

## Zadania 1. kola letnej časti

Termín odoslania 19. 03. 2018

### 1.1 Zanedbaná výchova

kategória B0

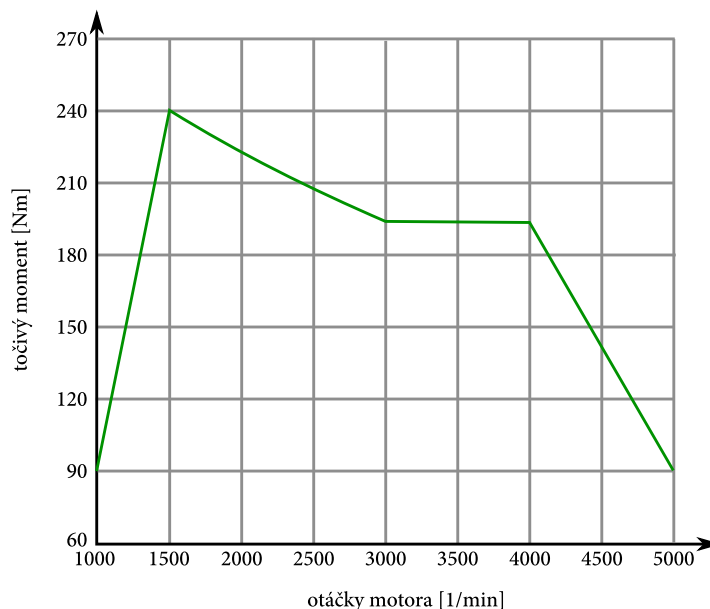
Ako malým vám určite doma hovorili, že nie je dobrý nápad točiť náhodnými dlhými alebo ťažkými vecami, lebo vám to „vyletí z ruky a niekoho s tým trafíte“. Nuž, Vladkovi to ako malému hovorievali doma tiež, ale zjavne sa výchovné taktiky minuli účinku.

Počas jednej romantickej prechádzky po parku s Katkou si našiel krásnu palicu, chytil ju za jeden koniec a okolo neho<sup>1</sup> ju roztočil uhlovou rýchlosťou  $\omega$ . Stala sa však vec nevídaná, po prejení uhla  $\pi/2$  sa palica Vladkovi z ruky vyšmykla a pustila sa letieť priestorom. Chudák Katka sa musela veľmi rýchlo uhnúť, aby z toho nebola trafená. Skúste sa zamyslieť, ako sa palica po opustení ruky pohybovala. Odpor vzduchu ani gravitáciu neuvažujte.

### 1.2 Spojka, brzda, plyš

kategória B

Plyš si zadovážila nové auto, zvané plyšmobil. Keďže je mladá a dynamická, hneď ho šla aj poriadne prevetrať na diaľnicu. Počas skúšobnej jazdy dobehla rýchlosťou 110 km/h pomalšie auto a skúsila ho čo najelegantnejšie predbehnúť. Z technickej dokumentácie si pamätala tento graf závislosti točivého momentu motora od jeho otáčok:



Obrázok 1: *Krivka točivého momentu*

Aké otáčky teraz potrebuje dosiahnuť a ako má nastaviť prevodovku, aby jej auto po celý čas zrýchľovalo čo najpruďšie? Plyšmobil má špeciálnu bezstupňovú prevodovku, ktorá vie meniť prevodový stupeň v určitom rozumnom rozpätí spojito.

<sup>1</sup>Teda, palica rotuje vo vodorovnom smere.

### 1.3 Neprofesionálna deformácia

kategória B

Kvík je rodený cestný pirát. Jeho vodičák bol čerstvý, ešte teplý, a on už vystrájal za volantom kadejaké psie kusy. Raz si to tak šinul po ceste v aute ťažkom 2 t rýchlosťou 84 km/h, keď pred ním zrazu vyrástol nekonečný betónový múr. Kvík to nevyviedlo z miery a dupol na brzdy, avšak želaný efekt to nemalo, lebo brzdy si povedali, že zlyhajú. Aby Kvík zvýšil svoje šance na vyviaznutie z tejto prekérnej situácie so zdravou kožou, môže inštinktívne strhnúť volant

- do múru, ktorý sa nehýbe, je prakticky nekonečne ťažký a je dokonale tuhý,
- do protiidúceho identického auta, ktoré sa proti nemu hýbe rýchlosťou 72 km/h,
- do protiidúceho nákladiaka s hmotnosťou 10 t, ktorý sa pohybuje rýchlosťou 24 km/h, a jeho deformačná zóna je 20 cm.

Deformačná zóna Kvíkovo auta je dlhá 1 m. Aké veľké bude jeho spomalenie, ak si vyberie pre seba najpriaznivejšiu možnosť? Uvažujte, že zrážka prebieha rovnomerne po celej dĺžke deformačnej zóny.

### 1.4 Ťažká chobotina

kategórie A a B

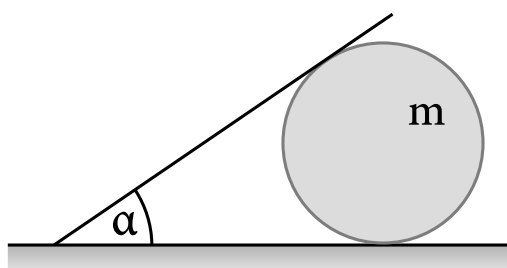
Zuzka raz videla video s opitými zvieratkami<sup>2</sup>, ktoré im ktosi premietal v škole na jednej prednáške. Zvlášť ju zaujal trmácajúci sa slon. Veď predsa také veľké zviera, navyše v intoxikovanom stave, musí narobiť strašne veľa škody na svojom okolí. Zuzka sa zamýšľala nad tým, ako vyjadriť schopnosť slona ničiť veci okolo seba. Pokúste sa odhadnúť maximálny výkon chobotu slona pri tom, ako strieka vodu. V prípade, že nemáte k dispozícii živý kus, môžete použiť videozáznam<sup>3</sup>.

### 1.5 Pôjde Ti karta

kategórie A a B

Po úspešnom postavení a zdokumentovaní šesťposchodovej pyramídy z karát si Adam povedal, že jeho úroveň stavania kartových domčekov by mohla byť ešte vyššia. Ďalším levelom by bolo zahrnutie cudzích predmetov do štruktúry vežičky. Napríklad taký valček by mohol byť celkom výzva.

Aby Adam otestoval svoj nápad, zobral si valček hmotnosti  $m$  a položil naň kartu, ktorá s podložkou zvierala uhol  $\alpha$ . Koeficient statického trenia  $f$  medzi valčekom a podložkou a medzi valčekom a kartou bol rovnaký. Aký najmenší mohol byť, aby sa valček spod karty nevyšmykol? Predpokladajte že trenie medzi kartou a podložkou je dostatočné na to, aby sa karta na podložke nezošmykla.



Obrázok 2: Valček na podložke

<sup>2</sup><https://www.youtube.com/watch?v=50t1F3kGbT4>

<sup>3</sup>Nie nutne videozáznam s opitými zvieratkami.

## 1.6 Aj majster Dick sa utne!

kategória A

Fero čítal druhý zväzok Feynmanových prednášok z fyziky. V trinástej kapitole narazil na odvodenie jedného zaujímavého mechanizmu. Šokovalo ho ale, že Feynman použil objemové prúdy, a predpokladal, že budú rovnomerne rozmiestnené v celom priereze vodiča. Fero odmietol tomu uveriť a začal uvažovať nasledovne:

Elektrický prúd tvoria pohybujúce sa kladné alebo záporné náboje. V kovovom vodiči sú to záporne nabité elektróny, pohybujúce sa jedným smerom a kladne nabitá jadrá, ktoré majú pevné (rozumej nemenné) polohy. Predpokladajme, že vodič je veľmi dlhý. Z Ampérovho zákona vieme, že tečúci prúd vytvára magnetické pole. Ak predpokladáme, že prúd je rozložený rovnomerne, toto magnetické pole bude nielen mimo vodiča, ale aj vnútri. Ale toto magnetické pole by malo pohybujúce sa elektróny, teda záporné náboje, tlačiť do stredu vodiča. Elektróny by teda mali skončiť ako tenký pásik v strede vodiča. Kde Fero robí chybu v svojom uvažovaní?

Aby sme boli k Ferovi féroví, ním uvažovaný mechanizmus naozaj spôsobí, že elektróny sa trochu nahrnú dovnútra. Spočítajte, aké bude rozloženie kladných a rozloženie záporných nábojov vo vodiči v rovnováhe.

Predpokladajte, že poznáte rýchlosť, ktorou sa elektróny pohybujú vodičom a že jadrá majú rovnomernú hustotu vo vnútri vodiča. O hustote elektrónov predpokladajte, že po určitý polomer je rovnomerná a od určitého polomeru nulová. Spočítajte teda, aký musí byť pomer hustôt záporných a kladných nábojov v sústave spojenej s kladnými nábojmi, aby na elektróny pôsobila nulová sila v radiálnom smere.

## 1.7 Intergalaktický chill

kategória A

Nahý Andrej sa náhle ocitol vo vákuu! A nie len tak hocijakom, poletuje totiž hlboko v medzigalaktickom priestore, nesmierne ďaleko od hviezd a planét. Odhadnite, akú pocitovú teplotu<sup>4</sup> asi bude cítiť, skôr než stratí vedomie z nedostatku kyslíka.

<sup>4</sup>Teplota, pri ktorej by sa Andrej cítil počas suchého, bezveterného dňa pri štandardnom tlaku približne rovnako.