FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2019/2020 õ.-a.
LAHENDUSED 12. KLASSILE

1. KOONDAV LÄÄTS (10p)

Kui kujutis on kahekordse suurusega, siis kujutise kaugus k on eseme kaugusest a kaks korda suurem.

$s = \frac{H}{h} = \frac{k}{a} \Longrightarrow k = 2a$ **(2p)**

Läätse valemi saab antud olukorra jaoks kirjutada:

$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{2a} = \frac{3}{2a}$ **(1p)**

Pärast läätse lähendamist ekraanile on eseme kaugus a+0,36 ja kujutise kaugus k-0,36. Kuna tekkinud kujutis on 2 korda vähendatud, siis saab läätse suurendust väljendada seosega:

$s = \frac{k}{a} \Longrightarrow \frac{1}{2} = \frac{k-0,36}{a+0,36} \Longrightarrow k = \frac{a}{2} + 0,54$ **(2p)**

Läätse valemi saab teise olukorra jaoks kirjutada:

$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\frac{a}{2}+0,54}$ **(1p)**

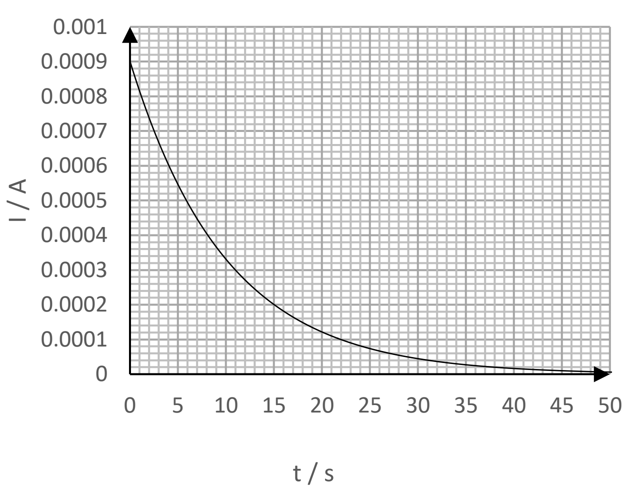
Pannes esimese ja teise olukorra läätsevalemid kokku saame seose:

$$\frac{3}{2a} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\frac{a}{2} + 0,54}$$

Võrrand annab lahendiks a = 0,36. **(2p)**

Kasutades seda läätsevalemis saame fookuskauguseks 0,24 m ja optiliseks tugevuseks ~4,17 dpt. **(2p)**

2. KONDENSAATOR (8p)



Kondensaatori laengut kirjeldab antud $I = (f)t$ graafikualune pindala. **(1p)**

Ühele ruudule vastab laeng $2 \cdot 10^{-5}$ C. **(1p)**

Graafiku alla jääb 445 ± 5 ruutu, mis annab kondensaatori kogu laenguks q = 0,0089 C ± 0,0001 C. **(2p)**

Kondensaatori plaatide vaheline pinge on patareiga ühendatuna võrdne patarei pingega.

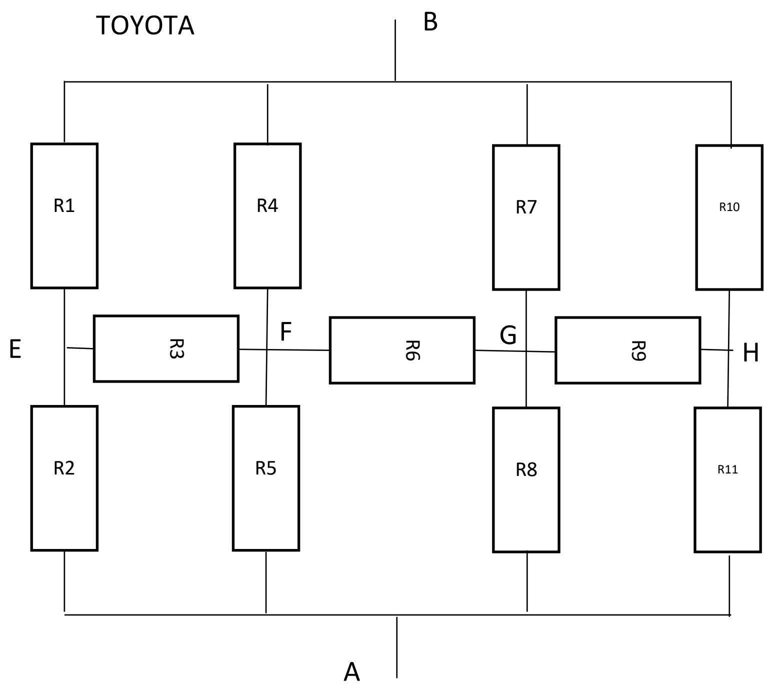
$C = \frac{q}{U} = \frac{0{,}0089C}{4{,}5V} \approx 0{,}002F \approx 2mF$ **(2p)**

Takisti takistuse saab leida teades maksimaalse pinge korral tekkinud voolutugevust.

