

УДК 373:53

Корсун І. В.
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

ВИВЧЕННЯ ТЕМ “ЗОРОВИЙ АПАРАТ ЛЮДИНИ” І “ОПТИЧНІ ПРИЛАДИ” У КУРСІ ФІЗИКИ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ

У статті запропоновано методика викладання у курсі фізики основної школи питань про зоровий апарат людини і оптичні прилади, які збільшують кут зору.

Ключові слова: око як оптична система, акомодация, адаптация, бінокулярний зір, кут зору, лупа, мікроскоп, телескопи.

Тема уроку: Зоровий апарат людини (7 кл.)

Мета уроку: висвітлити будову ока людини як оптичної системи; сформувати поняття “акомодация ока”, “короткозорість”, “далекозорість”, “адаптация ока”, “апарат нічного зору”, “апарат денного зору”, “бінокулярний зір”, “стереоскопічний ефект”; вивчити будову і принцип роботи окулярів, стереоскопа.

Око як оптична система. Око людини має кулясту форму (рис. 1). У передній частині ока розміщена рогова оболонка (рогівка). За рогівкою розміщена райдужна оболонка, яка у різних людей має різний колір. У райдужній оболонці розміщена зіниця. Зіниця залежно від освітлення може змінювати свій діаметр в середньому від 2 до 8 мм. Це досягається завдяки тому, що райдужна оболонка може розсовуватися.

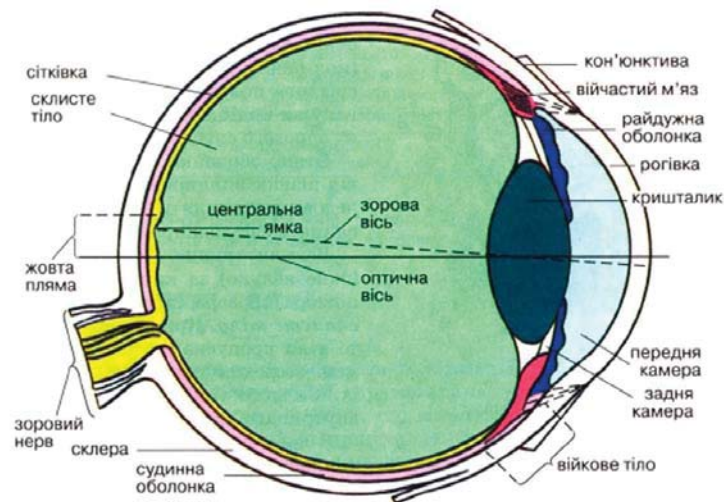


Рис. 1. Будова ока людини

За зіницею розміщений **кришталик** – прозоре тіло, яке має властивості збиральної лінзи. Кришталик завдяки очним м'язам може змінювати свою кривизну (оптичну силу). За кришталиком розміщене скловидне тіло. Дно ока вкрите **сітківкою**, яка складається з розгалужень зорового нерва.

Світлові промені потрапляють в око, заломлюються в його оптичній системі (передній частині, кришталику, скловидному тілі) і подразнюють нервові закінчення сітківки. Ці сигнали передаються у головний мозок, який коригує процес бачення.

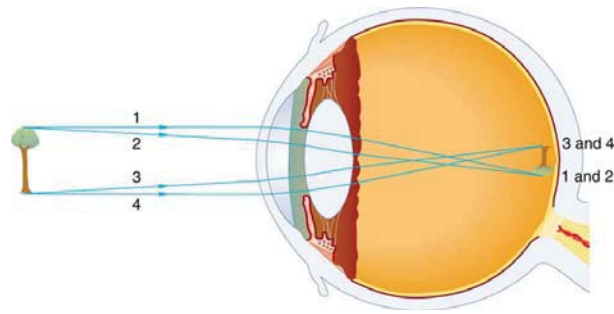


Рис. 2. Утворення зображення на сітківці

Для виразного бачення предметів необхідно, щоб їх зображення завжди потрапляло на сітківку. Це досягається завдяки акомодациї ока.

