

I.Tétel – Víz..és jég...

Egy víz és jég keveréket tartalmazó kaloriméter belsejében egy függőlegesen elhelyezett rögzített henger található. A henger keresztmetszete S , falai hővezetők és egy hermetikusan záró dugattyúval van lezárva, amely súrlódásmentesen tud mozogni. (1. ábra).

A henger belsejében ν mennyiségű ideális gáz van, melynek adiabatikus állandója $\gamma = 1,4$, kezdeti állapotban a paraméterei p_1, V_1 és T_1 . A hengerben lévő gáz a következő átalakulásokon megy át:

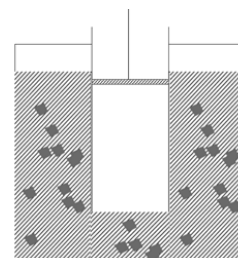
1 \rightarrow 2 a 2. ábrán látható átalakulás, ahol a nyomás atmoszférában, a térfogat literben van kifejezve;

2 \rightarrow 3 a dugattyú a 2-es helyzetben van tartva, amíg a gáz visszatér a kezdeti T_1 hőmérsékletre;

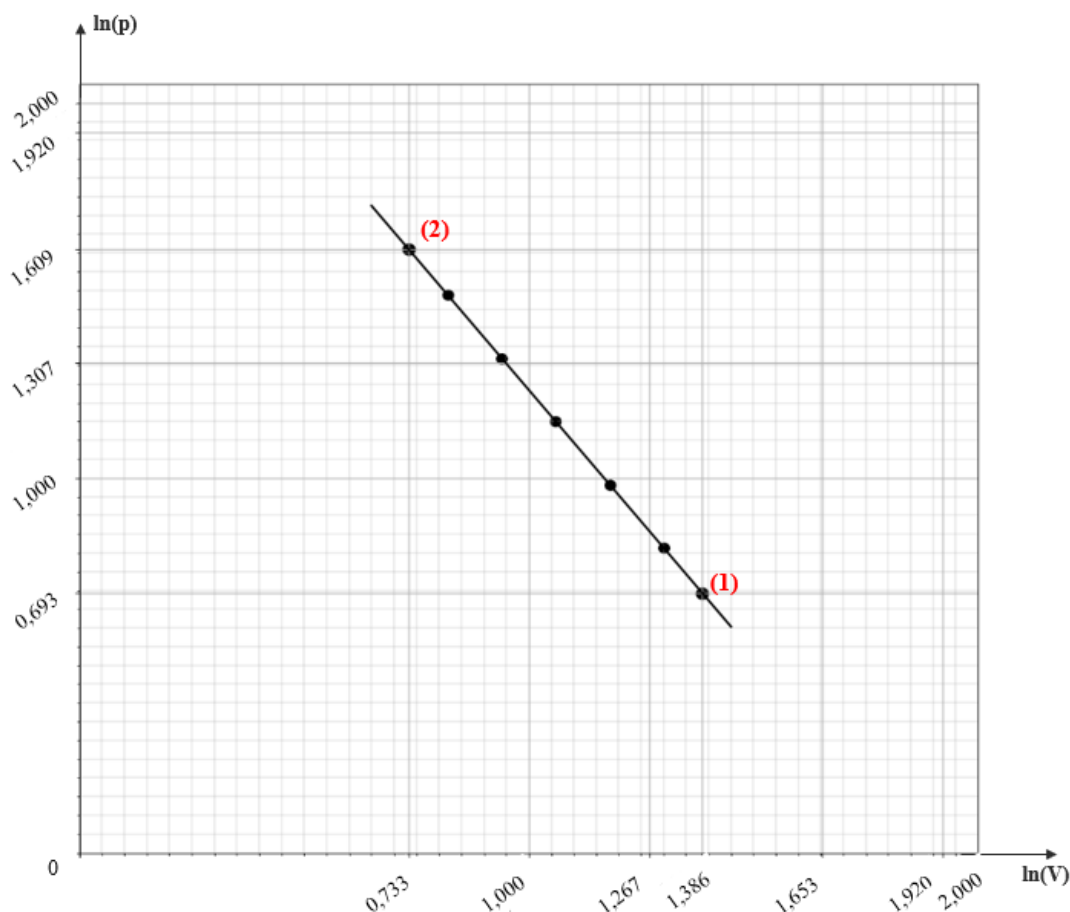
3 \rightarrow 1 A dugattyú nagyon lassan halad, amíg a gáz térfogata újra V_1 lesz.

