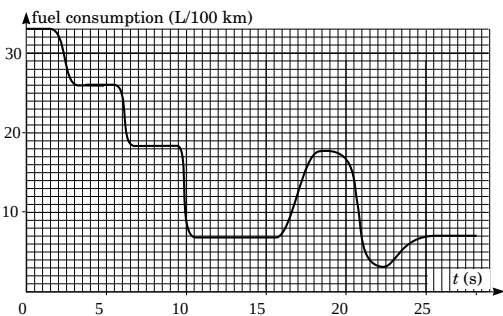


Igaunu-somu olimpiāde 2016

1. DEGVIELAS PATĒRIŅŠ (5 points) — *Jaana Kalda*. Grafiks (lielākā izmērā uz atsevišķas lapa) parāda degvielas patēriņa atkarību no laika. Ir zināms, ka automašīna sāka kustību uz horizontāla ceļa ar paātrinājumu $a_0 = 5 \text{ m/s}^2$. Laika momentā $t_1 = 11 \text{ s}$, ceļš bija horizontāls un vadītājs ieslēdza kruīza kontroli nemainīgam ātrumam $v_0 = 90 \text{ km/h}$. Nedaudz vēlāk automašīna sāka braukt kalnā. Cik augstu ir šī ceļa augstākais punkts attiecībā pret augstumu laika momentā t_1 ? Pieņem, ka automašīnas efektivitāte bija nemainīga. *Piebilde:* starp punktiem 2 un 10 sekundes, ir iespējams, gan ka mašīna brauca kalnā, gan ka brauca uz leju.



2. STIKLA PLĀKSNE (10 points) — *Rasmus Kisel, Mihkel Heidelberg*. Lāzera gaisma ar viļņa garumu λ un jaudu P krīt perpendikulāri plānai stikla plāksnei ar biezumu $a = (100,25\lambda)/n$, kur n ir stikla gaismas laušanas koeficients. Stikla gaismas atstarošanas koeficients ir r , kas rāda, cik liela ir varbūtība, ka fotons tiks atstarots no stikla virsmas.

i) (2 points) Aprēķināt spēku F_a , ar kuru lāzera gaisma iedarbojas uz stiklu, ja stikla priekšējā virsma, ir nokrāsota melna.

ii) (3 points) Aprēķināt spēku F_b , ar kuru lāzera gaisma iedarbojas uz stiklu, ja stikla aizmugurējā virsma ir nokrāsota melna.

iii) (5 points) Aprēķināt spēku F_c , ar kuru lāzera gaisma iedarbojas uz stiklu, ja neviena no stikla virsmām nav nokrāsota.

3. MŪZIKA (8 points) — *Lasse Frantti*. Grupa, kura sastāv no trīs fiziķiem, piedalās turnejā. Grupa spēlē progresīvu pasaules mūziku un izmanto elektrisko ģitāru, ērģeles un cauruļveida zvanus, kas izgatavoti no tērauda. Viņu pirmā uzstāšanās ir Helsinkos, Tavastia-klubā, kur viņi uzskatīja savus mūzikas instrumentus pirms uzstāšanās. Gaisa pietiekami sauss un gaisa temperatūra ir 25°C .

i) (6,5 points) Viņu otrā uzstāšanās ir Lībijā, kur gaisa temperatūra ir 45°C . Viņu instrumenti ir atskaņojušies temperatūras izmaiņas dēļ, bet visi uzskatīti rīki ir atstāti mājās. Cik ļoti tie ir atskaņojušies? Novērtēt skaņas izmaiņu uzskatījumam uz 330 Hz katram no instrumentiem.

ii) (1,5 points) Turneja beidzas ar uzstāšanos tuberkulozes klīnikā. Procedūru istabā temperatūra ir 25°C , bet gaisa vietā istabā ir hēlija un gaisa maisījums (heliox). Kā tas izmaina skaņu, ko rada trīs instrumenti?

Skaņas ātrums gaisā ir

$$v_a = 331,3 \text{ m/s} \sqrt{1 + \frac{t(^{\circ}\text{C})}{273,15}}$$

Skaņas ātrums hēlija un gaisa maisījumā (heliox'ā) ir $v_t = 1,7v_a$

Tērauda siltumietilpība ir $450 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$

Tērauda blīvums ir 7900 kg/m^3

Tērauda kušanas temperatūra ir 1540°C

Tērauda siltumietilpība ir 50 W/mK

Tērauda Junga modulis ir 200 GPa

Termiskās izplešanās koeficients tēraudam ir $12,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Ģitāras pastiprinātāja jauda ir 500 W

