



1. 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)

2. Приликом ширења n молова идеалног двоатомског гаса, притисак опада линеарно са запремином, $p = p_0 - \alpha V$, где су p_0 и α познате, позитивне константе. Одредити максималну температуру коју гас може да достигне приликом овог процеса. На ком делу овог процеса гас прима топлоту из околине?

(20 поена)

3. У овом задатку ћемо описати један једноставан модел који објашњава механизам ерупције гејзира. Гејзири су велики резервоари воде дубоко под земљом (слика 1) који се наизменично пуне (пасивна фаза) и празне (активна фаза). Околне стене су на високим температурама и служе као стални извор енергије који загрева воду у резервоару у току пасивне фазе. Пажњење се врши кроз уске тунеле који повезују резервоар са површином. Пасивна фаза се одвија тако што се резервоар полако пуни водом из неког земног извора, и што се та вода греје примајући топлоту од околних стена. Активна фаза почиње када вода прокључа, услед чега се избацује занемарљива количина воде из уског тунела и већа количине водене паре из резервоара. Можемо сматрати да је тунел пред крај пасивне фазе цео напуњен водом, док је све време активне фазе напуњен паром која излази на површину и која се понаша по Клаузијус-Клапејроновој формули. Клаузијус-Клапејронова једначина повезује температуру кључања течности са притиском на коме се течност налази и гласи: $\ln \frac{p_2}{p_1} = -\frac{\Lambda}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$, где су T_1 и T_2 температуре кључања течности при притисцима p_1 и p_2 , $R = 8.3 \text{ J/molK}$ је универзална гасна константа, а Λ је специфична латентна топлота испаравања и за воду је $\Lambda = 40.7 \text{ kJ/mol}$. Ако је дубина на којој се налази резервоар $h = 90 \text{ m}$, одредити колики је однос масе паре коју гејзир избаци Δm и масе пуног резервоара m на почетку активне фазе. Сматрати да у току активне фазе нема размене топлоте између воде и околине/стена и да се може занемарити прилив воде из земног извора. Топлотни капацитет воде је $c = 4200 \text{ J/kgK}$ а моларна маса воде је $\mu = 18 \text{ g/mol}$, а атмосферски притисак је $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$.

(20 поена)

4. Турбине у хидроелектранама претварају енергију воде, једног од обновљивих извора енергије, у електричну енергију. Једна од најефикаснијих турбина је Пелтонова турбина. Састоји се од неколико десетина лопатица правилно распоређених по ободу диска. Током рада, услед прилива воде константног масеног протока, турбина се окреће константном угаоном брзином у ваздуху, а млаз воде погађа једну по једну лопатицу.

Нека се ниво воде (густине ρ) у језеру уз хидроелектрану налази на висини h у односу на најнижу лопатицу турбине и нека се турбина окреће таквом угаоном брзином да је линијска брзина лопатица u . Вода се посредством цеви спроводи до турбине где из зида излази у нивоу најниже лопатице у виду изузетно снажног хоризонталног млаза површине попречног пресека S који погађа лопатицу, дели се на два дела и излази из лопатице мењајући правац кретања за угао β , симетрично као на слици 2. Сматрати да млаз воде између зида и лопатица не мења своју брзину и да је током судара управан на раван лопатице (тангира турбину) и остаје у хоризонталној равни.

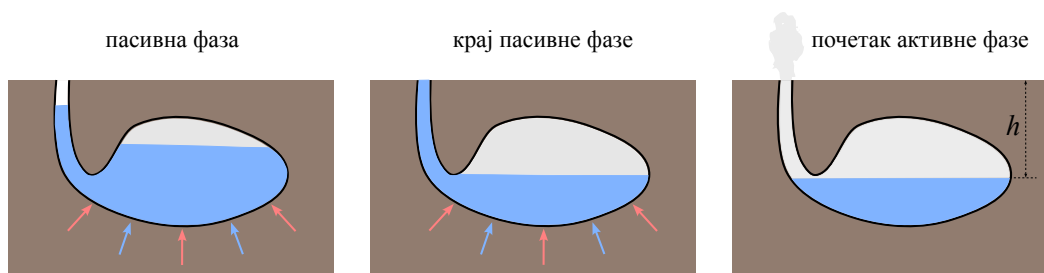
- а) Одредити средњу снагу P_{sr} коју вода предаје лопатици турбине.
б) Колики угао β осигурава највећу средњу снагу?
в) Нека угао β задовољава услов под (б). Уколико се лопатице крећу дупло спорије од млаза воде, колики проценат енергије воде ова турбина искористи?

(20 поена)

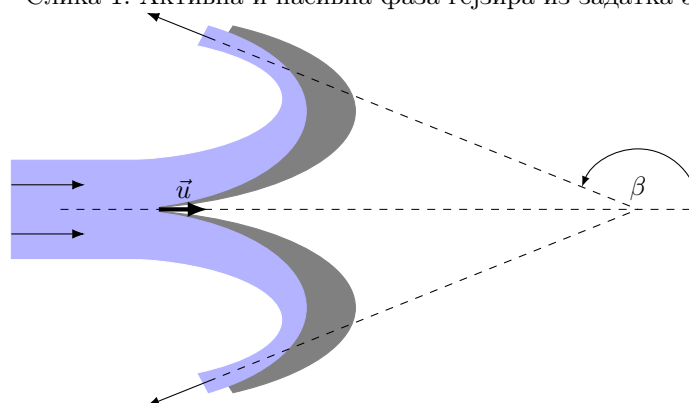
5. Провера гасних закона може да се врши помоћу апаратуре са слике 3. Дат је цилиндар у којем се налази ваздух, а око њега циркулише вода на одређеној температури која може да се мења и мери. На једном крају цилиндра се налази барометар који мери притисак. У овом задатку ће се проверавати један изобарски процес тако што за одређену температуру мењамо запремину док притисак не буде $(900 \pm 5) \text{ hPa}$. Грешка мерења температуре је $\Delta t = 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 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

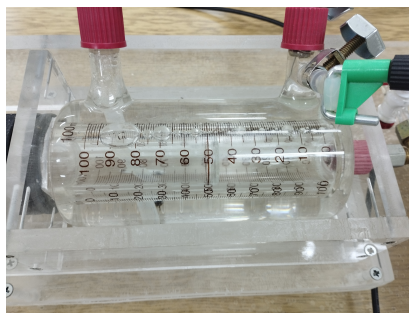
(20 поена)



Слика 1: Активна и пасивна фаза гејзира из задатка 3.



Слика 2: Хоризонтални пресек лопатике коју погађа млаз воде из задатка 4.



Слика 3: Апаратура за експеримент из 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.