

# 10 клас

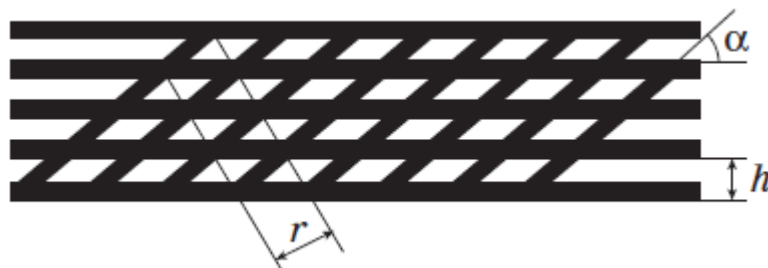
## Розв'язок експериментальної задачі № 1

### 1. Теоретична модель

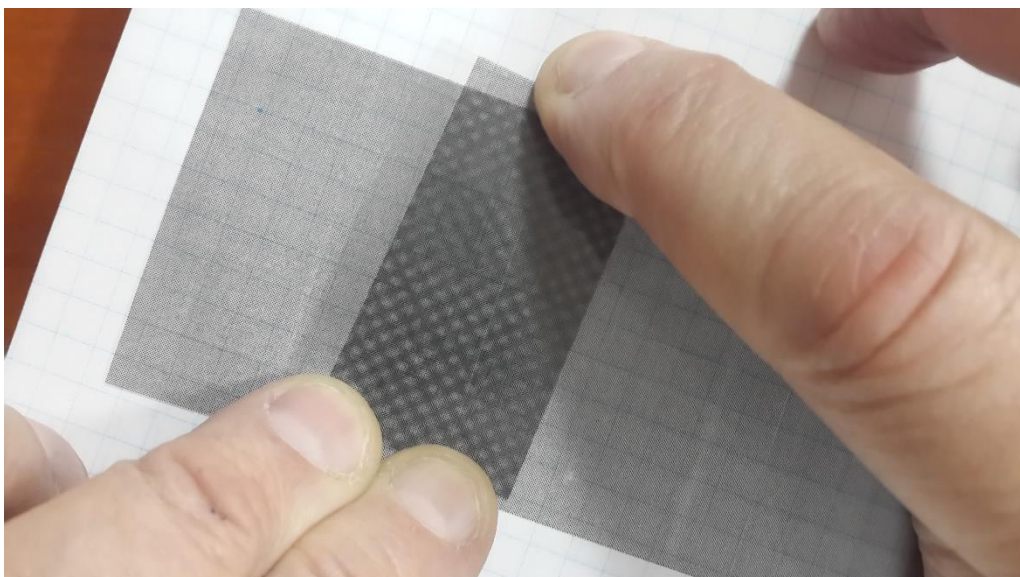
Точки на плівці утворюють періодичну структуру, проте детально роздивитися її та оцінити характерні розміри неозброєним оком ми не можемо (кутові відстані між найближчими точками порівнянні з роздільною здатністю нашого ока). Але є спосіб візуального збільшення картини: накладаючи дві частини виданої плівки одна на одну, за певного їх розташування ми можемо отримати так званий муар.

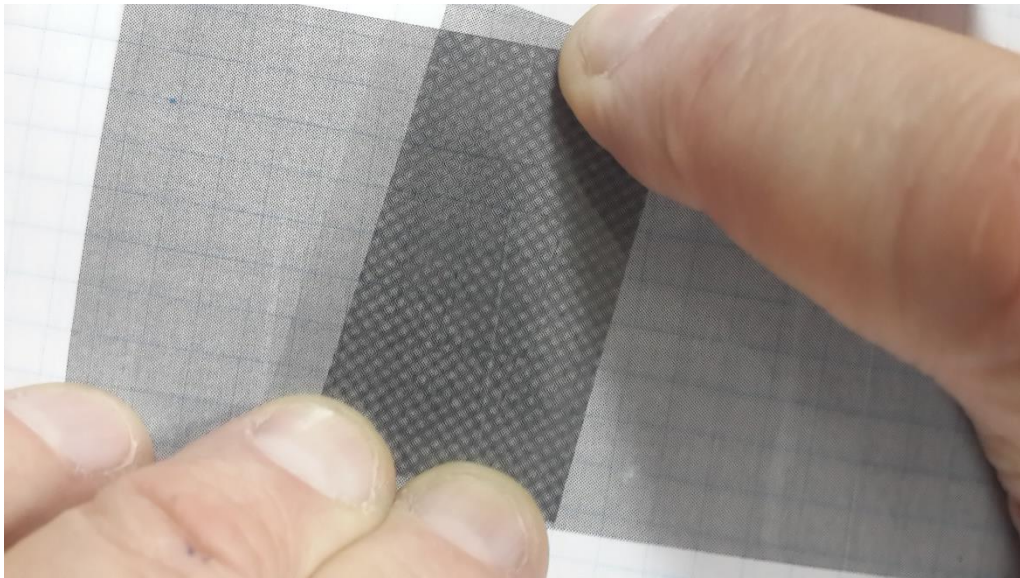
За виглядом та періодом цього муару можна зробити висновки про розташування точок та відстані між ними. Легко переконатися, що в даному випадку поворот однієї з плівок на  $90^\circ$  не змінює вигляду муару, отже, можна вважати, що точки утворюють квадратну сітку. Для подальшого пояснення можна її розглядати як результат перетину двох систем паралельних смуг, розташованих під прямим кутом одна до одної.

Нехай одна плівка повернута на кут  $\alpha$  відносно іншої. Тоді муар складається зі світлих та темних смуг, причому відстань між найближчими темними смугами (див. рисунок) становить  $r = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}$ , де  $h$  — мінімальна відстань між точками на плівці.



Можна підібрати такі кути  $\alpha$ , щоб період муару  $r$  був не меншим від 1 мм, тобто його легко було виміряти (див. отримані журі фото).





## 2. Експеримент

Доцільно провести серію вимірювань для різних кутів  $\alpha$ , після чого стандартним методом усереднити отримані результати і оцінити похибку проведених вимірювань.

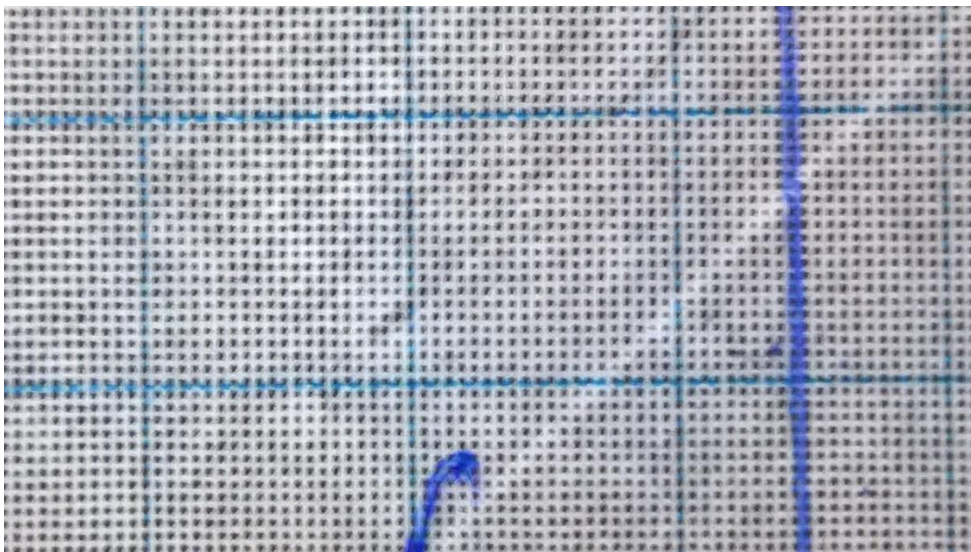
Тангенс кута  $\alpha$  виражаємо через вимірювані відстані  $a$  і  $b$ , тобто

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}.$$

Наприклад, коли  $a = 7$  мм,  $b = 50$  мм, отримуємо  $r = 1,9$  мм. Звідси  $h = 0,27$  мм.

Проведена серія вимірювань дала результат  $h = (0,25 \pm 0,03)$  мм.

Скориставшись своїми додатковими можливостями, члени журі переконалися у правильності отриманого результату, сфотографували півку на тлі клітчастого аркушу та збільшивши зображення.



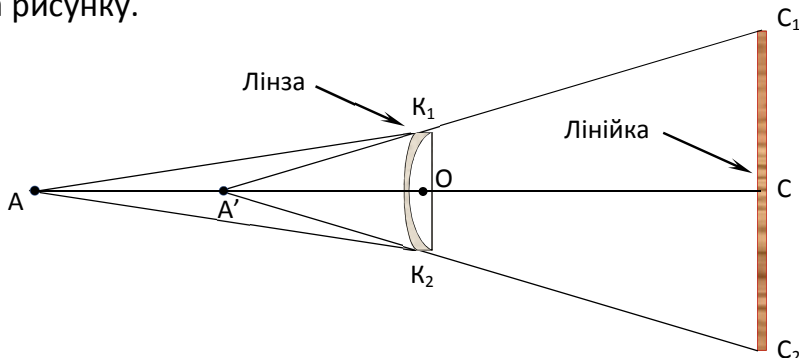
## 10 клас

### Розв'язок експериментальної задачі № 2

Для знаходження оптичної сили лінзи використаємо формулу для тонкої лінзи:

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad (1).$$

Лінза, яку потрібна дослідити, має товщину в центрі меншу за товщину на краях. Тому вона розсіювальна. У випадку розсіювальної лінзи зображення уявне і  $f$  від'ємне. Для визначення  $f$  і  $d$  скористаємося схемою, що зображена на рисунку.



Розташуємо лінзу  $K_1K_2$  так, щоб промені від країв лінійки  $C_1$  та  $C_2$  проходили через краї лінзи  $K_1$  та  $K_2$  та попадали в око людини (точка А). Зображення точки А в лінзі  $K_1K_2$  буде в точці  $A'$ , яку знаходимо як перетин прямої  $C_1K_1$  та осі АС. Розглядаємо точку А як об'єкт, точку  $A'$  є її зображення. Тоді  $d = OA$ ,  $f = -OA'$ . Для знаходження цих величин проводимо пряме вимірювання  $OA$  та  $OC$ .  $OA'$  знаходимо, використовуючи подібність трикутників  $A'K_1K_2$  та  $A'C_1C_2$ :

$$A'O/K_1K_2 = (A'O + OC)/C_1C_2.$$

В цій формулі  $K_1K_2$  – діаметр лінзи (вимірюється),  $C_1C_2$  – довжина лінійки (вимірюється),  $OC$  – вимірюємо. Звідси  $f = OA' = OC \cdot K_1K_2 / (C_1C_2 - K_1K_2)$ . Нагадаємо, що  $d = OA$ , де  $OA$  вимірюється. Підставляємо в (1) і знаходимо

$$D = - (C_1C_2 - K_1K_2) / (OC \cdot K_1K_2) + 1/OA.$$