

UNIVERSAL  
LIBRARY

**OU\_224534**

UNIVERSAL  
LIBRARY







بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## طبیعیات عملی

جلد اول (آواز و روشنی)

ترجمہ گلست بہک آن پر اکٹھل فن کس مصنفہ بیچ۔ بیس۔ ایلین بیچ مورچہ ران کنگز کالج

(لندن یونیورسٹی)

معد ترمیم و اضافہ

برائے بی۔ اے

۱۲

مولوی محمد عبد الرحمن خان صاحب بی۔ بیس۔ سی آنرز (لندن)

اسوشیٹڈ آف دی رائل کالج آف سائنس (لندن) فیلو آف دی فزیکل سوسائٹی آف لندن

پروفیسر فزکس (طبیعیات) نظام کالج

عبدالمطعم کمالی



## تمہید منجانب مترجم

(+)

اصل کتاب کی تمہید میں ڈاکٹر ایچ۔ ایس۔ ایلین اور پیچ موڈر  
اس کی صراحت کر دی ہے کہ کتاب کا بیش تر حصہ ابتداءً لکٹرن  
کالج لندن کے فزکس کی ابتدائی جماعتوں کے طلباء کے لئے بطور  
محققہ ہدایات لکھا گیا تھا۔

بعد میں جب اس کو کتاب کی شکل میں منضبط کرنے کی تجویز ہوئی  
تو انہوں نے نہ صرف طبیعیات کے طلباء کی ضرورتوں کو مد نظر  
رکھ کر تجزیوں کا انتخاب کیا بلکہ انجینئرنگ اور طب وغیرہ کے  
طالب علموں کے عملی امتحانوں کی بھی رعایت رکھی۔ اکثر تجربے  
آسان ہیں اور کم قیمت آلات کے ذریعہ عمل میں آسکتے ہیں۔ بیش  
قیمت اور مکمل آلات سے تجربہ کرنے میں طالب علم کو کم محنت  
اٹھانی پڑتی ہے اس لئے کہ ان کی جیلی ترتیبیں پہلے ہی سے درست  
ہوتی ہیں۔ صرف چند امور کا مشاہدہ کر کے نتائج قلمبند کرنا  
پڑتا ہے۔ اس سے اس کی فراست اور باریک بینی کی کافی  
ترہیت نہیں ہو سکتی اور وہ بطور خود کسی نئے تجربہ کیلئے  
اپنے ذہن سے مناسب آلات ترتیب نہیں دے سکتا۔

ہندوستان میں بھی اس کتاب کو عام مقبولیت حاصل  
ہے، چنانچہ وہ ہمیشہ بی۔ اے اور بی۔ ایس سی کی جماعتوں  
کے عملی نصاب میں داخل ہوتی ہے۔ آواز پر اس میں

کافی تجربے درج ہیں۔ میلڈے کا تجربہ البتہ اس میں شریک نہیں ہے۔ مترجم نے عثمانیہ یونیورسٹی کے بی۔ اے کے لئے ڈٹکن و سٹارلنگ کی کتاب آواز کا جو ترجمہ کیا ہے اس میں یہ مضمون اپنی طرف سے بڑھا دیا ہے۔ طبیعی مناظر کے تجربے بھی اس کتاب سے خارج ہیں۔ اس لئے اسی نصاب کی کتاب نور میں مترجم اپنی طرف سے جو زائد مضمون بطور ضمیمہ لکھ رہا ہے اس میں منجملہ اور امور کے تداخل نور و طول موج وغیرہ کے تجربے بھی شامل کئے جا رہے ہیں۔ لہذا مناسب نہیں سمجھا گیا کہ ان کو اس کتاب میں بھی درج کیا جائے فقط

# فہرستِ امین

## آؤن

— ( + ) —

صفحہ

|    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| ۱  | پچھلا باب - تمہیدی نظریہ          |
| ۱  | فصل (۱) - رفتار تعدد اور طول موج  |
| ۵  | فصل (۲) - گنگ                     |
| ۱۲ | تعدد ارتعاش                       |
| ۱۳ | فصل (۱) - تعدد کی تعیین کے طریقے  |
| ۲۰ | فصل (۲) - ضربیں                   |
| ۲۴ | تینے ہوئے تار کا عرضی ارتعاش      |
| ۲۴ | فصل (۱) - عرضی موجوں کی اشاعت     |
| ۲۴ | تینے ہوئے تار پر سے               |
| ۲۶ | فصل (۲) - تینے ہوئے تار کے        |
| ۲۶ | مقیم ارتعاش                       |
| ۳۶ | فصل (۳) - تینینھات موسیقی آلات کو |
| ۳۶ | ہم سر کرنے سے متعلق               |
| ۳۸ | آواز پر مزید علی مشقیں            |

# روشنی یا نور

=====

- پہلا باب - ہندسی نور کے کلیتے
- ۴۰ فصل (۱) - اختلاف منظر
- ۴۲ فصل (۲) - مستوی سطحوں سے انعکاس
- ۵۳ فصل (۳) - مستوی سطحوں میں روشنی کا انعکاس
- ۷۴ فصل (۴) - آتشی منحنیاں
- دوسرا باب - کروئی آئینے
- ۸۰ فصل (۱) - تمہیدی نظریہ
- ۸۰ فصل (۲) - مقعر آئینہ میں حقیقی خیال کی پیدائش
- ۸۵ فصل (۳) - کروئی آئینہ میں مجازی خیال کی پیدائش
- تیسرا باب - عدسے
- ۹۲ فصل (۱) - تمہیدی نظریہ
- ۹۲ فصل (۲) - عدسوں کے ساتھ آسان تجربے
- چوتھا باب - آئینوں اور عدسوں سے متعلق مزید تجربے
- ۱۰۵ فصل (۱) - کروئی آئینہ کے انحناء کا نصف قطر
- ۱۰۵ فصل (۲) - عدسہ کا ماسکی طول

- ۱۱۵ : فصل (۳) - انعطاف نماؤں کی تعیین
- ۱۲۱ - پانچواں باب - مناظری تحتہ
- ۱۲۱ فصل (۱) - مناظری تحتہ کی تعمیر
- ۱۲۳ فصل (۲) - مناظری تحتہ کے ساتھ تجربے
- ۱۳۴ چھٹا باب - مناظری آلات
- ۱۳۴ فصل (۱) - سادہ عدسہ کی تکمیری طاقت
- ۱۳۷ فصل (۲) - خوردیں
- ۱۴۴ فصل (۳) - دور بین
- ۱۵۰ فصل (۴) - مناظری قندیل
- ۱۵۴ ساتواں باب - طیف اور طیف پیم
- ۱۵۴ فصل (۱) - طیف بنانے کی ترکیب
- ۱۵۷ فصل (۲) - طیف پیم
- ۱۷۲ اٹھواں باب - ضیا پیمائی
- ۱۷۲ فصل (۱) - عام اصول
- ۱۷۵ فصل (۲) - ضیا پیمائی تجربے
- ۱۸۴ فصل (۳) - تنویر کی پیمائش
- ۱۸۷ روشنی پر مزید مشقیں
- ۱۹۰ ضمیمہ
- ۱۹۴ تنبیہ منجانب مترجم



بسم اللہ الرحمن الرحیم

## طبیعیات عملی

برائے بی۔ اے

آواز

### پہلا باب

تمہیدی نظریہ

### فصل اول رفتار تعدد و طول موج

آواز پر جو عملی مشقیں دی جاتی ہیں اکثر یا تو مختلف واسطوں میں آواز کی تعین سے متعلق ہوتی ہیں یا امتداد اور اس سے منسوب امور تعدد ارتعاش اور طول موج سے کسی مادی واسطہ میں بھی آواز کی اشاعت ایک مادی حرکت کی شکل میں ہوتی ہے۔ مبادی آواز سے واسطہ میں ایک طرح کا خلل پیدا ہوتا ہے جو واسطہ میں منتقل ہوتا ہوا سننے والے کے کان تک پہنچ کر آواز کے احساس کا باعث ہوتا ہے۔

آواز کی رفتار جس واسطہ میں سے آواز گذرتی ہے اس کی

نویسندہ نے لحاظ سے بدلتی ہے۔ اگر رفتار کو (د) قرار دیا جائے، واسطہ کی  
چمک کا میعار (م) اور اس کی کثافت (ث) تو  $S = \frac{M}{T}$   
اس ضابطہ میں موجی حرکت سے واسطہ میں جس قسم کا فساد وقوع میں  
آئیگا اس کی مناسبت سے (م) یعنی چمک کا میعار قائم کیا جائیگا۔

گیس میں آواز کی رفتار پر تپش کا اثر

آواز کی موجیں جب کسی گیس میں سے گزرتی ہیں تو چمک کا میعار (د) لیا جاتا  
ہے (۷) سے مراد وہ مستقل نسبت ہے جو گیس کی مستقل دباؤ  
کی حالت کی حرارت نوعی کو اس کی مستقل حجم کی حالت کی حرارت نوعی سے  
ہوتی ہے اور (د) سے مراد گیس کا دباؤ ہے۔ پس جب آواز کی رفتار  
(د) کسی گیس میں ناپی جاتی ہے تو

$$S = \frac{M}{T}$$

ث سے مراد گیس کی کثافت ہے۔  
حرارت کے حصہ میں بتایا گیا ہے کہ  $\frac{T}{S} = \text{س ت جہاں}$   
(م) گیس کا مستقل اور ت اس کی مطلق تپش ہے۔ اس لئے  $S =$   
اس ت جس سے ظاہر ہے کہ س کو گیس کی مطلق تپش کے طرز البراع سے  
راست نسبت ہے۔

اگر گیس کے پھیلاؤ کی قدر کو (ب) لکھا جائے (جس کی قیمت  $\frac{1}{2}$   
ہے) تو  $\frac{T}{S} = 1 + S$   
جس میں ت سے مراد تپش مٹی درجوں میں ہے۔

آواز کی رفتار گیس میں ت مٹی پر  
آواز کی رفتار گیس میں معروضی پر  
 $S = \frac{M}{T} = \frac{M}{1 + S}$   
یا  $S = \frac{M}{1 + S}$

جب ت کی مقدار بڑی نہیں ہوتی ہے تو اس مساوات کو اس تقریبی شکل میں کہہ سکتے ہیں:

نسبت =  $\frac{1}{2} + 1$  (ت) جبکہ  
جس سے کسی متولی پیش پر بھی آواز کی رفتار کا شمار ہو سکتا ہے، اگر صرف درجہ ثی پر رفتار کی قیمت معلوم ہو۔

### امتداد اور تعدد ارتعاش

کسی سرگام موسیقی امتداد اس سر کو پیدا کرنے والے جسم کے تعدد ارتعاش (یعنی تعدد ارتعاش فی ثانیہ) کے تابع ہے۔ جو شرپاؤ کا دسلی 'سا' کہلاتا ہے اس کا تعدد ارتعاش ۲۵۶ مانا جاتا ہے۔ اس امتداد کے لئے یہ تعدد نصف علی ضروریات کیوجہ سے مقرر ہوا ہے۔ کانسرٹ میں اس امتداد کا تعدد ۲۵۶ سے زیادہ ہے۔ امتداد کے بعض دوسرے سینڈرڈ (میار) اس علی سینڈرڈ سے اونچے ہوتے ہیں اور بعض نیچے۔

دسلی 'سا' کے سر کا تعدد علی قانون میں ۲۵۶ مقرر کرنے سے اصل غرض یہ ہے کہ کسی سرگم میں بھی 'سا' کا تعدد ایک صحیح عدد ہو۔ واضح ہو کہ

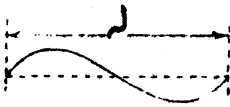
۲۵۶ = ۲<sup>۲</sup>  
دوسروں کا موسیقی بعد ان کے ارتعاشوں کے تعددوں کی نسبت کے تابع ہوتا ہے۔ ذیل میں مختلف ابجد کے ارتعاشوں کی نسبتیں مندرج ہیں

|                     |     |                      |       |
|---------------------|-----|----------------------|-------|
| اوکیٹو (سرگم)       | ۱:۲ | مائز تہرڈ (سوم میجر) | ۵:۴   |
| نقیبہ (دو نیم)      | ۲:۳ | بحر ٹون (بکیر سرتی)  | ۸:۹   |
| فورتہ (چہارم)       | ۳:۴ | مائز ٹون (میجر سرتی) | ۹:۱۰  |
| بحر تہرڈ (سوم بکیر) | ۴:۵ | بیسٹی ٹون (نیم سرتی) | ۱۵:۱۲ |

نوٹ بجانب مترجم۔ طریق کتابت، اضافی تعددوں وغیرہ کے متعلق ڈنگن اور سٹارلنگ کی کتاب کے ترجمہ میں شرح و بسط کے

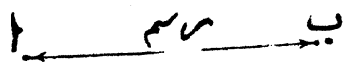
ساتھ لکھا گیا ہے۔ طالب علم اگر اس کتاب کا چھٹا باب کر دیکھ لے تو بہت مناسب ہوگا۔

رققار آواز، تعدد ارتعاش اور طول موج میں تعلق فرض کر دیکھی واسطہ میں آواز کی رققار س س م فی ثانیہ ہے۔ ۱۰۰ دور ب دو نقطے بوجن کے درمیان فاصلہ س س م ہے (دیکھو شکل ۱)



شکل (۲)

طول موج



شکل (۱)

رققار اور تعدد

(۱) پر فرض کر دیکھی شخص مشاہدہ کر رہا ہے اور ب پر ایک سدا آواز واقع ہے جس کے شرکا تعدد (ع) ہے۔ ب سے نکل کر ۱۰۰ پنچنے کے لئے پہلی موج کو ایک ثانیہ کی مدت چاہئے اس لئے کہ فاصلہ ۱۰۰ ب کا طول س لیا گیا ہے۔ پس ۱۰۰ کے پاس جب پہلی موج پہنچتی ہے تو ب سے (ع) ویں موج نکل رہی ہوتی ہے۔ لہذا ۱۰۰ اور ب کے پنچ میں ع موجیں ہون گی جو ۱۰۰ کی طرف آرہی ہون گی۔ اگر ہر ایک موج کا طول (ل) ہو۔ شکل (۲) تو ۱۰۰ ب کا طول ع ل کے سادی ہوگا جس سے مندرجہ ذیل تعلق ماخوذ ہوتا ہے۔

$$س = ع \times ل$$

## فصل (۲) گنگ

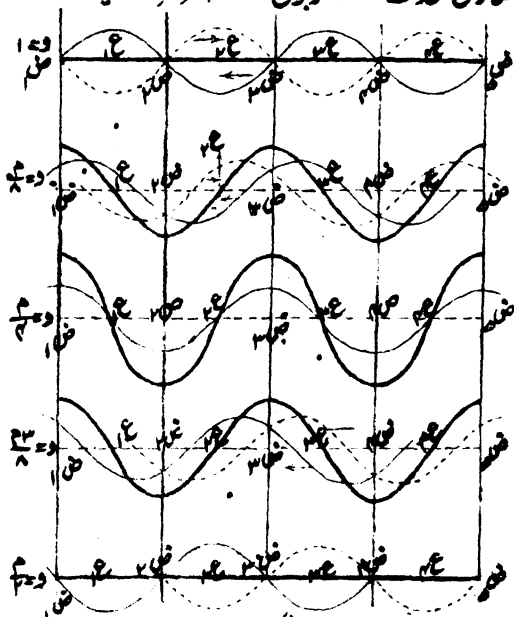
## گنگ کا اصول

جب ایک ہی تعدد کے دو جسم ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں اور ان میں سے ایک مرتعش کیا جاتا ہے تو دوسرا جسم بھی اُس کی وجہ سے ارتعاش کرنے لگتا ہے۔ جیسا کہ ارتعاش ایسی صورتوں میں کافی بڑا ہو سکتا ہے۔ حتیٰ کہ پھلا جسم ساکن ہو جانے پر بھی دوسرے جسم کا ارتعاش دیر تک جاری رہنا ممکن ہے۔ یہ اصول نہ صرف آواز ہی پر صادق آتا ہے بلکہ تمام قسم کی ارتعاشی حرکتوں پر صادق ہے اس کے سمجھنے کے لئے فرض کرو دو ایک ہی سر کے دو شاخے قریب میں واقع ہیں اور ان میں سے ایک مرتعش کیا جاتا ہے۔ دوسرے دو شاخے کے پاس، ہوا کی موجی حرکت کی وجہ سے، باقاعدہ تھل، مادی و تفون سے پہنچیں گے۔ جب تکلیف کی حالت پہنچے گی تو اس دو شاخہ کا قریب کا سرا پہلے دو شاخے سے ذرا سا دور ہٹا دیا جائیگا اور جب تکلیف کی حالت پہنچے گی تو یہ سرا اس قدر نزدیک کہنچا جائیگا۔ چونکہ دونوں کے تعدد ایک ہیں دوسرے دو شاخہ کا سرا ہوا کی تکلیف زائل ہوتے ہی طبعی طور پر حالت سکون میں واپس ہونے لگے گا اور اسی وقت اس کے پاس کی ہوا میں پھلے دو شاخہ کے ارتعاش کی وجہ سے تکلیف کی حالت شروع ہو جائیگی اس لئے اس دوسرے دو شاخے کی حرکت واپسی تیز تر ہو جائیگی۔ خود اپنے میار حرکت کی وجہ سے شاخ وضع سکون میں آکر ٹہرنی نہیں بلکہ دوسرے جانب بڑھ جاتی ہے۔ ہوا کی تکلیف عین اس موقع پر پیدا ہونے سے شاخ اس طرف اور آگے بڑھ جاتی ہے۔ اسی طرح جب وہ دوسری سمت میں حرکت کرنے لگتی ہے ہیک اسی وقت ہوا میں (پھلے دو شاخے کے ارتعاش سے) تکلیف

پیدا ہو کو اس کی حرکت میں اضافہ ہوتا ہے۔ بالفاظ دیگر اس دو شاخہ میں نہ صرف اس کی ذاتی لچک کی وجہ سے ارتعاش شروع ہوتا ہے بلکہ اس کے قریب کی ہوا کی باقاعدہ حرکت سے اس پر علی التواتر موافق حالتوں میں مناسب قوتیں اثر کرنے لگتی ہیں۔ ان قوتوں کا اثر کو مفرداً ناقابل لحاظ ہوتا ہے اجتماعی حیثیت سے اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ یہ دو شاخہ وسیع جیلہ پر حرکت کو ختم لگتا ہے۔ ایسے ارتعاشوں کا نام لگ ہے۔ لگ کی دوسری صورتوں کی توضیح بھی اس کے مشابہ ہو سکتی ہے۔

### مقیم ارتعاش

جب مسادی حدت کے موجوں کے ۲ سلسلے ایک واسطہ میں مخالف



شکل (۳)

مقیم ارتعاش  
جانب گزرتے ہیں تو واسطہ میں مقیم ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔

شکل (۳) میں فرض کرو بار یک موٹی خط سے مراد بائیں طرف کو جانوالی  
ایک موج ہے اور نقطہ دار خط سے مراد سید ہے جانب جانوالی  
ایک دوسری موج۔ ان دونوں کے عمل سے واسطہ کی جو حاصل حرکت  
ہوگی موٹے خط کے ذریعہ بتائی گئی ہے یہاں وہی دھنوں سے حرکت کی  
پانچ صورتیں بتائی گئی ہیں۔ شکل کے ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ بعض نقطے  
(۱) (۲) (۳) وغیرہ کبھی حرکت نہیں کرتے ہیں اور بعض دوسرے  
ارض، ارض، ارض، وغیرہ خط کے اور نقطوں کی بہ نسبت بہت زیادہ حرکت  
کرتے ہیں۔ (۴) (۵) وغیرہ کو عقدہ کہتے ہیں اور ارض، ارض، وغیرہ کو  
ضدہ عقدہ۔

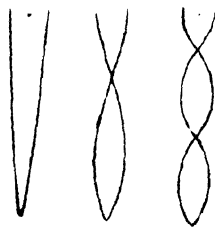
معتبر اور قریب ترین عقد دن یا ان کے ضد دن کا درمیانی فاصلہ نصف طول موج کے برابر ہے۔ یا ایک عقدے اور اس کے متصل کے ضد عقدے کے درمیان  $\frac{1}{2}$  طول موج فاصلہ ہے۔  
ذیل میں جو تجربے بیان کئے جاتے ہیں ان میں اس نتیجہ سے مدد لی جاسکتی ہے۔

ذیل میں جو تجربے بیان کئے جاتے ہیں ان میں اس نتیجہ سے مدد لی جاسکی۔

گمست کنی نئی

اگر کسی نئی کے طول میں مناسب طریقہ پر حسب منشاء تبدیل کیا جاسکتی ہے تو اس کے اندر رکاوٹ ہوائی اُستطوانہ

ضروری ترتیب کے بعد مختلف  
سروں کے ساتھ گنگ دے  
سکتا ہے۔ اگر نئی کا ایک ہرا  
بند ہو تو اس کے اندر کی ہولک  
یٹے ہر ایسا ارتعاش ممکن ہے  
جس میں نئی کے کھلے سرے کے  
پاس بے ردک حرکت اور  
بند سرے کے پاس صفر حرکت



شکل (۴)

لکھ کنی میں ہوا کے ارتعاش کی وضاحت۔

ہوتی ہے یعنی کھلا براؤنڈ عقدہ اور بند براؤنڈ عقدہ ہو۔ شکل (۴) میں اس ارتعاش کی چند وضعیں بتائی گئی ہیں۔ ان کے دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ نلی کا طول بالترتیب  $\frac{1}{4} \lambda$ ،  $\frac{3}{4} \lambda$ ،  $\frac{5}{4} \lambda$  وغیرہ کے برابر ہے۔ جس میں  $\lambda$  لہر کا طول وغیرہ اصطوائے کے ممکن ارتعاشوں کے طول موج ہیں۔

نلی کے کھلے سرے کے پاس ایک دو شاخہ کو ارتعاش میں لانے سے نلی کی ہوا میں مقیم ارتعاش پیدا ہوتا ہے اس لئے اس میں دو شاخہ کے ارتعاش کی وجہ سے کھلے سرے سے شروع ہو کر بند سرے تک موسیقی موجیں گزرتی ہیں اور یہاں سے منعکس ہو کر واپس لوٹ جاتی ہیں۔

پس ایک معین سرے کے دو شاخہ کو اگر نلی کے کھلے سرے پر مرتعش کر کے نلی کے ہوائی اصطوائے کے طول کو حسب ضرورت کھٹا بڑھا کر گمک پیدا کیجائے تو اصطوائے کا سب سے چھوٹا طول (ل) جو گمک دیگا  $\frac{1}{4} \lambda$  کے مساوی ہوگا جس میں لہر سے مراد دو شاخہ کے سر کا طول موج ہے جو ہوا میں ناپا جاتا ہے۔

اس سے بڑے ہوائی اصطوائے کے طول کو جو دو شاخہ کے ساتھ گمک دیگا اگر ل  $\frac{3}{4} \lambda$  لکھا جائے تو  $\frac{3}{4} \lambda = \frac{1}{4} \lambda + \frac{1}{2} \lambda$  ایس طرح ل  $\frac{5}{4} \lambda$  وغیرہ۔ پس واضح ہے کہ اس طریق عمل سے ہوا میں دو شاخہ کے سر کے طول موج کی تعیین ہو سکتی ہے۔

نلی کے قطر کی وجہ سے ایک خفیف تصحیح کی ضرورت ہوتی ہے۔ طول (ل) ٹھیک  $\frac{1}{4} \lambda$  کے مساوی نہیں ہوتا ہے۔ اور نل  $\frac{3}{4} \lambda$  ٹھیک  $\frac{3}{4} \lambda$  کے مساوی۔ اصطوائی نلی کے لئے یہ تصحیح نصف قطر (ط) کے تقریباً  $\frac{1}{4}$  ہوتی ہے

$$\text{یعنی صحیح طول } L = \frac{1}{4} \lambda + \frac{1}{4} \lambda = \frac{1}{2} \lambda$$

$$\text{اور } L = \frac{3}{4} \lambda + \frac{1}{4} \lambda = \lambda$$

پس شمار میں بہہ معصوم طول استعمال ہو سکتے ہیں۔  
 اگر لہ اور لہ دونوں دریافت ہو جائیں تو تصحیح کے  
 معلوم کرنے کی ضرورت نہیں اس لئے کہ لہ اور لہ کا  
 تفاوت بھگانے سے تصحیح ساقط ہو جاتی ہے۔  
 اس طریقہ سے اگر معلوم تعدد کے دو شاخہ کے سر کا  
 طول موج (لہ) دریافت کر لیا جائے تو نئی کی ہوا میں آواز  
 کی رفتار کا شمار ہو سکتا ہے۔ کیونکہ

$$س = ع \times لہ$$

(ع) معلوم ہے اور (لہ) کی قیمت دریافت کر لی گئی ہے  
 پس س کی قیمت بھی ماخوذ ہو جاتی ہے۔ اگر پہلے سے  
 س کی قیمت معلوم ہو تو اس تجربہ سے (ع) کو شمار کر لے  
 سکتے ہیں۔

یہی تجربہ اگر دو دو شاخوں سے کیا جائے تو ان کے تعددوں  
 کی نسبت کی یقین ہو سکتی ہے۔ اگر ایک دو شاخے کا  
 تعدد ع، اور اس کے سر کا طول موج ہو اس لئے فرض  
 کیا جائے اور دوسرے کا تعدد ع' اور طول موج لہ' تو

