



DVIG KAKOVOSTI VREDNOTENJA ZNANJ IN SPRETNOSTI,  
PRIPRAVA KOMPETENTNO ZASTAVLJENIH VPRAŠANJ  
IN NALOG ZA IZBRANE STROKOVNE MODULE

IZOBRAŽEVALNI PROGRAM: STROJNI TEHNIK

MODUL: **UČINKOVITA RABA ENERGIJE**

Gradivo pripravil: **Ado Barbiš**

Ilirska Bistrica, maj 2010





## Kompetenčno zastavljena vprašanja in naloge z rešitvami za izbrane strokovne module SSI in PTI-STROJNI TEHNIK, **UČINKOVITA RABA ENERGIJE**

### Spoštovani uporabniki!

V sklopu projekta ESF: Dvig kakovosti izpitov so bili pripravljene nabore kompetentno zastavljenih vprašanj in nalog z rešitvami za posamezne strokovne module programov srednjega strokovnega (SSI) in poklicno tehniškega izobraževanja (PTI).

Baza vprašanj in nalog za strokovni modul **UČINKOVITA RABA ENERGIJE** je pripravljena v skladu s katalogom znanj enako imenovanega strokovnega modula v programu STROJNI TEHNIK in ponuja možne načine preverjanja znanja.

Vprašanja in naloge so lahko v pomoč učiteljem, ki poučujete ta strokovni modul in sicer jih lahko uporabite pri sestavljanju vprašanj in nalog za preverjanje ter ocenjevanje znanja. Prav tako so hkrati lahko tudi koristen pripomoček dijakom za utrjevanje in preverjanje znanja pri strokovnem modulu.

Pripravljen nabor vprašanj in nalog je osnova za nadaljevanje začete delo tudi v prihodnje. Vesel bom vsakega vašega predloga in priporočila za dopolnitev in izboljšanje sedanjih vprašanj oziroma opozorila o morebitnih napakah v gradivu. Prav tako verjamem, da vas bo to gradivo vzpodbudilo, da se boste aktivno vključili in sodelovali tudi s svojimi prispevki pri širjenju baze vprašanj in nalog.

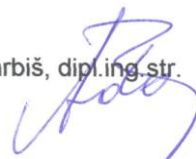
Veliko lepih trenutkov pri pridobivanju novih znanj kot pri utrjevanju že osvojenega znanja želim vsem uporabnikom.

Za morebitna pojasnila, predloge in sugestije sem dosegljiv na:

Mob.: 040 864786

in E-mail: [ado.barbis@guest.arnes.si](mailto:ado.barbis@guest.arnes.si)

Ado Barbiš, dipl.ing.str.





**Naloga 1:**

**Pojasni razliko med temperaturo in toploto. (4 točke)**

a) Zapiši oznako in enoto. (1 točka)

	Oznaka	Enota
Temperatura	<b>T</b>	<b>K</b>
Toplota	<b>Q</b>	<b>J</b>

b) Razloži na primeru temperature in toplote odnos med fizikalno veličino stanja in energijo. (1 točka)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Temperatura** je termična-fizikalna veličina s katero popišemo stanje neke snovi, (naprimer: toplo, vroče, hladno, mrzlo). Temperatura je izbrana za osnovno veličino mednarodnega merskega sistema. Osnovna enota je Kelvin [K], dopustna pa je uporaba stopinje Celzija [ °C ].

**Toplota** je energija, ki prehaja kot posledica temperaturne razlike s toplejšega telesa na hladnejše telo. Toplota prehaja z enega telesa na drugega toliko časa dokler sta temperaturi obeh teles različni. Enota za merjenje toplote je Joule [J].

Pri dovajanju ali odvajanju toplote (segrevanju oz. ohlajanju) lahko ugotovimo, da intenzivnost povečevanja oz. zmanjševanja temperature ni odvisna samo od količine toplote temveč tudi od količine snovi ki jo ogrevane in tudi od vrste snovi, kar lahko ponazorimo z enačbo:

$$Q = m \cdot c [T_2 - T_1] [J]$$

ali

$$Q = m \cdot c [\vartheta_2 - \vartheta_1] [J]$$

c) Izračunaj potrebno količino toplote za segrevanje vode (m = 10 kg, c = 4,2 kJ/kg) iz 20 °C na 60 °C. (2 točki)

- izpiši in pretvori podatke,





- napiši enačbo !
- izračunaj potrebno toploto  $Q$  in napiši odgovor!

Potek rešitve:

- Izpis podatkov

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$\vartheta_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C} \quad T_1 = 20 + 273 = 293\text{K}$$

$$\vartheta_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C} \quad T_2 = 60 + 273 = 333\text{K}$$

$$c = 4,2 \text{ kJ/kg} \quad c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$Q = ?$$

- Napišemo enačbo za izračun potrebne toplote

$$Q = m \cdot c [T_2 - T_1] [J]$$

ali

$$Q = m \cdot c [\vartheta_2 - \vartheta_1] [J]$$

- Vstavimo podatke in izračunamo

$$Q = 10 \text{ kg} \cdot 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} [60 - 20] \text{ K} = 1680000 [J]$$

- Napišemo odgovor

Za segretje vode potrebujemo 1680 kJ toplote.

### Naloga 2: ( 0,5+0,5+1+1=3 točke)

Kolikšna toplota je potrebna, da se 12 l vode segreje od 15°C na 55°C? Specifična

toplota vode  $c = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$ .

- Izpiši in pretvori podatke!
- Izračunaj maso vode!
- Napiši enačbo za izračun toplote!
- Izračunaj potrebno toploto  $Q$  in napiši odgovor!

Potek rešitve:

- Izpis podatkov.

$$m = 12 \text{ l} = 12 \text{ kg}$$

$$\vartheta_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C} = 288\text{K}$$

$$\vartheta_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C} = 328\text{K}$$

$$c = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

$$Q = ?$$

- Napišemo enačbo za izračun gostote, katera ob normalnih pogojih

znaša  $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . Iz enačbe za gostoto izrazimo maso.





$$\rho = \frac{m}{V} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$m = \rho \cdot V \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3 \right] \rightarrow [\text{kg}]$$

- Vstavimo podatke in izračunamo maso.

$$m = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,012 \text{m}^3 = 12 [\text{kg}]$$

- Napišemo enačbo za izračun potrebne toplote.

$$Q = m \cdot c [T_2 - T_1] [J]$$

ali

$$Q = m \cdot c [\vartheta_2 - \vartheta_1] [J]$$

- Vstavimo podatke in izračunamo toploto.

$$Q = 12 \text{kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot (328\text{K} - 288\text{K})$$

$$Q = 12 \text{kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 40\text{K}$$

$$Q = 2016000\text{J}$$

- Napišemo odgovor

Potrebna toplota za segretje vode s 15°C na 55°C je 2016.000 J toplote.

### Naloga 3: (0,5+1+1=2,5 točke)

Izračunaj temperaturo, če so znane naslednje veličine: tlak=3bar, volumen= 0,300l,

obravnavan plin je zrak, ki ima  $R = 287 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$  in zavzame maso 1,5 kg.

- Izpiši in pretvori podatke!
- Napiši enačbo!
- Izračunaj absolutno T in jo pretvori v °C napiši odgovor!

Potek rešitve:

- Izpis podatkov

$$V = 300\text{l} = 0,3 \text{m}^3$$

$$R_{\text{zraka}} = 287 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

$$m = 1,5 \text{kg}$$

$$p = 3\text{bar} = 300.000 \text{Pa}$$

$$T = ?$$

- Napišemo plinsko enačbo iz katere izrazimo temperaturo

$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

$$T = \frac{p \cdot V}{m \cdot R}$$

- Vstavimo podatke in izračunamo.





$$T = \frac{300000 \text{ Pa} \cdot 0,3 \text{ m}^3}{1,5 \text{ kg} \cdot 287 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}}$$

$$T = 209,06 \text{ K}$$

- Napišemo odgovor.

Temperatura je 209,06 K.

- Napišemo enačbo za pretvorbo absolutne temperature (K) v °C.

$$g_{oC} = T_k - 273,15$$

- Vstavimo podatke in izračunamo temperaturo °C.

$$g_{oC} = 209,06 - 273,15 = -64,1 [^{\circ}\text{C}]$$

- Napišemo odgovor

Temperatura v stopinjah celzija je  $-64,1 [^{\circ}\text{C}]$ .

**Naloga 4: (0,5+1+1=2,5 točke)**

Izračunaj volumen, če so znane naslednje veličine: tlak= 15 bar, temperatura 20°C,

obrnjavan plin je zrak, ki ima R je  $287 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$  in mase 3,5 kg.

- Izpiši in pretvori podatke!
- Napiši enačbo!
- Izračunaj V in napiši odgovor!

Potek rešitve:

- Izpis podatkov

$$p = 15 \text{ bar} = 1500.000 \text{ Pa} \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)$$

$$R_{\text{zraka}} = 287 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

$$g = 20^{\circ}\text{C} = 293\text{K}$$

$$m = 3,5 \text{ kg}$$

$$V = ?$$

- Napišemo plinsko enačbo iz katere izrazimo volumen.

$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

$$V = \frac{m \cdot R \cdot T}{p} \text{ Vstavimo podatke in izračunamo V}$$

$$V = \frac{3,5 \text{ kg} \cdot 287 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 293 \text{ K}}{1500000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$V = 0,20 \text{ m}^3$$

- Napišemo odgovor

Volumen je  $0,20 \text{ m}^3$ .



**Naloga 5: (0,5+1+1+0,5+0,5+0,5+1=6 točk)**

Bakreni in jekleni pas imata pri temperaturi  $\vartheta_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$  dolžino  $l_0 = 50\text{ cm}$ . Za koliko mm se razlikujeta obe dolžini pri temperaturi  $\vartheta_1 = 100\text{ }^\circ\text{C}$ ?

- Izpiši in pretvori podatke!
- Nariši ustrezno skico, ki se navezuje na tekst naloge!
- Napiši enačbo za linijsko temperaturno raztezanje, pojasni oznake in napiši enote!
- Odčitaj podatka za linearna razteznostna koeficienta pasov iz Kravtovega strojniškega priročnika
- Izračunaj dolžino jeklenega pasu!
- Izračunaj dolžino bakrenega pasu!
- Izračunaj razliko dolžin obeh pasov in napiši odgovor!

Potek rešitve:

- Izpis podatkov

$$T_0 = 20\text{ }^\circ\text{C} + 273 = 293\text{ K}$$

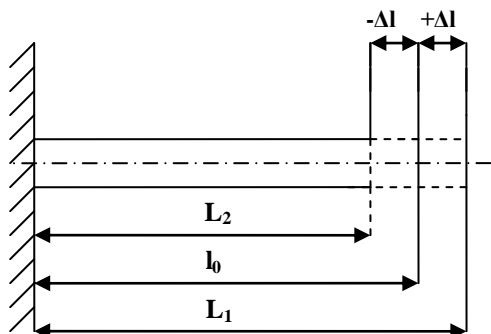
$$T_1 = 100\text{ }^\circ\text{C} + 273 = 373\text{ K}$$

$$l_0 = 50\text{ cm} = 0,5\text{ m}$$

$\alpha$  iz SP stran 172-173

$\Delta l = ?$

- skica



- enačbe, pomen oznak in enote.

$$\Delta l = l_1 - l_0 [m]$$

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T [m]$$

$$l_1 = l_0 + \Delta l$$

$$l_1 = l_0 + l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$l_1 = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) [m]$$

$\Delta l$  .....sprememba dolžine pri temperaturni razliki  $\Delta T$  v [m]

$l_0$  ..... začetna dolžina pri temperaturi  $T_0$  v [m]

$l_1$ ..... končna dolžina pri temperaturi  $T_1$  v [m]

$\alpha$  ..... linearni razteznostni koeficient  $\text{K}^{-1}$

$$\Delta T = T_1 - T_0 [K]$$

$$\Delta \vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_0 [K]$$





.... Temperaturni razliki v K in  $^{\circ}\text{C}$  sta enaki

- odčitamo podatke iz SP za linearni razteznostni koeficient jeklenega in bakrenega pasu.

$$\alpha_{\text{Fe}} = 0,0000125 \text{ K}^{-1} \text{ iz SP stran 172-173}$$

$$\alpha_{\text{Cu}} = 0,0000165 \text{ K}^{-1}$$

- Izračun dolžine jeklenega pasu!

Dolžina jeklenega pasu:

$$l_1 = l_0 \cdot (1 + \alpha_{\text{Fe}} \cdot (T_1 - T_0))$$

$$l_1 = l_0 \cdot (1 + \alpha_{\text{Fe}} \cdot (T_1 - T_0)) = 0,5 \text{ m} \cdot (1 + 0,0000125 \text{ K}^{-1} \cdot (373 - 293) \text{ K}) = 0,50048 \text{ m}$$

- Izračun dolžine bakrenega pasu !

