



Danás Miklós

Hőtermelő berendezések működési elve



A követelménymodul megnevezése:

Villamos készülékek szerelése, javítása, üzemeltetése

A követelménymodul száma: 1398-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-006-30



HŐTERMELŐ BERENDEZÉSEK MŰKÖDÉSI ELVE

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Ön egy szervizben/üzemben dolgozik, ahol elektromos hőkészülékeket is javítanak. A szerviz/üzem szakképzésben tanulók gyakorlati foglalkoztatásának helyszíne is.

Feladata:

- a tanulók témához kötődő elméleti felkészültségének rendszerezése, gyakorlathoz igazítása,
- ismereteinek alkalmazása a szervizmunka során.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

HŐTANI ALAPFOGALMAK

1. Hőmérséklet

Az anyagot részecskék (atomok, molekulák) építik fel, melyek nem mozdulatlanok, hanem rendkívül gyors rezgőmozgást végeznek.

A részecskék mozgási energiával rendelkeznek.

Ha további energiát közlünk az anyaggal (melegítjük, dörzsöljük...), akkor nő a rezgés intenzitása (részecskéinek mozgási energiája), ha energiát vonunk el (hűtjük), akkor csökken. A változást úgy érzékeljük, hogy az anyagot melegebbnek, illetve hidegebbnek érezzük.

Az anyag részecskéinek összes mozgási energiáját belső energiának (E_b) nevezzük. Egy adott anyag belső energiájának nagysága:

$$E_b = c \cdot m \cdot \theta^1 \quad [J] \text{ (Joule ejtsd: dzsúl)}^2$$

1 θ : nagy théta, az abszolút vagy Kelvin hőmérséklet jele (Szokásos jelölése még: T.)

2 James Prescott Joule (1818–1889) angol fizikus tiszteletére.

A hőmérséklet az anyag részecskéinek rezgési állapotát jellemző fizikai tulajdonság.

2. Hőmennyiség, fajhő

Ha két különböző hőmérsékletű test kölcsönhatásba lép, a melegebb hőt ad le, a hidegebb hőt vesz fel, a hőmérséklet kiegyenlítődik. A jelenséget termikus kölcsönhatásnak nevezzük.

Hőmennyiség (röviden hő): a termikus kölcsönhatás közben létrejött belső energiaváltozás.

Jele: Q, mértékegysége: [J]

Ha egy anyag hőmérsékletét θ_1 -ről θ_2 -re növeljük, a közölt hőmennyiség:

$$Q = c \cdot m(\theta_2 - \theta_1) = c \cdot m \cdot \Delta\theta \text{ [J]}^3$$

ahol:

c: fajhő vagy fajlagos⁴ hőkapacitás⁵) [kJ/kgK]. Számértéke megadja, hogy mennyi energia változtatja meg az adott anyag 1 kg-jának hőmérsékletét 1 K-nel. (Pl. a víz fajhője: 4,186 kJ/kgK).

m: az anyag tömege (kg)

θ : abszolút hőmérséklet

3. Hőmérsékleti skálák

Celsius-skála

A Celsius hőmérséklet jele: $^{\circ}\text{C}$, mértékegysége: $^{\circ}\text{C}$ (Celsius-fok).

Az általunk használt hőmérőknek $^{\circ}\text{C}$ beosztása van Andreas Celsius svéd fizikus tiszteletére, aki a víz fagyáspontját nullához és forráspontját százhoz rendelte.

Jellemző hőmérsékleti értékek

- Forrasztópáka hegyének hőmérséklete: $\sim 300^{\circ}\text{C}$
- A volfrám olvadáspontja (a legmagasabb olvadáspontú fém): 3380°C
- A napfelszín átlagos hőmérséklete: 5800°C

3 Δ : delta

4 fajlagos: egységre vonatkozó (itt 1 kg-ra)

5 kapacitás: befogadó képesség

6 kis théta (A nem abszolút hőmérséklet szokásos jelölése még: t, amit az idő jelével való összetéveszthetőség miatt itt nem használunk.)

- Villamos ív: ~ 6 000 °C
- Magfúzió a nap belsejében: 15 000 000 °C
- A legforróbb csillagok belső hőmérséklete: 50 000 000 °C
- Hidrogénbomba robbanásakor keletkező legmagasabb hőmérséklet: 300 000 000 °C
- A földön (Antarktisz) mért legalacsonyabb hőmérséklet: -89,2 °C
- Az oxigén fagyáspontja: -218,9 °C
- A cseppfolyós hidrogén forráspontja: -253 °C

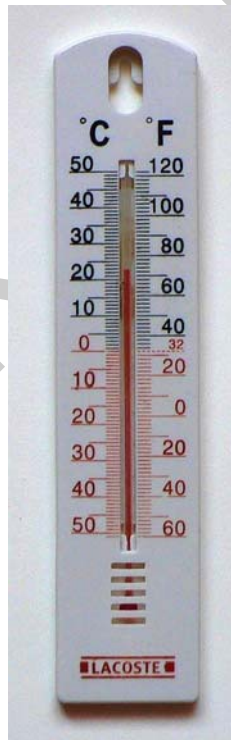
Fahrenheit-skála

A Fahrenheit⁷ hőmérsékleti skálát az USA-ban és néhány angol nyelvű országban használják. Az utóbbi időben hozzáuk is bekerültek olyan készülékek, műszerek, melyek e-szerint vannak skálázva.

