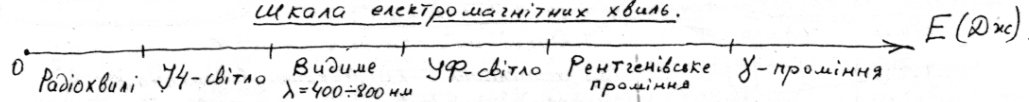


**К-53** Оптика - наука про світло і його взаємодію з речовиною.

Світло має електромагнітну природу, при поширенні поводить себе, як електромагнітна хвиля, при випромінюванні і поглинанні, як частинка. Світло переносить енергію.  
Цікала електромагнітних хвиль.



Геометрична оптика - вивчає закони поширення світла (розглядає хід променів і утворення зображень).

Промінь - це лінія, уздовж якої поширюється світлова енергія

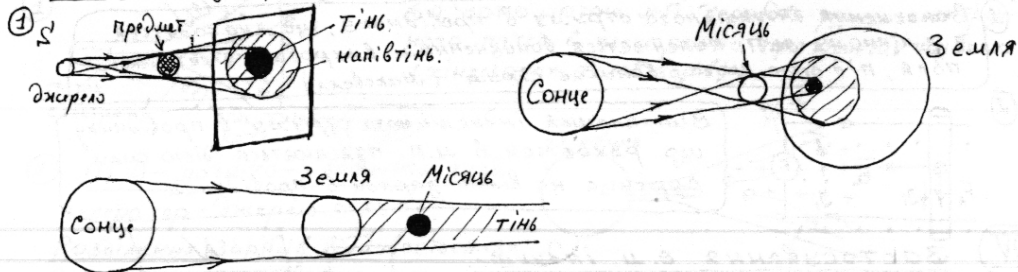
Джерела світла відрізняються по способу збудження атомів речовини:

1. Теплові (атоми збуджуються при стиканнях, за рахунок енергії теплового руху) - Сонце, зірки, спіраль лампи розжарення, свічка, вогнище, всі нагріті тіла.
2. Люмінесцентні (свічення т.т. при бомбардуванні їх електронами) - екрани електронно-променевих трубок; (свічення речовини під дією світла) - люмінесцентні фарби, газ, лампа денного світла; (свічення при деяких хімічних реакціях) - гнилі дерева, світлячки, глибоководні риби; (за рахунок енергії електричного поля) - газорозрядні лампи (тліючий розряд).

I з-н. поширення світла В однорідному прозорому середовищі світло поширюється прямолінійно, рівномірно.

З-н. не виконується при проходженні світла крізь малі отвори ( $d \leq 800 \text{ нм}$ )

Доказом є утворення тіні-1, сонячні-2 і місячні-3 затемнення.



Зкл. § 62, 63.

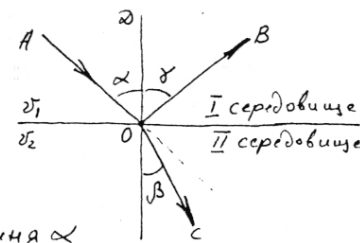
- 1 Відповісти на запитання § 62
- 2 Виконати Вправу 31, Вправу 32
- 3 Виконати Завдання 15, виготовити "камеру-обскура".
- 4 Навести приклади природних джерел світла... штучних джерел світла...
- 5 Тінь... Напівтінь...

**К-54** На межі двох середовищ світло розділяється, частково відбивається і частково проходить у друге середовище - заломлюється.

I з-н відбивання світла:

1.  $(\alpha = \gamma)$  - кут падіння дорівнює куту відбивання  $\gamma$

2. Промінь падаючий (AO), промінь відбитий (OB) і  $\perp$  в точці падіння (OD) лежать в одній площині.



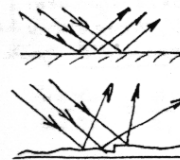
III з-н заломлення світла:

1.  $(\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n)$  Відношення синуса кута падіння  $\alpha$  до синуса кута заломлення  $\beta$  величина стала для двох даних середовищ.

$(n = \frac{v_1}{v_2})$  - відносний показник заломлення світла  $v_1, v_2$  - швидкості світла в середовищах.

2. ...

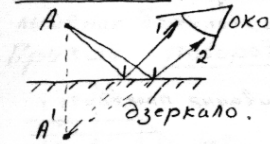
II Відбивання світла.



