

# Hő- és áramlástan I. Hőtan tételsor

## BME, Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszék

1. Milyen két fő csoportra oszthatók a mérnöki számítások? Sorolja fel fontosabb tulajdonságaikat, előnyeiket és hátrányukat.
2. Vezesse le a nyomást a kinetikus gázelmélet alapján az egyenletekben szereplő paraméterek definíciójának és dimenziójának megadásával.
3. Sorolja fel az ideális gázok közelítésének tulajdonságait. Írja fel és vezesse le az ideális gáztörvényt tömegegységre vonatkoztatva a kinetikus gázelmélet alapján. Adja meg kilomolnyi mennyiségre vonatkoztatott alakját is. Ismertesse az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységüket.
4. Definiálja és vezesse le Avogadro törvényét. Nevezze meg az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységüket.
5. Mutassa be a specifikus gázállandó fizikai jelentését a kifejezésekben szereplő paraméterek elnevezésével és mértékegységeik megadásával.
6. Sorolja fel a valóságos gázok megismert állapotegyenleteit. Miért van szükség bevezetésükre? (Részletes magyarázat szükséges.) Ismertesse a van der Waals-féle állapotegyenletet, a benne alkalmazott nyomás- és térfogati korrekció részleteit.
7. A hőmérséklet értelmezéséből kiindulva írja fel az ideális gáz átlagos kinetikai energiáját. Definiálja a molekulák szabadsági fokát. Írja le Boltzmann ekvipartíció tételét, illetve az egy, kettő és több atomból álló molekulák átlagos kinetikai energiáját. Vezesse le adott  $m$  tömegű gáz belső energiájának kifejezését molekuláinak teljes kinetikai energiájával.
8. Vezesse le az állandó térfogaton, az állandó nyomáson értelmezett fajhőket és az adiabatikus kitevő értékét a kinetikus gázelmélet alapján. Nevezze meg az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységüket.
9. Igazolja Dalton törvényét gázkeverékre a levezetésben szereplő paraméterek megnevezésével és mértékegységeik megadásával.
10. Vezesse le a nyitott rendszer technikai munkájának teljes kifejezését elhanyagolások nélkül. Nevezze meg az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységüket.
11. Hogyan határozható meg a térfogat-változási és a technikai munka izochor, izobar, izoterm, izentropikus és politropikus állapotváltozások esetén? Nevezze meg az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységüket.
12. Írja fel a termodinamika I. főtételét nyitott és zárt rendszerre a legáltalánosabb alakban a bennük szereplő paraméterek definíciójával és mértékegységeikkel. Milyen fizikai jelenséget takarnak, mit fejeznek ki?
13. Mi az entrópia? Igazolja, hogy állapotjelző! Vezesse le az entrópia változás kifejezését, mint  $f_1(v, T)$ ,  $f_2(p, T)$ ,  $f_3(v, p)$  és  $f_4(T)$  függvényeket a legáltalánosabb esetekre. Nevezze meg az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységüket.
14. Vezesse le az izochor görbék egyenletét T-s diagramban. Rajzoljon fel két különböző fajtérfogathoz tartozó görbét és igazolja, hogy melyik tartozik a nagyobb és melyik a kisebb értékhez.
15. Vezesse le az izobar görbék egyenletét T-s diagramban. Rajzoljon fel két különböző állandó nyomáshoz tartozó görbét és igazolja, hogy melyik tartozik a nagyobb és melyik

- a kisebb értékhez. Rajzoljon fel egy izobar és egy izochor görbét és igazolja, melyik meredeksége nagyobb.
16. Vezesse le az adiabatikus állapotváltozás folyamat-egyenletét, a  $p$  és  $v$  állapotjelzők összefüggését. Nevezze meg az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységüket.
  17. A termodinamika I. főtételéből kiindulva vezesse le a politrópikus állapotváltozás  $p$ - $v$  állapotjelzők kapcsolatát leíró egyenletét. Nevezze meg az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységeiket.
  18. Definiálja a termodinamika II. főtételét. Milyen fizikai jelenségekre ad magyarázatot?
  19. Vezesse le a Carnot körfolyamat hasznos munkájának és termikus hatásfokának meghatározására szolgáló összefüggést. Ábrázolja a körfolyamatot  $p$ - $v$  és  $T$ - $s$  diagramokban. Jelölje be a  $T$ - $s$  diagramban a bevitt és az elvont hő, illetve a hasznos munka területét.
  20. Vezesse le az Otto körfolyamat hasznos munkájának és termikus hatásfokának meghatározására szolgáló összefüggést. Ábrázolja a körfolyamatot  $p$ - $v$  és  $T$ - $s$  diagramokban. Jelölje be a  $T$ - $s$  diagramban a bevitt és az elvont hő, illetve a hasznos munka területét.
  21. Vezesse le a Dízel körfolyamat hasznos munkájának és termikus hatásfokának meghatározására szolgáló összefüggést. Ábrázolja a körfolyamatot  $p$ - $v$  és  $T$ - $s$  diagramokban. Jelölje be a  $T$ - $s$  diagramban a bevitt és az elvont hő, illetve a hasznos munka területét.
  22. Vezesse le a Sabatier körfolyamat hasznos munkájának és termikus hatásfokának meghatározására szolgáló összefüggést. Ábrázolja a körfolyamatot  $p$ - $v$  és  $T$ - $s$  diagramokban. Jelölje be a  $T$ - $s$  diagramban a bevitt és az elvont hő, illetve a hasznos munka területét.
  23. Vezesse le a Brayton körfolyamat hasznos munkájának és termikus hatásfokának meghatározására szolgáló összefüggést. Ábrázolja a körfolyamatot  $p$ - $v$  és  $T$ - $s$  diagramokban. Jelölje be a  $T$ - $s$  diagramban a bevitt és az elvont hő, illetve a hasznos munka területét.
  24. Rajzoljon fel egy elmetszett gázturbinás sugárhajtóművet a fő részegységeivel és ábrázolja ideális körfolyamatát  $T$ - $s$  diagramban az egy-másnak megfelelő pontokat azonosan jelölve. Nevezze meg a részegységeket az ábrán és ábrázolja a munkaközeg áramlásának útját a megfelelő keresztmetszet teljes hosszán. Jelölje be a diagramban a körfolyamatba bevitt hőmennyiség területét.
  25. Rajzolja fel a hőcserélős gázturbina körfolyamat kapcsolási rajzát és ábrázolja körfolyamatát  $T$ - $s$  diagramban az egymásnak megfelelő pontokat azonosan jelölve. Jelölje be a körfolyamatból elvont és abba bevitt hőmennyiségek területét. Vezesse le a termikus hatásfokának a kifejezését. Ábrázolja a hatásfok változását a nyomásviszony függvényében különféle  $T_3/T_1$ =állandó esetekben.
  26. Miért van szükség a nevezetes körfolyamatok hasznos munkáinak és termikus hatásfokainak adott paramétertartományok közötti összehasonlítására? Melyek voltak ezek a paraméterek és miért?
  27. Hasonlítsa össze termikus hatásfok szempontjából azonos térfogathatárok között az Otto, a Diesel a Brayton és a Sabatier körfolyamatokat! Válaszát indokolja.