Dolžina bakrenega pasu:

$$l_1 = l_0 \cdot (1 + \alpha_{\text{Cu}} \cdot (T_1 - T_0))$$

$$l_1 = l_0 \cdot (1 + \alpha_{\text{Cu}} \cdot (T_1 - T_0)) = 0,5 \text{ m} \cdot (1 + 0,0000165 \text{ K}^{-1} \cdot (373 - 293) \text{ K}) = 0,50066 \text{ m}$$

- Razliko dolžin obeh pasov in odgovor.

$$\Delta l_{\text{pasov}} = l_{\text{Cu}} - l_{\text{Fe}} \text{ [m]}$$

$$\Delta l_{\text{pasov}} = 0,50066 - 0,50048 = 0,00018 \text{ [m]}$$

Razlika dolžin obeh pasov pri temperaturni razliki 100K je 0,18 mm.

### Naloga 6: (4x0,5= 2 točki)

#### Temperatura

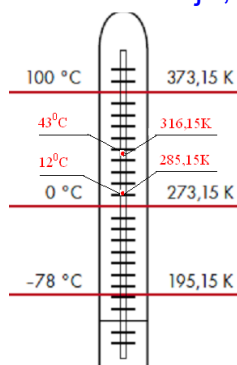
Vodo v loncu segrejemo od temperature  $12^{\circ}\text{C}$  na temperaturo  $43^{\circ}\text{C}$ .

- kaj je temperatura?
- Nariši skico temperaturnih lestvic in izrazi začetno in končno temperaturo vode v stopinjah celzija in v K!
- Temperaturno razliko izrazi v stopinjah Celzija in Kelvinih!
- Za kolikšno temperaturno razliko smo segreli vodo?

a.) Temperatura je termična veličina stanja, ki nam pove koliko toplo ali hladno je neko telo.

$$T_K = \vartheta_{\text{oc}} + 273,15$$

$$\vartheta_{\text{oc}} = T_K - 273,15$$



c.)

$$\Delta T = T_1 - T_0 \text{ [K]}$$

$$\Delta \vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_0 \text{ [K]}$$

$$\Delta T = 315,15 - 285,15 = 31 \text{ [K]}$$

$$\Delta \vartheta = 43 - 12 = 31 \text{ [K]}$$

d.) Temperaturna razlika  $\Delta T = \Delta \vartheta = 31\text{K}$ .





**Naloga 7: (3x1= 3točke)**

**Termične veličine**

a.) Imenuj termične veličine stanja, napiši oznake in napiši enote!

Termične veličine stanja	označba	enota
Temperatura	T	K (Kelvin)
Tlak	P	Pa (Pascal)
Prostornina	V	m <sup>3</sup>

**Naloga 8:(2x1 točka)**

a.) Katera temperatura v K ..... ustreza temperaturi 40 °C

Potek rešitve:

a.)Temperaturi 40 °C ustreza T= 40 +273,15 = 313,15K

b.) Izračunaj koliko je 3,4 bar v Pa,

$$p = 3,4 \cdot 10^5 Pa$$

$$p = 340000Pa$$

**Naloga 9: (3x0,5= 1,5 točke )**

Obkroži pravilno enoto za:

- volumenski tok      a.)  $\overset{0}{V} = \frac{m^3}{h}$       b.)  $\overset{0}{V} = \frac{Pa}{s}$       c.)  $\overset{0}{V} = \frac{m^2}{s}$
- tlak      a.)  $p = \frac{N}{m^2}$       b.)  $p = \frac{m}{s}$       c.)  $p = \frac{kg}{W}$
- za specifično toploto      a.)  $\frac{J}{N \cdot K}$       b.)  $\frac{kJ}{kg^2 \cdot K}$       c.)  $\frac{J}{kg \cdot K}$

**Pravilni odgovori:**

	enota
<b>Volumenski tok</b>	a.) $\overset{0}{V} = \frac{m^3}{h}$
<b>tlak</b>	a.) $p = \frac{N}{m^2}$
<b>Specifična toplota</b>	c.) $\frac{J}{kg \cdot K}$

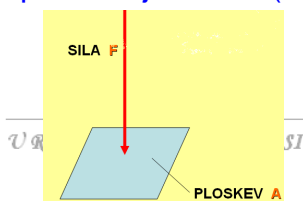
**Naloga 10: (5x0,5= 2,5 točk)**

**Tlak**

- kaj je tlak?
- kaj je zračni tlak?
- kaj je absolutni tlak?
- nariši shemo tlakov v p-V diagramu, jih pojasni in jih označi!
- pretvori 3,4 bar v Pa!

Potek rešitve:

a.) Tlak (p) je fizikalna veličina in predstavlja razmerje med velikostjo ploskovno porazdeljene sile (F<sub>n</sub>) in površino ploskve (A), na katero se ta sila porazdeli.





$$p = \frac{F_n}{A} \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

- b.) Zračni tlak je posledica pritiska zračnih plasti, ki delujejo na zemeljsko površino.
- c.) absolutni tlak je tlak, ki je lahko večji ali manjši od tlaka okolice

- nadtlaku govorimo, kadar je absolutni tlak večji od tlaka okolice.

$$p_n = p_0 + p_1 > 0 \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

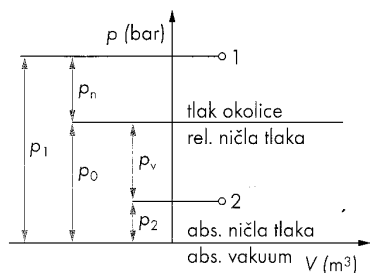
- podtlaku govorimo, če je absolutni tlak manjši od tlaka okolice.

$$p_v = p_0 - p_2 < 0 \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

- Relativni tlak lahko dobimo tudi v odvisnosti od višine. Tak tlak imenujemo hidrostatični tlak, ki nastane v mirujoči tekočini zaradi njene lastne teže.

$$p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

d.) shema tlakov



e.) Pretvorba tlaka iz bar v Paskale

$$1bar = 1 \cdot 10^5 Pa$$

$$3,4bar = 3,4 \cdot 10^5 Pa$$

$$p = 340000 Pa$$

**Naloga 11: (5x1= 5 točk)**

Izračunaj jakost sile  $F_1$ , ki deluje na manjši bat premera 10 mm! Jakost sile na večji bat premera 25 mm znaša  $F_2 = 10 KN$ .

- izpiši in pretvori podatke,
- nariši primerno skico in jo označi (ki se navezuje na tekst naloge)
- izračunaj presek  $A_1$  in  $A_2$
- izračunaj silo  $F_1$
- izračunaj tlak, ki vlada v posodi in napiši odgovor !

Potek rešitve:

a.) Izpis in pretvorba podatkov

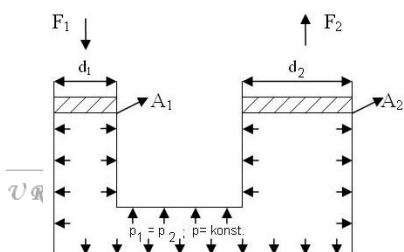
$$F_2 = 10 kN ; F_2 = 10000 N$$

$$d_1 = 10 mm ; d_1 = 0,01m$$

$$d_2 = 25 mm ; d_2 = 0,025m$$

$$F_1 = ?$$

b.) Narišemo skico, ki se navezuje na tekst naloge.





c.) Napišemo enačbo za izračun preseka  $A_1$  in  $A_2$ , vstavimo podatke in izračunamo.

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} [m^2]$$

$$A_1 = \frac{\pi \cdot 0,01^2}{4} [m^2]$$

$$A_1 = 0,0000785 [m^2]$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot 0,025^2}{4} [m^2]$$

$$A_2 = 0,000491 [m^2]$$

d.) Napišemo enačbo za Pascalov zakon, izrazimo silo  $F_1$ , vstavimo podatke in izračunamo jakost sile  $F_1$ , ki deluje na manjši bat.

$$p_1 = \frac{F_1}{A_1}; p_2 = \frac{F_2}{A_2} \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow F_1 = \frac{F_2 \cdot A_1}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{10000N \cdot 0,0000785m^2}{0,000491m^2} = 1598,8N$$

e.) Napišemo enačbo za izračun tlaka  $p$ , vstavimo podatke, izračunamo in napišemo odgovor.

$$p_1 = \frac{F_1}{A_1}; p_2 = \frac{F_2}{A_2} \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

$$p_1 = p_2$$

$$p_1 = \frac{1598,8N}{0,0000785m^2} = 20366598Pa$$

$$p_2 = \frac{10000N}{0,000491m^2} = 20366598Pa \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

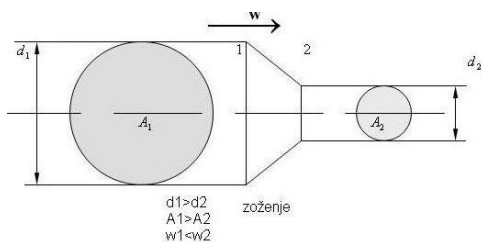
$$p_1 = p_2$$

Tlak v posodi znaša 204bar.

**Naloga 12: (0,5+0,5+1=2 točki)**

**Volumenski tok**

- nariši skico zoženja in jo označi,
- pojasni kaj je volumenski tok
- napiši in pojasni enačbo za izračun volumenskega toka,



**Volumski tok ( $\dot{V}, q_v$ ):**

**Volumski tok je količina snovi, ki v enoti časa steče skozi cevovod v posodo ali napravo. Volumski tok lahko tudi izmerimo (števcji za merjenje plina, vode ...).**

$$\dot{V} = \frac{V}{t} = q_v \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$$\dot{V} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{A \cdot \Delta l}{\Delta t} = A \cdot w = q_v \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \left[ \frac{m^3}{s} \right] \quad \text{Kontinuitetna enačba}$$

$\Delta l$  ...dolžina šobe [m]

$\dot{V}$  ...volumski tok [m<sup>3</sup>/s]

$A$  ...prerez cevi [m<sup>2</sup>]

$w$  ...hitrost [m/s]

$t$  ...čas (s)

**Naloga 13: (4x1=4točke)**

**Volumenski tok**

S kolikšno hitrostjo izteka vstopa voda v šobo, če je izstopna hitrost 20 km/h in če je vstopni premer trikrat večji od izstopnega, ki meri 15mm?

- izpiši in pretvori podatke, nariši primerno skico in jo označi (ki se navezuje na tekst naloge)!
- izračunaj presek  $A_1$  in  $A_2$ !
- izračunaj vstopno hitrost  $w_1$ !
- izračunaj volumenski tok vode skozi presek  $A_2$  in napiši odgovor!

Potek rešitve:

a.) Izpis, pretvorba podatkov in izdelava skice, ki se navezuje na vsebino naloge

$$w_2 = 20 \text{ km/h} \approx 5,56 \text{ m/s}$$

$$d_1 = 15 \text{ mm} = 0,015 \text{ m}$$

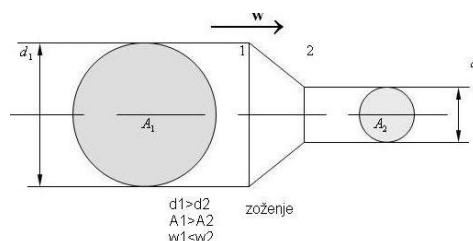
$$d_2 = \frac{d_1}{3} = 5 \text{ mm} = 0,005 \text{ m}$$

$$A_1 = ?$$

$$A_2 = ?$$

$$w_1 = ?$$

$$\dot{V} = ?$$



b.) Napišemo enačbi za izračun preseka in izračunamo  $A_1$  in  $A_2$ .





