

## Elektronikai Technológia és Anyagismeret mintakérdések

### 1-01 A FURAT- ÉS FELÜLETSZERELHETŐ ALKATRÉSZEK MEGJELENÉSI FORMÁI ÉS TÍPUSAI

#### **Mutassa be a furatszerelt alkatrészeket rajzokkal és leírással!**

Furatszerelt alkatrészek definíciója (1 pont), furatszerelt alkatrészek csoportosítása a kivezetések mechanikai tulajdonságai szerint (1 pont), furatszerelt alkatrészek csoportosítása a kivezetések geometriája, elrendezése szerint (2 pont), furatszerelt alkatrészek csomagolási módjai (1 pont)

#### **Mutassa be a felületszerelt alkatrészeket rajzokkal és leírással!**

Felületszerelt alkatrészek definíciója (1 pont), felületszerelt alkatrészek csoportosítása a kivezetések geometriája, elrendezése szerint (1 pont), BGA, FC-BGA és LGA tokozású alkatrészek konstrukciója (2 pont), felületszerelt alkatrészek csomagolási módjai (1 pont)

#### **Mutassa be a felületszerelt ellenállás és rétegekondenzátor konstrukcióját rajzokkal és leírással!**

Felületszerelt ellenállás konstrukciója (2 pont), felületszerelt kerámia rétegekondenzátor konstrukciója (2 pont), felületszerelt passzív diszkrét alkatrészek méretkódjának definíciója, és jellemző méretkódok felsorolása angolszász és metrikus me. rendszerben (1 pont)

#### **Felületszerelt aktív alkatrészek és integrált áramköri tokozások\*\*\*:**

A SOT-23 tokozású tranzisztor sematikus felépítése (1pont), az SOIC sematikus felépítése (1pont), a tokozás célja (1 pont), az első- és második szintű összeköttetések definíciója (2 pont)

## **1-02 FURAT- ÉS FELÜLETSZERELT ALKATRÉSZEK SZERELÉSE- FORRASZTÁSA HULLÁMFORRASZTÁSSAL**

### **Hasonlítsa össze a furat- és a felületszerelési technológiát!**

Furatszerelési technológia jellemzői (1 pont), sematikus ábra egy beforrasztott furatszerelt alkatrészeiről (1 pont), felületi szereléstechológia jellemzői (1 pont), sematikus ábra egy beforrasztott felületszerelt alkatrészeiről (1 pont), jellemzői kötési műveletek a furat- ill. felületszerelt alkatrészek rögzítésére (1 pont).

### **Ismertesse a hullámforrasztási technológiát furatszerelt alkatrészek esetére!**

Hullámforrasztási technológia lépéseinek részletezése – folyasztószer felviteli technikák, előmelegítés célja, előmelegítési technikák – (2 pont), a technológia lépéseiről sematikus ábrák (2 pont), a hullámforrasztási technológia hőprofilja ólmos vagy ólommentes ötvözet esetére (1 pont)

### **Ismertesse a hullámforrasztási technológiát felületszerelt alkatrészek esetére!**

Hullámforrasztási technológia lépéseinek részletezése – ragasztófelviteli technikák, folyasztószer felviteli technikák, előmelegítés célja, előmelegítési technikák – (2 pont), a technológia lépéseiről sematikus ábrák (2 pont), a hullámforrasztási technológia hőprofilja ólmos vagy ólommentes ötvözet esetére (1 pont)

### **Levezetéssel adja meg a hullámforrasztás során a furatkitöltés várható mértékét becsülő összefüggést\*\*\*!**

A kapilláris hatás mérlegének levezetése (2 pont), a mérlegegyenlet kiterjesztése furatszerelt alkatrészekre levezetéssel (3 pont)