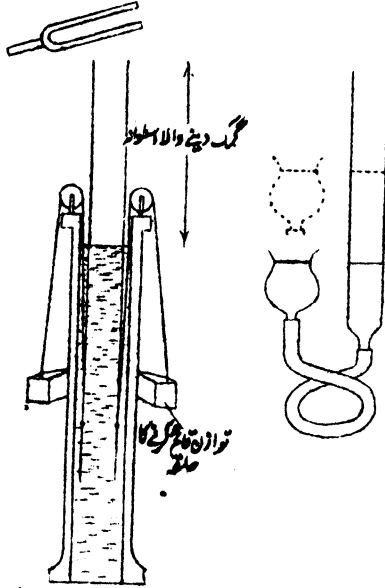
$$س = ع \times لہ$$

$$س = ع' \times لہ'$$

$$\frac{ع}{ع'} = \frac{لہ'}{لہ}$$

تجربہ (۱)۔ گمک کی نلی۔ شکل (۵) کی دو قسم کی نیلیوں  
 میں سے کسی ایک کو اس کام کے لئے استعمال کر سکتے ہیں

پہلی قسم میں پتیل کی ایک نلی جس کا بوجھ حلقہ کی شکل کے ایک وزن سے سنبھالا جاتا ہے پانی سے بھری ہوئی اونچی اسطوانی نلی کے اندر سے اوپر کو نکل آتی ہے۔



شکل (۵)  
گنگ کی نلیاں

حلقہ کے وزن کی وجہ سے اندر والی نلی کو آسانی سے اوپر یا نیچے مٹا سکتے ہیں۔ محور کے متوازی اسپر ایک پیمانہ (جس کا صفر نلی کے اوپر کے سرے پر ہوتا ہے) منتقلی میٹرڈن میں کندہ ہوتا ہے۔ باہر والی نلی کے ایک جانب شیشہ کا ڈریپچہ ہوتا ہے جس سے نلی کے اندر کی پانی کی سطح کا مقام پیمانہ پر پڑھ لیا جاسکتا ہے۔ (اس طرح

گنگ دینے والے ہوائی اسطوانے کا طول آسانی سے معلوم کر لیا جاتا ہے۔

دوسری قسم کی نلی کے لئے توضیح کی ضرورت نہیں۔ لنول کی شکل کے برتن کو (جو جوڑ کا کام دیتا ہے) حسب ضرورت اوپر اٹھا کر یا نیچے اوتار کر نلی کے اندر پانی کی سطح کو ٹھیک کر سکتے ہیں۔ اور نلی کے ہوائی اسطوانے کا طول ایک سمولی میسری پیمانے سے ناپ لیا جاسکتا ہے۔ گنگ کی نلی کے طول کو ترتیب دو تا کہ مختلف دو شاخوں کے ساتھ یکساں بعد دیگرے گنگ دے اگر ممکن ہو تو ہر ایک دو شاخ کے لئے ہوائی اسطوانے کے گنگ کے پھلے اور دوسرے طول دونوں معلوم کر لو۔

(۱) ان میں سے کسی ایک دو شاخ کے معلوم تعدد کی مدد سے نلی کی ہوائی آواز کی رفتار شمار کر دو۔ کرے کی تپش دیکھو لا۔ اس تپش پر جو رفتار (مات) شمار ہوگی اس سے صفحہ (۳) کے ضابطہ  $\text{مات} = \text{سا.} (1 + \frac{1}{4} \text{ دت})$

کے ذریعہ صفر درجہ مٹی تپش پر کی رفتار نکالو۔

(۲) یا اگر آواز کی رفتار ہوائی صفر درجہ مٹی تپش پر معلوم ہو تو کرے کی تپش پر رفتار کیا ہوگی حساب کر کے دریافت کر دو اور پھر اس کے ذریعہ دئے ہوئے دو شاخ کا تعدد ارتعاش ماخوذ کر دو۔

(۳) نلی کے ذریعہ دو دو شاخوں کے طول موج دریافت کر کے ان کی نسبت سے دو شاخوں کے تعددوں کی نسبت معلوم کر دو اور خود ان دو شاخوں پر کندہ کئے ہوئے تعددوں کی نسبت سے اس کا مقابلہ کرو اور دیکھو دونوں کس حد تک موافق ہیں۔

## دوسرا باب

تعدد ارتعاش

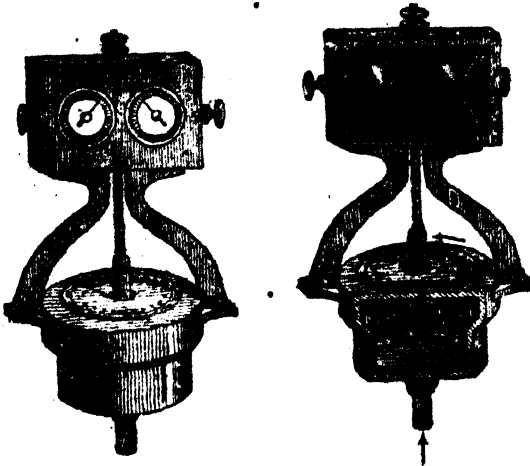
فصل (۱) تعدد کی تعیین کے طریقے

گائٹن

گائٹن ایک موسیقی آلہ ہے جس کی مختلف شکلیں ہوتی ہیں۔ علمی اغراض کے لئے اس کی سب سے زیادہ موزون شکل کا پینا رڈ دی لاٹور کی ایجاد ہے۔ ہوا کے ایک صند و قچہ کی اوپر کی سطح میں مساوی فاصلوں پر سوراخوں کی ایک دائری قطار بنائی جاتی ہے۔ جیسا کہ شکل (۶) میں تراش کے ذریعہ بتایا گیا ہے سوراخ سطح پر عمودی نہیں بلکہ ترقیے واقع ہیں۔ اس صند و قچہ پر اس کی اوپر کی سطح سے بالکل متصل ایک دوسری مدور تختی ہے جس میں صند و قچہ کی سطح کے متماثل سوراخ بنائے گئے ہیں۔ لیکن ان سوراخوں کا میلان سطح کی مخالف سمت میں ہے۔ یہ تختی صند و قچہ پر اس طرح گھومتی ہے کہ اس کے سوراخ صند و قچہ کی سطح کے سوراخوں پر سے ٹھیک گزرتے ہیں جب صند و قچہ کے اندر دباؤ کے ساتھ ہوا بھری جاتی ہے تو ہوا اس کے سوراخوں میں سے نکلیں اور پر کی تختی کے سوراخوں سے ٹکراتی ہے جس سے تختی اپنے محور پر گھومنے لگتی ہے۔

پس صندوق کے سوراخ ترتیب وار بند ہوتے ہیں اور کھلتے ہیں۔ جب کبھی تختی کے سوراخ صندوق کے سوراخوں پر واقع ہوتے ہیں تو ان میں سے ہوا کے جھونکے باہر نکل آتے ہیں۔ چونکہ اس عمل سے ہوا میں مادی دھون سے تکشیف کی موجیں پیدا ہوتی ہیں اس لئے آواز محسوس ہونے لگتی ہے۔

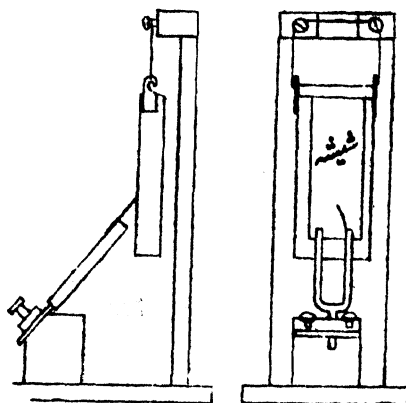
دھڑکی کے سرے پر پیچ چکرا اور دندانہ دار چرخوں کے ذریعہ ڈائیالون پر تختی کے چکروں کی تعداد بتائی جاتی ہے۔ جس عرض مدت میں مقررہ چکر وقوع میں آئیں اس کو معلوم کر لینے سے تختی کے گہوڑے کی شرح کی تعیین ہو سکتی ہے۔ فرض کرو تختی اور صندوق کے اوپر کے سرے میں (ع) سوراخ بنے ہیں اور تختی کے (د) ثانیوں میں (عہ) چکر ہوئے تو اس عرض مدت (د ثانیوں میں) کل ع ع ہ



شکل (۶) گائٹن

جھونکے پیدا ہوئے۔ پس تعدد  $\frac{1}{2}$  ع  $\frac{1}{2}$  ہو گا۔  
 گائے کی رفتار کو ترتیب دیگر اس کے سر کو کسی دے  
 ہوئے مرتعش جسم کے سر کے ساتھ ملانے سے اس  
 مرتعش جسم کا تعدد و ارتعاش دریافت ہو سکتا ہے کیونکہ  
 وہ گائے کے تعدد یعنی  $\frac{1}{2}$  ع  $\frac{1}{2}$  کے برابر ہے۔  
 تجربہ (۲) گائے کے ذریعہ امتداد کی یقین۔ (صفحہ ۳۶)  
 پر جو ہدایات دئے گئے ہیں ان کے بموجب عمل کر کے  
 گائے کو کسی مرتعش دو شاخے یا بولتی ارگن نلی کے ساتھ  
 ہم سر کر دے۔ وہو کئی پر کے دباؤ اور اس کی نلی کے سوراخ  
 کو ٹھیک کر کے تختی کی گردش کی شرح مستقل رکھو اور  
 اس سے گائے کا تعدد و ارتعاش  $\frac{1}{2}$  ع  $\frac{1}{2}$  دریافت کر دے۔  
 یہی اس دو شاخے یا ارگن نلی کے سر کا تعدد ہو گا۔  
 مندرجہ ذیل تجربوں میں تعدد کی یقین کے لئے  
 دوسرے طریقے اختیار ہوتے ہیں :-  
 تجربہ (۳) گرتی ہوئی تختی کے ذریعہ سر پیدا کرنے کے  
 دو شاخہ کے امتداد کی یقین۔ ایک ہلکا قلم یا موٹا بال  
 دو شاخہ کی ایک تختی پر کس کر باندھ دو تاکہ دھنیلے  
 شیشے کی ایک تختی کو ایک دزندار ٹیکن کے سہارے سے  
 لٹکا سکیں (شکل ۷)۔ ٹیکن کے سرے میں دو اپن نصب  
 کر کے شیشہ دبا گئے کے ذریعہ ان پر سے لٹکا یا  
 جا سکتا ہے۔ دو شاخہ کو ٹیکن پر ایسی جگہ باندھ دو  
 کہ اس کی شاخ پر جو قلم یا بال لٹکایا جاتا ہے شیشہ کے  
 نیچے والے سرے کو خفیف سا چھوئے۔ دو شاخہ کو  
 سا رنگ کی کمان سے مرتعش کرو اور اپنوں کے بیچ  
 میں سے دبا گا جلا کر شیشہ کو گرا دو۔

اس کے بعد جب شیشہ کو دیکھو گے تو اس کی  
دہیلی سطح پر ایک موجی لکیر نظر آئیگی جو شیشہ گرنے



شکل (۷)

گرتی ہوئی تختی کا آکر

وقت دہوئیں پر قلم کی حرکت سے پیدا ہوئی۔ اس لکیر سے  
حسب طریقہ مہر حد ذیل دو شاخہ کا تعداد دریافت ہو سکتا ہے۔  
(۱) اگر لکیر کا ابتدائی حصہ بالکل واضح ہے تو پھلی  
موج سے آخری موج تک کا فاصلہ (ف) ناپ لو۔  
اور ان موجوں کی تعداد بھی گن لو۔ فرض کرو تعداد (د) ہے  
چونکہ شیشہ اپنے وزن کی وجہ سے گرا (د) ثانیوں میں  
فاصلہ (ف) طے ہوا جو  $\frac{1}{2} g t^2$  کے مساوی ہے اس لئے  
کہ شیشہ سکون کی حالت سے گرنا شروع کیا اور  
ابتداءً اس کی رفتار صفر تھی۔ پس

$$و = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{\lambda} \right]$$

ایس مدت میں دو شاخے کے (دع) ارتعاش وقوع میں آئے۔ لہذا اس کا تعدد ارتعاش  $\frac{1}{2}$  ہے۔

(۲) اگر لکیر کا ابتدائی حصہ کافی واضح نہ ہو تو جہاں سے واضح حصہ شروع ہوتا ہے وہاں سے ادج یا حیض پر نشان لگا کر (ن) موجیں گن لو اور (ن) ویں موج کے ادج یا حیض پر نشان کر کے اس کے بعد کی اور (ن) موجیں گنو۔ اور ان میں کا آخری ادج یا حیض جہاں ختم ہوا سپر پھلے کی طرح نشان

کر لو۔ پھر ان (ن) موجوں کے فاصلے علیحدہ علیحدہ ناپو۔ فرض کر دو پھلا فاصلہ ۱ ہے اور دوسرا ۲۔

پھلا ادج یا حیض جس پر نشان کیا گیا ہے شیشہ پر قلم سے کہنیے جاتے وقت اگر شیشے کی رفتار (ب) تھی اور (ن) موجیں (و) ثانیوں میں بنی ہیں، تو

$$ف = ب \times و + \frac{1}{2}$$

دوسرا ادج یا حیض جس پر نشان کیا گیا ہے جب شیشہ پر کہنیچا جا رہا تھا، فرض کر دیشیشہ کی رفتار (ب) تھی



شکل (۸)  
سر پہل کرنے کے دو شاخہ کی لکیر

$$۱ = ۲ + ۳ + ۴$$

$$۲ = ۱ + ۳ + ۴$$

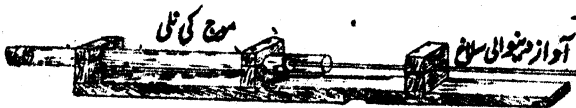
$$۳ = ۱ + ۲ + ۴$$

اس لئے کہ فہم فاصلہ بھی اسی مدت میں طے ہوا ہے جس میں فہم طے ہوا۔

$$۴ = ۱ + ۲ + ۳$$

$$۱ = ۲ + ۳ + ۴$$

چونکہ اس مدت (دو ثانیوں) میں (ن) ارتعاش وقوع میں آئے  
لہذا دو شاخ کا تعدد ارتعاش = ۲  
بحر بہ (۴) گنٹ کی خباری نلی۔ ایک نلی شیشہ کی گوتی  
ایک میٹر لمبی اور ۵ سم اندرونی قطر کی جنسن کی مشعل پر  
بخوبی خشک کر لی جائے۔ نلی کا ایک سر کاگ سے بند کر  
کے اس کے اندر خشک کاگ یا لائٹ کو پوڈیم کا سفوف چھڑک  
دیا جائے۔ نلی ایک افقی محور پر کھائی جائے جتنی کہ سفوف  
(یا خبار) نلی کی دیواروں پر سے ٹھیک پہلنے کے قریب  
پہنچے۔ ایک سلاخ کے سرے پر کاگ یا آبنو سے کی  
ایک ہلکی تختی باندھ کر یہ سہرا نلی کے اندر داخل  
کیا جائے تختی نلی کی تراش سے کیس قدر چھوٹی ہوئی چاہئے تاکہ  
سلاخ کا سہرا تختی سمیت نلی کے اندر آزاوسی سے ارتعاش  
کر سکے۔



شکل (۹)  
گنٹ کی نلی

سلاح کو ٹھیک اس کے وسطی مقام پر کس کر باندھ دیا جائے اور رائل لگے ہوئے ایک چمڑے یا کپڑے سے اس کو اس کے طول کی سمت میں تھپکا جائے۔ اس سے سلاح طوئی ارتعاش کرنے لگے گی۔ اور اس کی چھب سے نلی کے اندر کی ہوا میں ارتعاش پیدا ہوگا۔ سلاح کے سرے سے نلی کے بند سرے تک ہوا میں موجیں جائیں گی اور وہ بان کاگ سے منعکس ہو کر واپس آئیں گی۔ نلی کو تھوڑا تھوڑا سلاح کی طرف بڑھاتا کہ ہوائی استوانے کے طول میں ذرا ذرا تغیر واقع ہو۔ ہر نئے طول کے لئے سلاح کو از سر نو تھپکتے جاؤ بالآخر ایک ایسی وضع مل جائیگی جس میں نلی کا ہوائی یا گسی استوانہ سلاح کے سر کے ساتھ گمک دینے لگیگا۔ ایسی صورت میں نلی کے اندر کے سفوف کو بھی ہوا یا گیس کے ساتھ شدت کا ارتعاش ہوگا۔ حرکت موقوف ہونے پر غبارینڈ کی شکلوں



### شکل (۱۰)

گٹ کی نلی میں ضد عقدون کے پاس غبار کی وضع

میں عقدون کے ضد کے پاس جمع ہوتا ہے۔ [اگر عرضہ تک سلاح اور ہوائی استوانے کو مرتعش کیا جائے تو غبار ضد عقدون سے اڑ کر چھوٹے ڈھیروں کی شکل میں عقدون کے پاس جمع ہو جاتا ہے۔ یہ اسی وقت ممکن ہے جبکہ

لمک دینے والے اسطوانے کا طول نہایت صحت کے ساتھ ٹھیک کیا جاتا ہے۔ اس کے لئے بہت وقت صرف ہوتا ہے اور مشقت بھی اٹھانی پڑتی ہے۔ جب ایسے کئی خفہ عقدہ نظر آنے لگیں تو ایک دوسرے سے کافی دور دو خفہ دن کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے۔ چونکہ کسی دو متصل خفہ دن کے پیچ میں نصف طول موج کا فاصلہ ہوتا ہے، جو فاصلہ دور کے دو خفہ دن میں ناپا جائے اس کو اس کے درمیانی غبار کے ڈھیروں کی تعداد پر تقسیم کرنے سے نلی کی گیس میں آواز کا طول موج دریافت ہو جائیگا۔

اس کے بعد سلاخ کا امتداد صوت پیمائے کے ذریعہ سے معلوم کر لیا جائے۔ (صفحہ ۲۸ پر صوت پیمائے کے تجربے بیان ہوئے ہیں دیکھ لے جائیں) مقابلہ کیلئے ایک معلوم تعدد ارتعاش کا سر پیدا کرنے کا دو شاخہ استعمال کیا جائے۔

ضابطہ ذیل سے آواز کی رفتار نلی کی گیس میں دریافت ہو جائیگی۔

س = ع ل

اگر آواز کی رفتار گیس میں پھلے ہی سے معلوم ہو تو اس مساوات سے سلاخ کے سر کے تعدد کی تعیین ہو سکتی ہے۔ سلاخ کے لئے یشک کے لچک کے معیار کا شمار۔ چونکہ ارتعاش کے وقت اس وضع میں سلاخ کے وسط پر عقدہ ہوتا ہے اور اس کے دونوں سروں پر ایک ایک خفہ عقدہ، اس لئے اس کا طول اس کے مادے میں سر کے طول موج کا نصف ہے۔

اسلاخ میں آواز کی رفتار [  $\frac{1}{\lambda}$  ] ہے جہاں (ث) ہے  
 مراد اسلاخ کی کثافت اور (م) سے مراد مادی طولی فساد کے لئے  
 لچک کا معیار یعنی ینگ کے لچک کا معیار ہے۔  
 اگر  $\lambda =$  آواز کی رفتار اسلاخ میں  
 اور  $\lambda =$  طول موج اسلاخ میں

تو  $\lambda = \frac{1}{\lambda}$

جس میں (ع) معلوم ہے اور (ل) اسلاخ کے طول کا دو چہد  
 ہے۔ چونکہ یہ طول ناپ لیا جاسکتا ہے اس لئے رفتار  
 $\lambda$  شمار ہو سکتی ہے۔  
 اسلاخ کی کثافت بھی چونکہ معلوم ہے۔ اور

$\lambda = \frac{1}{\lambda}$

پس اسلاخ کے مادے کے لئے ینگ کا لچک کا معیار  
 دریافت ہو جاتا ہے۔

### فصل (۲) ضربیں

جب تقریباً مساوی امتدادوں کے دو خالص سُر ملکر بچتے ہیں  
 تو آواز کی شدت میں دوری تغیر محسوس ہوتے ہیں۔ یعنی  
 مساوی وقفوں سے آواز میں بلندی اور پھر نسبتاً خاموشی  
 محسوس ہوتی ہے۔ اس کیفیت کو ضرب کہتے ہیں۔ تقریباً  
 ایک ہی تعدد کے دو دوشاخے جب ملا کر مرتعش کئے جاتے  
 ہیں تو ضربیں صاف سنائی دیتی ہیں۔ فرض کرو ایک کا  
 تعدد  $\lambda$  ہے اور دوسرے کا  $\lambda$ ۔ اور  $\lambda$  سے  $\lambda$   
 بڑا ہے تو فی ثانیہ جو ضربیں سنائی دینگیں ان کی تعداد (ن)

ان تین دون کے تفاوت کے مساوی ہوتی ہے۔ یعنی  
 $n = c_1 - c_2$ ۔

اصول مدخل سے یہ نتیجہ ثابت کیا جاسکتا ہے۔  
 دونوں موجوں کی رفتار ایک ہے صرف موجوں کے  
 طولوں میں خلیفہ یا فرق ہے۔ جہاں دونوں موجوں  
 کی ہیتیں موافق ہوتی ہیں وہاں ایک موج کو دوسری  
 سے تائید ہوتی ہے۔ لیکن جہاں ہیتیں مخالف ہیں وہاں  
 ایک موج دوسری کو تلف کر دیتی ہے۔ (دیکھو شکل ۱۱)  
 ایک ایسا وقت فرض کرو جبکہ سفر کرنے والے کے کان میں  
 دونوں موجیں ایک ہی ہیت میں پہنچی ہیں۔ اس کے ایک  
 ثانیہ بعد زیادہ امتداد کے سر کے مخالف کامل ارتعاش ہوتے

### شکل (۱۱)

ضربوں میں جیٹھ ارتعاش کا تغیر

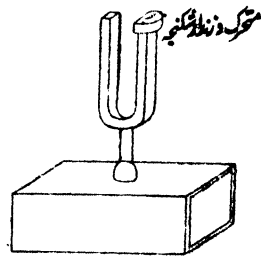
ہیں اور دوسرے کے  $c_2$ ۔ یعنی اونچے امتداد کا  
 سر نیچے امتداد کے سر سے  $c_1 - c_2$  ارتعاش زائد  
 کرتا ہے۔ اس ثانیہ میں ایک موج کا سلسلہ دوسری  
 موج کے سلسلے کے پیچھے ہوتا جاتا ہے۔ اور ثانیہ بعد  
 کامل  $c_1 - c_2$  طولی موج پیچھے ہو جاتا ہے۔ پس اس  
 ثانیہ میں  $c_1 - c_2$  مرتبہ دونوں موجوں کے سلسلے  
 کی ہیتیں موافق واقع ہوئی ہونگی اور اتنے ہی مرتبہ

مخالف۔ جب ہمیں موافق نہیں آواز میں غیر معمولی حدت پیدا ہوئی اور جب مخالف تہیں تب خاموشی کی حد تک پستی۔ بالفاظ دیگر فی ثانیہ  $n = 1$ ۔  $n = 2$  ضربیں پیدا ہوتی ہیں۔

جب دوسرے قریب قریب مساوی ہوتے ہیں ضربیں لمبے وقفوں سے سنائی دیتی ہیں اس لئے ان کی شناخت مشکل ہوتی ہے۔ اس کے برعکس جب ضربوں کی تعداد فی ثانیہ چار سے بڑھ جاتی ہے تو ان کا گنتا مشکل ہو جاتا ہے۔ جب ضربیں اس قدر جلد جلد پیدا ہوتی ہیں کہ فرداً فرداً محسوس نہیں ہو سکتیں تو آواز میں 'ڈسکورڈ' یا 'ڈسٹوننس' یعنی ناہمواری کی پیدا ہوتی ہے۔

تجربہ (۵)۔ سر کے دو شاخوں سے ضربوں کی پیدائش۔ تقریباً ایک ہی سر کے دو دو شاخوں کو ان کے بول بکسوں یا گنگ کے صندوقوں پر کھڑا کرو۔

انہیں سے ایک دو شاخ کا قطعہ ایک متحرک وزن کے ذریعہ جو شاخ کے کسی مقام پر بھی شنگھ سے کس کر باندھ دیا جاسکتا ہے، حسب منشاء تبدیل ہو سکتا ہے۔ دیکھو شکل (۱۲)۔



شکل (۱۲) سر کے سے ایک معین فاصلہ پر سر کا دو شاخہ جھپورن چپان کیا گیا ہے وزن کو شاخ سے کس کر باندھ دو۔ اور دونوں دو شاخوں کو مرتعش کر کے جو ضربیں پیدا ہوتی ہیں ایک مقررہ مدت میں انکی تعداد گن لو۔ ضربوں کی تعداد فی ثانیہ دریافت کرنے کے لئے جتنی

ضرر میں گنتا ممکن ہو، گنود و رزوقت کا شمار چلر گنتی کھڑی سنے  
 کر و۔  
 پھر وزن کو شاخ کے دوسرے مقاموں پر  
 کس کر باندھ کر بھی علی دوہرا و۔ اور ترسیبی طریقہ سے  
 منحنی کہیں چکر، سرے سے وزن کے فاصلہ، اور ضربوں کی  
 تعداد ذنی ثانیہ میں تعلق ظاہر کر و۔



## تیسرا باب

تنے ہوئے تار کا عرضی ارتعاش

فصل (۱) عرضی موجوں کی اشاعت تنے ہوئے تار پر

تنے ہوئے تار پر سے عرضی موج کی رفتار کے لئے حسب ذیل ضابطہ مستنبط ہوتا ہے۔

$$v = \frac{F}{\mu}$$

جس میں (F) سے مراد تار کو تاننے والی قوت ہے اور (μ) اس کی کثیت فی اکائی طول۔

اگر (T) پونڈل میں تانی جاوے اور (L) پونڈ فی فٹ ہو، تو رفتار (V) فی ثانیہ میں شمار ہوگی۔ اور اگر (T) ڈائمنوں میں محسوب ہو اور (L) گرام فی سنتی میٹر ہو، تو رفتار (V) سنتی میٹر فی ثانیہ حاصل ہوگی۔

تجربہ (۶) تار پر سے موج کی رفتار کی تعیین۔

ایک کٹی میٹر لمبی ڈوری کا ایک سرا بانده دو اور دوسرے سرے کو ایک چرخ پر سے پھیر کر اس سے ایک ترازو کا پلوا لٹکاؤ۔ پلوسے میں مختلف وزن کی ہائٹس رکھ کر ڈوری کو تانؤ۔ پھر اس کو اس کے ایک سرے کے قریب چھتر کر (یعنی یکا یک ذرا سا جھٹکا دیکر) جو غل ڈوری پر حرکت کرتا ہے، ایک سرے سے دوسرے سرے تک ۱۰ یا ۱۵

مرتبہ جانے کے لئے کتنا وقت صرف ہوتا ہے۔ اس میں کیسٹ کی دقت محسوس نہو گی، اس لئے کہ خلیہ ڈوری پر سے حرکت کرتا ہوا صاف نظر آئیگا۔ دقت چلر کئی گھڑی کے ذریعہ شمار ہو سکتا ہے۔

اگر پلڑا اور اس میں جو وزن رکھا گیا ہے دونوں ملکر (د) گرام ہوں تو ڈوری کا تناؤ

(ت) = وج ڈائیں

ایسی ہی ایک ڈوری کے ایک معلوم طول کو تول کر اس کے ایک سنتی میٹر کی کیسٹ دریافت کرو۔

خلیہ کی حرکت مشاہدہ کرنے سے موج کی جو رفتار شمار ہوگی رفت سم فی ثانیہ کے مساوی ہوگی۔

تجربہ (۷) ایک غیر معلوم کیسٹ کی یقین موج کی رفتار کے مشاہدہ سے۔ اس سے پیشتر کے تجربہ میں جو ڈوری استعمال ہوئی تھی اس کے ایک سرے سے دریافت طلب کیسٹ کا وزن لٹکاؤ۔ اور پھلے کی طرح ڈوری پر سے خلیہ کی رفتار معلوم کرو۔ اور ان مساواتوں سے وزن کی کیسٹ شمار کرو۔

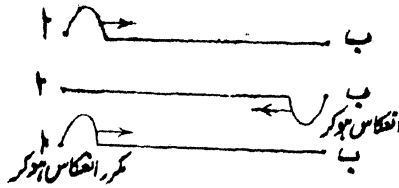
(غیر معلوم) کیسٹ و =  $\frac{ت}{ج}$

اور ت = مراک

اس کے بعد ترازو میں اس وزن کو تول کر موج کی رفتار کے تجربہ سے جو نتیجہ ماخوذ ہوا ہے اس کی صحت کا مقابلہ کرو۔

### فصل (۲)۔ تے ہوئے تار کے مقیم ارتعاش

اگر ا اور ب دو نقطوں کے بیچ میں ایک تار تانا جائے (شکل ۱۳)، اور تار کے کسی مقام پر بھی 'خل' پیدا کیا جائے تو 'خل' تار پر سفر کرتا ہوا اس کے ایک سرے تک جائیگا۔ وہاں منعکس ہو کر دوسرے سرے کی طرف جائیگا۔



شکل (۱۳)

‘خل’ کا انعکاس تے ہوئے تار کے سرور سے .

