

Eesti koolinoorte 61. füüsikaolümpiaad

12. aprill 2014. a. Lõppvoor.

Põhikooli ülesanded (8. - 9. klass)

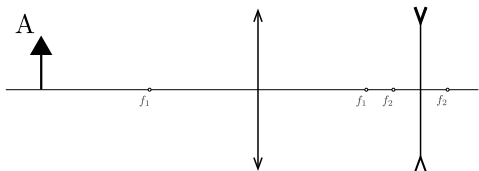
Palun kirjutage iga ülesande lahendus eraldi lehele!

1. (RINGRADA) Juhan, Kalle ning Lauri sõidavad ringrajal jalgratastega võidu. Kõik kolm stardivad korraga ühest kohast ning iga rattur sõidab muutumatu kiirusega. On teada, et Kalle teeb Juhanile ringi sisse siis, kui Kalle on just lõpetanud viienda ringi. Lauri teeb Kallele ringi sisse siis, kui Lauri on just lõpetanud kuuenda ringi. Mitu ringi oli Juhan sõitnud, kui Lauri temast esimest korda ringiga möödus? (6 p.)

2. (LAUA LÜKKAMINE) Mees hoiab ühest otsast lauda, mille teine ots lebab külili maa peal oleval tühjal vaadil. Laua lükkamisel hakkab vaat pöörlema ja liikuma mööda horisontaalset maapinda. Vaat maapinnal ei libise, samuti ei libise ka laud vaadil. Kui pika maa peab maha kõndima lauda lükkav mees, et jõuda vaadini? Laua pikkus on 6 meetrit. (6 p.)



3. (LÄÄTSED) Optiline süsteem koosneb kumerläätsest fookuskaugusega f_1 ning nõgusläätsest fookuskaugusega f_2 , kusjuures $f_1 = -4f_2$. Läätsed on paigutatud nii, et nende optilised peateljed ühtivad ning nende vaheline kaugus on $1,5f_1$. Ese asub kumerläätsest kaugusel $2f_1$. Konstrueerige eseme kujutis optilises süsteemis. *Lahendage ülesanne lisalehel* (8 p.)



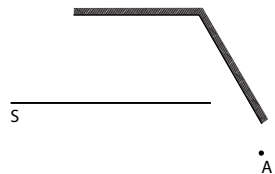
4. (LIIKLUSUMMIK) Autod seisavad punase fooritule taga tiheda kolonnina, kus kahe järjestikuse auto esiotste vaheline kaugus on keskmiselt $l_0 = 6$ m ning autode rivi pikkus $L_0 = 150$ m. Peale roheline tule süttimist hakkavad autod järjest liikuma ning saavutavad kiiruse $v = 50$ km/h. Kiiruse v saavutanud autode esiotste vaheline kaugus $l = 30$ m. Lihtsuse mõttes jätke arvestamata autode kiirendamisele kuluv aeg. Kui kaua alates roheline tule süttimisest peab viimane auto ootama, enne kui saab liikuma hakata? Kas ta jõuab üle ristmiku juba esimese roheline tulega

või peab uuesti punase tule taha ootama jääma? Rohelise tule kestus on $t = 1 \text{ min}$. (8 p.)

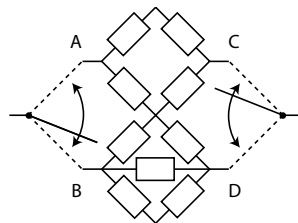
5. (JÄÄST KLAAS) Jääst klaasi massiga $m_k = 200 \text{ g}$ ning temperatuuriga $t_0 = 0^\circ\text{C}$ kallatakse $m_A = 200 \text{ g}$ vedelikku A temperatuuriga $t_A = 25^\circ\text{C}$. Mitme protsendine vedeliku A vesilahus tekib klaasis pärast soojusvahetuse lõppemist? Jää sulamissoojus $\lambda_{\text{jää}} = 330 \text{ kJ/kg}$, vedeliku A erisoojus $c_A = 2400 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$. (8 p.)

6. (TAKISTITE VÕIMSUSED) Vooluallikaga muutumatu pingega U ühendati kaks takistit. Kui takistid olid ühendatud jadamisi, oli voolu võimsus vooluringis 2 W . Kui takistid olid ühendatud rööbiti, oli voolu võimsus vooluringis 9 W . Arvuta voolu võimsus nendel kahel juhul, kui sama vooluallikaga on ühendatud ainult üks või teine takisti. (8 p.)

7. (KÄRBES PEEGLITES) Kahe tasapeegi vaheline nurk on 120° (vt joonist). Punktis A asub vaatleja ning mööda sirget s lendab edasi ja tagasi kärbes. Kärbse teatud asukohtade korral näeb vaatleja peeglites kahte kärbse kujutist. Tähistage sirgel s see piirkond, mil tekib kaks kujutist. Lahendage ülesanne lisalehel. (10 p.)

