

Úloha č. 3

Gorále

Úvodné rozjímanie nad netrivialitami Newtonovej
mechaniky by Tomáš Kulich

Zadanie

Dlhú retiazku z koráľov vypustite z pohára tak, že jej koniec potiahnete ponad okraj pohára. Vďaka gravitácii sa rýchlosť retiazky bude zvyšovať, až sa retiazka v istom momente prestane dotýkať okraja pohára (obrázok). Vyšetrite a vysvetlite tento jav.

- Dlhá retiazka z koráľov = Newton's beads
„Spravíme“ úvodný experiment.. a fakt!

Pod'me to vysvetlit'!

Pod'me to porátat'!

Pod'me to porátat'!

Motivačný príklad:

Joško má dlhú retiazku z korálov, ktorá leží len tak v pohári. Joško chce vytáhnout' retiazku z pohára rýchlosťou v . Joška by zaujmalo, aká sila je na to potrebná, ak dĺžková hustota retiazky je ρ , gravitáciu a všetky druhy trenia zanedbávame. Pomôžete mu?



Pomaháme Jožkovi

- Za čas dt musí vdt retiazky akcelerovať z 0 na v . Pre zmenu hybnosti teda platí:

$$dp = v \cdot dt \cdot \rho \cdot v$$

a pre silu:

$$F = dp/dt = \rho \cdot v^2$$

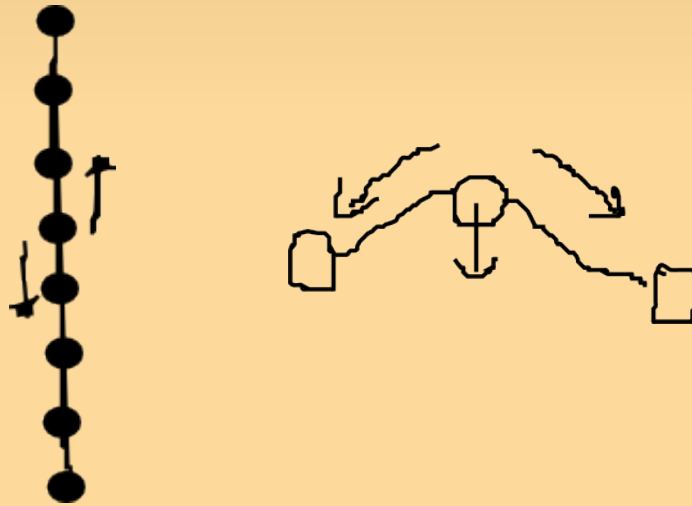
Vrát'me sa k úlohe zo zadania..

- Predstavme si, že gorále sa z pohára dostávajú cez kladku. Akou silou tlačia na kladku? Predpokladáme stále beztiažový stav, zanedbávame všetko trenie. Voľný koniec gorálov ťaháme rýchlosťou v (bez ohľadu na odpor, ktorý pocitujeme).



Nový koncept: pnutie v reťazi.