$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$$

$$A_1 = \frac{\pi \cdot 0,015^2}{4} [m^2]$$

$$A_1 = 0,000177 [m^2]$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4}$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot 0,005^2}{4} [m^2]$$

$$A_2 = 0,0000196 [m^2]$$

c.) Napišemo kontinuitetno enačbo, izrazimo in izračunamo  $w_1$ .

$$A_1 \cdot w_1 = A_2 \cdot w_2 \Rightarrow$$

$$w_1 = \frac{A_2 \cdot w_2}{A_1}$$

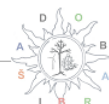
$$w_1 = \frac{\frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot w_2}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}}$$

$$w_1 = \frac{0,0000196m^2 \cdot 5,56 \frac{m}{s}}{0,000177m^2}$$

$$w_1 = 0,617 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

Voda vstopa v šobo s hitrostjo  $w_1 = 2,22 \text{ km/h}$ .

d.) Napišemo enačbo za izračun volumenskega toka, vstavimo podatke in izračunamo volumenski tok skozi premer  $d_2$  in napišemo odgovor.





$$V_2 = A_2 \cdot w_2$$

$$V_2 = 0,0000196m^2 \cdot 5,56 \frac{m}{s}$$

$$V_2 = 0,0001090 \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$$V_2 = 0,0001090 \cdot 3600 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

$$V_2 = 0,392 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

**Odgovor:**

**Volumenski tok vode skozi presek  $A_2$  je enak volumenskemu toku vode skozi presek  $A_1$  in znaša  $0,392 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$ .**

**Naloga 14:**

**Ničti glavni zakon termodinamike (5 točk)**

a.) Pojasni izraze: temperatura, toplota, toplotno ravnotežje! (6x0,5= 3 točke)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- Temperatura je termična-fizikalna spremenljivka, ki določa stanje telesa. Določa kako toplo ali hladno je nekaj.
- Če postavimo v dotik dve telesi z različno temperaturo, se toplejše telo ohlaja, hladnejše pa segreva.
- Ohlajevanje toplejšega telesa in segrevanje hladnejšega telesa traja tako dolgo, dokler sta temperaturi obeh teles različni.
- Energija, ki prehaja kot posledica temperaturne razlike s toplejšega telesa na hladnejše telo, se imenuje **toplotna energija** ali **toplota**.
- Toplota, ki prehaja iz toplejšega telesa na hladnejše telo, zmanjšuje notranjo energijo prvega telesa in povečuje notranjo energijo drugega telesa.
- Takoj, ko se temperaturi obeh teles izenačita, se dogajanje ustavi in telesi sta v temperaturnem ravnovesju- toplotnem ravnovesju

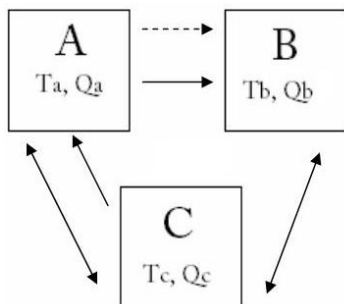




b.) Nariši skico treh teles ( termodinamičnih sistemov), jih označi in pojasni ničti glavni zakon termodinamike! **(1,5 točke)**

Če je telo A v toplotnem ravnovesju s telesom B in je telo B v toplotnem ravnovesju s telesom C, je tudi telo A v toplotnem ravnovesju s telesom C.

Za toplotno ravnotežje je treba, da so temperature vseh teles sistema enake.



$T_a > T_b$   
 $T_b > T_c$  Toplota iz telesa A prehaja na telo B in telo C, toliko časa dokler ne dosežemo temperaturnega in toplotnega ravnotežja.

c.) Katera temperatura v °C ustreza temperaturi 382 K **(0,5 točke)**

Temperaturi 382K ustreza temperatura  $\vartheta = 382 - 273,15 = 108,85^{\circ}C$ .

**Naloga 15 : ( 0,5 točke)**

Katera trditev je pravilna?

- a.  $p_n = p_a - p_0 > 0$     b.  $p_n = p_a - p_0 < 0$     c.  $p_v = p_a - p_0 > 0$

Rešitev: pravilna trditev je pod a.

**Naloga 16: ( 0,5 točke)**

Katera enačba predstavlja plinsko enačbo?

- a.)  $\frac{p \cdot V}{T} = konst$     b.)  $p \cdot V \cdot T = konst$     c.)  $\frac{p \cdot T}{V} = konst$

Rešitev: Plinsko enačbo predstavlja odgovor pod a.

**Naloga 17: ( 0,5 točke)**

V katerem diagramu grafično prikažemo toploto?

- a) T-s    b) p-V    c) h-s.

Rešitev: Toploto grafično prikažemo v T-s diagramu, imenujemo ga tudi toplotni diagram (pravilen odgovor je pod a).

**Naloga 18: ( 0,5 točke)**

V katerem diagramu grafično prikažemo mehansko delo?

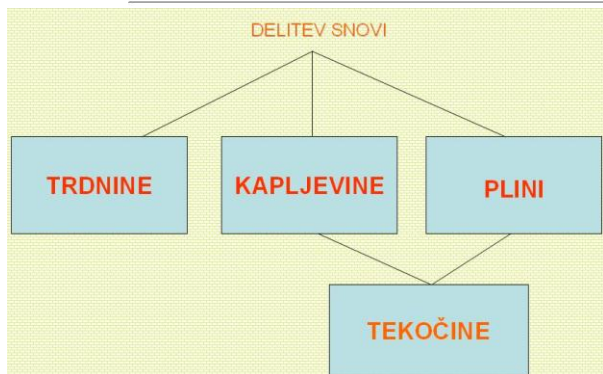
- a) T-s    b) p-V    c) h-s.

Rešitev: Mehansko delo grafično prikažemo v p-V diagramu, imenujemo ga tudi delovni diagram (pravilen odgovor je pod b).

**Naloga19: (3x1=3točke)**

Agregatna stanja

- a.) Naštej agregatna stanja  
b.) Pojasni, kako se agregatno stanje snovi spremeni  
c.) navedi značilnosti, ki so za snov v posameznem agregatnem stanju značilne



b.) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b.) Agregatno stanje je posledica medsebojne povezanosti atomov in molekul, ki sestavljajo snov. Čim bolj so molekule nabite z energijo, tem bolj so premične, tem bolj je agregatno stanje telesa oddaljeno od trdnega stanja, tem bolj se približuje plinastemu stanju.

V katerem stanju se bo nahajala snov je odvisno od temperature, tlaka in same snovi. Vsaka snov, ki nas obdaja se nahaja pri normalnih pogojih ( $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  in  $p=1\text{ bar}$ ) v enem izmed treh agregatnih stanj:

- **TRDNO STANJE**
- **TEKOČE STANJE – KAPLJEVINA**
- **PLINASTO STANJE**

c.) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**c.) TRDNO STANJE:** Vsaka snov je pri dovolj nizki temperaturi v trdnem agregatnem stanju. Večina snovi v tem stanju ima urejeno kristalno strukturo in pravilno zunanjo obliko.

**TEKOČE STANJE:** Snov iz trdnega agregatnega stanja se pri dovolj veliki temperaturi stali in preide v kapljevino. Kapljevina ima ponavadi malo manjšo gostoto kot trdna snov.

V njej se atomi in molekule še vedno držijo med seboj, vendar niso vezani na







določen  
položaj in se lahko preselijo drugam – mešanje.

**PLINASTO STANJE:** Kapljevina se pri dovolj visoki temperaturi spremeni v paro – plin.

Stanje v katerem najdemo izbrano snov je odvisno od temperature. Molekule, ki sestavljajo trdno snov imajo v tem stanju najmanj kinetične energije. Povečanje temperature pomeni povečanje kinetične energije. Ko se doseže določena vrednost nastane najprej kapljevina nato še para. Ker je kinetična energija tako velika, da vezi postanejo med molekulami vedno šibkejše in se začno vse pare obnašati kot **IDEALNI PLIN**.

**Naloga 20: (3x1= 3 točke)**

**Veličine stanja in termična enačba stanja**

- Najtej termične veličine stanja!
- Napiši termično enačbo in jo pojasni!
- Navedi označbe in enote!

a.) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

a.) Stanje vsakega delovnega telesa ali sistema lahko opišemo z njegovimi lastnostmi. Stanje sistema opišejo tri osnovne veličine stanja:

- temperatura ( $T$ ),
- tlak ( $p$ ),
- prostornina ( $V$ ).

S spreminjanjem veličin stanja se spreminja tudi stanje telesa ali sistema.

b.) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

b.) Termična enačba stanja:

$f(p, V, T) = 0$  Termična enačba stanja povezuje med seboj termične veličine stanja.

c.)

Termične veličine stanja	označba	enota
Temperatura	$T$	K (Kelvin)
Tlak	$P$	Pa (Pascal)
Prostornina	$V$	$m^3$

**Naloga 21: (10x0,5= 5točk)**

**Pretvarjanje enot Zapiši enote za naslednje veličine**

- a.) \_\_\_\_\_  $T$  – absolutna temperatura      f.) \_\_\_\_\_  $n$ - koeficient politrope





- b.) \_\_\_\_\_ R – plinska konstanta  
g.) \_\_\_\_\_ P – moč  
c.) \_\_\_\_\_ Q – toplota  
h.) \_\_\_\_\_  $\eta$  – izkoristek  
d.) \_\_\_\_\_  $\delta$  – debelina stene gradbene konstrukcije i.) \_\_\_\_\_  $W_o$  - delo krožnega procesa  
e.) \_\_\_\_\_ U – prehodnostni koeficient j.) \_\_\_\_\_  $V_{šk.}$  – škodljivi volumen

a.)	K	f.)	brez
b.)	$\left[ \frac{J}{KgK} \right]$	g.)	W
c.)	J	h.)	%
d.)	m	i.)	J
e.)	$\left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$	j.)	$m^3$

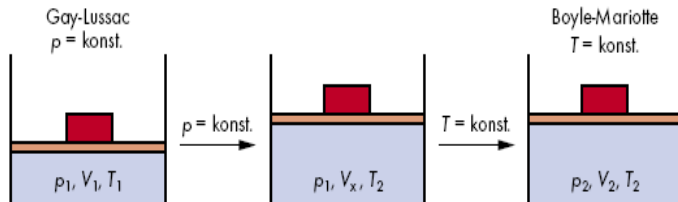
**Naloga 22: (3x1= 3 točke)**

**Plinska enačba**

- a.) Pojasni kako pridemo do plinske enačbe idealnega plina!  
b.) Napiši plinsko enačbo stanja idealnega plina!  
c.) Imenuj veličine, ki jih vsebuje enačba idealnega plina in napiši enote!

a.) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

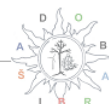
a.) Do plinske enačbe idealnega plina pridemo, če združimo Gay –Lussacov zakon in Boyle- Marritov zakon. Pri prvem - pri konstantnem tlaku segrevamo in pri drugem konstantni temperaturi stiskamo. Z ureditvijo enačb pridemo do plinske enačbe.



b.) Plinska enačba

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}; \quad p \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

c.) Oznake in enote





$p \dots \text{tlak} \left[ \frac{N}{m^2} \right]$

$V \dots \text{volumen} [m^3]$

$m \dots \text{masa} [Kg]$

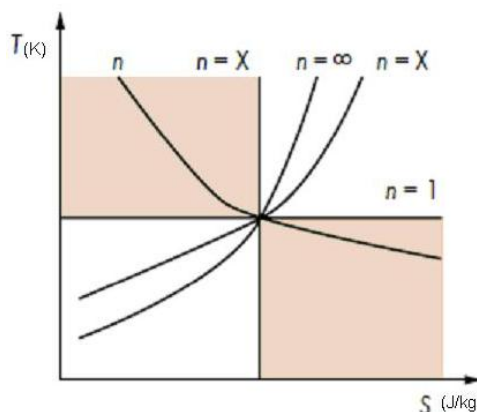
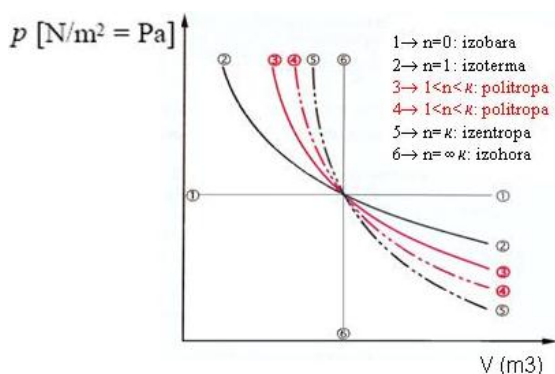
$R \dots \text{splošna plinska konstanta} \left[ \frac{J}{KgK} \right]$

$T \dots \text{temperatura} [K]$

**Naloga 23: (3točke)**

Napiši enačbo in nariši osnovne termodinamične preobrazbe v P-V diagramu in T-S diagramu in napiši vrednost eksponenta za posamezne termodinamične preobrazbe

$p \cdot V^\lambda = konst.$



**Naloga 24: (3x1=3točke)**

**Toplotni prehodnostni koeficient U**

- a.) pojasni pomen toplotnega prehodnostnega koeficienta
- b.) Napiši enačbo za izračun prehodnostnega koeficienta,
- c.) Označi uporabljene veličine in napiši njihove enote

a.) \_\_\_\_\_

a.) Toplotni prehodnostni koeficient U povezuje med seboj prevod toplote in prestop toplote

b.) U... prehodnostni koeficient  $\left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_z}} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

$d_i \dots$  debelina plasti gradbene konstrukcije  $[m]$

$\lambda_i \dots$  toplotni prevodnostni koeficient elementa gradbene konstrukcije  $[W/mK]$ .