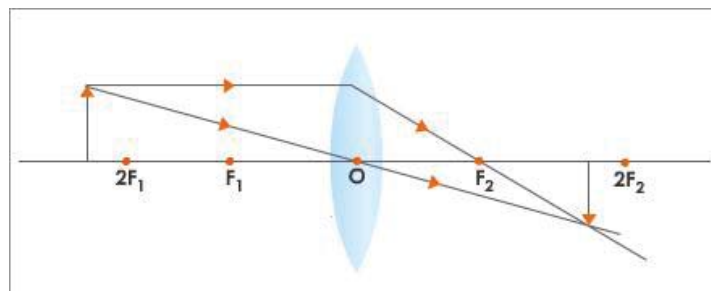


Рис. 3. Зображення, яке утворюється на сітківці, завжди дійсне, обернене, зменшене

Акомодация – пристосування ока до чіткого бачення предметів, що розміщені на різній відстані від нього. Акомодация ока людини відбувається шляхом зміни кривизни кришталика ока (рис. 4).

Відстань найкращого зору для нормального ока (коли м'язи кришталика розслаблені) становить 0,25 м (рис. 5, а, рис. 6, а). До порушень акомодациї належить **короткозорість** і **далекозорість**.

Короткозорим називають таке око, в якому фокус кришталика при розслаблених очних м'язах лежить перед сітківкою (рис. 5, б).

Далекозорим називають таке око, в якому фокус кришталика при розслаблених очних м'язах лежить за сітківкою (рис. 6, б).

Для усунення цих недоліків зору використовують **окуляри**. В окулярах для короткозорих людей використовують розсіювальні лінзи (рис. 5, в), а для далекозорих – збиральні лінзи (рис. 6, в).

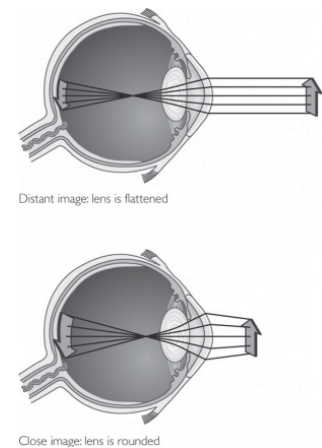


Рис. 4. Фокусування ока на далеких і близьких предметах

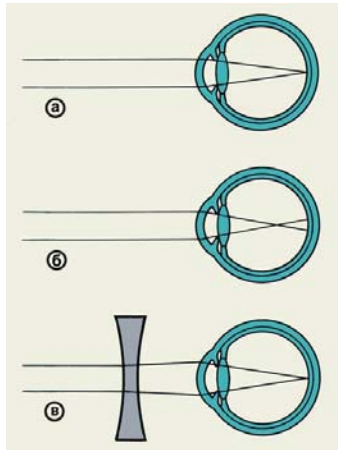


Рис. 5. Нормальне і короткозоре око

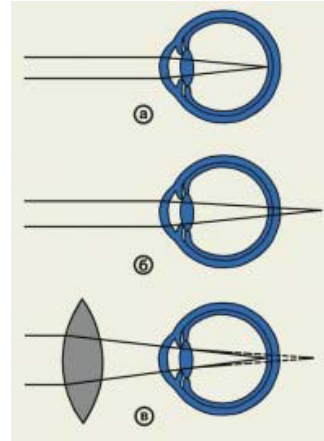


Рис. 6. Нормальне і далекозоре око

У яскравий сонячний літній полудень нам гарно видно певний ландшафт. Але і увечері, у момент заходу сонця, чи вранці, у момент сходу сонця, деталі ландшафту видно не менш чітко, хоча освітленість у цей час приблизно у 100 разів є меншою, ніж у полудень. Це можливо тому, що наші очі володіють такою властивістю як адаптація. Лише через 10-20 хвилин після заходу сонця починає смеркати, тобто ми відчуваємо помітне зменшення освітленості.

Адаптація – здатність ока людини пристосовуватися до різних умов освітленості. Якщо не було б адаптації ока, то можна було б бачити лише у певних межах освітленості.

Адаптація ока досягається шляхом зміни діаметра зіниці. При яскравому освітленні зіниця звужується (діаметр 1-2 мм) і в око потрапляє менше світла (тому ми примружуємо очі, коли дивимося на яскраве джерело світла). У темноті зіниця розширюється (діаметр 8-10 мм) і в око потрапляє більше світла.

Інший механізм адаптації полягає у будові фоторецепторів сітківки. Фоторецептори бувають двох видів: **колбочки** і **палички**.