Ģitāras E-stīgas diametrs ir $0,30 \text{ mm}$

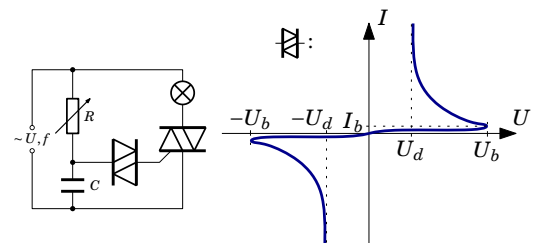
E-stīgas garums ir 65 cm

E-stīgas frekvence ir 330 Hz

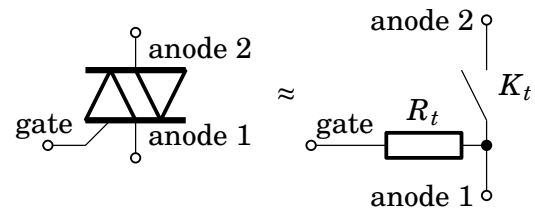
Temperatūras ietekmi uz ģitāras korpusu var neņemt vērā. Ģitāras stīgas skaņas augstumu nosaka ģitāras stīgas šķērseniskā (transaksiālā) stāvviļņa frekvence. Ērģeļu skaņas augstumu nosaka

gaisa, kas atrodas caurulē, gareniskā (longitudinālā) stāvviļņa frekvence. Cauruļveida zvanu skaņas augstumu nosaka tērauda caurules šķērseniskā (transaksiālā) stāvviļņa frekvence. Kur iespējams, var tikt izmantota dimensiju analīze. Pieņem, ka tērauda Junga modulis nav atkarīgs no temperatūras.

4. DIMMERS (9 points) — *Siim Ainsaar*. Dimmers, ar ko regulē gaismas spožumu, sastāv no reostata, kondensatora, dinistora un simistora, kas savienoti, kā parādīts shēmā.



Dinistors D ir elektriskā komponente, kuras uzvedību nosaka augstāk parādītā voltampēra raksturlielne. Simistors S var tikt uzskatīts par ar strāvu kontrolējamu slēdzi — apskatiet sekojošo ekvivalento shēmu

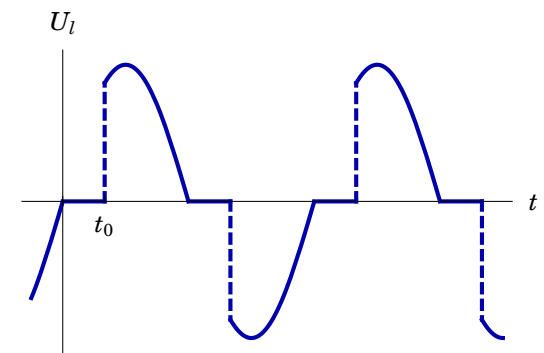


Slēdzis K_t ir atvērts kamēr strāva caur simistora izeju (gate) ir zem noteiktā sliekšņa līmeņa I_t ; aizveras, kad jebkurā virzienā plūst strāva virs sliekšņa līmeņa un paliek aizvērts kamēr strāva plūst caur slēdzi K_t (izejas (gate) strāvai nav nozīmes, kamēr slēdzis ir aizvērts).

i) (3 points) Pieņem, ka pretestība R_t ir pietiekami liela, lai neievērotu strāvu, kas plūst caur dinistoru. Sinusoidāla sprieguma avota maksimālais spriegums ir U un frekvence ir f ; Reostata

pretestība ir iestatīta uz R un kondensatora kapacitāte ir C . Aprēķināt maksimālo spriegumu U_C uz kondensatora un tā fāzes nobīdes leņķi φ no avota sprieguma.

ii) (2 points) Kādai nevienādībai ir jāizpildās dinistora raksturīgajiem spriegumiem U_b un U_d , simistora sliekšņa strāvai I_t un izejas (gate) pretestībai R_t , lai nodrošinātu, ka, kad caur dinistoru sāk plūst strāva (kamēr spriegums uz kondensatora pieaug), tajā pašā mirklī arī caur simistoru sāk plūst strāva? Var tikt pieņemts, ka $I_b < I_t$ un dinistora spriegums pie strāvas I_t ir U_d .

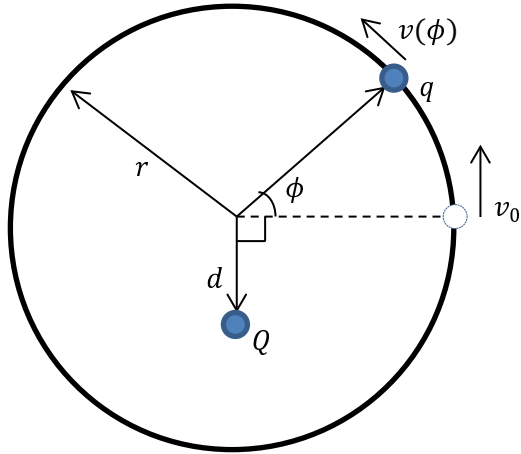


iii) (2 points) Sprieguma izmaiņa uz lampas U_l ir redzams attēlā. Pieņemam, ka izpildās i) punktā veiktais pieņēmums un nevienādība no ii) punkta. Aprēķināt laika intervālu t_0 , kurā spriegums uz lampas ir 0.

iv) (2 points) Izteikt caur t_0 un f , cik reizes mazāka ir vidējā jauda caur spuldzīti gadījumā ar dimmeru nekā gadījumā bez dimmera, pieņemot, ka lampas pretestība nemainās.

5. KONFEKŠU PAPĪRĪTIS (6 points) — *Eero Uustalu*. Izmērit konfekšu ietinamā papīriša biezumu d , un novērtēt tā kļūdu. *Piederumi:* Konfekte, divi sešstūrīgi zīmuļi, gumijas riņķītis, zaļš $\lambda = 532 \text{ nm}$ lāzers, mērlenta, ekrāns, statīvs. **Bridinājums: neskatīties lāzera starā un nevirzīt to citiem acīs!**

1. LĀDIŅŠ UZ RIŅĶA (7 points) — *Andreas Isacson*. Punktveida daļiņa ar masu m un lādiņu q var brīvi bez berzes slīdēt pa horizontāli novietotu riņķi ar rādiusu r . Riņķa plaknē ir novietots nekustīgs lādiņš Q attālumā d no riņķa centra, $d < r$ (skatīt attēlu).



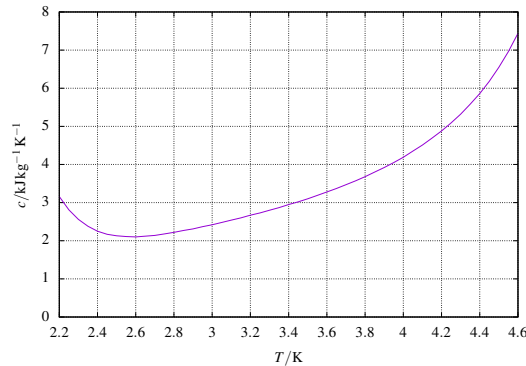
i) (3 points) Daļiņai, kas atrodas uz riņķa, tiek piešķirts sākuma ātrums v_0 . Aprēķināt tās ātruma v atkarību no ϕ , $v(\phi)$.

ii) (2 points) Ar cik lielu spēku riņķis iedarbojas uz daļiņu? Izteikt kā funkciju no ϕ !

iii) (2 points) Viskoza berzi var modelēt, kā spēku, kas darbojas pretēji ātrumam un kura lielums ir proporcionāls ātrumam, t.i. $|F_f| = m\gamma v$, kur γ ir pozitīva konstante. Pieņem, ka šāda veida berzes spēks darbojas uz daļiņu uz riņķa. Zinot sākuma ātrumu v_0 , noteikt, kur daļiņa apstāsies.

2. HĒLIJS (6 points) — *Jaan Toots*. Šķidrums hēlijs tiek atdzesēts zemā spiedienā to iztvaicējot un

aizpumpējot gāzi prom. Hēlijā īpatnējais iztvaikošanas siltums ir $\lambda = 22 \text{ kJ kg}^{-1}$, kuru var pieņemt par konstanti. Šķidra hēlija īpatnējā siltumietilpība $c(T)$ ir attēlota grafikā (lielāka izmēra attēls ir uz atsevišķas lapas). Kāda daļai no hēlija ir jāiztvaiko, lai pārējo šķidrums atdzesētu no $T_0 = 4,1 \text{ K}$ līdz $T_1 = 2,3 \text{ K}$?