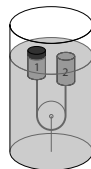


8. (ELEKTRISKEEM) Mitu korda erineb süsteemi maksimaalne ja minimaalne takistus sõltuvalt lülitite asendist? Esimene lüliti saab olla kas asendis A või B ning teine lüliti asendites C või D. Kõikide takistite väärtused on $R = 1 \Omega$. (10 p.)



9. (LÄÄTSE FOOKUSKAUGUS) Nõguspeegliga puutub tihedalt kokku kumerläätis. Optilisel peateljel asub valguspunkt S . Valguspunktist väljuvad kiired läbivad läätsed, peegelduvad peegilt ja läbides uuesti läätsed koonduvad samas punktis S . Arvutage läätsed fookuskaugus, kui peegli kõverusraadius on 1 m ja punkt S asub läätsedest 20 cm kaugusel. (10 p.)

10. (ÄPARDUS PLOKIGA) Silindrilises anumask pöhjapindalaga S on vesi tihedusega ρ . Anumask pöhjas on plokk ja üle hõõrdevabalt pöörleva plokiratta on tõmmatud nõõr. Nõõri otste külge on kinnitatud kaks veest väiksema tihedusega keha. Plokk takistab nende kehade veepinnale kerkimist (vt joonis). Kummagi keha ruumala on V . Ühe keha tihedus on ρ_1 ja teise keha tihedus ρ_2 , kusjuures $\rho_1 < \rho_2 < \rho$. Plokinõõr on nii pikk, et kumbki kehadest ei puuduta plokkki ning nii lühike, et üks keha on tõmmatud üleni vee alla. Kui palju muutub anumask oleva vee tase kui plokinõõr katkeb ja mõlemad kehad kerkiivad vee pinnale? (12 p.)



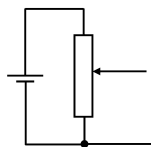
E1. (TUNDMATU VEDELIK) Määrake mahlajeogi suhkruisaldus eel-
dusel, et joogi tihedus suureneb võrdeliselt suhkruisalduse kasvuga.

Vahendid: Plastikpulk, joonlaud, plastiliin, mahlajeok (punane), puhas vesi, 20% suhkrulahus (roheline). (12 p.)

E2. (ELEKTRIPIRNI TAKISTUS) Elektrilambi hõõgniidi takistus sõltub temperatuurist. Määrake oommeetrit kasutamata toatemperatuuril oleva hõõglambi hõõgniidi takistus.

Vahendid: Vooluallikas, reostaat nelja juhtmega, voltmeeter, multimeeter (ampermeetrina), hõõglamp juhtmetega, 3 juhet, 4 surveklemmi, millimeeterpaber. (14 p.)

Vihje: Voolutugevuse mõõtmiseks kasutage multimeetrit piirkonnaga 200 mA. Pinge reguleerimiseks kasutage reostaati potentsiomeetriselises lülituses, kus reostaadi ots-
tele on rakendatud vooluallika pinge ning katseskeem on ühendatud reostaadi ühe otsaklemmi ja liuguri klemmiga (vt joonist). Vastavalt liuguri asendile muutub pinge katseskeemi otstel.



Võib lahendada kõiki ülesandeid. Arvesse lähevad 5 suurima punktide arvu saanud teoreetilist ja 1 eksperimentaalne ülesanne. Eksperimentaalülesande lahendamisel võib kasutada üksnes loetelus toodud vahendeid.

Mõõtemääramatuse hindamist ei nõuta.

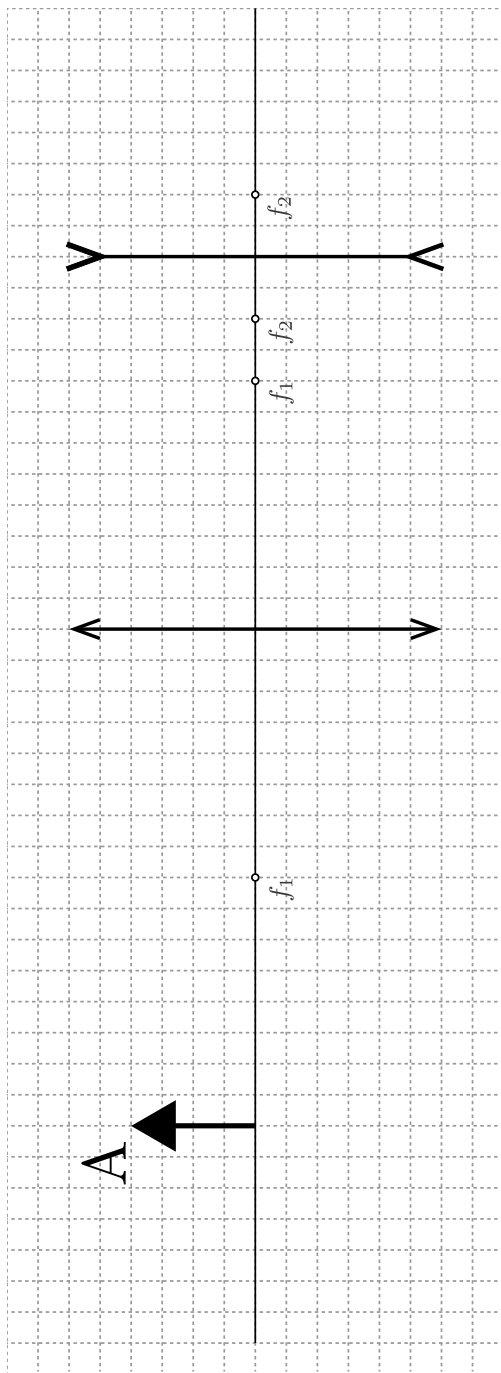
Lahendamisaeg on 5 tundi.

Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressil

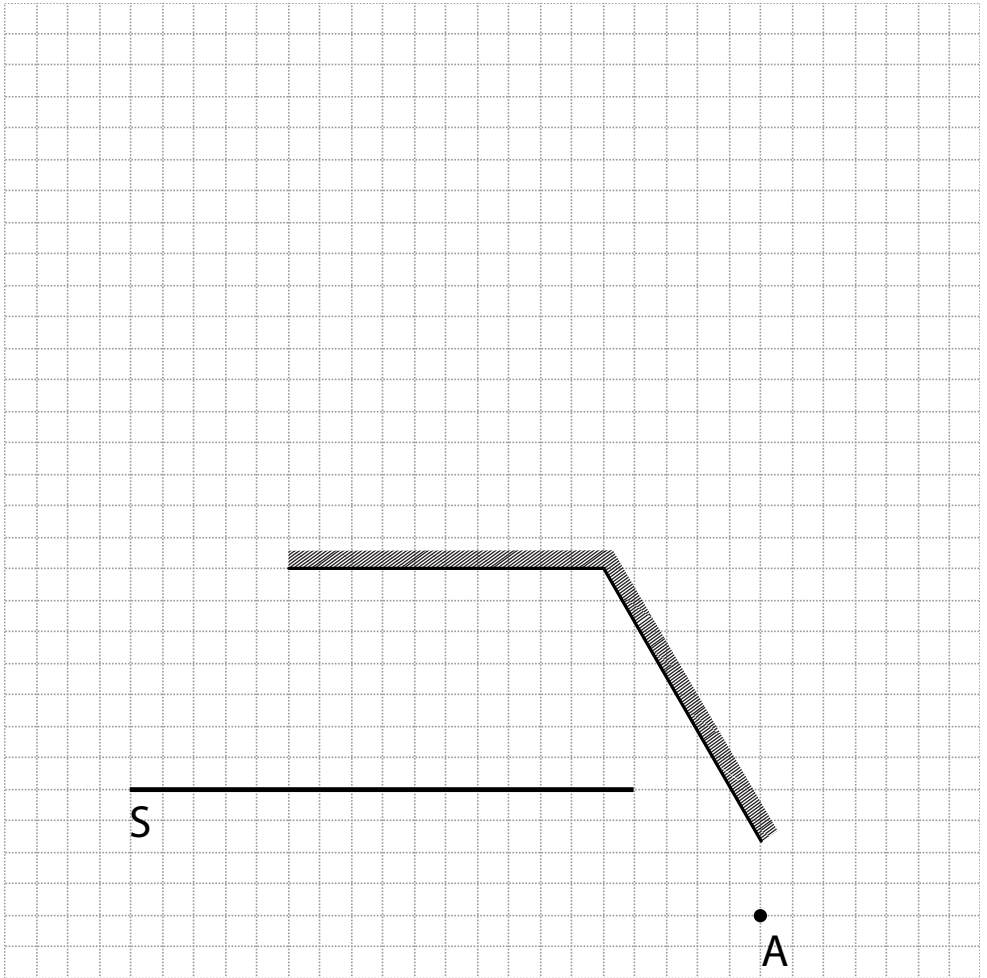
<http://www.teaduskool.ut.ee/olumpiaadid/fuusikaolumpiaad>

<http://efo.fyysika.ee>

Ü1 3 - Lissaleht



Ü1 7 - Lisaleht



61-я олимпиада школьников Эстонии по физике

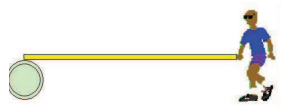
12-е апреля 2014-го года. Заключительный тур.

Задачи основной школы (8 - 9 класс)

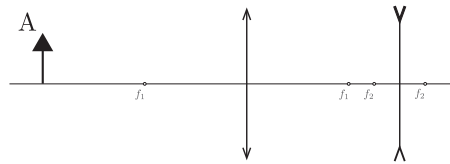
Решение каждой новой задачи начинайте на новом листе!

