## Provođenje toplote

1. Mešavina leda i vode nalazi se u drvenoj kutiji oblika kocke stranice *a*= 30 cm. Debljina zidova kutije je *d = 1.5 cm*. Spoljašnja temperatura je *t = 30 C*. Koliko će se leda istopiti za jedan sat ? Toplota topljenja leda je *qt*= 335 kJ/kg, a koeficijent toplotne provodnosti drveta **= 0.21 W/mK.
2. Zatvoreni akvarijum dimenzija *L = 1 m*, *W = 40 cm*, *H = 60 cm* je potpuno ispunjen vodom. Temperatura sobe u kojoj se nalazi akvarijum je *t2*= 12*C*. Zidovi akvarijuma su od stakla debljine *d =*0.8 cm i koeficijenta toplotne provodnosti **= 0.25 W/mC. Odrediti snagu grejača koji održava temperaturu vode u akvarijumu na *t1*= 24 C. Pretpostaviti da se temperatura vazduha u sobi ne menja.
3. U zatvorenom sudu površine zidova *S*= 5000 cm2, debljine *l*= 2 cm i toplotne provodnosti **= 0.2 W/mC nalazi se voda na temperaturi *t1*= 33 C. Temperatura spoljnih strana zidova suda se održava na *t2*= 0 C. Izračunati snagu grejalice koja treba da zagreje vodu da bi ostala na istoj temperaturi 
4. Led temperature 0 C nalazi se u drvenoj kutiji oblika kocke stranica *a*= 30 cm. Debljina zidova kutije iznosi *x*= 1.5 cm*.* Spoljna temperatura je *t*= 30 C . Koliko će se leda istopiti za **= 3 h? Toplota topljenja leda je  *qt*= 335 kJ/kg*,* a toplotna provodnost drveta je **= 0.209 W/mK**
5. U šerpi od aluminijuma prečnika 15 cm ključa voda pri normalnom atmosferskom pritisku. Odrediti temperaturu spoljašnje površine dna šerpe, ako je debljina dna 2 mm i ako iz šerpe svakog minuta ispari 300grama vode. Gubitke toplote kroz bočne zidove i putem zračenja zanemariti. Koeficijent toplotne provodljivosti aluminijuma je **= 210 W/moC, a toplota isparavanja vode je *qi*= 2.26 MJ/kg.
6. U kazanu za proizvodnju vodene pare voda se zagreva električnim grejačem snage *P*= 4 kW. Voda temperature *t*= 20 C  ulazi u kazan, zagreva se do ključanja i isparava. Kazan je izgrađen od čeličnog lima debljine *l*= 2 mm i ima površinu *S*= 1.13 m2. Toplotna provodnost čelika je **= 45 W/mK, a koeficijenti prlaza toplote su: unutrašnji *1*= 200 W/m2K i spoljašnji *2*= 8 W/m2K. Toplota isparavanja vode iznosi *qi*= 2.26 MJ/kg. Temperatura okoline je 20 C. Izračunati:
   1. Koliki se deo od ukupno oslobođene toplote u kazanu gubi usled provođenja?
   2. Kolika je masa proizvedene vodne pare za vreme od jednog časa?
   3. Kolika bi trebalo da bude debljina azbestnog sloja kojim bi kazan morali spolja da obložimo da bi gubici toplote provođenja bili svedeni na 5 %? Toplotna provodnost azbesta *'*= 0.10 W/mK.
7. Izračunati koliki je gubitak toplote u toku 24 časa kroz zid površine *S*= 15 m2 u nekoj zatvornoj prostoriji. Zid je od cigle debljine *l1*= 25 cm a sa unutrašnje i spoljašnje strane je omalterisan slojem maltera debljine *l2*= 2 cm sa svake strane. U prostoriji je temperatura *t1*= 22 C a sa spoljašnje strane zida *t1*= - 10C . Toplotne provodnosti su za ciglu **= 0.60 W/mK a za malter **= 0.80 W/mK . Koeficijent prelaza toplote sa unutrašnje strane prostorije na zid je *1*= 3.9 W/m2K a sa spoljašnje strane zida *2*= 4.1 W/m2K.
8. Zid se sastoji od tri sloja. Prvi i treći sloj su od materijala čiji je koeficijent toplotne provodnosti *1*=*3*= 25 W/mC, a odgovarajuće debljine slojeva su *d1*= 7.5 cm i *d3*= 2.5 cm. Srednji sloj debljine *d2* ima koeficijent toplotne provodnosti *2*= 1.25 W/mC. Temperature spoljašnjih površina zidova su *t1*= 21.4 C i *t3*= 3.8 C, dok je temperatura na graničnoj površini prvog i drugog zida *t12*= 20.2 C. Odrediti debljinu drugog sloja *d2* i temperaturu na graničnoj površini drugog i trećeg sloja *t23*. Koliki je ekvivalentni koeficijent toplotne provodnosti za ovaj troslojni zid?
9. Zid se sastoji od tri sloja. Prvi i treći sloj su od materijala čiji je koeficijent toplotne provodnosti *1*= *3*= 25 W/mC, a odgovarajuće debljine slojeva su *d1*= 7.5 cm i *d3*= 5 cm. Srednji sloj debljine *d2*= 5 cm ima koeficijent toplotne provodnosti *2*= 1.25W/mC. Temperature spoljašnjih površina zidova su *t1*= 20 C i *t3*= - 2.5C. Odrediti temperature na graničnim površininama prvog i drugog sloja *t12*, kao i drugog i trećeg sloja *t23*. Kolika je ukupna termička otpornost ovog troslojnog zida? Koliki je odnos termičke otpronosti drugog sloja i ukupne termičke otpornosti ovog troslojnog zida?
10. Zid se sastoji iz tri sloja.Prvi i tre}i sloj su od materijala ~iji je koeficijent toplotne provodnosti *1= 3*= 1 W/mC a debljine su im *d1*=*d3*=2 cm. Srednji sloj debljine *d2*= 15 cm napravljen je od materijala koeficijenta toplotne provodnosti *2*= 2 W/mC. Koeficijent prenošenja toplote sa spoljašnje strane zida na spoljašnji vazduh je *e*= 23 W/m2C a sa unutrašnjeg vazduha na unutrašnji zid *i*= 8 W/m2C. Odrediti:
    1. ekvivaletni koeficijent toplotne provodnosti troslojnog zida;
    2. ukupnu unutrašnju termičku otpornost troslojnog zida;
    3. ukupni koeficijent prenošenja toplote kroz troslojni zid;
    4. termičku otpornost izolacionog sloja koga treba dodati kao četvrti sloj ako želimo da ukupni koeficijent preno{enja toplote kroz zid smanjimo na vrednost manju od 1 W/m2C ;
    5. potrebnu debljinu izolacionog sloja ako za četvrti sloj iz prethodnog pitanja koristimo materijal čiji je koeficijent toplotne provodnosti *iz*= 0.1 W/mC.
11. Za zid od cigle debljine *d1*= 25 cm omalterisan spolja i unutra slojem maltera debljine *d2*= 2.5 cm odrediti ekvivalentni koeficijent toplotne provodljivosti, ukupnu internu (unutrašnju) termičku otpornost, kao i totalni koeficijent prenošenja toplote. Poznati su: koeficijent toplotne provoljivosti cigle *1*= 0.65 W/mC, koeficijent toplotne provodljivosti maltera *2*= 0.85 W/mC kao i koeficijenti prelaza toplote sa zida na fluid i obrnuto, *1*= 23 W/m2C *i 2*= 8 W/m2C*.*