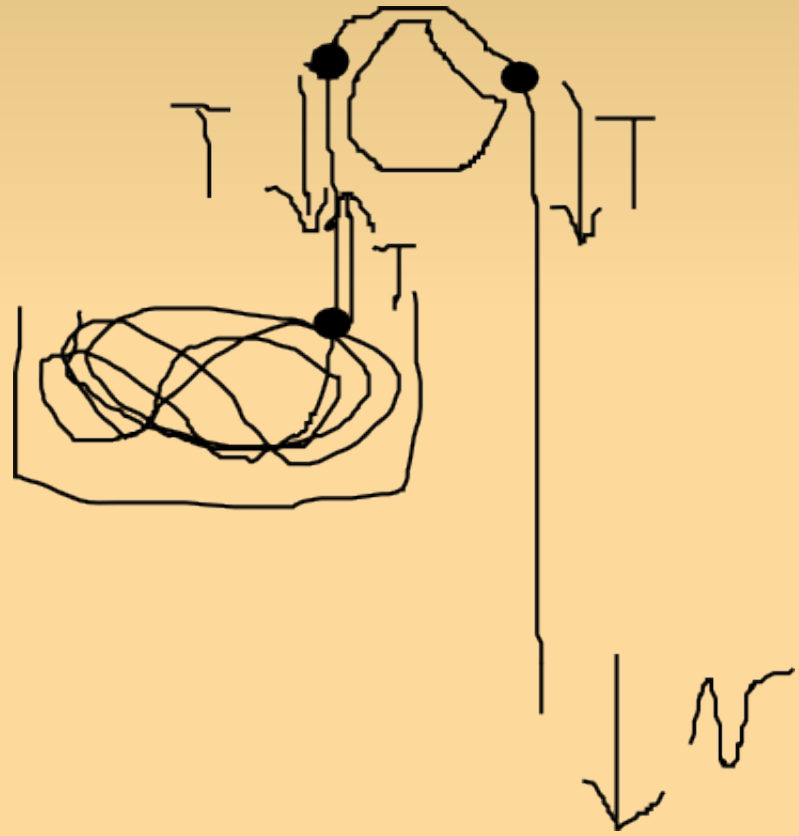
- Sila, ktorou jeden gorálik pôsobí na susedný
- Vôbec sa to nepredstavuje ľahko!



- Fajn, máme pnutie. Čo s ním?

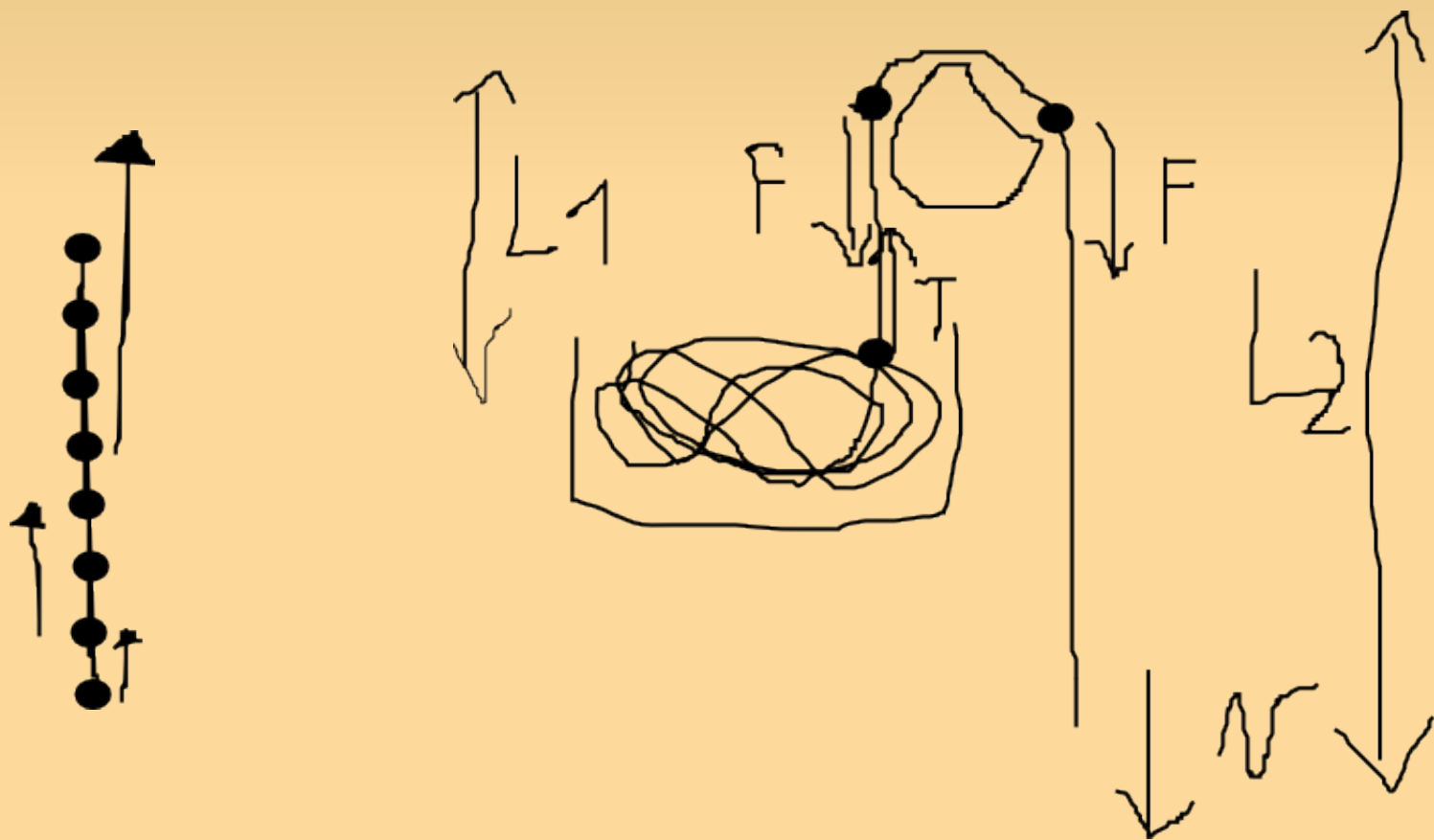
- Nech v reťazi je pnutie T .
- Toto pnutie odpovedá rýchlosti $T = \rho \cdot v^2$
- Na horný koniec reťaze pôsobí sila $2T$
- Na „obrátene“ reťaze „potrebujeme“ silu $v \cdot \rho \cdot dt \cdot (2v) / dt = 2T$