3. SVĀRSTĪBAS (7 points) — *Lasse Frantti*.

i) (2 points) Tērauda bumba (masa $m = 1 \text{ kg}$) ir pievienota ideālai vertikālai atsperai. Tas pagarina atsperi par $x = 5 \text{ cm}$. Pēc tam bumba tiek pavilkta uz leju par $s = 10 \text{ cm}$ no līdzsvara punkta un palaista vaļā. Rezultātā sākas svārstības. Cik lielam jābūt punktveida masas (matemātiskā) svārstu garumam, lai tam būtu tāds pats svārstību periods kā šai sistēmai?

ii) (2 points) Caur lodveida asteroīdu diametrāli cauri tā centru ir izurbts caurums. Astronauts iemet akmeni caurumā, lai redzētu, kas notiks. Parādīt, ka akmens sāks harmoniski svārstīties turp un atpakaļ.

iii) (2 points) Tu gribi nogādāt paciņu savam drau-

gam, kurš atrodas cauruma otrā pusē. Tu vari paciņu izmest horizontāli (apkārt asteroīdam) vai iemest to caurumā. Kurš no variantiem ir ātrāks?

iv) (1 point) Ideāli elastīga bumba tiek nomesta no augstuma $h = 50 \text{ cm}$ uz horizontāla galda. Noteikt svārstību (lēcienu) periodu. Vai šī kustība ir harmoniskas svārstības? Kāpēc/kāpēc nē?

4. NOLIEKŠANĀS KRĪTOT (8 points) — *Mihkel Kree*. Iedomājies vertikālu raktuvju šahtu ar augstumu $h = 100 \text{ m}$, kas atrodas uz ekvatora. No šahtas augšas tiek izmesta tērauda bumba, kas brīvi krīt, gaisa pretestību (berzi) šajā uzdevumā neievērosim. Bez pārsteiguma, Zemes rotācijas dēļ, bumba sasniegs šahtas dibenu punktā, kas neatbilst palaišanas punkta vertikālai projekcijai. Attālumu starp šiem diviem punktiem apzīmēsim ar Δx . (Vēsturiska piezīme: pareiza izteiksme priekš Δx pirmo reizi neatkarīgi izrēķināja Laplass un Gauss 1803. gadā)

i) (1 point) Aprēķināt ātruma starpību Δv starp šahtas augšgalu un apakšgalu absolūtā, nerotējošā atskaites sistēmā.

ii) (1 point) Pieņem, ka Zeme nerotē, bet tērauda bumba tiek palaista ar horizontālu sākuma ātrumu Δv attiecībā pret šahtas dibenu. Aprēķināt tērauda bumbas horizontālo pārvietojumu Δx_0 , kad tā sasniedz šahtas dibenu.

Acīmredzami, ka ii) punktā iegūtā atbilde nav fizikāli pareiza, jo mēs neņemam vērā Zemes rotāciju un, tādējādi, arī Koriolisa spēku. Par laimi pareizā atbilde var tikt iegūta neintegrējot Koriolisa spēku (lai gan Laplass un Gauss integrāja)

iii) (6 points) Pieņem, ka krītošā tērauda bumba

atrodas uz Keplera orbītas un ņemot vērā Zemes liekumu, aprēķināt patieso horizontālā pārvietojuma Δx vērtību. *Norāde: izmanto atbilstošu aproksimāciju mazām vērtībām un ņem vērā, ka neliels elipses segments, kas atbilst tērauda lodes trajektorijai, var tikt aproksimēts ar parabolu.*

5. MELNĀ KASTE (10 points) — *Mihkel Heidelberg, Jaan Kalda*. Melnajai kastei ir trīs izvadi: “zils”, “melns” un “balts”, un divi rezistori ar pretestībām $R_1 < R_2 < 1 \text{ k}\Omega$ un viens stabilitrons (Zener diode), kas veido nezināmu slēgumu. Lietotajā sprieguma režīmā stabilitrons uzvedas kā parasta diode — labi vada strāvu, kad spriegums ir uzlikts vadīšanas virzienā, un vada minimāli, kad spriegums ir uzlikts sprostvirzienā. Mēs izmantojam stabilitronu, jo tam ir lielāka noplūdes strāva, līdz pat 1 mA sprostvirzienā. Voltmetra pretestību visā diapazonā un ampērmetra pretestību 40 mA un 400 mA diapazonā var ņemt vērā. Ampērmetra iekšējā pretestība $400 \mu\text{A}$ un $4000 \mu\text{A}$ diapazonā ir $R_A = 100 \Omega$.

i) (2 points) Uzzīmēt melnās kastes slēguma shēmu. Pamatot savu rezultātu ar mērījumiem.

ii) (4 points) Izmērīt pretestības R_1 un R_2 , novērtēt kļūdas.

iii) (4 points) Izmērīt un uzzīmēt melnajā kastē esošās diodes (stabilitrona) volt-ampēra raksturliķni. Izmantot pēc iespējas vairāk datu punktus.

Piederumi: Melnā kaste, Līdzstrāvas avots, multimetrs.

Nesadusmojiet vadītāju mērot sprieguma avota īsslēguma strāvu, jūs pārdedzināsiet drošinātāju.