$I_{max} = \frac{U}{R} \Longrightarrow R = \frac{U}{I_{max}} = \frac{4{,}5V}{0{,}0009A} = 5000\Omega$ **(2p)**

3. **OTT (11p)**

Joonestame analoogskeemid:



(1p)

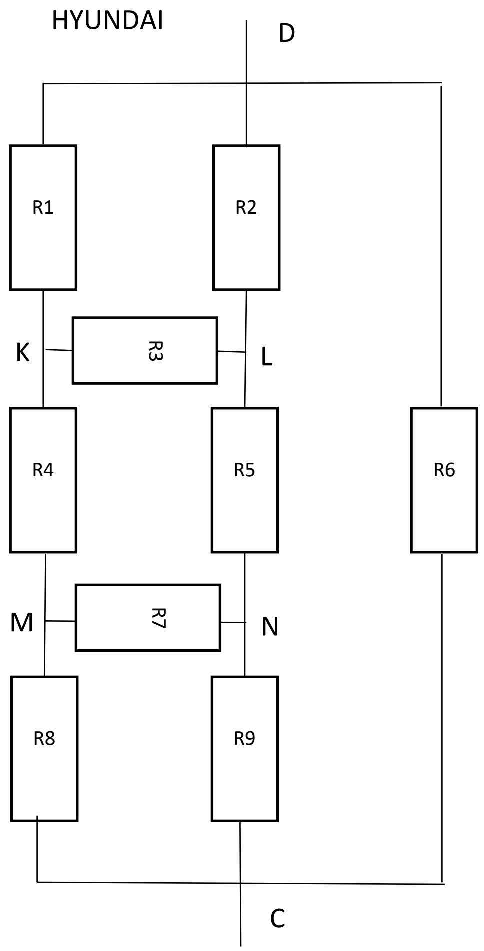
Punktid E, F, G ja H on kõik sama potentsiaaliga, nende vahel on pinge 0, voolu läbi takistite R3, R6 ja R9 ei ole ning kogutakistusele need takistid mõju ei avalda. **(1p)**

Kogutakistus moodustub neljast rööbiti ühendatud harust, millest igaühes on jadamisi kaks 1-oomist takistit (vastavalt R1R2, R4R5, R7R8, R10R11). Iga haru takistus on 1Ω+1Ω=2Ω. **(1p)**

Nelja rööpselt ühendatud haru kogutakistuse saab leida seosest

$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 2$

$R_T = \frac{1}{2} = 0{,}5(\Omega)$ **(1p)**



(1p)

Punktid K ja L ning M ja N on sama potentsiaaliga, pinget ja voolu nende vahel ei ole, kogutakistusele takistid R3 ja R7 mõju ei avalda. **(1p)**

Kogutakistuse moodustavad kolm rööbiti ühendatud haru. Neist kahes on jadamisi kolm 1-oomist takistust (vastavalt R1,R4,R8 ja R2,R5,R9) ja ühes ongi ainult üks 1-oomine takisti (R6). Harude takistused on 3Ω, 3Ω ja 1Ω. **(1p)**

Kogutakistuse saab leida seosest

$$\frac{1}{R_H}=\frac{1}{3}+\frac{1}{3}+\frac{1}{1}=\frac{5}{3}$$

$R_H=\frac{3}{5}=0{,}6(\Omega)$ **(1p)**

Kui R_T ja R_H ühendada jadamisi, siis kogutakistus on

$R_J=R_T+R_H$

$R_J=0{,}5+0{,}6=1{,}1$ (Ω). **(1p)**

Kui R_T ja R_H ühendada rööbiti, siis kogutakistuse saab leida seosest

$$\frac{1}{R_R} = \frac{1}{R_T} + \frac{1}{R_H}$$
$$\frac{1}{R_R} = \frac{2}{1} + \frac{5}{3} = \frac{11}{3}$$
R_R=0,27(Ω). **(1p)**