A Fahrenheit skála szerint a víz fagyáspontja: 32 °F, forráspontja 212 °F.

Fahrenheit hőmérséklet átszámítása °C-ba: $(^{\circ}\text{F}-32) \cdot 5/9$ [°C]

Celsius hőmérséklet átszámítása °F-ba: $^{\circ}\text{C} \cdot 9/5 + 32$ [°F]



1. ábra. Hőmérő két skálával

Kelvin⁸-skála

⁷ Daniel Gabriel Fahrenheit (1686–1736)

A műszaki fizikában használt, más néven abszolút hőmérsékleti skála, SI alapegység.

A Kelvin hőmérséklet jele: θ , mértékegysége a Kelvin⁹ [K].

Ha elfogadjuk, hogy a hő a részecskék rezgésének állapotmutatója, akkor az is belátható, hogy elméletileg lehetséges egy olyan állapot, amikor a rezgés leáll.

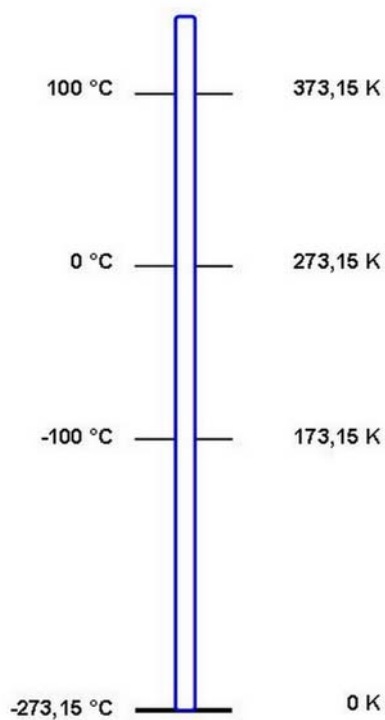
Ehhez az állapothoz tartozó hőmérsékletet nevezzük abszolút nulla pontnak.

Az abszolút nulla hőmérséklet értéke: $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ez a hőmérséklet nem elérhető, de nagyon megközelíthető.

A Celsius és a Kelvin skála azonos léptékű: $1\text{ }^{\circ}\text{C} = 1\text{ K}$.

$$\text{K} = \text{ }^{\circ}\text{C} + 273,15$$

$$\text{ }^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15$$



2. ábra. A Celsius- és a Kelvin-skála összehasonlítása

8 William Thomson (Lord Kelvin) (1824–1907) ír fizikus tiszteletére nevezték el

9 Nem Kelvin-fok, hanem Kelvin!

4. A hő terjedésének módjai

Hővezetés

Hol találkozunk vele szakmában?

Mindenhol, ahol hőfejlesztés történik. Például a lágyforrasztás során, a forrasztópáka elektromos fűtőszáláról a hő vezetéssel kerül a forrasztandó felületre.

A hővezetés a hőenergia terjedésének azon módja, amikor a nagyobb energiájú részecskék átadják a szomszédos, kisebb energiájú részecskének az energiájukat, miközben a helyüket nem hagyják el.

Elsősorban szilárd anyagokra jellemző hőterjedési mód.

Jellemzője a hővezetési tényező. Az a hőmennyiség, amely a hő áramlására merőleges, egymástól 1 m távolságban levő 1 m² felületek között, 1 K hőmérséklet-különbség hatására 1 s idő alatt halad át.

A hővezetési tényező jele: λ ¹⁰ mértékegysége: W/m · K.

Néhány anyag hővezetési tényezője:¹¹

Anyag	Hővezetési tényező λ [W/m · K]
Réz	399
Alumínium	237
PVC	0,15
Üveggyapot	0,046
Levegő	0,026

Hőáramlás (konvekció vagy hőátadás)

Hol találkozunk vele szakmában? Például a légfűvásos helyiségfűtő készülékek, ahol az áramlás hatásosságát ventilátor fokozza.

A hőátadás gázokban, gőzökben és folyadékokban lehetséges. A felmelegedett molekulák elhagyják a helyüket, és magukkal viszik a felvett hőenergiát. Pl. egy fűtőtest fölött kézzel is érezhető az áramló levegő. A fűtőtest energiát ad át a vele érintkező levegőmolekuláknak. A felmelegedett levegő sűrűsége csökken és felemelkedik, helyére hideg levegő áramlik.

¹⁰ lambda

¹¹ Forrás: http://hu.wikipedia.org/wiki/Hővezetési_tényező

Jellemzője a hőátadási tényező, az a hőmennyiség, amely 1 m^2 felületen 1 K hőmérséklet-különbség hatására 1 s idő alatt áramlik át.

A hőátadási tényező jele: α , mértékegysége: $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.

Hősugárzás

Ha két különböző hőmérsékletű testet úgy helyeznénk egymás közelébe, hogy közöttük se hővezetés, se hőáramlás ne legyen lehetséges, mostani tudásunkkal azt gondolhatnánk, hogy mindkét testnek meg kell tartania a hőmérsékletét.

Valójában azt tapasztalnánk, hogy bizonyos idő elteltével mégis megtörténik a kiegyenlítő-dés.

