



II разред

Друштво физичара Србије и
Министарство просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ – БЕТА КАТЕГОРИЈА*

РЕПУБЛИЧКИ НИВО
Београд, 6.4.2024.

1. Између две полусфере делимично је евакуисан ваздух тако да оне чине сферу (слика 1). Температура ваздуха унутар сфере је T_0 . Горњи крај сфере је обешен о плафон неистегљивом нити. Када се за доњи крај окачи тег минималне масе M , полусфере се раздвоје. До које температуре би требало загрејати ваздух између полусфера да би се оне раздвојиле без додавања тега? Маса сваке полусфере је m , спољашњи полупречник је r а атмосферски притисак је p_0 . Топлотно ширење занемарити.

(20 поена)

2. Гвоздена шипка дужине ℓ и попречног пресека S је углављена између два непокретна и топлотно непроводна зида. За колико се повећа температура шипке ако јој се преда количина топлоте Q ? Густина гвожђа је ρ , специфични масени топлотни капацитет је c , коефицијент линеарног ширења је α , а Јунгов модул еластичности је E . Занемарити промену попречног пресека, S , приликом загревања.

(20 поена)

3. Одредити рад који неки идеалан гас изврши у циклусу који се састоји од изотерме $1 \rightarrow 2$, политропе $2 \rightarrow 3$, и адијабате $3 \rightarrow 1$ (слика 2). Познато је да је топлотни капацитет гаса у току политропског процеса C , да је температура на којој се дешава изотермски процес T_1 , а температура у тачки 3 је T_3 . Политропски процес је сваки онај где важи $Q = C\Delta T$, где топлотни капацитет C није унапред дефинисан, већ може да зависи од процеса до процеса. За политропски процес важи $pV^\kappa = const$ где је $\kappa = \frac{c_p - C}{c_v - C}$.

(20 поена)

4. Посуда површине $A = 100 \text{ cm}^2$ је делимично напуњена водом. На њеном врху се налази хладњак који одржава ваздух изнад воде на константној температури, $T = -20^\circ\text{C}$. На њеном дну се налази грејач који са константом снагом, $P = 20 \text{ W}$, предаје води топлоту, као на слици 3. Између ваздуха и воде се налази слој леда дебљине $h = 1 \text{ cm}$, који услед негативне температуре ваздуха полако расте. Лед, као и остала чврста тела, проводи топлоту кондукцијом, па је количина топлоте, q , која прође кроз њега у јединици времена пропорционална разлици у температури, ΔT , између врха и дна комада леда: $q = -kA\Delta T/h$, где је $k = 2.2 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ топлотна кондуктивност. Колика је брзина раста леда, $\Delta h/\Delta t$? До које максималне дебљине лед може да порасте? Специфична топлота стварања леда је $\lambda = 333 \text{ kJ/kg}$, а његова густина је $\rho = 910 \text{ kg/m}^3$.

(20 поена)

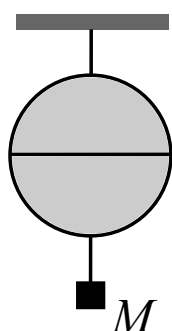
5. Провера гасних закона може да се врши помоћу апаратуре са слике 4. Дат је цилиндар у којем се налази ваздух, а око њега циркулише вода на одређеној температури која може да се мења и мери. На једном крају цилиндра се налази барометар који мери притисак. У овом задатку ће се проверавати један изобарски процес тако што за одређену температуру мењамо запремину док притисак не буде $(900 \pm 5) \text{ hPa}$. Грешка мерења температуре је $\Delta t = 0.5^\circ\text{C}$ а грешка мерења запремине $\Delta V = 0.5 \text{ ml}$. Мерени подаци су дати у табели. Представити резултате графички, и на основу добијене једначине праве одредити број молова ваздуха који је учествовао у процесу и температуру апсолутне нуле.

$t[^\circ\text{C}]$	23.0	25.3	30.1	35.1	40.1	45.0	47.1	49.2	51.2	53.1	55.2
$V[\text{ml}]$	48.5	49.00	49.50	50.00	51.00	52.00	52.30	52.70	53.00	53.30	53.80

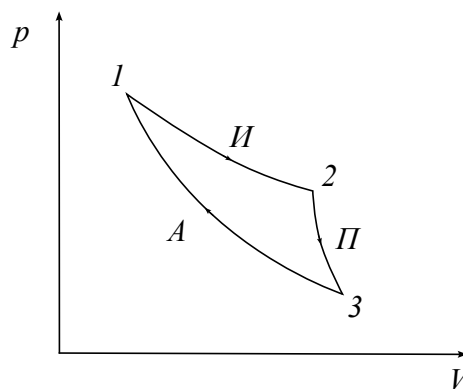
(20 поена)

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

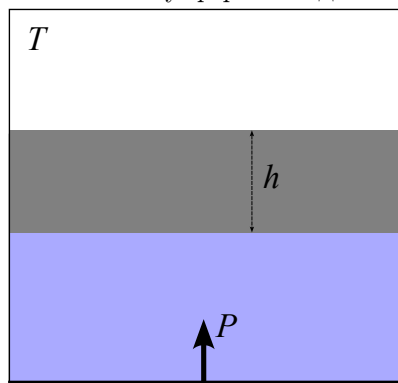
*У бета категорији такмиче се ученици који похађају одељења која раде по програмима свих врста гимназија осим специјализованих гимназија за области математика и физика.



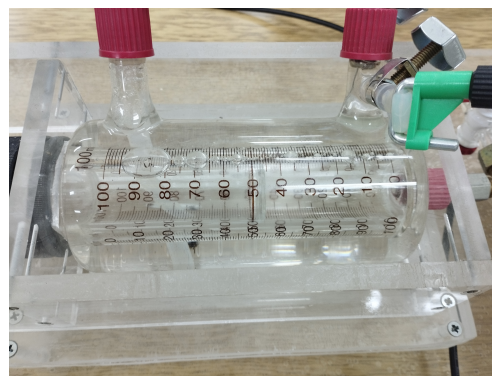
Слика 1: Полусфере из задатка 1.



Слика 2: Циклус из задатка 3.



Слика 3: Слој леда у комори између хладњака и грејача из задатка 4.



Слика 4: Апаратура за експеримент из задатка 5.