

1. Za koji proces s idealnim plinom vrijedi da je mehanički rad promjene volumena jednak tehničkom radu? Koja ekspanzija u p-v dijagramu ima strmiji pad, izotermna ili adijabatska? Čemu služi desnokretni, a čemu ljevokretni kružni proces? Koji je podatak uspješnosti tih procesa?
 - a. Adijabatski?
 - b. Adijabata izgleda slično kao izoterma, osim što tokom ekspanzije, adijabata gubi više pritiska od izoterme, tako da ima strmiji uspon. ?
 - c. Uređaji u kojima se provodi ljevokretni kružni proces nazivaju se stoga rashladnim strojevima (hladnjacima) jer oduzimajući toplinsku energiju jednom (hladnom) toplinskom spremniku snižavamo njegovu temperaturu, odnosno i dizalicama topline (toplinskim pumpama) jer predajući toplinsku energiju drugom (toplom) toplinskom spremniku povisujemo njegovu temperaturu. Desnokretni radi suprotno.
 - d. Termički stupanj djelovanja.

2. Definirajte pojam entropije. Kako se ona općenito mijenja u povratnom procesu, a kako u nepovratnom kružnom procesu? Što predstavlja površina ispod krivulje u T-s dijagramu? Je li u T-s dijagramu brže raste izohorna ili izobarna krivulja (zašto)? Kakva je relacija (više, manje, jednako) između toplina izmijenjenih u izentropskom i adijabatskom procesu?
 - a. Entropija je jednaka omjeru ukupne količine toplinske energije koja se izmjenjuje između sustava i okolice i temperature pri kojoj se to događa.
 - b. Povratni – $ds = 0$, nepovratni – $ds > 0$, nemogući – $ds < 0$.
 - c. Ploština površine „ispod“ krivulje procesa jednaka izmijenjenoj toplinskoj energiji.
 - d. Pri izohornom procesu dovedena se toplinska energija troši samo na povećanje unutrašnje kaloričke energije. Dovođenjem toplinske energije pri stalnom tlaku, osim povećanja unutrašnje kaloričke energije, obavlja se i mehanički rad. Za istu količinu dovedene toplinske energije pri izohornom procesu temperatura raste brže; njegova krivulja mora dakle teći strmije.
 - e. Izmijenjena toplina je jednaka (nula?).?

3. Kad je Rankineov kružni proces i izobarni i izotermni? Kako se i zašto mijenja stupanj djelovanja Rankineovog kružnog procesa ako se tlak u kondenzatoru turbine poveća? U čemu je razlika izentropskog i povratljivog rada turbine? Koji su načini za povećanje termodinamičkog stupnja djelovanja Brayton-Jouleovog procesa? Što je kogeneracijski, a što kombinirani proces?
 - a. Ispod granične krivulje, npr. h-s dijagrama. ?
 - b. Da se postigne što veći pad entalpije (što veća razlika $h_3 - h_4$) između stanja na ulazu u parnu turbinu i stanja na kraju ekspanzije, para se dovodi u kondenzator, u kojem se kondenzira djelovanjem rashladne vode. Zbog toga u kondenzatoru vlada vrlo mali tlak, i do 0,02 bara (0,002 MPa), koji ovisi o temperaturi rashladne vode koja pak djeluje kao hladni spremnik, odnosno

kao okolica. U takvoj se „kondenzacijskoj turbini“ (termoelektrani) iskorištava najveći mogući pad entalpije polazeći, naravno, od zadanog stanja pare na ulazu u turbinu, no, potrebne su i relativno velike količine vode za hlađenje. Kad bi se tlak u kondenzatoru povećao, smanjila bi se razlika $h_3 - h_4$ te bi se smanjio stupanj djelovanja.