A jelenség magyarázata az, hogy minden test bocsát ki magából sugárzó energiát elektromágneses hullámok formájában. A hősugarak terjedéséhez nincs szükség közvetítő közegre. Az infravörös sugárzás hullámhossz-tartománya: $0,8 \dots 400 \text{ }\mu\text{m}$. Ebből a fűtésre hasznosítható rész: $0,8 \dots 8 \text{ }\mu\text{m}$.

A sugárzás erőssége a hőmérséklettől függ. A látható fényt is kibocsátó, $\sim 1900 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű infravörös hősugárzót **világossugárzónak** nevezünk, hullámhossza: $\sim 1,3 \text{ }\mu\text{m}$. A sugárzás mélyen hatol a testbe. Ha a hőmérséklet alacsonyabb: $200 \dots 1600 \text{ }^\circ\text{C}$, látható fény nem keletkezik, ezért az ezen a hőmérsékleten működő infravörös hősugárzókat **sötétsugárzónak** nevezünk. A sugárzás hullámhossza: $2,5 \dots 6,5 \text{ }\mu\text{m}$.

Hol találkozunk vele szakmában?

Helyiségfűtő infrasugárzók, infrapanelek, kenyérpírók, grillsütők, stb. (Az infrasugárzás felhasználási területe ezen túlmenően rendkívül széleskörű – gyógyásztól a biztonságtechnikáig.)

Hősugárzásnak nevezünk az elektromágneses sugárzás azon tartományát, amelyben a kisugárzott energia kizárólag a test hőtartalmából származik.

Hőátbocsátás

Hol találkozunk vele szakmában?

Elsősorban hőszigetelések jóságának a minősítésénél, például villanybojler esetében, ahol nem mindegy, hogy a tárolt forró víz hőmérséklet-csökkenése milyen mérvű. Az épületek hőszigetelő képessége is felértékelődött. Nem mindegy, hogy a fűtési energia milyen hányada kerül az utcára.

Gyakorlatban a hőterjedés az előző három vagy kettő mód együttes hatásaként következik be,¹² ezért megalkották a hőátbocsátás fogalmát. Ez könnyen mérhető, ellenőrizhető.

Jellemzője a hőátbocsátási tényező. Megmutatja, hogy az adott szerkezet 1 m² felületén, 1 K hőmérséklet-különbség hatására 1 s alatt mekkora hőmennyiség áramlik át.

A hőátbocsátási tényező jele: U,¹³ mértékegysége: W/m²K.

5. Hőtágulás

Tapasztalatból (is) tudjuk, hogy a testek hőmérséklet-növekedéskor kitágulnak. A részecskék rezgési kitérésének növekedése ugyanis azt eredményezi, hogy megnő a részecskék egymástól való távolsága. Ezt nagyon jól ki tudjuk használni olyan esetekben, amikor a hőmérséklet függvényében kell valaminek történnie. Például a kívánt hőmérséklet elérésekor a fűtés kikapcsolásának, vagy a hőmérséklettel arányos elmozdulásnak.

Hol találkozunk vele szakmában?

Mindenhol, ahol jelentős hőmérséklet-változás van. Légvezetékek hossza, ezzel belógása és húzó-igénybevétele időjárásfüggő. Vannak olyan hőmérséklet-szabályozók, hőkorlátozók, hőmérők, melyek működése a hőtáguláson alapul.

Lineáris (vonalas) hőtágulás

Akkor beszélünk lineáris hőtágulásról, ha szilárd a test hosszirányú méretváltozását vizsgáljuk.

Az l_0 hosszúságú rúd hossza, a hőmérséklet-változással arányosan változik.

A hőmérséklet-változás: $\Delta \vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1$

A megnyúlás: $\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta \vartheta$

A megváltozott hossz ϑ_x hőmérsékleten: $l_{\vartheta_x} = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta \vartheta)$

Ahol α anyagi állandó, a neve: lineáris hőtágulási együttható, mértékegysége: [1/K] vagy [1/°C].

Ha hőmérséklet-különbségről van szó, mindegy, hogy °C-ban vagy K-ben számolunk.

¹² Hővezetés és hőáramlás mindig van, hőszugárzás nem mindig, vagy elhanyagolható mértékű.

¹³ Korábban k volt a jele.

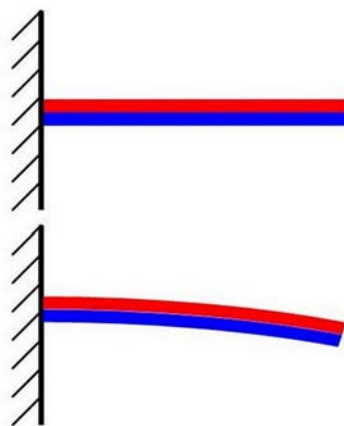


3. ábra. Lineáris hőtágulás

Néhány anyag lineáris hőtágulási együtthatója¹⁴

Anyag	Lineáris hőtágulási együttható
Alumínium	$2,38 \cdot 10^{-5}$
Réz	$1,65 \cdot 10^{-5}$
Platina	$0,9 \cdot 10^{-5}$
Invar ¹⁵	$0,09 \cdot 10^{-5}$

Ha két különböző hőtágulási együtthatójú fémszalagot (hegesztéssel, szegecseléssel) egymáshoz rögzítünk, akkor hőmérséklet-változás hatására elhajlik. Ezt a szerkezetet bimetallnak, ikerfémnek, vagy kettősfémnek nevezik.