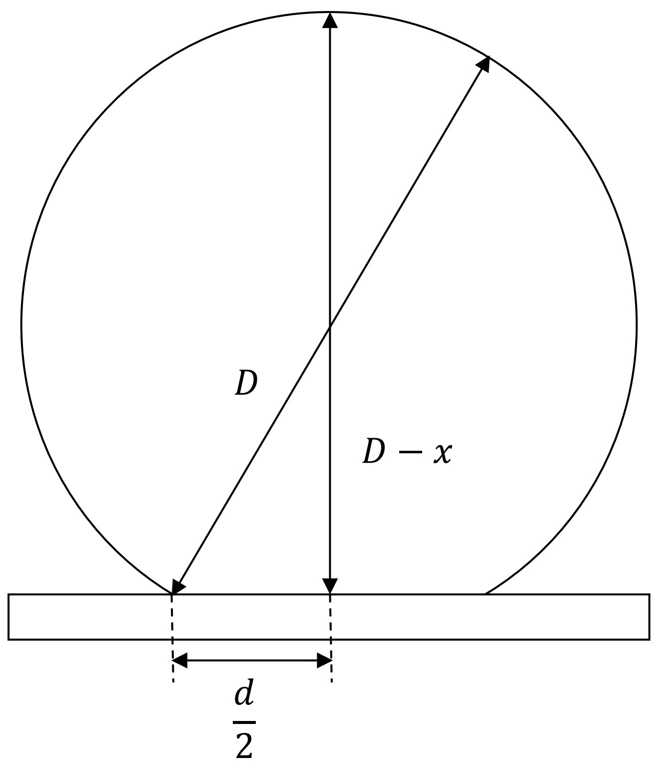
Kogutakistus tuleb suurem jadaühenduse korral 1,1 – 0,27 = 0,83(Ω). **(2p)**

4. KORVPALL (10p)

Korvpalli potentsiaalne energia saavutatakse elastsusjõu töö poolt $A = E_p$ **(1p)**. Seega

$$mgh = F_k x => F_k = \frac{mgh}{x} \quad (1)$$

Õige seos **(2p)**. Valemis (1) on x palli deformatsioon.



Joonis 1

Kasutades sarnaste kolmnurkade reeglit **(2p)** (vaata joonist 1)

$$\frac{D-x}{\frac{d}{2}} = \frac{\frac{d}{2}}{x}$$

saame x-i jaoks kirjutada ruutvõrrandi

$$x^2 - Dx + \frac{d^2}{4} = 0,$$

mille lahend on **(1p)**

$$x_{1,2} = \frac{D \pm \sqrt{D^2 - d^2}}{2} \qquad (2)$$

Seosest (2) saame kaks lahendit, millest üks on võõrlahend. Teostame võõrlahendi leidmiseks analüüsi. Antud ülesande tingimustest lähtuvalt ja vastavalt joonisel toodule peab $d = 0$ korral $x = 0$. See kehtib vaid juhul, kui seoses (2) kasutame ruutjuure ees olevat „–“ märki **(1p).**

Suuruse d^2 saame leida kokkupuute pindala kaudu seosest **(1p):**

$$S = \frac{\pi d^2}{4} => d^2 = \frac{4S}{\pi} \quad (3)$$

Arvestades saadud tulemusi (1)-(3) võime jõu F_k jaoks kirjutada järgmise avaldise:

$$F_k = \frac{2mgh}{D - \sqrt{D^2 - \frac{4S}{\pi}}}$$

$$F_k \approx 310\ N$$

Õige lõppvalem ja vastus **(2p).**

5. IOON (10p)

1) Elektriväljas mõjub metanolaatioonile elektrijõud, mille tehtud töö on võrdne kineetilise eneregiaga $A = E_k$ **(1p)**. Teades elektrivälja töö arvutamise valemit **(1p)** ja kineetilise energia valemit **(1p)**, saame kirjutada

$$|q|U = \frac{mv^2}{2} \qquad (1)$$

kus $q = -1{,}6 \cdot 10^{-19} C$ on metanolaatiooni laeng **(1p).** Avaldades seosest (1) saame kiiruse arvutamiseks seose:

$$v = \sqrt{\frac{2|q|U}{m}}$$

ja kiiruse väärtuseks

$$v \approx 1,5 \cdot 10^5 \frac{m}{s}$$

Õige avaldamine ja vastus **(1p).**

2) Magnetväljas hakkab metanolaatioonile mõjuma Lorentzi jõud $F_L = |q|vBsin\alpha$, kus ülesande tingimustest $\alpha = 90^0$ **(1p).** Lorentzi jõud painutab selle iooni liikumise ringjooneliseks, kusjuures kesktõmbejõuks **(2p)**

$$F_k = ma_k = \frac{mv^2}{R}$$

on Lorentzi jõud. Seega võime kirjutada **(1p)**

$$|q|vB = \frac{mv^2}{R} \ (2)$$

Seosest (2) saame avaldada kõverusraadiuse

$$R = \frac{mv}{|q|B}$$

ja $R \approx 9,6\ cm$. Õige avaldamine ja vastus **(1p)**