- Ret'az teda na kladku netlačí vôbec!!
(dobré, nie)



Gravitácia všetko zbytočne komplikuje..

- Pnutie v rôznych miestach gorálov bude rôzne veľké, čím vyššie ideme, tým väčšie pnutie..



- Zrejme $T = \rho v^2$
- F je viac ako T a to presne o $\rho \cdot g \cdot L_1$
- Preto retiazka teraz tlačí na kladku silou $2 \cdot \rho \cdot g \cdot L_1$
- Toto však vôbec nie je tak veľa! Celá retiazka padá nadol zrýchlením iba $2 \cdot \rho \cdot g \cdot L_1 / (L_1 + L_2)$
- L_1 môže byť pokojne $1/20$ z L_2 , dostávame teda pád so zrýchlením $g/10$

A to stačí?

- Áno i nie.

Odôvodnili sme, prečo retiazke na levitáciu „stačí málo“. Odkiaľ sa však berie to málo

-

-

- **NETUŠÍM.**

Možné dôvody:

- Nerovnako ťažké „vytrhávanie“ gorálok z pohára ?
- Formovanie kôpky gorálok na zemi?
- Odpor vzduchu ?
- Opitý námorník pri stene ?
- Viaceré z uvedených ?
- Ani jedno z uvedených ?
- Treba zistiť.

Čo robiť? Teória

- Domysliet' odpoveď na otázku z predchádzajúceho slajdu. Pochopiť a okopírovať zvyšok.
- Bacha, tá odpoveď nebude jednoduchá a nebude jednoducho hájiteľná!

Čo robiť? Experiment

- Zohnať si poriadnu reťaz.. za desať dolárov plus poštovné sa dá na internete zohnať skoro 20 metrová reťaz, ak budete improvizovať s kratšími, prídete o nervy..
- Porobiť množstvo experimentov
- Nezabudnúť všetko poriadne dokumentovať
- Skúsiť niekoľko experimentov nafilmovať a analyzovať (Ako sa mení poloha najvyššieho bodu od času? Ako to súvisí s aktuálnou rýchlosťou reťaze?)

Čo sa dá prezentovať na rozumné body?

- Pochopená i keď neúplná teória z tejto prezentácie môže byť, ak sú pekné experimenty (teda, obrázky, videá, namerané zaujímavé závislosti)
- Ak sa navyše domyslí teória a podporí sa experimentami, je to potenciálne finálová úloha

Ďakujem za pozornosť