4. ábra. Bimetall

¹⁴ Forrás: Természettudományi kisenciklopédia Gondolat Kiadó Budapest, 1983 558. oldal.

¹⁵ Az invar(acél) magas nikkeltartalmú (36–40%) ötvözet, jellemzője a kis hőtágulás.

Hol találkozunk vele a szakmában?

A bimetallt nagyon sok helyen alkalmazzák egyszerűsége, olcsósága, megbízhatósága miatt: hőkapcsolók, ajtóreteszek, kismegszakítók, hőmérők, stb. alkatrészeként.

Köbös (térfogati) hőtágulás

Akkor beszélünk köbös hőtágulásról, ha a test folyadék vagy gáz térfogati méretváltozását vizsgáljuk.

A térfogatváltozás nagysága: $\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta \vartheta$

A megváltozott térfogat ϑ x hőmérsékleten: $V_{\vartheta} = V_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta \vartheta)$

Ahol β anyagi állandó, a neve: köbös vagy térfogati hőtágulási együttható, mértékegysége: $[1/K]$.

Szilárd testek esetében a térfogati hőtágulási együttható: $\beta = 3\alpha$.

Néhány folyadék térfogati hőtágulási együtthatója¹⁶

Anyag	Térfogati hőtágulási együttható
Glicerín	$5 \cdot 10^{-4}$
Higany	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Transzformátorolaj	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Etilalkohol	$1,1 \cdot 10^{-4}$

Ideális gázok térfogati hőtágulási együtthatója: $\beta = \frac{1}{273,15} \left[\frac{1}{K} \right]$

Hol találkozunk köbös hőtágulással a szakmában?

Tudnunk kell, hogy egy adott hőmérsékleten tartályba töltött folyadék (pl. transzformátorolaj) térfogata melegedéskor nőni fog, ezért a meghatározott töltetmennyiséget túllépni tilos.

Találkozunk majd gáztöltésű hőmérséklet-szabályzóval is, amely a köbös hőtágulást kihasználva avatkozik be fűtési-hűtési folyamatba.

A folyadéktöltésű hőmérőkben is térfogatváltozás mutatja a hőmérséklet-változást.

A víz a többi folyadéktól eltérően viselkedik. Nullától +4 °C-ig csökken a térfogata, majd a hőmérséklet-növekedéssel közel arányosan nő.

¹⁶ Forrás: Négyjegyű függvénytáblázatok Matematikai, fizikai, kémiai összefüggések Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 1998

A hőtágulásnak káros hatásai is lehetnek. A tervezőmérnökök ezért nagy figyelmet fordítanak ezek elkerülésére.

A VILLAMOS HŐFEJLESZTÉS ELVE

6. A Joule hő

Elektrotechnikai tanulmányainkból már ismerjük Joule törvényét, mely szerint: a vezetőben folyó áram a vezetőben hőt fejleszt, melynek nagysága egyenesen arányos az áram négyzetével, a vezető ellenállásával és az eltelt idővel:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \text{ [J]}$$

$I^2 \cdot R = P$, tehát így is igaz:

$$Q = P \cdot t \text{ [Ws=J]}$$

Tehát az áram által, adott idő alatt fejlesztett hő nagyságát a teljesítmény határozza meg.

7. Az örvényáram hője

(Elektrotechnikai tanulmányainkból már ismerjük Lenz törvényét és az örvényáram fogalmát. Tudjuk, hogy az örvényáram-veszteséget hogyan csökkentjük a villamos gépekben. Azt is láttuk, hogyan hasznosítjuk az örvényáramot a mérés technikában.)

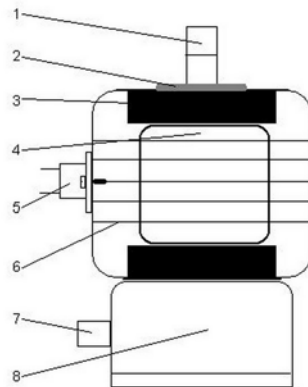
Az örvényáram Joule hőjét is hasznosítjuk. Az iparban az indukciós kemencék induktorai fémet olvasztanak, a konyhában sokan már indukciós főzőlapon főznek, mert energiatakarékos és biztonságos.

8. A mikrohullámú hőfejlesztés

A mikrohullámú sütőkben a 2450 MHz frekvenciájú elektromágneses sugárzást speciális oszcillátorcső, magnetron állítja elő.



5. ábra. Mikrohullámú sütőkben alkalmazott magnetron¹⁷



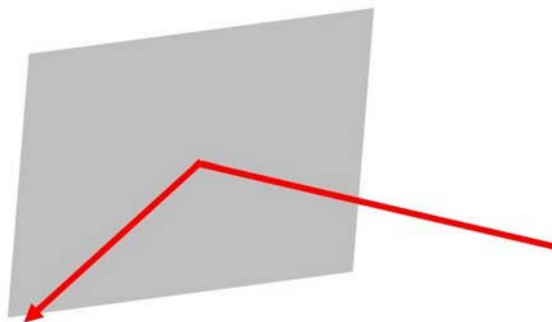
6. ábra. A magnetron felépítése¹⁸

1. Antenna, amelyen keresztül sugározza ki a mikrohullámú energiát. 2. Tömítőgyűrű, amely az antenna körül biztosítja az árnyékolást. 3. Állandómágnesek (2 db) az oszcillátorcső alatt és felett, az oszcillációhoz szükségesek. 4. Üregrezonátoros oszcillátorcső, amelyben keletkezik a mikrohullámú energia (anódház). 5. Hőkapcsoló a túlmelegedés ellen. 6. Hűtőbordák. 7. Fűtőkivezetések. 8. Kamra. A fűtőszál kivezetése egy-egy zavarűző tekercsen keresztül történik a külső csatlakozóra. A tekercsek a kamrában helyezkednek el.