Колбочки володіють невисокою чутливістю до світла, а тому працюють лише при яскравому освітленні і являють собою **апарат денного зору**. Палички чутливі до світла, а тому працюють при неяскравому освітленні і являють собою **апарат нічного зору**. Палички дають змогу розрізняти темне та світле. Саме тому увечері за слабого освітлення людина сприймає навколишні предмети у світло-сірих тонах. Недарма говорять, що “увечері всі коти сірі”.

Коли освітлення слабке, то працюють одні палички. Із збільшенням яскравості світла роль паличок зменшується і починають працювати колбочки. Для переходу від одного апарату зору до іншого необхідний певний час.

Астрономи, які вивчають слабкі зорі, перед початком досліджень перебувають певний час у слабо освітленому приміщенні (**темнова адаптація**). Тривалість темнотної адаптації 1-2 години.

Якщо зайти з темноти у яскраво освітлене приміщення, то необхідний певний час, щоб перестати мружитися (**світлова адаптація**). Тривалість світлової адаптації 5-10 хвилин.

Сприйняття кольорів. Відомо, що національний прапор Франції складається із трьох поздовжніх смуг синього, білого та червоного кольорів. Як пояснити той факт, що ширина смуг знаходиться у співвідношенні 30:33:37?

Як відомо, фоторецептори сітки бувають двох видів: палички і колбочки. Для роботи колбочок необхідне яскраве освітлення і вони найчутливіші до трьох кольорів – зеленого,

червоного, синього. Палички і колбочки передають отримані світлові сигнали у головний мозок, який інтерпретує їх як колір.

Властивість людського ока сприймати кольори така, що при смугах рівної довжини синя та біла смуги здаються ширшими, ніж червона. Саме при такому співвідношенні ширини смуг (30:33:37) усі три смуги (синю, білу, червону) на прапорі людина бачитиме як однакові за розмірами.

Чому листя зелене? У листках рослин міститься хлорофіл. Завдяки цьому пігменту можливий фотосинтез – процес, під час якого у рослинах відбувається перетворення світлової енергії у енергію хімічних зв'язків, за рахунок якої рослини ростуть і розвиваються, і виділяються кисень. Хлорофіл поглинає переважно червоні й сині кольори сонячного спектру.

Відбите світло сприймається людиною як забарвлення даного тіла. Як відомо, колбочки найчутливіші до трьох кольорів (зеленого, червоного, синього), а тому відбите від листків сонячне світло має зелене забарвлення.

Бінокулярний зір. У людини є двоє очей. Кожне око сприймає і передає у головний мозок інформацію незалежно один від одного. У зоровому сприйнятті ця інформація накладається одна на одну. Завдяки **бінокулярному зору** людина сприймає розміщення об'єктів у просторі. А тому двоє очей повинні рухатися у строгій координації один з одним. Найменше відхилення призводить до такого неприємного явища як “двоїння в очах”.

Якщо зміщення інформації, яка сприймається очима є незначним, то роздвоєння зображення ми не помічаємо, але сприймаємо глибину зображення. Дане відчуття людського зору називають **стереоскопічним ефектом**.

Стереоскоп – оптичний бінокулярний прилад для перегляду “об’ємних” фотографій (рис. 7).

Принцип роботи приладу ґрунтується на тому, що, якщо сфотографувати якусь сцену з двох точок, розташованих на деякій відстані одна від одної (приблизно відстань між очима людини), а потім розташувати пару знімків (стереопару), які отримали таким чином, щоб одне око бачило тільки один знімок, а інше око – другий, то людина побачить “об’ємне” зображення.

Стереоскопічний ефект використовують для конструювання різноманітних приладів (стереотруба, стереотелевізори, стереокамери, 3D-принтери).



Рис. 7. Стереоскоп

Технологія тривимірного (3D) кіно – найсучасніший спосіб відтворення візуального та звукового сигналу у світі. Дана технологія відтворюється за допомогою спеціальних 3D-окулярів і проекторів.

У 3D-окуляри замість лінз вставлені спеціальні світлофільтри: червоний для лівого ока і блакитний або синій – для правого. Стереоокуляри розбивають стереопару на два зображення, кожне з яких лише для одного ока. Завдяки бінокулярному людському зору виникає ілюзія об’ємності зображення.