$\alpha_n$  ... notranji prestopnostni koeficient  $\left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$

$\alpha_z$  ... zunanji prestopnostni koeficient  $\left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$

**Naloga 25: (1točka)**

**Pojasni kaj je gostota ali specifična masa ( $\rho$ )**

---



---



---

Gostota ali specifična masa je tista masa snovi, ki jo vsebuje enota volumna. Gostota snovi je masa snovi v 1 m<sup>3</sup> in jo podajamo v kg/m<sup>3</sup>.

$$\rho = \frac{m}{V} \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

$$m = \rho \cdot V \left[ \frac{kg}{m^3} \cdot m^3 \right] \rightarrow [kg]$$

**Naloga 26 : ( 2x1= 2točki)**

**Plinski zakoni**

- a.) Zapiši **Boyle - Mariottov zakon**, katera veličina je konst., kateri se spreminjata?
- b.) Kaj se zgodi, če se volumen plina 3 x poveča!

a.) \_\_\_\_\_

a.)  $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$   
 $p \cdot V = konst.$

**Boyle - Mariottov zakon** obravnava nek termodinamični proces, ki poteka pri stalni temperaturi, spreminjata se tlak in temperatura

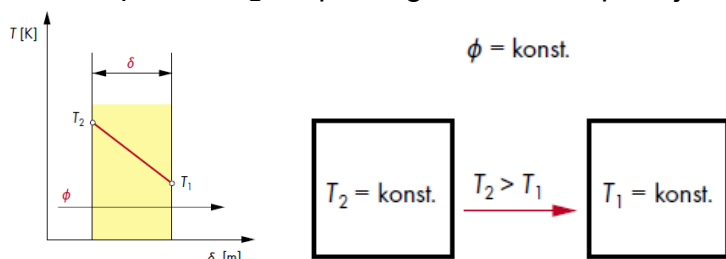
b.) \_\_\_\_\_

b.) Če se volumen poveča pri konst T, se tlak 3x zmanjša.

**Naloga 27: (5x1= 5točk)**

**Prevod toplote skozi enoplastno steno**

- a.) V T-  $\delta$  diagramu skiciraj enoplastno steno, jo označi in nariši potek temperatur!
- b.) Pojasni kaj je toplota in napiši enačbo za izračun toplote!
- c.) Pojasni kaj je toplotni tok, napiši enačbo za izračun toplotnega toka!
- d.) Kaj je to specifični toplotni tok, napiši enačbo za specifični toplotni tok!
- e.) Imenuj veličine, ki jih vsebujejo enačbe za izračun toplote, toplotnega toka in specifičnega toplotnega toka ter napiši njihove enote!





$Q = \Phi \cdot t [J]$  Toplotna energija se lahko prenaša brez dodatne porabe energije le s telesa z višjo temperaturo na telo z nižjo temperaturo, le v smeri temperaturnega padca. Toplota prehaja sama od sebe s telesa z višjo temperaturo na telo z nižjo temperaturo zaradi temperaturnih razlik.

$\Phi = A \cdot \frac{\lambda}{\delta} \cdot (T_2 - T_1) [W]$  Toplotni tok  $\Phi$  je v časovni enoti prenesena toplota. Stacionaren toplotni tok je časovno konstanten toplotni tok.

$q = \frac{\Phi}{A} \left[ \frac{W}{m^2} \right]$  Specifični toplotni tok  $q$  je v časovni enoti prenesena toplota na  $m^2$  površine gradbene konstrukcije.

Uporabljene oznake in enote:

$Q$  ... toplota [J]

$\phi$  ... toplotni tok [W]

$A$  ... površina stene elementa gradbene konstrukcije [ $m^2$ ]

$q$  ... specifični toplotni tok [ $\frac{W}{m^2}$ ]

$\delta$  ... debelina plasti gradbene konstrukcije [m]

$\lambda$  ... toplotni prevodnostni koeficient elementa gradbene konstrukcije [W/mK].

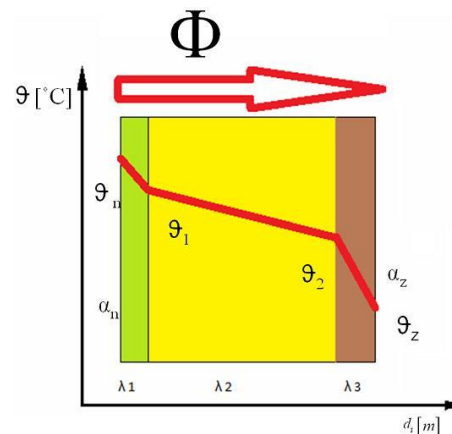
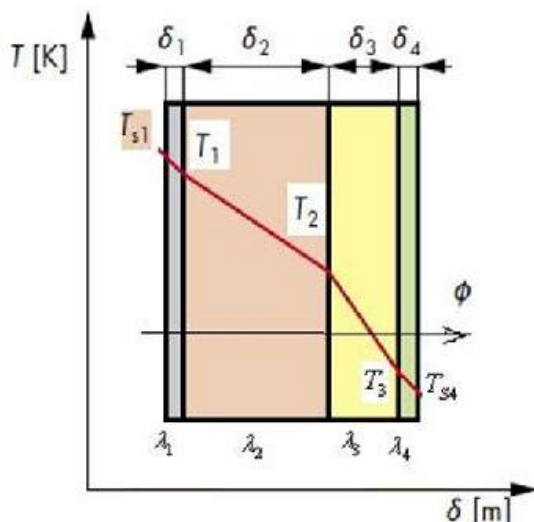
$(T_2 - T_1)$  ... temperaturna razlika [K]

$t$  ... čas [s]

### Naloga 28: (5x1= 5točk)

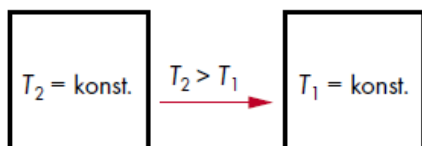
#### Prevod toplote skozi večplastno steno

- V  $T$ - $\delta$  diagramu skiciraj večplastno steno, jo označi in nariši potek temperatur!
- Pojasni kaj je toplota in napiši enačbo za izračun toplote!
- Pojasni kaj je toplotni tok, napiši enačbo za izračun toplotnega toka!
- Kaj je to specifični toplotni tok, napiši enačbo za specifični toplotni tok!
- Imenuj veličine, ki jih vsebujejo enačbe za izračun toplote, toplotnega toka in specifičnega toplotnega toka ter napiši njihove enote!





$$\phi = \text{konst.}$$



$Q = \Phi \cdot t [J]$  Toplotna energija se lahko prenaša brez dodatne porabe energije le s telesa z višjo temperaturo na telo z nižjo temperaturo, le v smeri temperaturnega padca. Toplota prehaja sama od sebe s telesa z višjo temperaturo na telo z nižjo temperaturo zaradi temperaturnih razlik.

$\Phi = A \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{\delta_i} \cdot (T_{s1} - T_{s4}) [W]$  Toplotni tok  $\Phi$  je v časovni enoti prenesena toplota. Stacionaren toplotni tok je časovno konstanten toplotni tok.

$q = \frac{\Phi}{A} \left[ \frac{W}{m^2} \right]$  Specifični toplotni tok  $q$  je v časovni enoti prenesena toplota na  $m^2$  površine gradbene konstrukcije.

Uporabljene oznake in enote:

$Q$  ... toplota  $[J]$

$\phi$  ... toplotni tok  $[W]$

$A$  ... površina stene elementa gradbene konstrukcije  $[m^2]$

$q$  ... specifični toplotni tok  $\left[ \frac{W}{m^2} \right]$

$\delta_i$  ... debelina plasti gradbene konstrukcije  $[m]$

$\lambda_i$  ... toplotni prevodnostni koeficient elementa gradbene konstrukcije  $[W/mK]$ .

$(T_{s1} - T_{s4})$  ... temperaturna razlika  $[K]$

$t$  ... čas  $[s]$

### Naloga 29: (5x1=5 točk)

#### Prenos toplote

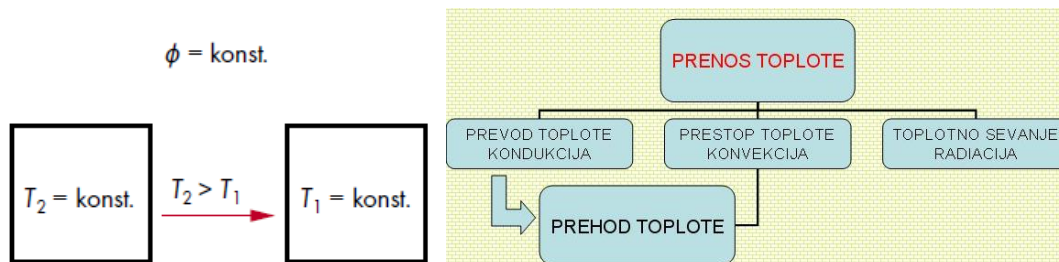
- Navedi načine prenosa toplote in pojasnite pogoj zaradi katerega pride do prehoda toplote!
- Nariši skico prehoda toplote skozi večplastno steno in jo označi!
- Napišite enačbo za toplotni prehodnostni koeficient  $U$ !
- Napišite enačbo za prehod toplote skozi večplastno steno!
- Imenuj veličine napiši njihove oznake in pripadajoče enote za napisane enačbe!

a.) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

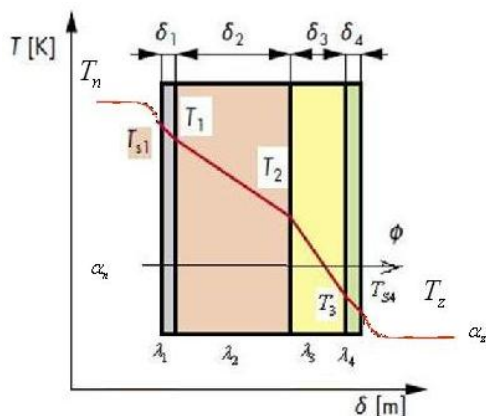
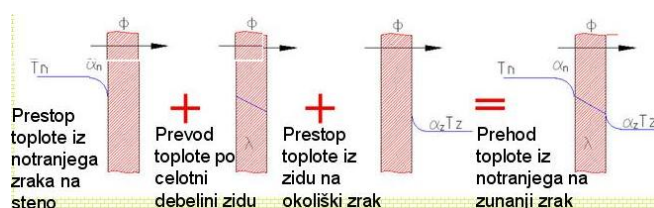




a.) Skozi enoplastno ali večplastno steno prehaja toplotni tok, če je izpolnjen pogoj  $T_2 > T_1$  in če stena gradbene konstrukcije ni adiabata. Prehod toplote skozi enoplastno ali večplastno steno upošteva prestop in prevod toplote.



b.) Skica prehoda toplote skozi večplastno steno



c.) Enačba za izračun toplotnega prehodnostnega koeficienta

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_z}} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Toplotni prehodnostni koeficient povezuje prevod in prestop toplote.

d.) Enačba za izračun prehoda toplote skozi večplastno steno

$$\Phi = A \cdot U \cdot (T_n - T_z) [W]$$

Toplotni tok  $\Phi$  je v časovni enoti prenesena toplota.







## Stacionaren toplotni tok je časovno konstanten toplotni tok.

$Q = \Phi \cdot t [J]$  Toplotna energija se lahko prenaša brez dodatne porabe energije le s telesa z višjo temperaturo na telo z nižjo temperaturo, le v smeri temperaturnega padca. Toplota prehaja sama od sebe s telesa z višjo temperaturo na telo z nižjo temperaturo zaradi temperaturnih razlik.

e.) Uporabljene oznake in enote:

$Q$  ... toplota  $[J]$

$\phi$  ... toplotni tok  $[W]$

$A$  ... površina stene elementa gradbene konstrukcije  $[m^2]$

$q$  ... specifični toplotni tok  $\left[ \frac{W}{m^2} \right]$

$\delta_i$  ... debelina plasti gradbene konstrukcije  $[m]$

$\lambda_i$  ... toplotni prevodnostni koeficient elementa gradbene konstrukcije  $[W/mK]$ .

$t$  ... čas  $[s]$

$U$  ... prehodnostni koeficient  $\left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$

$\alpha_n$  ... notranji prestopnostni koeficient  $\left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$

$\alpha_z$  ... zunanji prestopnostni koeficient  $\left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$

$(T_2 - T_1)$  ... temperaturna razlika  $[K]$

$(T_{s1} - T_{s4})$  ... temperaturna razlika  $[K]$

$(T_n - T_z)$  ... temperaturna razlika  $[K]$

**Naloga 30: (3x 0,5= 1,5 točke)**

**Obkroži pravilne trditve**

**Carnotov - plinski proces poteka (0,5točke)**

- med dvema izotermama in dvema izentropama,
- med dvema izohorama in dvema izobarama,
- med dvema izobarama in dvema izentropama.

**Delo pri krožnem procesu (0,5točke)**

- lahko predstavimo v diagramu  $p - V$ , ki jo obkrožujejo poljubne nepovračljive preobrazbe,
- lahko izračunamo kot razliko med absolutnim in tehničnim delom,
- lahko izračunamo kot razliko med dovedenimi in odvedenimi toplotami.

**Delo pri krožnem procesu (0,5točke)**

- pri desnih krožnih procesih je delo pozitivno če iz sistema delo pridobimo,
- pri desnih krožnih procesih je delo negativno če v sistem delo dovedemo,
- je odvisno od vrste snovi, ki jo uporabljamo v termodinamičnem procesu.