## **1-03 AZ ÚJRAÖMLESZTÉSES FORRASZTÁSI TECHNOLÓGIA, SZELEKTÍV FORRASZTÁSI TECHNOLÓGIÁK**

### **Ismertesse az újraömllesztés forrasztási technológiát felületszerelt alkatrészek esetére!**

Az újraömllesztés forrasztási technológia lépéseinek részletezése – stencilnyomtatás szekvenciája, alkatrészbeültetés lehetőségei, hőközlési technikák forrasztáshoz – (2 pont), a technológia lépéseiről sematikus ábrák (2 pont), az újraömllesztés forrasztási technológia hőprofilja ólmos vagy ólommentes ötvözet esetére (1 pont)

### **Ismertesse a stencilnyomtatás folyamatát, valamint a stencilek felépítését!**

Stencilnyomtatás folyamatának lépései ábrákkal (3 pont), stencilek felépítése (1 pont), Vectorguard stencilkeret működése (1 pont)

### **Ismertesse az újraömllesztés forrasztási technológiát furatszerelt alkatrészekre (pin-in-paste technológia)!**

A technológia lépéseinek ismertetése ábrákkal (2 pont), a nagymennyiségű forraszpasztafelvitel lehetőségeinek (túlnyomtatás, lépcsős stencilek, nyomtatás két stencillel) ismertetése ábrákkal (2 pont), a furatszerelt alkatrészekkel szemben támasztott követelmények pin-in-paste technológia esetére (1 pont)

### **Ismertesse levezetéssel a furatszerelt alkatrészek számára szükséges forraszpaszta-térfogat meghatározására szolgáló összefüggést\*\*\*!**

Az összefüggés leírása (1 pont), a furat kitöltéséhez szükséges mennyiség levezetése (1 pont), a forraszmeniszkusz térfogatához szükséges mennyiség levezetése (3 pont)

## **2-01 CHIPEK BEÜLTETÉSI ÉS KÖTÉSI TECHNOLÓGIÁI, TOKOZÁS**

### **Ismertesse a félvezető chippek mechanikai rögzítésére szolgáló technikákat!**

Chipek rögzítés ragasztással, chippekhez alkalmazott ragasztók típusai (1 pont), chippek rögzítése AuSi eutektikus forrasszal (1 pont), chippek rögzítése egyéb forraszötvetekkel, forraszok megjelenési formái chippek rögzítéséhez (2 pont), flip-chip technológia (1pont)

### **Ismertesse a mikrohuzal-kötési technikákat!**

Termokompressziós kötés folyamata ábrákkal (2 pont), ultrahangos kötés folyamata ábrákkal (2 pont), a három mikrohuzalkötési technológia összehasonlítása táblázatosan (1 pont)

### **Ismertesse a TAB technológiát leírással és ábrákkal!**

#### **Ismertesse a flip-chip technológiát!**

Flip-chip definíciója (1 pont), sematikus ábra egy flip-chipet tartalmazó integrált áramköri tokozásról (1 pont), az UBM (Under Bump Metallisation) szerepe / alkalmazásának indoka (1 pont), az UBM rétegstruktúrája (2 pont)

#### **Ismertesse a hermetikus és nem hermetikus tokozásokat\*\*\*!**

Hermetikus tokok definíciója (1 pont), nem hermetikus tokok típusai (1 pont), fém tok konstrukciójának sematikus ábrája (1 pont), kerámia tok konstrukciójának sematikus ábrája; forrasztott kivezetésekkel rendelkező tok és „chip-carrier” konstrukció esetére (1 pont)

#### **Ismertesse a szelet szintű tokozás (Wafer Level Packaging) folyamatának lépéseit ábrákkal illusztrálva\*\*\*.**

## 2-02\_Si\_anyagok\_tulajdonságok:

1. **Mi az oka annak, hogy a félvezető anyagok fizikai tulajdonságai általában anizotropak?**

Az anizotrópia fogalmának ismertetése (1 pont). A félvezető egykristályok szerkezetének bemutatása, példa a különböző rácsokra (2 pont). A különböző kristálytani irányokban mutatkozó eltérő atomi sűrűségek bemutatása rajzon (2 pont).

