



Almaty Physics Battles 2024
Есеп шарттары
Жоғарғы лига

Мазмұны

Бірінші раунд	3
Екінші раунд	4
Үшінші раунд	6
Төртінші раунд	8
Алтыншы раунд	10
Жетінші раунд	13
Суперфинал I	16
Суперфинал II	19

Есеп 1. Жартылай сұйық цилиндр

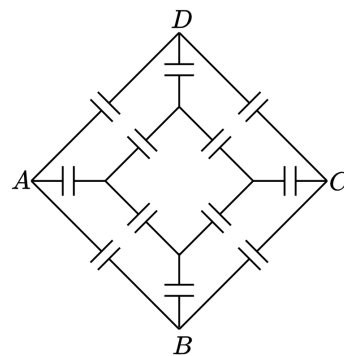
Екі бірдей бөшке көлбеу жазықтықта көлденең α бұрышымен төмен қарай домалайды. Массасы M артқы бөшке қатты және біртекті, ал алдыңғысы $M/5$ массасы бар жұқа қабырғалы қабықтан тұрады және массасы $4/5$ тұтқыр емес сұйықтықпен толығымен толтырылған. Цилиндрлердің тұрақты күйдегі үдеулері қандай? Бөшкелер тегіс, жазықтық жеткілікті бұдыр.

Есеп 2. Төрт көзді

Ринат екі айнаны олардың арасында $(180/n)^\circ$ бұрыш болатындай біріктірді. Содан кейін, ол айналардың арасында бір затты орналастырды. Заттың $n \in \mathbb{R}$ байланыста қанша кескіні болатындығын анықтаңыз.

Есеп 3. Проекциялық электр схемасы

Арсен белгілі бір үш өлшемді геометриялық фигураны алып, оның проекциясын екі өлшемді жазықтыққа салды. Проекцияда ол барлық жиектерді конденсаторлармен (сыйымдылығы C) ауыстырғанда, суретте көрсетілген фигура шықты. Қандай үш өлшемді геометриялық фигура болуы мүмкін екенін болжаңыз және сымдарды AC түйреуіштеріне жалғаған кезде тізбектің сыйымдылығын табыңыз.



Есеп 4. Жабысқақтар

Массасы $m = 50$ нг және заряды $q = 3$ мкКл бөлшек $B = 0.5$ Тл индукциясы біртекті магнит өрісінің сызықтарына $\theta = 30^\circ$ бұрышпен $v = 10$ м/с жылдамдығымен қозғалады. Бұл бөлшектің спиральдық траекториясының радиусын, қадамын және айналу периоды анықтаңыз.

Есеп 5. Сандалбай

Сандалбай... істейтін тірлігі жоқ. Молярлық массасы μ болатын газды қамтитын ұнайтын ыдысын алып, квазистатикалық түрде ыдыстың үстіндегі поршеньге құмды ауыспалы массаның толу жылдамдығы αt^3 -пен себе бастайды, t — себе бастағаннан өткен уақыт, ал α — $[\text{кг/сек}^4]$ пропорционалдық коэффициенті. Сол кезде сыртқы ортаның температурасы T_0 , ыдыс жылуды жақсы өткізетіндігін ескерсек, газдың бастапқы температурасы T_0 болғанын біле аламыз. Атмосфералық қысым p_0 , поршеннің жылжымалы бөлігінің ауданы S , ал массасы m_0 . Газдың ρ тығыздығының уақыттан тәуелділігін анықтаңыз.

Есеп 6. Дуана

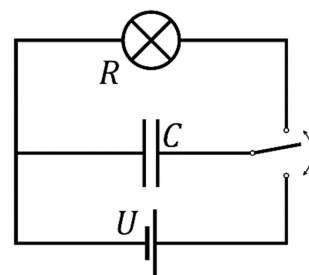
Массасы $m = 70$ кг және аяқтарының ұзындығы $L = 70$ см адам 1 километрді $N = 1430$ қадамда жүру үшін ең кеміндегі жұмыс мөлшерін есептеңіз. Ауырлық күшінің үдеуі $g = 9.8$ м/с².

Есеп 1. Гидроабразивтік кесу

Жоғары жылдамдықта және жоғары қысымда шығарылатын жұқа су ағыны өте жақсы кесу қасиетіне ие, сондықтан гидроабразивтік кесуде қолданылады. Су ағысының ауданы $S = 1 \text{ мм}^2$ болатын $v_0 = 1000 \text{ м/с}$ жылдамдықпен тегіс металл бетіне тігінен төмен қарай шығарылады. Су ағыны тегістің бетіне қандай F күшпен басады және оның массалық шығыны Q нешеге тең? Ағын ламинарлы, судың тығыздығы $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

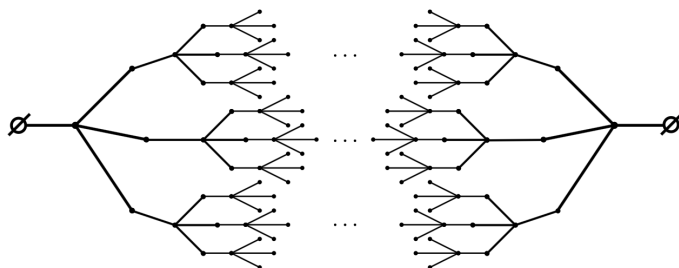
Есеп 2. Электронды сағат

Физика факультетінің студенті зертханада сыйымдылығы $C = 100 \text{ мкФ}$ болатын конденсаторды тауып, оның көмегімен кілт, шам және белгісіз кернеу көзі арқылы оң жақтағы суретте көрсетілген схеманы құрастырды. Шамның кедергісі $R = 5 \text{ кОм}$ және ондағы кернеу $\Delta U = 5 \text{ В}$ -тан жоғары болғанда ғана жанады. Студент кілтті пайдаланып конденсаторды мезгіл-мезгіл зарядтап, оны шам арқылы разрядтайды, ал конденсатордың зарядталу уақыты өте қысқа. Шамның дәл $\Delta t = 1 \text{ секунд}$ жануы үшін U көз кернеуі неге тең болуы керек?



Есеп 3. Алмаз резистор

Сэм ағай экспериментатор Глюкке алмаздың екі үлгісінен алмаз резистор жасауды тапсырды. Глюк, алмаздың тоқ өткізбейтінін түсіндіріп үлгермей жатып, прототипті жасауға зертханаға жіберілген болатын. Сәл отырып және



сәл ой жүгіртіп, оған гауһартастарды өзіне қалдырып, резисторлардан екі “алмаз” өткізгіштерді жасау ойға келді. Барлық іргелес түйіндер арасындағы кедергілер (тізбектің ұштарындағы клеммаларды қоса) бірдей және r тең. Глюкқа осындай тізбектің R кедергісін табуға көмектесе аласыз ба?

Анықтама: Алмаздың байланыстарының өте көп болғандығынан, Глюкты резисторлардың шексіз санын қолданды деп қарастыруға болады.

Есеп 4. Шәйнектің сууы

Физик Бекасыл шәй ішкенді қатты жақсы көреді. Бір күні Бекасыл алюмин шәйнекті қайнатып, шәйнектің қол күйдірмейтін $T_1 = 40^\circ\text{C}$ - температураға дейін сууына қажет уақытты өлшеуді шешті. Өлшенген уақыт $t = 30$ минутқа тең болып шықты. Бекасыл физика сабағынан жылу беру қуатының қыздырылған дене мен қоршаған орта арасындағы температура айырмашылығы мен дененің беттік ауданына тура пропорционал екенін білетін: $P = \kappa \cdot S \cdot (T - T_0)$. Өлшенген уақыт-

ты қолдана отырып Бекасыл κ коэффициентін есептеуге бел буды.

Ең алдымен ол жүйенің жылу сыйымдылығын анықтауды шешті. Суығаннан кейін ол таразымен шәйнектің массасын, $m_{\text{тр}} = 0.9$ кг және құйылған судың массасын, $m_w = 0.7$ кг өлшеді. Физика анықтамалығын қолданып, Бекасыл алюминийдің, $c_{\text{ал}} = 920$ Дж/(кг · К) және судың, $c_w = 4200$ Дж/(кг · К) меншікті жылу сыйымдылығын біліп алды.