**Naloga 31: (3x 0,5= 1,5 točke)**

**Obkroži pravilne trditve**

**Pogoj za termično ravnotežje je**

- a.) enakost temperatur,
- b.) da sta sistema ločena z adiabatno steno,
- c.) nespremenljivost veličin stanja.

**Sprememba notranje energije  $U_2-U_1$  ( 0,5 točke)**

- a.) dovedena toplota zmanjšuje notranjo energijo sistema,
- b.) odvedena toplota povečuje notranjo energijo sistema
- c.) dovedena toplota povečuje notranjo energijo sistema

**Volumensko delo definiramo ( 0,5 točke)**

- a.) kot razliko volumnov, ki jih tvori gibajoči bat v delovnem valju,
- b.) kot površino ploskve pod potjo preobrazbe v p-V diagramu,
- c.) kot razliko tlakov, ki sta posledica povečanja temperature.

**Naloga 32: (3x 0,5= 1,5 točke)**

**Obkroži pravilne trditve**

**Delo ob mehanskem ravnotežju ( 0,5 točke)**

- a.) o delu ob mehanskem ravnotežju govorimo, ko sta začetni in končni temperaturi enaki,
- b.) o delu ob mehanskem ravnotežju govorimo, ko sta začetni in končni volumen enaka,
- c.) o delu ob mehanskem ravnotežju govorimo, ko sta začetni in končni tlak enaka.

**Izohorna preobrazba je preobrazba, ki poteka ( 0,5 točke)**

- a.) pri konstantnem tlaku,
- b.) pri konstantnem volumnu,
- c.) pri konstantni temperaturi.

**Izotermna preobrazba je preobrazba, ki poteka ( 0,5 točke)**

- a.) pri konstantnem tlaku,
- b.) pri konstantnem volumnu,
- c.) pri konstantni temperaturi.

**Naloga 33:**

**Obkroži pravilne trditve (3x 0,5= 1,5 točke)**

**Toplotni prehodnostni koeficient U ( 0,5 točke)**

- a.) Toplotni prehodnostni koeficient U povezuje med seboj prevod toplote in sevanje,
- b.) Toplotni prehodnostni koeficient U povezuje med seboj prevod toplote in prestop toplote,
- c.) Toplotni prehodnostni koeficient U povezuje med seboj prestop toplote in sevanje,

**Prenos toplote ( 0,5 točke)**

- a.) Toplota prehaja iz telesa z višjo temperaturo na telo z nižjo temperaturo,
- b.) Toplota je kalorična veličina stanja in jo merimo v K,
- c.) Toplota prehaja iz telesa z nižjo temperaturo na telo z višjo temperaturo





**Prevod toplote (kondukcija) je: ( 0,5 točke)**

- a.) transport toplote skozi eno ali več dotikajočih in mirujočih snovi v smeri z višje na nižjo temperaturo,
- b.) transport toplote skozi eno ali več dotikajočih in mirujočih snovi v smeri z nižje na višjo temperaturo,
- c.) transport toplote med trdno snovjo in plinom oz. kapljevino, ki je v gibanju.

**Naloga 34: (3x 0,5= 1,5 točke)**

**Obkroži pravilne trditve**

Če izmerimo temperaturo po debelini stene, ki je sestavljena iz nosilne in izolacijske plasti lahko opazimo, da je ( 0,5 točke)

- a.) temperatura razlika na 1cm debeline večja v izolacijski plasti,
- b.) temperatura razlika na 1cm debeline večja v nosilni plasti,
- c.) temperatura razlika na 1cm debeline enaka v obeh plasteh.

**Pri izotermni preobrazbi ( 0,5 točke)**

- a.) je tehnično delo enako absolutnemu delu in izmenjani toploti,
- b.) absolutno delo je enako nič,
- c.) tehnično delo je enako nič.

**Tehnično delo ( 0,5 točke)**

- a.) pri izotermni preobrazbi je tehnično delo enako nič,
- b.) pri izobarni preobrazbi je tehnično delo enako nič,
- c.) tehnično delo je pri izohorni preobrazbi enako volumenskemu delu.

**Naloga 35: (0,5+0,5+1=2 točki)**

**Specifična toplota**

- a.) Pojasni kaj je to specifična toplota, (0,5 točke)
- b.) Nariši diagram, ki ponazarja odvisnost specifične toplote od temperature in tlaka! (0,5točke)
- c.) pojasni povezavo med  $c_v$  - specifično toploto pri konstantnem volumnu,  $c_p$ - specifično toploto pri konstantnem tlaku in R- plinsko konstanto,  $\chi$  ! (1točka)

a.) \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

a.) Specifična toplota snovi je tista količina toplote, ki je potrebna za povišanje temperature ene količinske enote snovi za eno temperaturno stopinjo.

Količina toplote, ki je potrebna, da segrejemo maso  $m=1\text{kg}$  snovi s specifično toploto  $c$  od temperature  $T_1$  do  $T_2$ , je:

$$Q_{12} = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$$

$Q_{12}$  – toplota [J]

$m$  – masa [kg]

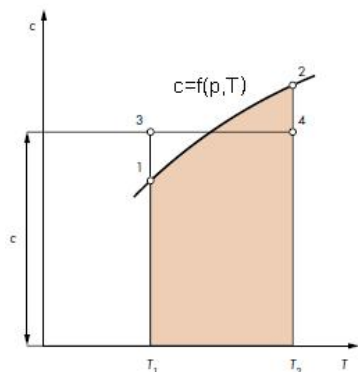
$c$  – specifična toplota  $\left[ \frac{J}{kgK} \right]$ , lahko jo odčitamo iz tabel v Strojniškem priročniku.

$T_1, T_2$  – absolutna temperatura [K]





b.) skica:



Specifična toplota je odvisna od tlaka in temperature. Pri velikih temperaturnih razlikah moramo obvezno izračunati srednjo specifično toplotu.

c.) povezave med specifičnimi toplotami:

Specifična toplota pri konstantnem volumnu  $c_v$ : je količina toplote, ki je potrebna, da se 1kg plina segreje pri stalnem volumnu za eno stopinjo temperature:

$$c_v = \frac{c_p}{\chi} = \frac{R}{\chi - 1}$$

Specifična toplota pri konstantnem tlaku  $c_p$ : je količina toplote, ki je potrebna, da segrejemo 1kg plina pri stalnem tlaku za enoto temperature.

Razlika obeh specifičnih toplot:

$$c_p - c_v = R$$

Razmerje obeh specifičnih toplot:

$$\frac{c_p}{c_v} = \chi$$

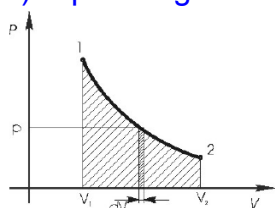
**Naloga 36: (4x 1= 4točke)**

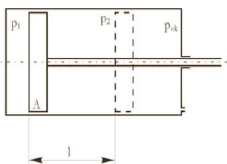
**Volumensko delo**

- Nariši potek preobrazbe od 1-2 v P-v diagramu !
- Napiši potek izpeljave iz katere je razvidno, kako pridemo do volumenskega dela!
- Napiši enačbo za volumensko delo!
- Napiši enačbo za specifično volumensko delo!

Potek rešitve:

a.) V p-V diagramu narišemo potek preobrazbe od 1-2





**b.) Potek izpeljave**

*Sprememba volumna*

$$\Delta V = A \cdot \Delta s$$

*Sila, ki deluje na bat*

$$F = p \cdot A$$

*Delo, ki ga opravi sila ob premiku bata*

$$\Delta W = F \cdot \Delta s = p \cdot A \cdot \Delta s = p \cdot \Delta V \quad [J]$$

**c.) Opravljeno delo snovi m pri končnem raztezk**

$$W_{12} = p \cdot (V_2 - V_1)$$

**d.) Opravljeno delo izraženo na enoto mase**

$$w_{12} = \frac{W_{12}}{m} = p \cdot (v_2 - v_1) \quad [J/kg]$$

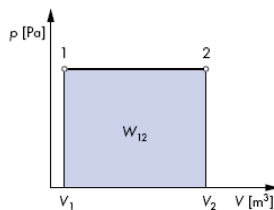
**Naloga 37: (3x1=3točke)**

**Volumensko delo**

- a.) nariši skico v p-V diagramu, ki predstavlja mehansko ravnotežje
- b.) Pojasni potek ekspanzije in kompresije!
- b.) pojasni kdaj govorimo o mehanskem ravnotežju!

**Potek rešitve:**

a.) Narišemo skico v *diagramu p-V v primeru, ko je tlak  $p_1 = p_2 = konst.$*

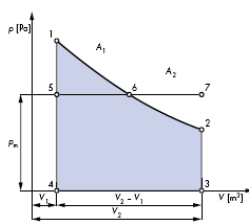


- b.) Delo  $W_{12}$  imenujemo delo enkratnega raztezanja ali absolutno delo.  
Delo  $W_{21}$  imenujemo delo enkratne kompresije ali absolutno delo.

$W_{12} \rightarrow +$  pri raztezanju – delo pridobimo iz sistema.  $W_{12} > 0$  - pozitivno  
 $W_{21} \rightarrow -$  pri stiskanju (kompresiji) – delo sistemu dovajamo.  $W_{21} < 0$  - negativno

**Ploskev pod potjo preobrazbe nam ponazarja delo  $W_{12}$ .**

**c.) Pri mehanskem ravnotežju velja  $p_1 = p_2 = p_m$**



Srednji tlak  $p_m$ :





To je tisti tlak, ki daje enako delo pri spremembi tlaka od  $p_1$  do  $p_2$ .

$$W_{12} = p_m \cdot (V_2 - V_1) \quad [J]$$

$W_{12}$  – absolutno delo [J]

$p_m$  – srednji tlak [Pa]

$V_2$  – končni volumen [m<sup>3</sup>]

$V_1$  – začetni volumen [m<sup>3</sup>]

### Naloga 38: (4x1= 4točke)

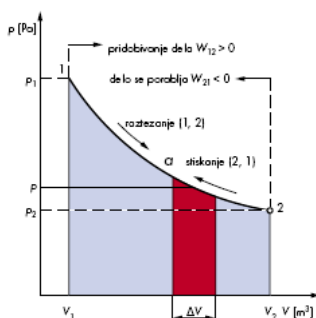
#### Prvi glavni zakon termodinamike in volumensko delo

- O čem govori prvi glavni zakon termodinamike?
- V p-V diagramu, nariši potek ekspanzije od točke 1 do 2,
- Napiši enačbo za izračun volumenskega-absolutnega dela!
- Kaj predstavlja ploskev pod potjo preobrazbe?

Potek rešitve:

- Prvi glavni zakon termodinamike govori o energijah in njihovih pretvorbah. Energija ne nastane iz nič, temveč prehaja iz ene oblike energije v drugo, pri čemer nastajajo izgube.

- V p-V diagramu narišemo krivuljo od 1-2 ekspanzija.



- Napišemo enačbo za izračun volumenskega dela

$$W_{12} = p \cdot (V_2 - V_1)$$

Delo  $W_{12}$  imenujemo delo enkratnega raztezanja ali absolutno delo.

$W_{12} \rightarrow +$  pri raztezanju – delo pridobimo iz sistema.  $W_{12} > 0$  – pozitivno.

- Ploskev pod potjo preobrazbe nam ponazarja delo  $W_{12}$ .

### Naloga 39 : (3x1=3točke)

#### Zmesna temperatura

- Kaj je zmesna temperatura?





b.) Napiši postopek izračuna!

c.) kateri pogoji morajo biti izpolnjeni da je  $T_m = \frac{T_1 + T_2}{2}$

Potek rešitve:

a.) Za segrevanje ali ohlajanje snovi imamo na voljo dva ali več sistemov, ki so obdani s adiabatno steno. Znotraj pa sta dva ali več sistemov pregrajeni, s prepustno - diatermno steno. Diatermna stena je stena, ki prepušča toploto, ne prepušča pa masnih tokov. Adiabatna stena je stena, ki ne prepušča toplote, niti masnih in snovnih tokov.

Znotraj posameznih sistemov imamo različne toplote in temperature.

