



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
ШКОЛСКЕ 2019/2020. ГОДИНЕ



II разред

Друштво физичара Србије и Министарство просвете  
науке и технолошког развоја Републике Србије  
ЗАДАЦИ-АЛФА КАТЕГОРИЈА\*

ОКРУЖНИ НИВО  
22. фебруар 2020.

1. Хидрант кроз отвор површине  $s$  избацује хоризонтални млаз воде који удара право у клип суда површине  $S$ , који је напуњен идеалним гасом адијабатског експонента  $\gamma$ . Проток воде густине  $\rho$  који излази из хидранта је  $q$ . Суд је фиксиран тако да не може да се помера, док његов клип може. Притисак и запремина гаса у суду када је хидрант почео да испушта воду су  $p_0$  и  $V_0$ . Одредити запремину суда у тренутку када убрзање клипа буде једнако нули. Колики рад је извршио гас до тог тренутка? Сматрати да вода удара нормално на клип и да је брзина воде непосредно након удара у клип једнака нули. Претпоставити да се сабијање суда одвија брзо и да суд и клип имају занемарљиве топлотне капацитете.

2. Идеални циклус гасне турбине почиње адијабатским сабијањем ваздуха (процес 1-2), затим следи изохорско повећање притиска ваздуха (процес 2-3), након тога адијабатско ширење ваздуха (процес 3-4) и на крају циклус се завршава изобарским сабијањем ваздуха (процес 4-1). Нацртати дати циклус на  $p-V$  дијаграму. Ваздух сматрати идеалним гасом. Коефицијент

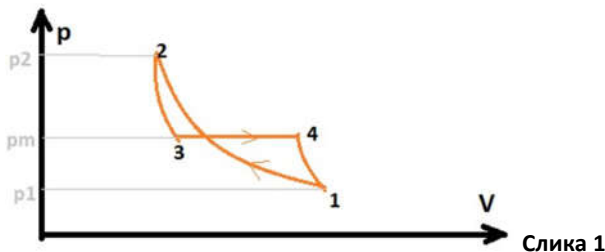
адијабате за ваздух је  $\gamma$ . Ако се уведу параметри  $\beta = \frac{p_2}{p_1}$  и  $\lambda = \frac{p_3}{p_2}$ , где су индексима означена стања ваздуха, одредити

израз за коефицијент корисног дејства циклуса искључиво преко величина  $\beta$ ,  $\lambda$  и  $\gamma$ . Одредити вредност коефицијента корисног дејства циклуса ако је  $\gamma = 1,40$ ,  $\beta = 6,23$  и  $\lambda = 2,00$ .

3. У глаткој вертикалној цеви која је отворена на оба краја, налазе се два клипа међусобно повезана неистегљивим концем, а између клипова је 1 mol идеалног гаса. Површина попречног пресека горњег клипа је за  $\Delta S = 10 \text{ cm}^2$  већа од доњег. Укупна маса клипова је  $m = 5 \text{ kg}$ , а спољашњи ваздушни притисак  $P_a = 101,3 \text{ kPa}$ . За колико степени треба загрејати гас између клипова да би се померили за  $l = 5 \text{ cm}$ ?

4. На једној од планираних линија београдског метроа предвиђено је укупно 15 станица (укључујући почетну и крајњу станицу). Укупна дужина трасе у једном смеру ће износити  $l = 12 \text{ km}$ . За возове на тој линији је предвиђено да се крећу максималном брзином од  $v = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , а да успоравају и убрзавају убрзањем  $a = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Дакле, сваки воз убрзава убрзањем  $a$  од поласка са станице док не достигне брзину  $v$ , потом се креће том брзином, до одређеног растојања од следеће станице када креће да успорава убрзањем  $a$ . Просечно задржавање на станицама је процењено на  $t_1 = 25 \text{ s}$ , док је на почетним и крајњим станицама званом терминусима:  $t_2 = 3 \text{ min}$ . Израчунати минимално растојање између станица, под претпоставком да воз између сваке две станице мора да достигне своју предвиђену брзину кретања  $v$ . Израчунати укупно трајање једне возње метроом од почетне до крајње станице, не укључујући време чекања на терминусима. Одредити минималан број возова који би саобраћао на овој линији, одржавајући максимално време чекања од  $t_3 = 5 \text{ min}$  од проласка једног до проласка следећег воза кроз неку станицу.

5. Један мол идеалног двоатомског гаса пролази кроз циклус представљен на слици 1: 1-2 изотермско сабијање, 2-3 адијабатско ширење, 3-4 изобарско ширење, 4-1 адијабатско ширење. Притом су познати следећи параметри:  $p_1$  (притисак на почетку изотермског сабијања),  $p_2$  (притисак на крају изотермског сабијања) и  $T_{12}$  (температура у току изотермског сабијања). Одредити вредност притиска  $p_m$  (при коме се дешава изобарско ширење) тако да укупан рад гаса у процесу буде 0. Како се то манифестује на  $p-V$  дијаграму? Колика је укупна количина топлоте која се преда гасу у току једног циклуса у том случају?



У свим задацима узети да је вредност гравитационог убрзања  $g=9.81 \text{ ms}^{-2}$  и да је вредност универзалне гасне константе  $R=8.31 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

Решења свих задатака треба јасно образложити. Максималан број поена по сваком задатку је 20. \*У алфа категорији такмиче се ученици који похађају одељења која раде по програмима специјализованих гимназија за област математика и физика. Задатке припремили или адаптирали: Катарина Милетић, Владимир Чубровић, Милан Цупаћ и Никола Савић. Рецензент: др Иван Радовић, ИНН Винча. Председник Комисије за такмичења ученика средњих школа: проф. др Зоран Николић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!