2. **Hasonlítsa össze a direkt és indirekt sáv szerkezetű félvezetők energia diagramjait!**

A sáv szerkezet diagram értelmezése annak származtatása (2 pont). A direkt és indirekt sáv szerkezet bemutatása szóvegesen vagy rajzon (2 pont). A fény kibocsátással járó rekombináció jelenségének bemutatása és függése a sáv szerkezettől (1 pont).

3. **Hogyan lehet a félvezető anyagok fizikai tulajdonságait adalékolással befolyásolni.**

A p és n típusú adalékolás lényegének ismertetése kristályrács szintű rajzon (3 pont) és energia diagramon (2 pont).

4. **Technológiai szempontból milyen lényeges tulajdonsággal rendelkezik a szilícium-dioxid.**

A Si szelet előállításában  $\text{SiO}_2$  fontos szerepének ismertetése a technológiai folyamatokon keresztül (2 pont). A fontosabb fizikai tulajdonságok felsorolása, és ezek jelentőségének bemutatása a technológia szempontjából (3 pont).

5. **Adja meg a high-K ill. low-K dielektrikumok definícióját, valamint adjon példát az alkalmazási területeikre.\*\*\***

Definíciók (1 pont). High-K anyagok alkalmazása, részletes magyarázattal (2 pont). Low-K anyagok alkalmazása, részletes magyarázattal (2 pont).

## 2-03\_szelet\_előállítása:

### 1. Mutassa be a polikristályos szilícium előállításának lépéseit.

A polikristályos Si definíciója és a poli-Si jelentőségének ismertetése az egykristály növesztés szempontjából (2 pont). A poli-Si készítésének 3 alapvető lépésének felsorolása és részletezése (3 pont).

### 2. Ismertesse a félvezető egykristály feldolgozásának főbb lépéseit.

Az öntecs formázása és a szeletek előállításának lépési (2 pont). A szeleteket mechanikai megmunkálására használt technológiák ismertetése (1 pont). A félvezető egykristályok szerkezetének bemutatása, példa a különböző rácsokra (1 pont). A flat szerepének és kialakításának ismertetése (1 pont).

### 3. Magyarázó ábra segítségével ismertesse a Si kristálynövesztésre alkalmazott Czochralski eljárást!

Ábra készítése, amin a sematikus berendezés részegységeit megnevezi (2 pont). A folyamat szöveges leírása (2 pont). A legfontosabb folyamatparaméterek kihangsúlyozása (1 pont).

### 4. Magyarázó ábra segítségével ismertesse az egykristály növesztésére alkalmazott Bridgman-Stockbarger eljárást!

Ábra készítése, amin a sematikus berendezés részegységeit megnevezi (2 pont). A folyamat szöveges leírása (2 pont). A legfontosabb folyamatparaméterek kihangsúlyozása (1 pont).

### 5. Magyarázó ábra segítségével ismertesse az egykristály növesztésére alkalmazott mozgózónás eljárást!

Ábra készítése, amin a sematikus berendezés részegységeit megnevezi (2 pont). A folyamat szöveges leírása (2 pont). A legfontosabb folyamatparaméterek kihangsúlyozása (1 pont).

## 2-04\_epitaxia\_implant\_diff\_CVD:

- 1. Ismertesse a félvezető alapú eszközök gyártása során alkalmazott kémiai gőzfázisú rétegleválasztási technológiát (CVD).**

A CVD folyamat definíciója (1 pont). Egy sematikus CVD reaktor felrajzolása az ábra egyes részeinek megjelölésével (2 pont). Félvezető technológiában CVD-vel leválasztott anyagok felsorolása az egyes rétegek funkciójának ismertetésével (2 pont).

- 2. Ismertesse a félvezető alapú eszközök gyártása során alkalmazott fizikai rétegleválasztási technológiákat (PVD).**

A vákuumpárolgatási folyamat ismertetése sematikus ábra segítségével (3 pont). A vákuumporlasztási folyamat ismertetése sematikus ábra segítségével (2 pont).

