



8th International Olympiad on Astronomy and Astrophysics

Suceava - Gura Humorului - August 2014

EKIPNO TEKMOVANJE

Pri reševanju te naloge moraš uporabiti materiale v škatli:
milimetrski papir,
plastelin,
ravnilo,
vrvica,
nož,
škarje,
samolepilni trak,
samolepilni papir,
žebličke,
nosilno ploščo.

Nalogo rešujte le s pripomočki iz škatle.

Najprej preberite celo nalogo, da vam bolj jasna.

Naloga je sestavljena iz treh delov C1, C2, C3. Sestaviti morate štiri modele orbit iz plastelina (enega za vsako izračunano orbito pri nalogah C1 in C3 in dve za izračunani orbiti naloge C2).

Modele dajte v priložene vrečke ločeno, označite vrečke z C1, C2a, C2b in C3.

Obranimo Zemljo s plastelinom, vrvcico, pisalom in škarjami

Velik asteroid, ki je potencialno nevaren za Zemljo, se približuje našemu planetu. Trk se zdi neizbežen, zato so vam zaupali nalogo, da iz umetnega satelita, ki kroži okoli Zemlje, proti asteroidu pošljete raketo z jedrsko konico, ki naj bi asteroid razstrelila na manjše dele. Sedite v nadzorni sobi, a na žalost nimate računalnikov, le material iz škatle.

V 1 uri in 30 minut morate škatlo opremiti z rešitvami sledečih nalog, ki predstavljajo načrt za obrambo našega planeta.

Resnični podatki

Asteroid 2013 UX11 (Galați – Romania 2013)

V noči med 29. in 30. oktobrom 2013 sta romunska astronoma Ovidiu Tercu in Alex Dumitriu iz observatorija Galati odkrila asteroid v ozvezdju Bik. Asteroid ima oznako 2013 UX11, njegov premer pa je $D = 2,5 \text{ km}$. To je prvi asteroid, ki ga je odkril kak romunski astronom. Po obdelavi opazovanj so na MPC (Minor Planet Center) objavili sledeče podatke o asteroidu: **2013 UX11** je asteroid v glavnem asteroidnem pasu med Marsovo in Jupitrovo orbito, z obhodnim časom okoli Sonca $T = 4,2 \text{ leti}$ in z ekscentričnostjo orbite $e = 0,15$. Asteroid je okrogle oblike.

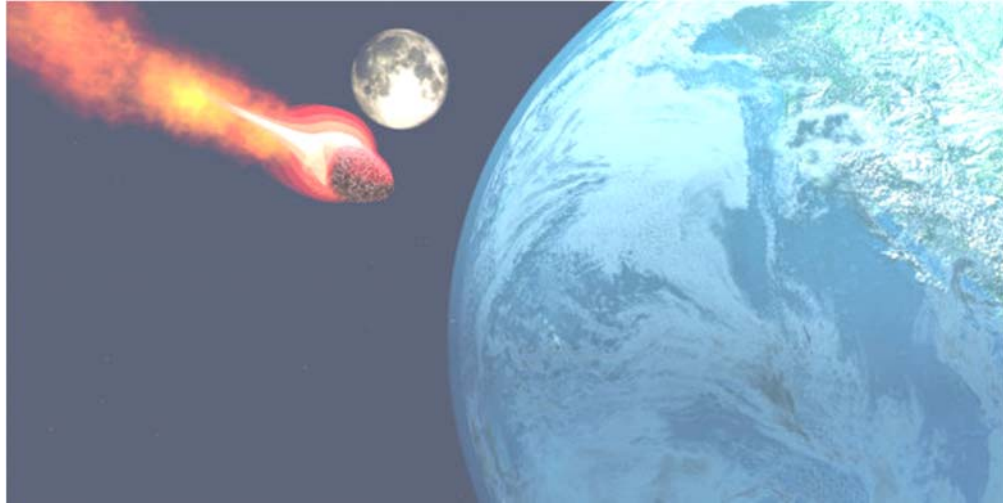
Uvodni računski nalogi:

a) Izračunajte elemente orbite **2013 UX11** glede na Sonce (a – velika polos tira, b – mala polos tira, r_{\min} = oddaljenost od Sonca v periheliju, r_{\max} = oddaljenost od Sonca v afeliju). Znani sta masa Sonca $M = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ in gravitacijska konstanta $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$.