انعکاس سے اس کی شکل آلت جائیگی۔ جب وہ تار کے دوسرے سرے پر پہنچے گا وہاں پھر انعکاس ہو گا جس سے ‘خل’ اپنی ابتدائی شکل میں واپس لوٹ آئیگا۔ یعنی خل تار کا فاصلہ دو بار طے کرنے کے بعد تار کی حالت (بجائز حرکت وغیرہ) وہی ہوتی ہے جو خل کے آغاز کے وقت تھی۔ بالفاظ دیگر جب ‘خل’ تار پر سے ایک مرتبہ ایک سمت میں اور دوسرے مرتبہ مخالف سمت میں پورا طول طے کرتا ہے تو تار کے ارتعاش کا ایک پورا دور بھی مکمل کو پہنچتا ہے۔ چونکہ اشاعت موج کی رفتار  $v$  ہے اور ایک کامل دور میں موج تار پر فاصلہ  $(\lambda)$  طے کرتی ہے،

جہاں (ل) سے مراد تار کا طول ہے، اس لئے ارتعاش کا وقت دوران

$$v = \frac{v}{\lambda}$$

پس تعدد ارتعاش  $\lambda = \frac{1}{v}$  = غ

اس مساوات سے متنبہ ہوئے تار کا تعدد ارتعاش شمار ہو سکتا ہے، اگر ل، ت اور ک کی قیمتیں معلوم ہوں۔

### صوت پیمایا کتارا

صوت پیمایا ایک آلہ ہوتا ہے جس میں ایک تختہ پر دو گھوڑیاں مضبوط بہنا دی جاتی ہیں۔ ان پر سے ایک یا ایک سے زیادہ تار تانے جاتے ہیں۔ تاروں کے ایک ایک سرے پر حلقہ بنا کر ایک ایک گھونٹی میں پہنایا جاتا ہے جو تختہ پر ایک گھوڑی کے پاس نصب کی ہوئی ہوتی ہے۔ ایک تار کا دو سرے اسیراد دوسری گھوڑی کے پاس کی ایک گھونٹی پر پٹیت کرتا رہا کو عام طور پر ہمیشہ کے لئے قائم کر دیا جاتا ہے۔ گھونٹی کو کبھی سے پھیرنے سے تار کا تناو حسب ضرورت گھٹ بڑھ سکتا ہے جس سے تار کے سُر کا امتداد ٹھیک ہو جاتا ہے۔ دوسرے تار کا دوسرا سر ایک پلڑے سے باندھ دیا جاتا ہے۔ یہ تار بھی دونوں گھوڑیوں پر تنا ہوا

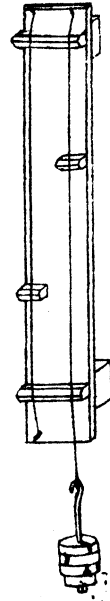
ہوتا ہے اور اس کا تناؤ پلڑے کی باؤں کے ذریعہ ترتیب دیا جاتا ہے۔ اگر تختہ افقی وضع میں لٹایا جائے تو تار کو ایک چرخ پر سے بھانا پڑتا ہے تاکہ پلڑا سیدھا لٹکے۔ اس سے تار کے تناؤ کا

پلڑے کی باؤں سے صحیح پتہ نہیں چل سکتا کیونکہ چرخ سے رگڑ بہت ہوتی ہے۔ بدیں وجہ صوت پیمائے کو انتہائی وضع ہی میں استعمال کرنا مناسب ہے۔

تاروں کے لئے ایک ایک غیر قائم گھوڑی بھی استعمال کی جاتی ہے۔ اس کو تاروں کے نیچے سرکانے سے ان کے مقش حصوں کا طول تبدیل ہوتا ہے جس سے ان کے سروں کا امتداد بدل دیا جاسکتا ہے۔

تجربہ ۸۔ تار کے طول کے ساتھ امتداد کی تبدیلی۔ صوت پیمائے کو انتہائی وضع میں لٹکاؤ اور قائم تار کے تناؤ کو کبھی سے کبھی پھیر کر ترتیب دو تاکہ تار کو

چھیڑنے سے ایک موسیقی سر نکلتے۔ معلوم تعدد ارتعاش کے چند دو شاخے لو۔ اور متحرک گھوڑی کو حسب ضرورت ہٹا کر اس تار کے طول دریافت کرو جو باری باری سے ایک ایک دو شاخے کے ساتھ



شکل (۱۴)

انتہائی صوت پیمائے

ہم سہ ہون گے۔ دو ران تجربہ تار کے تناؤ میں  
تغیر ہونے نہ دیا جائے۔ سڑلانے کے متعلق صفحہ (۳۶)  
پر جو ہدایات دئے گئے ہیں دیکھ لے جائیں۔  
اگر 'ع'، 'م'، 'س'۔ وغیرہ تعدد ارتعاش کے  
دو شاخوں کے ساتھ تار کے طول  $\frac{L}{2}$ ،  $\frac{L}{3}$ ،  $\frac{L}{4}$ ،  
وغیرہ ہم سہ ہوں تو معلوم ہوگا کہ  $\frac{L}{2}$ ،  $\frac{L}{3}$ ،  $\frac{L}{4}$ ،  
وغیرہ جس سے یہ نتیجہ حاصل ہوتا ہے کہ  
مستقل تناؤ کی صورت میں تار کے تعدد ارتعاش کو  
اس کے طول کے ساتھ عکسی نسبت ہوتی ہے۔  
اس نتیجہ کی مدد سے ایک غیر معلوم تعدد ارتعاش والے  
دو شاخے کا امتداد دریافت کرو۔ یعنی تار سے  
ایک طول لیکر پھلے ایک معلوم تعدد کے دو شاخے کے  
ساتھ ہم سڑ کرو۔ پھر ایک دوسرا طول لیکر  
غیر معلوم تعدد کے دو شاخے کے ساتھ ہم سڑ کرو۔

$$\frac{L}{2} = \frac{1}{2} \frac{L}{\text{ع}}$$

اگر 'ع' غیر معلوم تعدد فرض کیا جائے تو  $\frac{L}{2} = \frac{1}{2} \frac{L}{\text{ع}}$

مسادات کے بائیں جانب کی مقداریں سب  
معلوم ہیں۔ پس 'ع' کی قیمت دریافت ہو جاتی ہے۔  
ایک مستقل طول کے تار کے تعدد کو اس کے تناؤ وغیرہ  
کے ساتھ کیا مناسبت ہوتی ہے دریافت کرنا کی مقدار  
مشکل امر ہے۔ اس کے لئے معلوم امتداد کے متعدد  
دو شاخوں کی ضرورت ہوتی ہے۔ مندرجہ ذیل  
تجربوں میں یہ مناسبت راست طور پر دریافت

نہیں کیجائیگی بلکہ تار کے طول اور تناؤ دونوں کو تبدیل کر کے اوپر جو تجربہ بیان ہوا ہے اس کے نتیجہ کے لحاظ سے حسابی عمل کیا جائیگا جس سے تار کے امتداد پر اس کے طول کی تبدیلی کا اثر دریافت ہو جائیگا۔ پس محض تناؤ کی تبدیلی کا اثر اس کے امتداد پر کیا ہوتا ہے معلوم ہوتا ہے۔

تجربہ (۹) تناؤ کی تبدیلی کے ساتھ امتداد کی تبدیلی کی یقین۔ صوت پیما کے دوسرے تار کا تناؤ بدل کر دیکھو اس کے کون کون طول قائم تار کے ایک مقررہ طول کے ساتھ اس کے مستقل تناؤ کی حالت میں ہم سر ہوتے ہیں۔ فرض کرو یہ تناؤ بالترتیب  $L_1, L_2, L_3$  ت، ت، ت، وغیرہ۔

تار کے طول کو مستقل رکھ کر امتداد پر محض تناؤ کی تبدیلی کا اثر دریافت کرنے کے لئے تجربہ (۸) کے نتیجہ سے اس طرح مدد لی جاتی ہے:-

فرض کرو جب تار کا طول  $L_1$  تھا اور تناؤ  $T_1$  تھا تو امتداد  $E_1$  تھا۔ اس تار سے جب طول  $L_2$  لیا گیا تو امتداد  $E_2$  ہی رہنے کے لئے تناؤ کو بدل کر  $T_2$  کرنا پڑا۔ اگر پھلے کی طرح تار کا وہی طول یعنی  $L_1$  بحال رہتا تو تناؤ  $T_2$  کی حالت میں امتداد بدل جاتا۔ اگر اس کو  $E_2$  قرار دیا جائے تو

$$E_2 = E_1 \frac{L_2}{L_1}$$

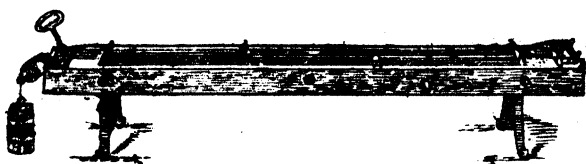
پس طول  $L_1$  کے تار کا امتداد  $E_2$  تناؤ  $T_2$  کی

حالت میں شمار ہو سکتا ہے۔  
 اسی طرح طول ل کا امتداد ع س = ع ا ل س ہوگا  
 جبکہ تناؤ ت س کر دیا جاتا ہے۔ اسطور پر ع س ع ا س وغیرہ  
 شمار کر کے نکالو اور بتاؤ کہ تعدد (ع) متناسب ہے  
 بات کے ساتھ۔  
 مشاہدات وغیرہ کے نتائج کو ذیل کی جدول کی طرح لکھو۔  
 قائم تار کا تعدد = ع ا

| تار کا تناؤ گرام<br>وزنوں میں<br>ت | تار کا طول جو تعدد<br>ع ا س دیتا ہے<br>ل | طول ل ا ہو تو سُر<br>کیا ہوگا حسابی عمل سے<br>ع = ع ا ل س وغیرہ | بات<br>ع  |
|------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| ت = ۱                              | ل = ۱                                    | ع = ۱                                                           | بات = ۱ ع |
| ت = ۲                              | ل = ۲                                    | ع = ۲ ع ا ل س                                                   | بات = ۲ ع |
| ت = ۳                              | ل = ۳                                    | ع = ۳ ع ا ل س                                                   | بات = ۳ ع |

جدول کے آخری خانہ کے عدد مستقل پائے جائینگے۔  
 یعنی متناسب ہے بات کا۔  
 تجربہ (۱۰) تار کی کیفیت فی اکائی طول کے ساتھ اس کے  
 تعدد کی تبدیلی۔ تار کو صوت پیدا پر ایک مقررہ وزن  
 کے ذریعہ تان دو۔ اور دیکھو قائم تار کے ساتھ  
 اس کا کیا طول ہم سُر ہوتا ہے۔

پھر اس تار کو صوت پیمیا پر سے نکال لے کر  
دوسرا تار چڑھا دو۔ لیکن اس کو پھلے وزن ہی کے  
ذریعہ تانو۔ پھر آزما لو قائم تار کے ساتھ اس کا  
کیا طول ہم سر ہوتا ہے۔



شکل (۱۵)

صوت پیمیا افقی وضع میں

یہی عمل تین یا چار مختلف تاروں کے ساتھ دہراؤ  
جو مختلف مادے اور مختلف قطر کے ہوں۔  
بعد ازاں ہر ایک تار کو (یا اس کے کافی لمبے  
تکڑے کو) تولو اور اس کا طول ناپ کر کیسٹ  
فی اکائی طول شمار کرو۔  
تجربہ (۸) کے نتیجہ کے ذریعہ حسابی عمل سے دریافت  
کر و ایک ہی نتاؤ کی حالت میں ہر ایک تار کا تعدد  
کیا ہوتا اگر اس کا طول پہلے تار کے طول کے مساوی  
ہوتا۔

اس سے ہر ایک تار کا تعدد (ع) معلوم ہو جاتا ہے جب کہ ان کے مساوی طول ایک ہی تناؤ کی حالت میں ارتعاش کو ینگے۔

بتاؤ کہ ع ماک کی قیمت ہر ایک تار کے لئے غیر متبدل ہے۔ یعنی ع متناسب ہے  $\frac{1}{L}$  کا۔  
نتیجہ اس طرح لکھا جائے:-

قائم تار کا تعدد = ع

| قائم تار کے ساتھ دوسرے تار کے طول ہم سر ہو ہیں | ہر ایک تار کی کمیت | ہر ایک تار کے طول کا حسابی | ع ماک |
|------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|-------|
| ل                                              | ک                  | ل                          | ع     |
| ل = ۱                                          | ک = ۱              | ل = ۱                      | ع = ۱ |
| ل = ۲                                          | ک = ۲              | ل = ۲                      | ع = ۲ |
| ل = ۳                                          | ک = ۳              | ل = ۳                      | ع = ۳ |

جدول کے آخری خانہ کے عدد مستقل پائے جائینگے۔  
یعنی ع متناسب ہے  $\frac{1}{L}$  کا۔  
تجربہ (۱۱) صوت پیمائے کے ذریعہ مطلق امتداد کی تعیین۔  
ایک تار کو معلوم قوت (ت ڈائیں) لگا کر تا نوچیں  
دو شاخے کے تعدد کی تعیین مقصود ہو اس کے ساتھ

اس تار کا کیا طول (ل) سم ہم سہ ہوتا ہے دریافت کر دو۔  
 تار کا ایک لمبا ٹکڑہ اکاٹ کر تول لو۔ اور اس کی  
 کیت فی اکائی طول (ک گرام فی سم) معلوم کر لو۔  
 پھر تار کا تعدد ارتعاش ضابطہ ذیل سے شمار کر دو۔  
 دو شاخہ کا تعدد بھی بھی ہو گا۔

$$ع = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{T}}$$

ان نتائج پر مختلف تجربے ترتیب دئے جاسکتے ہیں۔  
 ذیل میں چند مشقیں دیجاتی ہیں جو تاروں کے ارتعاش  
 پر وضع کی گئی ہیں۔  
 تجربہ (۱۲) ایک تار کے مادے کی کثافت کی  
 یقیناً صوت پیمائے ذریعہ۔ اس یقین میں تار کو صوت  
 پیمائے نختے پر سے علیحدہ کرنا نہیں چاہئے۔ ایک معلوم  
 تعدد کا دو شاخہ دیا جاتا ہے۔ معلوم قوت سے تار کو  
 تالو۔ اور اس کا کیا طول دئے ہوئے دو شاخے کے  
 ساتھ ہم سر ہوتا ہے دریافت کر دو۔

$$مسادات \quad ع = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{T}}$$

ع کی قیمت دی ہوئی ہے۔ ت معلوم ہے اور ل کی  
 پیمائش ہو لیتی ہے۔ پس ک کی قیمت شمار ہو جاتی ہے۔  
 چونکہ (ک) ایک سم لمبے فلزی اسطوانے

کی کمیت ہے اگر تار کی عمودی تراش کا نصف قطر (ط)

$$\text{ہو تو } \kappa = \pi \text{ ط}^2 \text{ اٹ}$$

جس میں (اٹ) سے مراد تار کی کثافت ہے۔ پس اگر تار کا نصف قطر کسر پیماس سے ناپ لیا جائے تو (اٹ) کی تعیین ہو سکتی ہے۔  
 تجربہ (۱۳) ایک دئے ہوئے وزن کی تعیین، صوت پیماس کے ذریعہ۔ صوت پیماس کے ذریعہ ایک غیہ معلوم وزن (مثلاً ایک تھیلی سیسے کی گولیوں سے بھری ہوئی) کی تعیین بھی ایک مفید مشق ہو سکتی ہے۔ معلوم تعداد کے ایک دو شاخے کے ساتھ، ل سم طول کے ایک تار کو دئے ہوئے غیر معلوم وزن کے ذریعہ تان کر ہم سر کیا جائے۔ قبل از قبل تار کے ایک کافی لمبے طول کو تول لیکر اس کی کمیت فی سنتی میٹر دریافت کر لیا جائے چونکہ

$$ع = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{\kappa}{\text{اٹ}} \right]$$

اور ع، ل، اور ک کی قیمتیں معلوم ہیں لہذا (اٹ) کی قیمت شمار ہو سکتی ہے۔  
 اگر وزن (و) گرام ہو تو ت = و ج

$$\text{پس } و = \frac{ت}{ج}$$

جس سے وزن کی تعیین ہو جاتی ہے۔  
 نوٹ۔ طالب علم کو چاہئے ایسے ضابطوں سے پرہیز کریں۔

$$\text{جیسے } \frac{1}{2} \text{ طل} = \text{ع} \quad \left[ \frac{\text{ت}}{\pi} \right]$$

$$\text{ث} = \frac{\text{ت}}{\pi^2 \text{ ط}^2 \text{ ع}^2} \quad \text{دیگرہ وغیرہ}$$

انکی صحت میں کلام نہیں، لیکن انکا یاد رکھنا حافظہ پر غیر ضروری ہو جھ ہے۔ جو نتائج ان میں شامل ہیں، سب کے سب، اس اساسی مساوات سے باسانی نکل آتے ہیں:

$$\text{ع} = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{\text{ت}}{\text{ث}} \right]$$

یہ مساوات ابتدائی اصول کے ذریعہ بالراست اخذ ہوتی ہے۔ جیسا کہ صفحہ (۲۷) پر بتایا گیا ہے، اس کا اخذ کرنا نغایت آسان ہے۔

(فصل ۳) تہنیک موسیقی لات کوہم سر سے متعلق

دو موسیقی آون کوہم سر کرنے میں (مثلاً ایک دوشانہ اور ایک تار کو، یا دو تاروں کو) اگر طال لب علم کا کان موسیقی رموز سے آشنا نہ ہو، تو دقت پیش آتی ہے۔ ایسی صورت میں سر ملنے کی شناخت بعض طریقوں سے کیجاتی ہے جو گمگ کے اصول پر مبنی ہوتے ہیں۔ ایک طریقہ ضربوں کے ذریعہ ہے۔ جب سر ملنے کے قریب ہوتے ہیں ان کے درمیان ضربیں

پیدا ہوتی ہیں۔ اُن کی وجہ سے آواز کی حدت میں جلد جلد تغیر محسوس ہوتے ہیں اور موسیقی رموز سے نا آشنا بھی اُن کو پہچان لیتا ہے۔

جب ضرر میں ارتقادر دیر دیر سے پیدا ہوتی ہیں کہ بعد کو چلکر پھیلائی نہیں جاسکتیں تو سمجھنا چاہئے کہ اب سُر ملگا۔ صوت پیمائے کے ساتھ تجربہ کرتے وقت تار کا طول تھوڑا تھوڑا بتدریج بدل کر ٹھیک کرنا چاہئے تاکہ ضرر میں زیادہ زیادہ دیر سے پیدا ہوں۔ جب وہ تیسرے نہو سکیں تو دونوں سُر متماثل سمجھے جاسکتے ہیں، یعنی آواز دینے والے جسموں کے تعدد مساوی ہیں۔ دوسرا طریقہ، جبکہ تار افقی وضع میں ہوتا ہے،

یہ ہے کہ تار کے مقام وسط پر کاغذ کا چھوٹا راکب رکھا جاتا ہے۔ صوت پیمائے کے دوسرے تار کو مرتعش کرنے سے، یاد و شاخے کو مرتعش کر کے صوت پیمائے کے تختے پر کھڑا کرنے سے، کاغذ کا راکب حرکت کرنے لگیگا، بشرطیکہ تار کا سُر مرتعش جسم کے سُر کے قریب ہو۔ اگر دونوں سُر بالکل بلجائیں تو راکب کو ہیجان ہوگا۔ پس تار کے طول کو بتدریج بد لکر راکب کی حرکت پر نظر رکھنے سے اس کے سُر کو دئے ہوئے سُر کے ساتھ ملا سکتے ہیں۔

## آواز پر مزید علی مشفقین

- (۱) دونلیاں دونوں طرف سے کھلی دی جاتی ہیں، ایسی کہ ایک نلی دوسری کے اندر چھپس کر جاسکتی ہے۔ ان کے مجموعے کے طول کو ٹھیک کر کے ایک دوشاخے کے ساتھ ٹمک دلاؤ۔ اور اس سے دوشاخے کے تعدد ارتعاش کی تعیین کرو۔
- (۲) گرتی تختی کے ذریعہ دو دوشاخوں کے تعددوں کا مقابلہ کرو۔
- (۳) ایک دی ہوئی شیشے کی سلاخ میں آواز کی رفتار دریافت کرو۔
- (۴) معلوم تناؤ کی حالت میں، ایک دی ہوئی رسی پر عرضی موج کی رفتار ناپ کر، اس کے ایک سنتی میٹر طول کی کیفیت دریافت کرو۔
- (۵) صوت پیما کے ذریعہ سے دو تاروں کے مادوں کی کش فتوں کا مقابلہ کرو۔
- (۶) صوت پیما کے ذریعہ دو دوشاخوں کے تعددوں کا مقابلہ کرو۔
- (۷) دو پھیلیوں کے وزن کا، صوت پیما کے ذریعہ مقابلہ کرو۔
- (۸) ایک تار کو، یکے بعد دیگرے، مختلف وزنوں کے ذریعہ تانؤ۔ اور دریافت کرو ان صورتوں میں، ایک معلوم تعدد کے دوشاخے کے ساتھ ہم سر ہونے

کے لئے، تار کا طول بالترتیب کیا ہوتا ہے۔ ایسا ہی ایک تار دو میٹر لمبائی میں ۵۰ ارتعاش کرنے کے لئے کیا تناؤ چاہئے شمار کرو۔

(۹) ایک معمولی، تنگ گردن کی دوائی کی بوتل دیجاتی ہے۔ اس کو بطور گمکئے کے استعمال کرو۔ اور اس میں حسب ضرورت پانی ڈالکر گمک دینے والے ہوائی اسطوانے کا حجم تبدیل کر کے دریافت کرو کس حجم کا کیا تعدد ہوتا ہے۔ ایک منہنی کے ذریعہ گمک دینے والے اسطوانے کے حجم اور تعدد ارتعاش میں تعلق بتاؤ۔



# روشنی یا نور

## پہلا باب

ہندسی نوز کے کلیے

### فصل (۱) اختلاف منظر

جب تک روشنی ایسے واسطے میں سے گزرتی ہے، جس کے خواص ہر مقام پر اور ہر مقام کی ہر ایک سمت میں، ایک ہی ہوتے ہیں، اس کا گزر خطوط مستقیم میں ہوتا ہے۔ روشنی کی اشاعت خطوط مستقیم میں ہونے کی وجہ سے اس کی شعاع دیے نہایت قلیل عمودی تراش کی پینسل کو ایک ہندسی خط مستقیم سے تعبیر کیا جاسکتا ہے۔ کسی شے کے دکھائی دینے کی سمت، دیکھنے والے کی آنکھ میں داخل ہونی والی شعاع کی سمت پر منحصر ہوتی ہے۔ اختلاف منظر (پیرسکس) کی اصطلاح سے، جو ابتداء ہیئت کے مشاہدوں کے لئے مخصوص تھا، اب کسی شے کا وہ ظاہری انتقال مکان مفہوم ہے جو مشاہدہ کرنے والے کی حقیقی تبدیل مقام کے باعث پیدا ہوتا ہے۔ جس مقام سے کسی شے کو دیکھتے ہیں اگر وہ بدل جائے تو اس شے کی ظاہری وضع میں بھی ایسی مناسبت سے تبدیلی واقع ہوگی۔ مثلاً اگر ایک مقام سے دو چیزیں معائنہ

