

Eesti koolinoorte 62. füüsikaolümpiaad

11. aprill 2015. a. Vabariiklik voor.

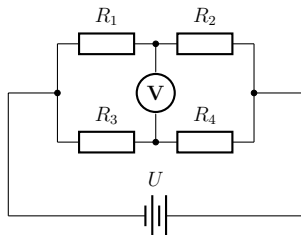
Põhikooli ülesanded (8. - 9. klass)

Palun kirjutage iga ülesande lahendus eraldi lehele!

1. (HELILAINE) Rõngas on kokku keevitatud kahest eri metallist poolrõngast. Rõnga raadius on R . Heli levib ühes metallis kiirusega v_1 ja teises metallis kiirusega v_2 . Kui suure ajavahemiku pärast kohtuvad helilained, mis tekitatakse haamrilöögiga ühe keevituskoha pihta? (6 p.)

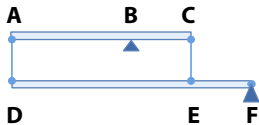
2. (KERA VEES) Kausis on vesi ja selles kera, mis puudutab põhja. Vett on kausis nii palju, et pool kerast on veest väljas. Kera mõjub põhjale jõuga, mis võrdub $1/3$ kera raskusjõust. Kui suur on kera aine tihedus? Vee tihedus on $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$. (6 p.)

3. (VOLTMEETER) Kui suur on pinge, mida näitab voltmeeter (vt joonis)? Voltmeetri takistus on väga suur. Takistite takistused on vastavalt $R_1 = 15 \Omega$, $R_2 = 85 \Omega$, $R_3 = 25 \Omega$ ja $R_4 = 175 \Omega$. Pinge vooluallika klemmidel on $U = 20 \text{ V}$. (8 p.)



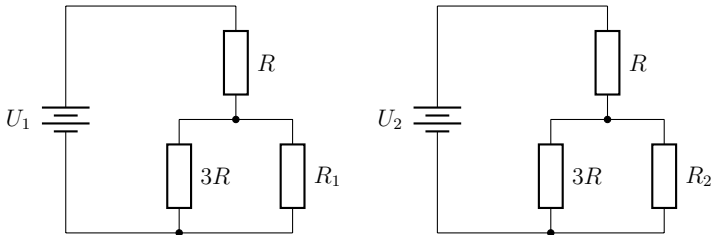
4. (KUUP VEDELIKES) Anum on täidetud kahe mitteseguneva vedelikuga tihedustega ρ_1 ja ρ_2 . Vedelikku lastakse kuup külje pikkusega l . Kui sügavale x vajub kuup teise vedelikku, kui kuubi tihedus on ρ ? On teada, et $\rho_1 < \rho < \rho_2$ (10 p.)

5. (VARRAS) Varras AC võib pöörelda ümber punkti B ja varras DF ümber punkti F . Varda AC otsad on niitidega kinnitatud varda DF külge. On teada, et $AB = 2a$, $BC = a$ ja $DF = 4a$. Kui suured on niitides AD ja CE mõjuvad jõud? Varda DF mass $m = 6 \text{ kg}$ ning on jaotunud ühtlaselt üle kogu varda. Varda AC massi ei ole tarvis arvestada. (10 p.)



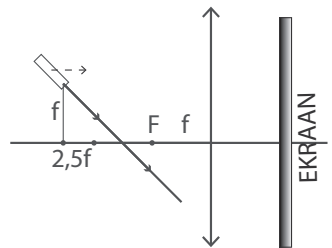
6. (KAKS SKEEMI) Antud on kaks elektriskeemi (vt joonis), mis erinevad ühe takisti takistuse ja patarei pinge väärtuste poolest. Teada on, et mõlemal skeemil läbib takistit R sama suur vool, kuid esimesel

on takistit R_1 läbiva voolu tugevus kaks korda suurem kui takistit $3R$ läbiva voolu tugevus ja teisel takistit R_2 läbiva voolu tugevus viis korda suurem kui takistit $3R$ läbiva voolu tugevus. Leida, kumma patarei pinge on suurem ning kui mitu korda. (10 p.)