b) Izračunajte največjo in najmanjšo temperaturo na površju asteroida, ki ju doseže na poti okoli Sonca. Uporabite sledeče podatke: temperatura površja (fotosfere) Sonca $T_s = 6000 \text{ K}$; polmer Sonca $R_s \approx 7 \cdot 10^5 \text{ km}$; albedo površja asteroida $\alpha = 0,2$.

NAČRT

Dobili ste list s skico v pravem merilu razdalj, na kateri so označeni položaji Zemlje P, satelita S in točke A, v kateri raketa zadane asteroid. Asteroid se giblje v isti ravnini kot satelit okoli Zemlje. V trenutku trka je razdalja r med asteroidom in Zemljo $r = 30000$ km.



Nalogo rešujete le s pripomočki iz škatle in pod pogoji C1 in C2.

C1. Za dano hitrost rakete v_0 (hitrost glede na Zemljo) ima naloga le eno rešitev oz. obstaja le en tir leta rakete iz točke S1 v A, po katerem lahko rakete zadane asteroid.

Z danimi pripomočki moraš določiti oz. izmeriti sledeče:

- Elemente tira rakete $(a, b, e, r_{\min}, r_{\max})$.
- Začetno smer hitrosti rakete \vec{v}_0 , da bo ta lahko zadela asteroid. Na listu označite kot, glede na katero smer ste ga določili in izmerili.
- Izračunajte velikost začetne hitrosti (ob izstrelitvi) rakete v_0 , če poznate maso Zemlje $M = 6 \cdot 10^{24}$ kg in gravitacijsko konstanto $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm²kg⁻².
- S plastelinom skonstruirajte zelo enostaven model, s katerim bo mogoče izračunati trajanje leta rakete od izstrelitve do trka z asteroidom.
- Z vrvico izmerite dolžino poti rakete od mesta izstrelitve do asteroida.

C2. Uniči asteroid z dvema izstrelkoma.

Proti asteroidu je najbolje izstreliti dve raketi z atomskima bombama, da bi ga z gotovostjo uničili. Drugo raketo izstrelite iz satelita S2, ki okoli Zemlje kroži na drugi višini kot prvi satelit, tako, da bo asteroid **zadela sočasno s prvo raketo**, ki ste jo obravnavali pod točko C1.

Uporabljajte sledeče oznake:

P – središče Zemlje; S2 – položaj izstrelitve druge rakete, A – mesto trka z asteroidom na oddaljenosti $r = 30000$ km od Zemlje.

V tem primeru veste, da sta za drugo raketo pri izbrani začetni hitrosti v_0 mogoča **dva tira iz S2 do A**.