28. Definiálja a párolgáshőt. Ábrázolja a neki megfelelő területet T-s diagramban. Milyen összetevői vannak, és mit fejeznek ki? Ismertesse az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységüket.
29. Ábrázoljon egy állandó térfogatú gőzfolyamatot p-v, T-s és i-s diagramban a határgörbékkel együtt. Írja fel a folyamategyenletet, az első főtétel tanult alakjait és végezze el a folyamatra vonatkozó alkalmazásokat. Hogyan számítható ki a technikai és a térfogat-változási munka?
30. Ábrázoljon egy állandó nyomású gőzfolyamatot p-v, T-s és i-s diagramban a határgörbékkel együtt. Írja fel a folyamategyenletet, az első főtétel tanult alakjait és végezze el a folyamatra vonatkozó alkalmazásokat. Hogyan számítható ki a technikai és a térfogat-változási munka?
31. Ábrázoljon egy izoterm gőzfolyamatot p-v, T-s és i-s diagramban a határgörbékkel együtt. Írja fel a folyamategyenletet, az első főtétel tanult alakjait és végezze el a folyamatra vonatkozó alkalmazásokat. Hogyan számítható ki a technikai és a térfogat-változási munka?
32. Ábrázoljon egy izentropikus gőzfolyamatot p-v, T-s és i-s diagramban a határgörbékkel együtt. Írja fel a folyamategyenletet, az első főtétel tanult alakjait és végezze el a folyamatra vonatkozó alkalmazásokat. Hogyan számítható ki a technikai és a térfogat-változási munka?
33. Rajzolja fel a Rankine-Clausius gőzkörfolyamat kapcsolási rajzát és körfolyamatát T-s diagramban az összetartozó pontok azonos jelölésével. Ábrázolja a hőbevitel és a hőelvonás szakaszait. Hol és milyen formában lehet alkalmazható a járműiparban?
34. Ábrázolja i-x diagramban a nedves levegő állandó nyomású szárítási, fűtési, hűtési, valamint a nedves levegővel történő szárítás folyamatát külön diagramokban. Adja meg hogyan változik a folyamatok során a  $\phi$ , x és az i értéke.
35. Írja fel a Fourier féle hipotézist és hővezetés általános differenciálegyenletét a bennük szereplő paraméterek megnevezésével, fizikai magyarázatával és mértékegységeikkel. Miért szerepel negatív előjel a korábbi egyenletben?
36. Írja fel a hővezetés Fourier, Poisson és Laplace egyenleteit a bennük szereplő paraméterek megnevezésével, fizikai magyarázatával és mértékegységeikkel. Hogyan származtathatók a hővezetés általános differenciálegyenletéből?
37. A hővezetés általános differenciálegyenletéből kiindulva vezesse le a síkfalban kialakuló hőmérséklet-eloszlás és az ezzel kapcsolatos hőmennyiség képletét stacioner egydimenziós és belső hőforrás nélküli esetben. Nevezze meg az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységüket.
38. A hővezetés általános differenciálegyenletéből kiindulva vezesse le a hengeres falban kialakuló hőmérséklet-eloszlás és az ezzel kapcsolatos hőmennyiség képletét stacioner egydimenziós és belső hőforrás nélküli esetben. Nevezze meg az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységüket.
39. Mi a hőátadás fizikai lényege? Hogyan számítható ki a hőátadással átszármaztatott hőmennyiség? Mit fejez ki a Nusselt szám? Vezesse le a kifejezését.
40. Nevezze meg a hőszugárzás alaptörvényeit, írja fel őket és definiálja a bennük szereplő fizikai mennyiségeket a mértékegységeikkel együtt.
41. Vezesse le az idő- és felület-egységre vonatkoztatott hőmennyiség képletét síkfalak közötti sugárzásos hőcsere esetén. Ismertesse az egyenletekben szereplő paramétereket és adja meg mértékegységüket.