

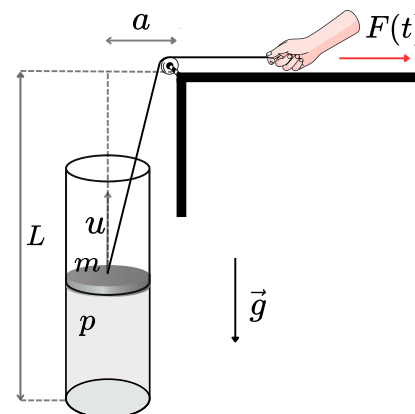
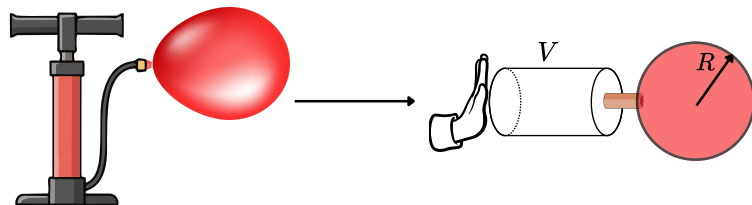


1. Куглица бабра полупречника $R = 0,5 \text{ cm}$ налази се на температури $T = 900 \text{ }^\circ\text{C}$. Маса једног атома бабра износи $m_{\text{Cu}} = 1,055 \cdot 10^{-22} \text{ g}$, док се у куглици налази укупно $N = 4,07 \cdot 10^{22}$ атома бабра, тако да је укупна маса куглице једнака Nm_{Cu} . Одредити средње растојање \bar{r} између атома бабра на датој температури, које је дефинисано као дужина стране мале коцке чија је запремина таква да се $N = 4,07 \cdot 10^{22}$ оваквих коцки налази у укупној запремини посматране куглице. Одредити средње растојање између атома бабра на температури топљења овог материјала, док се још увек налази у чврстом агрегатном стању, као и промену запремине куглице при повећању температуре од почетне до температуре топљења. Колику топлоту је потребно предати овој куглици, на температури топљења, тако да пређе у течно агрегатно стање? На температури $T_2 = 1200 \text{ }^\circ\text{C}$ бакар је у течном агрегатном стању и без утицаја спољашњих сила, слободна површина капи течности се формира у облику сфере. Одредити промену енергије услед постојања површинског напона када се кап течног бабра, настала од куглице из првог дела овог задатка загревањем до температуре T_2 , подели на две мање, једнаке сферне капи, на константној температури T_2 . Температура топљења бабра износи $T_t = 1085 \text{ }^\circ\text{C}$, линеарни коефицијент термалног ширења бабра на посматраним температурама је приближно једнак $\alpha = 23,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, латентна топлота топљења овог метала је $\lambda = 206 \text{ kJ/kg}$, док је густина течног бабра на температури T_2 дата као $\rho = 7846 \text{ kg/m}^3$ а коефицијент површинског напона бабра на температури T_2 износи $\gamma = 1,3 \text{ N/m}$.

(20 поена)

2. Коефицијенти дифузије молекула M у идеалним гасовима Γ_1 и Γ_2 су D_1 и D_2 , редом. При овоме, концентрације оба гаса (број честица у јединици запремине) су n и температуре гасова су једнаке, T . Колики је коефицијент дифузије молекула M у хомогеној смеси гасова Γ_1 и Γ_2 чије су концентрације n_1 и n_2 , при чему је температура смеси T ? Позната је веза коефицијента дифузије $D = \frac{1}{3}v_s\bar{\lambda}$ са средњом брзином и средњим слободним путем молекула, v_s и $\bar{\lambda}$. При томе, у случају дифузије у хомогеној средини имамо $\bar{\lambda} \sim 1/(n\sigma)$ где је σ ефикасни пресек судара, а уопштено важи $\bar{\lambda} = v_s/Z$, где је Z средњи број судара који тај молекул претрпи у јединици времена.

(20 поена)



Слика 1: модел пумпања балона који се користи у задатку 3.

Слика 2: слика уз задатак 4.