**Zmesna temperatura je temperatura, ki jo dosežemo, ko nastopi toplotno; temperaturno ravnotežja  $T_m$ .**

$$Q_{am} + Q_{bm} = 0$$

$$m_a \cdot c_a \cdot (T_m - T_a) + m_b \cdot c_b \cdot (T_m - T_b) = 0$$

$$T_m = \frac{m_a \cdot c_a \cdot T_a + m_b \cdot c_b \cdot T_b}{m_a \cdot c_a + m_b \cdot c_b}$$

Za sistem z enakimi specifičnimi toplotami  $c_a = c_b$  velja:

$$T_m = \frac{m_a \cdot T_a + m_b \cdot T_b}{m_a + m_b}$$

c.) Za  $T_m = \frac{T_1 + T_2}{2}$  morata biti enaki masi snovi, ki se mešata in enaki specifični toploti.

$$m_a = m_b$$

$$c_a = c_b$$

**Naloga 40: (2x1= 2 točki)**

**Pretvori!**

a.) Skozi električni likalnik teče tok 1850 mA. Koliko je to amperov? Vpišite na črto.

$$1850 \text{ mA} = \underline{1,85} \text{ A} ; 1850 \text{ mA} = \underline{0,00185} \text{ kA}$$

b.) Med vodoma nekega daljnovoda je napetost 310 kV. Koliko je to voltov? Vpišite na črto.

$$310 \text{ kV} = \underline{310000} \text{ V} ; 310 \text{ kV} = \underline{0,310} \text{ MV}$$

**Naloga 41: (2x1= 2 točki)**

**Termodinamične preobrazbe**

a.) V p-V in T-S diagramu nariši tristopenjsko politropno kompresijo jo označi in pojasni!

b.) Napiši enačbo za izračun celotnega absolutnega dela tristopenjske politropne kompresije!

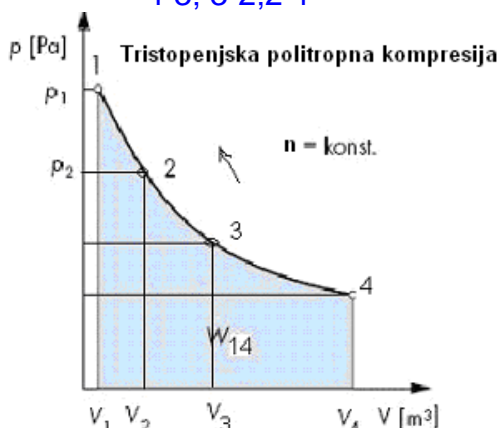
Potek rešitve:

a.) V p-V diagramu narišemo skico poteka tristopenjske politropne kompresije





4-3; 3-2;2-1



b.) Enačba za izračun celotnega dela tristopenjske politropne kompresije.

Seštejemo posamezne površine in dobimo  $W_{41} = W_{43} + W_{32} + W_{21} [J]$ .

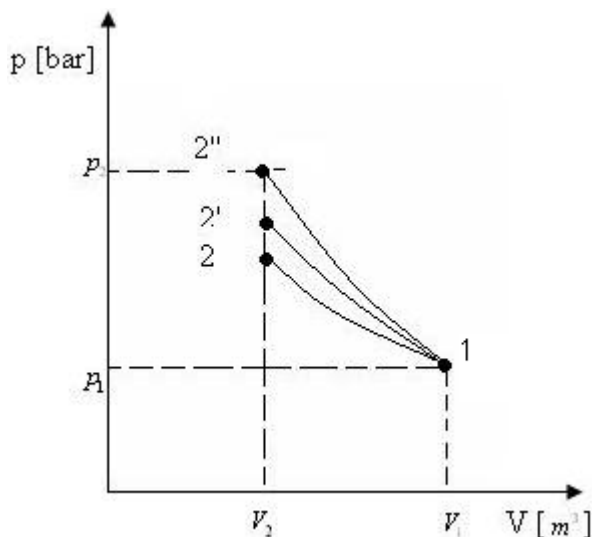
**Naloga 42: (2x1= 2 točki)**

**Termodinamične preobrazbe**

- V p-V diagramu nariši potek preobrazbe od 1-2 za izotermno, politropno in izentropno preobrazbo.
- Pojasni pri kateri preobrazbi od navedenih preobrazb imamo največje absolutno delo!

Potek rešitve:

a.) V p-V diagramu narišemo skico in potek zahtevanih TP od 1-2



$$p \cdot V^\chi = konst.$$

- 1-2... izotermna preobrazba  $\chi = 1$
- 1-2'... politropna preobrazba  $\chi = n$
- 1-2''... izentropna preobrazba  $\chi = \gamma$

**b.) Pojasnilo**

Iz diagrama p-V vidimo da je absolutno delo pri izentropni preobrazbi največje saj je ploskev pod krivuljo preobrazbe 2'', 1, V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> največja.

**Naloga 43: (2x1= 2 točki)**

**Termodinamične preobrazbe**

Štiristopenjska kompresija poteka po naslednjih termodinamičnih preobrazbah  
Od 1-2 izobarna kompresija; od 2-3 izotermna kompresija, od 3-4 izentropna kompresija in od 4-5 izentropna kompresija.

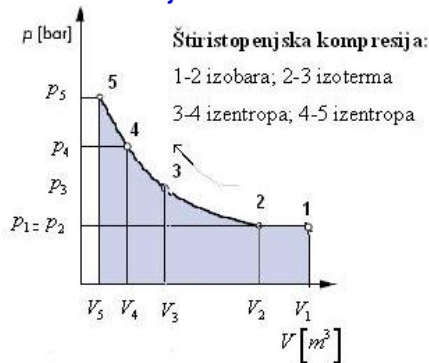
- V p-V diagramu nariši potek preobrazb in jih označi!
- Napiši enačbo za izračun celotnega absolutnega dela štiristopenjske kompresije!

Potek rešitve:





a.) V p-V diagramu narišemo skico poteka štiristopenjske kompresije, ki poteka med naslednjimi TP: 1-2 izobara; 2-3 izoterma; 3-4 izentropa in 4-5 izentropa.



b.) Enačba za izračun celotnega dela štiristopenjske kompresije.

Seštejemo posamezne površine in dobimo  $W_{15} = W_{12} + W_{23} + W_{34} + W_{45} [J]$ .

Ob kompresiji delo porabljamo zato je delo  $W_{15} < 0$ .

**Naloga 44: (2x1= 2 točki)**

**Termodinamične preobrazbe**

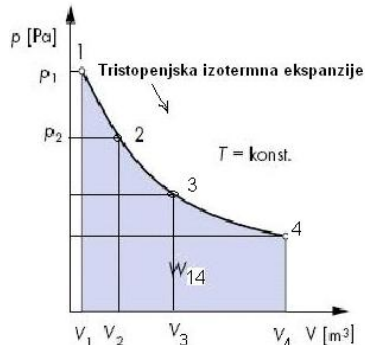
a.) V p-V diagramu nariši potek tristopenjske izotermne ekspanzije

b.) Napiši enačbo za izračun celotnega absolutnega dela tristopenjske izotermne ekspanzije!

Potek rešitve:

a.) V p-V diagramu narišemo skico poteka tristopenjske izotermne ekspanzije

1-2; 2-3; 3-4



b.) Enačba za izračun celotnega dela tristopenjske izotermne ekspanzije.

Seštejemo posamezne površine in dobimo  $W_{14} = W_{12} + W_{23} + W_{34} [J]$ .

**Naloga 45: (2x1= 2 točki)**

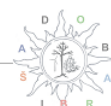
**Primerjava izohorne in izobarne TP**

a.) V p-v diagramu nariši preobrazbi in ju označi!

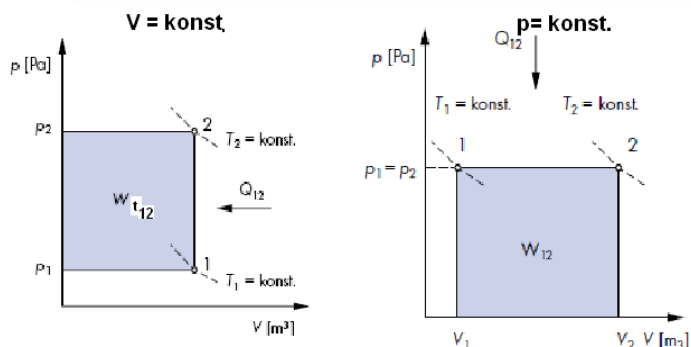
b.) Pojasni pri kateri izmed obeh preobrazb je absolutno delo večje?

Potek rešitve:

a.) V p-V diagramu narišemo skico izohorne in izobarne TP







**b.) Pojasnilo**

Absolutno delo izohorne TP = 0 zato ker je volumen konstanten

Absolutno delo izobarne TP:  $W_{12} = p[V_2 - V_1][J]$

$$W_{12izob.} > W_{12izoh.} [J]$$

**Naloga 46: (2x1= 2 točki)**

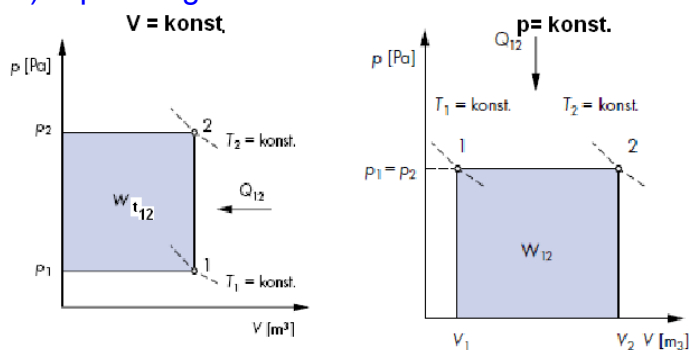
**Primerjava izohorne in izobarne TP**

a.) V p-v diagramu nariši preobrazbi in ju označi!

b.) Pojasni pri kateri izmed obeh preobrazb je notranja energija manjša!

**Potek rešitve:**

a.) V p-V diagramu narišemo skico izohorne in izobarne TP



**b.) Pojasnilo**

Sprememba notranje energije izohorne TP =  $U_2 - U_1 = -W_{12ad} + Q_{12} [J]$

Pri izohorni TP je absolutno delo enako  $-W_{12ad} = 0$

Sprememba notranje energije delo izobarne TP:  $U_2 - U_1 = -W_{12ad} + Q_{12} [J]$

Pri izobarni TP je absolutno delo  $-W_{12ad}$  različno od 0;  $W_{12} = p[V_2 - V_1][J]$ ,

**vsled česar:**

$$U_{2izob.} - U_{1izob.} < U_{2izoh.} - U_{1izoh.} [J]$$

**Naloga 47: (4x1= 4 točke)**

**Krožni procesi**

a.) V p-v diagramu skiciraj Ottov krožni proces in ga označi!

b.) V T-s diagramu skiciraj Ottov krožni proces in ga označi!

c.) Pojasni potek delovanja!

d.) Napiši enačbi za izračun dela in izkoristka Ottovega KP!

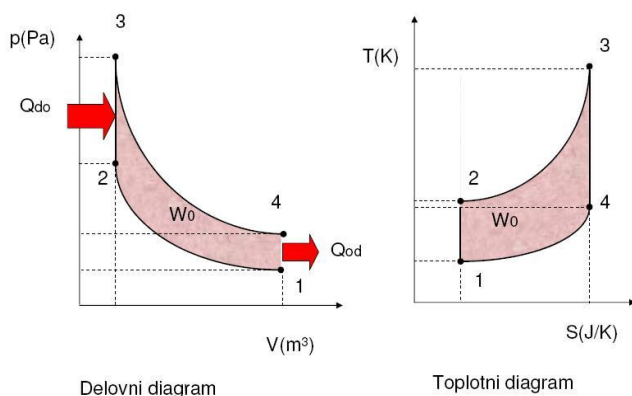




Potek rešitve:

a.) V p-V diagramu narišemo skico desnega Ottovega KP in ga označimo.

b.) V T-s diagramu narišemo skico desnega Ottovega KP in ga označimo



c.) Razložimo potek delovanja

Desni Ottov KP poteka med dvema izohorama in dvema izentropama

1-2... izentropna kompresija

2-3... izohorni dovod toplote

3-4... izentropna ekspanzija

4-1... izohorni odvod toplote

d.) Enačba za izračun dela  $W_0 = Q_{do} - Q_{od} [J]$  za naš konkreten primer  $W_0 = Q_{23} - Q_{41} [J]$

$$\eta = \frac{W_0}{Q_{do}}$$

Enačba za izračun izkoristka

$$\eta = \frac{Q_{do} - Q_{od}}{Q_{do}}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_{od}}{Q_{do}}$$

**Naloga 48: (0,5+1,5+1= 3 točke)**

Za ogrevanje stanovanjske hiše potrebujemo 17 kW toplotnega toka. Kurimo 10 ur na dan. Koliko je potrebno lesa s kurilnostjo  $H_i = 15,3 \left[ \frac{MJ}{kg} \right]$  in izkoristkom kurilne

naprave 85% za enodnevno ogrevanje hiše?

a.) izpiši in pretvori podatke

b.) napiši enačbo za izračun potrebne mase goriva in pojasni uporabljene oznake!

c.) Izračunaj potrebno količino lesa in napiši odgovor!