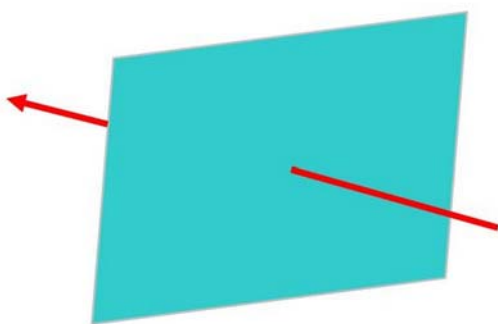
A mikrohullámú sugárzás a fényhez hasonlóan egyenes vonalban terjed. Egyes anyagokról visszaverődik, másokon áthalad, más anyag elnyeli. Legjobb elnyelőanyag a víz.

17 Danás Miklós: Mikrohullámú sütők működése és javítása ÉRÁK Miskolc, 1996. (Magnetront más területen is használnak, az nem így néz ki.)

18 Danás Miklós: Mikrohullámú sütők működése és javítása ÉRÁK Miskolc, 1996



7. ábra. Legjobb visszaverő a polírozott nemesacél felület



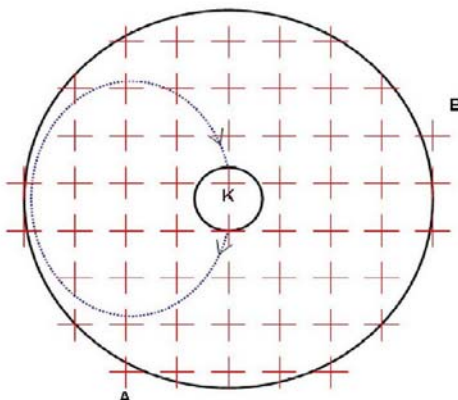
8. ábra. A porcelánon, papíron, műanyagon, üvegen áthatol
(ha ezek fémet nem tartalmaznak)

A víz szorosan egymás mellett elhelyezkedő molekulákból áll. A vízmolekulákra az elektromágneses erőter mágneses és villamos összetevője is hat. A mikrohullámú erőter a vízmolekulákat polarizálja, valamint erős rezgésre kényszeríti. Egy perióduson belül kétszer változik az erőter iránya, tehát a molekulák periódusonként kétszer próbálnak 180°-os fordulatot tenni erős rezgés közben, egymáson súrlódva.

Ennek hatására súrlódási hő fejlődik, ami belülről melegíti fel a vizet, illetve a víztartalmú élelmiszert.

(A 2 450 MHz frekvencia azt jelenti, hogy a másodpercenkénti periódusok száma: 2 450 millió = 2,45 milliárd).

A működési elv nagyon leegyszerűsítve az alábbi ábra alapján:



9. ábra. Magyarázó ábra a magnetron működési elvéhez

Az anódból (A), és katódból (K) álló elektroncső (B) indukciójú mágneses térben van. A mágneses erőteret két állandómágnes hozza létre (lásd a 6. ábrát is).

A katódból kilépő elektronokat a nagyfeszültség villamos erőtere az anód felé gyorsítja, de pályájukat a mágneses erő eltéríti. Az elektronok egy részének pályája annyira elgörbül, hogy el sem éri az anódot. Ahhoz igen közel, azzal párhuzamosan haladnak. Ekkor az anódáram hirtelen megugrik.

Mivel az elektron anóddal párhuzamos pályája rendkívül rövid ideig tart, ezt a jelenséget nagyfrekvenciás rezgések keltésére lehet felhasználni.

A mai korszerű magnetronok felépítése és működése bonyolultabb, de működési elvük ugyanez.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Olvassa el a Hőtani alapfogalmak c. fejezet: Hőmérséklet, Hőmennyiség, fajhő és a Hőmérsékleti skálák c. alfejezeteit!

Tanári irányítással:

- Végezzen szakmai méréseket a rendelkezésre álló minél több fajtájú hőmérőkkel minél több helyen és anyagon (hűtőfolyadék, főzőlap, forgógép csapágyház)! A
- Számítsa át a mért értékeket más hőmérsékletekre (°C, °F, K)!
- Számítson a mért értékek alapján hőmennyiséget!
- Határozza meg méréssel és számítással adott folyadék fajhőjét!

Olvassa el a Hőtani alapfogalmak c. fejezet: A hő terjedésének módjai és a Hőtágulás c. alfejezeteit!

Tanári irányítással:

- Tanulmányozza hőfejlesztő berendezések hőközlésben részt vevő alkatelemeinek felépítését, működését, társítsa a megismert alapelvekhez!
- Tanulmányozza hőmérséklet-szabályzók, korlátozók, klif. védelmek felépítését, működését, társítsa a megismert alapelvekhez!