1. Бекасыл тапқан C жылу сыйымдылығы неге тең?

Келесі қадамда Бекасыл шәйнектің беттік ауданын табуға кірісті. Шәйнектің пішіні жартылай сфераны еске салғандықтан, Бекасыл нағыз физик ретінде шәйнекті радиусы $R = 10$ см болатын жартылай сфераға дейін жуықтады.



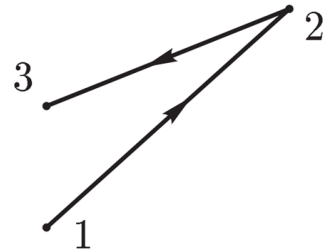
2. Шәйнектің S беттік ауданы қаншаға тең?

Бекасыл термометр арқылы бөлме температурасы $T_0 = 25^\circ\text{C}$ екенін өлшеді. Судың қайнау температурасы, $T_b = 100^\circ\text{C}$ оған белгілі. Бекасылдың физикалық түйсігі оған ас үйдегі ауа температурасын оның үлкен мөлшеріне байланысты тұрақты деп санауға болатындығын, ал шәйнек жылуды бетінен біркелкі беретінін айтты.

3. κ коэффициенті неге тең?

Есеп 5. Крабсбургер рецебі

Бір түні Максвелл Больцманның зертханасына жасырынып кіріп, бір моль гелийде (монатомды газ) орындалған $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ процесін бейнелейтін қолжазбаны тапты. Уақыт өте келе сия өшіп, p (қысым) және V (көлем) осьтерінің қайда орналасқанын көру мүмкін болмады. Дегенмен, қолжазба мәтінінен 1 және 3 нүктелері бір изохорада жатқаны, сонымен қатар $1 \rightarrow 2$ және $2 \rightarrow 3$ процестерінде газ көлемі ΔV өзгеретіні анықталды. Сонымен қатар, $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ процесінде гелийге берілетін жылу мөлшері нөлге тең екені айтылды. p (қысым) осінен қандай қашықтықта (көлем бірлігінде) изохораның 1 және 3 нүктелері арқылы өтетінін анықтаңыз.



Есеп 6. Бұршақ

Диаметрі $d_0 = 0.5$ мм болатын жаңбыр тамшылары жерге $v_0 = 2$ м/с жылдамдықпен құлайды. Бұршақ кезінде диаметрі $d = 5$ см болатын шартәріздес формадағы мұздың құлау жылдамдығын бағалаңыз. Мұздың тығыздығы судың тығыздығының 90% құрайды; ауаның кедергі күші жылдамдықтың квадратына тура пропорционал.

Шешім уақыты — 30 минут (14:30–15:00);

Капитандар раунды — 5 минут (14:55–15:00);

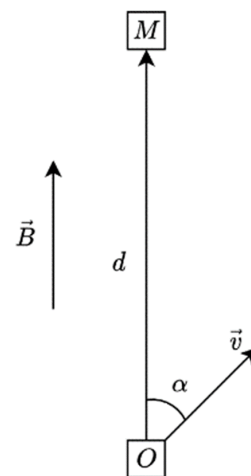
Ұсынылатын раунд уақыты — 10 минут;

Раундқа арналған уақыттың жоғарғы шегі — 15 минут;

Турдың аяқталу уақыты — 16:30 (GMT+5);

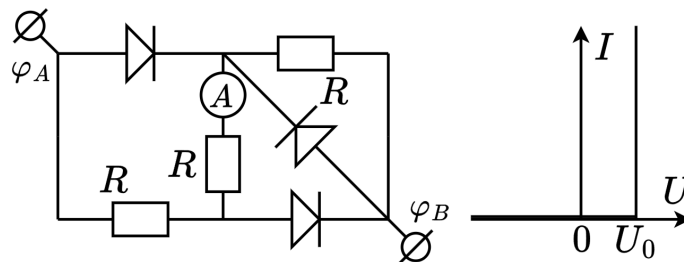
Есеп 1. Магнитты атысу

Заряды $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл және массасы $m = 9.11 \cdot 10^{-31}$ кг болатын электрондар шоғыры U потенциалдар айырымына дейін айдатылып, O нүктесінен индукциясы $B = 1.2$ Тл магнит өрісі бар аймаққа кіреді. Магнит өрісінің бағыты электрондардың бастапқы бағытымен $\alpha = 30^\circ$ бұрышын құрайды. Магнит өрісінің бағыты бойымен O нүктесіне $d = 1$ м қашықтықта M электрондар қабылдаушы орналасқан. U кернеуінің қандай мәндерінде электрондар қабылдаушыға жете алады? Кернеудің қандай максималды $U_{\max}$ мәнінде бұл мүмкін бола алады?



Есеп 2. Диодтық былық

Оң жақтағы суретте белгілі R кедергісі бірдей үш резистордан, үш идеалды емес диодтан және вольт-амперлік сипаттамасында U_0 ашу кернеуінің шамасы белгілі кернеуден құралған электр тізбегі көрсетілген. Амперметрдегі I_A ток күшінің клеммалардағы $\varphi_A - \varphi_B$ потенциалдар айырымының кең аралығында тәуелділігін табыңыз және барлық арнайы нүктелердің шамасын көрсетіп, графигін сызыңыз.



Есеп 3. Шимай

Дияр физика кабинетіне кіріп, маркер тақтада “APhV” жазбасын, сонымен қатар үстелдегі жинақтағыш линзаны байқайды. Ол оны қолына алып, өз алдына созып, тақтадан L қашықтықта тұрғанда, көздері мен линза арасындағы d қашықтығымен, L қашықтығын өзгерте отырып, линзаны арқылы қарай бастайды. Дияр тақтадан $L_{\max} = 50$ см қашықтықтан ары тұрмағанда, ол линзаны қандай арақашықтыққа қимылдатпаса да, “APhV” жазбасы аударылмайтынын байқайды. Линзаның фокустық қашықтығы F қандай болды? Диярдың көзі, линза, жазба әрқашан бір сызықта болады деп есептеңіз.

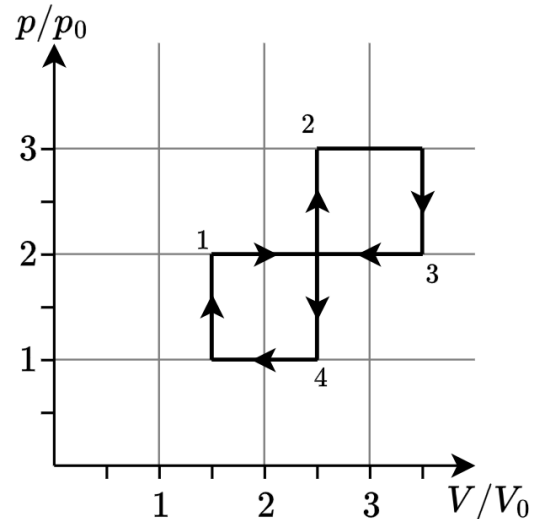
Есеп 4. Қар соқырлығы

Қарлы және шуақты күні физик сапарға шығуға шешті, алайда қар көзілдірігі мен күн кремін ұмытып кетіпті. Ол жол бойы тура күн бағытына қарай жүру керектігі жағдайды одан әрі ушықтырып жіберді. Күннің зиянды әсерін азайту үшін ол басын төмен салып, аяғына қарап жүруді шешті. Ол өзінің жағдайын қаншалықты жақсартқанын бағалаңыз. Күннің биіктігі 45° тең.

Ескерту: күннің әсері физиктің көзіне түсетін жарықтың қарқындылығына байланысты.

Есеп 5. Үш затқа шексіз қарауға болады: от жануы, су ағуы және осы процесстің жүруі

Антон біратомды идеал газбен суретте көрсетілген **1–2–3–4–1** процессті жүргізеді. Процесстің ПӘК-ін табыңыз.



Есеп 6. Сәтті барон

Барон Мюнхаузен өте шебер және сәтті атқыш ретінде танымал. Бір күні бәсекелестер оны алдауды ұйғарады. Олар оған зеңбірек беріп, шие сүйегіне тигізуін сұрады. Зеңбірек пен шие сүйегі бір горизонталь жазықтықта бір-бірінен $L = 1$ км қашықтықта орналасқан.