1. Дзеркальне (напрямлене) (виконується з-н відбивання) падаючий паралельний пучок світла після відбивання залишається паралельним. Дзеркальні поверхні гладкі (нерівності поверхні  $< \lambda$  світла)

2. Дифузне (розсіяне) (з-н відбивання не виконується) падаючий паралельний пучок променів після відбивання розсіюється. Матові (розсіюють) поверхні - шорстки (нерівності  $> \lambda$  світла). Завдяки дифузному відбиванню ми бачимо оточуючі предмети!

Плоске дзеркало дає зображення: 1) симетричне відносно площини дзеркала 2) уявне 3) рівне предмету.

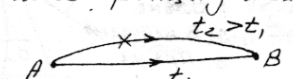


$T.A$  - предмет - точка з якої виходять промені  
 $T.A'$  - зображення - точка перетину променів після відбивання у дзеркалі (якщо перетинаються не промені, а їх уявні продовження назад, то зображення уявне).

В очі закладено з-н прямолінійного поширення світла - оку здається, що промені 1; 2 вийшли з  $T.A'$  - ця точка і є уявне зображення точки A.

В основу геометричної оптики (ГО) можна покласти принцип Ферма (фр. XVII ст.): світло поширюється по такій траєкторії, час проходження якої мінімальний. На основі цього принципу можна отримати всі закони поширення світла.

I з-н. прямолінійного поширення



В різних середовищах швидкість світла різна, найбільша у вакуумі  $c = 300000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  у повітря  $\approx c$   $(n = \frac{c}{v})$   $n$  - абсолютний показник заломлення (з таблиць)

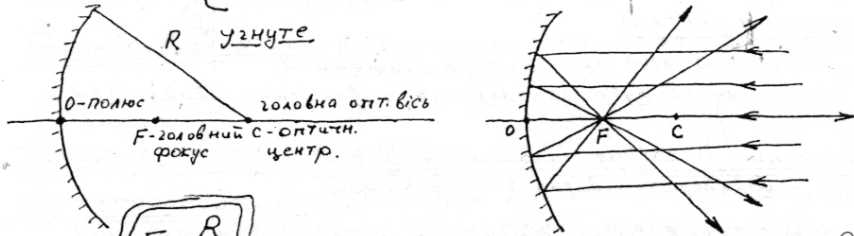
Зкл. § 64, 65, 66, 67. 1 Відповісти на питання § 64.

- 2 Виконати Вправу 33, Вправу 34, Вправу 35.
- 3 Періскоп ... (опт. схема) ... 4 кути падіння, відбивання, заломлення вимірюють від  $\perp$  в т. падіння 5 вивести з-н відбивання світла на основі принципу Ферма ...! 6  $\lambda$  (лямбда) - довжина хвилі видимого світла  $\lambda = 400-800 \text{ нм}$ . 7 Як ми бачимо тіла, що не випромінюють світло.

**K-55** Сферичне дзеркало дає зображення предмета:

- Дійсне (якщо перетинаються відбиті промені) або уявне (якщо перетинаються продовження променів за дзеркалом). Дійсне зображення можна багати на екрані.
- Збільшене, зменшене або рівне. 3. Пряме або обернене.

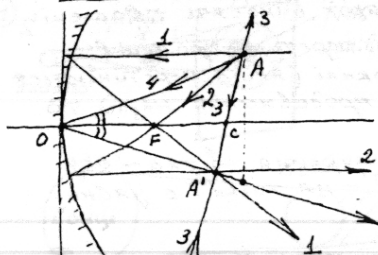
Сферичне дзеркало  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Увага! } F > 0 \text{ (дійсний фокус - точка в якій перетинаються} \\ \text{промені, що падають на дзеркало паралельним пучком).} \\ \text{опукле } F < 0 \text{ (уявний фокус - перетинаються продовження} \\ \text{променів).} \end{array} \right.$



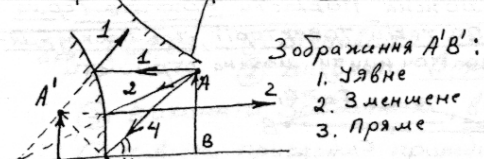
$F = \frac{R}{2}$  - F - головний фокус - точка через яку проходять промені, що падають на дзеркало || головній оптичній вісі, після відбиття від дзеркала. (F - є точним тільки для параксіальних променів - променів, що падають близько до головної оптичної вісі).