Olvassa el a Villamos hőfejlesztés elve c. fejezet: A Joule hő, Az örvényáram hője és a: A mikrohullámú hőfejlesztés c. alfejezeteket!

Tanári irányítással:

- Igazolja mérésekkel Joule törvényét!
- Igazolja kísérlettel, hogy az örvényáram alkalmas hőfejlesztésre!
- Hasonlítsa össze kísérlettel, hogy különböző anyagokban: vas, réz, alumínium, milyen mértékű az örvényáram hője!
- Tapasztalatait társítsa a megismert alapelvekhez!
- Határozza meg méréssel és számítással egy mikrohullámú sütő magnetronjának a teljesítményét!

Ellenőrizze felkészültségét az Önellenőrző feladatok elvégzésével!

Bővítse ismereteit!

1. Az itt tárgyalt elveken kívül az elektromos hőfejlesztés speciális helyeken más elvekre épül. Végezzen gyűjtőmunkát a következő témakörökről:

- elektródfűtés,
- ívfűtés,
- dielektromos hőfejlesztés,
- plazmafűtés!

Hol használják ezeket, és milyen célra?

2. Helyezze el az infrahősugárzás hullámhossz-tartományát a teljes elektromágneses spektrumban! Végezzen gyűjtőmunkát a következő témakörökről:

- Elektromágneses sugárzás spektruma

A természetben hol találkozunk infravörös sugárzással?

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Egészítse ki a mondatot, majd magyarázza el, hogy mit értünk hőmérséklet alatt!

Az anyagot (1/1) (atomok, molekulák) építik fel, melyek nem mozdulatlanok, hanem rendkívül gyors (2/1).....mozgást végeznek.

(1/1) _____

(2/1) _____

2. feladat

Egészítse ki a mondatot, majd magyarázza el, hogy mit értünk belső energiaváltozás alatt!

(2/1).....: a termikus kölcsönhatás közben létrejött belső energiaváltozás

(2/1) _____

3. feladat

a) Mekkora a belső energiája 100 liter 20 °C hőmérsékletű víznek?

(1 liter víz=1 kg) ; (C=4,186 kJ/kgK) Az eredményt kJ-ban adja meg, két tizedesjeggyel!

$E_b =$ _____

b) Mekkora a belső energiája 100 liter 80 °C hőmérsékletű víznek?

(1 liter víz=1 kg) ; (C=4,186 kJ/kgK) Az eredményt kJ-ban adja meg, két tizedesjeggyel!

$E_b =$ _____

c) Mekkora hőmennyiségre volt szükség a melegítéshez? Az eredményt kJ-ban adja meg!

Q= _____

4. feladat

Egy ügyfél szerint az új 150 literes, 2 kW-os vízmelegítőjének felfűtési ideje túl hosszú: 20 °C-os vizet 1 óra alatt 32 °C-ra melegít fel. Ellenőrizze, számítsa a bejelentés jogosságát! A mért felfűtési idő legfeljebb 10%-kal lehet több, mint a névleges. (1 liter víz=1 kg) ; (C=4,186 kJ/kgK)

Az eredményt órában, egy tizedesre kerekítve adja meg!
A veszteségeket elhanyagoljuk (a vízmelegítés hatásfokát 100%-nak vesszük).

A névleges felfűtési idő t= _____

5. feladat

Egy külföldről behozott készülék hőmérséklet-szabályozójának Fahrenheit skálázása van. A tulajdonos kérésére át kell írnia °C-ba! Egészre kerekítsen!

90 °F= _____

110 °F= _____

140 °F= _____

180 °F= _____

6. feladat

Az ügyfél javaslatot kér arra, hogy milyen kiegészítő fűtést alkalmazzon a fürdőszoba gyors, időszakos felfűtéséhez. Adjon tanácsot, és indokolja meg!

7. feladat

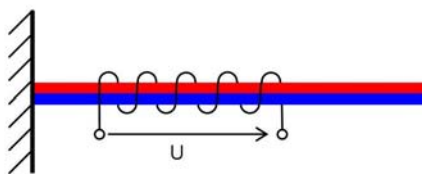
Mennyivel változik annak a 0 °C-on 50 m-es alumínium ($\alpha=0,000011$) légvezetéknek a hossza, amelynek hőmérséklete télen -30 °C , nyáron akár 50 °C is lehet? Mekkora a -30 °C -hoz, illetve a 50 °C -hoz tartozó hossz?

A hosszértékeket méterben három tizedesre kerekítve, a változást mm-ben, egészen kerekítve adja meg!

MUNKKAMINTA

8. feladat

Az alábbi ábrán két egymáshoz rögzített fémszalag – a felső platina, az alsó réz – látható, melyekre (a fémszalagoktól elszigetelten) ellenálláshuzal van tekerve.