کی جاتی ہیں تو ایک ہی دوسرے کے لحاظ سے، ایک خاص وضع نظر آتی ہے (جس کو ہم اضافی وضع کہہ سکتے ہیں) پھر جب ان کو دوسرے مقام سے معائنہ کرتے ہیں تو ان کی اضافی وضعوں میں فرق نظر آتا ہے۔ بطور مثال کے، قرینق کی دو ٹیکنوں کو ایک میسر پر کھڑا کر دو۔ اور ان کو ایک ایسے مقام سے دیکھو کہ دونوں ایک سیٹ میں (ٹھیک ایک دوسرے کے پیچھے) نظر آئیں۔ اگر آپ اس مقام سے ذرا سا سیدھے جانب ہٹ کر دیکھو گے تو زیادہ فاصلہ پر جو ٹیکن واقع ہوگی دوسری ٹیکن کے سیدھے جانب نظر آئیگی۔ اس طرح اگر پہلے مقام سے بائیں طرف ہٹ کر دیکھو گے تو دور کی ٹیکن نزدیک کی ٹیکن کے بائیں جانب نظر آئیگی۔ پس جو شے زیادہ فاصلہ پر ہوتی ہے، مشاہدہ کرنیوالا جس طرف حرکت کرتا ہے اس طرف، کم فاصلہ کی شے کے لحاظ سے، حرکت کرتی ہے۔

کم فاصلہ کی ٹیکن کو اس کی پہلی جگہ پر قائم رکھ کر دوسری کو اس کے نزدیک لیجاؤ اور ان کے ایک سیٹ میں نظر آنے کے مقام سے ان کو ایک جانب استہرازی فاصلہ ہٹ کر دیکھو جتنا پہلے ہٹا تھا۔ اب دور کی ٹیکن نزدیک کی ٹیکن کے لحاظ سے پہلے سے کم ہٹی ہوئی نظر آئیگی۔ اگر ایک ٹیکن دوسری کے ساتھ ایک سیٹ میں مسلسل کھڑا کر دی جائے تو جس کسی مقام سے معائنہ کر دے گا دونوں ہمیشہ ایک سیٹ ہی میں دکھائی دینگی۔ آئینوں یا عدسوں سے پیدا ہونے والے خیالوں پر بھی یہی اصول حاوی ہے۔ جب دو جسم ایک دوسرے

ہر منطبق ہوتے ہیں یا دونوں ایک سیٹ میں مسلسل ہوتے ہیں، تو ان میں اختلاف منظر نہیں ہوتا۔ دو جسم یا خیال منطبق ہیں یا نہیں دریافت کرنے کے لئے یہی امتحان کیا جاتا ہے۔ اگر اختلاف منظر پایا گیا تو مصرحہ بالاقاعدے سے معلوم کر لیا جاتا ہے کہ کونسا جسم یا خیال زیادہ فاصلہ پر واقع ہے۔ اس طریقہ کا نام طریقہ اختلاف منظر رکھا گیا ہے۔ اختلاف منظر کی مختلف مثالیں دیکھنے میں آتی ہیں۔ [مثلاً تیز رفتار ریل گاڑی کے دریچوں میں سے باہر کیلپٹ دیکھنے سے نزدیک اور دور کی چیزوں کی اضافی حرکت سے سارے منظر میں تقریباً دائری حرکت پیدا ہونے کا اشتباہ ہوتا ہے۔ مترجم]

## (فصل ۲) مستوی سطحوں سے انعکاس

### روشنی کے انعکاس کے کلیے

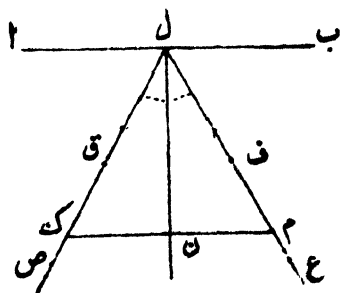
جب روشنی کی شعاع کسی صیقل کی ہوئی سطح پر گرتی ہے تو اس کا انعکاس ان قواعد کے تحت ہوتا ہے :-  
 قاعدہ (۱) واقع شعاع، منعکس شعاع اور اس مقام پر سطح کا عمودیتوں ایک مستوی میں واقع ہوتے ہیں۔  
 قاعدہ (۲) واقع شعاع اور عمود کا درمیانی زاویہ (زاویہ وقوع) مساوی ہوتا ہے منعکس شعاع اور عمود کے درمیانی زاویے کے (زاویہ انعکاس کے)۔

تجربہ (۱۴) انعکاس کے قواعد یا کلیوں کا عملی ثبوت۔ ایک  
مستوی آئینہ اور چمڑا پنوں کے ذریعہ سے ان قواعد کو  
اس طرح ثابت کر سکتے ہیں:-

نقشہ کشی کے کاغذ کو نقشہ کشی کے تختے پر جادو۔  
اور اس پر ایک آئینے کی پٹی انتصابی وضع میں کھڑا  
کر دو۔ آئینہ انتصابی نالی کے ایک لکڑی کے کندے  
میں کھڑا کیا جاسکتا ہے۔ اس کی سطح بالکل مستوی ہونی  
چاہئے اور جتنا پتلا ہو گا اتنا ہی اچھا ہو گا۔ اگر ممکن ہو تو  
ایسا آئینہ استعمال کیا جائے جس کے سامنے کی سطح پر چاندی  
چڑھی ہوئی ہو۔

عالمس سطح کا مقام بتانے کے لئے کاغذ پر ایک  
خط کھینچو۔ تختے پر دو اپنی عکاسی کھڑے کر دو (شکل ۱۶)  
آئینے میں دیکھنے سے ان کے خیال نظر آئیں گے۔ ان کو ایسے  
مقام پر رکھو جہاں سے یہ خیال ایک سیٹ میں نظر آئیں۔

اور دوسرے دو اپنی  
ص اور ق ان خیالوں  
کے ساتھ ایک سیٹ  
میں نصب کر دو۔ ع اور  
ف کے مابین کافی فاصلہ  
(۱۰ یا ۱۵ سنتی میٹر)  
ہونا چاہئے۔ ص اور  
ق میں بھی اتنا ہی جھلم  
خط ع ف ایک واقع  
شعاع بتائیگا۔ خط  
ص ق سے اس کی منعکس



شکل (۱۶)  
انعکاس کے کلیے

شعاع کا پتہ چلیگا۔ اگر آئینہ کی وضع نقشہ کشی کے تحتہ پر عمودی ہے تو ضرور ہوگا کہ ص اور ق اپتوں کے پاؤں ع اور ف اپنوں کے پاؤں کے ساتھ ایک مسلسل خط میں نظر آئیں۔ اس لئے کہ اس صورت میں آئینہ کا عمود نقشہ کشی کے تحتہ کے مستوی میں واقع ہوتا ہے، اور انعکاس کے پہلے کلیے کے بموجب شعاع واقع، شعاع منعکس اور آئینہ کا عمود تینوں ایک ہی مستوی میں ہونا چاہئے۔

فرض کر دے شعاعیں آئینہ سے نقطہ ل پر ملتی ہیں۔ نقطہ ل پر ل ن آئینہ کے عمود وار کہنچو۔ گنیا کے ذریعہ م ل ن اور ک ل ن زاوے ناپ لو۔ اور ل سے شعاعوں کی سیدھ میں ل ک اور ل م مساوی فاصلہ (مثلاً، اسم) ناپو اور ک م کو ملاؤ۔ اگر ک ل ن اور م ن مساوی ہوں تو مثلث ک ل ن اور م ل ن متطابق ہیں اور م ل ن اور ک ل ن زاوے باہم مساوی ہیں۔ خطوط ک ل ن اور م ل ن کے طول ناپو اور نتائج قلمبند کرو۔

انعکاس کے دوسرے کلیے کے ثبوت کے لئے واقع شعاع کی کم از کم دو اور دضعین بدل کر بھی عمل دوہرایا جائے۔ ہر صورت میں زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاس پیمائش سے مساوی پایا جاتا چاہئے۔

اگر آئینہ موٹا ہے تو خطوط ع ن اور ص ق آئینہ کی سامنے کی سطح کے عقب میں شیشہ کی موٹائی کے

تقریباً  $\frac{1}{2}$  فاصلہ پر ملینگے۔ ان کے ملنے کے مقام کو سطح عاکس کا معادل تصور کرنا چاہئے۔  
مستوی آئینہ میں کسی شے کا خیال بنتا ہے تو آئینہ کے پیچھے اُسی قدر دور ہوتا ہے جس قدر شے آئینہ کے سامنے ہوتی ہے۔

تجربہ (۱۵) مستوی آئینہ سے پیدا ہونے والا خیال۔  
ایک اپن کو ایک مستوی آئینہ کے سامنے کسی مقام پر کھڑا کر دو۔ جہاں اس کا خیال نظر آتا ہے وہاں ایک دوسرے اپن کو کھڑا کر کے آئینے کے اوپر سے دیکھو۔ اگر پھلے اپن کے خیال اور دوسرے اپن میں اختلاف منظر پایا جائے تو دوسرے اپن کو اس کے مقام پر سے اُٹھا کر کسی دوسرے مقام پر کھڑا کر دو۔ حتیٰ کہ اس آزمائش سے ایک ایسا مقام ہاتھ آئے کہ دوسرے اپن کو وہاں کھڑا کرنے سے وہ پھلے اپن کے خیال کے ساتھ کہیں سے بھی ایک سیٹ میں نظر آئے۔  
یہی مقام پہلے اپن کے خیال کا مقام ہے۔ پھلے اپن سے معادل عاکس سطح کا عمودی فاصلہ ناپو، اور نیز اس کے خیال کا عمودی فاصلہ اسی سطح سے۔ یہ دونوں تقریباً مساوی ہونا چاہئے۔  
ان کو اپنی مشقی بیاض میں لکھ لو۔

دو مستوی آئینوں کی سطحیں جب باہم دیگر ایک زاویہ پر مائل ہوتی ہیں تو روشنی کے انعکاس سے خیالوں کا ایک سلسلہ بنتا ہے۔

تجربہ (۱۶) مائل مستوی آئینے۔ دو خط مستقیم ایک افقی وضع کے کاغذ پر ایک دوسرے پر (۱) ۹۰ درجہ پر (۲) ۶۰ درجہ پر مائل کہیںچو۔ ان خطوں پر دو مستوی آئینوں کو استادہ کر دو۔

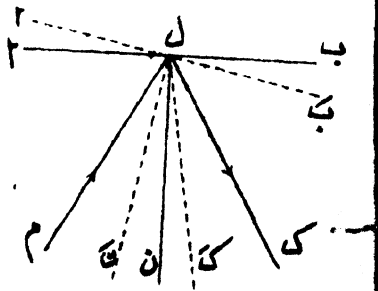
ابن کے زاویہ میلان میں کسی مقام پر ایک اپن  
 نصب کرو اور ان تمام خیالوں کے مقام دریافت  
 کرو جو روشنی کے انعکاس سے آئینوں میں دکھائی  
 دیتے ہیں۔ بتاؤ کہ یہ سب کے سب ایک دائرے  
 کے محیط پر واقع ہیں جس کا مرکز آئینوں کے تقاطع  
 کا نقطہ ہے، اور اگر زاویہ میلان (ز) درجہ ہو تو  
 خیالوں کی تعداد (نمبر ۱-۳) ہے۔

ایک خیال دونوں آئینوں کے عقب کے  
 زاویے میں دکھائی دیگا۔ جن شعاعوں کے ذریعہ  
 یہ خیال نظر آئیگا ان کو، اپن سے دیکھنے والے کی  
 آنکھ تک، خطوط پہنچ کر بتاؤ۔ امتیاز کی غرض سے  
 ہر ایک خیال پر مناسب نشان لگایا جائے مثلاً  
 ایک آئینہ میں ایک ہی انعکاس سے اگر خیال پیدا  
 ہو تو اس کو خ، کہا جائے۔ دوسرے آئینہ میں  
 ایک ہی انعکاس سے پیدا ہو تو خ ۲ اور اگر پھلے  
 آئینہ میں دوبار انعکاس اور دوسرے میں ایک  
 بار انعکاس ہو کر بنے تو خ ۱، ۲ وغیرہ۔

### مستوی آئینہ کی تحویل

جب کوئی آئینہ ایسے محور پر گھرایا جائے جو سطح  
 وقوع پر عمود وار ہو، تو شعاع منعکس آئینے کے  
 زاویہ تحویل سے دو چند زاویہ میں گھوم جاتی ہے۔  
 فرض کرو اب مستوی آئینہ کی ابتدا کی  
 وضع ہے۔ شکل (۱۷)۔ مآل واقع شعاع اور لکڑ

منعکس شعاع ہے، اور ل ن آئینہ کی سطح پر کا عمود۔  
جب آئینہ ایک معین زاویہ میں گھوم جاتا ہے تو  
فرق کر دہی حروف پر زبر کی علامت لگا کر  
شعاعوں و عینہ کی نشاندہی کی جاتی ہے۔ انعکاس  
کے کلیوں سے طالب علم باسانی ثابت کر سکیں گے  
کہ ل ن کے یعنی منعکس شعاع کے گھومنے کا زاویہ  
ن ل ن یعنی آئینے کے گھومنے کے زاویہ کا دو چندان ہے۔  
تجربہ (۱۷) گھومتے ہوئے آئینہ میں روشنی  
کی شعاع کا انعکاس۔ تجربہ کی مدد سے شعاعوں کے  
راستوں کو اپنیوں کے ذریعہ بتا کر یہ ثابت کر  
سکتے ہیں کہ منعکس شعاع آئینے کے زاویہ تحویل سے  
دو چندان زاویہ میں گھوم جاتی ہے۔ دو اپنیوں  
کے ذریعہ واقع شعاع م ل کی سمت اور دوسرے  
دو کے ذریعہ منعکس شعاع  
ل ک کی سمت بتائی  
جائے۔ عاکس سطح  
کی وضع بھی خط مینج  
کر بتائی جائے۔ اس کے  
بعد آئینے کو ایک معین  
زاویہ میں گھماؤ اور  
پھلے کی طرح اپنیوں  
کے ذریعہ منعکس شعاع  
کی نئی سمت معلوم کر لی  
جائے۔ آئینہ کی تحویل  
کا زاویہ اور منعکس



شکل (۱۷)  
آئینہ کی تحویل

شعاع کے گھومنے کا زاویہ، گنیا سے ناپ لئے جائیں۔  
آئینے کو متعدد وضعوں میں کھڑا کر کے اسی طرح  
عمل کیا جائے اور ان کے نتائج ایک جدول میں  
درج کئے جائیں۔

یہ بھی ثابت کر دو کہ اگر منعکس شعاع کی سمت  
مستقل رکھی جائے اور آئینہ کو پھلے ایک وضع  
میں کھڑا کر کے ایک چیز دیکھی جائے اور اس کے  
بعد اُس کو زاویہ (ز) میں گھما کر کوئی دوسری  
چیز دیکھی جائے تو ان کی سمتیں آئینے کے محور  
تحویل پر زاویہ (۲ز) بنائیں گی۔

### آلہ سدس

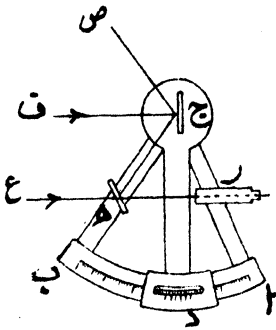
یہ آلہ دور کی دو چیزوں کے زاویہ مفارقت  
کی پیمائش کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ زاویہ  
مفارقت سے مراد وہ زاویہ ہے جو کسی دیکھنے  
والے کی آنکھ کو اُن دو چیزوں سے ملانے  
والے خطوط کے مابین واقع ہوتا ہے۔ زیادہ تر  
اُس کو فن جہاز رانی میں آفتاب، یا کسی ستارہ  
کا ارتعاع ناپنے کی غرض سے استعمال کرتے ہیں۔  
تجربہ (۱۸) آلہ سدس کی ترتیب۔ اس کو  
بنور ملاحظہ کرو۔ اب تقریباً ۶۰ درجہ کی ایک  
درجہ دار قوس ہے جس کے ساتھ دو قائم اور  
نیم قطری بازو ج آ اور ج ب لگے ہوئے ہیں۔  
ایک تیسرا بازو ج د قوس کے مرکز (ج) کے

گرد گہوم سکنا ہے۔ اس پر ایک علامت اور کسٹریما (د) نصب ہیں۔ ایک ماسی پیچ والے شکنجے کے ذریعہ سے اس بازو کو دہی رقتار دیجا سکتی ہے۔ (ج) کے پاس ایک مستوی آئینہ ہے جسکو اندر کس گلاس (نمائندہ شیشہ) کہتے ہیں اور جو متحرک بازو پر استادہ ہے اور اس کے ساتھ گہومتا ہے۔ آئینہ کی سطح درجہ دار قوسی سطح پر عمودی ہونی چاہئے۔ (بھ) پر ایک شیشے کی تختی نصب ہے جس کا

صرف نیچے کا آدھا حصہ مفقوض ہے۔ اسکی سطح بھی قوس کی سطح پر

عمودوار ہے اور اس کو افقی شیشہ کہتے ہیں۔ عموماً اس آلے کے ساتھ چند گہرے رنگ کے شیشے کی تختیاں بھی ہوتی ہیں جو آفتاب کی روشنی کی حدت لکھانے کے لئے استعمال کی

جاتی ہیں۔



شکل (۱۸) آرگنڈس

جب نمائندہ شیشہ افقی شیشے کا ٹھیک متوازی ہوتا ہے۔ در کی کسی چیز کی شعاعیں دور بین (ر) میں (جو ج ۱ بازو پر استادہ کیجاتی ہے) دو جدا گانہ راستوں سے داخل ہو سکتی ہیں۔ متوازی شعاعوں کی ایک پینسل افقی شیشے کے غیر مفقوض حصے میں سے

گزر کر دور ہیں میں بلا انحراف داخل ہوتی ہے۔ دوسری پنسل نمائندہ شیشے سے منعکس ہو کر افقی شیشے کے مقلض حصے پر پڑتی ہے۔ وہاں سے منعکس ہو کر دور ہیں میں پہلی پنسل ہی کی سمت میں داخل ہوتی ہے۔ سب کی سب متوازی شعاعیں دور ہیں (د) کے واسطے کے ماسکی مستوی میں جمع ہو جاتی ہیں اور اس دور کی چیز کا صرف ایک خیال بنتا ہے۔ ایسی حالت میں آلے کے متحرک بازو کی علامت (یا نمائندہ) درجہ دار قوس کے صفر نشان پر آ جانا چاہئے۔ اگر کسی اور نشان (د) پر آئے تو اس کو لکھ لینا چاہئے۔ یہ نشان آلے کے صفر کا نشان کہلاتا ہے۔ اب اگر متحرک بازو (اس کے آئینے ج سمیت) ایک چھوٹے زاوے میں گھمایا جائے تو آئینے سے منعکس ہونے والی شعاعیں دور ہیں میں پہلے سے جدا گانہ سمت میں داخل ہونگی۔ پس ان سے پیدا ہونے والا خیال راست نظر آنے والے (یعنی ج سے منعکس نہ ہو کر بننے والے) خیال سے کسی قدر مٹا ہوا نظر آئیگا۔

فرض کرو کہ  $\theta$  اور  $\phi$  سمتوں میں دکھائی دینے والی دور کی دو چیزوں کے درمیانی زاویہ کی پیمائش مقصود ہے۔ آلہ سدس ایسی وضع میں رکھا جائے کہ دور ہیں کا رخ راست ایک چیز کی طرف سمت  $\theta$  میں ہو۔ اس شے سے شعاعیں افقی شیشے کے غیر مقلض حصے میں سے گزر کر دور ہیں میں آئیں گی۔ آئینہ (ج) (متحرک بازو کے ساتھ) گھمایا جائے گا کہ اس ج کی سمت میں آنے والی شعاعیں

جگہ کی سمت میں منعکس ہو جائیں اور پھر افقی شیشے کے مفضض حصہ سے منعکس ہو کر دور میں داخل ہوں۔ تب دونوں دور کی چیزوں کا درمیانی زاویہ (یعنی جہ ص اور جہ ع سمتوں کا زاویہ میلاں) زاویہ ص ع ف ہے جو زاویہ ا ج د کا دو چند ہے۔ اور ا ج د زاویہ زاویہ ہے جس میں متحرک بازو ج د آئینہ (ج کے محور کے گرد نشان صفر سے نکل کر گھوما۔

تجربہ (۱۷) کے نتیجہ سے یہ صاف ظاہر ہے اس لئے کہ منعکس شعاع ج گہ کی سمت مستقل رہتی ہے۔

حصائی عمل سے بچنے کے لئے قوس اب کی درجہ بندی عموماً اس طرح کیجاتی ہے کہ ہر ایک درجہ پر اس کا دو ہر ا عدد لکھا جاتا ہے۔ اس سے زاویہ میلاں قوس کے نشان پر پڑھ لینے سے راست معلوم ہو جاتا ہے۔ یعنی بعد کے نشان اور صفر کے نشان کا تفاوت زاویہ مقصود ص ع ف ہے۔

نتائج صحیح ہونے کے لئے شرائط ذیل کی تکمیل ضروری ہے :-

(۱) انڈکس کلاس یعنی نائندہ شیشے کا مستوی درجہ دار قوس کے مستوی پر عمودی ہو۔

(۲) دور میں کا محور قوس کے مستوی کا متوازی ہو۔

(۳) ہر دو دور کی چیزوں کے لئے جن کی سمتوں کا زاویہ میلاں ناپا جاتا ہے نشان صفر کی یقین ہوئی چاہئے۔ اس لئے کہ اس کی قیمت ان چیزوں اور آلہ سدس کے درمیانی فاصلے کے لحاظ سے بدلتی ہے۔

آلہ کی ضروری ترتیبوں کے لئے ترتیبی بیج  
 جیسا ہوتے ہیں۔ لیکن اس کتاب کی مشقوں میں یہ  
 فرض کر لیا جائیگا کہ خود آلہ بنانے والے نے  
 آلے کو ترتیب دیکر ٹھیک کر دیا ہے۔ 'السمت'  
 تجربہ (۱۹) آلہ سدس کے ذریعہ سے 'السمت'  
 کی پیمائش۔ آلے کے ذریعہ ایک ہی افقی مستوی کی  
 دو چیزوں کا زاویہ میلان ناپا جائے۔ سہولت کی  
 غرض سے دو روشن موم بتیاں یا برقی لمپ (جراخ)  
 استعمال کے جا سکتے ہیں۔ آلہ سدس کو ان چیزوں ہی  
 کے مستوی میں رکھنا چاہئے۔ دونوں چیزوں تک کے  
 فاصلے ناپ لئے جائیں اور ان فاصلوں اور ان کے  
 زاویہ میلان (ز) کے ذریعہ سے ان چیزوں کا فاصلہ  
 ایک دوسرے سے شمار کیا جائے۔ بعد کو راست  
 طور پر ناپ کر اس فاصلہ کی تصدیق کر لی جائے۔ اس  
 سے زاویہ میلان کی صحت کا پتہ چلیگا۔  
 تجربہ ۲۰ آلہ سدس کے ذریعہ ارتفاع کی پیمائش۔  
 کسی دور کی چیز کا زاویہ میلان ارتفاع ناپا جائے۔ اس چیز کا  
 پائیں ترے حصہ آلہ سدس کی سطح میں ہونا چاہئے۔ زاویہ  
 ارتفاع کو آلہ کے ذریعہ ناپ لینے کے بعد آئینے اور  
 آلہ اور اس چیز کے بیچ کے حصہ کے درمیانی افقی فاصلہ  
 کی مدد سے ارتفاع شمار کرو۔ اگر ممکن ہو تو راست  
 ناپ کر اس ارتفاع کی تصدیق کر لو۔ اس سے بہتر  
 طریقہ کسی دور کی چیز کا ارتفاع ناپنے کا یہ ہے کہ  
 ایک کشادہ برتن میں پارہ ڈالکر شعاعوں کے انعکاس  
 سے دور کی چیز کے سرے کا خیال دیکھا جائے۔

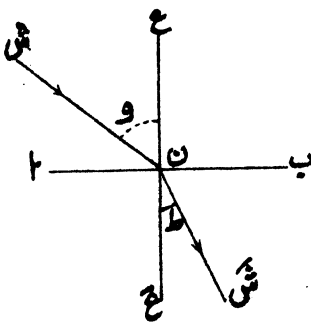
پارے کی سطح افقی ہوگی اسلئے اس چیز کے سرے اور اس کے خیال میں جو فاصلہ ہوگا، ارتفاع کا دو چند ہو گا۔ پس آلہ سدس سے اس چیز اور اس کے خیال کا زاویہ میلان نا پنے سے زاویہ ارتفاع (جو اس زاویہ کا نصف ہے) معلوم ہو جاتا ہے۔

## فصل (۳) مستوی کو نیں روشنی کا انعطاف

### انعطاف کے کلیئے

جب روشنی کی شعاع ایک واسطہ سے نکل کر دوسرے واسطہ میں آتی ہے تو عموماً اسکی سمت تبدیل ہو جاتی ہے۔ اسی کا نام روشنی کا انعطاف ہے۔ منعطف شعاع کی سمت پر تمام ایزوٹروپک (متساوی التوجہ) واسطوں میں ذیل کے دو کلیئے حاوی ہیں۔