Potek rešitve:

a.) Izpis in pretvorba podatkov

$$\Phi = 17 \text{ kW} \Rightarrow \Phi = 17 \cdot 10^3 [W]$$

$$\tau = 10 \text{ h} \Rightarrow \tau = 10 \cdot 3600 [s]$$

z = 1 dan => število kurilnih dni





$$g_i = 20^{\circ}\text{C}$$

$$g_{tem} = 5^{\circ}\text{C}$$

$$H_i = 15,3 \left[ \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \right] \Rightarrow H_i = 15,3 \cdot 10^6 \left[ \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right]$$

$$\eta = 0,85$$

$$g_e = -18^{\circ}\text{C}$$

$$m = ?$$

**Opomba:** Temperatur iz stopinj Celzija v Kelvine ne pretvarjamo, ker je temperaturna razlika v stopinjah Celzija enaka temperaturni razliki v Kelvinih.

b.) Napišemo enačbo za izračun potrebne količine goriva, napišemo uporabljene oznake s pripadajočimi enotami.

$$m = \frac{\Phi_{CEL} \cdot \tau \cdot z \cdot (t_i - t_{tem})}{H_i \cdot \eta \cdot (t_i - t_e)} \left[ \text{kg} / \text{dan}; \text{kg} / \text{leto}; \text{m}^3 / \text{dan}; \text{m}^3 / \text{leto} \right]$$

$\Phi$  ... potrebna količina toplotnega toka [W]

$\tau$  ... [s]

$z$  ... število kurilnih dni

$g_i$  ... izbrana temperatura v prostoru [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$g_{tem}$  ... povprečna projektna temperatura [K]

$H_i$  ... kurilna vrednost lesa  $\left[ \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right]$

$\eta$  ... izkoristek kurilne naprave

$g_e$  ... projektna temperatura za 3 klimatsko cono [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$$m = ?$$

c.) Vstavimo podatke in izračunamo potrebno količino energenta ter napišemo odgovor.

$$m = \frac{17 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot 10 \cdot 3600 \text{ s} \cdot 1 \cdot (20^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C})}{15,3 \cdot 10^6 \text{ J} / \text{kg} \cdot 0,85 \cdot (20^{\circ}\text{C} - (-18^{\circ}\text{C}))} = 18,58 \text{ kg}$$

**Odgovor:**

Za enodnevno ogrevanje hiše je potrebno skuriti 18,58 kg lesa, s kurilnostjo

$$15,3 \left[ \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \right].$$

**Naloga 49: (0,5+1+1= 2,5 točk)**

**Plinski zakoni**

Tlak se je povečal od 1bar na 6bar pri stalnem volumnu. Za koliko se je zvišala temperatura, če je bila na začetku  $0^{\circ}\text{C}$ ?

a.) izpiši in pretvori podatke

b.) napiši enačbo za Amontonov zakon!

c.) V enačbo vstavi podatke, izračunaj temperaturo  $T_2$ , jo pretvori v  $^{\circ}\text{C}$  in napiši odgovor!

**Potek rešitve:**





a.) izpis in pretvorba podatkov.

$$p_1 = 1 \text{ bar} \Rightarrow p_1 = 1 \cdot 10^5 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$$

$$p_2 = 6 \text{ bar} \Rightarrow p_2 = 6 \cdot 10^5 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\vartheta_1 = 0^\circ \text{C} \Rightarrow \begin{aligned} T_1 &= 0 + 273 \\ T_1 &= 273 \text{ [K]} \end{aligned}$$

$$T_2 = ?$$

b.) Napišemo enačbo za Amontonov zakon iz katere izrazimo temperaturo

$$T_2.$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} \text{ [K]}$$

c.) V enačbo vstavimo podatke, izračunamo  $T_2$ . V nadaljevanju s pomočjo enačbe za pretvorbo temperature iz K v  $^\circ\text{C}$  izračunamo  $\vartheta_2$  in napišemo odgovor.

$$T_2 = 273 \text{ K} \cdot \frac{6 \cdot 10^5 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]}{1 \cdot 10^5 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]} = 1638 \text{ K}$$

$$\vartheta_2 = T_2 - 273$$

$$\vartheta_2 = 1638 - 273 = 1365^\circ \text{C}$$

Temperatura pri konstantnem volumnu in drugih podatkih se je zvišala na  $1365^\circ \text{C}$

**Naloga 50: (0,5+0,5+1+1= 3točke)**

**Uporaba plinske enačbe**

Izračunaj volumen, če so znane naslednje veličine: tlak=3 bar, temperatura  $20^\circ\text{C}$ , obravnavan plin je zrak, ki ima maso 1,5 kg. Podatek za R poišči v Kravtovem SP.

a.) Izpiši in pretvori podatke!

b.) V SP odčitaj vrednost R za zrak!

c.) Napiši plinsko enačbo!

d.) V plinsko enačbo vstavi podatke, izračunaj V in napiši odgovor!

Potek rešitve:

a.) Izpis in pretvorba podatkov

$$p = 3 \text{ bar} \Rightarrow p = 3 \cdot 10^5 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$$

$$R_{\text{zraka}} = 287 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \text{ iz SP}$$

$$\vartheta = 20^\circ \text{C} \Rightarrow T = 20 + 273 = 293 \text{ K}$$



$$m = 1,5 \text{ kg}$$

$$V = ?$$

b.) Iz SP odčitamo vrednost plinske konstante

$$R_{\text{zraka}} = 287 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

c.) Napišemo plinsko enačbo iz katere izrazimo V.

$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

$$V = \frac{m \cdot R \cdot T}{p} \left[ \text{m}^3 \right]$$

d.) Vstavimo podatke, izračunamo volumen.

$$V = \frac{1,5 \text{ kg} \cdot 287 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 293 \text{ K}}{300000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$V = 0,420 \text{ m}^3$$

Volumen zraka je  $0,420 \text{ m}^3$ .

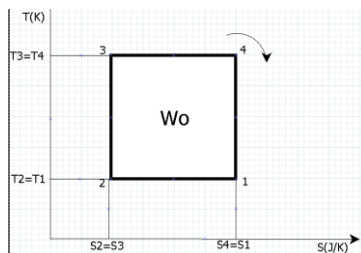
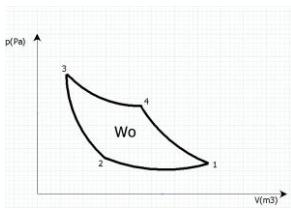
### Naloga 51: (4x1= 4 točke)

#### Carnotov DKP

- Nariši **Carnotov** desni krožni proces v P-V in T- S diagramu in ga označi!
- Pojasni potek delovanja!
- Nariši ploskve, ki predstavljajo dovedeno in odvedeno toploto, delo krožnega procesa!
- Napiši enačbi za izračun dela in izkoristka Carnotovega KP!

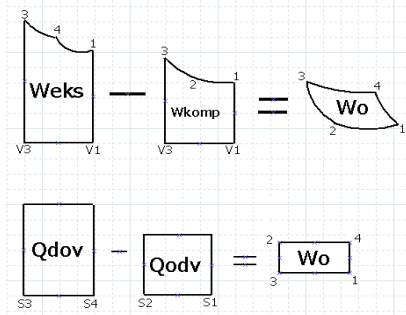
Potek rešitve:

a.) Narišemo Carnotov desni krožni proces v p-V in T-S diagramu



b.) Potek delovanja: 1-2 izotermna kompresija; 2-3 izentropna kompresija; 3-4 izotermna ekspanzija; 4-1 izentropna ekspanzija

c.) Ploskve, ki ponazarjajo dovedene, odvedene toplote in delo Carnotovega krožnega procesa





d.) Delo in izkoristek Carnotovega krožnega procesa

Enačba za delo:  $W_0 = Q_{dov} - Q_{odv} [J]$

Enačba za izkoristek:  $\eta = 1 - \frac{Q_{odv}}{Q_{dov}}$

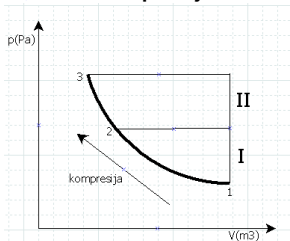
**Naloga 52: (2x1= 2 točki)**

**Izentropna kompresija**

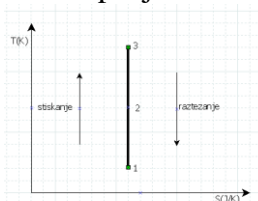
- a.) V p-v in T-S diagramu skiciraj dvostopenjsko kompresijo in označi smer preobrazbe!
- b) Kolikšna je izmenjana toplota

**Potek rešitve:**

a.) Dvostopenjska izentropna kompresija (p-V diagram)



Dvostopenjska izentropna kompresija (T-S diagram)



b.) Toplota se pri izentropni preobrazbi ne izmenjuje, zato se tudi entropija ne spreminja. Enačba:  $S_2 - S_1 = \Delta S = 0 \dots$  iz tega sledi, da je S konstanta in izmenjana toplota  $Q_{12}=0$ .

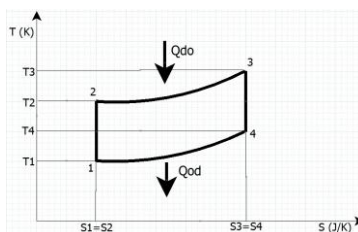
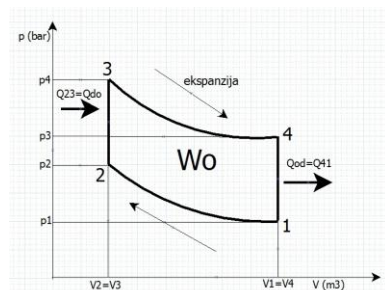
**Naloga 53: (3x1= 3 točke)**

**Ottov DKP**

- a.) Nariši **Ottov DKP** desni krožni proces v P-V in T- S diagramu in ga označi!
- b.) Pojasni potek delovanja!
- c.) Napiši enačbi za izračun dela in izkoristka Ottovega KP!

**Potek rešitve:**

a.) Narišemo **Ottov** desni krožni proces v p-V in T-S diagramu



b.) Potek delovanja: 1-2...izentropna kompresija; 2-3...izohorni dovod toplote; 3-4...izentropna ekspanzija; 4-1...izohorni odvod toplote.





### c.) Delo in izkoristek Ottovega krožnega procesa

Enačba za delo:  $W_0 = Q_{dov} - Q_{odv} [J]$

Enačba za izkoristek:

$$\eta = \frac{W_0}{Q_{do}} = \frac{Q_{do} - |Q_{od}|}{Q_{do}}$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{od}|}{Q_{do}}$$

#### Naloga 54: (1+1+3= 5 točk)

Z maso 3kg kisika izvajamo trokraki krožni proces iz začetnega stanja 1 bar in temperature 293K. delovno snov – kisik najprej izotermno komprimiramo do tlaka 20 bar, nakar sledi izobarna ekspanzija, tej pa sledi še izentropna ekspanzija do začetnega stanja.

- izpiši in pretvori podatke,
- nariši primerno skico v p-V in T-s diagramu in jo označi (ki se navezuje na tekst naloge)
- Določi termodinamične veličine v posameznih točkah procesa

Potek rešitve:

#### a.) Izpišemo in pretvorimo podatke

$$m = 3\text{kg}$$

$$O_2 \rightarrow \chi = 1,4$$

$$R = 258 \text{ J/kgK}$$

$$p_1 = 1 \text{ bar}$$

$$T_1 = 293\text{K}$$

$$p_2 = 20 \text{ bar}$$

$$T_2 = 293\text{K}$$

1 - 2 izoterma kompresija

2 - 3 izobarna ekspanzija

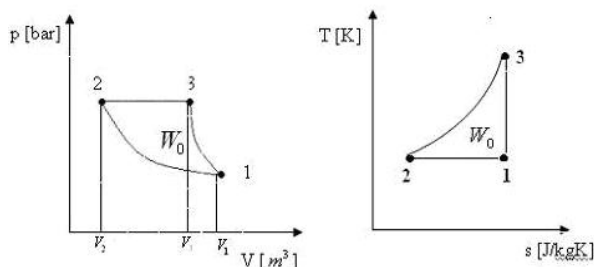
3 - 1 izentropna ekspanzija

$$p_1, T_1, V_1 = ?$$

$$p_2, T_2, V_2 = ?$$

$$p_3, T_3, V_3 = ?$$

#### b.) Skice poteka preobrazb v p-V in T-diagramu



- Določitev termičnih veličin v posameznih točkah krožnega procesa. Iz posameznih enačb, ki so značilne za obravnavane termodinamične preobrazbe izrazimo iskano veličino, vstavimo podatke in izračunamo vrednost posamezne veličine.