7. (VEE KUUMUTAMINE) Pliidil olevas nõus kuumutatakse $M = 0,5$ kg vett. Veet termomeeter näitab, et vee temperatuur jääb püsivalt ühtlaseks $T_1 = 80^\circ\text{C}$ juures. Vett kuumutatakse edasi ning vette lisatakse $m = 20$ g jää graanuleid (jää temperatuur on $T_{jaa} = 0^\circ\text{C}$), misjärel vee temperatuur hakkab enam-vähem püsiva kiirusega langema ning aja $t = 5,0$ min pärast on vee temperatuur langenud $T_2 = 75^\circ\text{C}$. Seejärel hakkab vee temperatuur tõusma ning tõuseb tagasi $T_1 = 80^\circ\text{C}$ juurde, kus vee temperatuur enam ei muutu. Kui suure võimsusega kütab pliit potis olevat vett, eeldades et soojuskadude võimsus on võrdeline vee ja väliskeskonna temperatuuride vahel. Õhu temperatuur on $T_0 = 20^\circ\text{C}$. (10 p.)

8. (LASER JA LÄÄTS) Laser asub läätsesest $2,5f$ kaugusel ning optilisest peateljest kaugusel f , kus f on läätses fookuskaugus (vt. joonis). Laser on 45° nurga all optilise peatelje suhtes. Teiselpool läätses olevale ekraanile tekib valgustäpp $0,5f$ võrra allpool optilist peatelget. Laserit liigutatakse paralleelselt peateljega $2f$ võrra läätses poole (laseri nurk ei muutu). Samal ajal liigutatakse ka ekraani paralleelselt optilise peateljega. Selle tulemusena asub valgustäpp ekraanil sama koha peal, kus alguses. Millise kauguse võrra nihutati ekraani? Kas oli võimalik, et ekraani ja laseri liigutamise ajal asus valgustäpp kogu aeg samas ekraani punktis? Põhjendage! (12 p.)



9. (*RING JA ELLIPS*) Juuresoleval joonisel on kujutatud ring ja sellest koondava läätse poolt tekitatud kujutis. Leidke läätse keskpunkt, optiline peatelg ja fookus. Kasutage lisalehel olevat joonist. (12 p.)



10. (*LIIKLEJAD*) Sirgel teel sõrgib Ants kiirusega $v_A = 7,0$ km/h. Samal teel sõidab Birgit mopeediga samas suunas kiirusega $v_B = 25$ km/h. Teist sellega lõikuvat sirget teed mööda sõidab jalgrattaga Gerd kiirusega $v_G = 20$ km/h. Vahemaa Antsu ja Gerdi vahel jääb kogu aeg võrdseks vahemaaga Gerdi ja Birgiti vahel. Leidke Gerdi kiirus Birgiti suhtes. (12 p.)

E1. (*U - TORU*) Leidke piirituse tihedus. (10 p.)

Katsevahendid: U-toru, millimeeterpaber, vesi ($\rho = 1,0$ g/cm³), piiritus, toiduõli, statiiv käpaga.

E2. (*TOPS*) Määrata võimalikult täpselt joogitopsi massikeskme kaugus lauapinnast siis, kui tops seisab püsti laual. (12 p.)

Katsevahendid: tasane plaat, joonlaud, tühi papist joogitops.

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.

62-я олимпиада школьников Эстонии по физике

11-е апреля 2015-го года. Заключительный тур.

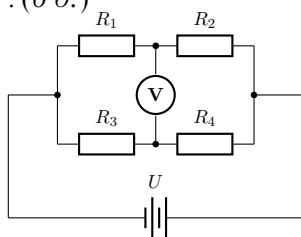
Задачи основной школы (8 - 9 класс)

Решение каждой новой задачи начинайте на новом листе!