Оптичні ілюзії. Оптичні ілюзії – помилки у зоровому сприйнятті об’єктів.

Ілюзії сприйняття розміру. Ілюзії часто призводять до абсолютно неправильних кількісних оцінок реальних геометричних величин. За деяких обставин можна помилитися на 25% і більше щодо розмірів предмета, якщо окомірні оцінки не перевірити лінійкою. Окомірні оцінки геометричних реальних величин в значній залежать від характеру фону зображення. Це стосується довжин, площ, радіусів кривизни, кутів, форм тощо.

Ілюзія Мюллера-Лайєра (рис. 8): верхній горизонтальний відрізок здається довшим за нижній, хоча вони абсолютно однакові. Пояснення: переноситься властивість цілої фігури на її окрему частину.

Ілюзія Еббінгауза-Тітченера (рис. 9): два помаранчеві кола мають абсолютно однакові розміри, проте, ліве коло видається меншим. Пояснення: розмір описаних кіл править за орієнтир щодо того, наскільки близько вони можуть перебувати від центрального кола.

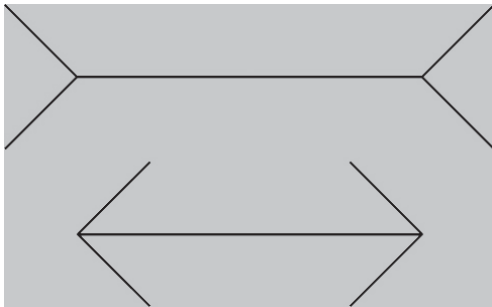


Рис. 8. Ілюзія Мюллера-Лайєра

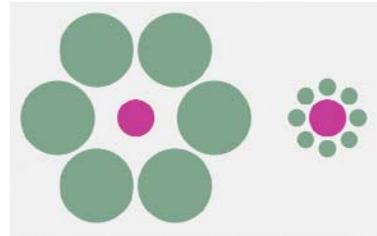


Рис. 9. Ілюзія Еббінгауза-Тітченера

Тема уроку: Оптичні прилади (7 кл.)

Мета уроку: сформувані поняття “кут зору”; розглянути будову і принцип роботи лупи, мікроскопа, зорової труби Галілея, зорової труби Кеплера, телескопа-рефлектора, телескопа-рефрактора.

Кут зору. Відомо, що точку тонкої лінзи, через яку проходять всі світлові промені без заломлення, називають оптичним центром лінзи (рис. 11).

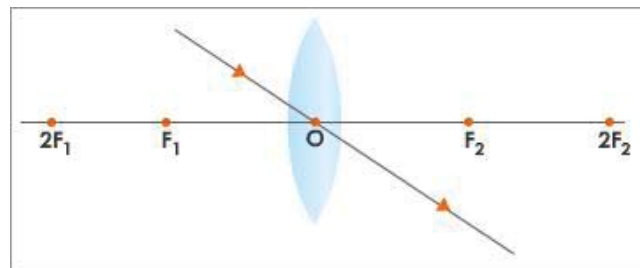


Рис. 11. Точка O – оптичний центр лінзи

Хоча око людини і не являє собою тонку лінзу, у ньому є точка, через яку світлові промені проходять практично без заломлення, тобто оптичний центр ока.

Оптичний центр ока O знаходиться всередині кришталіка (рис. 12, а). Відстань h від оптичного центра до сітківки ока називають глибиною ока, яка складає для нормального ока 15 мм.

Кут φ , під яким видно предмет із оптичного центру ока O, називають кутом зору.

Мінімальний кут зору, під яким видно дві точки роздільно, складає приблизно $1'$ (хвилину). Це кут, під яким видно відрізок довжиною 1 см на відстані 34 м від ока.