[نوٹ۔ ایزوٹروپک واسطہ سے مراد ایسی چیز ہے جس کے خواص ہر سمت میں یکساں ہیں۔ یعنی سمت کی تبدیلی کا خواص پر اثر نہیں پڑتا۔] کلیہ (۱) شعاع واقع سطح پر کا عموماً اور شعاع منعطف تینوں ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔



شکل ۱۹ کلیہ انعطاف

کلیہ (۲) زاویہ وقوع کی

جیب کو زاویہ انعطاف کی جیب سے جو نسبت ہوتی ہے کسی دو واسطوں اور کسی خاص رنگ کی روشنی کے لئے مستقل ہوتی ہے۔ اس مستقل عدد (م) کو پہلے واسطہ سے دوسرے واسطہ میں روشنی کی شعاع کا انعطاف نما کہتے ہیں۔

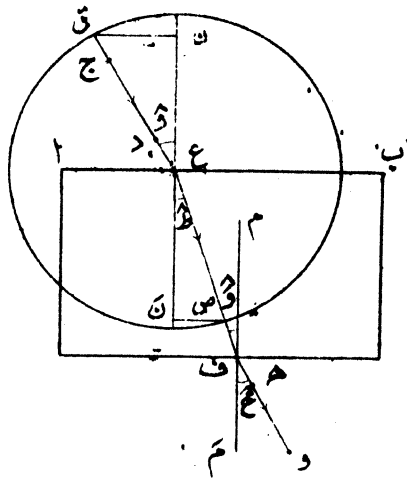
اگر شکل (۱۹) میں اب کو دو واسطوں کو تفریق کرنے والی سطح فرض کیا جائے۔  $\sin$  نقطہ ن پر کی واقع شعاع اور  $\sin$  شعاع کا عمود، تو منوط شعاع  $\sin$  اسی مستوی میں ہوگی جس میں  $\sin$  اور  $\sin$  واقع ہیں۔ اور

$$\text{جب } \frac{\sin}{\sin} = \text{ایک مستقل} = m$$

و زاویہ وقوع یعنی  $\sin$  ہے اور  $\sin$  زاویہ انعطاف یعنی  $\sin$  ہے۔ کسی مادے کے مطلق انعطاف نما سے مستقل (م) کی قیمت مراد ہے جب کہ روشنی کی شعاع خلا اس مادے میں داخل ہوتی ہے۔ روشنی ہوا سے نکل کر مادے میں داخل ہونے وقت مستقل کی جو قیمت ہوتی ہے اس میں اور مطلق انعطاف نما میں نہایت قلیل فرق ہے۔

تجربہ ۲۱ انعطاف کے کلیوں کی تصدیق ایک مستطیل شیشے کے کندے کو نقشہ کشی کے بڑے ٹاپر رکھو اور اس کے گرد باریک پنسل سے خط کھینچ کر کاغذ پر اس کا مقام معین کر دو۔ دو اپین

کندے کے ایک جانب اس طرح کپڑے کر دو کہ انکو ملانے والا خط شیشے کی سطح پر ایک ترچھی شعاع واقع کی مثال ہو۔ اپن ایک دوسرے سے کم از کم۔ اسم فاصلہ پر ہونے چاہئیں۔ اب کندے کے مقابل کی جانب سے شیشے کے اندر دیکھو اور آنکھ کو ایسے مقام پر بیجاؤ جہاں سے دونوں اپن ایک ہی خط میں نظر آئیں۔ پھر دو اور اپن کندے اور آنکھ کے بیچ میں پیشتر کے دو اپنوں کے خیالوں کے ساتھ ایک سیٹ میں کپڑے کرو۔ انکا درمیانی فاصلہ ہی۔ اسم سے کم نہونا چاہئے۔ اس پر بھی غور کرو کہ جب آنکھ ٹھیک کاغذ کی سطح پر واقع ہوتی ہے تو نقطے جو کاغذ میں چاروں اپنوں کے



شکل ۲ شیشے کے کندے میں روشنی کا انعطاف

چشمے سے بنتے ہیں سب کے سب ایک خط پر نظر آتے ہیں۔ چونکہ

کند استطیل ہے اسکی عطف سطح کا غز کی مستوی میں ہوگی۔  
پس انعطاف کے پہلے کلیہ کی تصدیق ہوگئی۔

الہنوں (ج، د، ہ، و) کے مقاموں پر نشان کرو  
اور انکو اور کندے کو کاغذ پر سے اٹھا لو۔ ج د کو ملاؤ اور  
اُس کو آگے بڑھا کر کندے کی سامنے کی سطح سے نقطہ (ع) پر  
ملنے دو۔ اسی طرح ہ و کو ملاؤ اور اُس کو کندے کے  
مقابل والی سطح کی طرف آگے بڑھا کر اس سطح سے نقطہ (ف) پر  
ملنے دو۔ واضح ہے کہ ج د واقع شعاع کی سمت ہے اور  
ہ و خارج شعاع کی سمت۔ پس شعاع شیشے کے اندر نقطہ  
(ع) کے پاس داخل ہوئی اور نقطہ (ف) پر نکل آئی۔ ع ف  
کو ملاؤ۔ خط ع ف شعاع کا راستہ بتاتا ہے جب کہ وہ  
شیشہ میں سے گزرتی تھی۔ خارج شعاع ہ و اور واقع  
شعاع ج د دونوں متوازی ہونگے، اسکی بھی تصدیق کر لو۔  
ع اور ف کے پاس شیشے کی سطحوں پر عمود کھینچو۔

پہلی سطح پر وقوع کا زاویہ ق ع ن ہے۔ اختصار  
بطور اس کو و کہو۔

پہلی سطح پر انعطاف کا زاویہ ن ع ص ہے۔ اسکی  
ط سے تعبیر کرو۔

دوسری سطح پر یکے وقوع و انعطاف کے زاویوں  
کو بالترتیب و اور ح سے تعبیر کرو۔

جب (و اور ح) ط کی نسبت دریافت کرنے کے  
لئے دو طریقے استعمال کئے جاسکتے ہیں۔

طریقہ (۱) و اور ط زاویوں کو گنیا کے ذریعہ سے  
ناپ لو، اور ریاضی کی جدولوں میں دیکھ کر انکی جیبوں کی  
قیمتیں لکھ لو۔ پھر جب و کی قیمت شمار کرو۔  
جب ح ط

طریقہ (۲) تریسیمی طریقہ - نقطہ (ع) کو مرکز بنا کر کم از کم اسم نصف قطر کا ایک دائرہ کھینچو - نقطہ (ق) جہاں شعاع واقع دائرہ کو قطع کرتی ہے معلوم کر لو - اسے سطح نقطہ (ص) بھی جہاں شعاع منعطف (جو اگر ضرورت ہو تو آگے کو بڑھائی جائے) کا دائرے سے تقاطع ہوتا ہے، معلوم کر لیا جائے - ق دائرے سے ع پر کے عمود ن ع ن پر خطوط ق ن اور ص ن عمود دار کھینچو - اور ان عمودی خطوں کے طول احتیاط کے ساتھ ناپ لو -

$$\frac{\text{ق ن}}{\text{ص ن}} = \frac{\text{ق ع}}{\text{ص ع}} = \frac{\text{جب } \angle \text{و}}{\text{جب } \angle \text{ط}}$$

$\frac{\text{ق ن}}{\text{ص ن}}$  کی قیمت شمار کر لیجائے -

انعطاف کے دوسرے کلیہ کی تصدیق کے لئے جب زاویہ وقوع اور جیب زاویہ انعطاف کی نسبت، شعاع واقع کیلئے کم از کم دو مختلف وضعی ترتیب دیکر دریافت کیجانی چاہئے اور اس نسبت کی جو قیمتیں حاصل ہوں گی ان میں بہت قریب کی موافقت ہونی چاہئے - شیشے کا انعطاف نما ان قیمتوں کا اوسط ہوگا -

شیشہ کی دوسری سطح پر شعاع کا جو انعطاف ہوتا ہے، اس سے بھی ثابت کیا جاسکتا ہے کہ جب  $\frac{\text{و}}{\text{خ}}$  کی قیمت مستقل ہے -

جب  $\phi$  سے جو مستقل دریافت ہوا، ہوا سے شیشہ میں روشنی جانے کا انعطاف نما ہے اور جب  $\phi$  سے جو مستقل دریافت ہوگا، شیشہ سے ہوا میں روشنی جانے کا انعطاف نما ہے۔

اگر ان مستقلوں کو بالترتیب  $\mu$  مش اور  $\mu'$  قرار دیں، تو معلوم ہو جائیگا کہ  $\mu$  مش =  $\frac{1}{\mu}$  - واضح ہو کہ شیشہ کی سطحیں متوازی ہیں اور شعاع خارج شعاع واقع کے متوازی ہے یعنی  $\phi = \phi'$  اور  $\phi = \phi'$  - پس اوپر جو نتیجہ ماخوذ ہوا ہے خلاف توقع نہیں ہے

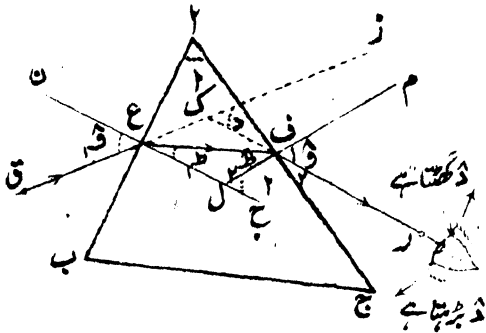
چونکہ  $\mu$  مش = جب  $\phi$  جب  $\phi'$  - جب  $\phi$  -  $\mu$  مش =

چونکہ  $\phi$  اور  $\phi'$  ساؤمی ہیں، اس لئے جب ایک متوازی سطحوں والے واسطے میں سے روشنی کا انعطاف ہوتا ہے تو واقع اور خارج شعاعوں میں انحراف نہیں پایا جاتا۔ پہلی سطح پر جو انحراف ہوتا ہے دوسری سطح پر اس کی پوری تلافی ہو جاتی ہے۔

### روشنی کا انعطاف منشور میں

جب روشنی کی شعاع ایک شیشہ کے منشور میں سے گزرتی ہے یا کسی بھی ایسے مادے کے منشور میں سے گزرتی ہے جو باعتبار نور ہوا سے کثیف تر ہو، تو

علی العموم، پہلی سطح پر کے انعطاف سے شعاع کی سمت میں جسطرف کو انحراف پیدا ہوتا ہے، دوسری سطح پر کے انعطاف سے بھی اسیطرف انحراف وقوع میں آتا ہے۔ (دیکھو شکل ۲۱)۔ اگر دونوں انحراف ایک ہی طرف نہ ہوں جیسا کہ شعاع کی بعض وضعوں میں پایا جاتا ہے تاہم ضرور کچھ انحراف وقوع میں آتا ہے اور شعاع منشور سے خارج ہوتی ہے تو اس کے قاعدے کی طرف مڑ جاتی ہے۔ خارج شعاع ف س اور واقع شعاع ق ع کی سمتوں میں جو



شکل ۲۱  
شیشہ کے منشور میں روشنی کا انعطاف

زاویہ میلان ہوتا ہے زاویہ انحراف کہلاتا ہے۔ شکل (۲۱) میں (ق) زاویہ انحراف ہے۔ ایک دھمے ہوئے منشور سے روشنی کی شعاع میں جو انحراف پایا جاتا ہے، شعاع کے زاویہ وقوع کے تابع ہوتا ہے۔ نظریہ اور تجربہ دونوں کے ذریعہ ثابت ہو سکتا ہے کہ زاویہ انحراف اس وقت اقل ہوتا ہے جبکہ شعاع منشور میں

سے متشاکلا گزرتی ہے۔ یعنی جب کہ شعاع کی سمت  $\hat{C}$  منشور کے اندر، منشور کے بازوؤں کے ساتھ مساوی زاویے بناتی ہے۔ ایسی حالت میں کہا جاتا ہے کہ منشور اقل انحراف کی وضع میں واقع ہے۔ اس وضع میں اگر  $\hat{Q}$  اور  $\hat{P}$  بالترتیب وقوع اور انعطاف کے زاویے ہوں تو انحراف کا زاویہ  $\hat{D} = 2(\hat{Q} - \hat{P})$  اور منشور کا انعطافی زاویہ  $(\hat{A}) = 2\hat{P}$

$$\text{پس } \hat{Q} = \frac{1}{2}(\hat{A} + \hat{D}) \text{ اور } \hat{P} = \frac{1}{2}\hat{A}$$

$$\text{لہذا } \mu = \frac{\text{جب } \hat{Q}}{\text{جب } \hat{P}} = \frac{\text{جب } > \frac{1}{2}(\hat{A} + \hat{D})}{\text{جب } > \frac{1}{2}\hat{A}}$$

[نوٹ:- چونکہ زاویہ اقل انحراف کو  $\hat{C}$  اور منشور کے انعطافی زاویہ کو  $\hat{A}$  لکھنا زیادہ مناسب ہوگا اسلئے ہم اس مساوات کو

$$\mu = \frac{\text{جب } > \frac{1}{2}(\hat{A} + \hat{D})}{\text{جب } > \frac{1}{2}\hat{A}} \text{ لکھیں گے}$$

پس  $\mu$  یعنی انعطاف نما کی قیمت کی تعین کے لئے ضرور ہے کہ منشور کا انعطافی زاویہ  $(\hat{A})$  ناپ لیا جائے اور پھر زاویہ اقل انحراف  $(\hat{C})$ ۔ مترجم [

تجربہ ۲۲۔ الہنوں کے ذریعہ شیشے کے منشور میں روشنی کے انعطاف کی تعین۔  
نقشہ کشی کے ایک تاو پر شیشہ کا ایک بڑا منشور

ایسی وضع میں رکھو کہ اسکا انعطافی کنارہ انتصابی ہوا پنسل سے منشور کے گرد لکیر کھینچ کر اس کا مقام معین کرلو۔ منشور کی ایک سطح سے بالکل متصل ایک الہن کھڑا کرو۔ اس سے تقریباً ۱۰ اسم فاصلہ پر ایک دوسرا الہن انتصابی وضع میں کاغذ میں چبھو دو۔ اب منشور کی دوسری سطح میں سے دیکھو گے تو ان الہنوں کے خیال، نظر آئینگے۔ انکھ کو ہٹا کر ایسے مقام پر لیجاؤ جہاں سے ان الہنوں کے خیال (جو روشنی کے انعطاف سے بنتے ہیں) ٹھیک ایک سیٹ میں دکھائی دیں۔ دو اور الہن آٹکھ اور منشور کے بیچ میں اس خط پر استادہ کر دو۔ پھر ان الہنوں کے مقاموں کے ذریعہ واقع اور خارج شعاعیں کھینچو۔ اور ان کو منشور تک آگے بڑھا کر انکا زاویہ میلان یعنی انحراف کا زاویہ معلوم کرلو۔ خروج کا زاویہ بھی معلوم کرلو۔ پہلے الہن کو منشور کی سطح سے لگائے رکھو اور اپنے مقام سے مٹنے نہ دو۔ لیکن دوسرے کو ایسی جگہ لیجاؤ کہ ان سے جو شعاع واقع بنیگی اسکا زاویہ وقوع منشور کی سطح کے ساتھ پہلے سے جداگانہ ہو۔ خارج شعاع اب جس راستہ سے جا بیگی اس کی سمت اور زاویہ انحراف معلوم کرلو۔ یہی عمل وقوع کے کئی جداگانہ زاویوں کے ساتھ جن میں تقریباً پانچ پانچ درجوں کا فرق ہو، کیا جائے۔ اور ایک منحنی کھینچ کر زاویہ انحراف اور زاویہ وقوع کا باہمی تعلق بتایا جائے۔

اس منحنی سے واضح ہوگا کہ زاویہ انحراف کی قیمت ایک خاص زاویہ وقوع کے لئے اقل ہوتی ہے۔

جب یہ صورت پیش آتی ہے تو بتایا جائے کہ زاویہ وقوع و زاویہ خروج دونوں مساوی ہوتے ہیں۔

تجربہ ۲۳۔ الپنوں کے ذریعہ، ایک منشور کے لئے شعاع کے زاویہ اقل انحراف کی تعیین۔

پہلے کی طرح منشور کو نقشہ کشی کے تختہ پر رکھو۔ زاویہ انحراف

منشور کے جن بازوؤں کے میلان سے پیدا ہوتا ہے انہیں سے ایک بازو سے لگا کر ایک الپن کھڑا کرو۔ اور اس سے کوئی استثنیٰ مینر دور ایک دوسرا الپن کھڑا کرو۔

اب منشور کے دوسرے بازو سے زاویہ کے اندر نظر ڈالو، ایسے مقام سے کہ متذکرہ بالا دو الپن ایک کے پیچھے ایک دکھائی دیں۔ پھر منشور کو اس کے بازو کے الپن سے لگا رکھ کر گہاؤ ساتھ ہی آنکھ کو بھی حسب ضرورت ہٹاتے جاؤ تاکہ دونوں الپن ایک سیٹ میں نظر آتے رہیں۔

جب منشور کو ایک طرف گہاؤ گئے تو دونوں الپن ایک سیٹ میں نظر آنے لگے لئے آنکھ کو اسپٹرف ہٹانے کی ضرورت پیش آئیگی۔ ہر منشور کے انعطافی زاویہ کا رخ ہوگا۔ اور جب اس کو مقابل جانب گہاؤ گئے تو آنکھ

کو پھسلے جس جانب ہٹانا پڑا تھا اب اس کے مقابل جانب گہانا ہوگا۔ ملاحظہ ہو شکل ۲۴۔ پہلی صورت میں منشور کے گہونے سے شعاع کے انحراف میں کمی واقع ہوتی

ہے اور دوسری صورت میں زیادتی۔ چونکہ ہمیں اقل انحراف کی وضع دریافت کرنا مقصود ہے اس لئے منشور کو اس طرح گھمانا چاہئے کہ آنکھ الپنوں کو ایک سیدھا

میں دیکھتے ہوئے منشور کے انعطافی زاوئے کی جانب ہٹے۔ جب منشور اس طرح تہوڑا سا گہوم لیگا تو الپن کچھ دیر تک اپنی جگہ پر قائم نظر آئینگے باوجودیکہ منشور کی گردش پیشتر ہی کی سمت میں جاری رہیگی۔ اس کے بعد بھی اگر منشور کو اس طرف گھمائینگے تو آنکھ کو پیشتر کی مقابل سمت میں مٹانا پڑیگا۔ جس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ انحراف میں پھر زیادتی شروع ہو گئی۔ پس منشور کو خفیف سا الٹا پھیر کر ایسی وضع میں لانا چاہئے کہ آنکھ شعاع واقع کی سمت تک سے، جقدر نزدیک ہونا ممکن ہو، ہو جائے۔ اقل انحراف کی یہی وضع ہوگی۔

منشور کی اس وضع میں دو الپنوں کے ذریعہ شعاع خارج کی راہ معین کردو اور منشور کے گرد پنسل سے لکیر کھینچ کر اس کے انعطافی زاویہ (۱) پر نشان لگا دو۔ اب منشور اور الپن کا غنہ پر سے اٹھا لئے جاسکتے ہیں اور واقع اور خارج شعاعیں کھینچ کر زاویہ اقل انحراف (ح) بتایا جاسکتا ہے۔ صحت عمل کے امتحان کی غرض سے دیکھو آیا منشور کے اندر سے شعاع کا راستہ اس کے دونوں بازوؤں کے ساتھ مساوی زاویوں پر مائل ہے یا نہیں۔

ضابطہ م =  $\frac{\text{جب } \angle \text{ (۱) سے}}{\text{جب } \angle \text{ (ح) سے}}$  کے ذریعہ سے

منشور کے انعطاف نما کی تعیین دو طریقوں سے ہو سکتی

ہے۔ (۱) گنیا کی مدد سے۔ زاوئے (۱) اور

(د) گنیا کے ذریعہ ناپ لئے جائیں اور ریاضی کی جدولیں دیکھ کر جب  $\frac{1}{2} + d$  اور جب  $\frac{1}{2} - d$  معلوم کر لئے جائیں۔

(۲) ترسیبی طریقہ سے (جو ڈاکٹر ڈبلیو ولن کا پیش

کردہ ہے)۔ کاغذ پر اقل انحراف کا زاویہ حسب طریقہ مصرعہ بالا لکیر کھینچ کر بتانے کے بعد منشور کو کاغذ پر ایسی وضع میں رکھتے ہیں کہ اس کے انعطافی زاویہ کے ایک پہلو کا انطباق خارج شعاع کے خط سے ہوتا ہے

اور اس زاویہ

کا انطباق واقع اور

خارج شعاعوں کے

نقطہ تقاطع (ک)

سے۔ پھر انعطافی زاویہ

کے دوسرے پہلو

سے لکیر کھینچ کر

شکل (۲۲) کی طرح

انعطافی زاویہ (۱)

بتا دیا جاتا ہے۔

اور (ک) کو مرکز

مان کر ۱۰ یا ۱۵ سم

قطر کا ایک دائرہ

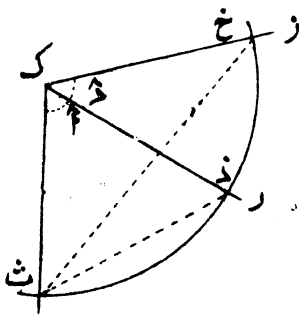
کھینچتے ہیں جو ان تینوں خطوط کو

ث، خ اور ذ

نقطوں میں قطع کرتا ہے۔

شکل کے ہندسی خواص پر غور کرنے

سے معلوم ہو جائیگا کہ



شکل ۲۲

انعطاف نما کی تعیین ترسیبی طریقہ سے

کھینچتے ہیں جو ان تینوں خطوط کو

ث، خ اور ذ

نقطوں میں قطع کرتا ہے۔

شکل کے ہندسی خواص پر غور کرنے

سے معلوم ہو جائیگا کہ

$$\frac{\text{جب} \left( \frac{1+d}{2} \right)}{\text{جب} \left( \frac{1}{2} \right)} = \frac{\text{شخ}}{\text{شخ}}$$

$$\frac{\text{شخ}}{\text{شخ}} = \text{م}$$

پس اگر خطوط شخ اور شخ کے طول ناپ لئے جائیں تو انعطاف نما (م) کی قیمت شمار ہو جاتی ہے۔

داخلی کلی العکاس اور زاویہ چل۔

جب روشنی کی شعاع ایک باعتبار نور کثیف تر واسطہ سے نکل کر لطیف تر واسطہ میں داخل ہوتی ہے تو سطح چل سے پرے صٹ جاتی ہے۔ یعنی جب > ۹۰ کی قیمت (۱) سے کم ہوتی ہے۔

پس زاویہ انعطاف کے بڑھنے کی شرح بہ نسبت زاویہ وقوع کے زیادہ ہوتی ہے۔ ایک زاویہ وقوع ۹۰ ایسا ہوتا ہے کہ انعطاف کے بعد شعاع خارج سطح چل کے متوازی ہوتی ہے۔

یعنی زاویہ انعطاف ۹۰ ہوتا ہے۔ پس جب > ۹۰۔

کثیف تر واسطہ سے لطیف تر واسطہ کا انعطاف نما۔

چونکہ جب > ۹۰ = ۱، لہذا اس انعطاف نما کی قیمت جب > ۹۰ کے مساوی ہے۔

اگر کثیف واسطہ میں زاویہ وقوع ۹۰ سے

بڑھ جائے تو شعاع اس سے نکل کر لطیف واسطہ میں داخل نہیں ہو سکتی۔ اسلئے کہ زاویہ خروج کی جیب کی قیمت (۱) سے بڑھ نہیں سکتی۔ پس ایسی صورت میں سب کی سب روشنی کثیف مادہ ہی میں منعکس ہو جاتی ہے۔ اس انعکاس کو کلی داخل انعکاس کہتے ہیں۔

وضع ہو کہ زاویہ  $\theta$ ، بلحاظ مقررہ دو واسطوں کے کثیف تر واسطہ میں کلی داخل انعکاس ہونے کا سب سے چھوٹا زاویہ ہے۔ جب زاویہ وقوع اس سے ذرا چھوٹا ہوتا ہے شعاع دوسرے واسطہ میں سطح فاصل سے تماس کرتی ہوئی خارج ہوتی ہے۔ اسی وجہ سے یہ زاویہ ان دو واسطوں کا زاویہ فاصل کہلاتا ہے۔

اگر لطیف واسطہ ہوا ہو تو جیب  $\theta$  کثیف واسطہ کے انعطاف نما کا عکس ہوگی۔ اس لئے کہ وہ کثیف واسطہ سے ہوا میں نور جانے کا انعطاف نما ہے۔

بتجربہ ۲۲۔

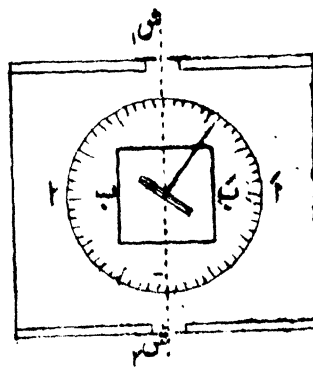
زاویہ فاصل کی

تعیین۔ شیشہ کی

دو متوازی تختیوں

کچھ بیج میں پتلے برتن

یا رانگ کے ورق



شکل ۲۳۔ زاویہ فاصل کی تعیین۔

کا حلقہ رکھ کر ہوا کی ایک باریک جھلی ملبوس کی جاتی ہے۔ کناڈا ہلسان کے ذریعہ تختیان جامدی جاتی ہیں اور آگ ایک انتصابی تھکے کے ساتھ جو تختیوں کے متوازی ہوتا ہے جوڑ دیا جاتا ہے، تاکہ سب کا سب ایک انتصابی محور کے گرد گھمایا جاسکے۔ زاویہ تحویل ایک ہم محور دائری پیمانے  $11^\circ$  کے ذریعہ ناپا جاسکتا ہے۔ شکل (۲۳)۔

