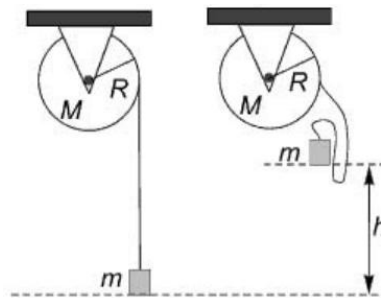




1. Обмотавајући безмасену неистегљиву нит око руба кугле и ваљка истих полупречника R и маса M , а затим качењем малих тегова истих маса m за друге крајеве нити, Ива и Ана су направиле 2 справе. Притом важи и $M=m$. Оне су одлучиле да виде чији тег ће брже пасти, и то на следећи начин: у почетном тренутку су нити затегнуте (позиција 1); Ана и Ива затим тегове дигну на висину h у односу на првобитне положаје (позиција 2, видети слику 1) и пусте да тако (у почетку са неистегнутим нитима) тегови падају. Ива је изабрала тег са куглом, а Ана тег са ваљком. Колико времена треба да оба тега да падну висину h од позиције пуштања (назад у позицију 1), а колико висину $2h$ (за h испод позиције 1)? Чији тег ће први пасти висину h , а чији $2h$? Ово показати рачунским путем. Наставница физике, Гордана, видела је Ивину и Анину трку и рекла им да нацртају графике временске зависности убрзања, брзине и пута тегова. Помозите Иви и Ани и скицирајте ове графике. На скицама означите значајне тачке и њихове координате помоћу променљивих из задатка. Као позитиван смер узети смер гравитационог убрзања (на доле у односу на све остало на слици), а за почетну позицију узети тренутак у коме се тегови пусте. Гравитационо убрзање g сматрати познатим. Трзај који настаје приликом кретања сматрати тренутним и апсолутно нееластичним (трење између катура, тј. кугле и нити током трзаја сматрати јако великим).

[25 поена]



Слика 1

2. Класична теорија се може на многе начине проширити на квантну. Поред решавања Шредингерове једначине директно, ово омогућава одређивање енергетских нивоа бесконачно дубоке јаме на знатно лакши начин.

а) Сматрати честицу стојећим таласом фиксираним са обе стране јаме. Користећи Де Брољеву формулу за таласну дужину и класичну формулу за кинетичку енергију честице (изражену преко импулса и масе, а не брзине и масе), одредити формулу за могуће енергетске нивое честице у јами. Она би се требала слагати са формулом добијеном из Шредингерове једначине. Ширину јаме L сматрати познатом.

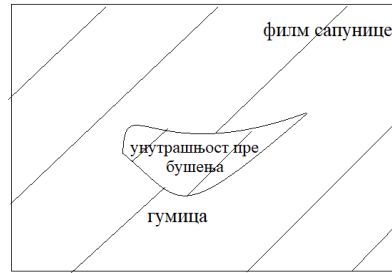
[5 поена]

б) Многи пигменти своје боје добијају због енергетских прелаза електрона у системима сличним бесконачним јамама (ово је тако јер су пигменти неретко органски молекули са дугачким ланцима коњугованих веза, унутар којих се електрони готово слободно крећу). Разматра се бета каротен, пигмент шаргарепе, молекула који се може јако упрошћено апроксимирати дужином коњугованог система (ширином јаме) $3,08\text{nm}$. У систему се налази укупно 22 електрона, енергетски нивои се електронима попуњавају од најнижег, ка вишим, а у сваки енергетски ниво стаје 2 електрона (због различитог спина). Која таласна дужина је упијена првим могућим енергетским прелазом? Боја коју видимо је комплемент упијене, те се за шаргарепу очекује упијање плаве боје ($450\text{-}500\text{nm}$). Да ли је модел довољно добар, то јест, да ли се заиста упија светлост у поменутом интервалу? За Планкову константи узети $h = 6,62 \cdot 10^{-34}\text{Js}$, а за масу електрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}\text{kg}$.

[10 поена]

3. Мала еластична гумица дужине 10cm и полупречника попречног пресека 1mm налази се на хоризонталном великом филму од сапунице и има произвољан облик (али без унутрашњих самопресецања, као на слици 3). Филм се пробуши само са унутрашње стране у односу на гумицу. Који облик заузима гумица одмах након тога? За колико процената порасте обим гумице након пуцања унутрашњег филма? Узети да је Јунгов модул гумице $0,01\text{GPa}$, а коефицијент површинског напона сапунице 30mN/m . Сматрати да је притисак унутар филма једнак атмосферском, и да је угао квашења 90 степени (сила површинског напона делује нормално на руб гумице). Занемарити гравитационе ефекте.

[20 поена]



Слика 2

4. По британском физичару Жозефу Џону Томсону, атом водоника представљао је тачкасти електрон у „облаку“ наелектрисања укупне вредности исте као електрона, али супротног знака. Нека електрон масе m и наелектрисања $-e$ мирује у центру облака, за који ћемо узети да је равномерно наелектрисан и сферан, полупречника R . Показати да је кретање електрона хармонијско око центра облака када се он изведе из свог равнотежног положаја до обода облака, а затим одредити угаону учестаност овог кретања. Колика је таласна дужина ослобођеног фотона ако се електрон који овако осцилује заустави у центру облака?

[20 поена]

5. У релативистичкој динамици, чест је случај да се при сударима укупна маса мировања честица не одржава. У процесима распада честица, укупна маса мировања се никада не одржава, и ово се може лако показати, примећујући да када би разлика маса мировања била једнака нули, честице настале распадом не би могле да имају кинетичку енергију ни да се крећу. У овом задатку разматрамо хипотетички распад честице у систему у коме она првобитно мирује. Након распада настају 3 честице које се разлећу симетрично у равни, под угловима од 120 степени. Ако је укупна маса мировања честица после распада једнака половини масе мировања првобитне честице, и ако су масе мировања насталих честица међусобно исте, одредити релативистичке импULSE и укупне енергије насталих честица. Масу мировања првобитне честице M сматрати познатом.

[20 поена]

Решења свих задатака треба јасно образложити јасно дефинисаним физичким законима и величинама које користите приликом решавања задатака. Нарочито дефинисати ознаке које уводите а које нису уобичајене.

*У бета категорији такмиче се ученици који похађају одељења која раде по програмима гимназије природно-математичког смера и специјализованих гимназија из области природних наука и информатике (области које нису математика и физика).

Задатке припремили: Јован Марковић, Амхерст Колец; Филип Георгијевски, ПМФ Крагујевац; Далиборка Храњец, ПМФ Крагујевац

Рецензенти:

Председник Комисије за такмичења ученика средњих школа: Проф. др Имре Гут

Свим такмичарима желимо успешан рад!