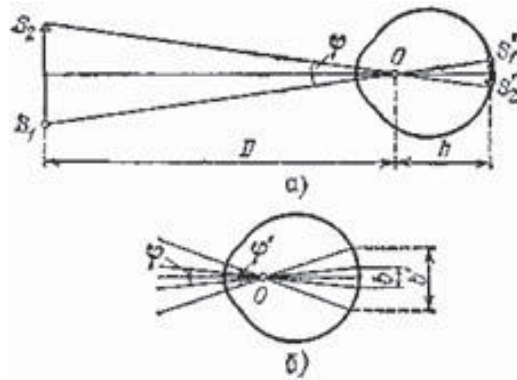


Рис. 12. φ – кут зору
(S_1S_2 – предмет, $S'_1S'_2$ – зображення
предмета на сітківці)

Сітківка ока людини містить безліч фоторецепторів. Тому дві точки об'єкта, які розміщені настільки близько один від одного, що їх зображення на сітківці потрапляють на один і той фоторецептор, сприймаються оком як одна точка. Наближаючи предмет до ока (рис. 12, б), ми збільшуємо кут зору ($\varphi' > \varphi$). При збільшенні кута зору збільшуються розміри зображення предмета на сітківці ($b' > b$) і ми отримаємо можливість детально роздивитися дрібні деталі.

Однак досить близько наблизити предмет ми не зможемо, оскільки здатність ока до акомодатії обмежена. Для нормального ока відстань найкращого зору становить 25 см. Для короткозорого ока ця відстань є меншою. А тому короткозорі люди розміщують предмети ближче до ока для того, щоб бачити предмет під більшим кутом зору.

Значне збільшення кута зору досягається за допомогою різних оптичних приладів. За своїм призначенням оптичні прилади поділяють на дві групи:

- 1) прилади для розгляду дрібних об'єктів (лупа, мікроскоп);
- 2) прилади для розгляду віддалених об'єктів (зорові труби, біноклі, телескопи).

Лупа – короткофокусна збиральна лінза (фокусна відстань 10-100 мм), яку використовують для розгляду дрібних предметів (рис. 13).

Як правило, лупу розміщують поближче до ока, а предмет між лінзою і її головним фокусом, поблизу останнього (рис. 14).



Рис. 13. Лупа

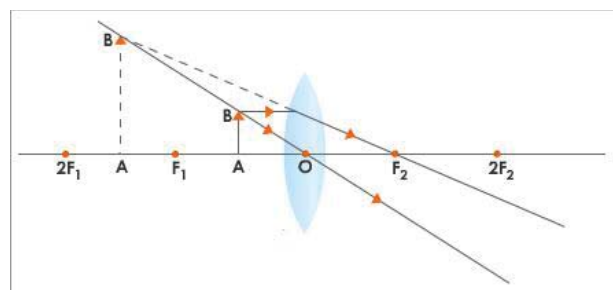


Рис. 14. Хід світлових променів у лупі
(зображення уявне, пряме, збільшене)

Збільшення лупи обчислюють за формулою: $k = \frac{d_0}{F}$ (1), де d_0 – відстань найкращого зору ($d_0=25$ см), F – фокусна відстань лінзи.

Приклад: обчислимо збільшення лупи при фокусній відстані 0,25 мм.

$$\text{Згідно формули (1): } k = \frac{25 \times 10^{-2} \text{ м}}{0,25 \times 10^{-3} \text{ м}} = 1000.$$

З формули (1) випливає, що за допомогою лупи можна отримати досить велике збільшення. Для цього здавалося б необхідно лише зменшити фокусну відстань лупи. А використовувати лінзи із малою фокусною відстанню, а отже і з малим діаметром, складно. Тому лупи із збільшенням понад 40 разів практично не використовують.

Для отримання більших збільшень використовують **оптичний мікроскоп** (рис. 15).

Оптична система мікроскопа складається з двох основних частин: об'єктива і окуляра. Оптична система мікроскопа побудована таким чином, що через окуляр розглядається не сам предмет, а його дійсне, збільшене зображення, яке отримане за допомогою об'єктива.

Невеликий предмет B розміщують перед об'єктивом (короткофокусною збиральною лінзою) на відстані d ($F < d < 2F$), поблизу головного фокуса об'єктива F_1 (рис. 16). За допомогою об'єктива отримують дійсне, обернене, збільшене зображення B' . Дане зображення слугує предметом для окуляра. Зображення B' розміщене між окуляром і його головним фокусом F_2 , поблизу до останнього. Через окуляр зображення B' розглядається як через лупу. Утворене зображення B'' є уявним, оберненим відносно предмета B і збільшеним.



