

Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu

OSA I Vastaa lyhyesti seuraaviin 20:een kysymykseen.

1. Miten Herman Oberth ja Werner von Braun liittyvät kryogeniikan kehitykseen ja historiaan?
2. Mitä tilanteita termodynamiikan pääsäännöt koskevat?
3. Miten matemaattisesti ja verbaalisesti määritellään käsite lämpökapasiteetti vakiopaineessa?
4. Mitä ymmärretään käsitteellä Gibbsin vapaa energia?
5. Miten jäähdytysmenetelmät, jotka perustuvat kaasun isentalpiseen tai isentrooppiseen laajenemiseen, eroavat toisistaan?
6. Mitä tarkoitetaan kaasun isentalpisen laajenemisen yhteydessä Joule-Thomsonin kertoimella ja siihen liittyvällä inversiokäyrällä?
7. Keskoskaappien happipitoisuutta mitataan usein menetelmällä, joka nojaa hapen ominaisuuteen, mikä ei päde muille kryogeenisille aineille (helium, vety, neon, typpi). Mikä tämä ominaisuus on?
8. Miksi neonin nesteyttäminen on huomattavasti kalliimpaa heliumin nesteytykseen nähden, vaikka nestemäisen neonin höyrystymislämpötila on paljon korkeampi nesteheliumiin verrattuna?
9. Mitä tarkoitetaan trippeli- eli kolmoispisteellä? Mitä suuruusluokkaa tämä on heliumin tapauksessa?
10. Superheliumin erikoispiirteet.
11. Mainitse viisi kryogeniikan erityyppistä sovelluskohdetta.
12. Mitä tarkoitetaan jäähdytyksen laatuluvulla ja mitä tämä suure on typen ja vedyn tapauksessa?
13. Mitä voit sanoa ideaalikaasun jäähtymisestä isentalpisen laajenemisen yhteydessä?
14. Kryojäähdyttimet käyttävät joko rekuperatiivista tai regeneratiivista lämmönvaihdinta. Mikä ero näillä on?
15. Kuvaile pelkistetysti Stirling-kryojäähdyttimen periaatetta.
16. Miten kryojäähdyttimien hyötysuhde määritellään ja mitä suuruusluokkaa se on tämän päivän tehokkaimmissa laitteissa?
17. Mitä ymmärretään magnetokalorisella ilmiöllä?
18. Mitä tarkoitetaan emissiviteetillä ja emissiviteettikertoimella?
19. Mitä on ns. supereriste ja millä tavalla se vaikuttaa säteilylämmönsiirtoon?
20. Miten lämpösäteily eroaa muista lämmönsiirron mekanismeista?

KÄÄNNÄ!

OSA II

1. Kryogeenisiä kaasuja (helium, vety, typpi) voidaan hyvällä tarkkuudella mallintaa ideaalikaasuina. Mitä käsite ideaalikaasu tarkoittaa? Osoita edelleen, että ideaalikaasulle entalpia $H(p,T) = H(T)$.
2. Tarkastellaan vedyn ominaisentalpian differentiaalilauseketta, joka voidaan esittää muodossa

$$dh = C_p dT + \left[v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right] dp$$

missä C_p on vetykaasun ominaislämpö, v ominaistilavuus T lämpötila ja p paine. Määritä kaasun isentalpisessa laajenemisessa Joule-Thomson -kerroin, kun vetyä voidaan pitää ideaalikaasuna. Mitä johtopäätöksiä voit tehdä saamastasi tuloksesta?

Maxwellin yhtälöt:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_S = - \left(\frac{\partial P}{\partial S} \right)_V$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S} \right)_P$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial P} \right)_T = - \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

Osan I kysymykset ovat arvoltaan kukin yksi piste. Osan II kysymyksistä voi molemmista saada 0-3 pistettä.