max}$
- kierunek i zwrot wektora prędkości początkowej $\vec{v}_0$, tak by pocisk osiągnął cel. Zmierz i zaznacz na rysunku ten kąt.
- Oblicz wartość startową prędkości v_0 , jeśli masa Ziemi wynosi $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ a stała grawitacji $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$
- Z użyciem plasteliny, zbuduj prosty model i wykorzystaj go do wyznaczenia czasu lotu głowicy do planetoidy.
- Za pomocą sznuka zmierz drogę przebytą przez głowicę od startu do uderzenia.

Warunek C2. Zniszczenie planetoidy za pomocą dwóch rakiet.

Aby mieć pewność zniszczenia planetoidy druga głowica zostanie wystrzelona z satelity S2 orbitującego wokół Ziemi na innej wysokości, tak aby uderzyć w planetoidę jednocześnie z pierwszą głowicą. Oznaczenia: P- środek Ziemi, S2 –miejsce startu drugiej rakiety, A –miejsce uderzenia w planetoidę odległe o $r=30000$ km od Ziemi.

W tej konfiguracji wiadomo, że są możliwe 2 trajektorie z S2 do A dla danej prędkości v_0 .

- za pomocą ryunku określ znaczenie punktu X dla obu trajektorii, jeśli wiadomo, że jest to stały punkt na płaszczyźnie orbitalnej
- wyznacz elementy 2 możliwych trajektorii lotu pocisku ($a, b, e, r_{\min}, r_{\max}$)
- Dla każdej trajektorii wyznacz kierunek wektora prędkości startowej dla tej samej wartości prędkości, aby pocisk mógł osiągnąć cel
- Wyznacz prędkość startową v_0 (masa ziemi $M=6 \times 10^{24}$ kg i stała grawitacji $G=6,67 \times 10^{-11}$ N m²kg⁻²)
- Zbuduj plastikowy model orbity i wyznacz czas lotu pocisku po obu
- Za pomocą sznurka, zmierz dystans jaki przebyłaby głowica lecąc po obu trajektoriach od punktu startu do miejsca uderzenia.

C3. Strefa bezpieczeństwa

Należy oszacować położenie strefy bezpieczeństwa wokół Ziemi.

Z części C1 wiecie już, że istnieje jedyna trajektoria dla rakiety. Oznacza to, że punkt A na rysunku leży na krzywej granicznej dla strefy bezpieczeństwa dla Ziemi.

- Oszacuj kształt strefy bezpieczeństwa, jeśli wiadomo, że trójkąt Ziemia (P) – Satelita (S1) – miejsce uderzenia (A) jest stały w czasie
- Narysuj na papierze taką granicę oraz wyznacz parametry opisujące jej położenie na płaszczyźnie orbitalnej.
- Jak należało by zmienić położenie punktu A, aby planetoida mogła zostać trafiona jednocześnie dwoma rakietami
- Zbuduj model, aby wyznaczyć jak długo fragment rozbitej planetoidy może przebywać na granicy strefy bezpieczeństwa.