

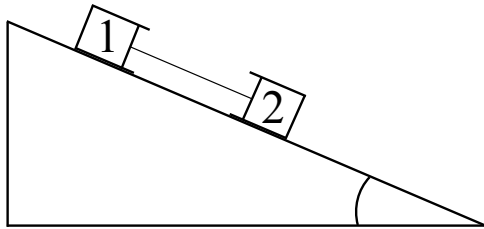
XXXVII САВЕЗНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2001/2002. ГОДИНЕ

Нови Сад, 31. мај – 2. јун 2002. године

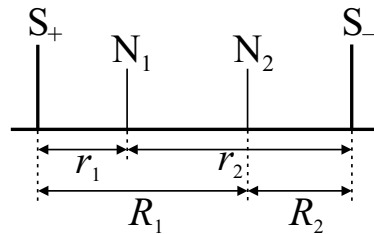
Теоријски задаци за II разред

1. Изведите формулу за брзину звука v у идеалном гасу, ако је познато да она зависи само од притиска p и густине ρ гаса, као и да се у формули јављају само бездимензионе константе. Зашто је брзина звука при истим условима мања у кисеонику него у азоту? Знајући да при нормалним условима ($p = 101325 \text{ Pa}$, $T = 273.15 \text{ K}$) брзина звука у кисеонику износи $v_O = 313 \text{ m/s}$, а у азоту $v_N = 334 \text{ m/s}$, одредите све константе које постоје у формули. Моларна маса кисеоника је $M_O = 16 \text{ g/mol}$, а азота $M_N = 14 \text{ g/mol}$. Кисеоник и азот можете сматрати идеалним двоатомским гасовима. (10 п.)
2. Плочасти кондензатор испуњен је еластичним диелектриком чија је релативна промена дужине (линеарна стишљивост) $\Delta d/d_0$ у правцу у којем на њега делује притисак p дата са $\Delta d/d_0 = -kp$. Овде је Δd промена дебљине слоја диелектрика услед деловања притиска p , d_0 је почетна дебљина слоја, а константа $k = 1.6 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}^{-1}$. Познато је да релативна диелектрична пропустљивост диелектрика ε_r зависи од притиска на следећи начин: $\varepsilon_r(p) = \varepsilon_r(0)(1 + ap)$, где је $\varepsilon_r(0) = 4$, а a је константа. Када је напон на плочама кондензатора једнак нули, размак између плоча је $d_0 = 2 \text{ mm}$, а када напон порасте на $U = 5 \text{ kV}$, растојање између плоча смањи се за $\delta = 2\%$. Нађите константу a и релативну промену капацитета кондензатора $\Delta C/C_0$ при промени напона на плочама кондензатора од нуле до 5 kV . Диелектрична пропустљивост вакуума износи $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$. (17 п.)
3. На крајевима једног од пречника танке и непроводне сфере у вакууму налазе се два веома мала отвора. Сфера има полупречник R , масу m и хомогено је наелектрисана наелектрисањем $Q > 0$. У почетном тренутку сфера мирује, а по правој која спаја отворе према сфери крене из бесконачности брзином интензитета u материјална тачка масе m и наелектрисања $q > 0$. Под којим условом ће материјална тачка проћи кроз сферу? Ако је тај услов испуњен, израчунајте време T потребно за пролазак материјалне тачке кроз сферу. Занемарите све друге интеракције сем Кулонове. Претпоставите да се оба тела крећу нерелативистичким брзинама и да је енергија која се губи на зрачење услед убрзаног кретања занемарљива. (10 п.)
4. Два суда, затворена клиповима једнаких површина S који могу да клизе без трења по њиховој унутрашњости, повезана су неистегљивим концем занемарљиве масе и налазе се на стрмој равни угла $\alpha = 60^\circ$ (слика 1). Маса сваког од судова (заједно са одговарајућим клипом и гасом у суду) износи m . У суду 1 налази се хелијум, а у суду 2 водоник. У почетном тренутку оба суда и њихови клипови мирују у односу на стрму раван, а конач није затегнут. Након тога судови почну да клизе низ стрму раван, при чему су коефицијенти трења клизања судова 1 и 2 редом $\mu_1 = 0.80$ и $\mu_2 = 0.40$. Након довољно дугог времена систем долази у динамичку равнотежу: оба суда клизе низ стрму раван са једнаким константним убрзањем и конач је затегнут. Ако су почетне температуре у оба суда биле једнаке, нађите однос температура T_1/T_2 у суду 1 и 2 пошто се успостави динамичка равнотежа. Колики би био тај однос да је у првом суду уместо хелијума био кисеоник? Атмосферски притисак износи $p_0 = mg/4S$, а судови и клипови су направљени од материјала који не проводи топлоту. Све гасове можете сматрати идеалним. (15 п.)

5. Мерење специфичног отпора представља један од најважнијих геофизичких метода за истраживање структуре земљишта. На слици 2 приказан је поједностављен уређај за мерење специфичног отпора земљишта. S_+ и S_- су струјне електроде, забодене у земљу, на које је прикључен струјни извор који даје једносмерну струју јачине I . Напонске електроде N_1 и N_2 су забодене у земљиште између струјних електрода и прикључене су на волтметар који мери напон U на њима. Ако су електроде постављене у Wenner-ову конфигурацију, односно $r_1 = R_2 = a$ и $r_2 = R_1 = 2a$, изведите формулу за специфичан отпор земљишта ρ у функцији од јачине струје I , напона U и растојања a . За мерење у коме је $I = 2.5\text{ A}$, $U = 20\text{ V}$ и $a = 1.5\text{ m}$ израчунајте ρ . Можете сматрати да је земљиште хомогено и да нема површинских струја. Потенцијал који потиче од једне усамљене струјне електроде, забодене у земљу, на растојању r износи $V(r) = A/r$, где је A константа која зависи од снаге струјног извора прикљученог на электроду. Густина струје у земљишту коју ствара ова електрода на растојању r дата је са $j(r) = A/\rho r^2$, а струја тече радијално од електроде. Да ли у реалној ситуацији (при мерењу на терену) очекујете да специфичан отпор земљишта не зависи од растојања између електрода? (18 п.)



Слика 1



Слика 2

Задатке припремио: Антун Балаж
 Рецензент: др Милан Кнежевић
 Председник комисије: др Мићо Митровић