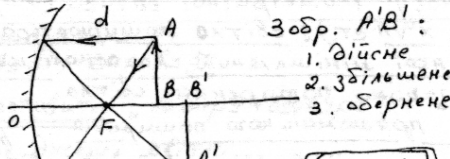
Хід деяких променів і побудова зображень.



- $A'$  - зображення т. А.
- 11 - падає || ос, після відбиття проходить через F.
  - 22 - падає через F, після відбиття йде || ос.
  - 33 - падає через C ( $\perp$  дзеркалу), після відбиття йде через C.
  - 44 - падає в т.О, відбитий промінь будують за законом відбиття  $\alpha = \gamma$ .



- Зображення  $A'B'$ :
1. Уявне
  2. Збільшене
  3. Пряме



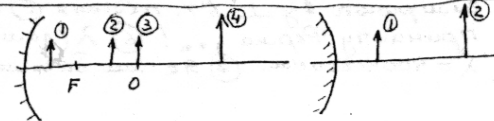
- Зобр.  $A'B'$ :
1. Дійсне
  2. Збільшене
  3. Обернене.

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$  - формула дзеркала

$\Gamma = \frac{f}{d}$  - збільшення

F - фокусна відстань [см] d - відстань від предмета до дзеркала, f - відстань від дзеркала до зображення  $f > 0$  (зобр дійсне)  $f < 0$  (зобр. уявне).

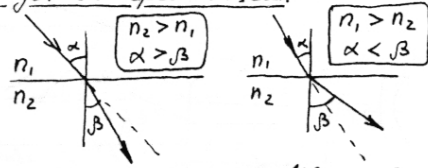
Ландсберг т.3. 1) Довести  $F = \frac{R}{2}$ .  
2) Побудувати зображення стрілок на окремих малюнках.



**K-56** 3-н заломлення світла -  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$

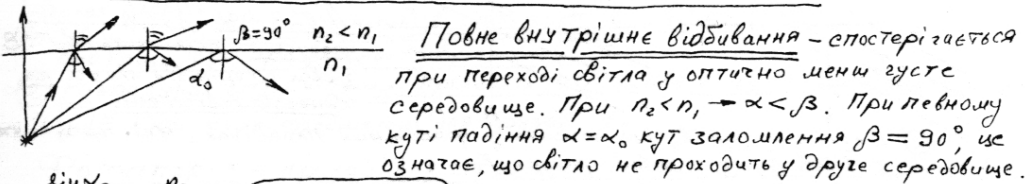
$n = \frac{n_2}{n_1}$  - відносний показник заломлення  
 $n_1 = \frac{c}{v_1}, n_2 = \frac{c}{v_2}$  - абсолютні показники заломлення (показник заломлення відносно вакууму) (з таблиць)

Середовище з більшим показником заломлення називають більш оптично густим середовищем.



При переході світла в більш оптично густе середовище промінь „ломиться“ до перпендикуляра.

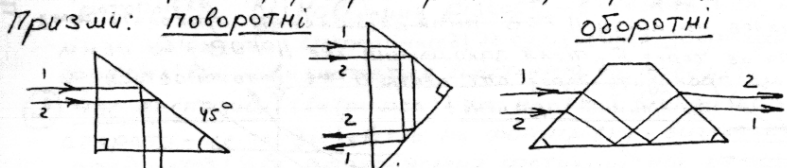
$n$  не залежить від  $\alpha$  і  $\beta$  залежить від  $T, \rho$ , механічної напруги,  $\lambda$  (колір світла).



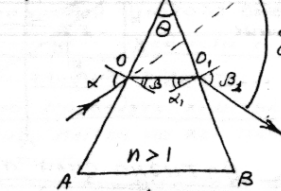
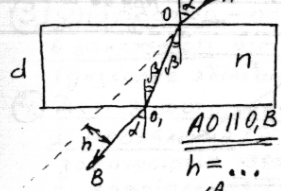
Повне внутрішнє відбивання - спостерігається при переході світла у оптично менш густе середовище. При  $n_2 < n_1, \alpha < \beta$ . При певному куті падіння  $\alpha = \alpha_0$  кут заломлення  $\beta = 90^\circ$ , це означає, що світло не проходить у друге середовище.

$\frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \alpha_0 = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$  -  $\alpha_0$  - граничний кут повного внутрішнього відбивання. При  $\alpha \geq \alpha_0$  світло у II середовище не проходить (тільки відбивається, без втрат).