- 3. Ismertesse a szilícium szeletre történő oxidréteg növesztési eljárások alapjait. Rajzolja le a száraz és nedves oxidációs eljárások során használt berendezések sematikus ábráját.**

Az oxidnövesztés jelentőségének ismertetése (1 pont). A száraz (2 pont), ill. nedves (2 pont) oxidnövesztési technológia berendezéseinek sematikus rajza és a folyamatok rövid ismertetése.

- 4. Ismertesse a félvezető alapanyagok ionimplatációval történő adalékolásának alapjait.**

Egy ionimplantációs berendezés sematikus rajza az egyes részek megnevezésével (2 pont). Az ionimplantációval kialakított adalékkoncentráció mélység-profiljának összehasonlítása a diffúzióval kialakítható képest (2 pont). A csatornahatás ismertetése (1 pont).

- 5. Ismertesse a félvezető alapanyagok diffúzióval történő adalékolásának alapjait.\*\*\***

A diffúziós, definíciója, matematikai leírása (1 pont). A diffúzió hőmérsékletfüggésének ismertetése (1 pont). Egy diffúziós kályha sematikus rajzának elkészítése és a folyamat pár soros ismertetése (1 pont). Konstans felületi koncentráció mellett kialakult diffúziós profil felrajzolása (1 pont). Konstans anyagmennyisége mellett kialakult diffúziós profil felrajzolása (1 pont).

## 2-05\_IC\_litográfia:

- 1. Mutassa be a félvezető eszközök rajzolat kialakítására szolgáló litográfia általános szekvenciáját és röviden ismertesse az egyes lépések lényegét!**

A litográfia apjainak ismertetése, definíció (1 pont). A litográfia egyes lépéseinek felsorolása (2 pont). A litográfiai lépések magyarázata az adott folyamat lényegének ismertetés (2 pont).

- 2. Ismertesse a fényérzékeny reziszt felvitelére alkalmazott spin-coating technológiát. Mutassa meg mi a különbség a pozitív és a negatív maszkok között.**

A spin-coating folyamat ismertetése a folyamat lényeges paramétereinek felsorolása (2 pont). A pozitív és a negatív maszk értelmezése (1 pont) illetve működésük leírása egy-egy ábra segítségével (1+1 pont).

- 3. Mutassa be a rajzolat kialakítás során használt maszkok különböző fajtáit! (hagyományos és fázistoló maszkok).**

A maszkok alkalmazásának jelentősége (1 pont). A hagyományos (2 pont), valamint valamilyen fázistoló maszk (2 pont) bemutatása egy-egy rajz segítségével.

- 4. Ismertesse a litográfiában használt előhívási eljárásokat! Röviden ismertesse ezek főbb tulajdonságait!**

Az izotróp és anizotróp maratási technológiák ismertetése rajzon (2 pont). A plazma marás (1 pont) valamint a reaktív ionmarás (2 pont) bemutatása egy-egy ábra segítségével.

- 5. Ismertesse egy pMOS tranzisztor előállításának technológiai folyamatait (főbb lépésekben)!\*\*\***

pMOS tranzisztor keresztmetszeti rajza a főbb funkcionális részek megnevezésével (2 pont). A főbb technológiai lépések megnevezése, részletezése (3 pont).



### 3-01\_Vékonyréteg:

- 1. Definiálja a vékonyréteg fogalmát! Milyen speciális tulajdonságokkal rendelkezhetnek egy vékonyréteg? Soroljon fel vékonyréteg anyagokat és adja meg ezek funkcióját!**

Vékonyréteg definiálása (1 pont). Olyan fizikai tulajdonságok felsorolása, amely egy vékonyréteg esetében speciális lehet (2 pont). Vékonyréteg anyagok példászerű felsorolása az alkalmazási terület megnevezésével (2 pont).

- 2. Hasonlítsa össze az egyes vékonyréteg felviteli módszereket. Mutasson példát a különböző módszerekkel leválaszthatott vékonyrétegre.**

Párológatás, porlasztás, MBE, CVD galvanizálás rövid ismertetése (3 pont). Adjon példákat a felsorolt technológiákkal leválasztott rétegekre (2 pont).

- 3. Írja le a vékonyrétegek létrehozásának és kialakulásának fázisait PVD eljárások esetén, ami végeredményben a hordozón egybefüggő réteg kialakulásához vezet.**

A leválasztandó anyag eljuttatása a forrástól a hordozóig (lépésekre lebontva) (3 pont). A réteg kialakulásának lépései (2 pont).

- 4. Ábra segítségével illusztrálva mutassa be vékonyréteg ellenállás kialakításának technológiai lépéseit!**

Az ellenállás vékonyréteg kialakításának szekvenciája rajzzal illusztrálva (3 pont). A Lézeres ellenállásérték beállító folyamat ismertetése (2 pont).

- 5. Mutassa be a vékonyréteg áramköröknél használatos mintázatkialakítási módszereket!**

A rétegfelvitel közben történő mintázatkialakítás bemutatása (2 pont). A rétegfelvitel utáni mintázatkialakítás bemutatása (3 pont).

- 6. Ismertesse az optikai vékonyrétegek funkciójának fizikai alapjait, valamint adjon példát optikai vékonyréteg alkalmazásokra.\*\*\***

Optikai vékonyrétegek fizikai működésének bemutatása (2 pont). Optikai vékonyréteg példák bemutatása illusztrációkkal: antireflexiós réteg (1 pont), tükör (1 pont), szűrő (1 pont).

### 3-02\_Vákuumtechnika:

- 1. Ismertesse a vákuum szerepét az egyes vékonyréteg leválasztási technológiák során. Mutassa be és hasonlítsa össze az elektronikai technológiákban alkalmazott három különböző fő típusú vákuumszivattyúk működését és alkalmazási területét!**

A vákuum definíciója (1 pont). A rétegleválasztási folyamatok során milyen fizikai paramétereket befolyásol a vákuum minősége (1 pont). Három különböző vákuumszivattyú működése és alkalmazási területeinek ismertetése (3 pont).

- 2. Ábrával illusztrálva mutassa be a vákuumpárolgatás folyamatát! Ismertesse az ilyen módon létrehozott vékonyréteg néhány tulajdonságát.**

Ábra készítése, amin a sematikus berendezés részegységeit megnevezi (2 pont). A folyamat szöveges leírása (2 pont). A párolgatott réteg legfontosabb tulajdonságainak ismertetése (1 pont).

- 3. Ábra segítségével hasonlítsa a vákuumpárolgató berendezésben leggyakrabban használt párolgató forrásokat!**

Ellenállásfűtésen alapuló párolgató forrás bemutatása (2 pont). Elektronsugaras párolgató berendezés ismertetése, összehasonlítása az ellenállás hevítéssel (3 pont).

- 4. Ábrával illusztrálva mutassa be a vákuumporlasztás folyamatát! Ismertesse az ilyen módon létrehozott vékonyréteg néhány tulajdonságát.**

Ábra készítése, amin a sematikus berendezés részegységeit megnevezi (2 pont). A folyamat szöveges leírása (2 pont). A párolgatott réteg legfontosabb tulajdonságainak ismertetése (1 pont).

- 5. Ismertesse egy nagyvákuum rendszerben a nyomás mérésére alkalmazható fizikai elveket/érezékelő konstrukciókat!\*\*\***

A különböző nyomástartományok és az ott alkalmazható fizikai elvek megnevezése (1 pont). Pirani vákuummérő ismertetése (2 pont). Ionizációs vákuummérő ismertetése (2 pont).