- c. Idealni rad (izentropski):
 - i. $w(\text{idealni}) = h(\text{ulazna}) - h(\text{izlazna})$;
 - ii. povratljivi rad: $w(\text{povratljivi}) = h(\text{ulazna}) - h(\text{izlazna}) - T(\text{okolice}) \cdot (s(\text{ulazna}) - s(\text{izlazna}))$ [ili = idealni rad + gubitak MEHRAD?].
?
 - d. $\eta(\text{tJPK}) = 1 - T_{\min}/T_1$; ?
 - e. Kogeneracija proces – kombinirana proizvodnja toplinske i električne energije. ? Kombinirani proces – npr. termoelektrane koriste i plinske i parne turbine.
4. Što je radioaktivnost, a što aktivnost? Što je defekt mase i koje su reakcije egzotermne? Što je energija aktivacije za fisiju i kakva je relacija između energije veze neutrona u složenoj jezgri i energije aktivacije za U-235? Koja je kombinacija goriva, moderatora, i hladila karakteristična za PWR reaktor i kako mu se regulira snaga? Što je makroskopski udarni presjek za reakciju, koja mu je jedinica i koje su dvije osnovne grupe reakcija s neutronima?
- a. Kod nuklida koji se nalaze izvan područja stabilnosti ili koji se nalaze u pobuđenom stanju (s unutrašnjom energijom višom od osnovne energetske razine) postoji prirodna težnja (izjednačenje početno nejednolike raspodjele gustoće energije jednolikom) da se unutrašnjim transformacijama i/ili emisijama suvišnih čestica vrate u područje stabilnosti. Taj je proces poznat kao „radioaktivni raspad“ ili „radioaktivnost“. Brzina promjene broja jezgara, dN/dt (λN) zove se aktivnost radioaktivnog materijala i proporcionalna je trenutnom broju jezgara.
 - b. Masa sastojaka jezgre veća je od mase cijele jezgre. Njihova se razlika naziva defekt mase. Egzotermna, oslobađa se energija.
 - c. Energija aktivacije ili energija aktiviranja reakcije je energija koju je potrebno dovesti molekulama da međusobno reagiraju. ?
 - d. PWR – moderator (obična voda), gorivo (obogaćeni uranij), hladilo (voda).? Snaga se regulira uvlačenjem i izvlačenjem kontrolnih sklopova.
 - e. Produkt mikroskopskog udarnog presjeka i gustoće jezgara mete zove se makroskopski udarni presjek. Jedinica cm^2 . Apsorpcija (fisije, uhvata), raspršenje (elastični ili neelastični sraz).
5. Koje je porijeklo i kako se dijele/ koji su izvori geotermalne energije? Poredajte geotermalne elektrane u smjeru porasta njihova stupnja djelovanja. Kako je definiran faktor preobrazbe za toplinsku pumpu i koji su dijelovi toplinske pumpe s kompresijskim ciklusom?

- a. Riječ geotermalno ima porijeklo u dvjema grčkim riječima geo (zemlja) i therme (toplina) i znači toplina zemlje, pa se prema tome toplinska energija Zemlje naziva još i geotermalna energija.(?) Izvori geotermalne energije: vruće suhe stijene, voda na velikim dubinama i pod velikim tlakom, voda/para na manjim dubinama.
 - b. Elektrane na suhu paru, „flash steam“ elektrane, elektrane s binarnim ciklusom (?) – obrnuto; prvo je najbolje, zadnje najgore.
 - c. Ovisno o izvedbi faktor preobrazbe iznosi oko 50% Carnotovog: $f.p. = q_{dov}/wt$
Praktično se postiže faktor preobrazbe od 3 do 5. Dijelovi pumpe s kompresijskim ciklusom: kondenzator, ekspanzijski ventil, isparivač, kompresor. (?)
6. Što je konsumpciona krivulja, a što Q-H dijagram HE? Što je veličina izgradnje HE i kako se elektrane dijele prema načinu korištenja vode? Kako bi se u terminima Q, H i specifične brzine opisali Francis turbinu (njenu relaciju prema Pelton i Kaplan turbini) i kako joj se regulira snaga?
- a. Konsumpcijska krivulja – krivulja koja prikazuje ovisnost visine vode u koritu o trenutnom volumnom protoku. Q-H dijagram – prikazuje ovisnost protoka rijeke o nadmorskoj visini.
 - b. Veličina izgradnje – najveći protok koji se može iskoristiti u turbinama, još se naziva i instalirani protok Q_i . Podjela prema načinu korištenja vode – protočne, akumulacijske, reverzibilne.
 - c. Podjela:
 - i. Pelton turbina – akcijska turbina (slobodnog mlaza); koristi se kod HE s manjim protokom, a većim padom (tlakom); dovođenje vode u turbinu odvija se preko mlaznice na lopatice koje se okreću u zraku; snaga se regulira promjenom smjera mlaza vode ili protumlazom.
 - ii. Kaplan turbina – reakcijska turbina (pretlačna); koristi se kod HE s velikim protokom i niskim padom; pomicanjem rotorskih lopatica dobiva se bolje prilagođavanje strujanju; regulacija snage reguliranjem protoka vode kroz turbinu; velika jedinična snaga; ne koristi se za reverzibilne HE jer one traže veće padove.
 - iii. Francis turbina – reakcijska turbina (pretlačna); radijalna, odnosno radijalno-aksijalna turbina, centripetalnog smisla utjecanja vode u rotor (voda ulazi u rotor na njegovom vanjskom, a izlazi na unutarnjem obodu), redovito opskrbljena difuzorom.
 1. Q: Pelton < Francis < Kaplan
 2. H: Kaplan < Francis < Pelton
 3. Spec. Brzina: Pelton < Francis < Kaplan
 4. regulacija snage: privodno kolo (lopatice privodnog kola su pokretne i njihovim zakretanjem mijenja se otvor statora i tako se regulira protok vode kroz turbinu).

7. Koji faktori utječu na ovisnost opterećenja i potrošnje električne energije? Što su koeficijent alfa i beta? Što je faktor opterećenja?
 - a. Temperatura, vlaga, dan u tjednu, godišnje doba, lokacija, specifični događaji.?
 - b. Koeficijenti α i β određeni su zahtjevom da količina varijabilne energije u aproksimiranoj krivulji trajanja opterećenja bude jednaka količini te energije u stvarnoj krivulji trajanja opterećenja.
 - c. Omjer proizvedene energije i energije koja bi se mogla proizvesti maksimalnom snagom ($m = W/(24 \cdot h \cdot P_{max})$).

8. Koje su naponske razine prijenosne, a koje distribucijske mreže u RH? U kojem su odnosu gubici snage/energije na 35 Kv i 20 kv naponskoj razini za istu prenesenu snagu? Što je jalova snaga? Koji je odnos vektora struje i napona kod induktivnih trošila (prethodi li ili kasni)?
 - a. Podjela mreža topografski – prijenosne (međusobno povezane u zatvorene cjeline, izvan naseljenih područja, umrežene; visoki naponi 110, 220 i 400 kV, velike udaljenosti) i distribucijske (prostorno uzamčene, do svakog potrošača, po naseljima, zrakaste; srednji (10, 20, 35 kV) i niski (220, 400 V) naponi, manje udaljenosti).
 - b. Gubici u prijenosu električne energije smanjuju se povećanjem naponskih razina koje se određuju prema veličini potrebe snage pri prijenosu i udaljenosti prijenosa. (slajd 56, Prijenos i distribucija, rj. $P_{g35} = 3,0625 P_{g20}$?)
 - c. Fazni kut napona i struje – induktivitet (struja kasni za naponom za 90°) i kapacitet (struja prethodi naponu za 90°).