1. (ВЕЛОГОНКА) Юра, Коля и Лёва соревновались на велосипедах по круговой трассе. Все трое стартовали одновременно из одной точки, и каждый велосипедист ехал с неизменно скоростью. Известно, что Коля обогнал Юру на круг тогда, когда Коля как раз закончил пятый круг. Лёва обогнал Колю на круг тогда, когда Лёва как раз закончил шестой круг. Сколько кругов проехал Юра к моменту, когда Лёва его первый раз обогнал на круг? (6 б.)

2. (ТОЛКАНИЕ ДОСКИ) Мужчина держит один конец доски, другой конец которой лежит на пустой бочке, расположенной боком на земле. При толкании доски бочка начинает вращаться и двигаться по горизонтальной поверхности земли. Бочка по земле не проскальзывает, также не проскальзывает доска на бочке. Какое расстояние должен пройти толкающий доску мужчина, чтобы достигнуть бочки? Длина доски 6 метров. (6 б.)



3. (ЛИНЗЫ) Оптическая система состоит из выпуклой линзы с фокусным расстоянием f_1 и вогнутой линзы с фокусным расстоянием f_2 , причём $f_1 = -4f_2$. Линзы расположены так, что их главные оптические оси совпадают, а расстояние между ними равно $1,5f_1$. Предмет расположен на расстоянии $2f_1$ от выпуклой линзы. Постройте изображение предмета в оптической системе. Решение представьте на дополнительном листе. (8 б.)



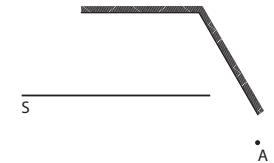
4. (ДОРОЖНАЯ ПРОБКА) Машины стоят за красным сигналом светофора плотной колонной, где расстояние между передними колёсами двух стоящих друг за другом машин в среднем равно $l_0 = 6$ м, а длина колонны — $L_0 = 150$ м. После загорания зелёного света машины начинают по очереди двигаться и достигают скорости $v = 50$ км/ч. Расстояние между передними колёсами движущихся машин составляет $l = 30$ м. Для простоты не учитывайте время, требующееся на ускорение машин. Сколько времени после загорания зелёного света должна ждать последняя машина, прежде чем начать движение? Успеет ли она преодолеть перекрёсток за время первого зелёного

света, или вынуждена будет снова ждать за красным светом? Продолжительность зелёного света $t = 1$ мин. (8 б.)

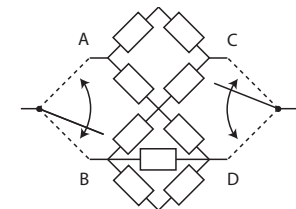
5. (СТАКАН ИЗ ЛЬДА) В стакан из льда массой $m_k = 200$ г и температурой $t_0 = 0^\circ\text{C}$ выливают $m_A = 200$ г спирта при температуре $t_A = 25^\circ\text{C}$. Сколько процентный водный раствор спирта образуется после окончания теплообмена? Теплота плавления льда $\lambda_j = 330$ кДж/кг, удельная теплоёмкость спирта $c_A = 2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$. (8 б.)

6. (МОЩНОСТИ РЕЗИСТОРОВ) К источнику постоянного напряжения U присоединили два резистора. Когда резисторы соединили последовательно, мощность тока в цепи была 2 Вт. Когда резисторы соединили параллельно, мощность тока в цепи была 9 Вт. Вычислите мощность тока в тех двух случаях, когда к этому источнику тока присоединён только первый или только второй резистор. (8 б.)

7. (МУХА В ЗЕРКАЛАХ) Угол между двумя плоскими зеркалами равен 120° (см. рисунок). В точке A находится наблюдатель, а по прямой s летает туда-назад муха. При некоторых положениях мухи наблюдатель видит в зеркалах два изображения мухи. Отметьте на прямой s область, в которой возникает два изображения. Решение представьте на дополнительном листе. (10 б.)

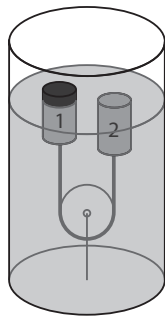


8. (ЭЛЕКТРОСХЕМА) Во сколько раз различаются максимальное и минимальное сопротивление системы в зависимости от положения ключей? Первый ключ может находиться в положении A или B , а второй ключ может находиться в положении C или D . Значения сопротивления каждого резистора равно $R = 1$ Ом. (10 б.)



9. (ФОКУСНОЕ РАССТОЯНИЕ ЛИНЗЫ) С вогнутым зеркалом плотно соприкасается выпуклая линза. На главной оптической оси расположена светящаяся точка S . Лучи, исходящие из светящейся точки, проходят через линзу, отражаются от зеркала, и проходя снова через линзу собираются в той же точке S . Вычислите оптическую силу линзы, если радиус зеркала равен 1 м, а точка S находится на расстоянии 20 см от линзы. (10 б.)