Zakoni zračenja

1. Odrediti talasnu dužinu na kojoj je zračenje apsolutno crnog tela maksimalno ako se zna da telo u jedinici vremena zrači energiju od *5.7 J* po *cm2* svoje površine. (** = 5.7 x 10-8 W/m2K4*, b* = 2.9 x 10-3 mK).
2. Usijana metalna kugla, koja zrači kao crno telo, ima poluprečnik 10 cm. Izmerena izračena snaga po jedinici površine na rastojanju 10 m od centra kugle iznosi 6.28 W/m2. Izračunati temperaturu kugle i talasnu dužinu koja odgovara maksimumu emisione moći kugle na toj temperaturi. (** = 5.7 x 10-8 W/m2K4*, b* = 2.9 x 10-3 mK). Zanemariti apsorpciju zračenja u okolnoj sredini.
3. Apsolutno crno telo nalazi se na temperaturi *T1* = 2900 K. Posle nekog vremena, usled hlađenja, talasna dužina koja odgovara maksimumu zračenja promenila se za **= 9 m. Do koje se temperature *T2* ohladilo telo? Naći odnos emisionih moći crnog tela na ovim temperaturama. Vinova konstanta je *b* = 2.9 x 10-3 mK*.*
4. Spektar Sunca je približno jednak spektru apsolutno crnog tela pri čemu je talasna dužina koja odgovara maksimumu intenziteta zračenja 0.48m. Naći snagu toplotnog zračenja Sunca. Poluprečnik Sunca *R* = 7 108 m.