1. (ЗВУКОВАЯ ВОЛНА) Кольцо сварено вместе из двух полуколец из двух разных металлов. Радиус кольца R . Звук распространяется в одном металле со скоростью v_1 , а в другом металле со скоростью v_2 . Через какой промежуток времени встретятся звуковые волны, которые возникают от удара молотка по месту сварки? (6 б.)

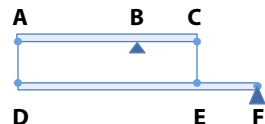
2. (ШАР В ВОДЕ) Миска наполнена водой, а внутри неё находится шар, касающийся дна. Воды в миске ровно столько, что в воде находится половина шара. Шар действует на дно силой равной $1/3$ силы тяжести шара. Какова плотность материала тела? Плотность воды $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$. (6 б.)

3. (ВОЛЬТМЕТР) Какое напряжение показывает вольтметр (см. рисунок)? Сопротивление вольтметра очень большое. Сопротивления резисторов равны соответственно $R_1 = 15 \text{ Ом}$, $R_2 = 85 \text{ Ом}$, $R_3 = 25 \text{ Ом}$ и $R_4 = 175 \text{ Ом}$. Напряжение на клеммах источника тока $U = 20 \text{ В}$. (8 б.)



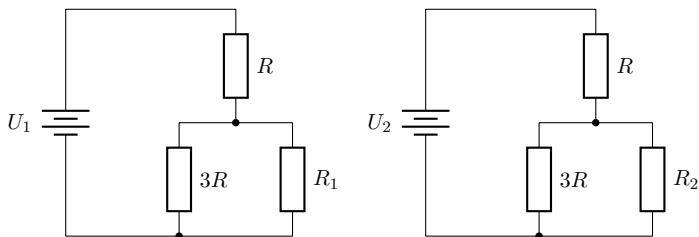
4. (КУБ В ЖИДКОСТЯХ) Сосуд наполнен двумя неперемешивающимися жидкостями плотностью ρ_1 и ρ_2 . В жидкость погружают куб длиной ребра l . На какую глубину x опустится куб во вторую жидкость, если плотность куба ρ ? Известно, что $\rho_1 < \rho < \rho_2$. (10 б.)

5. (СТЕРЖЕНЬ) Стержень AC может вращаться вокруг точки B , а стержень DF — вокруг точки F . Концы стержня AC прикреплены нитями к стержню DF . Известно, что $AB = 2a$, $BC = a$ и $DF = 4a$. Какие силы действуют в нитях AD и CE ? Масса стержня DF равна $m = 6 \text{ кг}$ и распределена равномерно вдоль всего стержня. Массу стержня AC учитывать не нужно. (10 б.)



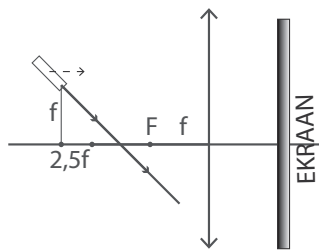
6. (ДВЕ СХЕМЫ) Даны две электрические схемы (см. рисунок), которые различаются сопротивлением одного резистора и напряжением батарейки. Известно, что на обеих схемах через резистор R проходит ток одинаковой силы, но на первой схеме сила тока, проходящего через резистор R_1 , в два раза

больше силы тока, проходящего через резистор $3R$, а на второй схеме сила тока, проходящего через резистор R_2 , в пять раз больше силы тока, проходящего через резистор $3R$. Найдите, напряжение какой батарейки больше, и во сколько раз. (10 б.)