3. Балони на надувавање, који се често срећу на дечијим забавама, могу се моделовати као еластична сферна опна од гуме унутар које је притисак већи од атмосферског притиска услед појаве која је слична површинском напону, аналогно као код мехура од сапунице. Наиме, притисак унутар балона полупречника R је дат као $p = p_0 + K \left(\frac{R_0}{R} - \left(\frac{R_0}{R} \right)^7 \right) \left(1 + 0,1 \left(\frac{R}{R_0} \right)^2 \right)$, где је R_0 почетни радијус балона, p_0 атмосферски притисак, а K позитивна константа одговарајуће димензије. Овај балон се пумпа преко пумпе за бицикл, као на слици 1. Пумпу моделујемо као комору запремине V у коју улази ваздух на атмосферском притиску, а тај ваздух се онда, преко малог вентила, убацује унутар балона током једног циклуса пумпања. Сматрати да је све време температура ваздуха у околини и унутар балона константна, као и да вентил омогућава само улазак ваздуха из пумпе у балон, али не и излазак ваздуха из балона. Одредити колико пута је потребно обавити циклус пумпања да би се балон надувао до полупречника R_f . Материјал од кога је гума направљена је специфичан јер се приликом истезања густина исте не мења. У почетном тренутку, када је полупречник балона био R_0 , дебљина гуме је износила $H_0 \ll R_0$ и сматрати да је дебљина униформна, као и да остаје униформна током пумпања. Одредити зависност нормалног напона у гуми, $\sigma(R_f)$, од полупречника R_f до ког је балон надуван. Величине p_0 , K , R_0 , V и H_0 сматрати познатим.

(20 поена)



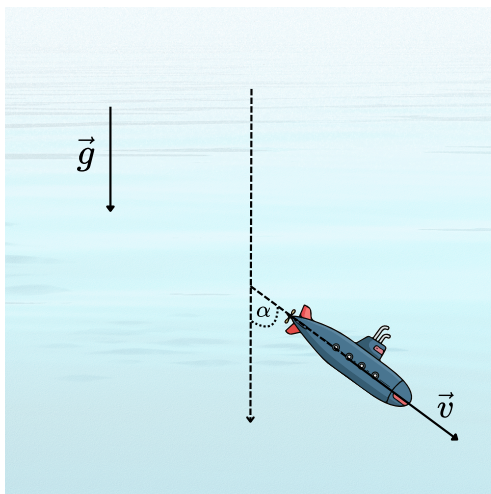
4. Испод клипа масе m и попречног пресека S налази се идеални двоатомски гас. Клип, преко неистегљивог, безмасеног канапа и система са идеалним, безмасеним котуром занемаривих димензија, држи Петар (видети слику 2). Он повлачи канап силом променљивог интензитета тако да се клип све време покреће навише константном брзином u . У тренутку када је клип био на висини H од дна суда (овај тренутак означимо са $t = 0$), притисак гаса у суду је износио p_1 . Клип и посуда у којој се гас налази су топлотно непропусни и имају занемарив топлотни капацитет. Одредити како од времена t зависи сила којом Петар вуче канап, брзина краја канапа који Петар држи, као и снага коју Петар развија повлачећи канап. Како би ова снага зависила од времена уколико би поставка задатка била иста као до сада, до на то што би посуда и клип били направљени од материјала који има топлотни капацитет много већи него топлотни капацитет гаса унутар суда? Хоризонтално растојање од центра клипа, где је канап повезан са клипом, до ивице платформе на којој се налази котур износи a , док вертикално растојање између дна суда и котура износи L . Атмосферски притисак p_0 и гравитациона константа g су познати.

Напомена: котур на слици је приказан са занемаривим димензијама прегледности ради, у задатку сматрати да су његове димензије заиста занемариве. Сматрати да канап не додирује посуду, као и да се клип налази унутар посуде током времена које анализирамо у задатку.

(20 поена)

5. Подморница је опремљена сензором за мерење хидростатичког притиска спољашње воде. Приликом једног путовања, подморница се кретала константном брзином интензитета $v = 5 \text{ m/s}$, тако да је правац кретања заклапао угао α са вертикалом, а смер кретања био ка дну океана (видети слику 3). Очитавање спољашњег притиска се вршило на сваких 3 min и резултати очитавања су приказани у табели испод, где t означава време од када је сензор укључен. У неком тренутку између $t = 12 \text{ min}$ и $t = 15 \text{ min}$ подморница је нагло променила правац кретања, без промене интензитета брзине, тако да сада заклапа угао β са вертикалом. Нацртати график зависности измереног притиска воде од времена. Одвојеном линеаризацијом података пре промене правца кретања и после промене правца кретања (на истом графику), одредити углове α и β . Са графика очитати у ком тренутку је дошло до нагле промене правца кретања. У овом задатку није потребно одређивати грешке тражених величина. Гравитационо убрзање износи $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ а густина воде $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.

(20 поена)



t [min]	3	6	9	12	15	18	21	24
p [10^5 Pa]	49	96	143	189	226	256	288	312

Табела 1: зависност спољашњег притиска од времена.

Слика 3: слика кретања подморнице на почетку задатка 5.

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 математика и физика.