جس مانع کا زاویہ فاصل دریافت کرنا مقصود ہو آگ اس میں ڈبو دیا جاتا ہے۔ اور مانع ایک مکعب شکل کے، شیشہ کی تختیوں سے بنائے ہوئے خانہ باب میں رکھا جاتا ہے۔

نور کی ایک تنگ پنسل مانع کے اندر سے، خانہ کے دو پہلوؤں پر عمودوار، گزرتی ہے۔ ش، ش، دو تنگ، متوازی جہریاں ہیں۔ ایک جہری میں سے دیکھتے ہیں اور دوسری جہری کے پیچھے مبداء نور رکھا جاتا ہے۔

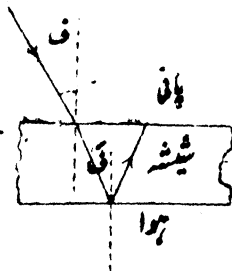
جب ہوا کی جھتی روشنی کی پنسل پر عمودوار واقع ہوتی ہے تو پنسل اس میں سے پار ہو جاتی ہے۔ تھکے کو گھمانے سے، مانع میں سے ہوا میں روشنی جانیکا زاویہ وقوع بڑھتا جاتا ہے یہاں تک کہ زاویہ فاصل کے مساوی ہو جاتا ہے۔ اگر تھکا اس سے ذرا اور زیادہ گھمایا جائے تو پنسل کا کلی انعکاس ہو کر ہوا میں کچھ بھی روشنی داخل نہیں ہونے پاتی۔ درجہ دار دائرے پر آگ کی کچھ وضع نشان کر لی جاتی ہے۔ پھر شیشہ کے خانے کو الٹا گھاتے ہیں یہاں تک کہ روشنی پھر پیدا ہوتی ہے

اس کے بعد بھی اس کو اسی طرح گھمائے جاتے ہیں حتیٰ کہ روشنی گہرے غائب ہو جاتی ہے۔ - خانہ جس زاویہ میں گہرا مانع کے زاویہ فاصل کا دو چند ہے۔

پس مانع کا انعطاف مناسبت =  $\frac{\sin \theta}{\sin \phi}$  جب  $\theta$  ف

اس طریقہ سے پانی کے زاویہ فاصل اور انعطاف نما کی تعیین کی جائے

[ چونکہ ہوائی جہلی شیشہ کی تختیوں میں مجبوس ہے اس لئے روشنی مانع سے شیشہ میں آتی ہے اور شیشہ سے ہوا میں۔ جب



روشنی غائب ہوتی ہے تو اسکا وقوع جس زاویہ فاصل پر ہوتا ہے دراصل شیشہ اور ہوا کے زاویہ فاصل پر ہوتا ہے۔ بریں ہم تجربہ متذکرہ بالا میں جو زاویہ ناپا جاتا ہے پانی اور ہوا کا زاویہ فاصل ہے۔ ذیل میں اس کی

شکل نمبر ۱ - زاویہ فاصل۔

وجہ بتائی جاتی ہے۔

اگر پانی میں شعاع کا زاویہ وقوع اس کا زاویہ فاصل (ف) ہو اور شیشہ سے ہوا میں جانے کا زاویہ وقوع (ت) ہو، تو

$$\frac{\sin \theta}{\sin \phi} = \frac{\text{پانی کی شیشہ کا انعطاف مناسبت}}{\text{پانی کا "}}$$

$$\frac{\text{یعنے جب ف}}{\text{جب ف}} = \frac{\text{ہوا مر شیشہ}}{\text{ہوا مر پانی}}$$

$$\text{لیکن جب ف} = \frac{1}{\text{ہوا مر پانی}}$$

$$\therefore \text{جب ف} = \frac{1}{\text{ہوا مر پانی}}$$

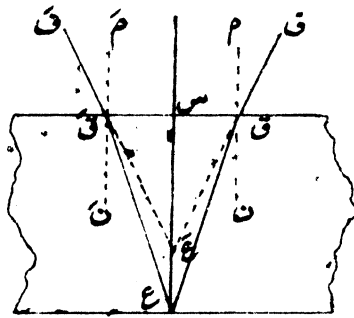
جس کے معنی یہ ہیں کہ اگر شعاع پانی سے شیشہ میں ایسے زاویہ پر واقع ہو جو پانی کے لئے زاویہ فاصل ہے تو منعطف شعاع شیشہ سے ہوا کی سطح پر جس زاویہ پر واقع ہوگی وہ شیشہ کے لئے زاویہ جھل ہوگا۔ پس شیشہ سے ہوا کی سطح پر ٹکرا کر شعاع کا کلی داخلی انعکاس جب ہی ہوتا ہے کہ پانی سے شیشہ میں داخل ہوتے وقت اسکا زاویہ وقوع پانی کے لئے زاویہ فاصل ہے۔

ظاہری موٹائی کے ذریعہ انعطاف نام کی تعین

جب کسی صاف پانی کے حوض میں نگاہ انتہائی وضع میں پڑتی ہے تو پانی کی گہرائی حقیقی گہرائی سے کم نظر آتی ہے۔ اسی طرح اگر شیشہ کے ایک مستطیل کندے میں سے دیکھا جائے تو اس کی موٹائی اس کی حقیقی موٹائی سے کم نظر آتی ہے۔ یہ دراصل روشنی کے انعطاف کا نتیجہ ہے جبکہ وہ پانی سے نکل کر ہوا میں یا شیشہ سے ہوا میں آتی ہے۔

فرض کرو (ح) شفاف مستطیل کندے کی تہ میں

ایک نقطہ ہے، جہاں سے نور کی شعاعیں نکلتی ہیں اور کندے سے ہوا میں جاتے ہوئے ق، ق کے پاس مڑ جاتی ہیں۔ شکل (۲۵)۔ ع ق اور ع ق عمود ع سے سے مساوی زاویوں پر مائل شعاعیں ہیں جو بعد انعطاف ق ق اور ق ق کی راہ سے ہوا میں چلی آتی ہیں۔ ان منعطف شعاعوں کو پیچے کی طرف بڑھانے سے وہ نقطہ (ع) پر مل جاتی ہیں۔ جب یہ شعاعیں کسی آنکھ میں داخل ہوتی ہیں تو اس کو نقطہ (ع) بمقام (ع) دکھائی دیتا ہے۔



شکل ۲۵ - ظاہری موٹائی۔

اگر ہوا سے روشنی کثیف تر واسطہ میں جانے کا انعطاف نما (م) قرار دیا جائے، تو

$$م = \frac{\text{جب } \langle \text{ف ق م} \rangle}{\text{جب } \langle \text{ع ق ن} \rangle} = \frac{\text{جب } \langle \text{ق ع س} \rangle}{\text{جب } \langle \text{ق ع س} \rangle}$$

$$\frac{\text{س ق}}{\text{س ع}} = \frac{\text{س ق}}{\text{س ق}} = \frac{\text{س ق}}{\text{س ع}}$$

جب دیکھنے والے کی نگاہ کندے پر انتہائی واقع ہوتی ہے تو س ع ق اور س ع ق زاوئے بہت چھوٹے ہونے ہیں اور ق ع ق قریب قریب س ع کے مساوی ہو جاتا ہے اور ق ع ق قریب قریب س ع کے۔

$$\frac{\text{س ع}}{\text{س ع}} = \frac{\text{س ع}}{\text{س ع}} = \frac{\text{س ع}}{\text{س ع}}$$

اگر حقیقی اور ظاہری مٹائی دونوں ناپ لی جائیں تو کندے کے مادے کا انعطاف نما دریافت ہو سکتا ہے۔

بخش ۲۵۔ پانی کا ظاہری عمق

ناپ کر اس کے انعطاف نما کی تعیین۔ سفید کاغذ کا ایک نوکدار ٹکڑا ایک گلاس یا شیشہ کے خانہ کی تہ پر بچھا کر اس پر کوئی وزندار چسپہ مثلاً پیسہ رکھ دو تاکہ کاغذ سرکھنے نہ پائے۔ خانہ کی تہ سیاہ رنگی جانی چاہئے یا خانہ سیاہ رنگ کے کاغذ پر رکھا جائے اور پانی سے بہرہ کر ایسی بلندی پر رکھا جائے کہ مشاہدہ کرنے والا اس کے اندر اوپر سے دیکھ سکے۔ پھر ایک دوسرا کاغذ کا نمائندہ

ایک ٹیکن پر اس طرح رکھا جائے کہ پانی کی سطح سے اس کی بلندی میں حسب ضرورت تغیر تبدیل ہو سکے۔ اوپر سے پانی میں دیکھنے سے پھلے کاغذ کا خیال جو شعاعوں کے انعطاف سے بینکا باسانی دکھائی دینگا۔ دوسرے کاغذ کا خیال بھی جو پانی کی سطح سے شعاعوں کا انعکاس ہو کر بینکا دکھائی دے سکیگا، بشرطیکہ اس دوسرے کاغذ کی نیچے والی سطح بخوبی روشن ہو۔ اس دوسرے کاغذ کی بلندی ٹھیک کر کے ان خیالوں کا اختلاف منظر رفع کیا جائے۔ ایسی صورت میں انعکاس اور انعطاف سے بنے ہوئے خیال ایک دوسرے سے منطبق ہو جائیں گے۔ انعکاس سے پیدا ہونے والا خیال پانی کی سطح کے نیچے اسقدر فاصلہ پر واقع ہے جسقدر دوسرا کاغذ سطح کے اوپر ہے۔ پس پانی کا ظاہری عمق اس کی سطح سے اس دوسرے کاغذ کے فاصلہ کے مساوی ہے۔ یہ ظاہری عمق اور حقیقی عمق دونوں ناپ لئے جائیں اور ان سے پانی کا انعطاف نما شمار کیا جائے۔

تجزیہ ۲۶۔ شیشہ کے انعطاف نما

کی تعین ظاہری عمق کے ذریعہ سے۔ ایک سفید کاغذ کے تاو پر ایک خط مستقیم کھینچ کر اس پر شیشہ کا ایک بڑا مستطیل کھینچ کر رکھو۔ اوپر سے اگر کندے پر نظر ڈالی جائے تو سارا خط دکھائی دینگا لیکن اس کا جو حصہ شیشہ کے اندر سے

دکھائی دیکھا بظاہر کیسے قدر اٹھا ہوا نظر آئیگا۔ اس حصہ کا ظاہری مقام معلوم کرنے کے لئے ایک الہن کو افقی وضع میں خط کے متوازی اور نوک شیشہ کی سطح سے لگائے رکھ کر حسب ضرورت اوپر اٹھاؤ یا نیچے اتارو حتیٰ کہ ایسا مقام ملاحظہ آئے کہ الہن کی نوک اور شیشہ میں سے دکھائی دینے والے خط کے حصہ میں اختلاف منظر پایا نہ جائے۔ اس مقام کی تعیین کے لئے ضرور ہوگا کہ الہن ایک ایسی ٹیکن پر رکھی جائے جو انتصابی خط میں حرکت کر سکتی ہو۔

الہن کی نوک سے شیشہ کی اوپر والی سطح کا فاصلہ ناپو اور نیز شیشہ کے کندے کی حقیقی موٹائی ناپ لو۔ ان دونوں کے ذریعہ شیشہ کا انعطاف نما شمار کرو۔ یہ طریقہ صرف اسی وقت موزوں ہوتا ہے جبکہ شیشہ کا کثافت کافی موٹا ہو۔ ۲ سنتی میٹر یا اس سے کم موٹی تختیوں کے لئے ایک گیسو پیماء خریدیں جو انتصابی خط میں ترتیب پاسکے استعمال کی جاتی ہے۔

بجربہ ۷۷۔ خرد ہیں کے ذریعہ سے انعطاف

نما کی تعیین۔ خرد ہیں کو (۱) ایک کاغذ یا کسبی اور مناسب مستوی سطح کے دیکھنے کے لئے (بغیر شیشہ کی تختی حائل رکھے) ماسک پر لائے ہیں، پھر (ب) تختی حائل رکھ کر اس کو کاغذ کے دیکھنے کے لئے ماسک پر لائے ہیں، اور (ج) تختی کی اوپر والی سطح کے لئے ماسک پر لائے ہیں۔ احتیاط کی جاتی ہے کہ ہر ایک صورت میں جو خیال دکھائی دیتا ہے اس میں اور خرد ہیں کے صلیبی تاروں

میں اختلاف منظر نہ ہو۔  
ان وضعوں میں خورد میں کاسر پیمیا پیمانہ پڑھ کر  
تختی کی حقیقی اور ظاہری موٹائی فوراً دریافت کر لی جاتی  
ہے اور پھلے تجزیوں کی طرح اسے انعطاف منہ شمار  
کیا جاتا ہے۔

الغآت اگر کم مقدار میں ہوں تو ان کا انعطاف  
منہ بھی کسر پیمیا خورد میں کے ذریعہ دریافت کیا جاسکتا  
ہے۔ جس طرف میں مانع ڈالا جائیگا اس کی تہ دیکھنے کے لئے  
خرد میں کو ماسکہ پر لائے ہیں۔ پہر طرف میں مانع  
ڈال کر تہ کو خورد میں سے دیکھتے ہیں۔ اور آخر میں  
مانع کی گہلی (ادپر کی) سطح خورد میں کو ماسکہ پر لا کر دیکھتے  
ہیں۔ آخری صورت میں اگر مانع کی سطح پر ذرا سا  
لائیکو پوڈیم کا سفوف چھڑک دیا جائے تو خورد میں کو  
ماسکہ پر لانے میں آسانی ہوگی۔

### فصل (۴) آتشی منحنیاں

مستوی اور گردی سطحوں کے انعکاس و انعطاف  
کے ابتدائی نظریہ میں فرض کر لیا جاتا ہے کہ  
ایک نقطے سے نکلنے والی شعاعوں کی پینسل انکاس  
یا انعطاف کے بعد ایک دوسرے نقطے پر جمع  
ہوتی ہیں یا اس سے پہلی ہوئی نظر آتی ہیں۔ اور  
یہ نقطہ زوجی ماسکہ کہلاتا ہے۔ بالعموم یہ بات  
محض تقریباً صحیح ہے۔ کوئی دو قریب کی شعاعیں بعد  
انعکاس یا انعطاف ایک نقطے پر متقاطع ہو سکتی

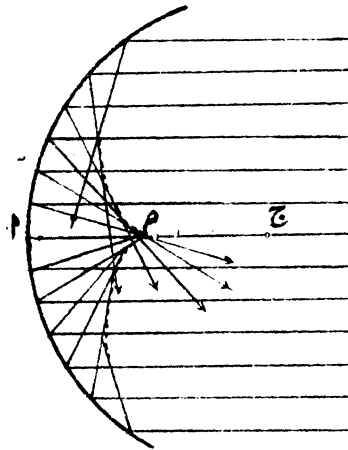
ہیں، لیکن یہ ضرور نہیں کہ یہ نقطہ دو اور نزدیک کی شعاعوں کے تقاطع کے نقطہ سے منطبق ہو۔ البتہ تمام شعاعیں ایک خاص منحنی سے تماس رکھتی ہیں جو (بوجہ کثرت حدت نور و حرارت) خط آتشی یا آتشی

منحنی کہلاتا ہے۔ فرض کرو ایک مقعر نصف کمرہ کی بطور مثال، فرض کرو ایک متوازی شعاعوں کے آئینہ پر اصلی محور کے متوازی شعاعوں کی ایک پنسل واقع ہے۔ شکل (۲۶) کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ بعد انعکاس صرف محور کے قریب کی شعاعیں اصلی پاسکے یعنی (ج) اور (۱) کے وسطی مقام (م) پر سے گزرتی ہیں۔ دوسری منعکس شعاعیں ایک آتشی خط کو چھوتی ہیں جو بلحاظ محور متساوی ہے اور نقطہ (م) پر ایک قرن رکھتا ہے۔

تجزیہ ۲۸۔ انعکاس سے پیدا ہونے والا

آتشی خط۔ اپنی مشقی بیاض میں صحیح پیمانہ پر ایک نقشہ کھینچ کر خط آتشی بناؤ جبکہ محور کے متوازی شعاعوں کی پنسل ایک نصف گردی آئینہ پر پڑتی ہے۔ پھلے ایک نصف دائرہ کھینچ کر آئینہ کی تراش بتاؤ۔ پھر کوئی ایک شعاع محور ج آ کے متوازی کھینچو۔ انعکاس کے بعد اس شعاع کی جو سمت ہوگی اس کو ہندسی طریقہ سے باسانی اس طرح بتا سکتے ہیں۔ (ج) کو مرکز مان کر ایک دائرہ کھینچو جو اس شعاع سے تماس کرے۔ آئینہ کے جس نقطہ پر شعاع واقع ملتی ہے اس سے ایک دوسرا خط کھینچو جو اس

دائرہ سے تماس کر رہے۔ شعاع منعکس بھی ہے۔  
 [طالب علم کو اس کے ثابت کرنے میں کوئی دقت نہوگی]۔  
 محور کے متوازی دوسری اور شعاعیں کہیں کر بھی عمل  
 دوہراؤ۔ اور منعکس متواتر شعاعوں کے قطع کے  
 مقاموں پر سے گزرنے والا منحنی کہیںچو۔ یہ منحنی اس  
 سطح آتشی کی تراش ہے جو ایک مقعر نصف کرڈی  
 آئینہ پر محور کے متوازی واقع شعاعوں کے انعکاس  
 سے بنتی ہے۔



فصل ۲۷ -

انعکاس سے آتشی خط کی پیدائش

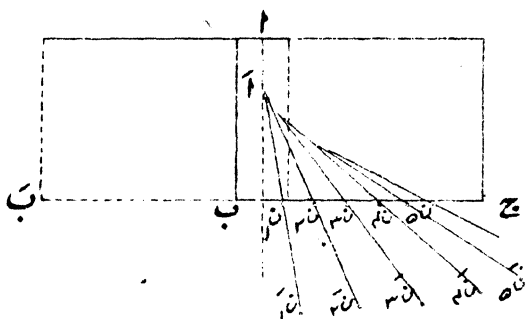
شیشہ کے ایک مستطیل کندے میں روشنی کے انعطاف  
 سے جو آتشی سطح بنتی ہے، اپنیوں کے ذریعہ تجربہ کر کے

اس کی شکل کہنی جاسکتی ہے۔

بجز ب ۲۹۔ انعطاف سے پیدا ہونے والا

انتشی خط۔ شیشہ کے کندے کو نقشہ کشی کے ایک  
ٹاؤپر رکھو اور اس کے ایک کونے سے تقریباً ۲ سہم  
فاصلہ پر، ایک لمبے کنارے سے لگا کر، ایک الپن  
(۱) کھڑا کرو، جیسا کہ شکل (۲۷) میں بتایا گیا ہے۔ مقابل  
کے کنارے پر، ۱/۲ سنتی میٹر فاصلہ سے ن، ن، ن، ن، ن  
وغیرہ چند نشان کرو۔ ان میں سے ایک مثلاً ن پر  
ایک الپن استادہ کرو، اور دیکھو ایک دوسرا الپن  
ن کہاں استادہ کیا جائے تاکہ کندے میں سے  
معائنہ کرنے سے تینوں الپن یعنی ۱، ن، اور ن  
ایک سیٹ میں نظر آئیں۔ جب الپن (ن) کا صحیح مقام  
مل جائے تو یہی عمل دوسرے نشانوں ن، ن، ن، ن، ن وغیرہ  
پر بالترتیب الپن چھو کر دہراؤ۔ جب سب مقام  
مشخص ہو جائیں شیشہ کے گرد پنسل سے نشان کر کے  
اس کو کاغذ پر سے اٹھا لو۔ پہر ن، اور ن کو خط کہنی  
کر ملاؤ اور اس خط کو ن کی سمت میں آگے بڑھاؤ۔  
اسی طرح ن، اور ن کو ملاؤ اور ن کی سمت میں آگے  
بڑھاؤ۔ یہ دونوں خط ایک نقطہ پر ملینگے جو الپن (۱) کا  
مجازی خیال ہے جو آنکھ کو ن، اور ن کے قریب  
سے دکھائی دیتا ہے۔ باقی متعلقہ نقطوں کو اسی طرح  
ملا کر خطوط کو آگے بڑھانے سے معلوم ہوگا (بشرطیکہ  
تجربہ کافی احتیاط سے کیا گیا ہے) کہ یہ سب خطوط  
ایک منحنی کو چھوتے ہیں۔

منحنی کا دوسرا پہلو اور قرن کا صحیح مقام معلوم کرنے کے لئے شیشہ کو بازو کی طرف ہٹا کر، نقطہ دار خط کے ذریعہ جو وضع بتائی گئی ہے، اس میں رکھنا ہوگا۔ مہرحہ بالا عمل کو دہرانے سے خط آتشی کا دوسرا پہلو بھی دریافت ہو جائیگا۔ جب شیشہ



شکل ۲۷۷۔

انعطاف سے آتشی خط کی پیدائش

میں سے اپن (۱) کو دیکھتے وقت نگاہ عمود وار واقع ہوگی تو اپن کا خیال اس آتشی خط کے قرن (۱) کے پاس نظر آئیگا۔ طالب علم کو چاہئے اس شکل کو بھی اپنی مشقی بیاض میں صحت کے ساتھ اتار لے۔

صفحہ (۷۱) پر جو ضابطہ ثابت ہوا ہے اس کے ذریعہ سے شیشہ کے کندے کا انعطاف نما شمار کر لیا جائے:

۴. مر . کندے کی حقیقی موٹائی  
ظاہری موٹائی

ظاہری موٹائی سے مراد خط آتشی کے قرن کا فاصلہ  
کندے کی اسی سطح سے ہے جو معاینہ کرنے والے کی  
انگلی سے قریب ترین ہے۔ سرل چاپ کے ذریعہ  
کندے کی حقیقی موٹائی ناپ لی جاسکتی ہے۔  
تنبیہ۔ چونکہ اس تریسیمی طریقہ سے آتشی خط کے  
قرن (۱) کا مقام کافی صحت کے ساتھ نہیں دریافت  
ہو سکتا ہے اس لئے انعطاف نما (مر) کی قیمت  
چند اضعاف صحیح شمار نہوگی۔

# دوسرا باب

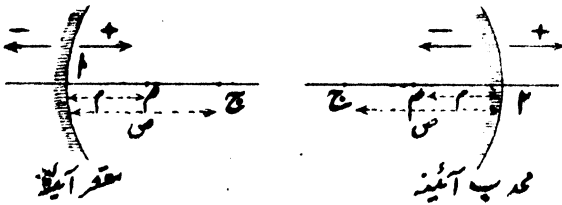
## کروی آئینے

### فصل (۱) تمہیدی نظریہ

کروی آئینہ سے مراد ایک مجلا سطح ہے جو ایک جزو کرہ کے مشابہ ہوتی ہے۔ کرہ کا مرکز آئینہ کا مرکز انحناء کہلاتا ہے۔ جب مجلا سطح کا رخ مرکز انحناء کی طرف ہوتا ہے تو آئینہ مقعر ہوتا ہے۔ جب مجلا سطح کا رخ مرکز انحناء کی مخالف سمت میں ہوتا ہے تو محدب۔ آئینہ کے وسطی مقام کو عموماً اس کا قطب کہتے ہیں۔ آئینہ کے محور سے مراد وہ خط ہے جو اس کے مرکز انحناء اور قطب کو ملاتا ہے۔ واضح ہے کہ کروی آئینہ کا کنارہ ایک دائرہ ہے۔ اس کے قطر کے سروں کو مرکز انحناء سے ملانے سے مرکز پر جو زاویہ بنتا ہے ہم اس کو آئینہ کا سمجھہ کہیں گے۔

جب محور کے متوازی شعاعوں کی ایک پنسل کروی آئینہ پر پڑتی ہے تو بعد انعکاس (اگر آئینہ مقعر ہو تو) مستقیم ہو کر محور کے ایک نقطہ پر جمع ہو جاتی ہے اور (اگر آئینہ محدب ہو تو) اس نقطہ سے متباعد ہو کر نکلتی ہوئی نظر آتی ہے۔ یہ نقطہ آئینہ کا اصلی ماسکہ کہلاتا ہے۔

چھوٹے سہوہ کے کردی آئینہ کا اصلی ماسکہ اس کے قطب اور مرکز انحناء کے مقام وسط پر واقع ہوتا ہے۔ جب مقعر آئینہ کے اصلی ماسکہ پر نور کا ایک نقطہ رکھا جاتا ہے (یعنی نہایت چھوٹے اباعد کا مبداء نور ہوتا ہے) تو بعد انعکاس شعاعیں محور کے متوازی چلی جاتی ہیں۔ ایسا ہی جب ایک مستحق پنسل ایک محدب آئینہ پر پڑتی ہے اور اس کا رخ آئینہ کے ٹھیک اصلی ماسکہ کی طرف ہوتا ہے تو انعکاس کے بعد شعاعیں محور کے متوازی چلی جاتی ہیں۔ آئینے کے محور پر جو فاصلے ناپے جاتے ہیں انکی علامتوں کے متعلق خاص قرار داد ضرور ہے۔ عام طور پر جو قرار داد مروج ہے ذیل میں اس کو درج کیا جاتا ہے۔



شکل نمبر ۲۔  
مقعر اور محدب آئینے۔

- (۱) تمام فاصلے آئینہ کے قطب سے ناپے جائیں۔
- (۲) قطب سے جب کوئی فاصلہ مبداء نور کی طرف

ناپا جاتا ہے تو مثبت تصور کیا جائے، اور جب اس کے مخالف سمت میں ناپا جاتا ہے تو منفی۔

پس اس قرار داد کے بموجب مقعر آئینہ کے انحناء کا نصف قطر اور اس کا ماسکی طول مثبت مقداریں ہونگی۔  
یہی مقداریں جب محدب آئینہ سے متعلق ہونگی تو منفی ہونگی۔ (دیکھو شکل ۲۸)۔