7. (НАГРЕВАНИЕ ВОДЫ) В кастрюле на плите нагревают $M = 0,5$ кг воды. Термометр, находящийся в воде, показывает, что температура воды стабилизируется у отметки $T_1 = 80^\circ\text{C}$. Воду продолжают нагревать и в неё добавляют $m = 20$ г ледяных гранул (температура льда $T_j = 0^\circ\text{C}$), в результате чего температура воды начинает более-менее равномерно падать и через время $t = 5,0$ мин становится равной $T_2 = 75^\circ\text{C}$. После этого температура воды начинает снова подниматься до $T_1 = 80^\circ\text{C}$, после чего температура воды больше не меняется. С какой мощностью плита греет воду в кастрюле, если полагать, что мощность тепловых потерь пропорциональна разнице температур воды и окружающей среды? Температура воздуха $T_0 = 20^\circ\text{C}$. Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$), удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. (10 б.)

8. (ЛАЗЕР И ЛИНЗА) Лазер находится на расстоянии $2,5f$ от линзы и на расстоянии f от главной оптической оси, где f – фокусное расстояние линзы (см. рисунок). Лазер расположен под углом 45° к главной оптической оси. С другой стороны линзы на экране возникает световая точка $0,5f$ ниже главной оптической оси.



Лазер сдвигают параллельно главной оптической оси на $2f$ ближе к линзе (угол лазера не меняется). Одновременно смещают и экран параллельно главной оптической оси. В результате этого световая точка оказалась в том же месте на экране, что и в начале. На какое расстояние сдвинули экран? Возможно ли, что во время движения лазера и экрана световая точка находилась всё время в одном и том же месте экрана? Обоснуйте! (12 б.)

9. (КРУГ И ЭЛЛИПС) На приведённом рисунке изображён круг и его изображение, полученное с помощью собирающей линзы. Найдите центр линзы, а также её главную оптическую ось и фокус. Используйте рисунок, приведённый на отдельном листе. (12 б.)



10. (ДВИЖЕНИЕ) По прямой дороге бежит трусцой Антон со скоростью $v_A = 7,0$ км/ч. По той же дороге едет на мопеде Брита в том же направлении со скоростью $v_B = 25$ км/ч. По другой пересекающейся с этой прямой дороге едет на велосипеде Гриша со скоростью $v_G = 20$ км/ч. Расстояние между Антоном и Гришей остаётся всё время равным расстоянию между Гришей и Бритой. Найдите скорость Гриши относительно Бриты. (12 б.)

Е1. (U-ТРУБКА) Найдите плотность спирта. (10 б.)

Оборудование: U-трубка, миллиметровая бумага, вода ($\rho = 1,0$ г/см³), спирт, растительное масло, штатив с зажимом.

Е2. (СТАКАНЧИК) Определить как можно точнее расстояние центра масс питьевого стаканчика от поверхности стола, когда он стоит вертикально на столе. (12 б.)

Оборудование: плоская пластина, линейка, пустой бумажный стаканчик.

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.

Eesti koolinoorte 62. füüsikaolümpiaad

11. aprill 2015. a. Vabariiklik voor.
Põhikooli ülesannete lahendused

1. (HELILAINE) (6 p.) Selles metallis, kus heli levib kiiremini, kulub poolrõnga läbimiseks aeg $t_1 = \frac{\pi R}{v_1}$. Sama ajaga läbi heli teises poolrõngas vahemaa $s = v_2 t_1 = \frac{\pi R v_2}{v_1}$

Ülejäänud osa rõngast läbivad kaks helilainet koos ajaga

$$t_2 = \frac{\pi R - \frac{\pi R v_2}{v_1}}{2v_2}$$

Seega kogu aeg

$$t = \frac{\pi R - \frac{\pi R v_2}{v_1}}{2v_2} + \frac{\pi R}{v_1} = \frac{\pi R(v_1 + v_2)}{2v_1 v_2}$$

2. (KERA VEES) (6 p.) Tähistan ρ – kera aine tihedus, ρ_v = vee tihedus

$$\frac{1}{3}mg = mg - \rho_v g \frac{V}{2}$$
$$\frac{1}{3}\rho V g = \rho V g - \rho_v g \frac{V}{2}$$

Sellest saame kera aine tiheduseks

$$\rho = \frac{3}{4}\rho_v = 0,75 \text{ g/cm}^3.$$

3. (VOLTMEETER) (8 p.) Harus, kus on takistid R_1 ja R_2 on kogutakistus $R_{\ddot{u}} = R_1 + R_2$, mis on 100Ω . Teises harus on kogutakistus 200Ω . Esimeses harus on voolutugevus seose $I = U/R = 0,2 \text{ A}$, teises harus $0,1 \text{ A}$.