Мюнхаузен зеңбіректі $v = 150$ м/с жылдамдықпен атылып, параболалық траекториямен ұшып бара жатқан өзек нысанға тигіндей бағыттады. Алайда, бәсекелестер оғның құлағынан тепкен. Ядро шын мәнінде $v = 150$ м/с-дан сәл жоғары жылдамдықпен ұшып шықты және егер ол параболалық түрде ұшса, нысанның үстінен ұшып өтер еді. Бақытына орай, траекториясының ең биік нүктесінде зеңбірек оғы көгершінмен соқтығысты. Құспен соқтығыс өзекті нысанға тигізу үшін жеткілікті түрде баяулатты.

Ядроның құспен соқтығысуы толығымен серпімсіз деп алайық. Ауа кедергісін елемейіз. Көгершіннің массасын $m = 500$ г және ядроның массасын $M = 1$ кг деп есептеп, ядроның бастапқы жылдамдығын анықтаңдар. Ауырлық күшінің үдеуі $g = 10$ м/с².

Шешім уақыты — 45 минут (10:00–10:45);

Капитандар раунды — 5 минут (10:40–10:45);

Ұсынылатын раунд уақыты — 15 минут;

Раундқа арналған уақыттың жоғарғы шегі — 20 минут;

Турдың аяқталу уақыты — 12:30 (GMT+5);

Есеп 1. Американдық горка

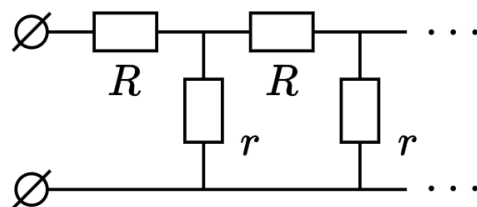
Американдық горкасының биіктік функциясы $H(x) = h \cos(\alpha x) + h_0$ сипатлады, мұнда α өлшемі м^{-1} . $x = 0$ нүктесінде арба жылдамдығы нөлге тең. Гравитациялық күшті елемей (яғни тыныштықта, жүктеме = 0) максималды жүктемені (g бірлікте) табыңыз.

Математикалық анықтама: $f(x)$ функциясының қисықтық радиусы келесідей анықталады

$$R = \frac{(1 + (f'(x))^2)^{3/2}}{|f''(x)|}.$$

Есеп 2. Электір тізбегі

Шексіз тізбек суретте көрсетілгендей кедергілері r и R болатын резисторлардан тұратын бірдей түйіндерден құралған. Клеммалар арасында берілетін кернеу U_0 .



1. Тізбектің толық кедергісін табыңыз.
2. Шексіз тізбектегі i -ші және $i + 1$ -ші түйіндрейінің арасындағы кернеуді анықтаңыз.
3. N -ші түйінде бөлінетін жылу қуатын анықтаңыз.

Есеп 3. Шыбық және моншақ

Ұзындығы L және массасы M біртекті шыбық тегіс жазықтықта тұр. Шыбыққа массасы m моншақ бекітілген. Бір сәтте моншақ соқтығысқа ұшырайды, содан кейін жүйе V_0 жылдамдықпен горизонтальды жүріп, құлай бастайды. Жерге түсу уақыты t . Таяқша мен моншақтың бастапқы қалыпқа қатысты горизонтальды жылжуын табыңыз. Соққы кезінде жүйенің орын ауыстыруын есептемеуге болады. Үйкеліс жоқ.

Есеп 4. Stone Ocean

Бастапқыда тек тығыздығы $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ болатын судан ғана тұратын аквариумге біртіндеп көлемі $V = 4 \text{ дм}^3$ -ге тең бірдей тастарды сала бастады. Әр салынған тастан кейін аквариумның орташа тығаздығының өзгерісін одан бұрынғы орташа тығыздықпен салыстырмалы түрде жазылып отырған болатын және төмендегідей мәліметтер кестесі алынды.

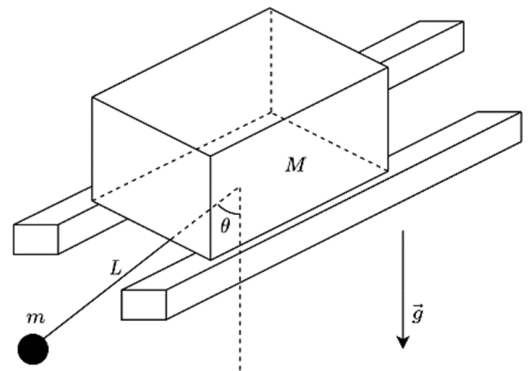
Тастардың саны, N	1	2	3	4	5
$\Delta\rho_{\text{av}}$, кг/м^3	100	80	90	90	90

ρ тастың тығыздығын, V_0 судың бастапқы көлемін және V_1 аквариумның сыйымдылығын анықтаңыз. $V_0 < V_1$ екені белгілі, ал судың арасында ешқандай

қоспалар мен басқа заттар жоқ. Есепте аквариумның бүкіл көлемін емес, ішіндегі (қоршаған ортадағы ауа оған жатпайды) отраша тығыздығының өлшенетініне назар аударыңыз.

Есеп 5. Сырғу

Оң жақтағы суретте массасы M болатын білеуше араларындағы үйкеліс коэффициенті $\mu = 0.2$ тең екі параллель рельсте орналасқан. Білеушенің астына рельстерге параллель жазықта тербеліс жасайтын $m = 0.2M$ массалы жүк жіппен ілініп қойылған. Жүкті тепе-теңдің қалпынан $\theta_0 = 90^\circ$ бұрышқа көтеріліп, жіберілген болатын. θ бұрышының қандай мәнінде білеуше рельс бойынша сырғанай бастайды? Үйкеліс коэффициентінің қандай мәнінде білеуше мүлдем сырғымайды?



Есеп 6. Э Аю, кондиционер қосып жіберші!

Ауа температурасы 25°C болатын қапырық кезінде Маша мен Аю өз бөлмелеріне салқындау үшін жаңа мінсіз кондиционер орнатқан еді. Бірнеше күннен кейін даладағы ауа температурасы 30°C -ға дейін көтерілді. Бөлме температурасын 20 градус деңгейінде ұстау үшін энергия тұтынуы неше есе артады?

Шешім уақыты — 45 минут (14:30–15:15);

Капитандар раунды — 5 минут (15:10–15:15);

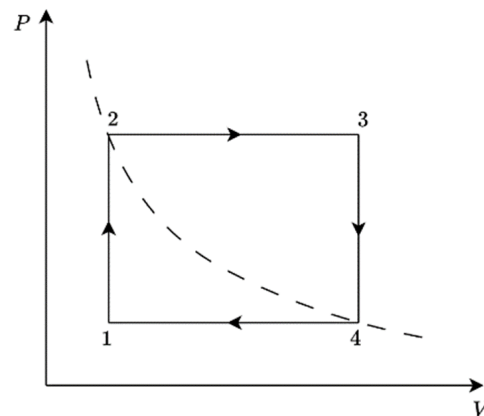
Ұсынылатын раунд уақыты — 15 минут;

Раундқа арналған уақыттың жоғарғы шегі — 20 минут;

Турдың аяқталу уақыты — 17:00 (GMT+5);

Есеп 1. Судың қайнауы

Оң жақтағы суретте бір атомды идеал газдың $\nu = 100$ молінен 1-2 және 3-4 екі изохорадан, 2-3 және 4-1 екі изобарадан құралған қысымның көлемнен тәуелділік PV -диаграммасы көрсетілген. 1 және 3 нүктелерінде газдың температурасы сәйкесінше $T_1 = 400$ К және $T_3 = 900$ К тең екендігі, ал 2 және 4 нүктелері T температуралы бір изотерманың бойында жататындығы белгілі. T температурасын анықтаңыз және осындай циклдің ПӘК-ін табыңыз.



Берліген циклде газ 100°C температурада қайнайтын, массасы $m = 100$ кг тең мұздатқыш рөлін атқаратын суға жылу береді. Судың меншікті булану жылуы $L = 2.26$ МДж/кг. Қанша N циклден кейін суды толықтай қайнатуға болады?