محور پر واقع دو نقطے زوجی ماسکے کہلاتے ہیں اگر ان میں سے ایک نقطہ سے نکل کر آئینہ سے منعکس ہونے کے بعد نور کی شعاعیں دوسرے نقطہ پر جمع ہوتی ہیں یا اس سے پھیلتی ہوئی نظر آتی ہیں۔

واضح ہے کہ یہ نقطہ ایک دوسرے کے خیال میں ایک نقطہ دوسرے کا ہندسی خیال کہلا سکتا ہے۔

کروی آئینوں کے انحناء کے نصف قطر

(ص)، ماسکی طول (م)، قطب آئینہ سے

مشخص کے فاصلہ (ش)، اور اسی نقطہ سے

خیال کے فاصلہ (خ) میں جو باہمی تعلق ہے،

مندرجہ ذیل ضابطہ سے اس کا پتہ چلتا ہے:

$$\frac{1}{ص} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{م} = \frac{1}{ص}$$

کسی کروی سطح کا انحناء ناپنا مقصود ہو تو اس

اگرہ کے نصف قطر کے متکافی سے اسکی پیمائش

ہو سکتی ہے۔ واضح ہے کہ گڑھ کا قطر جس قدر بڑا ہوگا اس کا انحناء اسی قدر کم ہوگا۔ مناظری آلات بنانے والے انحناء کی پیمائش میں ایک خاص اکائی استعمال کرتے ہیں جو ڈائی آپٹر کہلاتی ہے۔ ہم اس کو بصریہ کینیکل۔ اس اکائی سے مراد ایسی کروی سطح کا انحناء ہے جس کا نصف قطر ایک میٹر ہو۔

پس ڈائی آپٹروں میں انحناء =  $\frac{1}{\text{میں (میٹر)}}$  ، جہاں (ص) = نصف قطر

$$\frac{3937}{100} = \frac{100}{\text{میں (سم)}} = \text{میں (انچ)}$$

مندرجہ ذیل جدول بغور دیکھی جائے تاکہ ڈائی آپٹروں میں انحناء کی پیمائش صاف سمجھ میں آئے :

|                        |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| انحناء ڈائی آپٹر دینیں | ۱   | ۲  | ۳  | ۴  | ۵  | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| انحناء نصف میٹر دینیں  | ۱۰۰ | ۵۰ | ۳۳ | ۲۵ | ۲۰ | ۱۰ | ۵  | ۳  | ۲  | ۱   |

ایک چھوٹے دائری قوس کا انحناء قوس کے سیگنٹا یعنی عمق کا متناسب ہے۔ اگر ہم ب ایک قوس ۱۰ ع ب کا وتر ہے تو اس وتر کی عمود وار نصف کرنے والے قطر پر جو فاصلہ عم ناپا جاتا ہے قوس کا عمق (سیگنٹا) کہلاتا ہے۔

چونکہ دائرہ کے خواص سے

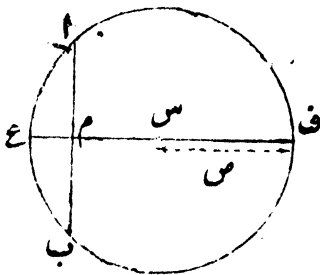
$$ع م \times م ف = (م)^2$$

$$ع م = \frac{(م)^2}{م ف}$$

اگر قوس کافی چھوٹا ہے تو

$$ع م = \frac{(م)^2}{ص} - \text{تقریباً۔}$$

جہاں (ص) سے مراد دائرہ کا نصف قطر ہے۔



پس ایک ہی  
وتر رکھنے والی چھوٹی  
قوسوں کا انحنائے  
عمق کا متناسب ہوتا  
ہے۔ معمولی کرویت  
پیما کے ذریعہ جو چیز  
راست ناپی جاتی ہے  
پہی قوس کا عمق ہے۔

پس ایسے کرویت  
پیما کا بنانا جس سے

کسی سطح کے انحنائے

شکل ۲۹۔ قوس کا انحنائے۔

کی، ڈائی آپٹکس میں، راست تعین ہو کچھ مشکل بات  
نہیں۔ منظری سامان فروش اس اصول پر تیار کئے  
ہوئے سادے آلے استعمال کر کے عینک وغیرہ کے

عدسوں کا انحناء معلوم کر لیتے ہیں۔

## فصل (۲)۔ مقعر آئینہ میں حقیقی خیال کی پیدائش۔

خیال اور شخص کا انطباق۔ اگر نور کا ایک چھوٹا اور بہت روشن مبداً ایک مقعر کردی آئینہ کے مرکز انحناء پر رکھا جائے، روشنی کی تمام شعاعیں جو آئینہ پر پڑیں گی عموداً رہوں گی، اس لئے وہ سب کی سب جس راستہ جائیں گی اسی راستہ آئینہ سے منعکس ہو کر واپس لوٹیں گی۔ یعنی مرکز انحناء پر واپس ہوں گی۔ پس خیال مرکز انحناء ہی پر پیدا ہوگا۔ بالفاظ دیگر خیال اور شخص مرکز انحناء پر منطبق ہوں گے اور خیال باعتبار شخص معکوس ہوگا۔

## تجربہ نمبر ۱۔ مقعر آئینہ کے نصف قطر انحناء کی تعیین۔

مرکز انحناء کا موقع دریافت کرنے کا آسان طریقہ یہ ہے کہ آئینہ کے سامنے ایک چھوٹی شے (مثلاً ایک اپن) رکھی جائے اور اختلاف منظر کی مدد سے دیکھ لیا جائے کہ کس مقام پر شخص اور خیال منطبق ہوتے ہیں۔ آئینہ کا منہ انتصابی وضع میں رکھنا ہو تو اس کو میز پر قائم کیا جاسکتا ہے، اگر افقی وضع میں رکھنا مقصود ہو تو مناسب اونچائی کی ایک تپائی پر رکھ سکتے ہیں تاکہ تجربہ کرتے وقت اس میں ادھر سے بچے کی طرف دیکھ سکیں۔ طالب علم کو چاہئے ایک آنکھ بند کر کے اپنا سر آئینہ کے سامنے ایسی جگہ رکھے کہ اس کی دوسری (کھلی) آنکھ آئینہ کے وسطی مقام پر نظر آئے۔ ایسی حالت میں

انکسب اور اس کا خیال دونوں آئینہ کے محور پر واقع ہونگے۔

اب ایک اپن لے کر اس کی نوک آئینہ کے محور پر رکھی جائے۔ نوک محور پر جب ہی واقع ہوگی کہ انکسب کا خیال اور اپن کی نوک دونوں ایک سیٹ میں نظر آئینگے۔ اپن کی وضع جب ٹھیک طور پر ترتیب پائیگی اس کا خیال آئینہ میں الٹا نظر آئیگا (بشرطیکہ اپن آئینے سے بہت قریب نہ ہو)۔ تمام منطری تجربوں میں جن میں اپنوں اور ان کے خیالوں کے ذریعہ مشاہدات عمل میں آتے ہیں، پوری کامیابی اسی وقت ممکن ہے جبکہ مشاہدہ کرنے والا آئینہ (یا عدسہ) سے جس قدر دور مٹنا ممکن ہو ہٹ کر مشاہدہ کرے، اور جو اپن بطور شخص استعمال ہو وہ بھی کافی دور واقع ہو۔ طالب علم کو چاہئے اس ہدایت پر ہمیشہ عمل پیرا ہو۔

خیال                      اپن

شکل نمبر ۳۔

اپن کی نوک اور اس کے خیال کا انطباق۔

اس تجربہ میں اب تک جو کچھ کیا گیا اس سے صرف اپن کی نوک اور اس کا خیال آئینہ کے محور پر قائم ہو سکے۔ دونوں میں انطباق لازم نہیں ہوا۔ اب اپن کو مٹا کر

ایسی جگہ رکھنا چاہئے کہ محور کی سمت میں نگاہ نہ جمائے  
رکھ کر اس کی نوک دیکھی جائے تو اس کے خیال کی  
نوک کے ساتھ منطبق نظر آئے۔ صحیح انطباق کے امتحان  
کے لئے طریقہ اختلاف منظر سے مدد لی جائے جو کتاب  
کے صفحہ (۱۴) پر سمجھایا گیا ہے۔

جب اختلاف منظر باقی نہ رہے تو اپن کی نوک آئینہ  
کے مرکز انخنا پر واقع ہوگی۔ آئینہ کے قطب سے اپن کی  
نوک کا فاصلہ ناپ لیا جائے۔ انخنا کا نصف قطر یہی ہے۔  
کروی سطح کا نصف قطر انخنا ڈائی آپٹروں (بصریوں) میں  
شمار کیا جائے۔

نتیجہ کی صحت معلوم کرنے کے لئے کرویت پیمائے کے ذریعہ  
نصف قطر انخنا راست طور پر ناپ لیا جاسکتا ہے۔ لیکن  
یہ یاد رکھنا چاہئے کہ کرویت پیمائے کے ذریعہ آئینہ کے  
سامنے کی سطح کا انخنا ناپا جائیگا۔ مناظری طریقہ پر جس  
انخنا کی پیمائش ہوئی ہے آئینہ کی عقبی سطح سے متعلق  
ہے۔ بہتیرے آئینے جو مقعر کہلاتے ہیں دراصل مستوی  
عدسے ہیں جن کی پشت پر مستوی آئینہ کا سپہارا ہوتا ہے  
یا جنکی عقبی سطح مقفوض ہوتی ہے۔

زوجی ماسکے۔ جب شخص کا محل مقعر آئینہ کے

اصلی ماسکے اور مرکز انخنا کے مابین کہیں بھی ہوتا ہے خیال  
حقیقی اور الٹا بنتا ہے اور اس کا فاصلہ آئینہ سے  
نصف قطر انخنا سے بڑا ہوتا ہے۔ ایسا خیال پردہ پر آسکتا  
ہے اس لئے کہ جن شعاعوں سے اس کی پیدائش ہوتی  
ہے فی الحقیقت باہم دیگر متقاطع ہوتی ہیں۔

بجانبہ ۳۔ ایک مقعر آئینہ کے زوجی  
ماسکوں کی یقین اور اس کے ماسکی طول کا شمار۔

تخریب (۳) کے طریقہ سے آئینہ کے انحنا کا نصف قطر  
دریافت کرو۔ اصلی ماسکہ آئینہ کے قطب اور مرکز انحنا  
کے بیچ میں ہوگا۔ اپن کو مرکز انحنا اور اصلی ماسکہ کے  
مابین، مگر ابتداءً مرکز انحنا سے قریب، ایسی وضع میں رکھو  
کہ اس کی نوک آئینہ کے اصلی محور ہی پر واقع ہو۔  
ایک حقیقی، الٹا، اور شخص سے بڑا، خیال پیدا ہوگا جو  
آئینہ سے مرکز انحنا کے فاصلہ سے زیادہ دور ہوگا۔  
خیال کے محل کی یقین کے لئے آنکھ کو محور ہی پر  
رکھ کر آئینہ سے کافی دور ہٹ جاؤ۔ اپن کا ایک  
مکس خیال دکھائی دیگا۔ اپن کا غد کی ایک چھوٹی  
جھنڈی لگادی جاسکتی ہے، اس سے خیال کے بچانے  
میں آسانی ہوگی۔

اب ایک دوسرے اپن کی نوک کو آئینہ کے محور پر  
رکھ کر اس کے لئے طریقہ اختلاف منظر سے ایک ایسا  
مقام دریافت کرو کہ پھلے اپن کے ساتھ اس کا تسلسل  
نظر آئے۔ دوسرے اپن کا جب صحیح محل دریافت  
ہو جائے، جس قدر فصحت کے ساتھ ناپنا ممکن ہو،  
آئینہ کے قطب سے پھلے اپن کا فاصلہ (مٹی) ناپو اور  
پھر دوسرے اپن کا فاصلہ (خ)۔

شخص کے محل تین چار مرتبہ بدل بدل کر اسی  
تخریب کو دوہراؤ، تجربہ میں، بہ نسبت پہلے شخص کا

فاصلہ اصلی ماسکہ سے گہناتے جاؤ۔ دیکھو جوں جوں شخص آئینہ سے قریب ہوتا جائیگا خیال دور ہٹتا جائیگا۔  
مقرر آئینہ کا ماسکی طول ذیل کے ضابطے سے شمار کیا جائے :-

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{n} + \frac{1}{f}$$

مناطری ضابطوں میں مقادیر کی علامتیں -

آئینوں یا عدسوں کے کسی ضابطے سے جب کبھی کام لیا جائے طالب علم کو چاہئے اُس کی علامتوں میں تفسیر تبدیل نہ کرے۔ جو مقداریں (ش)، (خ)، (ص) وغیرہ ضابطہ میں داخل ہوں انکی قیمتیں صفحہ (۸۲) کے قرار داد کے بموجب صحیح علامتوں (+ یا -) کے ساتھ ضابطہ میں بالترتیب لکھی جائیں اور پھر حسابی عمل کیا جائے۔ اگر اس ہدایت کے بموجب عمل نہ ہو تو سہو سے بچنا مشکل ہے، علی الخصوص عدسوں سے متعلق بعض پیچیدہ جملے جب استعمال ہوتے ہیں۔

فصل (۳) کردی آئینہ میں مجازی خیال کی پیدائش۔

جب محدب آئینہ کے سامنے، یا مقعر آئینہ کے قطب اور اصلی ماسکہ کے مابین، کوئی حقیقی شخص رکھا جاتا ہے تو خیال مجازی پیدا ہوتا ہے۔ انعکاس کے بعد ایسی صورتوں میں صرف شعاعوں کی سمتیں، نہ کہ خود

شعاعیں، باہم دیگر متقاطع ہوتی ہیں۔ اسی لئے مجازی خیال پردہ پر آپہنیں سکتا۔

تجزیہ ۳۲۔ ایک محب آئینہ کے ماسکی

طول کی تعیین، اپن کے طریقہ سے۔

طریقہ (۱)۔ محب آئینہ کے سامنے ایک اپن کھڑا کرو۔

خیال ہمیشہ آئینہ کے عقب میں واقع ہوگا۔ اس کا محل معلوم کرنے کے لئے آئینہ کے پیچھے ایک لمبا اپن، بعد آزمائش، ایسی جگہ کھڑا کرو کہ اس کا سرجب آئینہ کے سرے پر سے دیکھا جائے، پہلے اپن کے مجازی خیال کے ساتھ اختلاف منظر نہ ہو۔ اگر آئینہ کا سہوہ بُرا ہو تو، کردی ضلالت کی وجہ سے صحیح محل کی تعیین مشکل ہوتی ہے۔ بعض اوقات آئینہ کے وسطی مقام کے گرد ایک چھوٹے رقبہ پر سے، جو چاندی چڑھی ہوتی ہے، چھیل دی جاتی ہے۔ اور آئینہ کے پیچھے کے اپن کو اس شفاف حصہ میں سے دیکھ کر خیال سے منطبق کرتے ہیں۔ سامنے والے اپن کو پہلے مقام سے ہٹا کر کئی اور مناسب موقعوں پر رکھو اور انعکاس نور سے پیدا ہونے والے مجازی خیال کے محل دریافت کرو۔ جوں جوں شخص، آئینہ سے قریب ہوتا جائیگا خیال بھی ساتھ ساتھ آئینہ کے نزدیک پہنچتا جائیگا۔ ہر موقعہ کے لئے (ش) اور (خ) فاصلے ناپ لو۔

ہر ہر موقعہ کے شخص اور خیال کے فاصلوں یعنی (ش) اور (خ) کے ذریعہ، انکی صحیح علامتوں کا لحاظ کر کے،

آئینہ کے ماسکی طول کی قیمت شمار کرو۔  
مجدب آئینہ کا ماسکی طول دریافت کرنے کیلئے چوتھے  
باب میں چند اور طریقے بتائے گئے ہیں۔

بخربہ ۳۳۔ مجازی خیال کے ذریعہ مقعر  
آئینہ کے ماسکی طول کی تعیین۔ ایک اپن مقعر  
آئینہ کے سامنے قطب آئینہ اور اصلی ماسکہ کے مابین  
کسی مقام پر کھڑا کر کے مجازی خیال کا محل، مصرعہ بالا  
طریقہ سے، دریافت کرو۔ اگر آئینہ کا سہوہ بڑا نہ ہو تو دوسرے  
اپن کا مقام آئینہ کے سرے پر سے دیکھ کر ٹھیک کیا  
جاسکتا ہے، ورنہ آئینہ کے وسطی مقام پر سے فلزی آستر  
چھیل کر اُس کے اندر سے دیکھ سکتے ہیں۔

# تیسرا باب

عدسے

## فصل (۱) تمھیدی نظریہ

ابتدائی کتابوں میں عدسہ سے مراد انعطاف نور کا، دو سطحوں سے محدود واسطہ ہے، جن میں سے ہر ایک سطح ایک ایک کمرے کا جزو ہے۔ معینا یہ عدسے پتلے تصور ہوتے ہیں یعنی انکی سطحوں کا درمیانی فاصلہ بمقابلہ ہر ایک سطح کے نصف قطر انحناء کے چھوٹا ہوتا ہے۔ چونکہ عدسہ کی دو سطحیں ہوتی ہیں اس لئے اس کے دو مرکز انحناء اور دو نصف قطر انحناء ہوتے ہیں۔

اگر ایک سطح مستوی واقع ہو تو اس کا نصف قطر انحناء نامتناہی بڑا ہوگا۔ دونوں مرکز انحناء کو ملانے والا خط عدسہ کا محور کہلاتا ہے۔

عدسوں کی دو قسمیں شبیہی جاسکتی ہیں، ایک مدقق دوسری موسع۔

مدقق عدسہ یا جیسا کہ عام طور پر کہا جاتا ہے محدب عدسہ، بیچ میں کناروں کی بہ نسبت موٹا ہوتا ہے۔

موسع یا مقعر عدسہ بہ نسبت کناروں کے بیچ میں پتلا ہوتا ہے۔

ہر عدسہ کے دو اصلی ماسکے اور دو ماسکی طول ہوتے ہیں۔ پتلے عدسوں کے دونوں بازو جب ایک ہی واسطہ ہوتا ہے تو ان کے دونوں ماسکی طول مساوی ہوتے ہیں۔ یہاں ماسکی طول سے مراد عدسہ سے ایک اصلی ماسکہ کا فاصلہ ہے۔

اولی اصلی ماسکہ (نقطہ کی شکل کے) شخص کا وہ محل ہے جس کے لئے خیال کا محل لاتناہی پر ہوتا ہے یعنی جب شخص اولی اصلی ماسکہ پر ہوتا ہے تو شعاعیں عدسہ سے متوازی بنکر خارج ہوتی ہیں اور خیال لاتناہی پر واقع ہوتا ہے۔

ثانوی اصلی ماسکہ خیال کا محل ہے جب کہ شخص لاتناہی پر ہوتا ہے۔ یعنی جب واقع شعاعیں متوازی ہوتی ہیں تو عدسہ سے خارج ہو کر ثانوی اصلی ماسکہ پر جمع ہوتی ہیں۔

جہاں محور عدسہ سے ملتا ہے وہاں ایک مستوی

محور پر عمودی کہینچا جائے تو عدسہ کا اصلی مستوی

کہلاتا ہے۔ ماسکی نقطوں میں سے جو مستوی محور پر

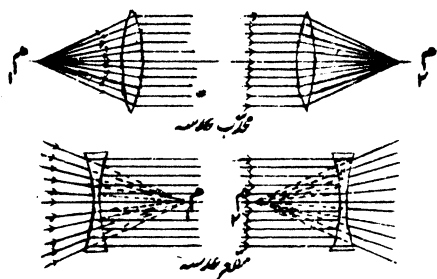
عمودی کہینچے جاتے ہیں ماسکی مستویاں کہلاتے ہیں۔

پتلے عدسہ کا مناظری مرکز وہ نقطہ ہے جہاں محور

عدسہ سے ملتا ہے۔

عدسہ کے دائری کنارے کا قطر ایک اصلی ماسکہ پر

جو زاویہ بنائے اس کو عدسہ کا سہوہ کہہ سکتے ہیں۔  
عدسہ کا سہوہ عموماً چھوٹا ہوتا ہے۔



### شکل ۳۔

موجب اور منفی عدسے

آئینوں کی طرح، عدسوں کے متعلق بھی محور کے متوازی جو فاصلے ناپے جاتے ہیں انکی علامتوں کی نسبت ایک قرار داد لازم ہے۔ عموماً یہ طریقہ مروج ہے:-

- (۱) تمام فاصلے عدسہ کے مرکز سے ناپے جائیں۔
  - (۲) جو فاصلے عدسہ سے مبداؤ نور کی سمت میں ناپے جاتے ہیں مثبت تصور ہوں، اور جو اس کے مخالف سمت میں ناپے جائیں منفی تصور ہوں۔
- عدسہ کے ماسکی طول سے علی العموم عدسہ سے اس کے ثانوی اصلی ماسکہ کا فاصلہ مراد ہے۔ مگر بالاقرار داد کی بموجب موجب عدسہ کا ماسکی طول منفی اور مقعر کا

مثبت ہوتا ہے۔  
 اگر عدسہ کا ماسکی طول (م) ، شخص کا فاصلہ عدسہ سے  
 (ش) اور خیال کا فاصلہ (خ) ہو تو ان کا باہمی تعلق  
 ضابطہ ذیل میں منضبط ہے :

$$\frac{1}{م} = \frac{1}{ش} - \frac{1}{خ}$$

اگر بطور اختصار  $\frac{1}{م} = ش$  ،  $\frac{1}{خ} = ش$  اور  $\frac{1}{م} =$   
 م لکھا جائے تو مصرعہ بالا ضابطہ اس شکل میں بدل جاتا ہے :  
 $ش - خ = م$

اس مساوات میں (ش) عدسہ سے ٹکراتے وقت  
 ناصیہ موج کا انحناء ہے اور (خ) عدسہ سے نکلتے وقت  
 ناصیہ موج کا انحناء۔  
 (م) جو عدسہ کے ماسکی طول کا متکافی ہے عدسہ  
 کی ماسکی طاقت کہلاتی ہے۔

نور کے موجی نظریہ کے لحاظ سے اس ضابطہ  
 کا مفہوم یہ ہے کہ عدسہ کی وجہ سے ناصیہ موج کے  
 انحناء میں جو تبدیلی پیدا ہوتی ہے عدسہ کی ماسکی طاقت  
 کے مساوی ہے۔ یہ انحناء اور نیز عدسہ کی ماسکی  
 طاقت ڈائی آپٹروں میں ناپے جاتے ہیں ، جس کا  
 صفحہ (۸۳) پر ذکر ہوا ہے۔ علی اصطلاح میں عدسہ کی

ماسکی طاقت ایک ڈائی آپٹر اُس صورت میں سمجھی جاتی ہے جبکہ اُس کا ماسکی طول ایک میٹر ہوتا ہے۔  
 نوٹ۔ واضح ہو کہ عینک ساز اور عینک فروش  
 محدب عدسہ کی ماسکی طاقت کو مثبت کہتے ہیں اور مقعر  
 عدسہ کی طاقت کو منفی۔ اور یہ قرار داد ہماری علمی  
 قرار داد کی عین ضد ہے۔

### فصل (۲) عدسوں کے ساتھ آسان تجربے۔

پہلا تجربہ۔ عدسہ کی خاصیت یا نوعیت کی

پہچان۔ ایک آسان لیکن ساتھ ہی نہایت باریک امتحان  
 محدب اور مقعر عدسوں کے امتیاز سے متعلق یہ ہے کہ  
 عدسہ کو ٹھیک آنکھ کے سامنے پکڑ کر اُس میں سے  
 ایک دور کی شے دیکھی جائے، آنکھ کو ساکن رکھ کر عدسہ  
 کو پھلے ایک بازو حرکت دیجائے اور پھر دوسرے بازو۔  
 اگر ایسی حالت میں وہ شے اُس سمت میں حرکت کرتی  
 ہوئی نظر آئے جو عدسہ کی حرکت کی سمت کے مخالف  
 ہے تو عدسہ محدب ہوگا۔ اور اگر اُسی سمت میں  
 حرکت کرتی ہوئی نظر آئے تو عدسہ مقعر ہوگا۔

پتلے عدسوں کے لئے یہ امتحان بہت با اثر ہے۔  
 اس طریقہ پر چند پتلے عدسوں کی آزمائش کرو۔ انکی  
 نوعیت معلوم ہونے کے بعد ایک محدب عدسہ کو دوسرے  
 مقعر عدسہ کے ساتھ ملا کر اس طریقہ پر امتحان کر کے  
 دیکھو آیا مجموعہ مدقق ہوتا ہے یا موسع۔

۲۰ یا ۳۰ سنتی میٹر ماسکی طول کا ایک محدب عدسہ لو اور دیکھو اس سے کیسے خیال بنتے ہیں۔ جب عدسہ آنکھ کے قریب ہوگا خیال سیدھا اور شے سے بڑا نظر آئیگا۔ اگر شے دور واقع ہو تو خیال مدہم ہوگا، لیکن کم فاصلہ پر ہو تو واضح اور مجازی ہوگا۔ دور کی شے کو دیکھتے وقت اگر عدسہ آنکھ سے دور مٹایا جائے تو خیال کی وضاحت اور زیادہ کم ہوتی جائیگی حتیٰ کہ جب عدسہ ایک خاص فاصلہ پر پہنچے گا تو خیال اس قدر مدہم ہو جائیگا کہ اس سے شے کی شکل و شباهت وغیرہ کچھ بھی نہ معلوم ہوگی۔ اس کے بعد جب عدسہ آنکھ سے اور زیادہ دور پر رکھا جائیگا ایک الٹا خیال دکھائی دیگا۔ پھر خیال حقیقی ہوگا اور عدسہ اور آنکھ کے مابین کسی ایک جگہ واقع ہوگا۔ اسی طرح ایک مقعر عدسہ کے ساتھ تجربہ کیا جائے جو کوئی شے دیکھی جائیگی اس کا خیال سیدھا اور چھوٹا نظر آئیگا اور مجازی ہوگا۔