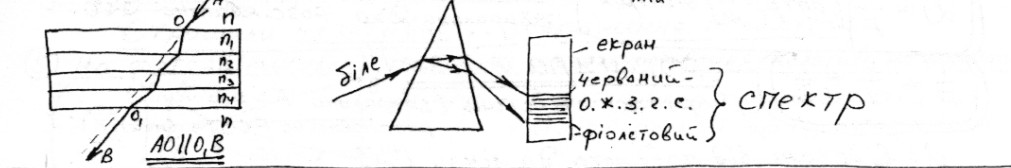
вода ( $n=1,33$ ) - повітря ( $n \approx 1$ )  $\alpha_0 = 48^\circ$  скло ( $n=1,5$ ) - повітря  $\alpha_0 = 42^\circ$   
 Повне відбивання: в техніці: поворотні і оборотні призми, гнучкі волоконні світловоди; в природі: яскравий блиск краплин роси, сніжинки, льодяних бурлинок, прозорих кристалів; міражі.



Призми: поворотні, оборотні  
 плоскостепенна пластинка, тригранна призма (скло, кварц).

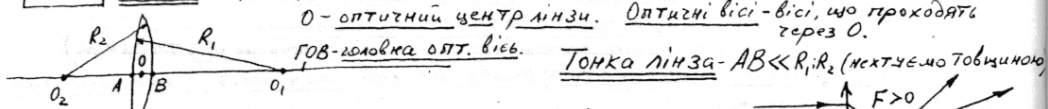


$\theta$  - заломлюючий кут призми  
 AC і CB - заломлюючі грані призми  
 АВ - основа призми  
 $\beta$  - кут відхилення променів  
 $\delta_{ти}$  - при 00, || АВ.  
 $\delta_{ти} = \dots$

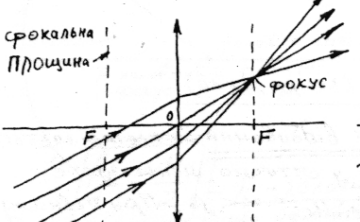
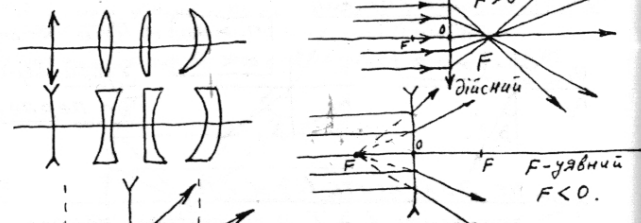


- 8 клас § 67  
 Ландсберг
- 1) Відповісти на запитання 5
  - 2) Виконати вправа 36
  - 3) Міраж... його пояснення...
  - 4)  $h = \dots, \delta_{ти} = \dots$
  - 5) Дисперсія світла...

**К-57** Лінза - прозоре тіло, обмежене двома сферичними поверхнями.



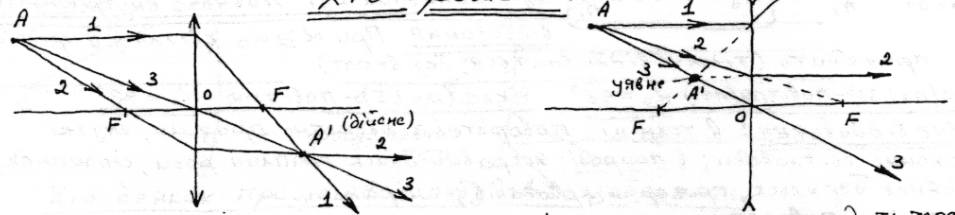
Збиральні ( $D > 0, F > 0$  - дійсний)  
Лінзи  
Розсіювальні ( $D < 0, F < 0$  - уявний)



Лінза має: 1) Два головні фокуси  $F$ , що лежать на ГОВ, з двох сторін від лінзи на однаковій відстані.

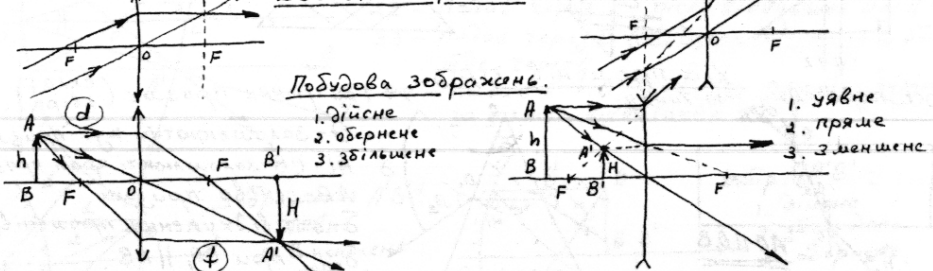
2) Безліг фокусів, що лежать у фокальних площинах, які проходять  $\perp$  ГОВ через головні фокуси  $F$ .

Хід променів:



- 11 - промінь падає на лінзу  $\parallel$  ГОВ, після заломлення проходить через  $F$
- 22 - промінь падає через  $F$ , після заломлення іде  $\parallel$  ГОВ.
- ! 33 - промінь, що проходить через оптич. центр  $O$  не заломлюється.

Довільний промінь!



$D = \frac{1}{F}$  [оптр =  $\frac{1}{m}$ ] діоптрія

Оптична сила лінзи  
збиральна  $D > 0$  розсіювальна  $D < 0$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$  - формула лінзи!!!  
 $F$  - фокусна відстань (збиральна  $F > 0$  (дійсний), розсіювальна  $F < 0$  (уявний)).

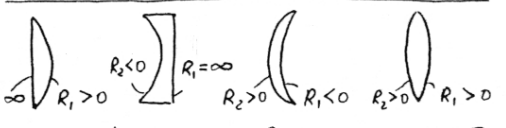
$d$  - відстань від предмета до лінзи [м]  
 $f$  - відстань від лінзи до зображення ( $f > 0$  дійсне зобр.;  $f < 0$  зобр. уявне).

$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$  - збільшення лінзи

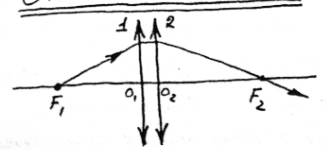
Як 6626970 1 Відповіді на запитання 88 2 Виконати Вправа 37 Вправа 38 !!!

**К-58**  $D = \frac{1}{F} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$  - оптична сила лінзи, тобто її фокусна відстань визначається:

- 1) Кривизною її поверхонь ( $R_1, R_2$ )
  - 2) Відносним показником заломлення матеріалу лінзи -  $n = \frac{n_{лінзи}}{n_{середов.}}$
- $R > 0$  - якщо поверхня опукла  
 $R < 0$  - якщо поверхня угнута



Оптична система - сукупність дзеркал, лінз, призми... для отримання зображень

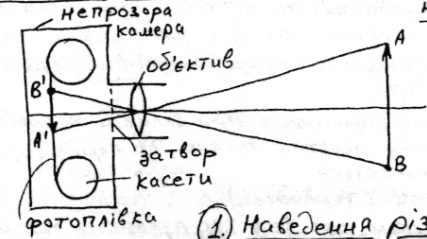


$D_{сист.} = D_1 + D_2 + \dots$   
 $\frac{1}{F_{сист.}} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} + \dots$

Табку  
для системи лінз, дзеркал розташованих впритул.

- 1) Для побудови зображень в оптич. системі будують хід променів через систему, без проміжних зображень.
- 2) Розрахунок оптич. системи проводять через проміжні зображення (зображ. у 1-ї лінзи, стає предметом для другої і т.д.).

Фотоапарат - прилад для отримання дійсних зображень предметів на світлочутливій плівці або пластинці.

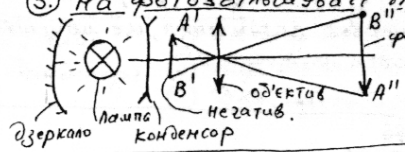


Найчастіше предмет знаходиться на  $d \gg F$  ( $F_{об} = 3-6$  см), тому зображення виникає практично за фокусом  $f \approx F$ .

- 1) Наведення різкості - відбувається переміщенням лінзи об'єктива вперед-назад, до суміщення зображення з площинною фотоплівкою - визначається відстанню до предмета.
- 2) Час експозиції (втримка) - час на який відкривається затвор фотоапарата - це час дії світла на фотоплівку - визначається яскравістю предмета (для проходження фотохімічної реакції у фотоплівці необхідна строго визначена для кожної плівки кількість світлової енергії)
- 3) Діафрагма - обмежувач діаметра отвору об'єктива - встановлюється в залежності від яскравості предмета і його просторових розмірів. (дозволяє збільшити глибину різкості...)
- 4) Далі з фотоплівкою проводять хімічні реакції:
  - 1. Проявлення (ділянки плівки на які попало світло торніють, інші залишаються прозорими)
  - 2. Закріплення (щоб плівка перестала реагувати на світло).

Отримали негативне... зображення предмета!!

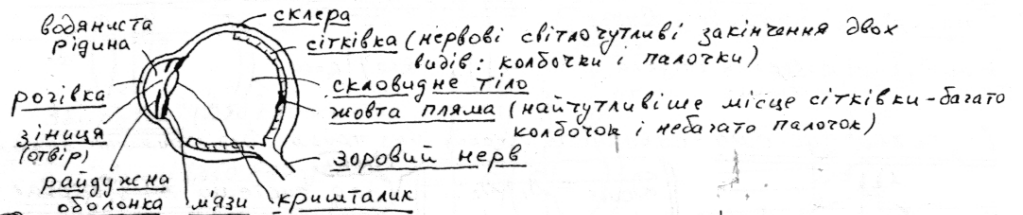
- 5) На фотозбільшувачі проводять фотографування негатива на фотоапараті. З фотоапаратом проводять ті самі хімічні реакції що і з фотоплівкою.



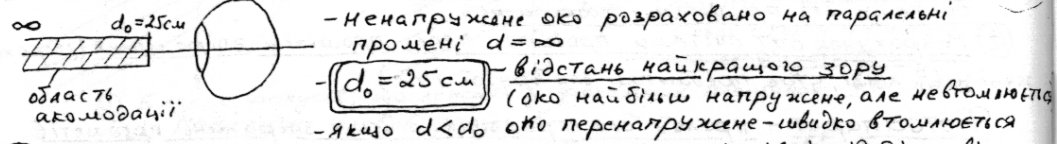
Отримали фотографію!

Як 672 1 Відповіді на запитання 8 2 Виконати Вправа 39 Завдання 16 Вправа 40 Ландсберг 3 Глибина різкості... Негативне зображення...

**K-59** Око - дає дійсне, зменшене, обернене зображення предметів на сітківці, має кулясту форму  $D \approx 2,5$  см.



**I** Розівка ока разом із кришталіком утворюють лінзу ока, напруженням м'язів міняють кривизну кришталіка, що змінює фокусну відстань ока.  
Акомодація - наведення ока на різкість, пов'язане з дією м'язів кришталіка (напруження ока). Зображення предмета попадає на сітківку

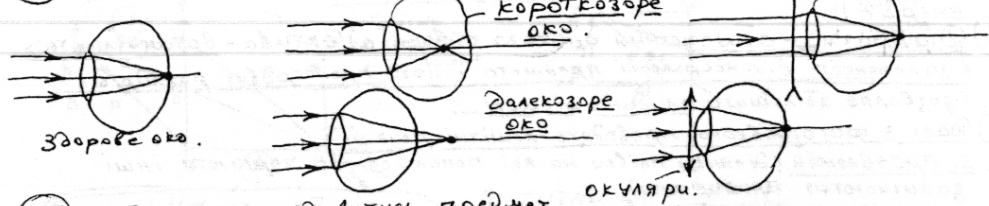


**II** У нервових закінченнях (палочки, колбочки) на сітківці під дією світла проходять фотохімічні реакції результатом яких є електричні імпульси, що поступають у мозок. Мозок опрацює інформацію про окремі точки зображення у картини предмета.  
Колбочки - реагують на колір світла (працюють при великій яскравості), нервові закінчення найгустіше розташовані у жовтій плямі, до периферії ока їх густина різко зменшується  
Палочки - реагують на яскравість (торноділі).

**III** Якщо зображення велике за розміром, око весь час рухається так, щоб всі елементи зображення по черзі попадали на жовту пляму (де око бачить з найбільшим розділенням - найбільша густина колбочок і палочок).

**IV** Адаптація ока - зміна розмірів зіниці ока в залежності від яскравості предмета (як діафрагма).

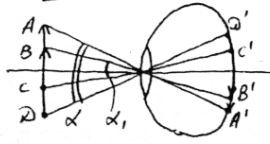
**V** Хвороби ока (на рисунках око ненапружене).