Есеп 2. Байқоңыр

Зымыран массасы M жұлдыздың айналасында радиусы r_0 шеңбер орбита бойымен айналады. Зымыран қозғалтқышы зымыранның жылдамдық векторын бір қуатты, лездік жарылыста $\Delta\vec{v}$ -ға өзгертеді. Жарылыстың бағыты ракетаның $\vec{v}$ жылдамдық векторымен θ бұрышын құрайды. N жарылыстың жанармай шығынын кеміту үшін $\Delta V = \sum_{i=1}^N |\Delta\vec{v}_i|$ мәнін азайту керек. Мұнда ΔV - зымыранның жылдамдық модулінің жалпы өзгерісі. Бір жарылыстан кейін зымыранның жылдамдық векторы бірден өзгереді деп есептеңіз.



1. Зымыран жұлдыздан (бастапқы айналмалы орбитасынан) шығуы керек деп есептейік. Егер зымыран қозғалтқышы бір жарылысқа қабілетті болса, жылдамдық модулінің минималды өзгерісі қандай? Қай бағытта жарылысты жіберу керек?
2. Енді зымыран бастапқы радиусы r_0 орбитасынан радиусы $r_1 > r_0$ шеңбер орбитаға өтуі керек. Зымыран қозғалтқышы бірнеше жарылысқа қабілетті болса, зымыран жылдамдығының ең кіші өзгерісі қандай?

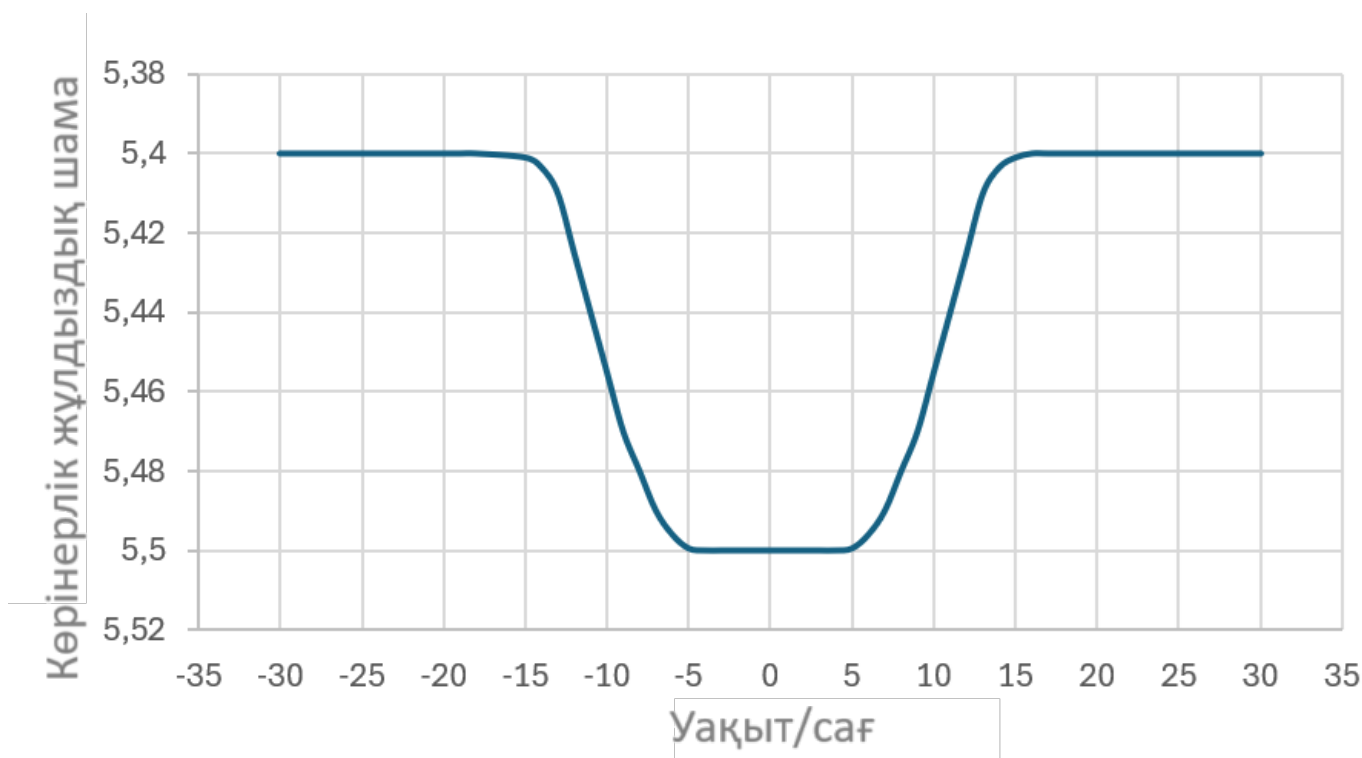
Есеп 3. “Нұрбол” семсерлесушісі

Ертеде өз заманының бір аты аңызға айналған, жеңілмейтін жауынгер «Нұрбол» болған. Оның шыдамдылығына барша адам қызығар еді сонымен қатар қол білезігінің күшіне ешкім жете алмайтын еді. Оның күші мен шабу техникасында жасырылған құпия бар еді, ал біз оны қазір сізге ашамыз. “Нұрбол” жас кезінде өте жақсы физик болғаны белгілі болды: ол адамның қолынан соққы нүктесіне дейінгі x қашықтықты есептеп, соққыда оның қолына түсетін кернеу минималды(шамамен нөл) болуы үшін дәлдейтін еді. Бұл дәлдеу оған көптеген шайқастарды жеңуге көмектесті. Ұзындығы L болатын біртекті тікбұрышты таяқша түріндегі қылыштың жеңілдетілген үлгісін қарастырайық. x неге тең?

Есеп 4. Қымыз

Алголь — Персей шоқжұдызындағы Алголь типтік жұлдыз жүйесі. Мұндай жүйенің басты ерекшелігі жұлдыз тұтылу барысында жалтырауының өзгеріп отыруы. Алгольді екі жұлдыздан тұрады деп қарастырайық, сонымен қатар А және В компоненталарының массасы $M_A = 1.76M_\odot$, $M_B = 0.7M_\odot$, ал радиустары R_A және R_B ($R_A < R_B$). Оң жақта В компонентасының А компонентасымен тұтылу кезіндегі жүйенің көрінерлік жұлдыздық шамасының уақыттан тәуелділігі көрсетілген. Жұлдызды шама m — аспан жалтырауының өлшемі және ол жарықтылықпен F келісідегідей байланысады: $m_1 - m_2 = -2.5 \log(F_1/F_2)$ (Жұлдыз неғұрлым жарық болса, жұлдыздық шама соғұрлым төмен). Жұлдыздардың радиусын Күннің радиусында және А компонентасының температурасын анықтаңыз. В компонентасының температурасы — $T_B = 4500$ К, жүйенің орбитасы шеңбер деп қарастырыңыз, жұлдыздардың арасындағы арақашықтық 2 а.б., сонымен қатар бақылау денелердің қозғалыс жазықтығында орын алған.

Анықтамалық деректер: $M_\odot = 2 \cdot 10^{30}$ кг, 1 а.е. = $1.5 \cdot 10^{11}$ м, $R_\odot = 7.0 \cdot 10^8$ м.



Есеп 5. Мынаулардың ауспалы тоқ па?

Сыйымдылығы C конденсатор, индуктивтілігі L катушка және айналамалы кернеуі $U(t) = U_0 \cos^3 \omega t$ болатын генератор тізбектей жалғанған. $\omega^2 LC = 1/12$ екені белгілі. Орныққан режимдегі конденсатордағы зарядтың максималды мәнін табыңыз.

Есеп 6. Айнаның арғы бетіндегі құбыр

Жазық өткізгіштің үстінде радиусы a және ұзындығы $s = 4nL$ болатын жіңішке зарядталған құбыр вертикаль ораналасқан. Құбырдағы зарядтар өткізгішке өтіп кетпейтіндей, оның соңы диэлектрикпен қапталған. Зарядтардың беттік тығыздығы келесі заңдылық бойынша таралған: $\sigma = \sigma_a \sin(\frac{\pi x}{2L})$, бұл жерде x құбырдың түбінен басталып саналады, ал σ_a тұрақты.

1. Құбырдың түбінен $x = L$ арақашықтығындағы құбырдың ортасындағы электр өрісін табыңыз.

