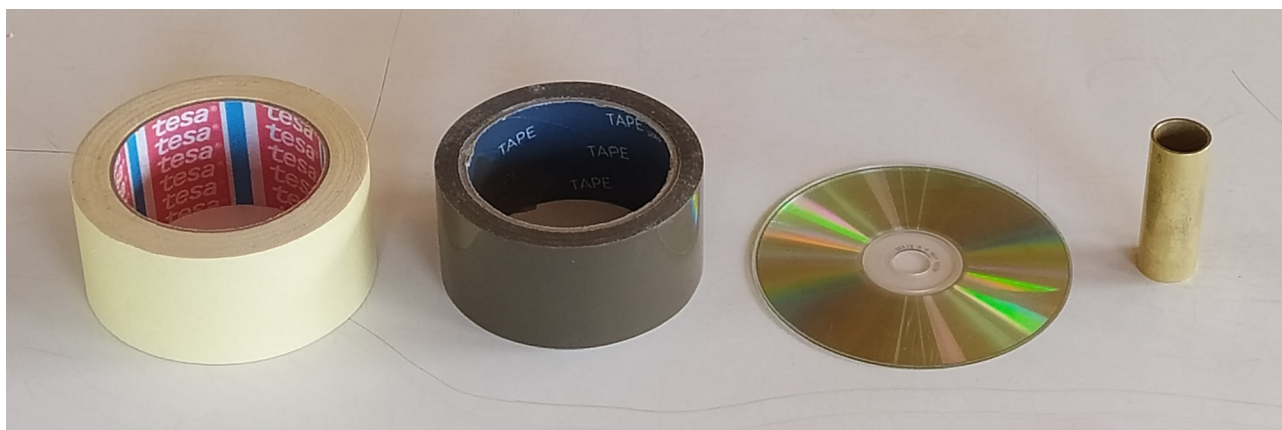


Úvod: Moment setrvačnosti tělesa je fyzikální veličina, která vyjadřuje, jak dobře se těleso brání roztáčení. Čím větší moment setrvačnosti je, tím více a po delší dobu musíme aplikovat silový moment, abychom těleso dostali do požadované úhlové rychlosti. Při kutálení tělesa po nakloněné rovině se budou tělesa s větším momentem setrvačnosti více bránit roztáčení, a tak dorazí a konec nakloněné roviny později, než kdyby po ní bez tření klouzala.

Popis: Cílem experimentu bylo zkoumat momenty setrvačností těles s jednoduchou symetrickou geometrií: role papírové lepicí pásky, role lepicí na pásky na koberce, úsek kovové trubky, tenisový míček, kompaktní disk a prázdná plechovka od broskvového kompotu. Moment setrvačnosti jsme zkoumali jednak výpočtem a jednak experimentálně. Následně jsme hodnoty porovnali.



obr. 1. zleva páska, kobercovka, CD, trubka

Pro výpočet momentu setrvačnosti jsme předměty zvážili a změřili potřebné rozměry. Následně jsme použili vzorce

$$J = \frac{1}{2} m (R^2 + r^2) \quad \text{pro všechna tělesa tvaru dutého válce s vnějším poloměrem } R, \\ \text{vnitřním poloměrem } r \text{ a hmotností } m;$$

$$J = \frac{2}{3} m r^2 \quad \text{pro tenkou kulovou slupku, kterou jsme aproximovali tenisák.}$$

Experimentálně jsme zjišťovali ze zákona zachování mechanické energie kutálením těles po nakloněné rovině.



obr. 2: nakloněná rovina

Z rovnice

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} J \omega^2$$

jsme zjišťovali J.

m byla hmotnost tělesa zjištěná vážením, g tíhové zrychlení = 9,81 ms⁻², v byla rychlost tělesa na konci pohybu po nakloněné rovině a ω úhlová rychlost tělesa v témže okamžiku.

Předpokládali jsme rovnoměrně zrychlený pohyb, v jsme tedy vypočetli pomocí vzorce $v = 2s/t$, kde s je délka nakloněné roviny a t je doba, po jakou se těleso kutálelo. Obě veličiny jsme měřili. ω jsme vypočetli jako $\omega = v/R$, kde R byl vnější průměr tělesa, změřený.

Měření času jsme prováděli 7 krát pro každé těleso a pro další výpočty použili průměr hodnot.

