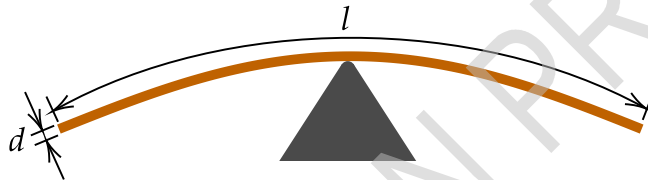


## Mērogošanās likumsakarības (8 punkti)

Mērogošanās likumsakarības apraksta funkcionālo sakarību starp diviem fizikāliem lielumiem, kas mērogo viens otru kādā intervālā. Šī funkcionālā sakarība var būt pakāpes sakarība, bet ir arī citas iespējas. Bieži vien precīzas izteiksmes nav iegūstamas, tomēr var iegūt mērogošanās likumsakarības.

### A daļa. Spageti (2.0 punkti)

- A.1** Spageti salmiņš ar diametru  $d$  tiek balansēts horizontāli tā viduspunktā. Ja  $d = 1$  mm, salmiņš salūst zem sava svara, kad tā garums sasniedz  $l = 50$  cm. Kāds ir maksimālais salmiņa garums  $l'$  salmiņam ar diametru  $d' = 1$  cm, pirms tas salūst zem sava svara? 2.0pt



### B daļa. Smilšu pils (2.0 punkti)

- B.1** Rupjgraudainas smilts vidējais grauda tilpums ir 10 reizes lielāks nekā sīkgraudainai smiltij. Mitrāi sīkgraudainai smiltij un mitrai rupjgraudainai smiltij ir optimāls ūdens daudzums (t.i. ūdens nodrošina maksimālo konstrukcijas stiprību). No šīm smiltīm tiek attiecīgi tiek izveidoti divi cilindri, kuru forma un izmērs ir pilnīgi vienāds. Katra cilindra stiprību pārbauda, saspiežot to starp divām paralēlām plāksnēm. Cilindrs, kas izgatavots no rupjgraudainas smilts, sabrūk, tiklīdz spēks, kas pielietots plāksņu saspiešanai, sasniedz  $F_c = 10$  N. Cik liels spēks  $F_r$  ir nepieciešams, lai sagrautu cilindru, kas izgatavots no smalkgraudainas smilts? Gravitācijas ietekmi var neņemt vērā. 2.0pt

## C daļa. Starpvaigžņu ceļošana (2.0 punkti)

- C.1** Starpvaigžņu ekspedīcijas kosmosa kuģis ceļo ar nemainīgu paātrinājuma lielumu  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , t. i., tas ir kosmosa kuģa paātrinājums inerciālā atskaites sistēmā, kurā tas atrodas tūlītējā miera stāvoklī. Pasažieriem jāspēj atgriezties uz Zemes atlikušajā paredzamajā dzīves laikā, kas ir 50 gadi. Šajā gadījumā maksimālais attālums, ko kosmosa kuģis sasniedz no Zemes, ir  $d$ . Ja paātrinājumu palielina līdz  $g' = 15 \text{ m/s}^2$ , kosmosa kuģis var sasniegt lielāku attālumu  $d'$ . Kāda ir attiecība  $d'/d$ ? 2.0pt
1. *padoms*: Var izmantot relatīvā ātruma saskaitīšanas formulu, lai arī ir arī citas pieejas.
  2. *padoms*: Tev var būt nepieciešams izmantot hiperboliskās funkcijas, kas definētas šādi:  $\cosh x = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x})$ ,  $\sinh x = \frac{1}{2}(e^x - e^{-x})$ ,  $\tanh x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$ .
  3. *padoms*. Atkarībā no pieejas tev var būt nepieciešams viens vai vairāki no šiem integrāļiem:  $\int \frac{dx}{1-x^2} = \operatorname{atanh} x + C$ ,  $\int \frac{dx}{\sqrt{1+x^2}} = \operatorname{asinh} x + C$ ,  $\int \sinh x dx = \cosh x + C$ , kur  $\operatorname{asinh} x$  un  $\operatorname{atanh} x$  ir attiecīgo hiperbolisko funkciju inversās funkcijas.

## D daļa. Grimstošā sajūta (2.0 punkti)

- D.1** Ūdenī peld cieta koka lode ar rādiusu  $r_0$ . Neņemot vērā berzes efektus, mazu vertikālu svārstību frekvence būtu  $\omega_0$ , bet viskozās berzes dēļ rimstošu svārstību frekvence patiesībā ir  $0.99\omega_0$ . Kāds ir minimālais rādiuss  $r_{\min}$  ūdenī peldošai koka lodītei, lai tās spētu nedaudz vertikāli svārstīties? *Padoms*: viskozās pretestības spēks, kas iedarbojas uz konkrēto ķermeni, ir proporcionāls ķermeņa ātrumam attiecībā pret šķidrumu un proporcionāls šķidruma, kurā tas pārvietojas, viskozitātei  $\eta$ . Viskozitātes mērvienība ir  $\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$ . 2.0pt