Ендігәрі σ_a тұрақты емес және уақыт бойынша мына заңдылықпен өзгеріп отырады: $\sigma_a = \sigma_0 \cos(\omega t)$.

1. Құбырдың түбінен $x = L$ арақашықтығындағы құбырдың ішіндегі магнит өрісін табыңыз.

Шешім уақыты — 60 минут (15:30–16:30);

Капитандар раунды — 5 минут (16:20–16:30);

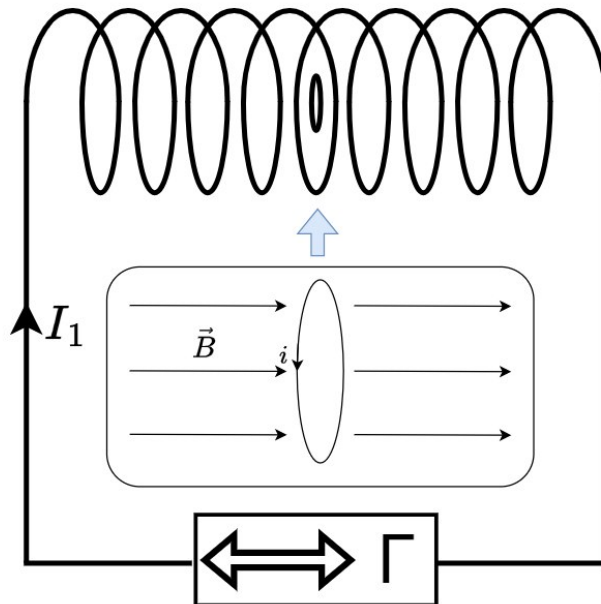
Ұсынылатын раунд уақыты — 15 минут;

Раундқа арналған уақыттың жоғарғы шегі — 20 минут;

Турдың аяқталу уақыты — 18:30 (GMT+5);

Есеп 1. Күтпеген бұрылыс

Ауданы S , массасы m болатын және бойымен i тұрақты тоғы ағатын шағын дөңгелек ұзындығы L болатын N орамды соленоидтың ішіне орналастырылған. Тәжірбиеші соленоидта тұрақты I_1 тоғын ұстап тұру үшін ерекше Γ генераторын қолданады, сонымен қатар бұл генератор кілтті басу арқылы тоқтың бағыты мен күшін I_2 ауыстыра алады. Тоқты дөңгелектің бастапқы орналасуы суретте көрсетілген. Тәжірбиеші дөңгелекті сәл итеріп жіберген соң, дөңгелек толық айналым жасай алатындай генераторды ауыстыру қажет



Ox осімен минимальді θ бұрышы болатын сәтті тапқысы келді. Тәжірбиешіге берілген есепті шығаруға көмектесе аласыз ба?

Есеп 2. SpaceX Dragon

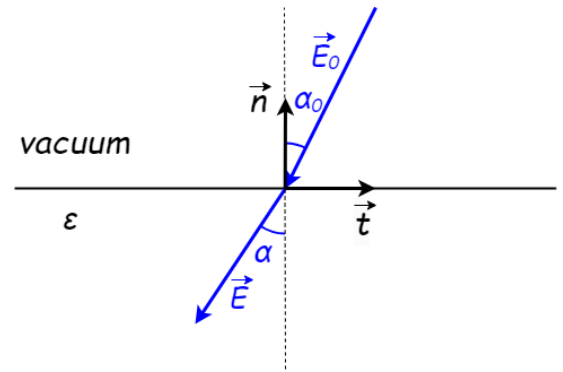
SpaceX Dragon ғарыш кемесі өз тапсырмасын бітіргеннен соң Жерге оралып келе жатыр. Атмосфераға кірген кезде оның сыртқы беті қатты қызуға ұшырайды. Жоғары температурадан қорғалу үшін екідеңгейлі жылулық қорғаныс қаптамасын қолданылады. Жылулық қорғаныс қаптамасының сыртқы қабаты қалыңдығы $d_{\text{PICA-X}} = 0.05$ м, жылуөткізгіштігі $\lambda_{\text{PICA-X}} = 0.1$ Вт/(м · К) болатын PICA-X (Phenolic Impregnated Carbon Ablator-X) материалынан тұрады. Ішкі қабаты қалыңдығы $d_{\text{aerogel}} = 0.03$ м, ал жылуөткізгіштігі температураға тәуелді және

$$\lambda_{\text{aerogel}}(T) = \lambda_0 (1 + \alpha(T - T_{\text{ref}})),$$

формуласымен сипатталатын аэрогельдан жасалған, бұл жердегі $\lambda_0 = 0.02$ Вт/(м · К), $\alpha = 0.001$ К⁻¹, $T_{\text{ref}} = 300$ К. Атмосфераға кірген кезде ғарыш кемесінің сыртқы бетіндегі температурасы $T_{\text{ext}} = 1200^\circ\text{C}$ құрайды, ал ракентаның ішіндегі температура $T_{\text{int}} = 25^\circ\text{C}$ деңгейінде ұсталады. Кеменің жылулық қорғаныс қаптамасының бүйір бетінің ауданы $S = 94.3$ м². Жылу алмасу тек кеменің бүйір бетінен өтеді деп санаңыз; кеме диаметрі $D \gg d_{\text{PICA-X}}$. Бірқалыпты жылу ағыны болатын жағдайдағы, сыртқы PICA-X және ішкі аэрогель шекарасындағы T_{mid} температурасын анықтаңыз.

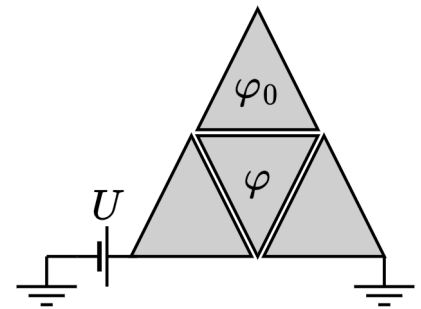
Есеп 3. Максвеллдік керіліс пен қысым

Электромагниттік өріс электромагниттік кернеу (керілу немесе қысым) тензорын тудырады. Белгілі бір бетке параллель электр өрісі осы бетке осы өрістің энергиясының тығыздығына тең беттік күшпен қысады. Ал бетке перпендикуляр бағытталған электр өрісі оны тура сондай күшпен тартады. Диэлектрлік өтімділігі ε болатын орта мен вакуум арасындағы шекара маңында электр өрісі бар. Вакуумда өріс E_0 тең және нормальға α_0 бұрышпен бағытталған. Суретте осы күштің екі құраушысын көрсетіңіз: тек вакуумдағы өрістен туындайтын $\vec{f}_0$ және тек екінші ортадағы өрістен туындайтын $\vec{f}$. Олардың модульдарын табыңыз. Екі орта арасындағы шекараға әсер ететін беттік күштің F_n нормаль және F_t тангенциаль құраушысын табыңыз.



Есеп 4. Үшбұрыш өткізгіштер

Үшбұрыш пішінін құраушы төрт табандары теңқабырғалы үшбұрыш болатын айтарлықтай шексіз ұзын өткізгіштер арасында кіші ауаға толы аралық бар. Бастапқы кезде өткізгіштер зарядталмаған болды, алайда суретте көрсетілгендей біреуіне U кернеуін жалғап, ал екіншісін жерлендірді. Жоғарғы және ортаңғы өткізгіштердің сәйкесінше φ_0 мен φ потенциалдарының мәнін анықтаңыз.



Есеп 5. Мінсіз “бокал”

Радиусы R қуыс шардан горизонталь жазықтық бойымен биіктігі h сегмент кесті де пайда болған екі бөлікті орындарымен ауыстырып екі сегменттің жанасу нүктесін қосады — дәл солай бокал пайда болады. Оның массалар центрін анықтаңыз.

Есеп 6. Дэйв

Гитаристер өздерінің ойнауын безендіру үшін көбінесе «иілу» деп те аталатын «жақшаларды» пайдаланады. Жіпті жоғары немесе төмен тарту арқылы жіптің дыбысын өзгертуге болады.