Рис. 15. Оптичний мікроскоп

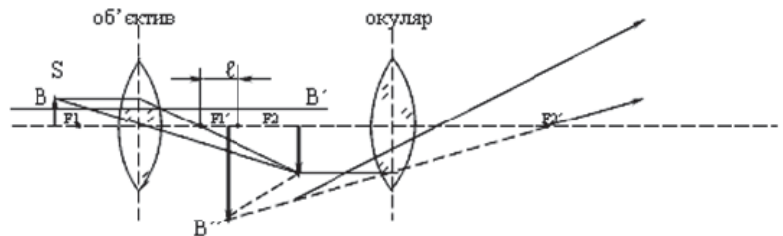


Рис. 16. Хід світлових променів у мікроскопі (зображення уявне, обернене, збільшене)

Збільшення мікроскопа обчислюють за формулою: $k = k_{об} \times k_{ок}$ (2), де $k_{об}$ – збільшення об'єктива, $k_{ок}$ – збільшення окуляра.

Оптичний мікроскоп дає збільшення до 3000 разів.

У **біноккулярному мікроскопі** (рис. 17) використовують стереоскопічний ефект, що дає змогу сприймати зображення об'ємно.

Зорова труба – оптичний прилад, який призначений для розгляду віддалених предметів (рис. 18).



Рис. 17. Біноклярний мікроскоп



Рис. 18. Зорова труба

Складається зорова труба із об'єктива і окуляра. Об'єктив і окуляр є складними оптичними системами, але для спрощення вважатимемо їх тонкими лінзами.

Об'єктив зорової труби повинен бути збиральною системою, а окуляр може бути як збиральною, так і розсіювальною системою.

Зорову трубу із розсіювальним окуляром називають **трубою Галілея** (рис. 19), а зорову трубу із збиральним окуляром – **трубою Кеплера** (рис. 20).

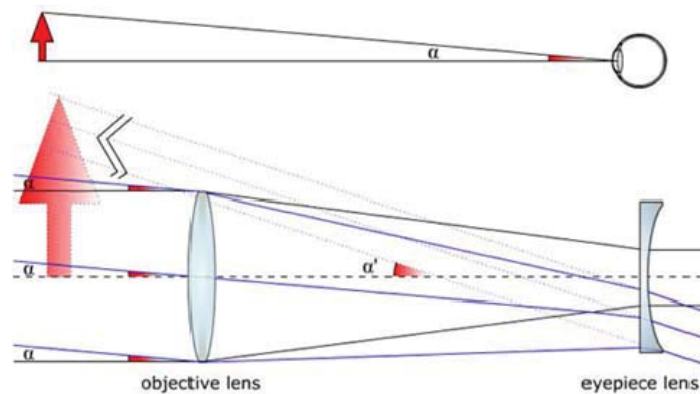


Рис. 19. Хід світлових променів у зоровій трубі Галілея

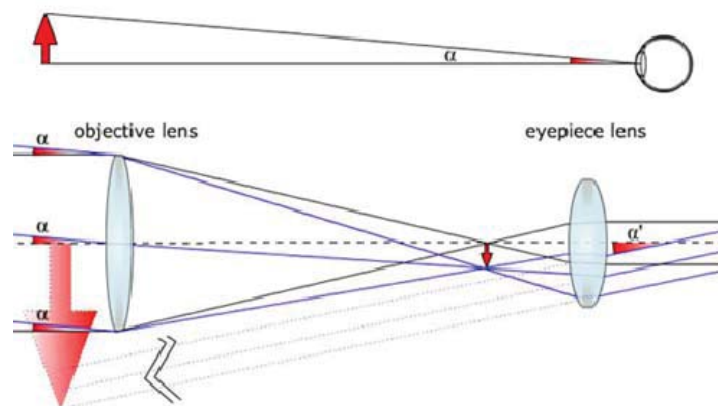


Рис. 20. Хід світлових променів у зоровій трубі Кеплера

Зорова труба збільшує розміри зображення віддаленого предмета на сітківці ока, діючи таким чином, ніби предмет “наблизився” до ока. Таким чином, зорова труба збільшує кут зору (кут α' є більшим, ніж кут α).

Труба Галілея, яку використовують у театральному біноклі (рис. 21) утворює пряме зображення.

Труба Кеплера дає обернене зображення, а тому, якщо трубу Кеплера використовують у наземних спостереженнях, то необхідно використовувати ще оборотні призми. Прикладом такого застосування є польовий бінокль (рис. 22).

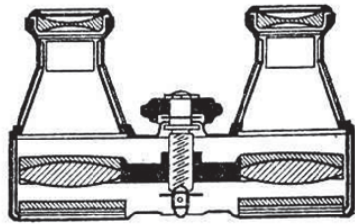


Рис. 21. Театральний бінокль лише збільшує кут зору

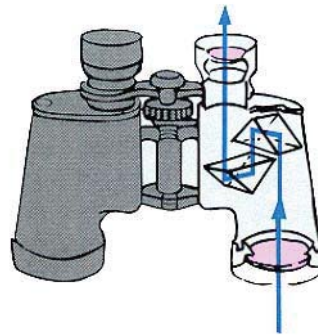


Рис. 22. Польовий бінокль підвищує стереоскопічний ефект

Телескопи. Вперше зорову трубу в астрономічних дослідженнях використав Галілео Галілей у 1610 році. Телескоп Галілея мав збільшення у 32 рази.

Перевагою труби Кеплера перед трубою Галілея є те, що у ній є дійсне проміжне зображення, у площині якого можна розмістити вимірювальну шкалу.

Телескопи, сконструйовані за типом зорової труби Кеплера називають **рефракторами**.

У телескопі-рефракторі (рис. 23) світлові промені від небесного тіла потрапляють у об’єктив. Відстань від Землі до світила є настільки великою порівняно з фокусною відстанню лінзи, що зображення світила отримується у головному фокусі лінзи об’єктива. Зображення світила буде дійсним, оберненим, зменшеним. Дане зображення розглядається в окуляр як через лупу.

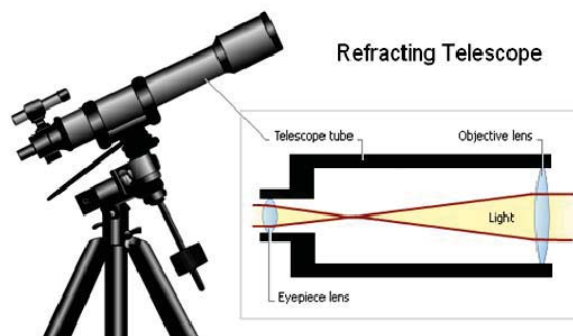


Рис. 23. Телескоп-рефрактор

Поряд із телескопами-рефракторами використовують дзеркальні телескопи – **рефлектори**.

На сферичне дзеркало телескопа-рефлектора (рис. 24) падають світлові промені від небесного тіла. Відстань від Землі до світила є настільки великою порівняно з фокусною відстанню дзеркала, що зображення світила отримується у головному фокусі дзеркала.

Зображення світила буде дійсним, оберненим і зменшеним. Для того, щоб зручно було розглядати це зображення, поблизу головного фокуса дзеркала розміщують невелике плоске дзеркало, яке повертає світлові промені. Зображення, яке утворює сферичне дзеркало, розглядається в окуляр як через лупу.

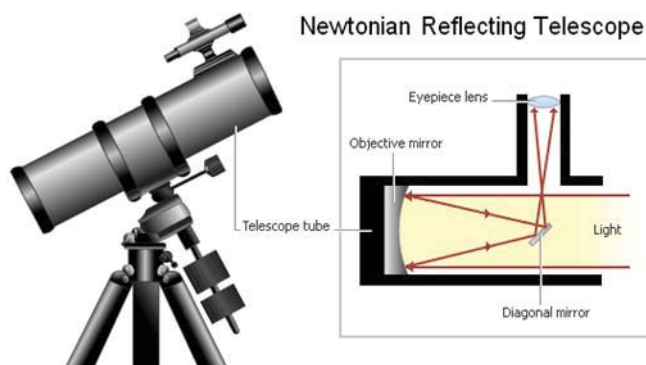


Рис. 24. Телескоп-рефлектор

Найбільшим телескопом-рефлектором на Україні є дзеркальний телескоп імені Г.А. Шайна (рис. 25). Даний телескоп розміщений у Кримській астрофізичній обсерваторії і діаметр його дзеркала становить 2,64 м. На момент створення телескопа (1960 р.) він був найбільшим у Європі і третім у світі.