**VI** Щоб краще роздивитись предмет ми наближаємо його до ока (збільшуємо кут зору  $\alpha, > \alpha_0$ ) - збільшуються розміри зображення. Око розділяє дві точки, якщо їх зображення попадають на різні нервові закінчення, це можливо якщо кут зору на точки  $\alpha \geq \alpha_0 = 1'$

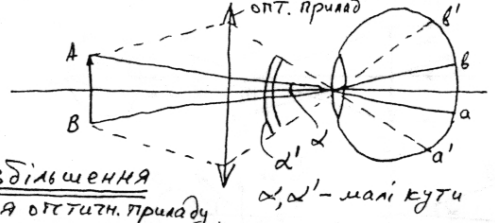
$\alpha_0 = 1'$  - Роздільна здатність ока.

**K-60** Оптичні прилади - збільшують кут зору на предмет.



Розміри зображення на сітківці ока визначаються кутом зору на предмет. При  $\alpha < 1'$  предмет (маленький або дуже далекий) бачимо, як тогочу. (все зображення міститься на одній колбочці або палочці).

AB - предмет, ab - зображення в неозброєному оці.  
 $\alpha$  - кут зору неозброєного ока  
 $\alpha'$  - кут зору через оптичн. прилад

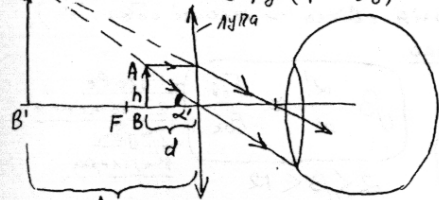


$$\frac{a'b'}{ab} = \frac{tg \alpha'}{tg \alpha} = \frac{\alpha'}{\alpha} = \beta$$

Кутове збільшення збільшення оптичн. приладу.

**I** Лупа - короткофокусна збиральна лінза. ( $F_A < 25$  см).

Застосування: людина інстинктивно ставить предмет ( $d < F$ ) так, щоб уявне збільшене зображення предмета було на відстані найкращого зору ( $f = -d_0$ )

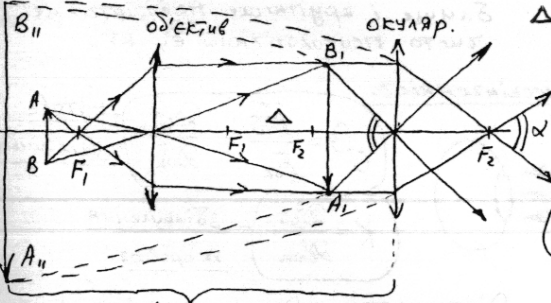


$\alpha = \frac{h}{d_0}$  - неозброєне око.  
 $\alpha' = \frac{h}{d} \approx \frac{h}{F_A}$  - з лупою.

$$\beta = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{d_0}{F_A}$$

Кутове збільшення лупи ( $2 < \beta < 30$ )

**II** Мікроскоп: об'єктив -  $F_1$  (дає збільшене зображ. предмета), окуляр -  $F_2$  (лупа),  $\Delta$  - відстань між фокусами  $F_1, F_2$  (розміри труби мікроскопа).



$\Delta \gg F_1, F_2$   
 $\beta_1 = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{f_1}{d_1} \approx \frac{\Delta}{F_1}$  - збільшення об'єктива.  
 $\beta_2 = \frac{A''B''}{A_1B_1} = \frac{f_2}{d_2} = \frac{d_0}{F_2}$  - збільшення окуляра.

$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 = \frac{\Delta \cdot d_0}{F_1 \cdot F_2}$$

Збільшення мікроскопа ( $20 < \beta < 1500$ )

$f_2 = -d_0 = -25$  см.  
Об'єктив - дає сильно збільшене зображення предмета AB  
Окуляр (лупа) - дає збільшене уявне зображення A''B'' предмета A'B', яке розглядає око (через окуляр, як через лупу розглядають предмет A'B').

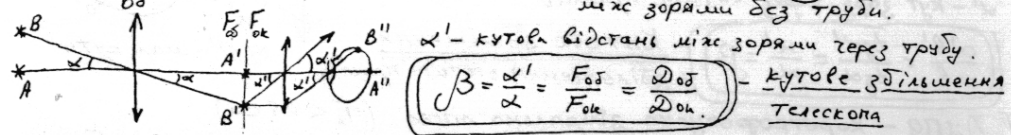
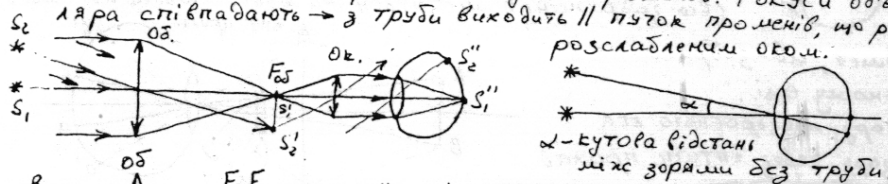
- I I** клас.  
 Ландсберг
- 1 виконати Вправа 42
  - 2 Порівняти будову і роботу фотоапарата і ока.
  - 3 Для малих кутів  $tg \alpha \approx \sin \alpha = \alpha$   $\cos \alpha \approx 1$

8 кл §73,74  
 1 Відповісти на запитання §8  
 2 Виконати Вправа 40, Вправа 41  
 3 Стереоскопічність зору... (1<sup>е</sup> око - до 10 м., 2<sup>а</sup> око - до 500 м.)

к-61 Зорова труба - оптична система, що служить для спостереження віддалених об'єктів.

I Зорова труба Кеплера: об'єктив (довгорукова лінза) і лупа-окуляр ( $F_{об} > 0, F_{ок} > 0$ )

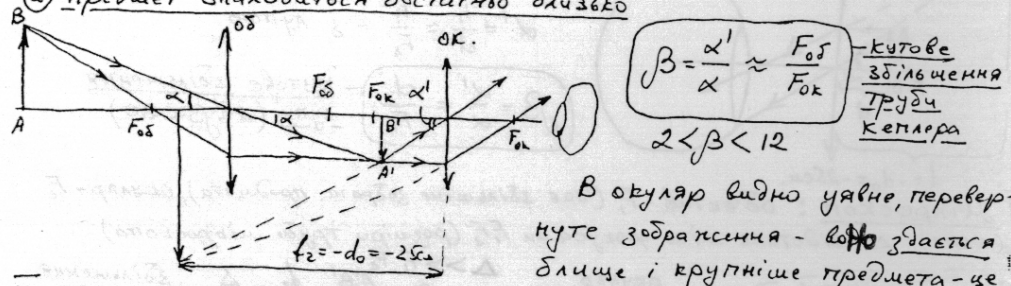
1) Телескоп - труба наведена на нескінченність. Від кожної точки (зірки) на об'єктив падає паралельний пучок променів. Фокуси об'єктива і окуляра співпадають → з труби виходить // пучок променів, що розглядається розслабленим оком.



Телескоп збільшує: 1) кут зору ( $\beta > 1000$ ) 2) яскравість зображення

$k = \frac{D_{об}^2}{D_{ок}^2}$  (діаметр окуляра = діаметру зіниці ⇒ все світло, що попадає в об'єктив, попадає в око, енергія світла ~ площі об'єктива).

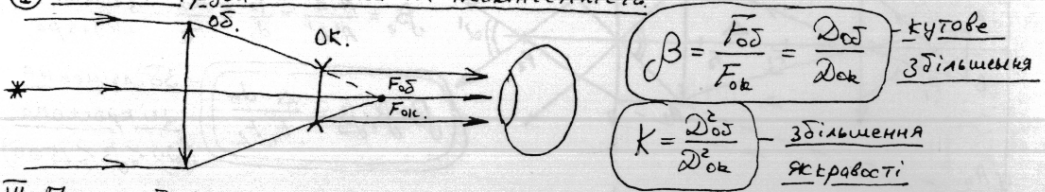
2) Предмет знаходиться достатньо близько



В окуляр видно уявне, перевернуте зображення - воно здається ближче і крупніше предмета - це чисто психологічний ефект.

II Труба Галілея ( $F_{об} > 0, F_{ок} < 0$ )

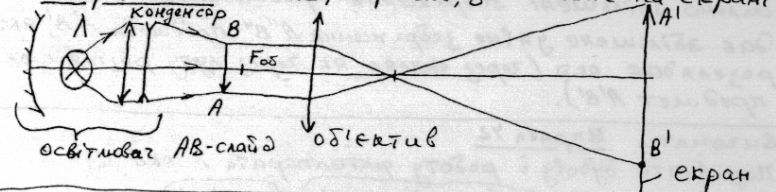
1) Телескоп - труба наведена на нескінченність.



$K = \frac{D_{об}^2}{D_{ок}^2}$  збільшення яскравості

III Проекційні апарати (кіноапарат, діaproектор, кодоскоп, епіскоп...)

Зображення дійсне, обернене, збільшене на екрані



Ландсберг 1) Виконати Вправи 43, Вправи 44, Вправи 45  
II клас 2) Бінокль... схема...