Көлденең жолды ескере отырып, оның ұзаруы оның ұзындығының $\alpha = 7.2 \cdot 10^{-3}$ болатындай етіп созылады. Жолдың негізгі діріл жиілігі $\nu_0 = 660$ Гц (әдетте бұл стандартты бапталған гитараның 12-ші жиегіндегі қысқышқа сәйкес келеді). Егер оның бір ұшы жолдың бастапқы ұзындығының $\eta = 6 \cdot 10^{-2}$ тең аз қашықтыққа тартылса, жол дыбысының ν жиілігін табыңыз. Жол Гук заңына бағынады және оның көлденең қимасының ауданы тұрақты болып қалады деп болжауға болады. Жолдағы бұзылулардың таралу жылдамдығы



$$c = \sqrt{\frac{T}{\delta}},$$

-ға тең, мұндағы T - жолдағы кернеу күші, δ жолдың сызықтық тығыздығы. $z \ll 1$ үшін $(1 + z)^n \approx 1 + nx$ жуықтауын пайдалануға болады.

Шешім уақыты — 60 минут (10:00–11:00);

Капитандар раунды — 5 минут (10:50–11:00);

Ұсынылатын раунд уақыты — 20 минут;

Раундқа арналған уақыттың жоғарғы шегі — 25 минут;

Турдың аяқталу уақыты — 13:30 (GMT+5);

Есеп 1. Судағы сырық

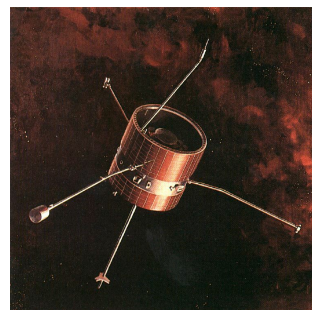
Тығыздығы ρ_0 , ал тереңдігі тұрақты және h -қа тең болатын су қоймасына бір шеті динамометрге ілінген сырықты батыра бастады. Сырық біртекті, тығыздығы ρ және көлденең қимасы елеместей аз. Бастапқыда динамометрдің көрсеткіші F_0 . Суға бату барысында динамометр ілінген сырықтың жоғарғы беті түсетін x биіктігі (сырықтың аяқ жағы судың бетіне енді тиген кездегі сырықтың жоғарғы ұшына қатысты) өлшенсін. Жүйенің әртүрлі параметрлерінде $F(x)$ тәуелділігін әр этапта нақты анықтаңыз, ерекше нүктелердің мәндерін көрсете отырып, графигін салыңыз.

Есеп 2. Геоид

Жердің полярлық радиусы $R_p = 6357$ км, ал экваторға қарай жылжыған сайын бұл мән күнделікті айналымға байланысты артады. Солтүстік полюс үстіндегі h биіктігінің қарастырылып отырған нүктедегі θ ендікке тәуелділігін есептеңіз (экватор 0° ; Солтүстік полюс 90°) және оның максималды мәнін сандық түрде есептеңіз. Жер бетінде $g = 9,8$ м/с²

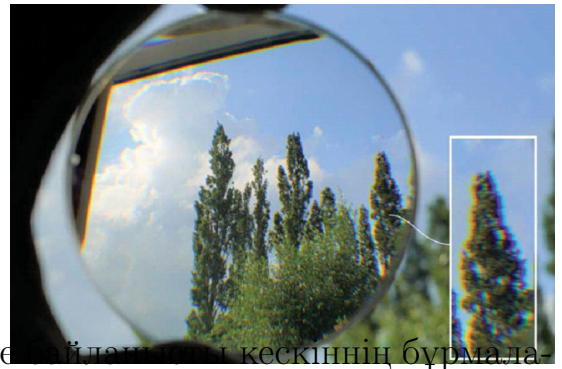
Есеп 3. Pioneer 6

Pioneer 6 – 1965 жылы перигелиі $r_{\min} = 0.814$ а.б. және апогелиі $r_{\max} = 0.985$ а.б. болатын гелиоцентрлік орбитаға ұшырылып әлі де жұмыс істеп тұрған ғарыш кемесі Күнді $T = 311.3$ күн-де айналып өтеді. Пионердің негізгі модулінің диаметрі $d = 0.94$ м және биіктігі $h = 0.81$ м. Бір айналым периодында Пионердің бүйір бетін толығымен жабатын күн панельдері қанша Джоуль энергия алатынын есептеңіз. Күн жер бетінен Зенитте болғанда (оның орбиталық радиусы $r_E = 1$ а.б. = $1.5 \cdot 10^{11}$ м) бірлік ауданға келетін сәулелену қуаты $W_0 = 1400$ Вт/м²-қа тең болған. Пионер осі әрқашан оның орбиталық жазықтығына перпендикуляр деп есептеңіз; Доплер әсері ескерілмейді.

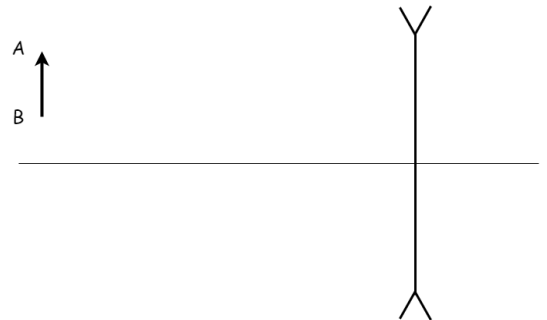


Есеп 4. Хроматикалық аберрация

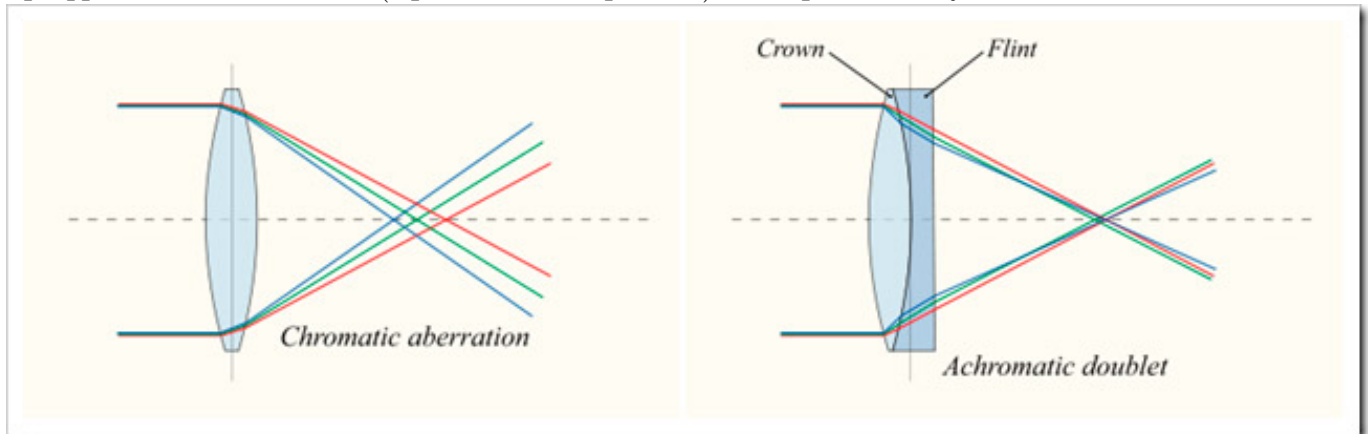
Көзілдірік киетін адамдар көбінесе кейбір нысандарды (мысалы, ақ шамдарды) қараған кезде осы нысандардың шеттерінде түрлі - түсті контурлар пайда болатынын байқауы мүмкін: бір жағынан қызыл контур, екінші жағынан көк. Хроматикалық аберрация дегеніміз линзаның немесе линзаның сыну көрсеткішінің түскен жарықтың толқын ұзындығына тәуелділігіне нұйы.



1. Беттік радиустары $R_1 = 0.75$ м және $R_2 = 1.50$ м болатын шашыратқыш линза берілген, сонымен қатар $A(-1; 0.4)$, $B(-1; 0.2)$ нүктелерінің координаттары(метр) берілген. Қызыл және көк жарықтың сыну көрсеткіштері сәйкесінше $n_R = 1.51$ және $n_B = 1.53$. Бір сурет ішінде АВ нәрсенің қызыл мен көк түс үшін кескіндерін құрыңыз. Екі түстің А мен В нүктелерінің линзаның ортасына қатысты координаталарын табыңыз. А мен В нүктесінің орташа координаталарын анықтаңыз. Қызыл мен көк сұлбардың қалыңдығын анықтаңыз.



Хроматикалық аберрация сыну көрсеткіштері мен фокустық арақашықтықтары әртүрлі екі линзаның (крона және флинт) қатар қолдануымен шешіледі.



Сыну көрсеткішінің толқын ұзындығынан тәуелділігі аз болғандықтан, төмендегі формуланы қолданғанға болады

$$\frac{\delta F}{F} = -\frac{\delta n}{n-1} = \frac{1}{\nu},$$

бұл жердегі $\delta n = n_C - n_F$ - толқын ұзындықтары $\lambda_C = 656,3$ нм мен $\lambda_F = 486.1$ нм спектрдің жасыл бөлігінің екі шетінде жатқан екі толқынның сыну көрсеткіштерінің айырмасы; n - бұл заттың орташа сыну көрсеткіші; δF - сол екі толқындардың фокус аралықтарының айырымы; $\nu = (n-1)/(n_F - n_C)$ - дисперсия көрсеткіші, ол кестелік шама және заттың түріне тәуелді.

2. Пациенттің көру қабілетін жөндеу үшін оптикалық күші $D = -3.00$ дптр болатын көзілдіріктер керек. Біреуі K14 ($\nu_1 = 60.6$), ал екіншісі Ф8 ($\nu_2 = 35.6$) шыны-

ларынан жасалатын екі линзадан хроматикалық аберацияға ұшырамайтын линзаны құру керек. Бұл линзалардың D_1 мен D_2 оптикалық күштерін анықтаңыз.

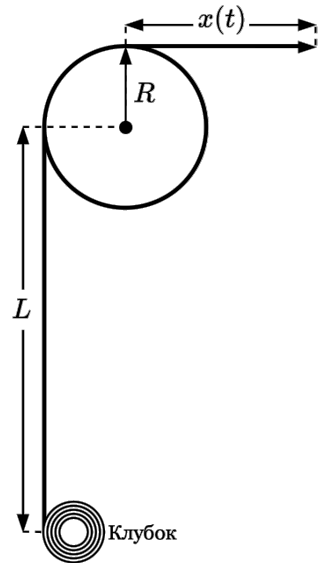
Есеп 5. Қызық жіп

Жүйе радиусы R тегіс бекітілген блоктан және массивті және қозғалмай тұрған біртекті ұзын жіптің орамынан тұрады. Жүйе суретте көрстелген және горизонталь жазықтықта орналасқан. Блок пен орамның арақашықтығы L . Жіптің шетін өткен жолдың уақыттан тәуелділігі төмендегідей болатындай тарта бастайды

$$x(t) = A \exp(\alpha t) - A.$$

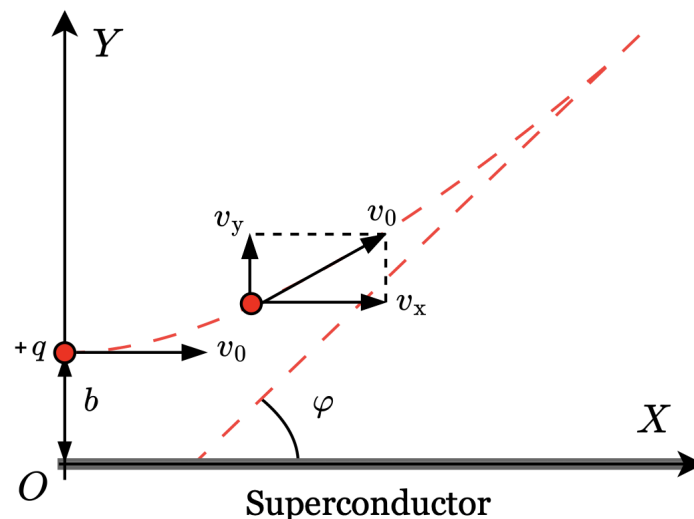
$R \ll L$ және $\alpha > 0$ деп санаңыздар.

1. Қанша уақыттан кейін жіп блоктың бетінен ажырайды?
2. Блоктан ажырау сәтінде жіптің шеті қандай арақашықтықты өтеді?



Есеп 6. Зарядтың асқынөткізгіштік жазықтықтың үстінен ұшуы

Массасы m болатын q заряд бастапқыда асқын өткізгіш жазықтықтан b қашықтықта орналасқан. Зарядқа жазықтыққа параллель бағытталған бастапқы v_0 жылдамдығы беріледі. Зарядтың шексіздікте қандай φ бұрышпен ауытқитынын табыңыз. Бұл мәселе үшін электростатикалық күшті елемейіз.



Шешім уақыты — 180 минут (10:00–13:00);

Капитандар раунды — 15 минут (13:40–13:55);

Ұсынылатын раунд уақыты — ∞ минут;

Раундқа арналған уақыттың жоғарғы шегі — ∞ минут;

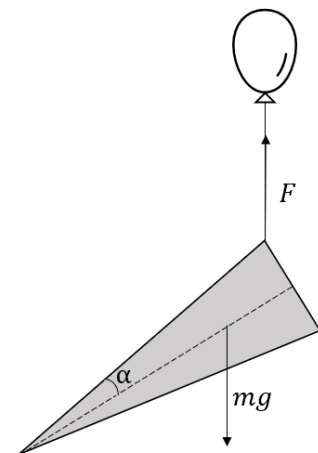
Турдың аяқталу уақыты — 16:40 (GMT+5) (optional);

Есеп 1. Шардың ары-бері движнягы

F тартқыш күшті шарды массасы m , жарты бұрышы α және биіктігі h болатын теңбүйірлі үшбұрышқа бекітіп қойған. Жүйенің тербеліс периодын табыңыз. Тербеліс орын ала алу үшін F қандай мәндерді қабылдау керек?

Есеп 2. Сопрано

Атмосфералық қысымда және бөлме температурасында 1100 Гц жиілігі бар дыбыс таралатын қашықтықты есептеңіз. Дыбыстың өшуі тек жылу өткізгіштікке байланысты, ал оның таралуы біртекті деп есептейік. Ауадағы жылу өткізгіштік $T = 293 \text{ K}$ $\kappa = 0,0259 \text{ В}/(\text{м} \cdot \text{K})$ тең.



Есеп 3. Wiggle, wiggle, wiggle

Өлшемдері $L \times a \times b$ ($L \gg a \gg b$) болатын параллелепипед пішінді сызғыш асты бекітіліп, тік орнатылған. Оның үстінгі ұшын горизонталь және a еніне перпендикуляр бағытта сәл итеріп жіберген болатын. Сызғыштың шағын тербелістерінің ω циклдік жиілігін табыңыз. Юнг модулі E және сызғыштың тығыздығы ρ белгілі.

Есеп 4. Өлім жұлдызы

Американдық СКБ бағдарламасы (Стратегиялық қорғаныс бастамасы) қысқа және кең соленоидтан жасалған ғарыштық мылтықты қарастырды. Соленоидтың осі бойымен магнит өрісі арқылы итерілетін шағын асқын өткізгіш шарларды оның ортасына орналастырады. Соленоидтың ұзындығы оның радиусынан R әлдеқайда аз болғандықтан, соленоидты сақина ретінде қарастыруға болады. Соленоидтың магнит индукциясы соленоид осінің бойымен оның центрінен өлшенген z координатасына тәуелді және келесі теңдеуіне тең:

$$B_z = \frac{B_0 R^3}{(R^2 + z^2)^{3/2}},$$

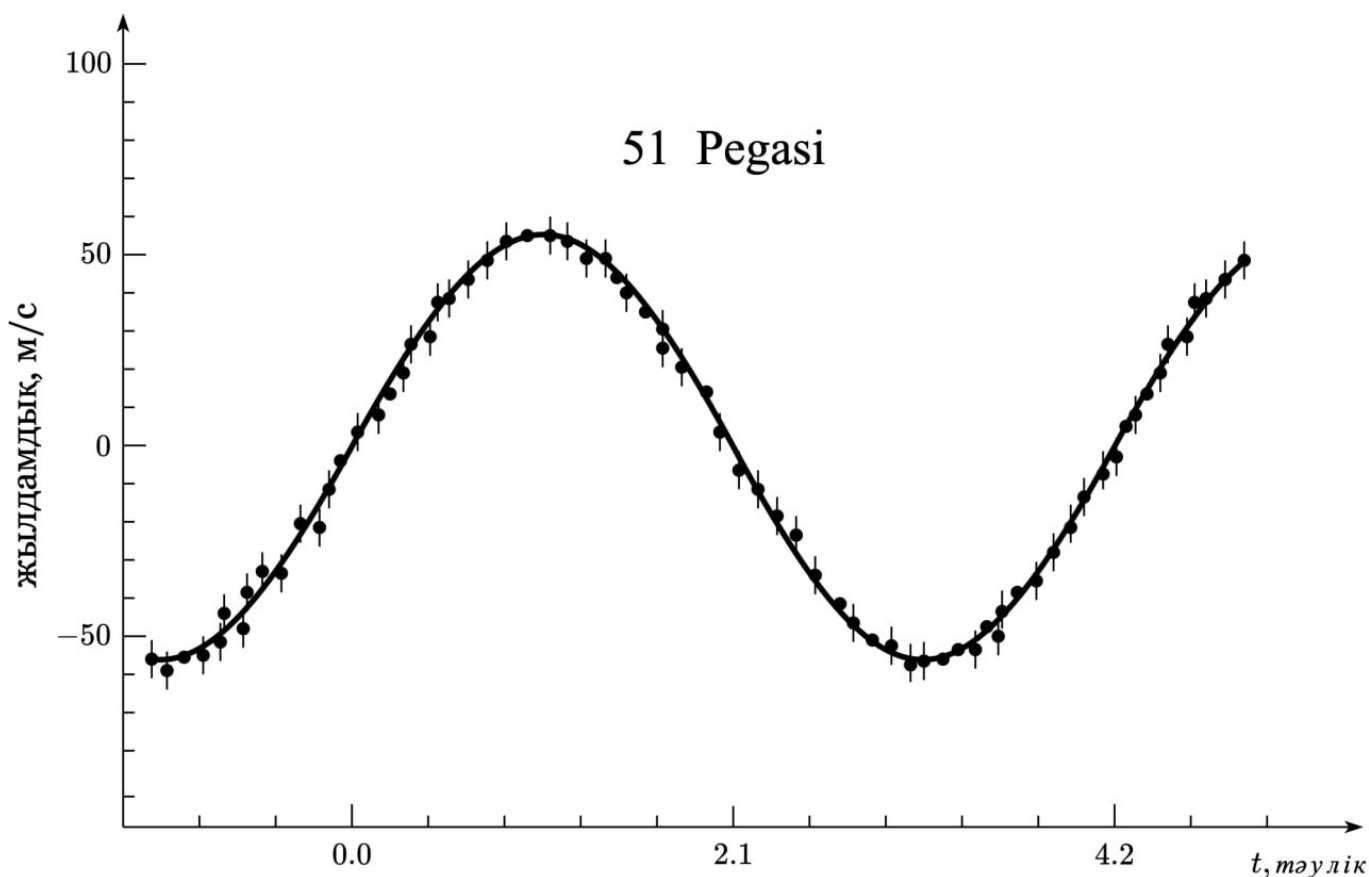
онда $B_0 = 1 \text{ Тл}$, ал $R = 0.5 \text{ м}$. Тығыздығы $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ болатын шардың максималды удеуін және максималды жылдамдығын табыңыз. Магниттік тұрақты $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$. Анықтама: Магнит өрісі асқын өткізгіш шарға кірмейтіндіктен, шардың шекарасындағы магнит өрісінің жалпы нормаль проекциясы нөлге тең болуы керек. Бұл шартты орындау үшін шардың ортасында магниттік диполь пайда болады деп елестетуге болады

Магниттік диполь үшін магниттік индукция формуласы:

$$\vec{B}_m = \frac{3\mu_0(\vec{p}_m \cdot \vec{r})\vec{r}}{4\pi r^5} - \frac{\mu_0 \vec{p}_m}{4\pi r^3}.$$

Есеп 5. 51-зона

Пегас шоқжұлдызындағы 51-жұлдыз негізінде Күнге егіздей ұқсас жұлдыз. Оның оптикалық спектрлерін зерттеу $u = u_0 \sin(2\pi t/T)$ заңы бойынша жұлдыз жылдамдығының тұрақты өзгеруін көрсетті (суретте көрсетілгендей тұтас сызық). Сәулелендірудің бұл уақытша ауытқулары оның айналасында әлдеқайда жеңіл планетаның айналуына байланысты деп болжайды. Планета қандай траекториямен қозғалады және оның массасы қандай болуы керек? Бақылау жұлдыз-планета жүйесінің қозғалыс жазықтығында жүргізіледі деп және Күннің массасы $M = 2 \cdot 10^{30}$ кг деп санаңыз.

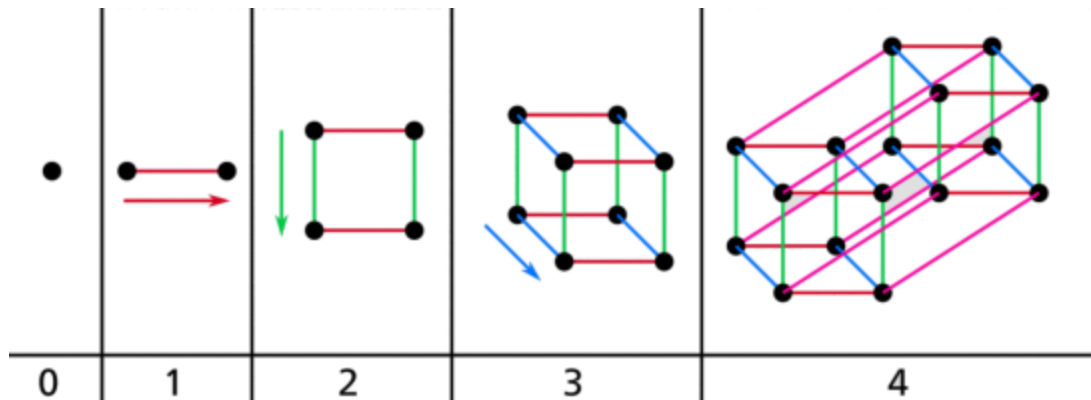


Есеп 6. Жабайы Ильяс

Бірде Илияс түсінде өзге ғаламшар тұрғындарын көрді. Түсінде келімсектер оны басқа кеңістікке алып кетті. Бастапқыда ол өзін 4 өлшемді кеңістікте тапты. Әрі қарай жүрудің жалғыз жолы - - - шарты осындай мәселені шешу болды: Әрбір жиектің кедергісі дәл 1 Ом болса, оның ең алыс екі шыңы* арасындағы 4 өлшемді сым текшесінің (тессеракт) кедергісін табыңыз. Оны шешкеннен кейін Илияс өзін 5 өлшемді кеңістікте тапты және оған осыған ұқсас тапсырма ұсынылды. Ол әрі қарай жүрді және арманнан шығудың жалғыз жолы осы мәселені жалпы түрде шешу болатынын түсінді. Илияс оянуға көмектесіңіз, яғни әрбір жиектің кедергісі 1 ом болса, оның ең алыс екі шыңы арасындағы n -өлшемді сым текшесінің кедергісін табыңыз.

* n -өлшемді текшедегі ең алыс нүктелердің мағынасы, бір-бірінің арасындағы ең аз қашықтық берілген n -өлшемді текшенің кез келген екі нүктесінің арасындағы ең үлкен ең кіші қашықтық болатын осындай екі нүктені білдіреді.

Кеңес: 2, 3 және 4 өлшемді текшеге ұқсас есепті шығарып, қатынасын тауып көріңіз. n өлшемді гиперкубта 2^n шыңдары бар, олардың әрқайсысында n көршілері бар. n -өлшемді текшені шығару үшін төмендегі алғашқы 4 өлшемге көрсетілгендей екі $n - 1$ өлшемді текшенің сәйкес шыңдарын қосу керек.



Шешім уақыты — 180 минут (11:00–14:00);

Капитандар раунды — 15 минут (15:00–15:15);

Ұсынылатын раунд уақыты — ∞ минут;

Раундқа арналған уақыттың жоғарғы шегі — ∞ минут;

Турдың аяқталу уақыты — 17:30 (GMT+5) (optional);