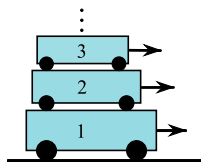
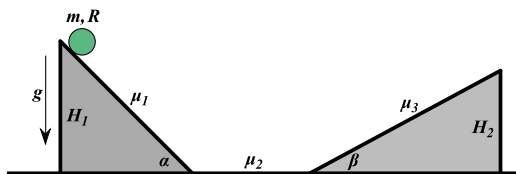




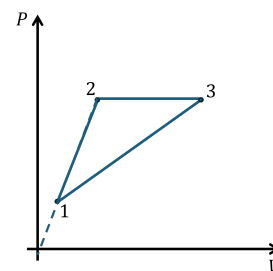
1. Замислимо да живимо у паралелном универзуму где је редукована Планкова константа $\hbar = 10 \text{ Js}$, те су квантни ефекти појачани. Размотримо једноставан процес у коме би квантни ефекти били изражени у свакодневном животу. У овом универзуму учимо лаган и неистегљив конач дужине $l = 1 \text{ m}$, и завежимо лопту масе $m = 2 \text{ kg}$ и занемарљивих димензија за један крај конца. Лопту завртите изнад своје главе у кругу константном брзином v . Претпостављајући да ваша рука и конач функционишу као и у нашем универзуму.
- (а) Која би била де Брољева таласна дужина лопте? (6 поена)
- (б) Под претпоставком да је момент импулса квантован $L_n = n\hbar$, где је n природан број, којом брзином може да ротира лопта по кружној путањи? Која би била минимална брзина лопте? (5 поена)
- (в) Ако желите да се лопта брже врти, које је минимално могуће повећање брзине ове лопте? (4 поена)
- (г) Услед умора постоје одређене флукуације у угаоној брзини ротације конца којом вртимо лопту. Ако је неодређеност угаоне брзине ротације $\Delta\omega = 0,5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ проценити колико дуго бисмо могли да вртимо лопту када јој је момент импулса $n\hbar$. (5 поена)
2. Планета Земља је лопта полупречника R_z која се налази на кружној орбити полупречника a око сунца које је лопта полупречника R_s . Земља је обавијена атмосфером коју треба сматрати танком **љуском** полупречника R_a , где важи $R_a > R_z$. Видети слику 4 Ако температура површине сунца износи T_s , изразити температуру површине Земље, T_z и њене атмосфере, T_a , преко познатих величина. Сматрати сва тела апсолутно црним телима. (20 поена)
3. Кола се крећу брзином $v = \beta c$ у односу на улицу. На тим колима се налазе друга кола која се крећу брзином βc у односу на прва кола у истом смеру. На другим колима се налазе трећа кола која се крећу брзином βc у односу на друга кола у истом смеру, итд... У систему се налази укупно n кола. Видети слику 1.
- (а) Увести варијаблу ω која је дефинисана са: $\beta = \tanh(\omega)$. Ова функција се зове хиперболички тангенс, и дефинисана је релацијом $\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$. Нека је $\beta_2 = \frac{v_2}{c}$ брзина других кола у референтном систему улице, и ω_2 задовољава $\beta_2 = \tanh(\omega_2)$. Изразити ω_2 преко ω . (6 поена)
- (б) Која је брзина n -тих кола у референтном систему улице? Изразити коначни резултат преко β . Упростити резултат тако да се не јавља хиперболички тангенс. (12 поена)
- (в) Чему тежи брзина n -тих кола, у референтном систему улице, када n тежи бесконачности? (2 поена)
4. На слици 3 приказан је термодинамички циклус у ком учествује једноатомски гас. Познато је да је запремина гаса у тачки 3 циклуса, y пута већа од оне у тачки 1, док је запремина гаса у тачки 2 циклуса, x пута већа од оне у тачки 1.
- (а) Одредити коефицијент корисног дејства овог циклуса у функцији од x и y . (14 поена)
- (б) Уколико је вредност броја $y = 4$, одредити вредност броја x при којој коефицијент корисног дејства достиже своју максималну вредност. (4 поена)
- (в) Колико износи максимална вредност коефицијента корисног дејства? (2 поена)
5. Физичар је дошао у скејт парк и посматра дечака на скејтборду како се вози. Замислио се, па је почео да посматра шта се дешава само са једним точком скејтборда који замишља као ваљак који се спушта са врха стрме равни коефицијента трења $\mu_1 = 0,7$ и нагибног угла $\alpha = 60^\circ$, без почетне брзине. Потом, ваљак наставља да се креће дуж хоризонталне подлоге коефицијента трења $\mu_2 = 0,5$ док не стигне до друге стрме равни. Нагибни угао ове стрме равни износи $\beta = 30^\circ$, док је вредност њеног коефицијента трења $\mu_3 = 0,1$. Одредити максималну висину коју ваљак достиже након преласка на другу стрму раван ако су висине стрмих равни $H_1 = 2\text{m}$ и $H_2 = 1,5\text{m}$. Видети слику 2. (20 поена)



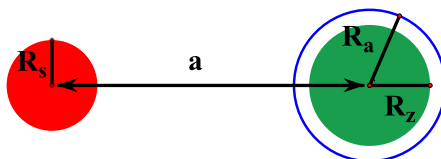
Слика 1: Поставка релативистичких кола у задатку 3.



Слика 2: Стрме равни и пун ваљак у скејт парку из задатка 5.



Слика 3: Термодинамички циклус у задатку 4. Испрекидана линија пролази кроз координатни почетак.



Слика 4: Слика уз задатак 2.

Приликом решавања задатака можете користити следеће формуле и бројне вредности физичких константи: убрзање Земљине теже $g = 9,806\text{m/s}^2$, Планкова константа $h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$, елементарно наелектрисање $e = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{C}$, маса електрона $m = 9,109 \cdot 10^{-31}\text{kg}$, брзина светлости у вакууму $c = 2,998 \cdot 10^8\text{m/s}$.

Решења свих задатака треба јасно образложити и треба јасно навести све физичке законе и дефинисати све ознаке које се користе у решењу задатка.

*У алфа категорији такмиче се ученици који похађају одељења која раде по програмима специјализованих гимназија за области математике и физике.