A számításokhoz az alábbi táblázat értékeit használhatjátok a természetes logaritmusra:

x	2,00	2,08	3,55	3,69	4,00	5,00	5,23	6,82
$\ln(x)$	0,693	0,733	1,267	1,307	1,386	1,609	1,653	1,920



1.ábra



2.ábra

1. Az I, II és III tételeket külön lapokra oldja meg, amelyeket titkosítanak.
2. Egy tételen belül a diák bármilyen sorrendben megoldhatja a követelményeket.
3. A verseny ideje 3 óra, a feladatlapok kiosztástól számítva.
4. A diákok használhatnak zsebszámológépet, de nem programozhatót.
5. Minden tételt 0-tól 30-ig pontoznak. A végső pontszám ezek összege, a maximális pontszám 100, 10 pont jár hivatalból.

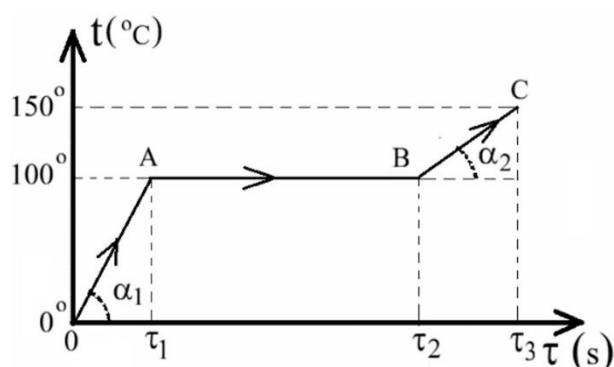
- Azonosítsatok az $1 \rightarrow 2$ átalakulást, amelyet a hengerben lévő gáz elszenvedett. Igazoljátok a választ.
- Ábrázoljátok (p, V) koordinátákban a termodinamikai körfolyamatot.
- Számítsátok ki a kaloriméterben lévő víz (folyékony halmazállapotú) tömegének változását, miután a dugattyú 45 teljes körfolyamatot végzett.
- Határozzátok meg, mi a feltétele annak, hogy a korábban leírt körfolyamat egy hőerőgép működésének feleljen meg; ebben az esetben számítsátok ki a gép hatásfokát.

Adottak: egyetemes gázállandó $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$; a jég latens olvadáshője $\lambda = 334 \text{ kJ/kg}$; $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$.

II. Tétel – Szokatlan...változások...

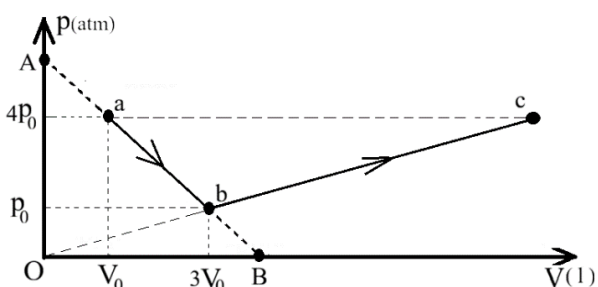
A. Egy dugattyúval elzárt edényben adott mennyiségű víz van, ezt egy állandó P teljesítményű hőforrás melegíti. A mellékelt ábrán a Celsius-fokban kifejezett hőmérsékletet ábrázolták a melegítési idő függvényében, $t = f(\tau)$. Az AB szakasznak megfelelő hő 12 perc alatt lett elnyelve/átadva. A dugattyú szabadon mozoghat, sűrűdés nélkül.

Adottak: a víz fajhője $c = 4180 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$, a vízgőz fajhője állandó nyomáson $c_p \cong 2200 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$, a latens párolgáshő $\lambda_v = 2,25 \text{ MJ/kg}$.



- Határozzátok meg az OA és BC szakaszokon történő hőátadásoknak megfelelő időintervallumokat.
- Határozzátok meg annak az esetnek a fizikai feltételeit, amikor az OA és BC szakaszok párhuzamosak lennének.

B. Adott mennyiségű, egyatomos ideális gáz két lineáris átalakulásban vesz részt, $a \rightarrow b$, majd $b \rightarrow c$. A mellékelt grafikonon látható, hogy az $a \rightarrow b$ átalakulásnak megfelelő grafikus ábra metszéspontjai az Op és OV koordináta tengelyekkel az A pont, melynek koordinátái $(0, p_1)$, illetve a B pont, melynek koordinátái $(V_1, 0)$. Feltételezve, hogy ismerjük a p_0 és V_0 paramétereket:

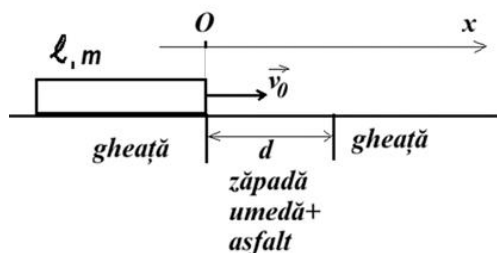


- igazoljátok, hogy azoknak az állapotváltozóknak az értékei, amelyek az a és b állapotok között vannak és a T_{max} maximális hőmérséklettel jellemezhetők, a $0,5V_1$ és $0,5p_1$.
- állapítsátok meg, a p_0 és V_0 paraméterek függvényében, a gáz belsőenergia-változásának abszolút maximumának kifejezését, az $a \rightarrow b$ átalakulás során.
- Vezessétek le a teljes mechanikai munka kifejezését a p_0 és V_0 paraméterek függvényében $L_{a \rightarrow b \rightarrow c}$.

- Az I, II és III tételeket külön lapokra oldja meg, amelyeket titkosítanak.
- Egy tételen belül a diák bármilyen sorrendben megoldhatja a követelményeket.
- A verseny ideje 3 óra, a feladatlapok kiosztásától számítva.
- A diákok használhatnak zsebszámológépet, de nem programozhatót.
- Minden tételt 0-tól 30-ig pontoznak. A végső pontszám ezek összege, a maximális pontszám 100, 10 pont jár hivatalból.

III. Tétel – Vizes hó és...a lencse...

- a) Egy ℓ hosszúságú és egyenletesen eloszló m tömegű szánkó, egyenesen halad egy vízszintes jeges úton, ahol a csúszó súrlódási együttható μ_1 . Egy adott pillanatban megjelenik előtte egy d szélességű nedves hóval borított aszfaltos útszakasz, ahol a csúszó súrlódási együttható $\mu_2 > \mu_1$, mint az ábra mutatja; a gravitációs gyorsulás g .



- a₁) Határozzátok meg, ismerve a μ_1, μ_2, m, ℓ, d és g mennyiségeket, a csúszó súrlódási erő, $F_f(x)$ nagyságának függését a koordinátától, és ábrázolja grafikusan ezt a függést az $x \in [0, 2d + \ell]$ -re, az ábrán látható Ox koordináta tengelyre vonatkoztatva, a $d > \ell$ és $d < \ell$ esetekre.
- a₂) Határozzátok meg, μ_1, μ_2, ℓ, d és g függvényében, annak a minimális v_0 sebességnek a kifejezését, paraméterekkel, amivel rendelkeznie kell a szánkónak az aszfalthoz való érkezés pillanatában, hogy az aszfalt on a legnagyobb mennyiségű nedves hó olvadjon el.
- a₃) A hó specifikus latens olvadáshője λ és feltételezzük, hogy a hó a fejlődő hőnek csak f részét nyeli el. A jégen való haladás során a csúszótalpak előzetes felmelegedéséből adódó hőátadást elhanyagoljuk. Feltételezzük, hogy a szánkó tömege egyenletesen oszlik el a talpakon és azok egyenletesen nyomják a vízszintes felületet. Határozzátok meg, az f, m, μ_2, λ, d és g függvényében, az elolvadó nedves hó maximális tömegének kifejezését.
- b) Egy pontszerű fényforrás, amely egy f fókusztávolságú vékony gyűjtőlencse optikai főtengelyétől f távolságra helyezkedik el, állandó \vec{v} sebességgel mozog a lencse felé, az optikai főtengellyel párhuzamosan. Határozzátok meg a tárgynak a lencse által alkotott képének sebességirányát abban a pillanatban, amikor a tárgy távolsága a lencsétől $4f$ (ábrázoljátok a sebességvektort egy rajzon). Fejezzétek ki a v függvényében ebben a pillanatban a kép sebességét, valamint a képnek a tárgyhoz viszonyított relatív sebességét.

Subiectele au fost propuse de:

Prof. Liliana JUMĂREA, Colegiul Național „Nicolae Iorga”, Vălenii de Munte

Prof. Ovidiu TRIPȘA, Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă”, Brașov

Prof. Dr. Nicușor Cristian POP, Colegiul Național „Roman Vodă”, Roman

Coordonator: Prof. Dr. Daniel LAZĂR, Colegiul Național „Iancu de Hunedoara”, Hunedoara

1. Az I, II és III tételeket külön lapokra oldja meg, amelyeket titkosítanak.
2. Egy tételen belül a diák bármilyen sorrendben megoldhatja a követelményeket.
3. A verseny ideje 3 óra, a feladatlapok kiosztásától számítva.
4. A diákok használhatnak zsebszámológépet, de nem programozhatót.
5. Minden tételt 0-tól 30-ig pontoznak. A végső pontszám ezek összege, a maximális pontszám 100, 10 pont jár hivatalból.