Pinge takistite R_1 ja R_3 otstes on seose $U = IR$ järgi $U_1 = 3 \text{ V}$ ja $U_3 = 2,5 \text{ V}$. Seega on voltmeetri otstel pinged $0,5 \text{ V}$.

4. (*KUUP VEDELIKES*) (10 p.) Kuup asub sellisel sügavusel, et esineks jõudude tasakaal $mg + F_1 = F_2$, kus F_1 on vedeliku rõhumisjõud kuubi ülemisele pinnale ja F_2 vedeliku rõhumisjõud kuubi alumisele pinnale.

$$F_1 = \rho_1 g h l^2 \quad \text{ja} \quad F_2 = \rho_1 g (h + l - x) l^2 + \rho_2 g x l^2, \text{ seega}$$

$$\rho g l^3 + \rho_1 g h l^2 = \rho_1 g (h + l - x) l^2 + \rho_2 g x l^2, \text{ millest}$$

$$x = l \frac{\rho - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1}.$$

5. (*VARRAS*) (10 p.) Kuna jõuõlg $AB = 2BC$ ja varda AC massi pole tarvis arvestada, on niidile AD mõjuv jõud F_1 kaks korda väiksem niidile CE mõjuvast jõust $F_2 = 2F_1$.

Alumisele vardale mõjub punktis D jõud F_1 , mis on suunatud üles ja punktis E jõud $2F_1$, mis ka on suunatud üles. Varda keskpunktis mõjub vardale jõud mg , mis on suunatud alla. Sellest lähtuvalt saab kirjutada jõumomentide tasakaalu võrrandi.

$$F_1 4a + 2F_1 a - mg 2a = 0 \quad \text{Siit,} \quad F_1 = \frac{mg}{3}$$

Seega vasakus niidis mõjub jõud 20 N ja paremas niidis 40 N.

6. (*KAKS SKEEMI*) (10 p.) Esiteks teame, et kui takistit R_1 läbiva voolu tugevus on kaks korda suurem kui voolutugevus läbi takisti $3R$ ja pinge nende otstel on sama, sest nad on ühendatud paralleelselt, siis takistus R_1 on kaks korda väiksem kui takistus $3R$. Sama loogika annab, et takistus R_2 on viis korda väiksem kui takistus $3R$. Saame võrrandid $\frac{3}{2}R = R_1$ ja $\frac{3}{5}R = R_2$. Nüüd saame leida kahele paralleelselt asetatud takistile vastava ekvivalentse takistuse kummalgi skeemil:

$$\frac{1}{R_{ekv_1}} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{R_1} = \frac{1}{3R} + \frac{2}{3R} = \frac{1}{R}$$

$$R_{ekv_1} = R$$

$$\frac{1}{R_{ekv_2}} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3R} + \frac{5}{3R} = \frac{2}{R}$$

$$R_{ekv_2} = \frac{R}{2}$$

Saame leida kummalegi skeemile vastavad ekvivalentset takistused: esimese jaoks

$$R + R_{ekv_1} = 2R$$

ja teise jaoks

$$R + R_{ekv_2} = \frac{3R}{2}$$

Viimase asjana teame, et kuna takistit R läbib mõlemal skeemil sama tugevusega vool, siis patareide pinged peavad olema proportsionaalsed just leitud ekvivalentstakistustega. Seega saame, et esimese patarei pinge U_1 on suurem kui U_2 , sest $2R > \frac{3R}{2}$, ning $\frac{U_1}{U_2} = \frac{2R}{\frac{3R}{2}} = \frac{4}{3}$.

7. (VEE KUUMUTAMINE) (10 p.) Kuna vee temperatuur on pidevalt kuumutades püsivalt $T_1 = 80^\circ\text{C}$, ning soojuskadude võimsus on võrdeline temperatuuride vahega, saame kirja panna seose $N = k\Delta T$, kus N on pliidi poolt veele antud võimsus, k on soojuskadusid mõjutav tegur ning $\Delta T = T_1 - T_0$.

Vee temperatuur on madalaim sel hetkel, kui kogu jää on ära sulanud ning jää ja vee temperatuurid on ühtlustunud. Pliit annab selle ajaga veele energia $Q_1 = Nt$, vee jahtumisel eraldub energia $Q_2 = cM(T_1 - T_2)$. Saadud energia kulub jää sulatamiseks $Q_3 = \lambda m$ ning jää temperatuuri tõstmiseks $Q_4 = cm(T_2 - T_{jää})$. Samuti esinevad soojuskaod $Q_5 = k\Delta T_{kadu}t$, kus $k = N/(T_1 - T_0)$ (esialgselt soojuskadude seosest) ning $\Delta T_{kadu} = \frac{T_1 + T_2}{2} - T_0$, kuna keskmine vee temperatuur jahtumise ajal on $\frac{T_1 + T_2}{2}$. Nendest seostest saame kirja panna võrrandi

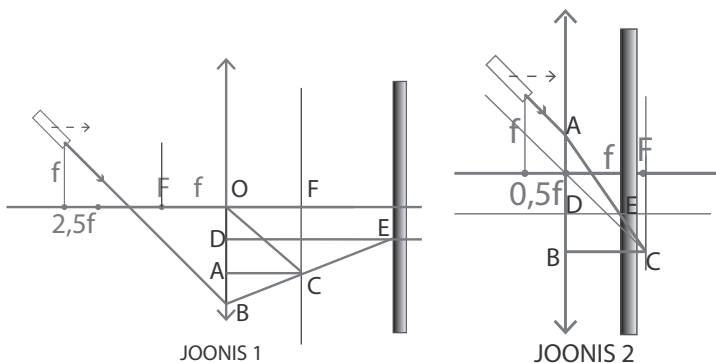
$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_5$$

$$Nt + cM(T_1 - T_2) = \lambda m + cm(T_2 - T_{jää}) + \frac{N}{T_1 - T_0} \cdot \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - T_0 \right) \cdot t$$

Avaldades sellest võrrandist N , saame et

$$N = \frac{2(T_1 - T_0) \cdot [m(\lambda + c(T_2 - T_{jää})) + cM(T_2 - T_1)]}{t(T_1 - T_2)} = 192 \text{ W} \approx 0,2 \text{ kW}$$

8. (LASER JA LÄÄTTS) (12 p.)



Leiame ekraani kauguse läätsest alguses (vt. joonis 1).

Sarnastest kolmnurkadest $\triangle ABC$ ja $\triangle DBE$ saame leida ekraani kauguse läätsest (lõik DE). Lõigu DB pikkus on f , kuna OB on $1,5f$ ning OD on $0,5f$. Lõigu AB pikkus on $0,5f$, kuna $OA = f$. Seega

$$\frac{DE}{DB} = \frac{AC}{AB} \Rightarrow \frac{DE}{f} = \frac{f}{0,5f} \Rightarrow DE = 2f$$

Leiame ekraani kauguse läätsest pärast laseri nihutamist (vt. joonis 2).

Sarnastest kolmnurkadest $\triangle ABC$ ja $\triangle ADE$ saame leida ekraani kauguse läätsest (lõik DE).

