

ISPARAVANJE I KONDENZACIJA VODE I VODENE PARE (drugi dio)

TERMODINAMIKA

TEHNIČKA ŠKOLA ZA STROJARSTVO I MEHATRONIKU, SPLIT

Vesna Plenča

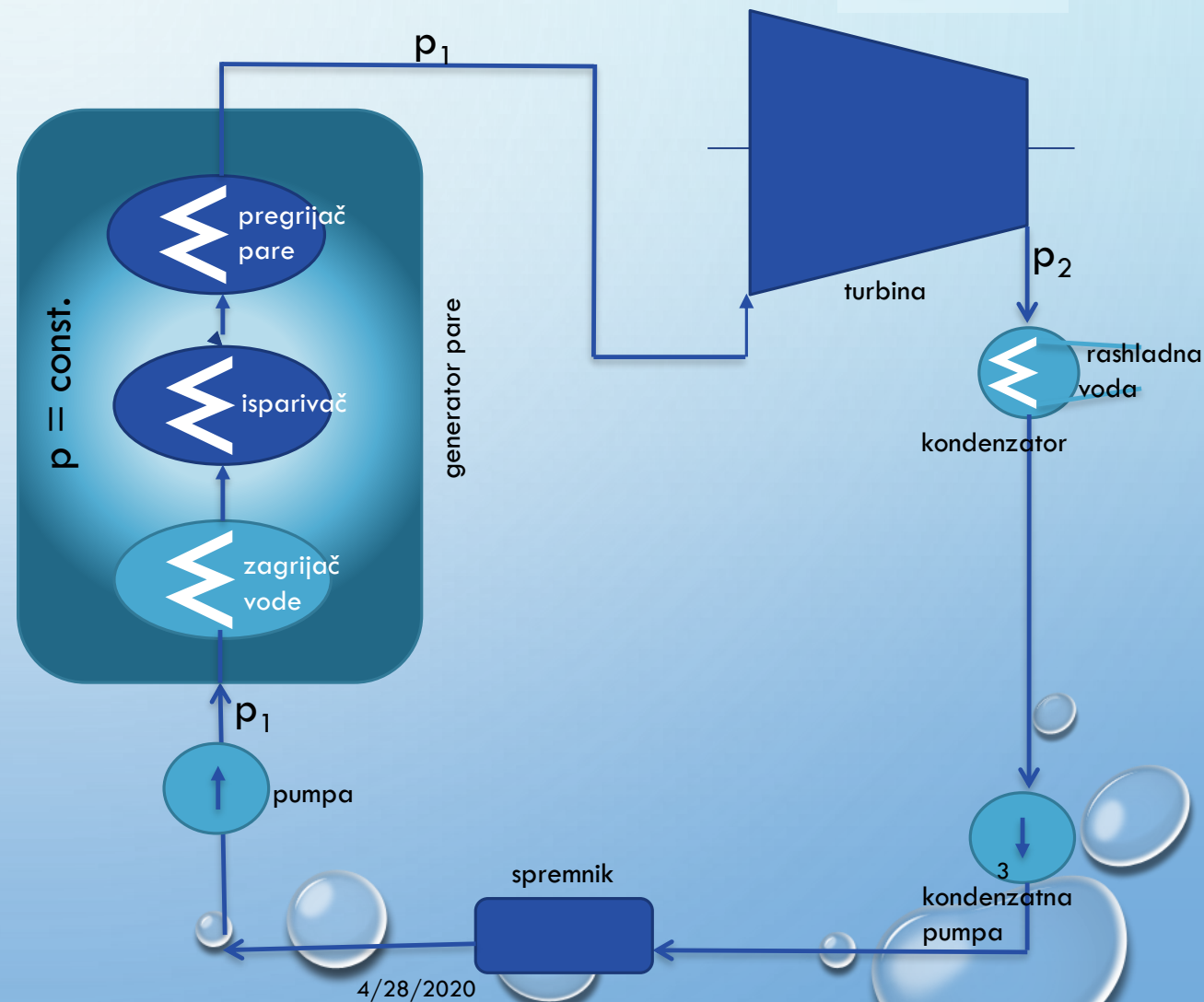
RJEŠENJA POSTAVLJENIH ZADATAKA

- PRIPREMI OLOVKU, PAPIR I UDŽBENIK.

VODENA PARA KAO ENERGENET

(već viđeno – ponovi i idi dalje)

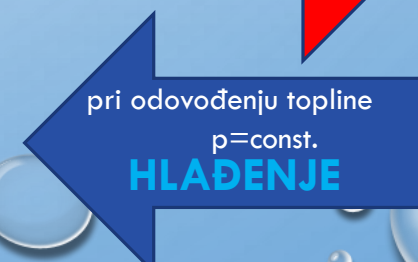
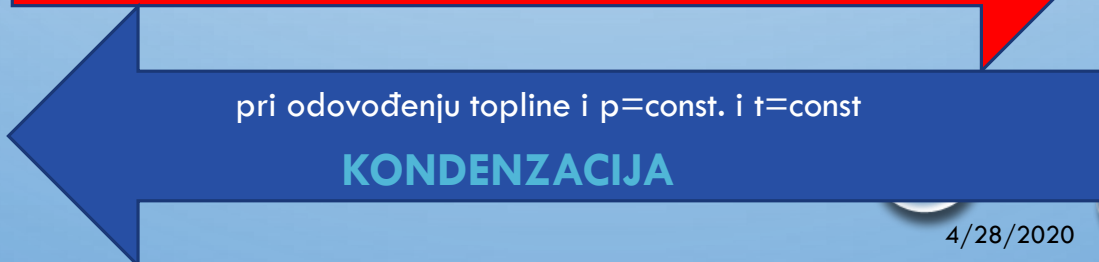
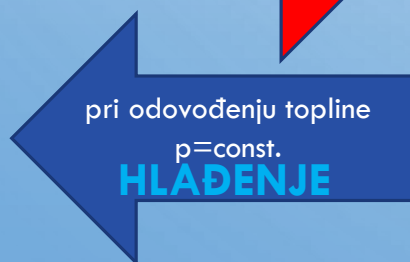
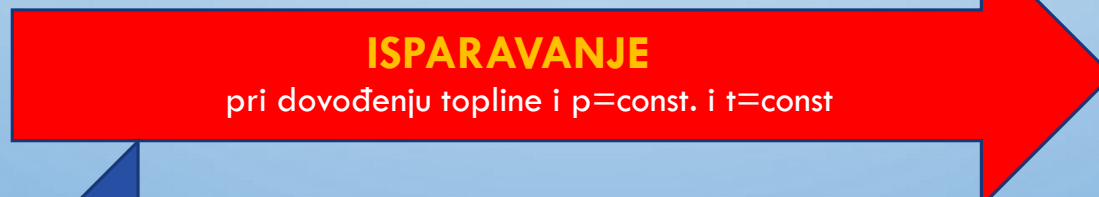
- VODENA PARA JE ZNAČAJNA U TEHNIČKOJ PRAKSI, OSOBITO KAO RADNI MEDIJ U PARNIM STROJEVIMA I KAO OGRJEVNI FLUID U MNOGIM INDUSTRIJSKIM, SANITARNIM I DRUGIM TOPLINSKIM UREĐAJIMA.
- VODENA PARA POTREBNA ZA OVE SVRHE DOBIVA SE ISPARAVANJEM VODE NA TLAKOVIMA VIŠIM OD ATMOSFERSKOG, U PARNIM KOTLOVIMA.



FAZE U PROIZVODNJI VODENE PARE

(već viđeno – ponovi i idi dalje)

Voda	Vrela voda	Mokra para	Suhozasićena para	Pregrijana para
t_w	t'	t_x	t''	t_p
v_w	v'	v_x	v''	v_p
h_w	h'	h_x	h''	h_p
s_w	s'	s_x	s''	s_p



ODGOVORI NA PITANJA

(pomoć- udžbenik od 202. do 205. stranice)

(provjeri svoje odgovore)



- Definiraj proces isparavanja vode. *Isparavanje je proces promjene agregatnog stanja vode, iz tekućeg u parno stanje, koji se odvija pri dovođenju topline uz konstantnu vrijednost tlaka i temperature.*
- Zašto se temperatura tijekom procesa isparavanja ne mijenja? *Zato što se pri dostizanju temperature zasićenja na određenom tlaku stvaraju uvjeti za pojavu promjene agregatnog stanja i daljnjim dovođenjem toplina se „troši” na promjenu agregatnog stanja, a ne na povećanje temperature.*
- Ako voda koja isparava ima u jednom slučaju početni tlak p_1 , a u drugom p_2 , pri čemu tlak p_2 ima manju vrijednost od tlaka p_1 hoće li temperatura na kojoj voda isparava u stanju 2:
 - ostati ista
 - biti će viša
 - **biti će niža (nižoj vrijednosti tlaka odgovara i niža temperatura zasićenja T_s)**
- Kako se mijenja volumen pri određenim fazama u proizvodnji vodene pare? *Volumen se pri dovođenju topline povećava. Naročito je izraženo povećanje volumena u pregrijanoj fazi.*
- Koje su faze u proizvodnji vodene pare, granične faze (događaju se samo u određenom trenutku)? *Vrela voda i Suhozasićena para*

ODGOVORI NA PITANJA

(pomoć- udžbenik od 220. do 221. stranice)

(provjeri svoje odgovore)



- Definiraj proces kondenzacije vode. *Kondenzacija je proces promjene agregatnog stanja vodene pare, iz parnog stanja u stanje vode, koji se odvija pri odvođenju topline uz konstantnu vrijednost tlaka i temperature.*
- Zašto se temperatura tijekom procesa kondenzacije ne mijenja? *Zato što se pri dostizanju temperature zasićenja na određenom tlaku stvaraju uvjeti za pojavu promjene agregatnog stanja i daljnjim odvođenjem toplina se „troši” na promjenu agregatnog stanja, a ne na snižavanje temperature.*
- Kako nazivamo toplinu pri kojoj se odvijaju procesi isparavanja i kondenzacije? *Latentna toplina*
- Kako nazivamo temperaturu pri kojoj se odvijaju procesi isparavanja i kondenzacije? *Temperatura zasićenja.*

PODSJETIMO SE KAKO SE KORISTE TERMODINAMIČKE TABLICE ZA VODU I VODENU PARU

PROVJERI MOŽEŠ LI PRONAĆI OČITANE VRIJEDNOSTI U TERMODINAMIČKIM TABLICAMA

FAZE U PROIZVODNJI VODENE PARE

(već viđeno – ponovi i idi dalje)



VODA

t_w – temperatura vode [$^{\circ}\text{C}$]

v_w – specifični volumen vode [m^3kg^{-1}]

h_w – specifična entalpija vode [Jkg^{-1}]

s_w – specifična entropija vode [$\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$]

T. XII/XIII
potrebna su 2 podatka,
uglavnom su to tlak i
temperatura

FAZE U PROIZVODNJI VODENE PARE

(već viđeno – ponovi i idi dalje)



VRELA VODA

- $t^)$ – temperatura vrele vode [$^{\circ}\text{C}$]
- $v^)$ – specifični volumen vrele vode [m^3kg^{-1}]
- $h^)$ – specifična entalpija vrele vode [Jkg^{-1}]
- $s^)$ – specifična entropija vrele vode [$\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$]

potreban je 1 poznati
podatak,
ili tlak $T. X$
ili temperatura $T. XI$

FAZE U PROIZVODNJI VODENE PARE

(već viđeno – ponovi i idi dalje)



MOKRA PARA

t_x – temperatura mokre pare [$^{\circ}\text{C}$]

v_x – specifični volumen mokre pare [m^3kg^{-1}]

h_x – specifična entalpija mokre pare [Jkg^{-1}]

s_x – specifična entropija mokre pare [$\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$]

zasićenost pare $X = \frac{\text{masa suhozasićene pare}}{\text{masa mokre pare}}$

vlažnost pare $1 - X$

$$x = \frac{v - v'}{v'' - v'} \quad - \quad x = \frac{u - u'}{u'' - u'}$$

$$x = \frac{s - s'}{s'' - s'} \quad - \quad x = \frac{h - h'}{h'' - h'}$$

FAZE U PROIZVODNJI VODENE PARE

(već viđeno – ponovi i idi dalje)



SUHOZASIĆENA PARA

t°) – temperatura suhozasićene pare [$^{\circ}\text{C}$]

v°) – specifični volumen suhozasićene pare [m^3kg^{-1}]

h°) – specifična entalpija suhozasićene pare [Jkg^{-1}]

s°) – specifična entropija suhozasićene pare [$\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$]

potreban je 1 podatak,
ili tlak $T. X$
ili temperatura $T. XI$

FAZE U PROIZVODNJI VODENE PARE

(već viđeno – ponovi i idi dalje)



PREGRIJANA PARA

t_p – temperatura pregriijane pare [$^{\circ}\text{C}$]

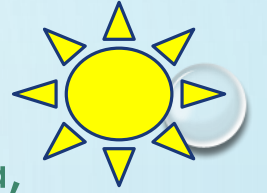
v_p – specifični volumen pregriijane pare [m^3kg^{-1}]

h_p – specifična entalpija pregriijane pare [Jkg^{-1}]

s_p – specifična entropija pregriijane pare [$\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$]

T. XII/XIII
potrebna su 2 podatka,
uglavnom su to tlak i
temperatura

ZADACI:



odgovore napiši u bilježnici i pošalji preko opcije čavrljanje meni i jednom kolegi iz razreda, pregledaj odgovore i ako su različiti prokomentirajte i dođite do zajedničkog rješenja

1. Odredi specifičnu entalpiju i specifičnu entropiju vode koja u kotao ulazi s tlakom od 100 [bar] i temperaturom 40 [°C] koristeći termodinamičke tablice.

ZA VODU

T. XII/XIII

potrebna su 2 podatka,
uglavnom su to tlak i
temperatura

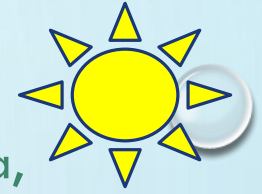
za $p=100$ [bar]
 $t=40$ [°C]

$h_w =$ [Jkg⁻¹]

$s_w =$ [Jkg⁻¹K⁻¹]

POTRAŽITE PODATKE U
TERMODINAMIČKIM
TABLICAMA

ZADACI:



odgovore napiši u bilježnici i pošalji preko opcije čavrljanje meni i jednom kolegi iz razreda, pregledaj odgovore i ako su različiti prokomentirajte i dođite do zajedničkog rješenja

2. Odredi temperaturu i specifičnu entropiju vrele vode koja se nalazi na tlaku 40[bar] koristeći termodinamičke tablice.

ZA VRELU VODU
T. X potreban je 1 podatak

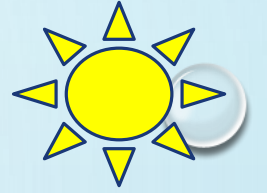
za $p=40$ [bar]

$t^s =$ [°C]

$s^s =$ [Jkg⁻¹K⁻¹]

POTRAŽITE PODATAKE U
TERMODINAMIČKIM
TABLICAMA

ZADACI:



odgovore napiši u bilježnici i pošalji preko opcije čavrljanje meni i jednom kolegi iz razreda, pregledaj odgovore i ako su različiti prokomentirajte i dođite do zajedničkog rješenja

3. Odredi specifični volumen i specifičnu entalpiju pregrijane pare koja se nalazi na tlaku 100[bar] i temperaturi 500 [°C] koristeći termodinamičke tablice.

ZA VRELU VODU
T. XII/XIII
potrebna su 2 podatka,
uglavnom su to tlak i
temperatura
atak

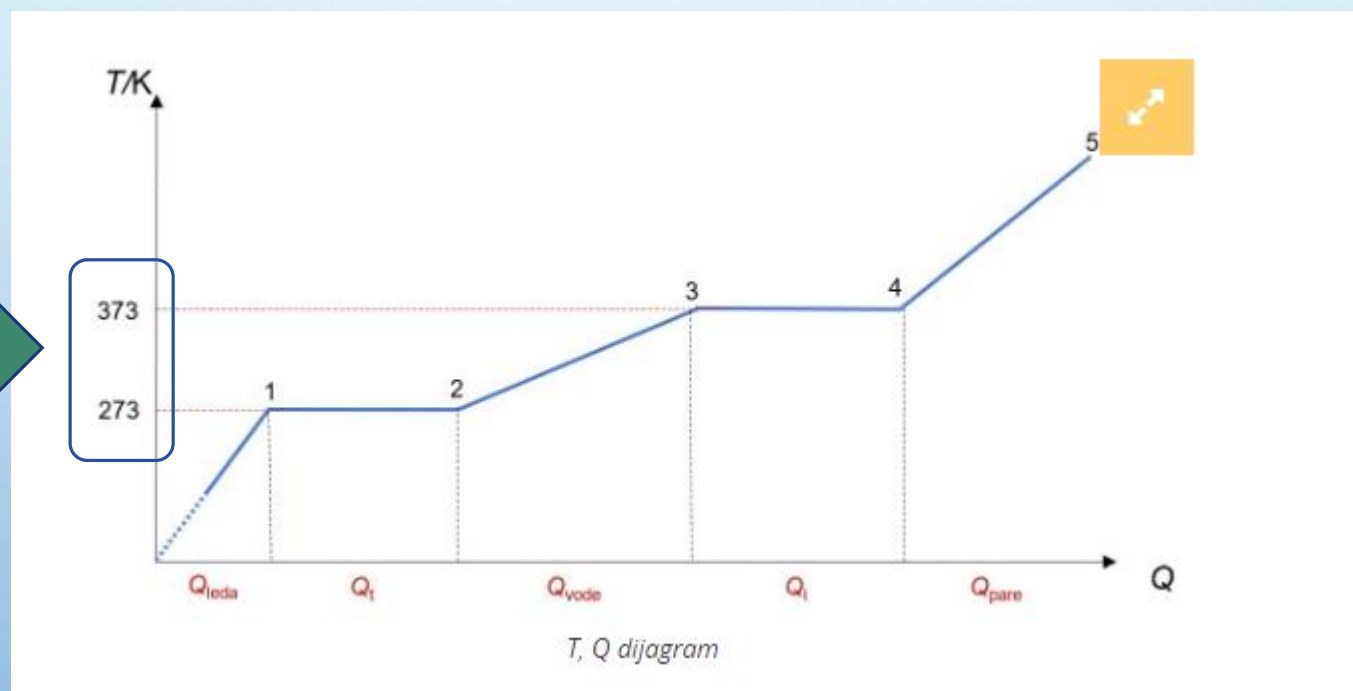
za $p=100$ [bar]
 $t= 500$ [°C]

$$v_p = \text{[input]} \text{ [m}^3\text{kg}^{-1}\text{]}$$

$$h_p = \text{[input]} \text{ [Jkg}^{-1}\text{]}$$

POTRAŽITE PODATKE U
TERMODINAMIČKIM
TABLICAMA

DIJAGRAM PROMJENE TEMPERATURE PRI DOVOĐENJU TOPLINE U PROCESU PROIZVODNJE VODENE PARE



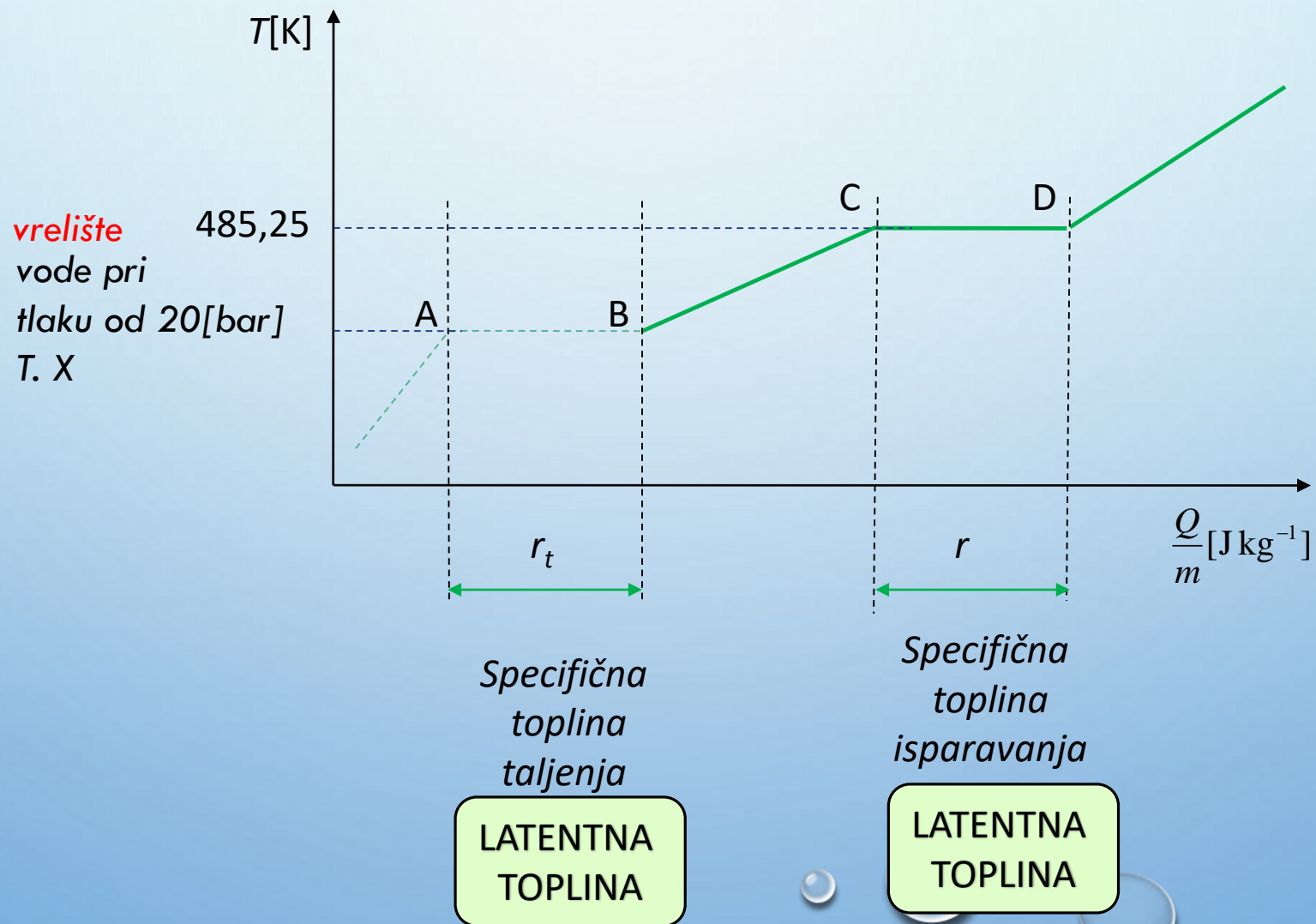
Ovo su temperature ledišta i vrelišta vode samo pri normalnom tlaku

Slika 1. Dijagram promjene agregatnog stanja vode iz leda u pregrijanu paru

PRIKAŽI DIJAGRAMOM PROMJENU TEMPERATURE PRI DOVOĐENJU TOPLINE U PROCESU PROIZVODNJE VODENE PARE

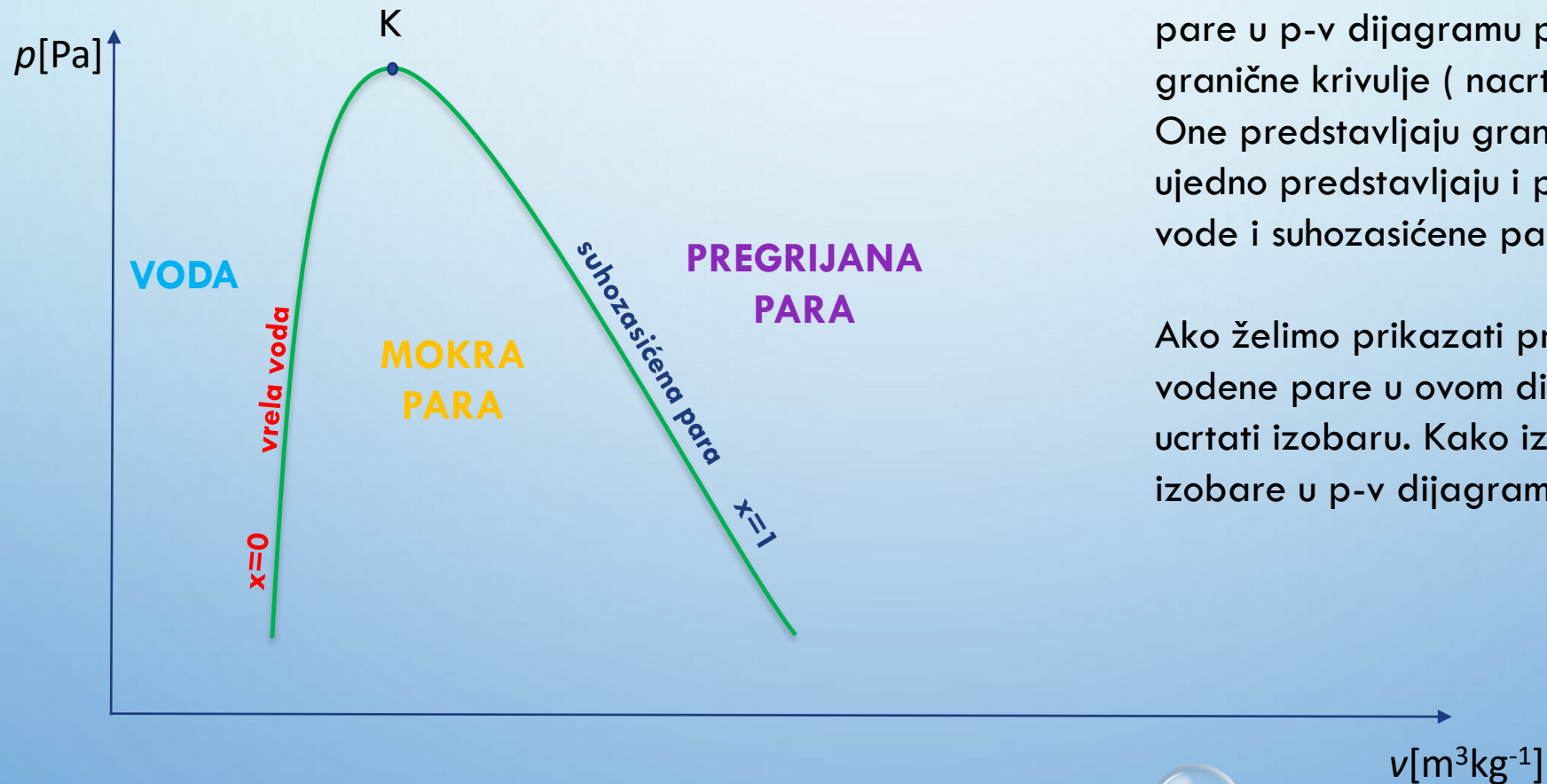
- Za koji tlak je na prethodnom slajdu prikazan dijagram promjene temperature pri dovođenju topline u procesu proizvodnje vodene pare ? *Za tlak 101325[Pa].*
- Nacrtaj dijagram promjene temperature pri dovođenju topline u procesu proizvodnje vodene pare pri tlaku od 20[bar] koristeći termodinamičke tablice (T. X)

ISPARAVANJE VODE PRI $p=20[\text{bar}]$



p-v DIJAGRAM ZA VODENU PARU

! novo

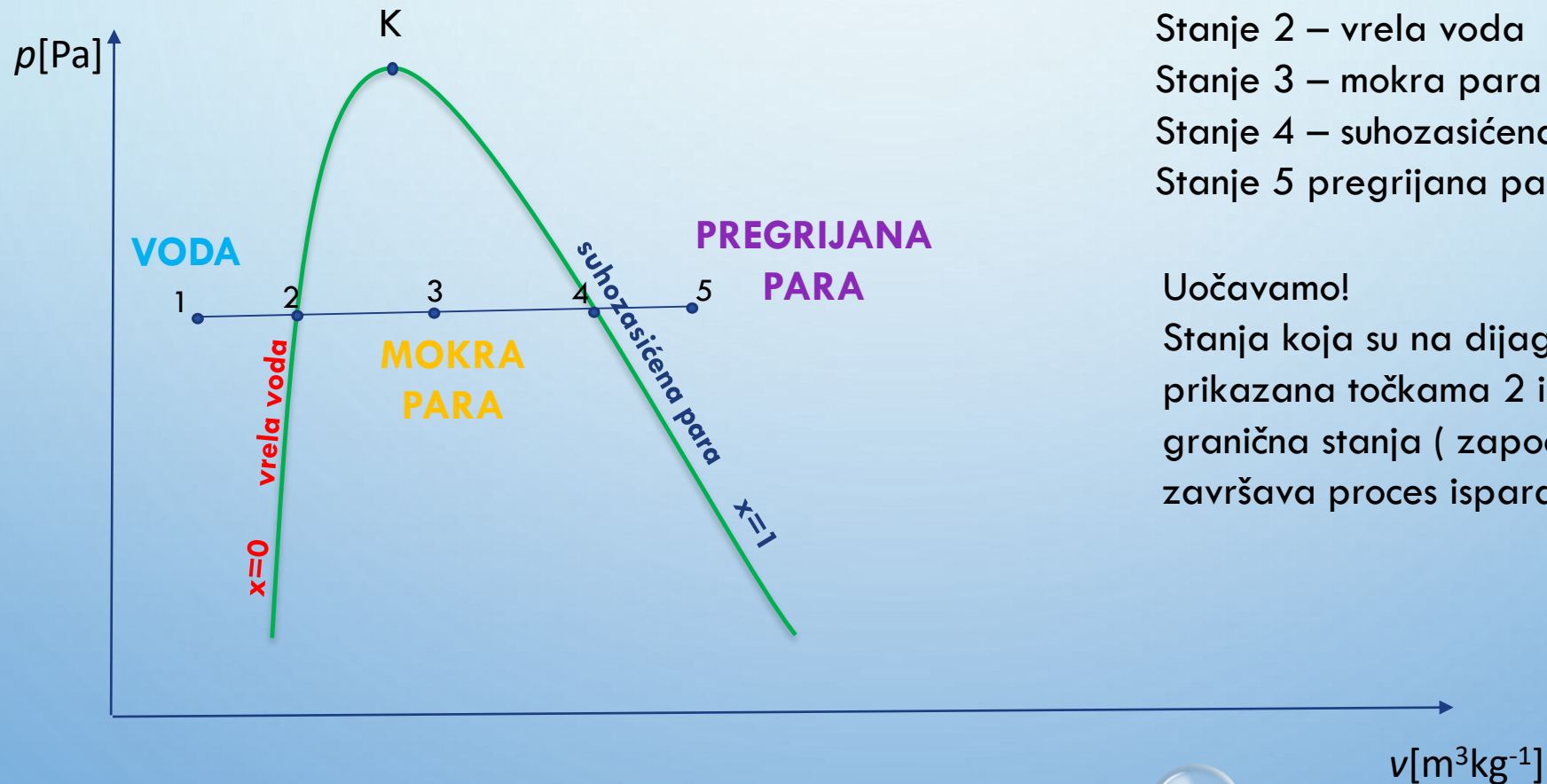


Za prikaz promjena stanja vode i vodene pare u p-v dijagramu potrebno je nacrtati granične krivulje (nacrtane zelenom bojom) One predstavljaju granice između faza, a ujedno predstavljaju i prikaz stanja vrele vode i suhozasićene pare.

Ako želimo prikazati proces proizvodnje vodene pare u ovom dijagramu onda ćemo ucrtati izobaru. Kako izgleda prikaz izobare u p-v dijagramu? (sljedeći slajd)

p-v DIJAGRAM ZA VODENU PARU

! novo



Stanje 1 – voda

Stanje 2 – vrela voda

Stanje 3 – mokra para

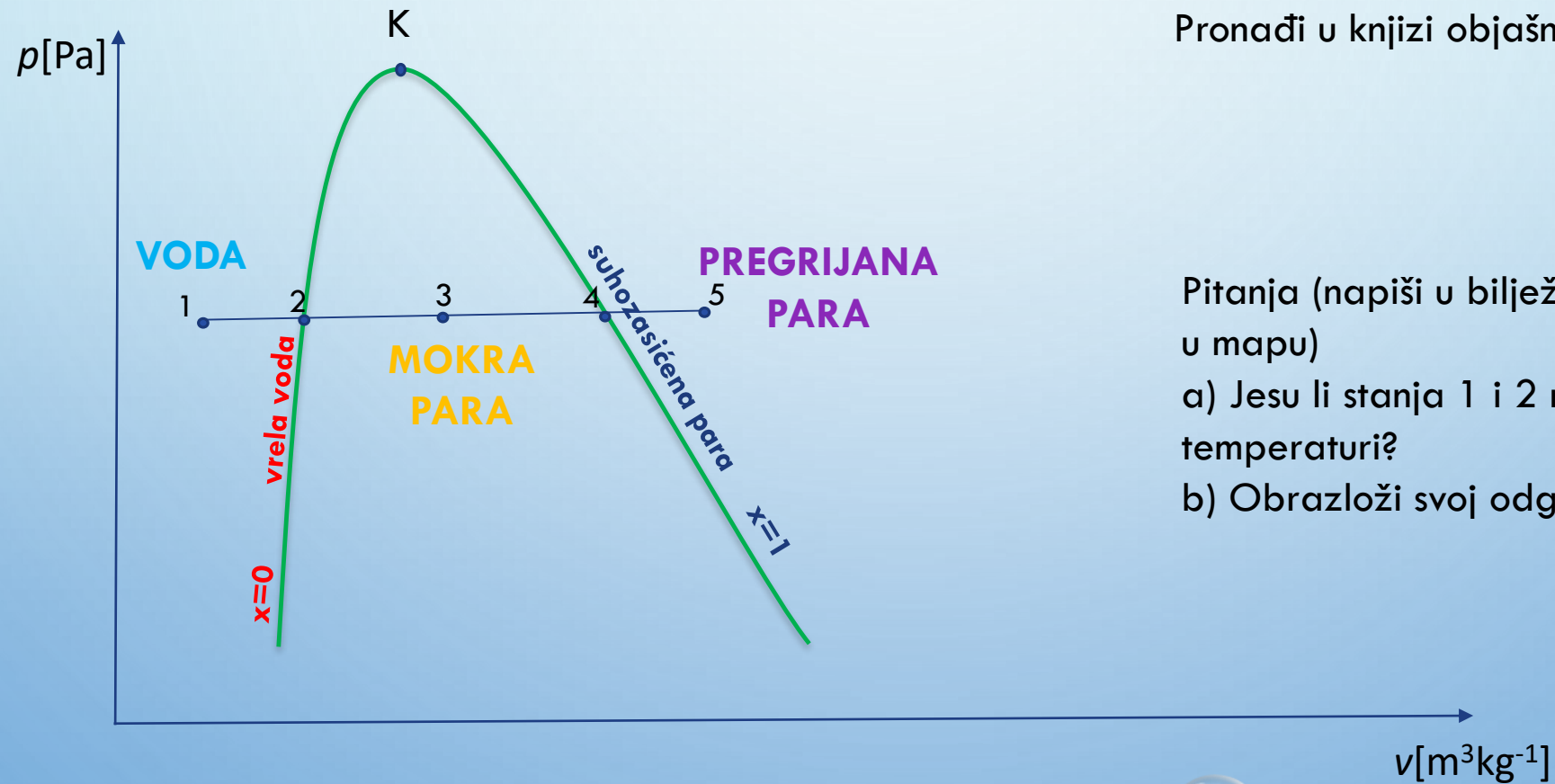
Stanje 4 – suhozasićena para

Stanje 5 pregrijana para

Uočavamo!

Stanja koja su na dijagramu prikazana točkama 2 i 4 su granična stanja (započinje i završava proces isparavanja)

p-v DIJAGRAM ZA VODENU PARU



ZADATAK 4.

Pronađi u knjizi objašnjenje stanja u točki K

Pitanja (napiši u bilježnicu i postavi u mapu)

- Jesu li stanja 1 i 2 na istoj temperaturi?
- Obrazloži svoj odgovor.

MOKRA PARA STUPANJ ZASIĆENJA

- Stupanj zasićenja predstavlja udio suhozasićene pare u ukupnoj količini mokre pare.
- Ako je mokra para zasićena 30%, to znači da je $x=0,3$ odnosno da je 30% udio mase suhozasićene pare u ukupnoj masi mokre pare.
- U tom slučaju mogli bismo reći da je para vlažna 70% .

zasićenost pare $X = \frac{\text{masa suhozasićene pare}}{\text{masa mokre pare}}$

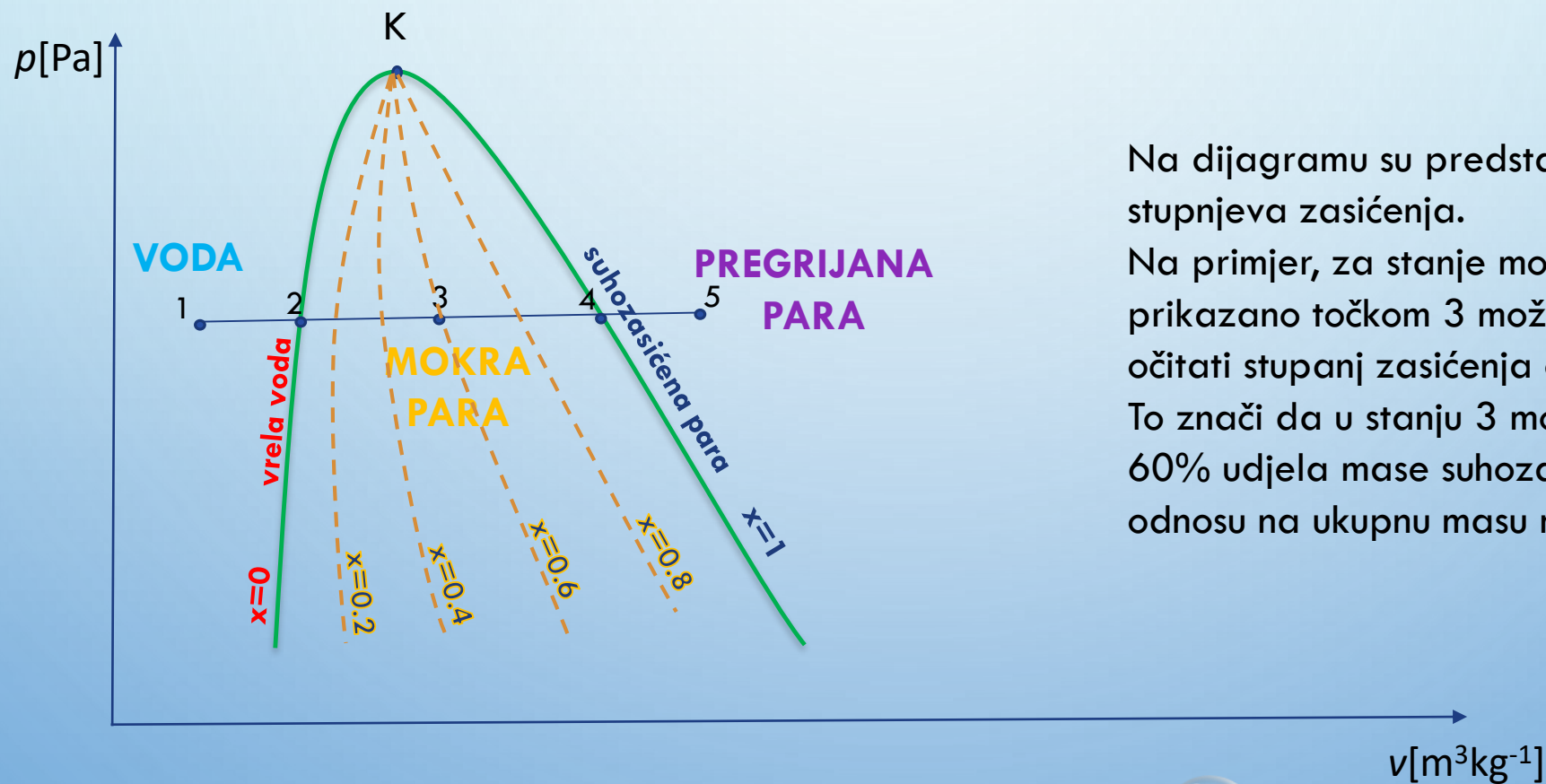
vlažnost pare $1 - X$

$$x = \frac{v - v'}{v'' - v'} \quad x = \frac{u - u'}{u'' - u'}$$

$$x = \frac{s - s'}{s'' - s'} \quad x = \frac{h - h'}{h'' - h'}$$

MOKRA PARA STUPANJ ZASIĆENJA

! novo



Na dijagramu su predstavljene krivulje stupnjeva zasićenja.

Na primjer, za stanje mokre pare prikazano točkom 3 možemo iz dijagrama očitati stupanj zasićenja od 0.6.

To znači da u stanju 3 mokra para sadrži 60% udjela mase suhozasićene pare u odnosu na ukupnu masu mokre pare.

ZA ONE KOJI ŽELE VIŠE

ZADATAK 5.

Odredi vrijednost specifičnog volumena mokre pare vlažnosti 70%, koja se nalazi na tlaku od 5[bar].

ZA ONE KOJI ŽELE I JOŠ VIŠE

ZADATAK 6.

Pronađite zanimljivosti vezane uz vodu i objavite ih u Mapi za radove učenika.

Postavit ćemo virtualnu ploču na kojoj ćemo zalijepiti zanimljivosti koje ste pronašli.

OCJENJIVANJE

SLJEDEĆI TJEDAN DEFINIRAT ĆEMO NAČIN OCJENJIVANJA U NASTAVI NA DALJINU.

DO SADA VAŠ RAD JE PRAĆEN I VREDNOVAN FORMATIVNO.

TO ZNAČI DA VAŠ RAD PRATIM, BILJEŽIM VAŠE REZULTATE RADA U IZRADI POSTAVLJENIH ZADATAKA I DAJEM VAM POVRATNE INFORMACIJE.

SVA PITANJA VEZANA ZA ZADATKE ILI SADRŽAJ NASTAVNOG SADRŽAJA MOŽETE MI UPUTITI OPCIJOM „ČAVRLJANJE”.

IZVORI:

SLIKA 1. DIJAGRAM PROMJENE AGREGATNOG STANJA VODE IZ LEDA U PREGRIJANU PARU preuzeta je sa

- https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/7cc8c4f6-c4e2-4532-8928-afc1ba71beee/html/996_agregacijska_stanja.html ;2.2 Agregacijska stanja – Edutorij e-Škole – 28.4.2020.