

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

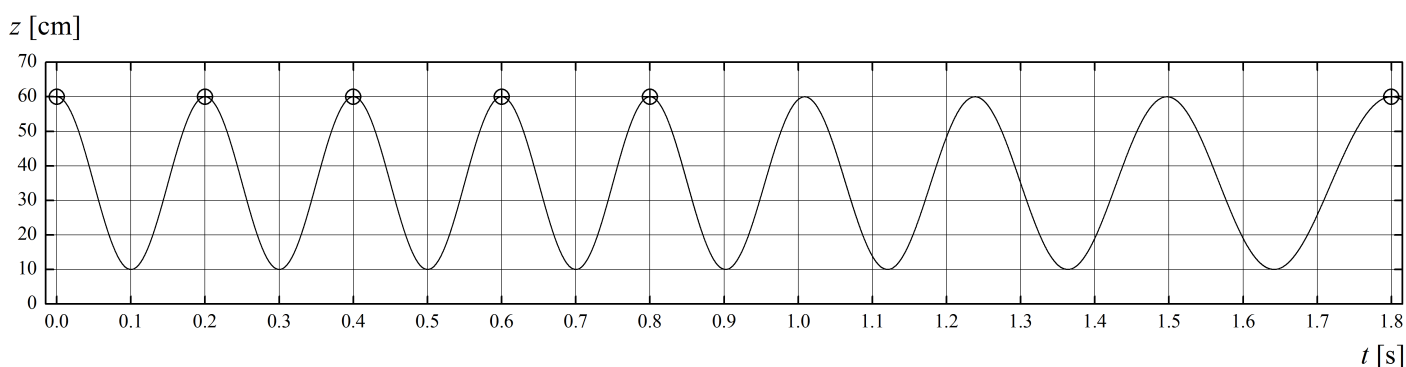
Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

Srednje škole – 1. skupina

Zadatak 1 (17 bodova)

Kotač bicikla ima vanjski promjer 700 mm. Na udaljenosti 250 mm od središta kotača postavljeno je mačje oko. Biciklist vozi bicikl po ravnoj stazi najprije stalnom brzinom, a u trenutku 0.8 s počinje jednoliko usporavati. Na grafu je prikazana ovisnost visine (udaljenosti od tla) mačjeg oka o vremenu (radi jasnoće posebno je označeno da se u trenucima $t = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ i 1.8 mačje oko nalazi na najvišem položaju).

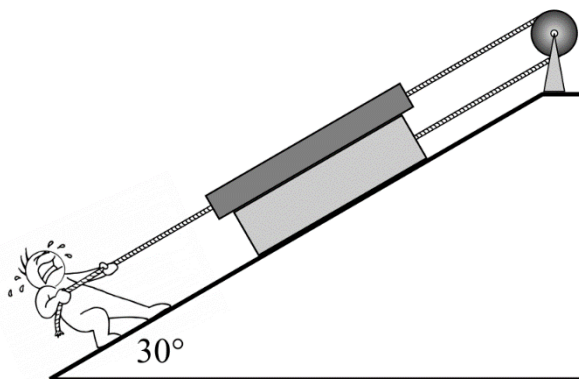
- Nacrtajte graf ovisnosti brzine bicikla o vremenu.
- Nacrtajte graf ovisnosti položaja bicikla o vremenu.
- Nakon koliko vremena od početka gibanja će se bicikl zaustaviti, koliki put će do tada prijeći put te koliko iznosi srednja brzina po putu bicikla od početnog trenutka do zaustavljanja?



Zadatak 2 (17 bodova)

Daska mase 1 kg nalazi se na kvadru mase 8 kg. Na dasku i kvadar pričvršćeno je nerastezljivo uže zanemarive mase koje je prebačeno preko koloture zanemarive mase. Čovjek pomoću nerastezljivog užeta zanemarive mase vuče dasku prema podnožju kosine stalnom brzinom primjenjujući stalnu silu F . Koeficijent trenja između svih podloga iznosi 0.2.

- Nacrtajte sve sile koje djeluju na dasku.
- Nacrtajte sve sile koje djeluju na kvadar.
- Izračunajte iznos sile F .
- Izračunajte rad koji je potrebno utrošiti da se kvadar pomakne uz kosinu za 10 cm.



DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

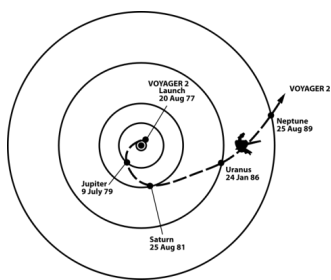
Brodarica, 25.-28. travnja 2016.

Zadatak 3 (18 bodova)

Atletičar se natječe u disciplini bacanja koplja. Položaj koplja opisan je položajem njegovog vrha. U trenutku izbačaja vrh koplja nalazi se na visini y_0 . Zanimajte otpor zraka.

- Ako atletičar miruje za vrijeme izbačaja koplja, koplje padne na tlo na udaljenosti 35.2 m od mjesta izbačaja, a let koplja traje 2.75 s. Brzina koplja u trenutku izbačaja zatvara kut 45° s horizontalom. Izračunajte brzinu koplja neposredno nakon izbačaja.
- Da poveća domet koplja atletičar koristiti zaletišta. Atletičar jednoliko ubrzava na zaletištu dugom 32 m te izbacuje koplje pod jednakim kutem u svom referentnom sustavu i s jednake visine kao i u prethodnom slučaju. Ako se domet koplja poveća za 25% u odnosu na prethodni slučaj, a vrijeme leta ostane jednako, izračunajte brzinu atletičara u trenutku izbačaja koplja. Izračunajte brzinu koplja u trenutku izbačaja u referentnom sustavu atletskog stadiona. Izračunajte ubrzanje atletičara na zaletištu.
- Izračunajte visinu vrha koplja y_0 u trenutku izbačaja. Izračunajte maksimalnu visinu (udaljenost od tla) koju postiže vrh koplja za vrijeme leta u oba slučaja.

Zadatak 4 (18 bodova)



Prilikom planiranja putanja svemirskih letjelica često se koristi „efekt pračke“ (engl. *slingshot effect*) koji se javlja prilikom prolaska letjelice blizu nekog od planeta u Sunčevom sustavu. Razmotrit ćemo ovaj efekt na primjeru svemirske sonde Voyager 2. Svemirsku sondu Voyager 2 lansirala je *National Aeronautics and Space Administration*, USA (NASA) 20. kolovoza 1977. Misija Voyagera 2 je istraživanje vanjskih planeta Sunčevog sustava: Jupitera, Saturna, Urana i Neptuna. Putanja Voyagera 2 obzirom na referentni sustav Sunca prikazana je na slici

lijevo.

Promatrano iz referentnog sustava Jupitera (sustav u kojem Jupiter miruje) dio putanje Voyagera 2 prikazan je na slici desno. Obzirom na referentni sustav Jupitera na velikim udaljenostima od Jupitera brzina Voyagera 2 iznosi 7.8 km/s, a smjer brzine promijeni se za 90° nakon prolaska pored Jupitera. Brzina Jupitera u odnosu na Sunce iznosi 13.1 km/s.

- Izračunajte promjenu iznosa brzine Voyagera 2 u sustavu Sunca prije i nakon prolaska pored Jupitera. Skicirajte vektore brzina Voyagera 2 prije i nakon prolaska pored Jupitera u sustavu Sunca. Pretpostavite da se Jupiter, za vrijeme prolaska Voyagera 2 pored Jupitera, giba po pravcu i zanemarite utjecaj Sunca i drugih planeta. Pokažite da je promjena brzine Jupitera zanemariva.
- Pretpostavite da se nakon prolaska pored Jupitera i dovoljno daleko od njegovog gravitacijskog utjecaja, Voyager 2 nalazi na udaljenosti od Sunca približno jednakoj udaljenosti Sunce-Jupiter. Je li brzina Voyagera 2 dovoljna da napusti Sunčev sustav?
- Prilikom prolaska pored Jupitera najmanja udaljenost Voyagera 2 od površine Jupitera iznosi 570 000 km. Izračunajte maksimalnu brzinu Voyagera 2 u referentnom sustavu Jupitera, koju postiže za vrijeme prolaska pored Jupitera.

Masa Sunca: $1.989 \cdot 10^{30}$ kg, masa Jupitera: $1.898 \cdot 10^{27}$ kg, masa Voyagera 2: 722 kg, udaljenost Sunce-Jupiter: $778.5 \cdot 10^6$ km, polumjer Jupitera: 70 000 km, gravitacijska konstanta: $G = 6.674 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg²

