

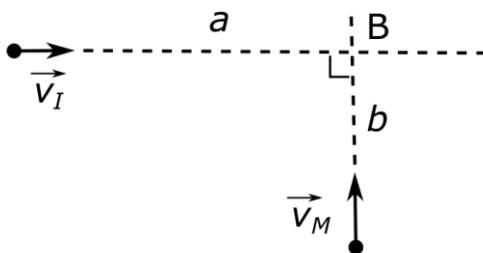
Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Fizikas valsts 72. olimpiāde 10. klase

10 – 1 Ingus un Mikus uz ledus

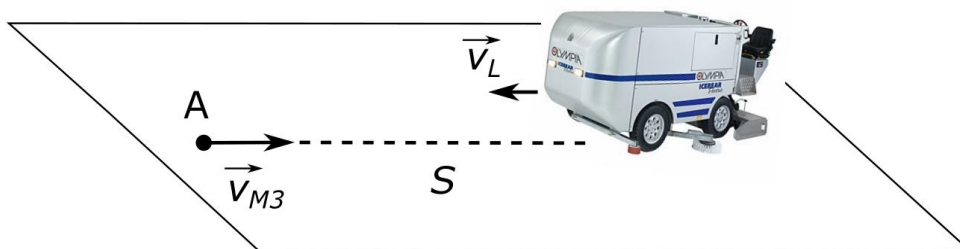
A Treneris Ingus un hokeja skolas audzēknis Mikus vienlaicīgi met ripas, mēģinot panākt, lai tās saduras kādā punktā B (sk. att.). Viņi atrodas attiecīgi attālumos $a = 30$ m un $b = 15$ m no šī punkta B. Trenera raidītās ripas ātrums ir $v_I = 8$ m/s. Berzi ar ledu var neievērot.



A1 Kādā intervālā ir jābūt Mikus raidītās ripas ātrumam v_M , lai abas ripas saduras savā starpā, ja katras ripas rādiuss ir $r = 3.8$ cm? (3 p)

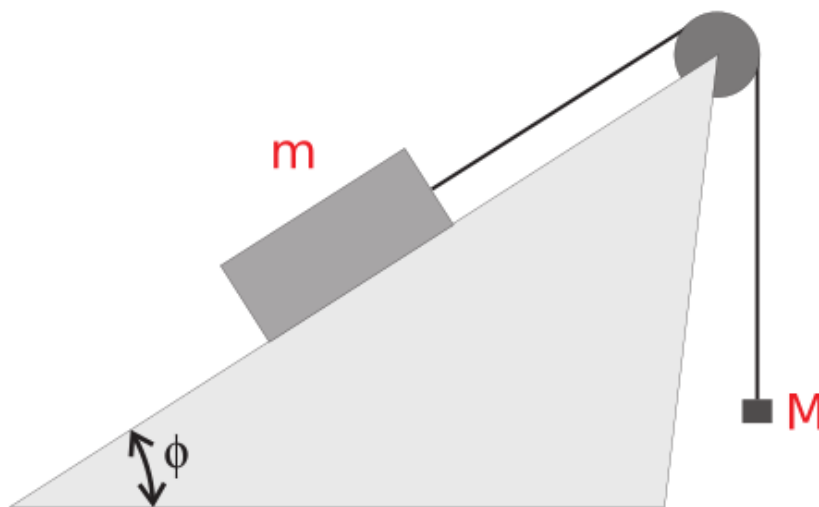
A2 Pieņemsim, ka sadursme nenotika: Mikus uzsita pārāk stipri, un ripa kustās ar $v_{M2} = 8$ m/s – tikpat ātri, cik trenera raidītā ripa. Cik liels ir minimālais attālumu starp ripām kustības laikā (t.i., attālums brīdī, kad ripas atrodas vistuvāk viena otrai)? (3 p)

B Kamēr Ingus tīra ledu, Mikus blēņojas: slidina ripu ledu tīrāmās mašīnas virzienā. Kustības sākumā ripa atrodas punktā A (sk. att.), tā kustās taisnā virzienā ar nemainīgu ātrumu $v_{M3} = 5$ m/s līdz sadursmei ar ledu tīrāmo mašīnu, kas pārvietojas ar nemainīgu ātrumu $v_L = 0.5$ m/s. Berzi ar ledu var neievērot un ripu var uzskatīt par punktveida objektu. Ripas masa ir neievērojami maza, salīdzinot ar mašīnas masu. Ripa absolūti elastīgā sadursmē atsitas no mašīnas un kustās atpakaļ pa to pašu līniju. Pēc cik ilga laika ripa atkal nonāks punktā A, ja ripas palaišanas brīdī attālums no punkta A līdz ledu tīrāmajai mašīnai ir $S = 33$ m. (4 p)



10 – 2 Slīpā plakne

Uz slīpās plaknes novietots klucītis ar masu $m = 5$ kg. Plaknes slīpums $\phi = 30^\circ$. Klucītim slīdot, starp to un slīpo plakni darbojas slīdes berzes spēks. Izmantojot auklu, klucītis ir savienots ar atsvaru ar masu M , tā, kā tas ir parādīts zīmējumā. Auklu uzskatīsim par neizstiepjamu, un tās masu neņemsim vērā. Savukārt trīsis rotē bez berzes un tā inerci arī var neņemt vērā.