10. ábra. Kép a feladathoz

a) Mi a neve a szerkezetnek? _____

b) Mi történik, ha áram folyik a huzalon? _____

c) Miért? _____

9. feladat

Egy húszliteres kannát télen -10 fokos hidegben megtöltünk trafóolajjal. Természetesen nem színtültig, mert tudjuk, hogy melegben nőni fog a térfogata, ezért $19,5$ litert. (5 dl mennyiségnek hagyunk helyet.) Helyesen gondolkoztunk-e? Mi történik nyáron, 30 fokos melegben az olajjal? (A kanna térfogatváltozását és az olaj párolgását elhanyagoljuk.)

a) Kevés volt a tágulásra hagyott hely, kifolyt: _____

b) Elegendő volt a tágulásra hagyott hely, maradt még: _____

10. feladat

Mikrohullámú sütőben 1 liter vizet melegítünk 1 percig, mialatt a víz hőmérséklete 11 °C–ot emelkedett. Mekkora a magnetron teljesítmény? ($c_{\text{víz}}=4,19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$)

Az eredményt W–ban adja meg egészre kerekítve!

$P_M =$ _____

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Egészítse ki a mondatot, majd magyarázza el, hogy mit értünk hőmérséklet alatt!

Az anyagot (1/1) részecskék (atomok, molekulák) építik fel, melyek nem mozdulatlanok, hanem rendkívül gyors (2/1) rezgőmozgást végeznek.

2. feladat

Egészítse ki a mondatot, majd magyarázza el, hogy mit értünk belső energiaváltozás alatt!

Hőmennyiség vagy hő (2/1): a termikus kölcsönhatás közben létrejött belső energiaváltozás

3. feladat

a) Mekkora a belső energiája 100 liter 20 °C hőmérsékletű víznek?

(1 liter víz=1 kg) ; (C=4,186 kJ/kgK) Az eredményt kJ-ban adja meg, két tizedesjeggyel!

$$m=100 \text{ kg}$$

$$\vartheta=20 \text{ °C} \Rightarrow \theta=273,15+20=293,15 \text{ K}$$

$$c=4,186 \text{ kJ/kgK}$$

$$E_b=?$$

$$E_b = c \cdot m \cdot \Theta$$

$$E_b = 4,186 \cdot 100 \cdot 293,15 = 122712,59 \text{ kJ}$$

b) Mekkora a belső energiája 100 liter 80 °C hőmérsékletű víznek?

(1 liter víz=1 kg) ; (C=4,186 kJ/kgK) Az eredményt kJ-ban adja meg!

$$m=100 \text{ kg}$$

$$\vartheta=80 \text{ °C} \Rightarrow \theta=273,15+80=353,15 \text{ K}$$

$$c=4,186 \text{ kJ/kgK}$$

$$E_b=?$$

$$E_b = c \cdot m \cdot \Theta$$

$$E_b = 4,186 \cdot 100 \cdot 353,15 = 147828,59 \text{ kJ}$$

c) Mekkora hőmennyiségre volt szükség a melegítéshez? Az eredményt kJ-ban adja meg!

1. megoldás:

A belső energiák különbsége csak a közölt hő lehet: $147828,59 - 122712,59 = \underline{25116 \text{ kJ}}$

2. megoldás:

Tudjuk, hogy:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta\Theta = c \cdot m \cdot (\Theta_2 - \Theta_1) = c \cdot m \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

$$Q = 4,186 \cdot 100 \cdot (80 - 20) = \underline{25116 \text{ kJ}}$$

4. feladat

Egy ügyfél szerint az új 150 literes, 2 kW-os vízmelegítőjének felfűtési ideje túl hosszú: 20 °C-os vizet 1 óra alatt 32 °C-ra melegít fel. Ellenőrizze, számítással a bejelentés jogosságát! A mért felfűtési idő legfeljebb 10%-kal lehet több, mint a névleges.

(1 liter víz=1 kg) ; (C=4,186 kJ/kgK)

Az eredményt órában, egy tizedesre kerekítve adja meg!

A veszteségeket elhanyagoljuk (a vízmelegítés hatásfokát 100%-nak vesszük).

$$m = 150 \text{ kg}$$

$$P = 2 \text{ kW}$$

$$\vartheta_1 = 20 \text{ °C}$$

$$\vartheta_2 = 32 \text{ °C}$$

$$C = 4,186 \text{ kJ/kgK}$$

$$t = ?$$

$$Q = c \cdot m \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

$$Q = P \cdot t$$

$$P \cdot t = c \cdot m \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

$$t = \frac{c \cdot m \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}{P} = \frac{4,186 \cdot 150 \cdot (32 - 20)}{2} = 3767,4 \text{ s} \Rightarrow \frac{3767,4}{3600} = \underline{1,0465 \approx 1 \text{ h}}$$

Tehát a vízmelegítő jól működik.

5. feladat

Egy külföldről behozott készülék hőmérséklet-szabályozójának Fahrenheit skálázása van. A tulajdonos kérésére át kell írnia °C-ba! Egészre kerekítsen!

$$90\text{ °F}=32\text{ °C}$$

$$110\text{ °F}=43\text{ °C}$$

$$140\text{ °F}=60\text{ °C}$$

$$180\text{ °F}=82\text{ °C}$$

6. feladat

Az ügyfél javaslatot kér arra, hogy milyen kiegészítő fűtést alkalmazzon a fürdőszoba gyors, időszakos felfűtéséhez. Adjon tanácsot, és indokolja meg!

Erre a célra legalkalmasabb az infrasugárzó, mert:

- a hőterjedéshez nem használ levegőt közvetítő közegként,
- bekapcsolás után szinte azonnal teljes teljesítménnyel fűt,
- jobb hatékonysággal, mint a hagyományos fűtőberendezések...