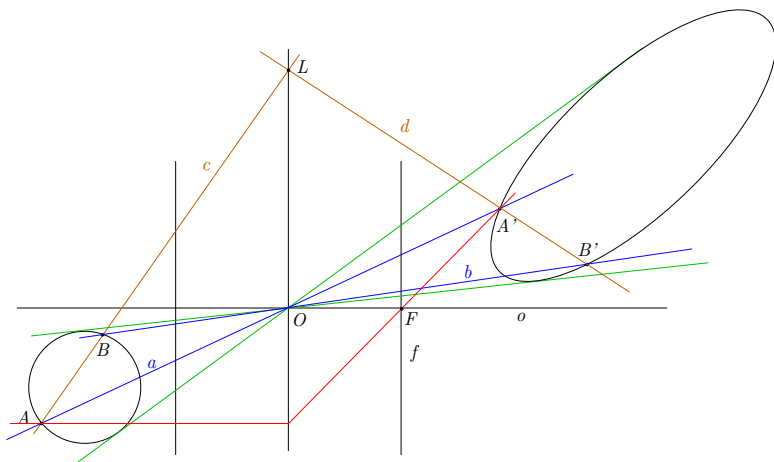
$$\frac{DE}{DA} = \frac{BC}{BA} \Rightarrow \frac{DE}{f} = \frac{f}{1,5f} \Rightarrow DE = \frac{2}{3}f$$

Seega pidi ekraani nihutama läätsele lähemale $2f - \frac{2}{3}f = 1\frac{1}{3}f$.

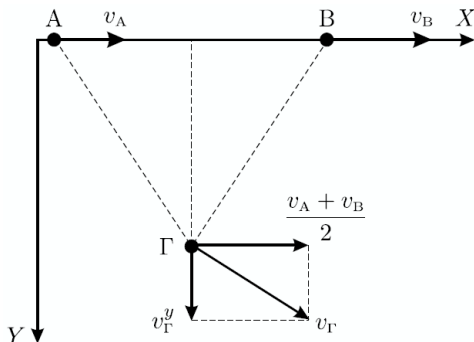
Valgustäppi ei ole võimalik kogu ekraani liigutamise ajal hoida samas punktis, sest kui laserkiir läbib fookust, siis peale läätse läbimist on kiir paralleelne optilise peateljega ning asub optilisest peateljest kaugusel f .

9. (RING JA ELLIPS) (12 p.) Läätses keskpunkti O leiame kui ringile ja ellipsile tõmmatud puutujate lõikepunkti (puutepunktid peavad olema originaali-kujutise paarid ning neid ühendavad sirged peavad läbima läätse keskpunkti (sirged jooned joonisel). Läätses tasandi leidmiseks

valime ringil kaks punkti A ja B ning leiame nende kujutised ellipsil sirgete AO ja BO ning ellipsi lõikepunktidena, olgu need A' ja B' , vt joonis. Kui originaal on ringi kahest lõikepunktist see, mis asub läätses kaugemal, siis kujutis tuleb valida kahest lõikepunktist see, mis on läätses lähemal (ja vastupidi), sest tõeline kujutis on pööratud tagurpidi. Kiir AB peab murduma läätses kiireks $A'B'$, murdepunkt annab meile punkti L läätsel ning sirge OL on läätses tasandiks. Optilise peatelje o leiame sirgele OL punktist O tõmmatud ristsirgenä. Fookuse leidmiseks tõmbame punktist A kiire, mis on paralleelne o -ga ja murdub läätsel punkti A' läbivaks kiireks, lõikepunkt o -ga annab fookuse F .



10. (LIIKLEJAD) (12 p.)



Antsu, Birgiti ja Gerdi asukohad moodustavad igal ajahetkel võrdhaarse kolmnurga, mille alus lebab Antsu ja Birgiti poolt kasutataval teel (vt. joonis).

