

6. TOPLOTA**6.1 Carnotov toplotni stroj, izkoristek**

1. Toplotni stroj prejme 38 kJ toplote in odda 5 kJ dela. Kolikšen je njegov izkoristek?
[13%]
2. Toplotni stroj opravi 3500 J dela in odda v okolico 8200 J toplote. Koliko toplote mora prejeti? Kolikšen je izkoristek stroja?
[11700 J, 30%]
3. Parni stroj prejema toploto pri 350 °C in jo oddaja pri 100 °C. Pri višji temperaturi sprejema 12 kW moči, koristna oddana moč pa je 3 kW. Kolikšen je izkoristek stroja? Kolikšen del idealnega izkoristka je to?
[25%, 63%]
4. Toplotni stroj, ki deluje med temperaturama 580 °C in 340 °C, oddaja moč 200 kW. Kolikšna sta toplotna tokova, ki ju stroj sprejema oziroma oddaja, če je izkoristek polovico idealnega?
[1420 kW, 1220 kW]
5. Pri toplotnem stroju se v prvem primeru poveča temperatura vročega rezervoarja, v drugem primeru pa za enako temperaturno razliko zmanjša temperatura hladnega rezervoarja. V katerem primeru se izkoristek bolj poveča?
[bolj se poveča v drugem primeru]
6. Kolikšen je lahko v najboljšem primeru izkoristek toplotnega stroja, ki dela med temperaturama 300 °C in 100 °C?
[35%]

6.2 Hladilni stroj, toplotna črpalka

1. V notranjosti hladilnika je temperatura 4 °C, toploto pa oddaja pri temperaturi 65 °C. Motor hladilnika dela z močjo 80 W. Koliko toplote bi izčrpal iz hladnega dela v eni uri, ko bi hladilnik deloval kot idealni stroj? Koliko pa je izčrpa, če je razmerje med sprejeto toploto in delom 2,3?
[1,3 MJ (360 J/s, 0,66 MJ)]
2. V zamrzovalniku zmrzne v 10 minutah 250 g vode s temperaturo 0 °C. Kolikšno moč ima motor hladilnika? Specifična talilna toplota ledu je 334 kJ/kg. Temperatura v zamrzovalniku je -5 °C, v kondenzatorju 25 °C, hladilnik pa deluje desetkrat slabše od idealnega.
[157 W]
3. Toplotna črpalka z motorjem, ki deluje z močjo 2,5 kW, jemlje toploto iz reke pri 4 °C in jo oddaja rezervoarju pri 80 °C. Kolikšno bi bilo razmerje med oddano toploto in prejetim delom v idealnem primeru? Dejansko razmerje med oddano toploto in prejetim delom je dvakrat manjše. Koliko toplote odda črpalka v eni uri?
[4,6, 21 MJ]
4. Toplotna črpalka črpa toploto pri temperaturi 5 °C in jo oddaja pri temperaturi 30 °C. Kolikšen toplotni tok oddaja črpalka, če deluje njen motor z močjo 1 kW in deluje trikrat slabše od idealnega?
[4,0 kW]
5. V stanovanjski hiši vzdržujemo temperaturo 25 °C s pečjo, ki deluje z močjo 25 kW. Kolikšno moč bi morala imeti v idealnem primeru toplotna črpalka, da bi toplotni tok, ki uhaja iz hiše, nadomeščala s toplotnim tokom, ki bi ga črpala pri temperaturi 0 °C in ga prenašala v hišo?
[2,1 kW]
6. Sistem sončnih kolektorjev na strehi s skupno površino 80 m² je prek toplotne črpalke povezan z napeljavo centralnega ogrevanja. Gostota svetlobnega toka, ki osvetljuje streho nekega sončnega zimskega dne, je 300 W/m². V toplotnem izmenjevalcu v črpalki odda segreta voda vso prejeta toploto tako, da je temperatura izmenjevalca stalno 20 °C. Kolikšna mora biti moč toplotne črpalke, da lahko ta toplotni tok prenaša v radiatorje, v katerih je temperatura 60 °C, če je njen izkoristek trikrat manjši od idealnega? Kolikšen toplotni tok prejema radiatorji?
[13,5 kW 37,5 kW]
7. V Ljubljani bi lahko zgradili hladilni stroj, ki bi hladil Ljubljano in oddajal toploto stanovanjskim prostorom. Recimo, da ima Ljubljana temperaturo 5 °C, grelci v stanovanjih pa 60 °C. Koliko joulov dela potrebuje stroj za vsak joule oddane toplote, če je to delo dvakrat tolikšno kakor pri ustreznem Carnotovem stroju?
[0,25 J]

8. Neki stroj za tekoči zrak zahteva za vsak utekočinjeni kilogram 1 kWh dela. Kolikokrat večje je to delo kakor pri Carnotovem hladilnem stroju z enakima skrajnima temperaturama (-193°C in recimo $+20^{\circ}\text{C}$)? Specifična toplota zraka je 1010 J/kg K , izparilna toplota pa 200 kJ/kg .
[3,3-krat]

