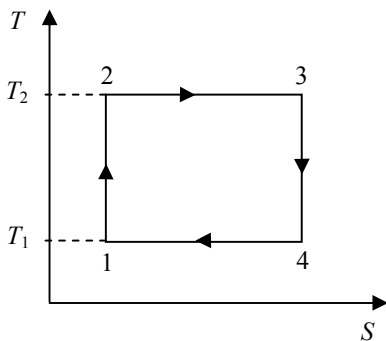


Друштво физичара Србије, Министарство просвете и спорта Републике Србије

Општинско такмичење из физике за ученике средњих школа, школске 2007/2008. године

Општа група

1. Земља се креће око Сунца по приближно кружној путањи брзином од  $v = 30\text{km/s}$ . За колико се смањи пречник Земље у правцу кретања са становишта посматрача који мирује у односу на Сунце? Полупречник Земље износи  $R = 6400\text{km}$ . Узети у обзир да, за мале вредности променљиве  $x$ , важи  $(1 - x)^n = 1 - nx$ . Брзина светлости је  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . (МФ80.4.2.) **20п**
2. Ронилац стоји на дну базена. При томе су очи рониоца на висини  $h$  од дна базена. Услед тоталне рефлексије од површине воде ронилац може да, гледајући у површину воде изнад себе, види дно базена које је на удаљености  $L$  (или већој) мерено од места на којем стоји. Индекс преламања воде је  $n$ . Наћи дубину базена  $H$ . **25п**
3. Нормално на стаклену плочицу пада снап светлости интензитета  $I = 3 \text{ kW/m}^2$ . При томе се 5% светлости рефлектује, а 92% прође кроз плочицу. Колики је притисак  $p$  светлости на плочицу? Брзина светлости је  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . **20п**
4. Одредити коефицијент корисног дејства  $\eta$  циклуса који има облик правоугаоника на T-S дијаграму (слика 1).  $S$  је ентропија система, а температуре  $T_1$  и  $T_2$  су познате. **20п**
5. За колико степени се променила температура апсолутно црног тела која је у почетку износила  $T_1=2000 \text{ K}$ , ако се вредност таласне дужине  $\lambda_1=1.45\mu\text{m}$ , на којој је зрачење максимално, повећала за  $\Delta\lambda=0,50 \mu\text{m}$ ? **15п**



Слика 1

Задатке припремио: мр Александар Крмпот, Институт за физику, Београд

Рецензент: др Ђорђе Спасојевић, Физички Факултет, Београд

Председник комисије: др Мићо Митровић, Физички Факултет, Београд

## РЕШЕЊА

1.  $D = D_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}$  [5п] где је  $c$  брзина светлости, а  $D$  и  $D_0$  пречници Земље у односу на посматраче везане за Сунце, односно Земљу. Стога смањење пречника Земље износи  $\Delta D = D_0 - D = D_0 \left(1 - \sqrt{1 - (v/c)^2}\right)$  [5п]. Због  $v/c \ll 1$  је  $\sqrt{1 - (v/c)^2} \approx 1 - (v/c)^2 / 2$  [5п], па је  $\Delta D = (D_0 / 2)(v/c)^2 = R(v/c)^2 = 6,4 \text{cm}$ . [5п]

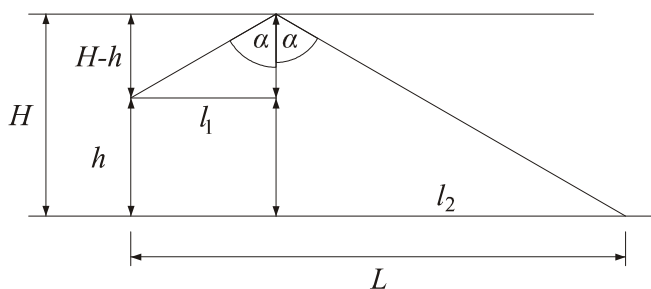
2. При тоталној рефлексији је  $n \cdot \sin \alpha = 1$  [4п]. Са слике 2 се види да је  $L = l_1 + l_2$  [4п],  $l_1 = (H - h) \cdot \text{tg} \alpha$  [4п] и  $l_2 = H \cdot \text{tg} \alpha$  [4п], где је  $\text{tg} \alpha = \sin \alpha / \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 1 / \sqrt{n^2 - 1}$  [4п]. Комбиновањем претходних једначина се за дубину базена коначно добија  $H = \left(h + L \sqrt{n^2 - 1}\right) / 2$  [5п]

3. Светлост врши притисак на плочицу услед рефлексије и апсорпције светлости. При томе је притисак услед рефлексије дат са  $p_R = 2RI/c$ . [5п] Притисак услед апсорпције је дат са  $p_A = AI/c$  [5п], где је  $A = 1 - R - T$ . [3п] Одавде се добија да је притисак светлости дат са  $p = p_R + p_A = (2R + A)I/c = (1 + R - T)I/c = 1,3 \mu \text{Pa}$ . [7п]

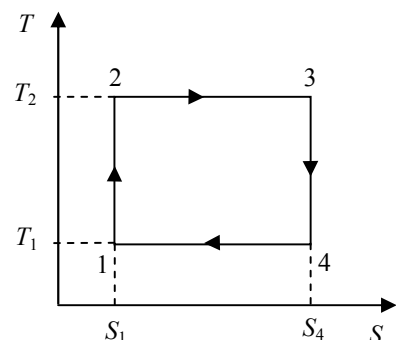
4. *I начин:* У процесима 1-2 и 3-4 не долази до промене ентропије па самим тим ни до размене топлоте са околином, тј. ови процеси су адијабатски па је  $Q_{1-2} = Q_{3-4} = 0$  [4п]. Процеси 2-3 и 4-1 су изотермски па важи  $Q = T \Delta S$  [4п], односно укупна примљена количина топлоте је  $Q_{2-3} = T_2(S_4 - S_1)$  [4п], а укупна предата количина топлоте је  $Q_{4-1} = T_1(S_4 - S_1)$  (Слика 3) [4п]. Стога коефицијент корисног дејства износи  $\eta = 1 - \frac{|Q_{4-1}|}{Q_{2-3}} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$  [4п].

*II начин:* Дати циклус се састоји од два изотермска (2-3 и 4-1) и два адијабатска (1-2 и 3-4) процеса што представља Карноов циклус [15п]. Стога је  $\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$  [5п] где су  $T_1$  и  $T_2$  температуре хладњака и грејача, респективно.

5. Из Виновог закона следи  $\lambda_1 T_1 = \lambda_2 T_2$  [5п] где је  $T_2$  температура после повећања а  $\lambda_2$  таласна дужине на којој је зрачење максимално при повећаној температури. Одатле, користећи  $\Delta \lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ , добијамо  $T_2 = T_1 \frac{1}{1 + \frac{T_1 \Delta \lambda}{\lambda_1}} = 1490 \text{ K}$  [5п], односно температура се смањила за  $|T_2 - T_1| = 510 \text{ K}$  [5п].



Слика 2



Слика 3