10. (НЕДОРАЗУМЕНИЕ С БЛОКОМ) В цилиндрическом сосуде площадью основания S находится вода (плотность ρ). На дне сосуда находится блок, а через вращающееся без трения колесо блока перекинута верёвка. К концам верёвки прикреплены два тела, которые легче воды. Блок не даёт этим телам подняться на поверхность воды (см. рисунок). Объём каждого тела равен V . Плотность одного тела ρ_1 , второго ρ_2 , причём $\rho_1 < \rho_2 < \rho$. Верёвка блока настолько длинная, что ни одно из тел не касается блока, но и настолько короткая, что одно тело находится полностью под водой. На сколько изменится уровень воды в сосуде, если верёвка порвётся, и оба тела всплывут на поверхность воды? (12 б.)



Можно решать все предложенные задачи. В зачёт идут 5 теоретических и 1 экспериментальная задача, набравшие наибольшее количество баллов. При решении экспериментальной задачи можно пользоваться лишь указанным в задаче оборудованием. Нахождение погрешности не требуется.

Время решения 5 часов.

Задачи и решения олимпиады по физике находятся в интернете по адресу

<http://www.teaduskool.ut.ee/olumpiaadid/juusikaolumpiaad>

<http://efo.fyysika.ee>

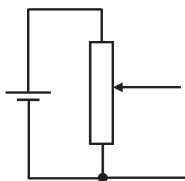
Е1. (НЕИЗВЕСТНАЯ ЖИДКОСТЬ) Определите содержание сахара в соке, предполагая, что плотность напитка увеличивается пропорционально росту содержания сахара.

Оборудование: Пластмассовая палочка, пластилин, сок (красный), чистая вода, 20 %-й сахарный раствор (зелёный). (12 б.)

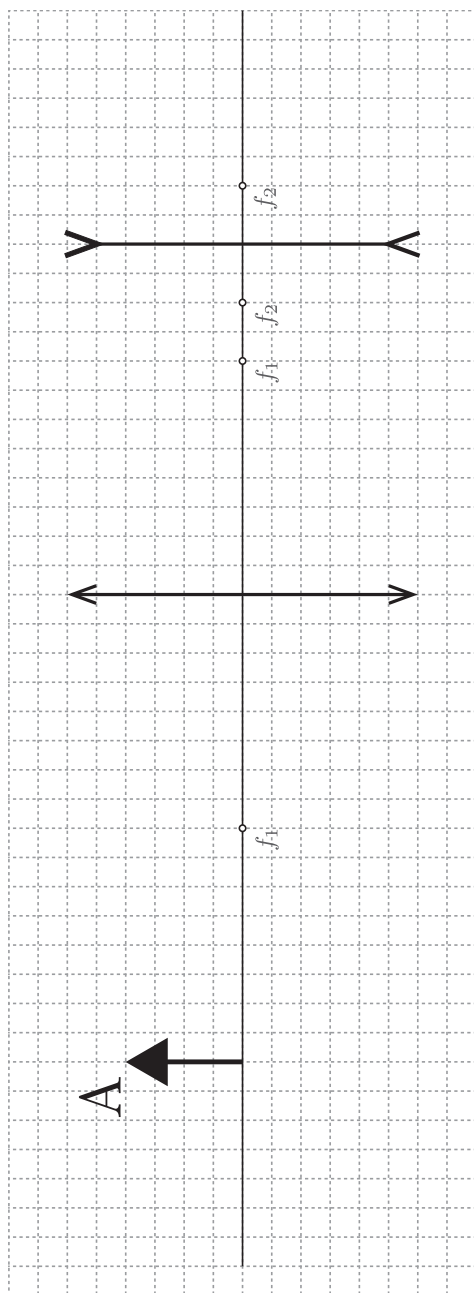
Е2. (СОПРОТИВЛЕНИЕ ЛАМПОЧКИ) Сопротивление нити накаливания электрической лампочки зависит от температуры. Определите без использования омметра сопротивление нити накаливания лампочки при комнатной температуре.

Оборудование: Источник тока, реостат с 4 проводами, вольтметр, мультиметр (в роли амперметра), лампочка с проводами, 3 провода, 4 клеммы для зажима, миллиметровая бумага. (14 б.)