7. feladat

Mennyivel változik annak a 0 °C-on 50 m-es alumínium ($\alpha=0,000011$) légvezetéknek a hossza, amelynek hőmérséklete télen -30 °C , nyáron akár 50 °C is lehet? Mekkora a -30 °C -hoz, illetve a 50 °C -hoz tartozó hossz?

A hosszértékeket méterben három tizedesre kerekítve, a változást mm-ben, egészre kerekítve adja meg!

$$l_0=50\text{ m}$$

$$\vartheta_1=-30\text{ °C}$$

$$\vartheta_2=50\text{ °C}$$

$$\alpha=0,000011$$

$$l_{-30}=?$$

$$l_{50}=?$$

$$\Delta l=?$$

$$l_{\vartheta} = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\vartheta) \quad \Delta l = \alpha \cdot l_0 \Delta\vartheta$$

$$l_{50} = 50 \cdot (1 + 0,000011 \cdot 50) = 50,028\text{m}$$

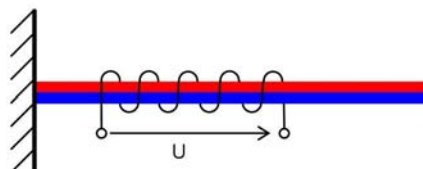
$$l_{-30} = 50 \cdot (1 + 0,000011 \cdot -30) = 49,984\text{m}$$

$$\text{Változás a): } \Delta l = l_{50} - l_{-30} = 50,028 - 49,984 = 0,044\text{m} = 44\text{mm}$$

Változás b): $\Delta l = 0,000011 \cdot 50 \cdot (50 - (-30)) = 0,000011 \cdot 50 \cdot 80 = 0,044\text{m} = 44\text{mm}$

8. feladat

Az alábbi ábrán két egymáshoz rögzített fémszalag – a felső platina, az alsó réz – látható, melyekre (a fémszalagoktól elszigetelten) ellenálláshuzal van tekerve.



11. ábra. Kép a feladathoz

- Mi a neve a szerkezetnek? **Bimetall (bimetál)**
- Mi történik, ha áram folyik a huzalon? **Felfelé hajlik.**
- Miért? **Mert a réz lineáris hőtágulási együtthatója nagyobb ($1,65 \cdot 10^{-5}$) (a platináé: $0,9 \cdot 10^{-5}$), tehát nagyobb a megnagyulása.**

9. feladat

Egy húszliteres kannát télen -10 fokos hidegben megtöltünk trafóolajjal. Természetesen nem színtültig, mert tudjuk, hogy melegben nőni fog a térfogata, ezért 19,5 litert. (5 dl mennyiségnek hagyunk helyet.) Helyesen gondolkoztunk-e? Mi történik nyáron, 30 fokos melegben az olajjal? (A kanna térfogatváltozását és az olaj párolgását elhanyagoljuk.)

- Kevés volt a tágulásra hagyott hely, kifolyt: –
- Elegendő volt a tágulásra hagyott hely, maradt még: 4 dl.**

$$V_0 = 19,5 \text{ liter}$$

$$\vartheta_1 = -10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\vartheta_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\beta = 1,3 \cdot 10^{-4}$$

$$V_{30} = ?$$

$$l_{50} = ?$$

$$\Delta l = ?$$

A térfogatváltozás nagysága: $\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta \vartheta = 0,00013 \cdot 19,5 \cdot 40 = 0,1014 \approx 1\text{dl}$

10. feladat

Mikrohullámú sütőben 1 liter vizet melegítünk 1 percig, mialatt a víz hőmérséklete 11 °C–ot emelkedett. Mekkora a magnetronteljesítmény P_M ? ($c_{\text{víz}}=4,19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$)
Az eredményt W–ban adja meg egészre kerekítve!

$$m=1 \text{ kg}$$

$$t=60 \text{ s}$$

$$\Delta\vartheta=18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c=4,19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$P_M=?$$

$$Q = c \cdot m \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

$$Q = P \cdot t$$

$$P \cdot t = c \cdot m \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

$$P_M = \frac{c \cdot m \cdot \Delta\vartheta}{t} = \frac{4,19 \cdot 1 \cdot 11}{60} = 0,768 \text{ kW} = 768 \text{ W}$$

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Négyjegyű függvénytáblázatok Matematikai, fizikai, kémiai összefüggések Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 1998

Természettudományi kisenciklopédia Gondolat Kiadó, Budapest 1983

<http://hu.wikipedia.org>

Dr. Szalay Béla: Fizika Műszaki könyvkiadó, Budapest 1979

Danás Miklós: Mikrohullámú sütők működése és javítása ÉRÁK, Miskolc 1996

Danás Miklós: Háztartási hűtőgépek I. Elmélet ÉRÁK, Miskolc 1995

AJÁNLOTT IRODALOM

Szarka Sándor: Háztartásigép-szerelő szakmai ismeret I. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1996.

Kliment Tibor: Háztartási gépek a háztartás-elektronikai műszerészek számára Műszaki Könyvkiadó Budapest, 2005

A(z) 1398-06 modul 006-os szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 522 01 0000 00 00	Elektromos gép- és készülékszerelő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
24 óra

MUNKANYELV

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.
Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató