

**29. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (29. април 2023)**

III РАЗРЕД

1. Хомогено наелектрисани (шупаљ) цилиндар густине површинског наелектрисања σ ротира угаоном брзином ω . Уколико је његов полупречник r и дужина l , одредити: а) Магнетну индукцију у цилиндру. б) Нека је унутрашњост цилиндра испуњена идеалним гасом (цилиндар и даље ротира). Одредити температуру једног мола овог гаса. Могуће је да ће вам бити потребне неке од фундаменталних константи: $\epsilon_0, \mu_0, R, k_B$. Помоћ: Густина енергије магнетног поља (магнетни притисак) је: $w = \frac{B^2}{2\mu_0}$. Шупљи цилиндар моделовати као густо пакован соленоид са N навојака.

2. Тијело је испаљено са дна стрме равни угла ϕ под углом θ . Одредити удаљеност између другог и трећег контакта са стрмом равни. Притом удаљеност почетне тачке и другог контакта износи d (ово је непозната величина). Претпоставити да су судари еластични и да нема губитака енергије као и да је стрма раван довољно велика да се сви судари могу десити. Позната је почетна брзина тијела v_0 и гравитационо убрзање g .

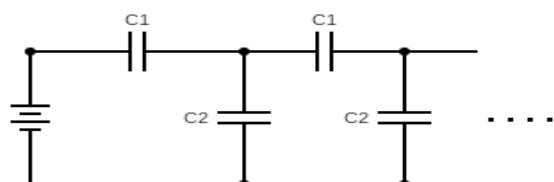
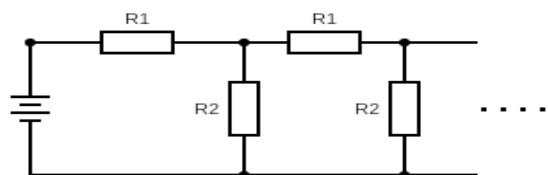
3. Раван монохроматски талас пада на дијафрагму са два уска прореза чија је удаљеност $d = 2mm$. На екрану који је удаљен $D = 1m$ од дијафрагме формира се интерференциона слика. На који начин и за колико ће се помјерити дифракциона слика уколико ставимо плочицу од топаза дебљине $t = 12\mu m$ на горњи прорез? Индекс преламања топаза је 1.62.

4. а) У бесконачном електричном колу сачињеном од отпроника наћи електромоторну силу ако је струја која пролази кроз њу износи I . (Слика 4)

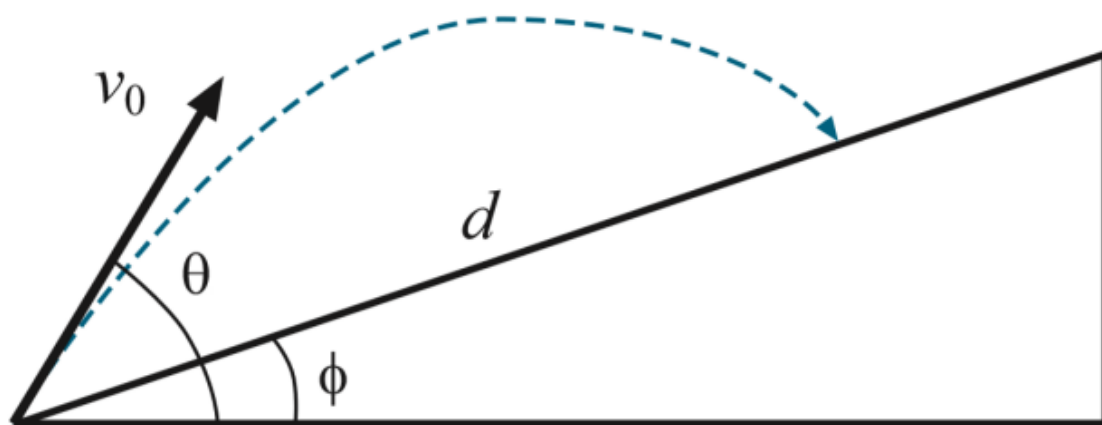
б) У бесконачном колу кондензатора капацитета наћи наелектрисање у колу такво да је електромоторна сила иста као из првог дијела задатка. У овом дијелу задатка узмите да је $R_1/R_2 = C_1/C_2 = \gamma$. (Слика 4)

5. Позната парадигма са краја деветнаестог вијека јесте одређивање масе и наелектрисања електрона. У овом задатку ћемо из експерименталних узорака одредити однос ове двије величине. Прво се електрони убрзавају напоном, и затим долазе у регион гдје постоји хомогено магнетно поље са одређеним гасом. Испоставља се да је ова енергија довољна да се гас ексцитује те да се полупречник путање електрона може видјети голим оком. У табели су вам дате вриједности полупречника електрона при одређеним вриједностима напона. Ваш задатак је да одредите однос e/m . Анализа грешака није потребна у овом задатку. Магнетно поље је: $B = 0.8mT$.

r (mm)	35	38	40	44	46
U (V)	125	145.5	157.2	169	184



Слике уз задатак 4



Слика уз задатак 2

Задатке припремио: Драган Марковић, ФФ Београд
 Рецензент: Проф. др Милан Пантић, ПМФ Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА III РАЗРЕД

1. Идеја задатка је да цилиндар посматрамо као густо напаковани соленоид са N навојака. Дакле, флукс кроз завојницу је: $\Phi = BS = NLI$. Идуктивитет завојнице са је: $L = \frac{\mu_0 N^2 S}{l}$. Сада треба да нађемо струју која тече кроз завојницу. Прво, наелектрисање на једном навојку је: $Q = 2\pi\sigma l r = \frac{2\pi\sigma l}{N} r$. Одавде је јединично наелектрисање по углу дато са: $\Delta q = \frac{\sigma l}{N} r \Delta\theta$. Струја која тече је иста у цијелом калему и износи: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\Delta\theta \sigma l}{\Delta t N} r = \frac{\sigma l}{N} r \omega$. Заједно са горњим једначинама се добија $B = \mu_0 \sigma r \omega$. Једначина идеалног гаса је $pV = RT$. Запремина је позната и износи: $V = l r^2 \pi$. Још је остало да одредимо притисак. Како знамо магнетно поље и оно је константно, знамо и густину енергије која представља магнетни притисак идеалног гаса: $p = w = \frac{B^2}{2\mu_0}$. Након сређивања добија се: $T = \frac{\pi\mu_0 l r^4 \sigma^2 \omega^2}{2R}$.

2. Једначине кретања дуж оса: $x = v_0 t \cos \theta$, ; $y = v_0 t \sin \theta - 1/2gt^2$. Комбинацијом ових једначина може се добити зависност: $y = x \tan \theta - gx^2/(2v_0^2 \cos^2 \theta)$. У тачки удара важи: $y = (\tan \phi)x$. Комбиновањем ових израза налазимо $x = 2v_0^2 \cos^2 \theta (\tan \theta - \tan \phi) \frac{1}{g}$, тако да се добија: $d = 2v_0^2 \cos^2 \theta (\tan \theta - \tan \phi) \frac{1}{g \cos \phi}$. За сљедећи удар тијела о струму раван потребно је мало геометрије. Нека је угао који брзина тијела заклапа са x -осом β , док је угао између нормале на струму раван и правца брзине α . Тада добијамо да је $\phi + \beta + \alpha = \frac{\pi}{2}$. Исто тако је: $\beta + 2\alpha + \theta' = \pi$. Сада рјешавамо еквивалентан проблем али са промијењеним параметрима $v'_0 = v_0 \cos \theta / \cos \beta$ и $\theta' = 2\phi + \beta$, гдје је $\tan \beta = \tan \theta - 2 \tan \phi$. Дакле, $d' = d = 2v_0^2 \cos^2 \theta' (\tan \theta' - \tan \phi) \frac{1}{g \cos \phi}$. Угао β се добија као $tg\beta = \frac{-v_y(d)}{v_x} = tg \theta - 2tg \phi$.

3. У првом случају важи уобичајени услов за појављивање дифракционих максимума: $\Delta r = r_2 - r_1 = d \sin \theta = k\lambda$. За други случај треба нам разлика путева сада када имамо плочицу од топаза. Како је плочица мала можемо занемарити преламање тј. додатни оптички пут је само nt . $\Delta r' = r_2' - (r_1' - t + nt) = d \sin \theta' - (n - 1)t = k\lambda$. Како је $\sin \theta = h/D$, $\sin \theta' = h'/D$, комбиновањем ових једначина се добија $\Delta h = h' - h = \frac{D}{a}(n - 1)t = 3.72mm$. , тј интерференциони максимуми су помјерени на горе и то сваки за Δh .

4. Први корак је да идентификујемо крај кола као R што представља еквивалентни отпор кола . Одатле имамо једну паралелну и једну редну везу која нас доводи до једначине: $R^2 - RR_1 - R_1R_2 = 0$. Њена рјешења су: $R = \frac{R_1}{2} (1 \pm \sqrt{1 + \frac{4R_1}{R_2}})$. Негативан знак мора да се одбаци јер је ово рјешење нефизичко (негативан отпор значи да се енергија креира ни из чега што није могуће). Дакле, $\epsilon = \frac{IR_1}{2} (1 + \sqrt{1 + \frac{4R_1}{R_2}})$. За дио под б) потпуно еквивалентно, само сада радимо са другачијим законом сабирања. Једначина која се добија је: $C^2 + CC_2 - C_1C_2 = 0$, чији корени су: $C = \frac{C_2}{2} (\pm \sqrt{1 + \frac{4C_1}{C_2}} - 1)$. Поново морамо узети позитиван знак. Наелектрисање је $q = C\epsilon = IR_1C_2\gamma$.

5. Када се електрони убрзавају разликом потенцијала из закона одржања енергије важи: $\frac{mv^2}{2} = eV$. Након што су достигли максималну брзину у региону гдје је хомогено магнетно поље добија они круже уз услов: $\frac{mv^2}{R} = evB$. Како нам је дат полупречник и магнетно поље,

желимо да добијемо комбинацију ових вриједности како бисмо их могли нанијети на график. Комбинацијом горњих једначина се добија зависност r^2 од V : $r^2 = \frac{2V}{B^2(e/m)}$. Дакле наша x оса је V а y оса је r^2 . Тражени график је дат на слици доле. Коefицијент правца је $a = 1.6 * 10^{-5} m^2/V$, одакле добијамо: $(e/m) = 2 * 10^{11} \frac{C}{kg}$.