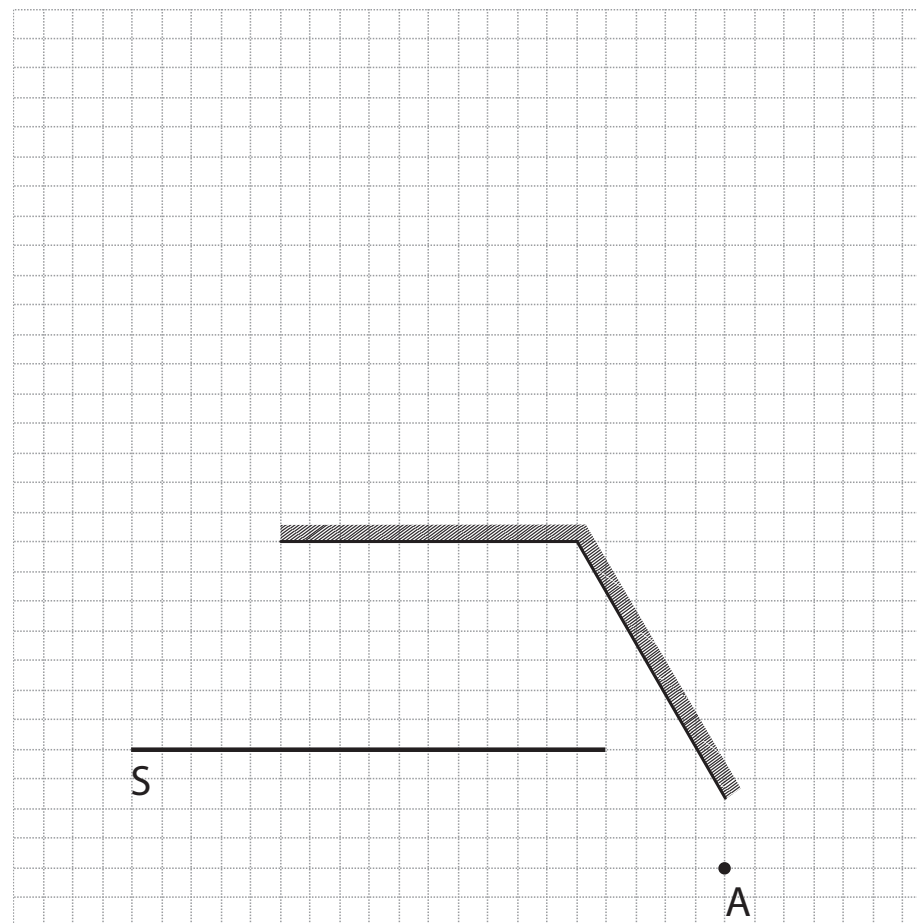
Совет: Для измерения силы тока используйте мультиметр с областью измерения 200 мА. Для регулирования напряжения используйте реостат в потенциометрическом соединении, когда на концы реостата приложено напряжение источника тока, а схема опыта прикреплена к одной концевой клемме реостата и к клемме бегунка (см. рисунок). Соответственно положению бегунка меняется напряжение на концах схемы опыта.



Задание 3 - дополнительный лист



Задание 7 - дополнительный лист



Eesti koolinoorte 61. füüsikaolümpiaad

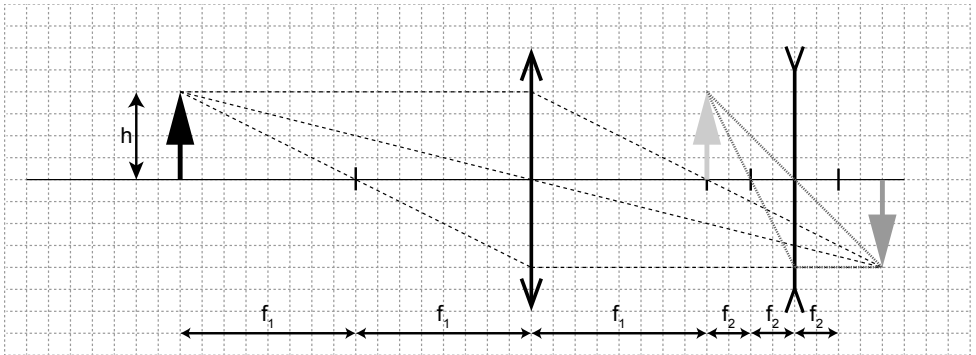
12. aprill 2014. a. Lõppvoor.

Põhikooli ülesannete lahendused

1. (RINGRADA) (6 p.) Kui Lauri lõpetas kuuenda ringi, pidi Kalle lõpetama viienda ringi ning seega Juhan neljanda. Näeme, et Lauri läbib kolm ringi selle ajaga, mis Juhanil kulub kahe läbimiseks, järelikult mööduti Juhanist esimest korda ringiga siis, kui ta oli lõpetanud oma teise ringi.

2. (LAUA LÜKKAMINE) (6 p.) Vaadi ühe täispöördega liigub selle keskpunkt edasi teepikkuse $2\pi R$ võrra, kus R on vaadi raadius. Sama aja jooksul liigub laua vaadile toetuv ots vaadi keskpunkti suhtes edasi sama teepikkuse võrra. Kuivõrd vaat pöörleb ja liigub ning laud liigub vaadi suhtes, liigub lauda lükkav mees selle aja jooksul edasi teepikkuse $2 \cdot 2\pi R$ võrra, mis on kaks korda pikem kui vaadi telje poolt läbitud teepikkus. Seega, et mees jõuaks vaadini, peab ta läbima teepikkuse, mis võrdub laua kahekordse pikkusega ehk 12 m.

3. (LÄÄTSED) (8 p.)



4. (LIIKLUSUMMIK) (8 p.) Selleks hetkeks, kui liikuma hakkab viimane auto, on autoderivi pikkuseks kujunenud ligikaudu $L = (l/l_0)L_0$. Järelikut esimene auto pidi läbima selleks hetkeks vahemaa $s = L - L_0 = L_0(l/l_0 - 1)$, milleks kulub aega

$$\Delta t = \frac{s}{v} = \frac{L_0}{v} \left(\frac{l}{l_0} - 1 \right) = 43,2 \text{ s.}$$

Viimane auto peab läbima vahemaa L_0 , et jõuda ristmikuni, milleks kulub tal aega $t_{s\ddot{o}it} = L_0/v = 10,82$ Kogu aeg ristmikuni jõudmiseks on seega $\Delta t + t_{s\ddot{o}it} = 54$ s. Seega jõuab ka viimane auto roheline tulega üle ristmiku.

5. (JÄÄST KLAAS) (8 p.) Jääst klaas saab energiat vedeliku A jahtumisel eraldunud energia arvelt.

$$Q = c_A m_A \Delta T = 12,0 \text{ kJ}$$

Vabanenud energia käheb jääst klaasi sulamiseks, seega sulanud vee mass on

$$m_v = \frac{Q}{\lambda_{jaa}} = 36,4 \text{ g}$$

Vedeliku A protsent saadud lahuses on seega $p = \frac{m_A}{m_A + m_v} = 84,6 \%$

6. (TAKISTITE VÕIMSUSED) (8 p.) Voolu võimsus $N = \frac{U^2}{R}$ [1 p.]

Kogutakistus jadaühendusel $R = R_1 + R_2$ [1 p.]

Kogutakistus rööpühendusel $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ [1 p.]

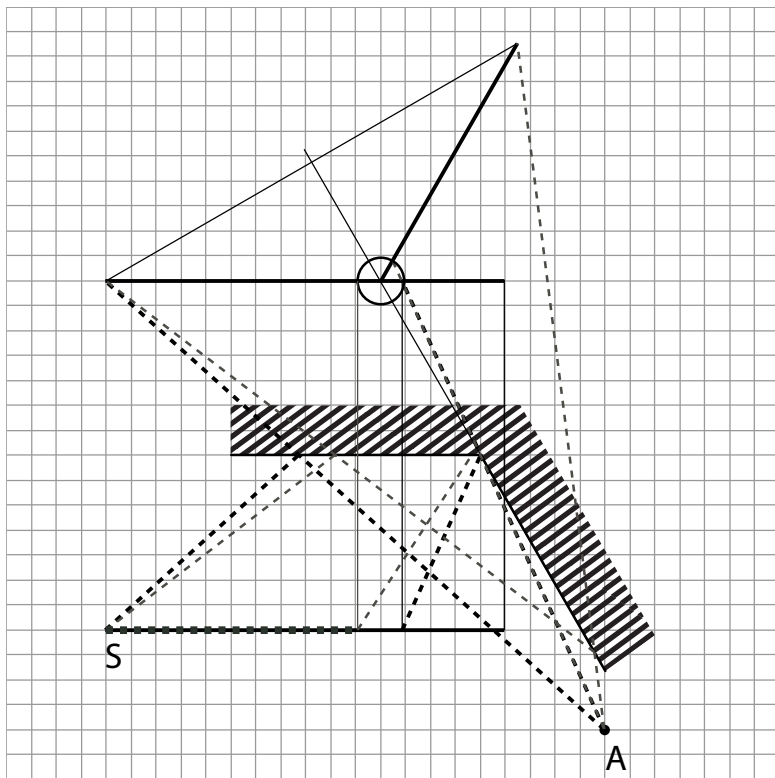
Võimsus jadaühendusel $N_j = \frac{U^2}{R_1 + R_2} = 2 \text{ W}$ [1 p.]

Võimsus rööpühendusel $N_r = \frac{U^2(R_1 + R_2)}{R_1 \cdot R_2} = 9 \text{ W}$ [1 p.]

Leiame seostest kummagi takistuse väärtused $R_1 = \frac{U^2}{3} \Omega$ ja $R_2 = \frac{U^2}{6} \Omega$ [3 p.]

Siit voolu võimsused, kui on vooluringi ühendatud ainult üks takisti $N_1 = \frac{U^2}{R_1} = 3 \text{ W}$ ja $N_2 = \frac{U^2}{R_2} = 6 \text{ W}$ [2 p.].