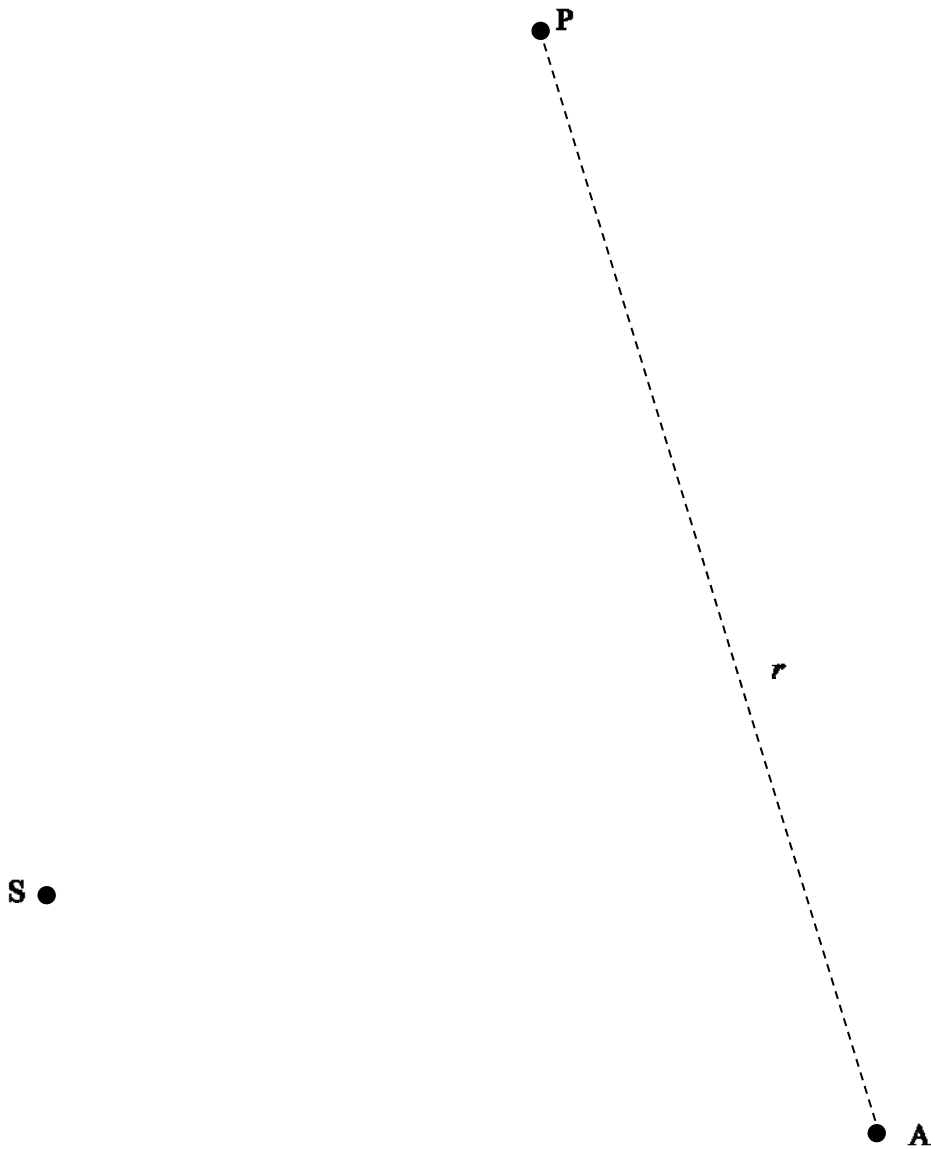
- Z diagramom poiščite pomen točke X za oba tira, pri čemer predpostavite, da je to fiksna točka v ravnini orbite.
- Določite elemente obeh možnih tirov leta rakete $(a, b, e, r_{\min}, r_{\max})$;
- Za vsak tir določite smer začetne hitrosti, pri kateri bi raketa zadela asteroid.
- Določite začetno hitrost (ob izstrelitvi) v_0 , če poznate maso Zemlje $M = 6 \cdot 10^{24}$ kg in gravitacijsko konstanto $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$.
- S plastelinom sestavite enostaven model, s katerim boste lahko izmerili (izračunali) trajanje leta rakete od izstrelitve do trka z asteroidom. **To naredite za oba tira.**
- Z vrvico čim bolj natančno izmerite dolžino obeh poti, ki ju raketa naredi od izstrelitve do trka z asteroidom.

C3. Varnostna krivulja

Okoli Zemlje morate določiti varnostno krivuljo. Iz dela naloge C1 veste, da obstaja samo ena možna pot za obrambno raketo. To pomeni, da **točka A leži na krivulji, ki smo jo poimenovali varnostna krivulja okoli Zemlje**.

- Določite obliko varnostne krivulje, če veste, da se trikotnik z oglišči P- Zemlja, S1- satelit, A – lega trka, s časom ne spreminja.
- Na papir narišite varnostno krivuljo in določite parametre, ki definirajo njeno obliko na orbitalni ravnini.
- Kje se mora nahajati točka razstrelitve asteroida A, da bosta raketi asteroid zadeli **sočasno**?
- Z modelom iz plastelina za katerikoli drobec razstreljenega asteroida **določite, koliko časa leti od ene do druge meje varnostne krivulje**.

A



B

