

Eesti koolinoorte 68. füüsikaolümpiaad

10. aprill 2021. a. Lõppvoor

Gümnaasiumi ülesanded (10.–12. klass)

Palun kirjutada iga ülesande lahendus eraldi lehele ning skaneerida eraldi failidesse. Lahendamisaeg on 5 tundi.

Iga osavõtja võib lahendada kõiki pakutud ülesandeid.

Arvesse lähevad 5 suurima punktide arvu saanud teoreetilist ja 1 eksperimentaalne ülesanne.

Kasutada võib kirjutus- ja joonestusvahendeid ning kalkulaatorit. Muud abivahendid on keelatud.

Eksperimentaalülesande lahendamisel võib kasutada üksnes loetelus toodud vahendeid.

Mõõtemääramatuse hindamist ei nõuta.

1. (LUMEPALL) Hannes istub $H = 7,7\text{ m}$ kõrgusel puu otsas ja tal on käes lumepall. Ta märkab otse tema suunas kiirusega $v = 6,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ lähenevat Richardit, kes on puust $l = 7,0\text{ m}$ kaugusel, ja otsustab teda lumepalliga visata. Millise kiirusega peaks ta lumepalli horisontaalselt viskama, et tabada Richardi pead, kui Richard on $h = 1,8\text{ m}$ pikk? Raskuskiirendus $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. (6 p.)

2. (PUDEL) Pärast kuuma päeval õues treenimist tuli sportlane oma tühja õrnast plastmassist joogipudeliga jahedasse tuppa ning ta märkas, et ta pudel hakkas vaikselt „paukuma“. Lähemal uurimisel selgus, et kui pudeli sisene rõhk erineb välisest rõhust suuruse Δp võrra, siis tekib pudeli kesta sisse üks lohukujuline mõlk juurde (selle tekkimine kostuski pauguna) ning hetkeks võrdsustuvad sise- ja välisrõhud. Sportlane mõõtis kahe paugu vaheliseks ajaks t . Leidke pudeli soojuskadude võimuse vahetult pärast pudeli tuppa toomist. Tühja pudeli (seal hulgas pudelis oleva õhu) soojusmahutavus on c , õhu molaaruumala on V_m ja universaalne gaasikonstant on R . Võib eeldada, et ajavahemiku t jooksul soojuskadude võimuse ei muutu. (6 p.)

3. (LÄÄTS JA EKRAAN) Jarl asetab punktvalgusallika ja ekraani vahele õhukese kumerlääts (raamita klaaslääts); valgusallikas asus peateljel ja ekraani tasand oli paralleelne läätse tasandiga. Ta liigutas ekraani edasi-tagasi, uurides sellel tekkivat mustrit ning pani tähele, et kui ekraan asub läätsest kaugusel 10 cm , tekib ekraanile terav valgusallika kujutis. Üllatuslikult selgus, et kui ekraani kaugus läätsest oli 60 cm , siis ei olnud seal näha enam mingit mustrit: ekraan oli ühtlase heledusega nagu läätse polnuksi!

(a) Leidke läätse fookuskaugus.

(b) Mis kujuga muster tekib ekraanile, kui ekraan asub kaugemal, kui 10 cm läätsest, kuid lähemal, kui 60 cm läätsest? (8 p.)

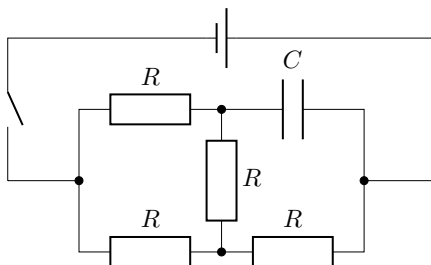
4. (SÕIT JÄÄL) Kaarel sõidab autoga libedal horisontaalsel teel pikkusega $2L = 100$ m. Tee koosneb kahest lõigust: esimesel lõigul pikkusega $L = 50$ m on rataste ja maapinna vaheline hõõrdetegur $\mu_1 = 0,1$ ja teisel lõigul pikkusega $L = 50$ m on hõõrdetegur $\mu_2 = 0,2$. Alguses on Kaarli auto esimese lõigu alguses paigal. Ta tahab tee läbida võimalikult kiiresti, nii et auto jääks täpselt teise lõigu lõpus seisma. Leidke minimaalne võimalik tee läbimise aeg. Raskuskiirenduse väärtuseks võtta $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. (8 p.)

5. (VÕIMSUS) Juuresoleval skeemil on alguses lüliti avatud. Leidke takistitel eralduv koguvõimsus

(a) vahetult pärast lüliti sulgemist;

(b) pika aja möödudes pärast lüliti sulgemist.

Kõikide takistite takistus on R ja patarei pingeline on V . (8 p.)



6. (KEHA KERAL) Kerakujulisele, ühtlase massijaotusega planeedile, raadiusega R , massiga M ja pöörlemisperioodiga T asetatakse väikese massiga keha m . Gravitatsioonikonstant on G .

(a) Leia väikese keha kaal funktsioonina laiuskraadist θ .

(b) Leia hõõrdeteguri μ väärtuste vahemik funktsioonina laiuskraadist θ , mille puhul püsib väike keha planeedi peal staatilisena.

Märkus: laiuskraadi θ mõõdetakse ekvaatorilt. (10 p.)

7. (KOLMNURK) Kolm ühesuguse massiga m osakest paigutatakse punktidesse A , B ning C . Osakeste mõõtmed on palju väiksemad kolmnurga ABC küljepikkustest $a = |BC|$, $b = |CA|$ ja $c = |AB|$. Osake punktis A kannab laengut q_A , osake punktis B — laengut q_B ja osake punktis C — laengut q_C . Osakesed vabastatakse ning need hakkavad paigalseisust liikuma elektrostaatilise vastasmõju tõttu.