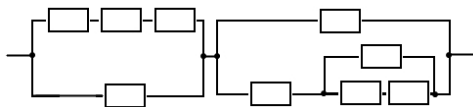
7. (KÄRBES PEEGLITES) (10 p.)



8. (Elektriskeem) (10 p.) Asendites AC (Esimene lüliti asendis A ning teine asendis C) on süsteemi takistus R . Asendites BD on süsteemi takistus $0,5R$.

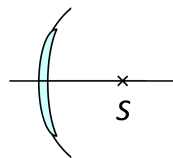
Asendid AD ning BC on samaväärsed (vt joonis) omades kogutakistust $1\frac{3}{8}R$

Seega erineb süsteemi maksimaalne ja minimaalne takistus



$$\frac{1\frac{3}{8}R}{0,5R} = 2,75 \text{ korda}$$

9. (LÄÄTSE FOOKUSKAUGUS) (10 p.) Kuna kiired lähtuvad punktist S ja koonduvad uuesti punktis S , on S optilise süsteemi fookuseks [2 p.].



Seega süsteemi optiline tugevus on $D = \frac{1}{0,2\text{ m}} + \frac{1}{0,2\text{ m}} = 10\text{ dpt}$ [2 p.].

Kuivõrd süsteemi optiline tugevus võrdub $D = 2D_1 + D_2$ [2 p.]

ja nõguspeegli optiline tugevus $D_2 = 2\text{ dpt}$, sest $f = \frac{R}{2}$ [2 p.],

siis läätse optiline tugevus on 4 dpt ja fookuskaugus $f = 25\text{ cm}$ [2 p.].

10. (ÄPARDUS PLOKIGA) (12 p.) Arvutame anuma põhja poolt süsteemile “vesi pluss kehad” mõjuva jõu muutuse:

$$\Delta F = -2T = S\rho g\Delta h,$$

kus T on nõõri pinge. Tõepoolest, nimetatud jõud tasakaalustab kõiki-
de ülejäänud jõudude resultandi, milleks on raskusjõudude summa (ei
muutu) pluss nõõri poolt mõjuv jõud. Et nõõri pinge hoiab teist keha
vee all, siis $T = (\rho - \rho_2)gV$, millest

$$\Delta h = -\frac{2(\rho - \rho_2)V}{S\rho}.$$

E1. (TUNDMATU VEDELIK) (12 p.) Plastik torust ja plastiliinist saame
teha areomeetri, pannes väikese tüki plastiliini ühte toru otsa. Areomeeter
tuleb valmistada nii, et ta ujuks nii vees kui suhkrulahuses. Parima
tulemuse saab siis, kui valmistatud areomeeter vajub vees võimalikult
sügavale - veest jääb välja kuskil 2 mm pikkune pulk.

Paigutades areomeetri vedelikku, saame mõõta selle, kui suur osa areo-
meetrist jääb vedelikust välja. Vette paigutades on veest välja ulatuva
areomeetri toru pikkus l_0 ning 20% suhtkurlahuse korral l_1 . Kuna lahuse
tihedus (protsent) on lineaarses sõltuvuses veest välja ulatuva toru pikku-
sega (vastavalt jõudude tasakaalule), saame leida, et ühele pikkusühikule
(l_x) vastav protsent on

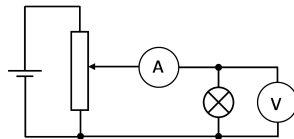
$$p_l = \frac{20\%}{l_1 - l_0}$$

Mõõtes ära selle, kui palju jääb toru välja (l_{mahl}) mahlajeogi korral,
saame leida ka mahlajeogi suhkruisalduse p

$$p = (l_{mahl} - l_0) \cdot p_l$$

Korrekse lahenduse jaoks on vaja teostada vähemalt kolm kordumõõt-
mist iga lahuse korral.

E2.(ELEKTRIPIRNI TAKISTUS)(14 p.) Katse idee ja planeerimine. Määrata lambi takistus erinevatel pingetel, selleks mõõta pinge ja volutugevus ning arvutada seose $R = \frac{U}{I}$ abil takistus.



Joonistada pinge – takistuse graafik, pikendada graafikut pinge väärtuseni 0 ja määrata sellele pinge väärtusele vastav takistus. Kui pinge on 0 V, puudub lambis elektrivool ja tegemist ongi külma hõõgniidiga [4 p.].

Vooluringi koostamine (vt joonist) [3 p.].

Pinge ja volutugevuse mõõtmine [2 p.].

Tähelepanu sellele, et väikestel pingetel toimuvad mõõtmised tihedamini [1 p.].

Takistuse sõltuvus volutugevusest graafiku konstrueerimine [3 p.].

Külma hõõgniidi takistuse leidmine [1 p.].