A Eksperimentā tika noskaidrots, ka ņemot atsvaru ar masu $M = 1$ kg, klucītis slīd uz leju un atsvars uz augšu. Pārzīmē zīmējumu un attēlo spēkus, kas darbojas gan uz klucīti gan arī uz atsvaru! (1 p)

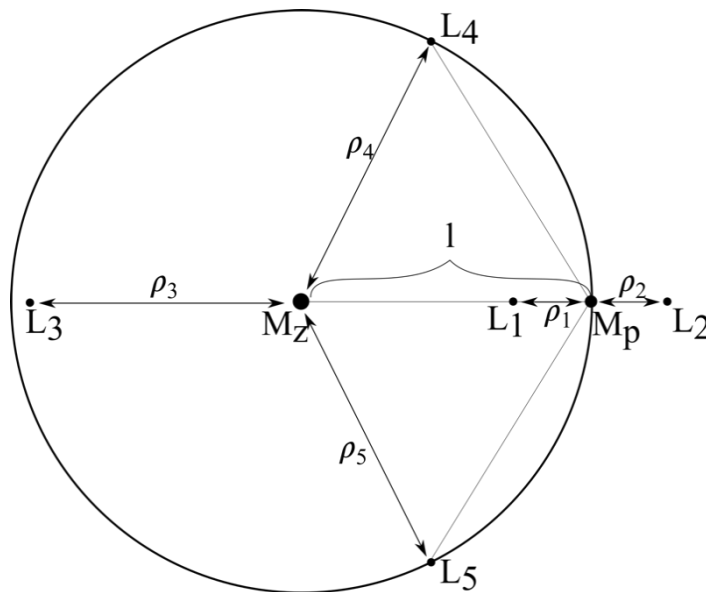
B Veicot mērījumus, tika noteikts, ka iepriekš aprakstītajā eksperimentā ar $M = 1$ kg, klucīša paātrinājums ir $a = 1 \text{ m/s}^2$. Aprēķini slīdes berzes koeficientu, kas atbilst klucīša un slīpās plaknes materiālu pārim! (5 p)

C Aprēķini minimālo un maksimālo atsvara masu, pie kuras klucītis atradīsies miera stāvoklī. (4 p)

A Aksiālie Lagranža punkti

2021. gada 25. decembrī kosmosā palaida Džeimsa Veba kosmisko teleskopu, kura mērķis ir veikt pētījumus par Visuma pirmsākumiem. Tas ir infrasarkano starojumu uztverošais teleskops. Lai mazinātu Zemes atmosfēras radītos traucējumus un nodrošinātu teleskopa precizitāti, to izvieto orbītā ārpus Zemes.

Lagranža punkti (L_1 - L_5) ir tādi punkti, kuri atrodas konkrētā attālumā no diviem masīviem ķermeņiem orbītā (piem., Saules un Zemes), kur atrodoties daudz mazākais objekts (Veba teleskops) saglabā pozīciju attiecībā pret abiem šiem masīvajiem debess ķermeņiem. Trīs no šiem punktiem (L_1 , L_2 un L_3) atrodami uz vienas ass ar masīvajiem ķermeņiem (skatīt attēlu). Šajā uzdevumā noskaidrosim dažu Lagranža punktu atrašanās vietas.



Sākotnēji apskatīsim divu ķermeņu sistēmu, kuru masas ir M_z un M_p . Gravitācijas mijiedarbības rezultātā ķermenis ar masu M_p rotē ap ķermeni ar masu M_z par riņķveida orbītu.

A1 Kāda ir ķermeņa ar masu M_p apriņķojuma leņķiskā frekvence ω ? (1 p)

A2 Iepriekšējais jautājumā apskatītā situācija ir tuvināti spēkā, kad apriņķojošā ķermeņa masa $M_p \ll M_z$. Patiesībā katrs no ķermeņiem rotē ap abu ķermeņu veidotās sistēmas masas centru. Kāda ir apriņķojuma leņķiskās frekvences izteiksme šajā gadījumā? (1 p)

Papildināsim apskatīto divu ķermeņu sistēmu ar trešo ķermeni (skatīt attēlu), novietojot to trešajā Lagranža punktā L_3 . Mazā ķermeņa masa m ir daudz mazāka nekā abu iepriekš apskatīto ķermeņu masas. Tāpat turpmāk uzdevumā pieņemsim, ka M_z ir Saules masa, M_p ir Zemes masa.

A3 Analītiski novērtē attālumu ρ_3 no Saules līdz mazajam ķermenim. Atbildi izsaki, izmantojot attālumu l no Zemes līdz Saulei. (1 p)

Tagad apskatīsim situāciju, kad trešais ķermenis tiek novietots otrajā Lagranža punktā L_2 (paredzētā vieta Džeimsa Veba teleskopam).

A4 Nosaki attālumu ρ_2 . Atbildi izsaki, izmantojot M_z , M_p , kā arī attālumu starp Sauli un Zemi l . Piezīme - var noderēt tuvinājums $(1 + x)^n \approx 1 + nx$, ja $x \ll 1$. (4 p)

B Citi Lagranža punkti

Izrādās, ka pirmais Lagranža punkts L_1 ir aptuveni tādā pašā attālumā no Zemes kā L_2 tikai pretējā Zemes pusē, un to sīkāk neapskatīsim. Abi atlikušie Lagranža punkti neatrodas uz Zemes-Saules ass, bet leņķī pret to (skatīt attēlā). Tuvāk apskatīsim ceturto Lagranža punktu L_4 .

Nosaki attālumu no Saules līdz mazajam ķermenim (kas novietots L_4 punktā), kā arī no Zemes līdz mazajam ķermenim. Atbildi izsaki, izmantojot attālumu starp Sauli un Zemi l . (3 p)