

*Concursul Preolimpic de Fizică
România - Ungaria - Moldova*

Ediția a XIV-a, Satu - Mare

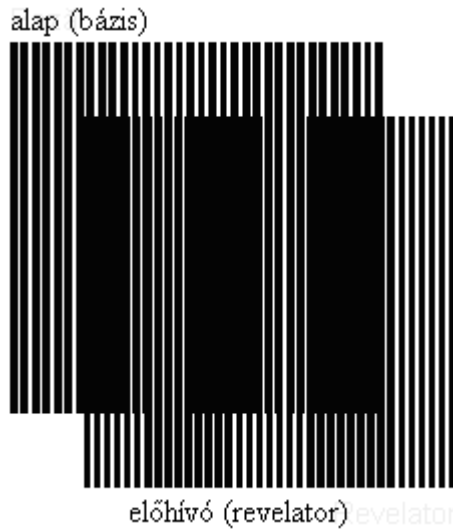
Proba experimentală, 20 mai 2011



1. Kísérleti feladat (10 pont)

A Moiré ábrák tanulmányozása

Ha egy átlátszó fóliára nyomtatott optikai rácsot egy olyan papírlapra helyezünk, amelyre egy másik optikai rács lett nyomtatva, Moiré ábrát figyelhetünk meg (1. ábra).



1. ábra

Az optikai rács periódusa két, egymás utáni vonal középtengelye közti távolság. Moiré jelenségeket akkor figyelhetünk meg, ha az optikai rácsok periódusainak különbsége nagyon kicsi.

A továbbiakban a papírlapra nyomtatott rácsot „**alapnak**”(bázis), míg a felső, átlátszó fóliára nyomtatott rácsot „**előhívónak**” (revelator) nevezzük. Legyen az alap rács periódusa b , az előhívó rácsé pedig r .

Az alap és az előhívó egymásra helyezésével létrejön a Moiré ábra, amely periodikusan ismétlődő világos és sötét csíkokból, úgynevezett Moiré vonalakkól áll. A sötét csíkok azoknak a helyeknek felelnek meg, ahol az egyik rács sötét vonalai a másik rács sötét vonalai között helyezkednek el, lefedve ezzel az átlátszó területeket. A világos csíkok ott keletkeznek, ahol a két rács vonalai egymásra tevődnek. (2. ábra). Két egymás utáni sötét vagy világos csík m távolsága (a Moiré ábra periódusa) sokkal nagyobb mint a rácsok periódusai.

Abban az esetben, ha $b > r$, az m Moiré periódus által tartalmazott bázis rács vonalak száma egyel kisebb mint az előhívó rács vonalainak száma.

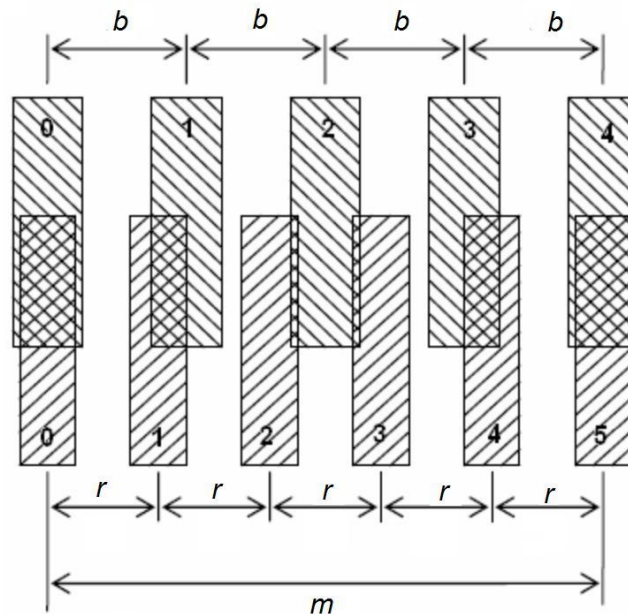
$$\frac{m}{b} = \frac{m}{r} - 1 \quad (1)$$

A Moiré ábra periódusa

$$m = \frac{b \cdot r}{b - r} \quad (2)$$

annál nagyobb, minél kisebb a $b - r$ különbség.

Abban az esetben, ha az előhívó periódusa nagyobb mint a bázisé, $r > b$, a Moiré ábra periódusát a (2.) kifejezés abszolút értéke adja.



2. ábra

A Moiré ábrákat használják például a fluidumok folyásának tanulmányozására, egyes, a hullámterjedéssel kapcsolatos gyakorlati problémák megoldására, az anyagokban fellépő mechanikai feszültségek elemzésére, a kristályszerkezetek tanulmányozására, az optika, a matematika egyes területein, az érzékelés pszichológiájában stb.

Az 1. kísérleti feladat követelményei: tanulmányozd a Moiré ábrákat és határozd meg különböző kísérleti módszerek felhasználásával, két optikai rács periódusát.

Eszköztár

Adottak:

I. polisztiirén munkalap, amibe gombostűket szúrhatsz .

II. boríték, melynek tartalma:

- A. Átlátszó fólia, a következő felirattal "Revelator, ruler, protractor". A fóliára a következő elemek vannak nyomtatva:
- Szögmérő.
 - Mérőléc, nagyobb beosztásokkal, melyek egyenként tíz darab kisebb egységre vannak osztva. Egy kis egység a kísérlet során távolságok mérésére használható tetszőleges mértékegység (u.a.).
 - Egy optikai rács, melynek periódusa 0,76 u.a.
- B. Papírlap a "Grid 1" felirattal. A papírlapra a következő elemek vannak nyomtatva:
- Szögmérő.
 - Mérőléc, nagyobb beosztásokkal, melyek egyenként tíz darab kisebb egységre vannak osztva. Egy kis egység a kísérlet során távolságok mérésére használható tetszőleges mértékegység (u.a.).
 - Egy optikai rács, melynek periódusa ismeretlen.
- C. Papírlap a "Grid 2" felirattal. A papírlapra a következő elemek vannak nyomtatva:
- Szögmérő.
 - Mérőléc, nagyobb beosztásokkal, melyek egyenként tíz darab kisebb egységre vannak osztva. Egy kis egység a kísérlet során távolságok mérésére használható tetszőleges mértékegység (u.a.).
 - Egy optikai rács, melynek periódusa ismeretlen.
- D. Papírlap, "Circle" felirattal. Erre a papírlapra egy kör van nyomtatva.

E. Átlátszó fólia, amire semmi nincs nyomtatva.

Figyelem: csak erre a fóliára írhat sz vagy rajzolhat. Nem írhat és nem rajzolhat az A,B,C és D-vel jelzett fóliára illetve papírlapokra.

III. Egy kis műanyag tasak, benne pár gombostű és két különböző színű filctoll.

1. feladat – Párhuzamos rácsok

Használd a “Revelator, ruler, protractor” felirattal ellátott átlátszó fóliát, a “Grid 1” felirattal ellátott papírlapot és esetleg az üres átlátszó fóliát. gombostűket valamint a filctollakat. Helyezd a “Revelator, ruler, protractor” felirattal ellátott átlátszó fóliát, a “Grid 1” felirattal ellátott papírlapra úgy, hogy az optikai rácsok vonalai egymással párhuzamosak legyenek.

1a. Határozd meg, a tetszőleges u.a. egységekben a “Grid 1” felirattal ellátott papírlapon található optikai rács periódusát.

Használd a “Revelator, ruler, protractor” felirattal ellátott átlátszó fóliát, a “Grid 2” felirattal ellátott papírlapot és esetleg az üres átlátszó fóliát. gombostűket valamint a filctollakat. Helyezd a “Revelator, ruler, protractor” felirattal ellátott átlátszó fóliát, a “Grid 2” felirattal ellátott papírlapra úgy, hogy az optikai rácsok vonalai egymással párhuzamosak legyenek.

1b. Határozd meg, a tetszőleges u.a. egységekben a megfigyelt Moiré ábra periódusát.

1c. Vezesd le és számítsd ki a “Grid 2” feliratú papírlapon található optikai rács periódusát.

2. feladat - elforgatott rácsok

Feltételezzünk két optikai rácsot: az r periódusú előhívó rácsot és a b periódusú alap rácsot. Az előhívó rácsot az alap rács vonalainak irányához képest ρ szöggel elfordítjuk. Az így kapott Moiré ábra m és az ábra csíkjai μ szöget zárnak be az alap rács vonalaival.

2a. Vezesd le a μ szög kifejezését r , b és ρ függvényében.

2b. Vezesd le a Moiré ábra m periódusát r , b és ρ függvényében.

Használd a “Revelator, ruler, protractor” felirattal ellátott átlátszó fóliát, a “Grid 1” felirattal ellátott papírlapot és esetleg az üres átlátszó fóliát. gombostűket valamint a filctollakat.

2c. Mérjed az előhívó vonalai és a “Grid 1” rács vonalai közti ρ szöget valamint a keletkezett Moiré ábrák m periódusát, miközben a két rács vonalai által bezárt szög 0° -ról 15° -ra növeled. Végezz legalább 10 mérést és töltsd ki a Válaszlap 1. számú táblázatát.

2d. Ábrázolj grafikusán egy lineáris összefüggést m és ρ között, az 1. számú táblázatban szereplő adatok felhasználásával.

2e. A 2d pontban elkészített grafikon segítségével határozd meg, a tetszőleges u.a. egységekben a “Grid 1” feliratú papírlapon található optikai rács periódusát.

Használd a “Revelator, ruler, protractor” felirattal ellátott átlátszó fóliát, a “Grid 2” felirattal ellátott papírlapot és esetleg az üres átlátszó fóliát. gombostűket valamint a filctollakat.

2f. Mérjed az előhívó vonalai és a “Grid 2” rács vonalai közti ρ szöget, a Moiré ábra csíkjainak μ dőlésszögét a Grid 2 papírlapon található rács vonalainhoz képest valamint a keletkezett Moiré ábra m periódusát, ha a rácsok vonalai által bezárt szög 0° -ról 10° -ra nő. Végezz legalább 10 mérést és töltsd ki a Válaszlap 2. számú táblázatát.

2g. Ábrázolj grafikusán egy lineáris összefüggést m , μ és ρ között, az 1. számú táblázatban szereplő adatok felhasználásával.

2h. A 2g pontban elkészített grafikon segítségével határozd meg, a tetszőleges u.a. egységekben a “Grid 2” feliratú papírlapon található optikai rács periódusát.

Mérd fel, hogy a “Grid 1” papírlapon található rács periódusának az 1a illetve a 2e feladatok során meghatározott értékei közeli értékek-e. Mutass rá a lehetséges hibaforrásokra.

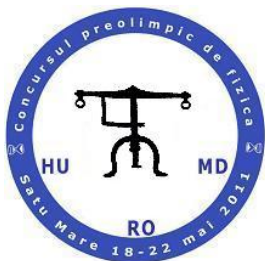
Mérd fel, hogy a "Grid 2" papírlapon található rács periódusának az 1c illetve a 2g feladatok során meghatározott értékei közeli értékek-e. Mutass rá a lehetséges hibaforrásokra.

2.i. A kör alakú rács (D.) koncentrikus körökből áll, melyek sugara egy állandó értékkel növekszik – ez az érték a körös rács periódusa. Az előhívó rácsot használva, becsüld meg ennek az állandónak az értékét. Írd be a becsült értéket a válaszlap megfelelő mezéjébe. Maximum 50 szóban magyarázd meg a körös rács és az előhívó rács egymásra tevésével létrehozott Moire ábra alakját. .

Javasolták:

Delia DAVIDESCU – Centrul Național de Evaluare și Examinare – MECTS București

Adrian DAFINEI – Facultatea de Fizică – Universitatea București



*Concursul Preolimpic de Fizică
România - Ungaria - Moldova*

Ediția a XIV-a, Satu - Mare

Proba experimentală, 20 mai 2011



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI

Válaszlap

1. kísérleti feladat (10 pont)

A Moiré ábrák tanulmányozása

1. feladat – Párhuzamos rácsook

1a. A "Grid 1" papírlapon található optikai rács periódusa, u.a. egységekben

$$b_{G1} = 0,76 \text{ u.a.}$$

0,8p

1b. A megfigyelt Moiré ábra periódusa, u.a. egységekben

$$m = 23 \text{ u.a.}$$

0,5p

1c. A "Grid 2" papírlapon található optikai rács összefüggésének levezetése valamint értékének kiszámítása.

$$m = b \cdot r / |b - r|$$

$$b = \frac{1}{(1/r) \pm (1/m)}$$

Ha $r = 0,76 \text{ u.a.}$ és $m = 23 \text{ u.a.}$, a Grid 2 rács rácsállandójának értékei

$$\begin{cases} b_{G2} = 0,73 \text{ u.a.} \\ b'_{G2} = 0,79 \text{ u.a.} \end{cases}$$

0,5p



*Concursul Preolimpic de Fizică
România - Ungaria - Moldova*

Ediția a XIV-a, Satu - Mare

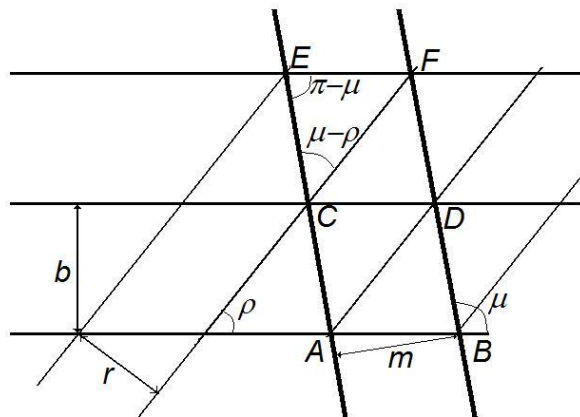
Proba experimentală, 20 mai 2011



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI

Sarcina de lucru 2- Rețele rotite

2a. A μ szög kifejezésének levezetése r , b és ρ függvényében.



$$\begin{cases} CF \cdot \sin \rho = b \\ EF \cdot \sin \rho = r \\ EF \cdot \sin \mu = m \\ CE \cdot \sin \mu = b \end{cases}$$

$$m = r \cdot \frac{\sin \mu}{\sin \rho}$$

A szinusz-tételt alkalmazva az $\triangle EFC$ háromszögben

$$\frac{r}{\sin(\mu - \rho) \cdot \sin \rho} = \frac{b}{\sin \mu \cdot \sin \rho} = \frac{EC}{\sin \rho}$$

$$\begin{cases} \operatorname{tg} \mu = \frac{b \cdot \sin \rho}{b \cdot \cos \rho - r} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mu = \operatorname{arctg} \left(\frac{b \cdot \sin \rho}{b \cdot \cos \rho - r} \right) \end{cases}$$

0,5p

2b . A Moiré ábra periódusának levezetése, r , b és ρ függvényében.

$$\mu = \operatorname{arctg} \left(\frac{b \cdot \sin \rho}{b \cdot \cos \rho - r} \right)$$

$$\operatorname{ctg}^2 \mu = \left(\frac{b \cdot \cos \rho - r}{b \cdot \sin \rho} \right)^2 = \left(\frac{1}{\sin^2 \mu} - 1 \right)$$

$$m = r \cdot \frac{\sin \mu}{\sin \rho}$$

$$\left(\frac{b \cdot \cos \rho - r}{b \cdot \sin \rho} \right)^2 = \left(\frac{r^2}{m^2 \cdot \sin^2 \rho} - 1 \right)$$

$$m = \frac{r \cdot b}{\sqrt{b^2 + r^2 - 2b \cdot r \cdot \cos \rho}}$$

0,5p

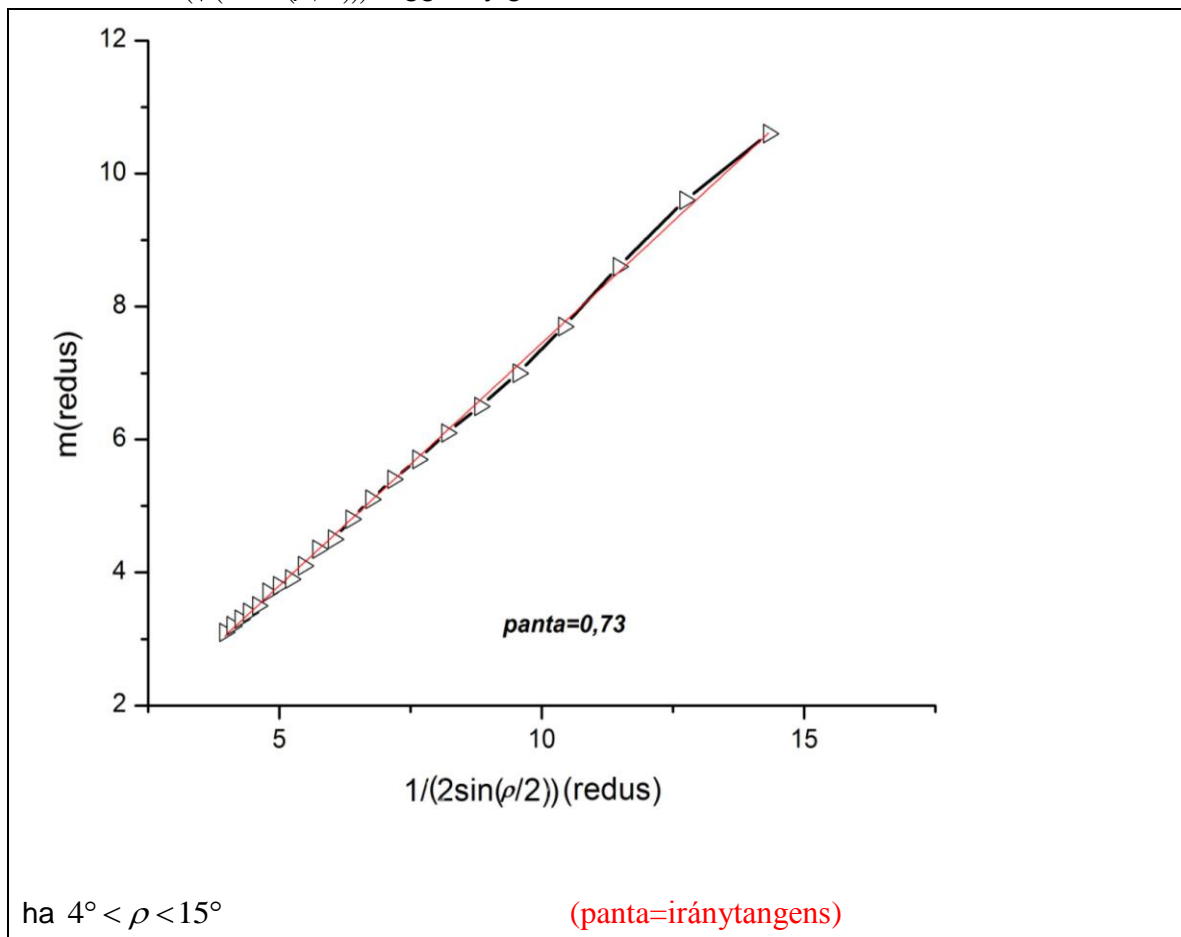
2c. 1. táblázat

| Nr. crt. | ρ | m |
|----------|--------|-----|
| 1 | 14,5 | 3,1 |
| 2 | 14 | 3,2 |
| 3 | 13,5 | 3,3 |
| 4 | 13 | 3,4 |
| 5 | 12,5 | 3,5 |
| 6 | 12 | 3,7 |
| 7 | 11,5 | 3,8 |
| 8 | 11 | 3,9 |
| 9 | 10,5 | 4,1 |
| 10 | 10 | 4,3 |
| 11 | 9,5 | 4,5 |
| 12 | 9 | 4,8 |
| 13 | 8,5 | 5,1 |
| 14 | 8 | 5,4 |

| Nr. crt. | ρ | m |
|----------|--------|------|
| 15 | 7,5 | 5,7 |
| 16 | 7 | 6,1 |
| 17 | 6,5 | 6,5 |
| 18 | 6 | 7 |
| 19 | 5,5 | 7,7 |
| 20 | 5 | 8,6 |
| 21 | 4,5 | 9,6 |
| 22 | 4 | 10,6 |
| 23 | 3,5 | 12 |
| 24 | 3 | 13,6 |
| 25 | 2,5 | 16 |
| 26 | 2 | 20 |
| 27 | 1,5 | 26 |
| 28 | 1 | 40 |

0,5p

2d. Az $m = f(1/(2 \sin(\rho/2)))$ függvény grafikus ábrázolása



1,0p

2e. A "Grid 1" papírlapon található optikai rács periódusának meghatározása

$$m = \frac{r}{2 \sin(\rho/2)}$$

A grafikon iránytangense r

A grafikonból $r = 0,73u.a.$

Az elfogadható eredményt a kis szögeknek megfelelő mérési adatoknak a kizárásával lehet elérni. (kis szögek esetén a mérések pontatlanok).

0,5p

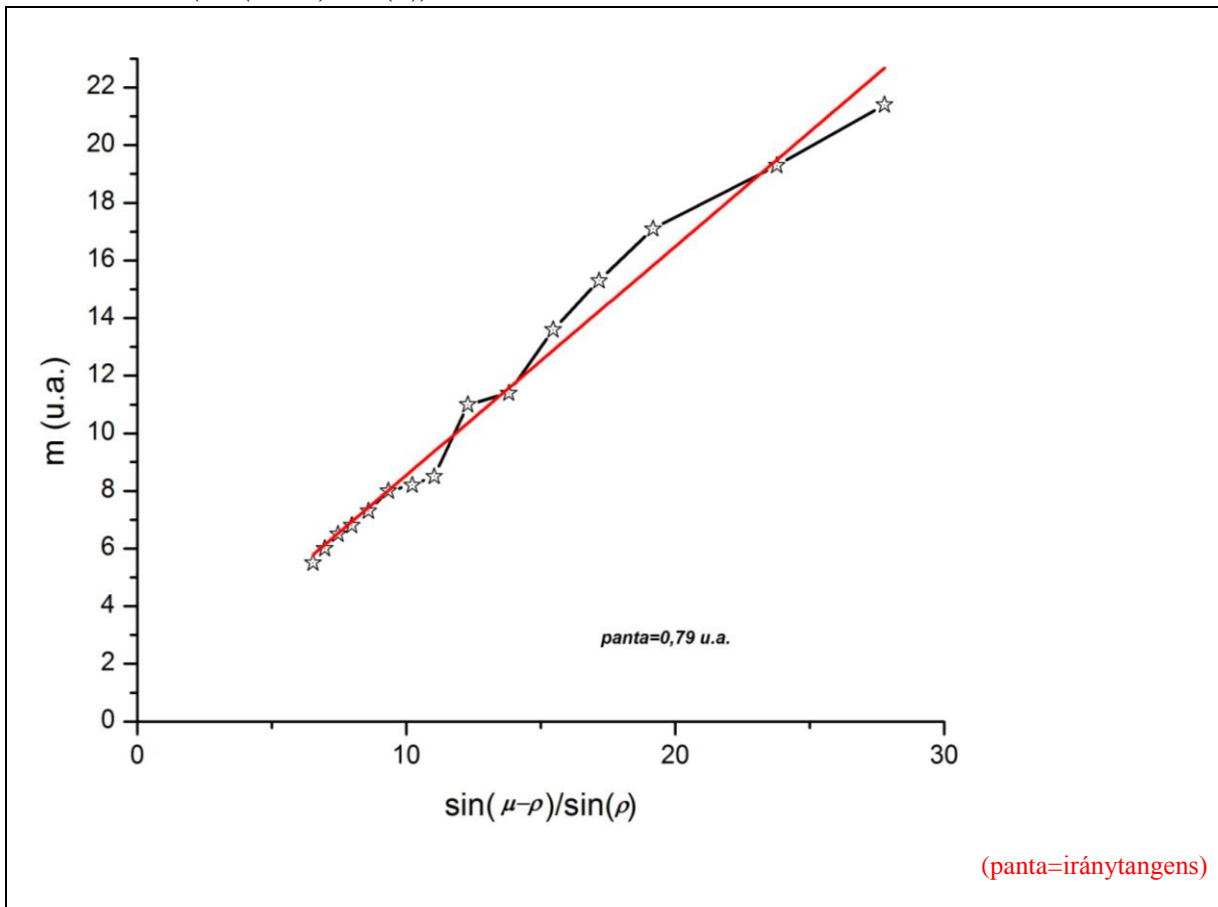
2f. 2. táblázat

| Nr. crt. | ρ | μ | m |
|----------|--------|-------|------|
| 1 | 1 | 30 | 21,4 |
| 2 | 1,5 | 40 | 19,3 |
| 3 | 2 | 44 | 17,1 |
| 4 | 2,5 | 51 | 15,3 |
| 5 | 3 | 57 | 13,6 |
| 6 | 3,5 | 61 | 11,4 |
| 7 | 4 | 63 | 11 |
| 8 | 4,5 | 64,5 | 8,5 |
| 9 | 5 | 68 | 8,2 |
| 10 | 5,5 | 69 | 8 |
| 11 | 6 | 70 | 7,3 |

| Nr. crt. | ρ | μ | m |
|----------|--------|-------|-----|
| 12 | 6,5 | 71 | 6,8 |
| 13 | 7 | 72,5 | 6,5 |
| 14 | 7,5 | 73 | 6 |
| 15 | 8 | 73,5 | 5,5 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

0,5p

2g. Az $m = f(\sin(\mu - \rho)/\sin(\rho))$ függvény grafikus ábrázolása



2h. A "Grid 2" papírlapon található optikai rács periódusának meghatározása

$$m = b \frac{\sin(\mu - \rho)}{\sin \rho}$$

A grafikon iránytangense b .

A grafikonból $b = 0,79 u.a.$

0,5p