9. Koji su načini regulacije snage VA i koje su granične brzine definirane na karakteristici snage VA? Koje su aerodinamičke sile odgovorne za pretvorbu kinetičke sile u VA i što je koeficijent vršne brzine (TSR)? Što znači kad je VA indirektno spojen na mrežu?
 - a. Regulacija snage vjetroturbine – pasivno (stall, aerodinamička efikasnost lopatica opada s porastom brzine) i aktivno (pitch, zakretanje lopatica). Iskorištena snaga ovisi o brzini kojom vjetar dolazi (v) i brzini kojom odlazi (w): za $x = w/v = 1/3$, c_p ima maksimalnu vrijednost $c_{p,max} = c_{p,Betz} = 16/27 = 59,3\%$.
 - b. Aerodinamičke sile – sila gradijenta tlaka, sila teža, Coriolisova sila, trenje... Koeficijent vršne brzine (TSR) je omjer brzine vrška lopatice i brzine vjetra.
 - c. Indirektan spoj na mrežu – sinkroni i asinkroni generatori s pretvaračem, karakteristično za promjenjive brzine vjetra.

10. Koje su komponente zračenja Sunca i koje se koriste za pretvorbu na PV panelu? Kako je definirana efikasnost fotonaponske ćelije i koji su osnovni gubici u pretvorbi? U kojem kvadrantu radi fotonaponska dioda i koji izvor (strujni ili naponski) koristimo u njenoj nadomjesnoj električnoj shemi?

- a. Direktno zračenje – jedino korisno zračenje; dominantno za vedroga dana; važno za FN ćelije i solarne termoelektre. Difuzno zračenje – karakteristično za vrijeme oblačnog vremena. Reflektivni dio (za horizont. plohu najčešće nema reflektirane komponente). PV koristi i direktnu i difuznu komponentu sunčevog zračenja!
- b. Efikasnost članka određuje se iz omjera snage električne energije i snage sunčevog ozračenja. Ono na što treba paziti je porast gubitaka na serijskom i paralelnom otporu. Gubici rastu s kvadratom struje ($Q=I^2 \cdot R$), pa ako članak ima preveliki otpor, efikasnost se neće bitno promijeniti.
- c. U 4. kvadrantu. Strujni.

11. Što je biomasa i kad kažemo da je biomasa CO₂ neutralna? U čemu je razlika primarnih i sekundarnih pretvorbi biomase? Poredajte termičke pretvorbe u smislu porasta potrebne količine CO₂. Navedite plinovita biogoriva. Navedite načine spremanja vodika u smislu porasta volumena gustoće energije.

- a. Organski materijal s energetske vrijednosti podložan pretvorbi u gorivo ili direktno u toplinu. CO₂ neutralnost – biljke uzgajane kao biomasa apsorbiraju znatan dio ispuštenog ugljikova dioksida, ali to ovisi o podrijetlu biljaka.
- b. Pretvorba – primarna (transformira početnu biomasu u biogorivo; termička, biološka i fizikalna) i sekundarna (služi pri dobivanju korisne energije; peći, turbine, motori).
- c. Izgaranje, rasplinjavanje, piroliza. ?
- d. Kruto gorivo: drvo i peleti, tekuće gorivo: bioetanol, biodizel i bioulja, plinovito gorivo: bioplin i vodik.
- e. ?

12. Koji su dijelovi gorivnog članka i zašto kažemo da je on elektrokemijski uređaj? Navedite bar 3 značajke spremnika električne energije. Kako se spremnici energije dijele po energiji koja se koristi za spremanje? Koji spremnik ima veću volumnu gustoću snage, gorivna ćelija ili spremnik komprimiranog zraka?

- a. Elektrokemijski uređaj koji omogućuje neposrednu transformaciju kemijske u istosmjernu električnu energiju, ne sadrži pokretne dijelove i nema izgaranja; sastoji se od anode (na koju se dovodi gorivo) i katode (dovodi se oksidans) te membrane, tj. elektrolita, između njih, elektrode prekrivene katalizatorom.
- b. Gustoća energije, vrijeme skladištenja (pogonski ciklus spremnika, brzina punjenja/pražnjenja), efikasnost skladištenja (omjer energije koja napusti spremnik za vrijeme pražnjenja i energije koja uđe u spremnik za vrijeme punjenja), Karakteristika punjenja i pražnjenja (promjena napona, razina ispražnjenosti).
- c. Vrsta – određena elektrolitom, katalizatorom, gorivom i radnom temperaturom. ?

d. Gorivna ćelija > spremnik komprimiranog zraka.