

## ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 27. veljače 2024.

### Srednje škole – 2. skupina

**VAŽNO:** Tijekom ispita ne smiješ imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...). Za pisanje se koristi kemijskom olovkom ili nalivperom. Pri ruci ne smiješ imati mobitel ni nikakve druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.

#### 1. zadatak (10 bodova)

Mali mjehurić počinje se s dubine 75 cm vrlo polako uzdizati u visokoj čaši ispunjenoj idealnim fluidom gustoće  $3102 \text{ kg/m}^3$  i konstantne temperature  $-200^\circ\text{C}$ . Ako je mjehurić sastavljen od 0.05 mola molekula mase  $4.982 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ , odredi na kojoj se dubini volumen mjehurića poveća za jednu osminu. Dodatno, odredi i ukupnu silu na mjehurić na toj dubini. Pretpostavi da se plin u mjehuriću može opisati jednadžbom stanja idealnoga plina te da se mjehurić ne razdvaja pri uzdizanju.

#### 2. zadatak (10 bodova)

Dane su tri posude, prva je ispunjena s jednim kilogramom leda temperature  $-10^\circ\text{C}$ , druga s dva kilograma vode temperature  $10^\circ\text{C}$ , a treća sa šest petina kilograma vode temperature  $95^\circ\text{C}$ . Ako smiješ više puta po dvije posude staviti u termalni kontakt i razdvojiti ih kad želiš te ako je to jedini način prijenosa topline u tome sustavu (dakle, posuda koja nije u kontaktu ni s jednom drugom posudom ne prima ni gubi toplinu), odredi koja je najveća temperatura na koju se može podići posuda s ledom. Specifični toplinski kapacitet leda je  $2.1 \text{ kJ/kgK}$ , vode  $4.19 \text{ kJ/kgK}$ , specifična toplota taljenja leda  $330 \text{ kJ/kg}$ , dok se kapaciteti materijala od kojih su napravljene posude mogu zanemariti.

#### 3. zadatak (10 bodova)

Posuda volumena 7L ispuni se s 2 mola idealnoga plina i zabrtvi tako da je u njoj konačni tlak trostruko veći od atmosferskoga. Na posudu se zatim s pomoću jednosmjernoga ventila spoji druga, vakuumirana, posuda dvostruko manjega volumena. Ventil propušta čestice iz veće u manju posudu dokle god je tlak u većoj posudi za najmanje 5 kPa veći od tlaka u manjoj posudi. Primijećeno je da je nakon toga u manjoj posudi 2 puta više čestica nego u većoj posudi. Kolike su konačne temperature plina u svakoj posudi? Cijeli je sustav termički izoliran od okoline. Zanemari toplinske kapacitete materijala od kojih su napravljene posude i ventil.

4. zadatak (8 bodova)

Između dvaju konačno velikih toplinskih spremnika postavljena su dva identična Carnotova stroja. Jedan radi kao toplinski stroj, uzimajući 1 kJ topline iz toplijega spremnika svake sekunde te predaje 40 % svjega izlaznog rada drugom stroju koji se time pogoni kao hladnjak. Ako djelovanjem trećih, vanjskih strojeva održavamo temperature spremnika konstantnima na 500 K i 100 K, odredi koliko topline u jedinici vremena svaki od Carnotovih strojeva predaje ili uzima od spremnika te koliko, povrh toga, topline u jedinici vremena vanjski strojevi trebaju dovoditi ili odvoditi od svakoga spremnika kako bi se oni održali na stalnoj temperaturi.

5. zadatak (12 bodova)

Kružni proces kroz koji prolazi jedan mol jednoatomnoga idealnog plina sastoji se redom (dva procesa koji su spomenuti jedan za drugim spojeni su, kao i posljednji s prvim), od adijabatske ekspanzije, izohornoga hlađenja, izobarnoga hlađenja te ekspanzije opisane pravcem  $p = aV$ , pri čemu je  $a$  nepoznata, pozitivna konstanta. Tlak i volumen plina na krajnjim točkama adijabate jednaki su:  $p_1 = 3 \text{ MPa}$ ,  $V_1 = 1 \text{ m}^3$ ,  $p_2 = 944.9408 \text{ kPa}$ ,  $V_2 = 2 \text{ m}^3$ . Skiciraj, ne nužno u mjerilu, taj proces u  $p$ - $V$  dijagramu i naznači smjer u kojemu se odvija. Odredi koliko topline plin prima ili predaje u svakome dijelu kružnoga procesa ako je tlak u točki u kojoj se sijeku izobara i pravac  $p = aV$  jednak  $p_4 = 1 \text{ kPa}$ .

Fizikalne konstante:

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$P_{\text{atm}} = 101300 \text{ Pa}$$

$$T_0 = -273.15^\circ\text{C}$$

$$R = 8.314 \text{ J/Kmol}$$

$$N_a = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$