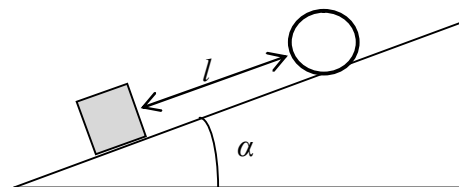


6-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
3-oji užduotis Nr. FT6-3 / 2012 08 13– 2012 09 10

Sąlyga / FT6-3 ▼

Ritinėlis vejasi kubelį

Ant nuožulniosios plokštumos, sudarančios kampą $\alpha = 20^\circ$ su horizontu, padedamas kubelis ir tuščiaaviduris plonasienis ritinys, kaip parodyta paveiksle. Atstumas $l = 1,5$ m, trinties koeficientas $\mu = 0,4$. Kubelio ir ritinio masės vienodos. Kubelis ir ritinys paleidžiami be pradinio greičio.



- 1) Po kiek laiko po paleidimo ritinys atsimuš į kubelį?
- 2) Kokį greitį po smūgio įgaus kubelis, jei smūgis tamprus, o jo trukmė maža?
- 3) Kokiu pagreičiu judės ritinio centras tuoj po smūgio?
- 4) Kokiam laiko tarpui praėjus po smūgio ritinys atsimuš į kubelį antrą kartą?

Užduotį parengė mokyklos „Fizikos olimpas“ steigėjų tarybos narys, ilgametis mokyklos direktorius (11 m.) ir šio Fizikos turnyro užduočių parengimo spęsti ir jų sprendimų vertinimo komisijos pirmininkas prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2012 08 13.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT6-3 ▼

1) Kad ant nuožulniosios plokštumos padėtas kubelis ar ritinys pradėtų slysti, trinties koeficientas turėtų būti $\mu' \leq \tan \alpha$, $\mu' \leq 0,36$. Taigi, kubelis nejudės, o ritinys riedės neslysdamas tolygiai greitėdamas. Ritinio slenkamojo judėjimo kinetinė energija $E_1 = mv^2/2$, jo sukimosi kinetinė energija $E_2 = I\omega^2/2 = mv^2/2$, visa kinetinė energija $E = mv^2$. Iš energijos tvermės dėsnio riedančiam ritiniui gauname

$$mv^2 = mgl \sin \alpha, \quad v = \sqrt{gl \sin \alpha}, \quad t = \frac{2l}{v} = 2\sqrt{\frac{l}{g \sin \alpha}}, \quad t = 1,3 \text{ s.}$$

2) Po tampraus smūgio ritinio slenkamojo judėjimo greitis (jo centro greitis) bus lygus nuliui, o kubelio greitis bus

$$v = \sqrt{gl \sin \alpha}, \quad v = 2,2 \text{ m/s.}$$

3) Ritinio slenkamojo judėjimo greitis po smūgio bus lygus nuliui, o sukamojo judėjimo greitis išliks nepakitęs, ritinys suksis slysdamas nuožulniaja plokštuma, jį veiks trinties jėga ir sunkio jėgos dedamoji, lygiagreti nuožulniajai plokštumai.

$$a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha), \quad a = 7,0 \text{ m/s}^2.$$

4) Kubelis iki sustodamas nuslystų atstumą

$$s_1 = vt_1 - \frac{a't_1^2}{2}, \quad a' = \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha, \quad t_1 = \frac{v}{a'}, \quad s_1 = \frac{v^2}{2a'}, \quad t_1 = 6,7 \text{ s}, \quad s_1 = 7,6 \text{ m.}$$

Ritinio centras iš pradžių judės pagreičiu a , kol jo paviršiaus sukimosi linijinis greitis taps lygus jo centro slenkamojo judesio greičiui, per laiką t_2 nueis atstumą s_2 ir įgaus greitį v_2 . Gauname:

$$s_2 = \frac{at_2^2}{2}, v_2 = at_2, v_2 = v - \mu g \cos \alpha t_2, t_2 = v / (a + \mu g \cos \alpha) = v / g(\sin \alpha + 2\mu \cos \alpha),$$

$$s_2 = 0,15 \text{ m}, t_2 = 0,21 \text{ s}, v_2 = 1,5 \text{ m/s}.$$

Matome, kad ritinys dar nepaveja kubelio. Toliau ritinys rieda neslysdamas, jo centras juda pagreičiu $a_2 = \frac{1}{2} g \sin \alpha$ ir per laiką $t_1 - t_2$ jis nueitų atstumą $s'_2 = v_2(t_1 - t_2) + a_2(t_1 - t_2)^2 / 2$, $s'_2 = 50 \text{ m}$. Tai daugiau, negu kubelio nueitas atstumas. Taigi, ritinys pavys judantį kubelį po laiko $t_3 < t_1$, kai kubelio ir ritinio nueiti keliai bus vienodi. Tada

$$vt_3 - \frac{a't_3^2}{2} = s_2 + v_2(t_3 - t_2) + a_2(t_3 - t_2)^2 / 2.$$

Įrašius skaitines dydžių vertes gauname lygtį

$$1,087t_3^2 - 1,156t_3 - 0,178 = 0,$$

kurią išsprendę gauname

$$t_3 = 1,2 \text{ s}.$$

Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2012 10 09.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT6-3 ▼

- 1) Dalis sprendusiųjų neatsižvelgė, kad riedančio ritinio visą kinetinę energiją sudaro slenkamojo ir sukamojo judėjimo energijų suma.
- 2) Tampraus smūgio metu kinta tik kubelio ir ritinio slenkamojo judėjimo energija ir judesio kiekis, ritinio sukamasis judėjimas nekinta.
- 3) Tuoj po smūgio ritiniui suteikia pagreitį ne tik sunkio jėga, bet ir trinties jėga.
- 4) Ritinio ir kubelio judėjimo analizė daugelio atlikta nepilnai.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2012 10 09.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT6-3 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.1	Nustatytas riedančio ritinio pagreitis	1
1.2.	Nustatytas laikas iki smūgio	1
2.	Nustatytas kubelio greitis po smūgio	1
3.	Nustatytas ritinio centro pagreitis	1
4.1.	Nustatytas kubelio slydimo laikas ir atstumas	1
4.2.	Nustatytas ritinio nueitas kelias ir laikas riedant ir slystant	2
4.3	Nustatytas atstumas, kurį nueitų ritinys iki sustojant kubeliui	1
4.4.	Nustatytas laiko tarpas po kurio ritinys atsimuš į kubelį antrą kartą	2

5.	Fizikinės / matematinės klaidos	- (0,5-1)
	Didžiausias galimas sprendimo įvertinimas	10

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius prof. habil. dr. Antanas Rimvidas Bandzaitis.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2012 10 09.