(a) Millised peaksid olema laengute suhted, et kõigi osakeste trajektoorid oleksid sirgjooned?

(b) Kas sirgjooneline liikumine on võimalik suvalise kolmnurga ABC puhul? (10 p.)

8. (VEESILINDER) Mihkel täidab silindrilise anuma kõrgusega $h = 12\text{ m}$ täielikult veega. Seejärel ta katab silindri kaanega, ning pöörab selle tagurpidi. Missuguse kiirendusega hakkab vesi silindrist välja voolama, kui Mihkel silindri alt kaane ära võtab? Küllastunud veeauru rõhk toatemperatuuril on $p_v = 3170\text{ Pa}$, vee tihedus $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, atmosfääri rõhk $p_0 = 101\,325\text{ Pa}$, raskuskiirendus $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. (12 p.)

9. (VEDELIK PEEGLIL) Laua peal lebab veega täidetud sfääriline nõguspeegel, kusjuures vesi ulatub peegli servani (vt joonist). Peegli kohale kõrgusele $h = 25,0\text{ cm}$ on kinnitatud valgusallikas nii, et selle kujutis kattub allikaga. Seejärel asendatakse vesi tundmatu vedelikuga, mille peale nihkub kujutis $l = 5,0\text{ cm}$ võrra peegli poole. Leidke tundmatu vedeliku murdumisnäitaja. Eeldada, et peegli laius on palju väiksem kui l , h , s.t. võib kasutada väikeste nurkade lähendust $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$, kus α on radiaanides. Vee murdumisnäitaja on $n_v = 1,33$. (12 p.)



10. (SIRGVOOL) Lõputut sirget traati läbib vool I . Kaugusel r traadi teljest tulistatakse elektron teatud suunas kiirusega v_0 . On teada, et edaspidise liikumise käigus on elektroni traadi sihiline kiiruskomponent konstantne. Milline on elektroni trajektoor ning missuguse kiirusega see piki telge liikuma hakkab? Elektroni laengu ja massi suhe on e/m_e , vaakumi magnetiline läbitavus on μ_0 . (14 p.)

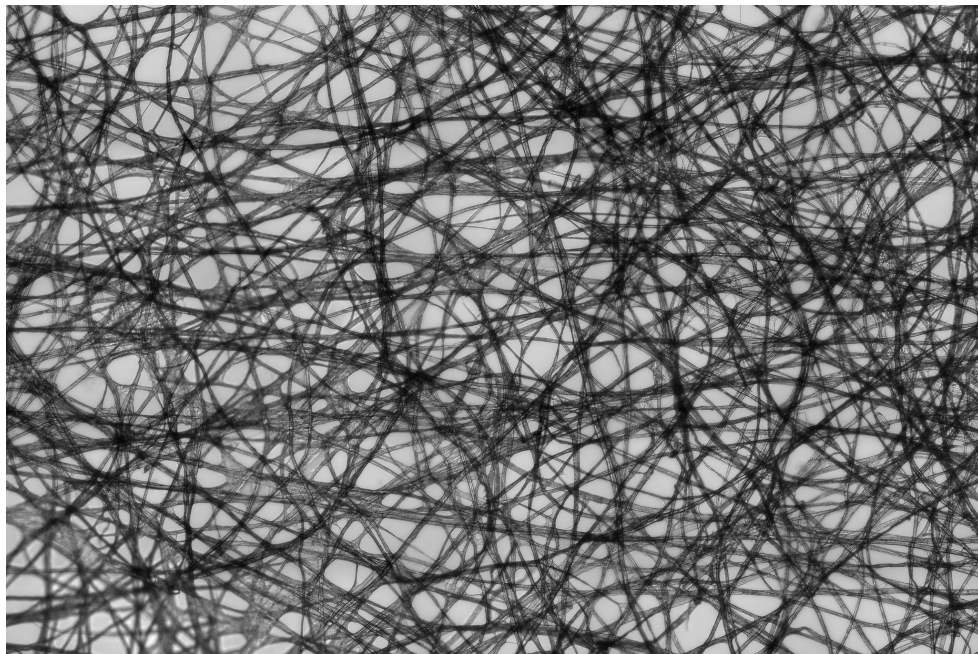
E1. (MAHLAKARP) Leidke mahlakarbi ja paberilehe vaheline hõõrdetegur. Keelatud on kasutada mistahes kaldpinna põhimõtet.

Vahendid: üks A4 paberileht, 1L täis mahlakarp, joonlaud. (10 p.)

E2. (MAJAPIDAMISPABER) Hinnake majapidamispaberi kiudude vahelist keskmist vahekaugust. Kirjeldage võimalikult täpselt oma mõõtmisprotseduuri. Juuresolevalt mikroskoobi abil tehtud fotolt on näha, millised näevad välja majapidamispaberi kiud. Vee pindpinevustegur $\sigma = 0,072 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

Vahendid: majapidamispaberi leht, anum veega, käärid, joonlaud.

Vihje: vedelikupinna kaks mõttelist poolt tõmbavad üksteist jõuga $F = \sigma l$, kus l on mõttelise eraldusjoone pikkus. (14 p.)



Pildi autoriõigused: Zephyris, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons.

Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressidel:

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

<http://efo.fyysika.ee>

Liituge meie Facebooki lehega:

<https://www.facebook.com/fyysikaolympiaad>