У 1990 році на навколосеземну орбіту був виведений американський оптичний телескоп "Hubble" (рис. 26). Дані, які збирає телескоп, спочатку накопичуються на його борту, а потім передаються на Землю.



Рис. 26. Космічний телескоп "Hubble"



Рис. 25. Найбільший телескоп в Україні

Використана література:

1. Ландсберг Г. С. Элементарный учебник физики. Том. III. Колебания и волны. Оптика. Строение атома / Г. С. Ландсберг. – М. : Гос. изд. техн.-теорет. лит., 1952. – 480 с.
2. Ланге В. Н. Физические парадокси, софизмы и занимательные задачи / В. Н. Ленге. – М. : Просвещ., 1967. – 165 с.
3. Перельман Я. И. Занимательная физика. Кн. 2 / Я. И. Перельман. – М. : Наука, 1986. – 272 с.
4. Програма "Фізика, 7-9 кл.". – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua>.
5. Сайт "Вікіпедія": <http://uk.wikipedia.org>.
6. Сайт "Оптичні ілюзії": <http://illusions.org.ua>.
7. Хилькевич С. С. Физика вокруг нас / С. С. Хилькевич. – М. : Наука, 1985. – 160 с.
8. Шаронов В. В. Свет и цвет / В. В. Шаронов. – М. : Гос. изд. физ.-матем. лит., 1961. – 311 с.

Корсун І. В. Изучение тем “Зрительный аппарат человека” и “Оптические приборы” в курсе физики основной школы.

В статье предложена методика преподавания в курсе физики основной школы вопросов о зрительном аппарате человека и оптических приборах, которые увеличивают угол зрения.

Ключевые слова: глаз как оптическая система, аккомодация, адаптация, бинокулярное зрение, угол зрения, лупа, микроскоп, телескопы.

Korsun I. V. A study of themes of the “Visual apparatus man” and “Scopes” is in the course of physics of basic school.

In the article the methods of teaching of questions about human visual apparatus and optical instruments, which enhanced the visual angle, is proposed in the basic school physics course.

Keywords: eye as an optical system, accommodation, adaptation, binocular vision, visual angle, magnifier, microscope, telescopes.

УДК 373.56

Кремінський Б. Г.
Інститут інноваційних технологій і змісту освіти
МОН України

РЕЗУЛЬТАТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЗМАГАНЬ ЯК ВІДОБРАЖЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ З ОБДАРОВАНОЮ МОЛОДЦЮ

Проаналізовано узагальнені результати, досягнуті учасниками Всеукраїнських учнівських олімпіадах з фізики та інших предметів, по регіонах. Визначено проблемні тенденції у роботі з обдарованою молоддю та запропоновано шляхи розв'язання проблем.

Ключові слова: всеукраїнські учнівські олімпіади, обдарована молодь, здібності, досягнення, команди, рейтинг, педагог.

У 2011/2012 навчальному році в Україні було проведено 20 Всеукраїнських учнівських олімпіад та 10 турнірів. Кращі з числа переможців взяли участь у відповідних Міжнародних учнівських олімпіадах.

Узагальнені по всіх предметах результати участі команд регіонів у IV етапі Всеукраїнських учнівських олімпіад 2011/2012 навчального року подано у таблиці 1.

Т а б л и ц я 1

**Загальний рейтинг команд регіонів за результатами участі у IV етапі
Всеукраїнських учнівських олімпіад 2011-2012 навчального року**

№ п/п	Регіон	Кількість одержаних дипломів за ступенями			Кількість учасників IV етапу у 2012 році	Рейтинг* за 2012 рік	Місце
		I ступінь	II ступінь	III ступінь			
1.	Харківська	18	28	36	105	2,00	1
2.	Донецька	17	22	40	105	1,82	2
3.	м. Київ	13	31	52	146	1,43	3-4
4.	УФМЛ	4	8	16	42	1,43	3-4
5.	Чернівецька	7	13	16	75	1,20	5
6.	Львівська	9	17	27	118	1,04	6
7.	Івано-Франківська	7	9	29	88	1,03	7
8.	Хмельницька	2	10	19	61	0,97	8
9.	Одеська	6	7	32	88	0,94	9
10.	Дніпропетровська	6	13	41	118	0,93	10-11