#### **4-01: Kerámia vastagréteg**

**Definiálja a szigetelő alapú áramköri hordozók, a hybrid IC és a vastagréteg technológia fogalmát, valamint adja meg a vastagréteg technológiák csoportosítását**

Szigetelő alapú (2 pont), hybrid IC (1 pont), vastagréteg (1 pont), csoportosítás (1 pont)

**Mutassa be a vastagréteg pasztákat (alkotó elemek, azok anyagai) valamint a vastagréteg hordozókat!**

Paszták (3 pont), hordozók (2 pont)

**Mutassa be a kerámia vastagréteg technológia lépéseit (paraméterek, az egyes lépések szükségessége)!**

Csak lépések szekvenciája (1 pont), paraméterek (1 pont), az egyes lépések részletes elemzése (3 pont)

**Mutassa be a sziták paramétereit és a vastagréteg technológiában használt sziták típusait (maszkolás szerint)!**

Szita definiálása és paramétere (1 pont), maszkok bemutatása, emulziós (2 pont), többi (2 pont)

**Rajzon ábrázolva mutassa be egy hybrid IC elkészítésének tipikus lépéseit!**

7 lépés összesen, 5 pont

**Mutassa be a vastagréteg ellenállások lézeres beállítását (elve, ellenállás számítás menete, vágatformák)!**

Beállítás elve (1 pont), képlet (1 pont), vágatformák (3 pont)

#### **4-02: Speciális vastagréteg**

**Ábrákkal illusztrálva mutassa be a hajlékony hordozók esetén az alkatrészek rögzítésének lehetőségeit, valamint az izotróp és anizotróp vezetőragasztók működését!**

Rögzítési módok, 3 féle (3 pont), vezetőragasztók jellemzése (1-1 pont)

**Mutassa be a polimer vastagréteg technológia lépéseit (paraméterek, az egyes lépések szükségessége)!**

Csak lépések szekvenciája (1 pont), paraméterek (1 pont), az egyes lépések részletes elemzése (3 pont)

**Mutassa be a tipikus kerámia és polimer vastagréteg alkalmazásokat az alkalmazás indoklásával!**

Kerámia (2 pont), polimer (3 pont)

**Mutassa be az MLC (HTCC) és MLGC (LTCC) kerámia technológiákat (technológiai megvalósítás, speciális tulajdonságok, létrehozható struktúrák)**

HTCC 2 pont, LTCC (3 pont)

## 5-01 NYÁK

### 1. Ismertesse a NyHL-ek hordozóinak leggyakrabban használt anyagait és technológia szempontból hasonlítsa össze azok tulajdonságaival!

Elvárás:

Merev és hajlékony hordozók anyagainak bemutatása (1-1 pont). Legalább 3 hordozó típus felírása és legalább 3 tulajdonság felírása hordozónként (3 pont).

### 2. Mutassa be részletesen a kémia és elektrokémiai rétegfelviteli eljárásokat NyHL-ek gyártásánál! Ismertesse a „Direkt galvanizálás” lehetséges módszereit! \*\*\*

Elvárás:

A 3 db rétegfelviteli eljárás megnevezése és a folyamatok lényegi leírása (3 pont). Direkt galvanizálás: árammentes bevonat+galvanizálás (1 pont), vezető oldat + galvanizálás (1 pont).

### 3. Mutassa be az egyoldalas NyHL-ek gyártástechnológiai lépéseit pozitív és negatív fotoreziszt-maszk esetén, rajzzal! Definiálja a pozitív és negatív működésű fotoreziszt fogalmát!

Elvárás:

A 2 db lépéssorozat felírása rajzzal (2-2 pont). Pozitív és negatív működésű reziszttek definiálása (1 pont)

### 4. Mutassa be a furatfémezett kétoldalas NyHL-ek gyártástechnológiai lépéseit!

Elvárás:

12 lépés felírása (5 pont)

### 5. Mutassa be a NyHL-ek tipikus felületi bevonatait (típus és gyártástechnika) és jellemezze azokat forraszthatósági szempontból! Írja le a narancsosodás jelenség lényegét!

Elvárás:

Legalább 4 db felületi bevonat felsorolása, azok gyártástechnológiai ismertetése és egymáshoz képest milyen a forraszthatóságuk.

## 5-02 NYÁK

### 1. Mutassa be a NyHL-ek additív és féladditív gyártástechnológiai lépéseit rajzban!

Elvárás:

Additív és féladditív technológiák lényegének leírása rajzzal (2-2pont) illetve előnyök hátrányok felsorolása (1 pont). Itt a szubtraktív és additív technológiák előnyét és hátrányát kell elsősorban tudni.

### 2. Ismertesse az együttlaminált többrétegű nyomtatott huzalozású lemezek technológiai lépéseit! Rajzolja le sorrendben a műveleti lépéseket.

Elvárás:

3 lépés felírása + (3 pont) . Két db változat (1 oldalas és 2 oldalas) felírása rajzzal (1-1 pont)

### 3. Ismertesse a szekvenciális többrétegű nyomtatott huzalozású lemezek technológia lépéseit! Rajzolja le sorrendben a műveleti lépéseket. \*\*\*

Elvárás:

11 lépés felírása (5 pont)

### 4. Ismertesse a mikrovial fogalmát és készítési technológiáit! Hasonlítsa össze a különböző technológiával készített mikrovialak szerkezetét rajzban és mutassa be az UV lézeres fúrás lépéseit.

Elvárás:

Fogalom és készítési technológiák (2 pont) különböző technológiával készített mikrovialak szerkezetének felírása rajzzal (1 pont). UV lézeres fúrás lépéseinek (4 db) felírása (2 pont).

### 5. Ismertesse a Multichip modulok fogalmát és részletesen mutassa az egyes típusokat (rajz).

Elvárás:

Fogalom és MCM típusok felsorolása (1 pont). A 3 MCM típus anyagainak és technológiai bemutatása (3 pont). Aki rajzzal teszi ezt (1 pont).

## **6-01: Konstrukciók**

**Mutassa be a műszaki specifikáció elkészítéséhez szükséges 5 fő szempontot!**

Szemponként 1 pont

**Mutassa be az EMC jelenségét és elektromágneses zavarvédelmi intézkedéseket!**

EMC definíciója + zavarforrások (2 pont), megoldások (3 pont)

**Mutassa be az ergonómiai, érintésvédelmi és üzembiztonságra történő tervezés szempontjait**

Ergonómia (2 pont), érintésvédelem (1 pont), üzembiztonság (2 pont)

**Mutassa be a gyárthatóságra és megbízhatóságra tervezés szempontjait.**

Gyárthatóság 3 pont, megbízhatóság 2 pont

## 6-02: Termikus

**Mutassa be a hővezetés (kondukciónak) jelenségét és a termikus – villamos analógiát.**

Hővezetés definíciója (1 pont), egyenlete (2 pont), termikus-villamos analógia (2 pont)

**Mutassa be a hőszállítást (konvekció) jelenségét és a hőátadást\*\*\***

Hőszállítás definíciója (1 pont), egyenlete (2 pont), hőátadás definíció + egyenlet (2 pont)

**Mutassa be két szilárd test termikus csatolásának problémáját és a termikus interface anyagokat!**

A probléma definiálása és a lehetséges megoldások felsorolása (2 pont)

A négy különféle termikus interface anyag megnevezése előnyös és hátrányos tulajdonságaik felsorolása (megnevezés 1 pont, tulajdonságok 2 pont)

**Mutassa be a hűtő- bordákat és lemezeket (rajzon is)!**

A megvalósítás szempontjai (1 pont), Hűtőbordák és lemezek anyagai és azok jellemzői (2 pont), hőleadási tényező javítása: mesterséges konvekció (1 pont), rajz (1 pont)

**Mutassa be a folyadékűtés elvét, jellemzőit és a lehetséges megoldásokat!**

Kifejlesztés motivációja (1 pont), jellemzők (1 pont) , megvalósítások (3 pont)

**Mutassa be a fázisátalakulásos hűtés elvét, jellemzőit és a lehetséges megoldásokat!**

Kifejlesztés motivációja (1 pont), megvalósítások (2 pont), heat pipe (2 pont)



## **7-01: Minőség**

**Mutassa be az AOI működését, a berendezés előnyeit és hátrányait, sorolja fel a detektálható hibákat!**

Működési elv (3 pont), előnyök hátrányok (1 pont), hibák (1 pont)

**Mutassa be az AXI működését, a berendezés előnyeit és hátrányait, sorolja fel a detektálható hibákat!**

Működési elv (3 pont), előnyök hátrányok (1 pont), hibák (1 pont)

**Mutassa be az ICT és az működését, a berendezés előnyeit és hátrányait, sorolja fel a detektálható hibákat!**

Működési elv (3 pont), előnyök hátrányok (1 pont), hibák (1 pont)

**Mutassa be az újraömllesztéses forrasztás tipikus hibáit és a hibák kialakulásának okait!**

Legalább 5 hiba, okkal együtt 5 pont

**Mutassa be a megbízhatóság leírására szolgáló függvényeket (4 db) és a meghibásodási sűrűségfüggvény meghatározási lehetőségét! \*\*\***

Függvények (1-1-1-1 pont), meghibásodási sűrűségfüggvény meghatározása (1 pont)

**Mutassa be a hibaráta függvényt és a három tipikus alakját az alkatrész modellek függvényében!**

Definíció (2 pont), egyes modellek (1-1-1pont)

## **Anyagtudomány rész kérdései:**

### **G-01 - Kristálytani alapismeretek:**

Számítsa ki az (1 5 7) és a (2 4 5) síkok közötti szöveget egy FKK rácsban!

Milyen irányba mutat a (3 4 7) és az (1 4 2) síkok metszévonalára egy TTK rácsban? \*\*\*

Benne fekszik-e a [2 0 6] irány a (-3 5 1) síkban? Válaszát számítással indokolja!

### **G-01 - Reális kristályok, rácshibák:**

Ismertesse a pontszerű rácshibákat! Térjen ki a keletkezési és eltűnési mechanizmusukra! Fejtse ki szerepüket az ötvözetekben!

Ismertesse a vonalszerű rácshibákat! Ismertesse szerepüket a képlékeny alakváltozás során!

Ismertesse a felületszerű rácshibákat!

### **G-02 - Fémek mechanikai tulajdonságai, mechanikai vizsgálatok**

Ismertesse a szakítóvizsgálatot és a belőle nyerhető szabványos mérőszámokat!

Ismertesse a mérnöki és a valódi rendszerben mért mechanikai tulajdonságok közötti különbségeket!

Ismertesse a kúszás folyamatát! Mutassa be a kúszási görbét és annak szakaszait! \*\*\*

### **G-03 - Ötvözetek szerkezete és termikus viselkedése, kristályosodás**

Milyen energetikai feltételei vannak a kritikus csíraméret létrejöttének? Hogyan határozhatjuk meg egy gömb alakú csíra kritikus méretét?

Milyen homogén és heterogén kristályosodási mechanizmusokat ismer? \*\*\*

Ismertesse a szilárd oldatok, az intermetallikus vegyületek és az eutektikus ötvözetek legfontosabb tulajdonságait!

### **G-04 - Fémek, szigetelők, félvezetők villamos tulajdonságai +**

#### **G-05 - Mágneses anyagok, szupravezetők**

Ismertesse a klasszikus vezetési modellt! Hogyan számíthatjuk ki a segítségével a fajlagos vezetőképességet? Mik a modell korlátai?

Ismertesse az ötvözés hatását a fajlagos ellenállásra szilárd oldatot, eutektikumot, illetve mindkettőt tartalmazó ötvözőrendszerek esetén!

Ismertesse a szupravezetés jelenségét! Milyen anyagcsaládnak van a legnagyobb kritikus hőmérséklete? Miért volt jelentős felfedezés a 96 K-en szupravezető anyagok felfedezése?