7. ELEKTRIČNI TOK

7.1 Sila na vodnik in navor na tokovno zanko

- Kolikšna sila deluje zaradi zemeljskega magnetnega polja ($B = 3,4 \cdot 10^{-5}\text{ T}$) na 10 m dolgo žico, ki je napeta v smeri vzhod-zahod in po kateri teče 10 amperov?
[$3,4 \cdot 10^{-3}\text{ N}$]
- V reži magneta je napeta žica, ki stoji pravokotno na silnicah, in sicer je 4 cm dolg kos žice v magnetnem polju. Ko napeljemo po žici tok 10 A, deluje na žico magnetna sila 0,12 N. Kolikšna je magnetna poljska gostota?
[0,3 T]
- V nekem ampermetru je vrtljiva tuljava kvadratne oblike ($2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$) s 100 ovoji. Tuljava je v magnetnem polju z gostoto 0,4 tesla, pri čemer je os tuljave pravokotna na silnicah. Kolikšen navor deluje na tuljavo, kadar je v njej tok 1 mA? Kolikšen mora biti koeficient polžaste vzmeti (D), da se bo pri tem toku tuljava zavrtela za 10° ?
[$1,6 \cdot 10^{-5}\text{ Nm}$, $9,2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Nm}}{\text{rad}}$]
- Pri elektromotorju se v približno homogenem magnetnem polju z gostoto 0,8 tesla vrti tuljava pravokotne oblike ($8\text{ cm} \times 15\text{ cm}$), ki ima 50 ovojev in v kateri je tok 1,2 A. V kateri legi tuljave deluje nanjo največji navor? Nariši! Kolikšen je tedaj navor? Kolikšna je v tem trenutku moč, ki jo dobiva tuljava, če se zavrti 1500-krat na minuto? Kolikšen je navor, ko je tuljava zasukana za 45° iz opisane lege?
[0,58 Nm, 91 W, 0,41 Nm]

7.2 Indukcija

- Po homogenem magnetnem polju z gostoto 0,7 tesla se giblje 10 cm dolga kovinska palica s hitrostjo 50 cm/s v takšni legi in takšni smeri (nariši!), da se inducira kolikor mogoče velika napetost. Kolikšna je ta napetost?
[0,035 V]
- Magnetno polje ima gostoto 70 mT. Pravokotno na silnice se giblje 6,0 cm dolga žica. Kolikšna je hitrost žice, če se v žici inducira napetost 50 mV? Skicirajte žico, magnetno polje in hitrost žice. Narišite vektor jakosti električnega polja v žici.
[12 m/s]
- Potniško letalo leti s hitrostjo 960 km/h v vodoravni smeri. Razpon kril je 25 m. Navpična komponenta zemeljskega magnetnega polja je $4,0 \cdot 10^{-5}\text{ T}$. Kolikšna napetost se inducira med koncema kril letala?
[0,27 V]
- Metrsko kovinsko palico držimo 1 m nad tlemi v vodoravni legi v smeri zahod-vzhod. Nenadoma palico spustimo, da prosto pade na tla. Kolikšna je inducirana napetost med krajiščema palice, tik preden udari na tla? Vodoravna komponenta gostote zemeljskega magnetnega polja je $18\text{ }\mu\text{T}$.
[80 μV]
- Kovinska palica se vrti s kotno hitrostjo ω okrog osi, ki je pravokotna na palico in gre skozi njeno središče. Dolžina palice je l , magnetna poljska gostota pa B . Magnetne silnice so vzporedne z osjo vrtenja. Kolikšna napetost se inducira med središčem in koncem palice? Kolikšna pa je inducirana napetost med koncema palice?
[$U_i = \frac{1}{8}\omega B l^2 = \frac{1}{2}B(\frac{l}{2}) \cdot (\frac{l}{2}\omega)$]
- Kvadraten okvir iz aluminijeve žice obesimo tako, da je vrhnja (vodoravna) stranica v homogenem polju elektromagneta ($B = 1\text{ tesla}$), medtem ko je spodnja stranica zunaj polja. Vrhnja stranica stoji pravokotno na silnicah, ki so tudi vodoravne. Ko okvir spustimo, pada počasi in kmalu doseže neko stalno hitrost. Kolikšna je ta hitrost? Aluminij ima gostoto $2,7\text{ g/cm}^3$ in specifični upor $0,026\text{ }\Omega\text{ mm}^2/\text{m}$.
[1,1 cm/s]
- V magnetnem polju z gostoto 40 mT je zanka s polmerom 5,0 cm. Silnice polja ležijo pravokotno na ravnino zanke. Zanko v 0,20 s zavrtimo za 90° tako, da je njena ravnina vzporedna s silnicami. Kolikšna povprečna napetost se inducira med vrtenjem zanke?
[1,6 mV]

8. Zanka s polmerom 2,0 cm se s frekvenco 60 Hz vrti v magnetnem polju z gostoto 30 mT. Kolikšna je največja napetost, ki se inducira v zanki? Kolikšna je efektivna napetost?
[14 mV, 10 mV]
9. Ploska tuljava s premerom 0,5 m in z 200 ovoji se vrti okoli navpičnega premera v zemeljskem magnetnem polju z vodoravno komponento $18 \mu\text{T}$. Kolikšna je amplituda inducirane napetosti, če je frekvenca vrtenja $1,5 \text{ s}^{-1}$?
[6,7 mV]
10. V homogenem magnetnem polju z gostoto 0,8 tesla se vrti tuljava s 400 ovoji kvadratne oblike ($5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$). Kako hitro se mora tuljava vrteti, da se inducira efektivna napetost 220 V?
[62 Hz]
11. Ploščato tuljavico s 100 ovoji, ki imajo premer 2 cm, porinemo v eni sekundi s konstantno hitrostjo med pola elektromagneta, kjer je $B = 1,2$ tesla (os tuljavice postavimo v smer silnic). Kolikšen je inducirani napetostni sunek?
[0,038 V]
12. Tuljava ima 400 ovojev in presek $3,0 \text{ cm}^2$. Krajišči tuljave povežemo z upornikom tako, da je upor v krogu 50Ω . Nato tuljavo potisnemo v magnetno polje z gostoto 200 mT tako, da je njena geometrijska os vzporedna s poljem. Kolikšen naboj steče skozi tuljavo?
[$4,8 \cdot 10^{-4} \text{ As}$]