**Stanje 1**

$$m, O_2, p_1, T_1$$

$$p_1 \cdot V_1 = m \cdot R \cdot T_1 \Rightarrow$$

$$V_1 = \frac{m \cdot R \cdot T_1}{p_1} = \frac{3\text{kg} \cdot 259,8\text{J/kgK} \cdot 293\text{K}}{1 \cdot 10^5 \text{N/m}^2} = 2,284\text{m}^3$$

**Stanje 2**

$$m, O_2, p_2, T_2 = T_1$$

$$p_2 \cdot V_2 = m \cdot R \cdot T_2 \Rightarrow$$

$$V_2 = \frac{m \cdot R \cdot T_2}{p_2} = \frac{3\text{kg} \cdot 259,8\text{J/kgK} \cdot 293\text{K}}{20 \cdot 10^5 \text{N/m}^2} = 0,114[\text{m}^3]$$

**Stanje 3**

$$m, p_2, O_2, p_3 = p_2$$

$$T_3, V_3 = ?$$

$$p_3 \cdot V_3 = m \cdot R \cdot T_3 \Rightarrow$$

$$T_3 = \frac{p_3 \cdot V_3}{m \cdot R}$$

$$T_3 = \frac{20 \cdot 10^5 \text{N/m}^2 \cdot 0,269\text{m}^3}{3\text{kg} \cdot 259,8\text{J/kgK}} = 690,27[\text{K}]$$

$$p_3 \cdot V_3^z = p_1 \cdot V_1^z$$

$$V_3 = \sqrt[z]{\frac{p_1 \cdot V_1^z}{p_3}}$$

$$V_3 = \sqrt[1,4]{\frac{1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,284^{1,4} \text{m}^3}{20 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}}$$

$$V_3 = 0,269\text{m}^3$$

Točka	Tlak [bar]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Temperatura [K]
1	1	2,284	293
2	20	0,114	293
3	20	0,27	690,27

**Naloga 55: (1+1+1+3= 5 točk)**

V izhodiščni točki imamo 5,5m<sup>3</sup> zraka z gostoto 1,8kg/m<sup>3</sup> pri temperaturi 39°C. Iz tega stanja zraka pri konstantnem volumnu dovedemo 134kJ tehničnega dela. Nadalje sledi politropna preobrazba (n=1,37) do polovičnega začetnega volumna. Na koncu







zraku odvzamemo 56kJ toplote pri konstantnem tlaku.

- Izpiši, pretvori podatke in odčitaj plinsko konstanto iz Kravtovega SP!
- V p-V diagramu nariši značilne termodinamične preobrazbe!
- Napiši plinsko enačbo in enačbo za izračun mase!
- Izračunaj še termodinamične veličine stanja.

Potek rešitve:

- Izpis in pretvorba podatkov, iz SP odčitamo vrednost plinske konstante za zrak

$$V_1 = 5,5m^3$$

$$\rho_z = 1,8kg / m^3$$

$$\vartheta_1 = 39^{\circ}C \Rightarrow T_1 = 312K$$

$$W_{t12} = 134kJ$$

Politropna preobrazba

$$\text{do } V_2 = \frac{1}{2} V_1 = 2,75m^3$$

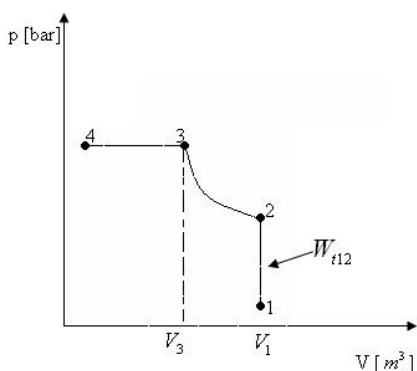
$$n = 1,373$$

$$Q_{12od} = -56KJ$$

$$R_{zraka} = 287 \frac{J}{kgK}$$

Vrednost termodinamičnih veličine v posameznih stanjih ?

- Skica značilnih TP



- Napišemo plinsko enačbo iz katere izrazimo posamezne termične veličine.  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$

Napišemo enačbo za gostoto iz katere izrazimo maso zraka

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- Vstavimo podatke in izračunamo iskane termične veličine v posameznih stanjih. Iz posameznih enačb, ki so značilne za obravnavane



termodinamične preobrazbe izrazimo iskano veličino, vstavimo podatke in izračunamo vrednost posamezne veličine.

### Stanje 1

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V$$

$$\rho = \frac{1}{V} \Rightarrow m = 1,8 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot 5,5 \text{ m}^3$$

$$m = 9,9 \text{ kg}$$

$$p_1 \cdot V_1 = m \cdot R \cdot T_1$$

$$p_1 = \frac{m \cdot R \cdot T_1}{V_1}$$

$$p_1 = \frac{9,9 \text{ kg} \cdot 287 \text{ J} / \text{kgK} \cdot 312 \text{ K}}{5,5 \text{ m}^3}$$

$$p_1 = 161179,2 \text{ N} / \text{m}^2 = 1,61 \text{ bar}$$

### Stanje 2

$$V_1 = V_2 = 5,5 \text{ m}^3$$

$$W_{112} = V \cdot (p_1 - p_2)$$

$$\frac{W_{112}}{V} = p_1 - p_2$$

$$p_2 = \frac{-W_{112}}{V} + p_1$$

$$p_2 = \frac{-134000 \text{ J}}{5,5 \text{ m}^3} + 1,61$$

$$p_2 = +0,2436 + 1,61 = 1,85 \text{ bar}$$

$$p_2 \cdot V_2 = m \cdot R \cdot T_2$$

$$T_2 = \frac{p_2 \cdot V_2}{m \cdot R} = \frac{1,85 \cdot 10^5 \text{ N} / \text{m}^2 \cdot 5,5 \text{ m}^3}{9,9 \text{ kg} \cdot 287 \text{ J} / \text{kgK}} = 358 \text{ K}$$

### Stanje 3

$$V_1 = 5,5 \text{ m}^3 \Rightarrow V_3 = V \cdot \frac{1}{2} = 2,75 \text{ m}^3$$

$$p_2 \cdot V_2^n = p_3 \cdot V_3^n / : V_3^n$$

$$p_3 = \frac{p_2 \cdot V_2^n}{V_3^n} = 1,85 \cdot 10^5 \text{ N} / \text{m}^2 \cdot \left(\frac{5,5}{2,75}\right)^{1,37}$$

$$p_3 = 4,8 \cdot 10^5 \text{ N} / \text{m}^2 = 4,8 \text{ bar}$$

$$p_3 \cdot V_3 = m \cdot R \cdot T_3$$

$$T_3 = \frac{p_3 \cdot V_3}{m \cdot R} = \frac{4,8 \cdot 10^5 \text{ N} / \text{m}^2 \cdot 2,75 \text{ m}^3}{9,9 \text{ kg} \cdot 287 \text{ J} / \text{kgK}} = 464 \text{ K}$$

### Stanje 4

$$p_3 = p_4$$

$$Q_{od} = m \cdot c_p (T_4 - T_3) / : m \cdot c_p$$



$$\frac{Q_{od}}{m \cdot c_p} = T_4 - T_3$$

$$T_4 = \frac{Q_{od}}{m \cdot c_p} + T_3$$

$$T_4 = \frac{-56 \cdot 10^3 J}{9.9 kg \cdot 1005 J / kgK} + 464 K$$

$$T_4 = 458 K$$

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_4}{T_4} \Rightarrow V_4 = \frac{V_3 T_4}{T_3}$$

$$V_4 = \frac{2,75 m^3 \cdot 458 K}{464}$$

$$V_4 = 2,71 m^3$$

Točka	Tlak [bar]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Temperatura [K]
1	1,61	5,5	312
2	1,85	5,5	358
3	4,8	2,75	464
4	4,8	2,71	458

**Naloga 56: (1+1+1+3x1= 6 točk)**

2,2 kg zraka iz začetnega stanja (tlak okolice in temperature 26°C, komprimirano na tri možne načine: a.) izotermno, b.) politropno ( $n = 1,33$ ) in c.) in izentropno ( $\chi = 1,4$ )

Končni volumen kompresije znaša 1 m<sup>3</sup>. Izračunaj za vse tri preobrazbe, tlak in temperaturo po kompresiji in nariši P-V diagram.

a.) Izpiši in pretvori podatke!

b.) Nariši ustrezno skico, ki se navezuje na tekst naloge in jo označi

c.) Izračunaj volumen za začetno stanje,  $V_1$

d.) Napiši enačbe!

e.) Izračunaj tlake in temperature pri volumnu  $V_2$  za navedene TP in napiši odgovor!

Potek rešitve:

a.) Izpis in pretvorba podatkov, iz SP odčitamo vrednost plinske konstante za zrak

$$m = 2,2 \text{ kg}$$

$$p_1 = p_0 = 1,013 \text{ bar} \Rightarrow p_1 = 1,013 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$$

$$\vartheta_1 = \vartheta_0 = 26^\circ C \Rightarrow T_1 = T_0 = 299 K$$

$$n = 1,33$$

$$V_2 = 1 m^3$$

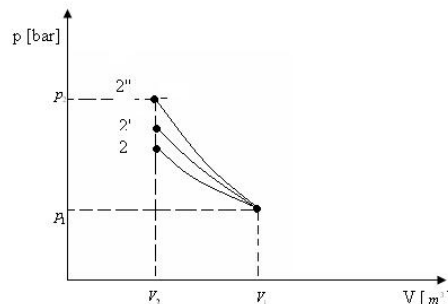
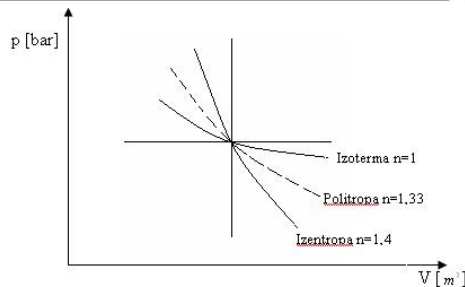




$$R = 287 \text{ J/kgK}$$

$$\chi = 1,4$$

b.) Skica značilnih TP



c.) Napišemo plinsko enačbo za stanje 1;  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$  in s pomočjo enačbe izračunamo  $V_1$ .

**Stanje 1**

$$p_1 \cdot V_1 = m \cdot R \cdot T_1$$

$$V_1 = \frac{m \cdot R \cdot T_1}{p_1}$$

$$V_1 = \frac{2,2 \text{ kg} \cdot 287 \text{ J/kgK} \cdot 299 \text{ K}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$$

$$\underline{V_1 = 1,86 \text{ m}^3}$$

d.) Vstavimo podatke in izračunamo iskane temične veličine za končna stanja obravnavanih termodinamičnih preobrazb.

**Stanje 2**

a) Izotermno

$$T_2 = T_1 = 299 \text{ K} \Rightarrow 20^{\circ} \text{ C}$$

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \Rightarrow$$

$$p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{1,013 \cdot 1,86 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 1,88 \text{ bar}$$

b) Politropno 2'

$$p_1 \cdot V_1^n = p_2' \cdot V_2^n$$

$$p_2' = p_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^n$$

$$p_2' = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot \left(\frac{1,86 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3}\right)^{1,33} = 2,3 \text{ bar}$$



$$p_2' \cdot V_2 = m \cdot R \cdot T_2'$$

$$T_2' = \frac{p_2' \cdot V_2}{m \cdot R}$$

$$T_2' = \frac{2,3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 1 \cdot \text{m}^3}{2,2 \text{ kg} \cdot 287 \text{ J/kgK}}$$

$$T_2' = 366 \text{ K} \Rightarrow 93^\circ \text{C}$$

c.) Izentropno 2"

$$V_2 = 1 \text{ m}^3, p_2 = ?, T_2 = ?$$

$$p_1 \cdot V_1^\chi = p_2 \cdot V_2^\chi$$

$$p_2'' = p_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\chi$$

$$p_2'' = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot \left(\frac{1,86 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3}\right)^{1,4} = 2,4 \text{ bar}$$

$$p_2'' \cdot V_2 = m \cdot R \cdot T_2''$$

$$T_2'' = \frac{p_2'' \cdot V_2}{m \cdot R}$$

$$T_2'' = \frac{2,4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 1 \text{ m}^3}{2,2 \text{ kg} \cdot 287 \text{ J/kgK}} = 382 \text{ K} \Rightarrow 109^\circ \text{C}$$

### Naloga 57: (5x1= 5 točk)

#### Prvi glavni zakon termodinamike

a.) O čem govori prvi glavni zakon termodinamike,

Odgovor:

- Prvi glavni zakon termodinamike govori o ohranitvi energij in njihovi pretvorbi.
- Energija ne more nastati iz nič, niti ne more izginiti v nič. Lahko se pa ena vrsta energije pretvori v drugo vrsto energije.
- Zakon o ohranitvi energije pravi, da je vsota vseh energij, ki so v zaključenem sistemu, konstantna.
- To pomeni, da se lahko v zaključenem sistemu spreminjajo količine posameznih vrst energije, vendar le tako, da povečanje ene vrste energije ustreza prav tolikšnemu zmanjšanju količine ene ali več drugih vrst energij.
- Vsota vseh energij v nekem termodinamičnem sistemu je konstantna ali vsota vseh dovedenih in odvedenih energij je enaka nič.



• **Prvi glavni zakon termodinamike**  
(matematična formulacija)