## Vlažnost vazduha

# PRITISAK ZASIĆENE VODENE PARE I NJENA GUSTINA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *t,* ˚C | ps, Pa | ρ, kg/m3 |
| -10 | 260 | 0,00214 |
| -9 | 284 | 0,00233 |
| -8 | 337 | 0,00254 |
| -7 | 352 | 0,00276 |
| -6 | 368 | 0,00299 |
| -5 | 401 | 0,00324 |
| -4 | 437 | 0,00351 |
| -3 | 476 | 0,00381 |
| -2 | 517 | 0,00413 |
| -1 | 563 | 0,00447 |
| 0 | 611 | 0,00484 |
| 1 | 656 | 0,0052 |
| 2 | 758 | 0,0056 |
| 3 | 797 | 0,0060 |
| 4 | 812 | 0,0064 |
| 5 | 871 | 0,0068 |
| 6 | 934 | 0,0073 |
| 7 | 1001 | 0,0078 |
| 8 | 1073 | 0,0083 |
| 9 | 1147 | 0,0088 |
| 10 | 1228 | 0,0094 |
| 11 | 1301 | 0,0100 |
| 12 | 1402 | 0,0107 |
| 13 | 1520 | 0,0114 |
| 14 | 1599 | 0,0121 |
| 15 | 1705 | 0,0129 |
| 16 | 1717 | 0,0136 |
| 17 | 1937 | 0,0145 |
| 18 | 2064 | 0,0154 |
| 19 | 2197 | 0,0163 |
| 20 | 2338 | 0,0173 |
| 21 | 2486 | 0,0183 |
| 22 | 2643 | 0,0194 |
| 23 | 2809 | 0,0206 |
| 24 | 2983 | 0,0218 |
| 25 | 3167 | 0,0230 |
| 26 | 3361 | 0,0244 |
| 27 | 3567 | 0,0258 |
| 28 | 3779 | 0,0272 |
| 29 | 4004 | 0,0287 |
| 30 | 4241 | 0,0303 |

1. U sobi zapremine *V*= 120 m3 na temperaturi *t*= 15 oC relativna vlažnost iznosi . Izračunati masu vodene pare u vazduhu u sobi. (*ps*(15 oC) = 1703 Pa)
2. Kolika je gustina vazduha na 29 oC i normalnom atmosferskom pritisku ako je relativna vlažnost ? (*ps*(29 oC) = 3998 Pa)
3. U zatvorenom prostoru zapremine  1 m3, relativna vlažnost vazduha je 45% na temperaturi od 17 oC. Izračunati:
   1. Koliko još vode treba da ispari u toj zapremini pa da para dođe u zasićeno stanje?
   2. Odrediti najnižu temperaturu pri kojoj neće doći do orošavanja?
   3. Kolika je masa vodene pare, masa i gustina suvog vazduha?
   4. Kolika je apsolutna vlažnost vazduha?
   5. Ako se tempratura spusti na 5 oC, da li će pasti rosa?
4. Koliko će vode nastati u 1 m3 vazduha kada se njegova temperatura snizi od 20 oC na 15 oC, ako je na 20 oC relativna vlažnost 90%? Kolika je relativna vlažnost vazduha ako se temperatura povisi na 25 oC ?
5. Da li je vazduh suvlji kada je njegova apsolutna vlažnost 6 g/m3 i nalazi se na temperaturi 25 oC ili kad mu je apsolutna vlažnost 1.68 g/m3 a nalazi se na temperaturi 2 oC ?
6. U zatvorenoj sobi zapremine *V*= 150 m3 nalazi se vazduh temperature *t1*= 20 oC i pritiska *p1*= 986 mbar, dok je relativna vlažnost *r1*= 80%. Ako se vazduh u sobi zagreje do *t2*= 30  oC odrediti pritisak i novu relativnu vlažnost u sobi. Zanemariti difuziju svih gasova kroz zidove sobe. Kolike su mase suvog vazduha i vodene pare u prostoriji?
7. Vazduh u spavaćoj sobi zapremine *V*= 22.5 m3 ima temperaturu *t1*= 20oC, a njegova relativna vlažnost je *r1*=75%. Nakon kratkotrajnog provetravanja temperatura vazduha u sobi je *t2*= 18 oCa nova relativna vlažnost *r2*=35%. Kolika je masa vodene pare koja je napustila sobu tokom provetravanja ? (*ps*(20 oC) = 2338 Pa, *ps*(18 oC) = 2064 Pa, *MH2O*= 18 g/mol)
8. Koliko će se vode kondenzovati u 50 m3 vazduha kada se njegova temperatura snizi sa 29 oC (*ps*(29 oC) = 4004 Pa) na 2 oC (*ps*(2 oC) = 758 Pa), ako je na temperaturi od 29 oC relativna vlažnost 65%? (*MH20*= 18 g/mol)