Výsledky:

	J _{exp} (kgm ²)	J _{teor} (kgm ²)	o kolik se liší
papírová páska	7,97E-04	5,46E-04	46 %
kobercovka	3,26E-04	2,82E-04	16 %
CD	3,21E-05	2,79E-05	15 %
trubka	6,07E-06	5,48E-06	11 %
tenisák	3,40E-05	3,78E-05	-10 %
plechovka	3,43E-05	2,90E-05	18 %

tab. 1: výsledky

V tabulce 1 uvádíme výsledné hodnoty. V posledním sloupci je procentuální odchylka experimentální hodnoty od hodnoty teoretické.

Experimentální hodnoty jsou téměř vždy větší. To dává dobrý smysl. Moment setrvačnosti nám vyjadřuje, jak těžko se těleso roztáčí. Pokud budou v roztáčení bránit navíc odporové síly, bude se při jejich zanedbání jevit moment setrvačnosti větší, než teoretická hodnota. Rozdíl 46 % u papírové lepicí pásky naznačuje velký valivý odpor pásky. Papírová páska měla měkký, snadno deformovatelný povrch. Při zmáčknutí se role zdála měkká. Dále by bylo možné valivý odpor počítat.

U plechovky jsme zanedbali při teoretickém výpočtu dno – teoretická hodnota by měla být tedy ještě menší, neboť část hmotnosti není soustředěna po obvodu plechovky, ale tvoří dno plechovky.

Teoretická hodnota u tenisáku vyšla větší, než experimentální. Tenisák má chlupatý povrch, valivý odpor bude tedy značný. Také aproximace tenisáku tenkou slupkou také nebude bez problému.

Závěr: Hodnoty byly naměřeny, řádově jsme se experimentem přiblížili teoretickým hodnotám pro jednoduché geomerické objekty.

Data:

Všechny hodnoty jsou uváděny v základních jednotkách.

nakloněná rovina

převýšení h	0,585
dráha s	2,005

papírová páska

hmotnost	0,188
průměr vnitřní	0,076
průměr vnější	0,132
poloměr vnější	0,038
poloměr vnější	0,066

pokus c	cas	rychlost v	uhlová r. omega	moment J	moment J vzorečkem	poměr	
	1	1,6	2,41	36,56	7,97E-04	5,46E-04	1,46
	2	1,68					0,68
	3	1,7					
	4	1,64					
	5	1,69					
	6	1,67					
	7	1,67					
průměr		1,66					

kobercovka

hmotnost	0,145
průměr vnitřní	0,076
průměr vnější	0,099
poloměr vnější	0,038
poloměr vnější	0,050

pokus c	cas	rychlost v	uhlová r. omega	moment J	moment J vzorečkem	poměr	
	1	1,64	2,45	49,26	3,26E-04	2,82E-04	1,16
	2	1,62					0,86
	3	1,71					
	4	1,70					
	5	1,59					
	6	1,59					
	7	1,62					
průměr		1,64					

CD

hmotnost	0,015	
průměr vnitřní	0,015	průměr vnější 0,120
poloměr	0,007	vnější 0,060

pokus c	cas	rychlost v	uhlová r. omega	moment J	moment J vzorečkem	poměr	
	1	1,50	2,69	44,85	3,21E-05	2,79E-05	1,15
	2	1,43					
	3	1,50					
	4	1,44					
	5	1,58					
	6						
	7						
průměr		1,49					

trubka

hmotnost	0,052	
průměr vnitřní	0,019	průměr vnější 0,022
poloměr	0,009	vnější 0,011

pokus c	cas	rychlost v	uhlová r. omega	moment J	moment J vzorečkem	poměr	
	1	1,65	2,42	219,77	6,07E-06	5,48E-06	0,90
	2	1,65					1,11
	3	1,73					
	4	1,66					
	5	1,55					
	6	1,65					
	7	1,7					
průměr		1,66					

plechovka

hmotnost	0,0667		
průměr vnitřní		průměr vnější	0,059
poloměr		poloměr 0 vnější	0,030

pokus c	cas	rychlost v	uhlová r. omega	moment J	moment J vzorečkem	poměr	
	1	1,78	2,58	87,46	3,43E-05	2,90E-05	0,85
	2	1,76					1,18
	3	1,79					
	4	1,58					
	5	1,64					
	6	1,63					
	7	0,70					
průměr		1,55					

tenisák

hmotnost	0,057		
průměr vnitřní		průměr vnější	0,063
poloměr		poloměr 0 vnější	0,032

pokus c	cas	rychlost v	uhlová r. omega	moment J	moment J vzorečkem	poměr	
	1	1,71	2,57	81,68	3,40E-05	3,78E-05	1,11
	2	1,41					0,90
	3	1,37					
	4	1,62					
	5	1,65					
	6	1,54					
	7	1,61					
průměr		1,56					