Olgu X-telg paralleelne selle teega ning Y-telg sellega risti. Siis järgmised võrrandid kirjeldavad liiklejate koordinaatide muutusi:

$$\text{Antsu jaoks: } x_A(t) = x_A^0 + v_A t, \quad y_A(t) = 0;$$

$$\text{Birgiti jaoks: } x_B(t) = x_B^0 + v_B t, \quad y_B(t) = 0;$$

$$\text{Gerdi jaoks: } x_G(t) = \frac{x_A^0 + x_B^0}{2} + \frac{v_A + v_B}{2} t, \quad y_G(t) = y_G^0(t) + v_G^y t.$$

Siin ülemindeksiga “0” tähistame esialgseid koordinaate ning tähtedega A, B, G tähistame suurusi vastavalt Antsu, Birgiti ja Gerdi jaoks. v_G^y on Gerdi kiiruse projektsioon Y teljele. Seos $x_G(t)$ jaoks on tuletatud asjaolust, et Gerd on alati võrdhaarse kolmnurga tipus, mis on vastamisi kolmnurga alusega. Siit järeldub, et Gerdi kiiruse projektsioon X-teljele on $\frac{v_A + v_B}{2}$.

Me teame Gerdi kiiruse suurust, millesse panustavad selle komponendid:

$$v_G^2 = \left(\frac{v_A + v_B}{2} \right)^2 + (v_G^y)^2$$

Seetõttu Gerdi kiiruse projektsioon Y-teljele on

$$v_G^y = \sqrt{v_G^2 - \left(\frac{v_A + v_B}{2} \right)^2}.$$

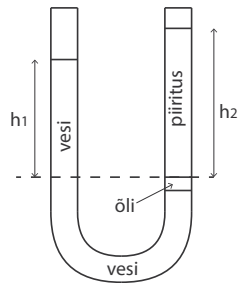
Nüüd me teame Gerdi kiiruse mõlemaid projektsioone, ning saame leida tema kiiruse Birgiti suhtes. Kasutades Pythagorase teoreemi kiiruste kolmnurga jaoks, leiame, et

$$v_{suht}^2 = \left(v_A - \frac{v_A + v_B}{2} \right)^2 + (v_G^y)^2.$$

Asendades v_G^y saame

$$v_{suht} = \sqrt{v_G^2 - v_A \cdot v_B} = 15 \text{ km/h.}$$

E1.(*U-TORU*)(10 p.) Täidame U-toru poolenisti veega ning lisame ühte U-toru harusse õhukese kihi toiduõli. Toiduõli lisamine on vajalik, et vesi ja piiritus ei saaks omavahel seguneda. Nüüd lisame ettevaatlikult õli peale piiritust. Piirituse samba kõrgus peaks olema vähemalt 5 cm. Kuna toiduõli kiht on võrreldes piirituse kihiga väga väike, siis võib selle jätta arvestamata (lisada piirituse nivoo juurde).



$$p_p = p_v \quad \Rightarrow \quad \rho_p g h_2 = \rho_v g h_1 \quad \Rightarrow \quad \rho_p = \rho_v \frac{h_1}{h_2} \approx 0,8 \text{ g/cm}^3$$

E2.(*TOPS*)(14 p.) Paneme topsi kaldpinnale ja suurendame kallet nii kaua kuni tops ümber kukub. Mõõdame sel hetkel kaldpinna otste kõrguste vahe h (joonisel $|EF| = h$). Mõõdame topsi alumise serva diameetri d (täpsemalt: toetuspinnaga moodustuva kontaktjoone välise diameetri), joonisel $d = 2|AO|$. Tops kukub ümber, kui massikeskme vertikaalprojektsioon läheb kontaktjoonest väljapoole, piirjuhul on see otse kontaktjoone kohal, vt joonist. Seetõttu on joonisel $\angle ACO = \angle EBF$ vastavalt ristuvate külgede tõttu ning seega on kolmnurgad ACO ja EBF sarnased. Seega otsitav kõrgus $|OC| = |BF| \cdot |AO|/|EF| = \sqrt{L^2 - h^2}d/2h$, kus L on laua pikkus $|BE|$ (samuti mõõdame üle).