محدب عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین کے طریقے

طریقہ (۱)۔ کسی دور کی شے کا خیال دریافت کر کے۔

جب کسی دور کے مبداء نور کی شعاعیں محدب عدسہ میں سے گزرتی ہیں تو مستدق ہو کر عدسہ کے اصلی ماسکہ پر جمع ہوتی ہیں۔ عدسہ سے اس نقطہ کا فاصلہ عدسہ کا ماسکی طول ہے۔

پتہ ۳۵۔ محدب عدسہ کے ماسکی

ملول کی یقین (۱)۔ ایسے عدسہ کے ماسکی طول کی یقین کا آسان طریقہ یہ ہے کہ اس عدسہ کے ذریعہ ایک پردے پر کسی دور کی چیز کا خیال بنایا جائے۔ اگر آفتاب کی روشنی راست طور پر مہیا نہیں ہو سکتی تو دور کے کسی چراغ یا روشندان کی روشنی سے کام لیا جاسکتا ہے۔ عدسہ کو ٹھیک مقام پر ترتیب دو حتیٰ کہ پردے پر ایک ممتاز الحدود خیال نظر آئے۔ پھر عدسہ سے پردے تک کا فاصلہ ناپ لو۔ یہ فاصلہ عدسہ کا تقریبی ماسکی طول ہوگا۔ تجربہ میں اس بات کی اہمیت پیش نظر رہے کہ پردے پر جس چیز کا خیال بنتا ہے اس کا فاصلہ عدسہ سے عدسہ کے ماسکی طول کی نسبت بہت بڑا ہو۔

طریقہ (۲)۔ عدسہ کے ساتھ ایک

مستوی آئینہ استعمال کر کے۔ جب کسی محدب عدسہ کے اصلی ماسکہ پر ایک منور نقطہ واقع ہوتا ہے اس کی شعاعیں عدسہ میں سے نکل کر متوازی ہو جاتی ہیں۔ اگر ان متوازی شعاعوں پر ایک مستوی آئینہ عمودی وضع میں پکڑا جائے تو شعاعیں جس راہ سے آئی تھیں ٹھیک اسی راہ سے واپس لوٹا دی جائیں گی اور پھر عدسہ میں سے گزر کر ٹھیک اسی نقطہ پر جمع ہو جائیں گی جہاں سے وہ ابتداء نکلی تھیں۔ یعنی منور نقطہ کا خیال منور نقطہ پر منطبق ہو جائیگا۔

اس نتیجہ کے ذریعہ ایک محدب عدسہ (باعدوں کے کسی بھی مدقق نظام) کے ماسکی طول کی یقین ہو سکتی ہے۔

تجزیہ ۳۶۔ - مجذب عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین۔ (۲) ایک مستوی آئینہ کے تکرر کا منہ اوپر کر کے میز پر رکھو اور اسپر عدسہ رکھو جس کا ماسکی طول دریافت کرنا مقصود ہے۔ ایک اپن کو ٹیکن کے سہارے ایسی وضع میں پکڑو کہ اس کی نوک عدسہ کے منہ کے وسطی نقطہ کے اوپر انتصاباً واقع ہو۔ اگر اپن پر کاغذ کی ایک چھوٹی جھنڈی لگا دی جائے تو اس کے حقیقی اور ایلے خیال کے پہچاننے میں آسانی ہوگی۔ مشاہدہ کرنے والے کو چاہئے عدسہ سے جس قدر دور ممکن ہو ہٹ کر موازنہ کرے۔

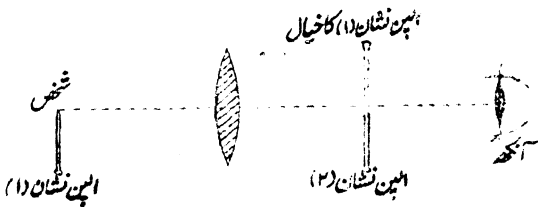
اب اپن کا مقام اس طرح ٹھیک کیا جائے کہ اس کی نوک اور اس کے حقیقی خیال کی نوک دونوں منطبق ہوں، یعنی دونوں میں اختلاف منظر نہ پایا جائے۔ طریقہ عمل بعینہ وہی ہے جو صفحہ (۸۶) پر مقعر آئینہ کے نصف قطر اختنا کی تعیین کے لئے سمجھایا گیا تھا۔ یہ مقام دریافت ہو جانے کے بعد اپن کا فاصلہ عدسہ کی اوپر کی سطح سے ناپ لیا جائے اور نیز اس کی نیچے کی سطح سے (یعنی آئینہ کی سطح سے)۔ ان فاصلوں کا اوسط عدسہ کا ماسکی طول ہے۔

عدسہ اور آئینہ کے منہ بجائے افقی وضع میں رکھنے کے انتصابی وضع میں رکھ کر بھی یہی تجربہ کیا جاسکتا ہے۔ نوٹ۔ اس تجربہ سے متعلق یہ بات رکھنی چاہئے کہ جب اپن عدسہ سے کافی دور ہوتا ہے اس کا

خیال حقیقی اور الٹا بنتا ہے۔ اگر الین نیچے اتارا جائے تو خیال غیر واضح ہوتا جاتا ہے آخر پر جب اور بھی زیادہ نیچے اتارا جاتا ہے تو خیال مجازی اور سیدھا بنتا ہے۔ محدب عدسہ اور مستوی آئینہ کے مجموعے کا عمل مقرر آئینہ کے عمل کے مشابہ ہے۔

طریقہ (۳)۔ زوجی ماسکوں کے محل دریافت

کر کے۔ اس طریقہ میں عدسہ کے ایک جانب ایک الین کھڑا کرتے ہیں تاکہ عدسہ کے دوسرے جانب اس کا ایک حقیقی خیال پیدا ہو۔ پھر ایک دوسرے الین کو بتدریج جھا کر ایسے مقام پر پہنچاتے ہیں کہ پہلے الین کے حقیقی خیال سے منطبق ہو جائے۔



شکل (۳۳)

زوجی ماسکے

اس بات کے امکان کے لئے دو شرطوں کی تکمیل ضروری ہے۔ پہلا الین (یعنی شخص) عدسہ سے اس کے ماسکی طول سے زیادہ فاصلہ پر ہونا چاہئے۔ دونوں الینوں کا درمیانی فاصلہ عدسہ کے ماسکی طول کے چہار چہند فاصلہ سے کم ہونا چاہئے۔

تجربہ ۳۷ :- مجذب عدسہ کے ماسکی  
 طول کی یقین (۳) اگر پہلا اپن عدسہ سے کافی  
 دور ہو اور مشاہدہ کرنے والے کی آنکھ عدسہ کے  
 محور پر، عدسہ کے دوسرے جانب اس سے معتدبہ  
 فاصلہ پر واقع ہو تو اس تجربہ میں کوئی دقت پیش  
 نہیں آتی۔ پیشتر کی طرح 'شخص' کی پہچان کے لئے  
 اس پر ایک جھنڈی لگا دی جائے۔ جب اپن نشان  
 (۱) کا اتنا خیال دکھائی دے ایک دوسرا اپن  
 (شکل ۳۲ کا اپن نشان ۲) لیکر، طریقہ اختلاف منظر  
 کی مدد سے اس 'خیال' سے منطبق کرا دو۔  
 جس قدر صحت کے ساتھ ناپنا ممکن ہو عدسہ  
 سے 'شخص' کا فاصلہ (ش) اور 'خیال' کا فاصلہ  
 (خ) ناپو اور ضابطہ ذیل کے ذریعہ عدسے کا ماسکی  
 طول (م) شمار کرو:

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{s} = \frac{1}{m}$$

ضابطہ میں مقادیر کی قیمتیں لکھتے وقت ان کی

علامتوں کا بھی لحاظ رکھو، جیسا کہ صفحہ (۸۹) پر سمجھایا

گیا ہے۔ یہاں تک مقام بدل بدل کر ایسے دو اور مشاہدے  
 کرو اور ان سے (م) کی جو جو قیمتیں شمار ہوں ان  
 سب کا اوسط نکالو۔ عدسہ کی ماسکی طاقت بھی  
 ڈائی آپٹروں میں شمار کرو۔

مقرر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین کے طریقہ  
 طریقہ (۱)۔ دور کی کسی چیز کو استعمال کر کے۔ جب  
 ایک بہت دور کی چیز کی شعاعیں مقرر عدسہ پر پڑتی ہیں  
 تو اُن میں الساع پیدا ہوتا ہے اور وہ عدسہ کے  
 اصلی ماسک سے نکلتی ہوئی نظر آتی ہیں۔

تجربہ (۳۸)۔ مقرر عدسہ کے ماسکی طول کی

تعیین (۱)۔ مقرر عدسہ سے کئی میٹر فاصلہ پر، ایک دیپچ  
 میں جو بخوبی روشن ہو، قرینق کی ایک ٹیگن کو کھڑا کرو۔  
 عدسہ کو انتصابی وضع میں سہارا دیکر قائم کرو۔ ٹیگن  
 کا ایک سیدھا مجازی خیال دکھائی دے گا۔ اور عدسہ  
 کے اُسی جانب واقع ہوگا جہاں ٹیگن ہے۔ جہاں یہ  
 خیال دکھائی دے وہاں ایک الپن استادہ کرو۔ اختلاف  
 منظر کے طریقہ سے یہ مقام ٹیگن دریافت ہو سکتا ہے۔  
 جب ٹیگن کا خیال اور الپن ٹیگن منطبق ہو جائیں  
 عدسہ سے الپن کا فاصلہ اُس کا ماسکی طول ہے۔

طریقہ (۲)۔ زوجی ماسکوں کی تعیین سے۔  
 مقرر عدسے میں حقیقی شخص کا خیال مجازی ہوتا ہے اور  
 عدسہ کے اُسی جانب بتا ہے جہاں شخص واقع ہوتا ہے۔

تجربہ ۳۹۔ مقرر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین  
 (۲)۔ عدسہ سے تقریباً ایک میٹر پر ایک الپن کھڑا کرو

اور طریقہ (۱) کی طرح ایک دوسرے الپن کے مقام کو ترتیب دیکر پہلے الپن کے خیال سے ٹھیک منطبق کر دو۔ پھر عدسہ سے شخص اور خیال کے فاصلے ناپ لو۔ یہی عمل فاصلے تبدیل کر کے کئی بار دہرایا جائے۔ اور ضابطہ ذیل میں مقادیر کی صحیح علامتیں لکھ کر ماسکی طول شمار کر دو:-

$$\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}}$$

نوٹ:- کردی ضلالت کی وجہ سے عدسہ میں سے جو خیال نظر آئیگا بگڑا ہوا ہوگا صحیح شکل کا نہوگا۔ اس لئے عدسہ کے سرے پر سے دیکھ کر خیال کا جو مقام دریافت کیا جائیگا محض تقریبی ہوگا۔

طریقہ (۳)۔ مقرر عدسہ کے ساتھ ایک مناسب مجرب عدسہ شریک کر کے۔ جب دو پتلے عدسوں کو باہم دیکر متصل رکھ کر ان کا ایک مجموعہ بنایا جاتا ہے اس مجموعہ کی ماسکی طاقت اس کے اجزائے ترکیبی کی ماسکی طاقتوں کے جبری مجموعے کے مساوی ہوتی ہے۔ یعنی

$$\text{م} = \text{م}_1 + \text{م}_2$$

چونکہ ماسکی طاقت ماسکی طول کے عکس کی متناسب ہوتی ہے، اس لئے

$$\frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2}$$

ان ضابطوں میں م اور م مجموعے سے متعلق ہیں، م<sub>۱</sub> مجموعے کے ایک جزو ترکیبی سے متعلق، اور

م ۴ م ۲ اس کے دوسرے جزو ترکیبی سے ۔

تجربہ ۴۔ - مقعر عدسہ کے ماسکی طول کی

تعیین (۳)۔ دئے ہوئے مقعر عدسہ کے ساتھ اگر کافی طاقت کا (یعنی اس سے چھوٹے ماسکی طول کا) ایک محدب عدسہ ملا یا جائے تو مجموعہ کا عمل محدب عدسہ ہی کے مشابہ ہوتا ہے۔ پس محدب عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین کے جو طریقہ بیان ہوئے ہیں ان میں سے کسی ایک طریقہ سے اس مجموعے کا ماسکی طول دریافت کیا جائے، پھر محدب عدسہ کا ماسکی طول دریافت کر کے متذکرہ بالا ضابطہ کے ذریعہ مقعر عدسہ کا ماسکی طول شمار کر لیا جائے۔

حسابی عمل میں مفادیر کی صحیح علامتیں لکھی جانی چاہئیں۔ ہمارے قرار داد کے بموجب محدب عدسہ یا عدسوں کے مدتی مجموعے کا ماسکی طول منفی ہوتا ہے۔

# چوتھا باب

آئینوں اور عدسوں کے متعلق مزید تجربے

فصل (۱) کردی آئینہ کے انحناء کا نصف قطر

(۱)

دوسرے باب میں کردی آئینہ کا نصف قطر انحناء دریافت کرنے کے چند آسان طریقے بتائے گئے تھے۔ جب حقیقی خیال کی پیدائش ہوتی ہے تو اس کا محل، طریقہ اختلاف منظر سے کافی صحت کے ساتھ معلوم ہو سکتا ہے۔ لیکن جب خیال مجازی ہوتا ہے نتائج چنداں صحیح نہیں ہوتے۔

محدب آئینہ کا نصف قطر انحناء۔

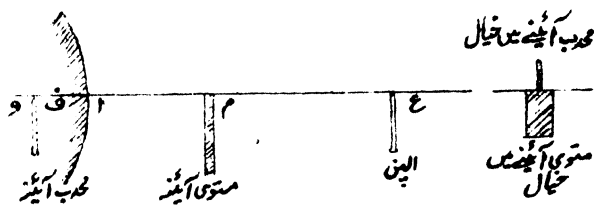
طریقہ (۱) صفحہ ۹۰ پر بیان ہو چکا ہے۔

طریقہ ۲۔ ایک مستوی آئینہ کی مدد سے۔

جب ایک محدب آئینہ کے سامنے کوئی شے رکھی جاتی ہے اس کا خیال بالالتزام مجازی اور آئینہ کے قطب اور اس کے اصلی ماسکہ کے مابین ہوتا ہے۔ ذیل میں جس طریقہ کی صراحت ہوئی ہے اپن والے طریقہ سے زیادہ مناسب ہے۔

تجربہ (۲۱)۔ محدب آئینہ کا نصف قطر انحناء (۲)۔

محب آئینہ کے سامنے کچھ فاصلہ پر ایک الپن کھڑا کر دو۔  
 الپن کے پیچھے صٹ کر آئینہ میں دیکھنے سے اسکا عکس  
 (اور قد میں چھوٹا) خیال نہایت آسانی سے نظر آئیگا۔  
 اب ایک مستوی آئینہ کا مستطیل ٹکڑا لیکر الپن  
 اور محب آئینہ کے مابین اس طور پر کھڑا کر دو کہ  
 اُس کا اوپر کا کنارہ اور محب آئینہ کی سطح کا بیچ کا  
 مقام دونوں ایک افقی خط پر ہوں اور اُس کا مستوی  
 محب آئینہ کے محور پر عمودی واقع ہو۔ اگر اب  
 الپن کے پیچھے سے، پیشتر کی طرح، محب آئینہ پر  
 نگاہ ڈالی جائیگی تو اُس کا صرف اوپر والا نصف حصہ  
 نظر آئیگا، نیچے کا نصف حصہ مستوی آئینہ سے دھپا ہوا  
 ہوگا۔ لیکن الپن کے دو خیال دکھائی دیں گے، ایک  
 محب آئینہ کے انعکاس سے، دوسرا مستوی آئینہ  
 کے انعکاس سے۔ پھلا خیال دوسرے سے چھوٹا ہوگا،  
 جیسا کہ شکل (۳۳) کے سیدھے بازو بتایا گیا ہے۔  
 مستوی آئینے کو بتدریج ہٹا کر ایسے مقام پر رکھو کہ



شکل (۳۳)  
 محب آئینہ کے ساتھ مستوی آئینہ کا استعمال

ان دونوں خیالوں میں اختلاف منظر نہ ہو۔ یعنی آئینہ جہاں کہیں ہو محذب آئینہ سے پیدا ہونے والا خیال مستوی آئینہ سے بننے والے خیال کے ساتھ مسلسل نظر آئے۔ محذب آئینہ والا خیال مستوی آئینہ کے خیال کے ٹھیک بیچ میں ہونا چاہئے۔

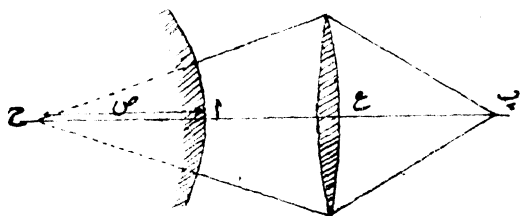
جب ایسا ہوتا ہے، تو الپن (ع) کا جو خیال (ف) مقام (ا) پر کے محذب آئینہ سے بنتا ہے مستوی آئینہ (م) سے پیدا ہونے والے خیال سے منطبق ہوتا ہے۔ آغ، آم اور م ع فاصلے ناپ لو۔ پیمائش کی صحت کی تصدیق کے لئے دیکھو آیا  $آغ = آم + م ع$ ۔ چونکہ (م) ایک مستوی آئینہ ہے اس لئے  $م ع = م ف$ ۔

پس ا ف کو معلوم کر لو جو م ف اور آم کا تفاوت ہے یعنی م ع اور آم کا تفاوت ہے۔ اب (ش) یعنی آئینہ کے قطب سے شخص کے فاصلے کی عددی قیمت، اور (خ) یعنی اسی نقطہ سے خیال کے فاصلے کی عددی قیمت معلوم ہو گئی ہے لہذا ضابطہ ذیل سے آئینہ کے نصف قطر اخٹا (ص) یا اس کے ماسکی طول (م) کی قیمتیں معلوم ہو سکتی ہیں:

$$\frac{1}{خ} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{ص} = \frac{1}{م}$$

طالب علم کو چاہئے ان مقداروں کی صحیح علامتیں لکھے۔ الپن اور مستوی آئینہ کے محل میں تبدیلی کر کے اپنے کئی مشاہدے کئے جائیں۔

طریقہ (۳)۔ ایک محدب عدسہ استعمال کر کے۔ ایک الین اور محدب آئینہ کے درمیان مناسب مقام پر ایک محدب عدسہ رکھ کر یہ ممکن ہے کہ الین کا ایک حقیقی خیال پیدا کیا جائے جو الین کے ساتھ منطبق ہو۔ جب الین کی نوک اس کے خیال کے ساتھ منطبق ہوتی ہے تو واضح ہے کہ نور کی شعاعیں محدب آئینہ پر سے ٹھیک اسی راستے واپس ہوتی ہیں جہر سے وہ انعکاس سے پہلے آئی تھیں۔ اس کے لئے یہ ضروری ہوگا کہ عدسہ سے نکلنے والی شعاعیں آئینہ پر عمودی واقع ہوں یعنی اس کے مرکز انحناء کی طرف جائیں (دیکھو شکل ۳۴)۔ پس اگر اس نقطہ کی تعیین ہو جائے جس پر عدسہ سے نکلنے کے بعد شعاعیں (آئینہ کی عدم موجودگی میں) جمع ہو جاتی ہیں تو آئینہ کا مرکز اتنا معلوم ہو جاتا ہے۔



شکل (۳۴) محدب آئینہ اور عدسہ  
تجزیہ ۴۲۔ محدب آئینہ کا نصف قطر انحناء (۳)۔

محدب آئینہ کے سامنے کچھ فاصلہ پر ایک الپن کڑا کرو۔ اور دالپن اور آئینہ کے درمیان ایک محدب عدسہ اس طرح رکھو کہ اس کا اور آئینہ کا محور دونوں ایک خط پر ہوں۔ عدسہ اور (بصورت ضرورت) الپن کے محل کو ٹھیک کرنے سے الپن کا ایک حقیقی اور الٹا خیال پیدا ہوگا جس کو خود الپن کے ساتھ منطبق کر سکتے ہیں۔ اختلاف منظر سے طریقہ سے انطباق کی آزمائش ہو سکتی ہے۔ عدسہ اور آئینہ کا درمیانی فاصلہ  $2\text{ع}$  ناپ لیا جائے۔ اب آئینہ کو اس کی جگہ سے بالکل اٹھا لو لیکن اس کی احتیاط رہے کہ عدسہ اور الپن کو ان کے مقاموں سے ذرا بھی نہ ہٹایا جائے۔ پھر ایک دوسرا الپن لو اور اس کو پہلے الپن کے خیال سے منطبق کرو جو عدسہ سے پیدا ہوتا ہے۔ انطباق کی آزمائش اختلاف منظر کے طریقہ سے کی جائے۔ پھر عدسہ اور اس دوسرے الپن کا درمیانی فاصلہ  $2\text{ع}$  ناپ لیا جائے۔ چونکہ یہ الپن اب اسی جگہ واقع ہے جہاں پہلے محدب آئینہ کا مرکز انحناء تھا اس لئے

آئینہ کا نصف قطر انحناء (ص) =  $2\text{ع} - 2\text{ع}$

نوٹ۔ اس تجربہ میں ایک مناسب ماسکی طول کا عدسہ چاہئے۔  $2\text{ع}$  کا طول آئینہ کے نصف قطر سے بڑا ہونا چاہئے۔ اور  $2\text{ع}$  کا عدسہ کے ماسکی طول کے چار چند سے زائد۔

ایں تمام تجربوں کے نتائج، گردیت پیدا کے ذریعہ سے آئینہ کے نصف قطر اختا کی راست پیمائش کر کے متقابلہ کئے جائیں۔ لیکن پھر یاد رکھنا چاہئے کہ گردیت پیدا سے شیشہ کے آئینہ کی ساختے والی سطح کا نصف قطر اختا ناپا جاتا ہے اور جو مناظری طریقے ان سے ہیں ان سے اس کی عقبی سطح کا نظاہری قطر۔

سطح کا اختا ڈائی آپٹروں میں بھی شمار کر لیا جائے۔

نچر ۳۴۔ مقعریاً محذب آئینہ کا نصف قطر

اختا میں کیبل (گردشی مینر) کے ذریعہ ایک انتہائی محور پر گھومنے والی ہموار مینر کے ذریعہ سے ایسے آئینوں کا نصف قطر اختا باسانی دریافت ہو سکتا ہے۔ آئینہ کو مینر پر ایسی وضع میں رکھتے ہیں کہ اس کا محور مینر کے متوازی ہوتا ہے۔ آئینہ کے قطب پر سیاہی کا ایک چھوٹا سا داغ یا تاجیو پوڈیم کا ذرہ لگا دیتے ہیں اور اس کو ایک کم طاقت کی دوربین میں سے دیکھتے ہیں۔ مینر پر آئینہ کا مقام بدلتے جاتے ہیں پھانٹک کہ اس کے لئے ایک ایسا مقام ہاتھ آتا ہے کہ مینر کی گردش سے داغ یا ذرہ حرکت کرتا ہوا نظر نہیں آتا۔ پس واضح ہے کہ ایسی حالت میں ذرہ اس محور پر واقع ہے جس کے گرد مینر گردش کرتی ہے۔ اب دوربین کو پھیر کر کسی دور کی شے کے

خیال کو جو آئینہ کے انعکاس سے پہلے ہو دیکھتے ہیں۔  
 اور مکرر آئینہ کا مقام میسر پر تبدیل کیا جاتا ہے  
 حتیٰ کہ میسر کی گردش سے اس شے کے خیال میں  
 کوئی حرکت نہیں محسوس ہوتی۔ یہ بات سب  
 ہی عمل میں آئیگی کہ آئینہ کا مرکز انحناء گردش کے  
 محور حول پر ہوگا۔ کیونکہ ایسی حالت میں آئینہ کی  
 گردش کا اثر صرف یہی ہوگا کہ اس کی کروی سطح  
 کے ایک حصہ کے بجائے اس کا ایک حصہ  
 سامنے آجائیکا جس کی وجہ سے منعکس خیال کے مقام  
 میں تبدیلی نہوگی۔  
 آئینہ کے لئے میسر پر پہلے جو مقام دریافت ہوا  
 ہے ان دونوں کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے۔  
 یہ فاصلہ آئینہ کے نصف قطر انحناء کے مساوی ہوگا۔

### فصل ۲۔ عدسہ کا ماسکی طول

دوربین یا ریمنج فائنڈر کے طریقہ سے عدسہ کا امتحان

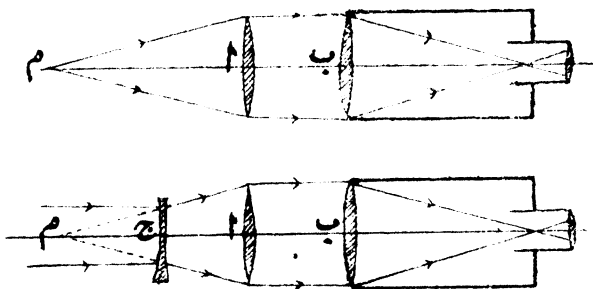
جو طریقہ اس وقت بیان کیا جاتا ہے اس سے عدسہ  
 کے ماسکی طول کی نہایت صحت کے ساتھ تعین ہوتی  
 ہے۔ اس میں ایک خاص دلچسپ بات یہ ہے کہ  
 عدسہ خواہ محدب ہو یا مقعر اس کے اصلی ماسک کا  
 واقعی محل دریافت ہو جاتا ہے۔  
 واضح ہو کہ جب نور کی شعاعیں محدب عدسہ کے  
 اولی اصلی ماسک سے نکلتی ہیں تو عدسہ میں سے  
 گزر کر ایک متوازی پنسل بن جاتی ہیں (شکل ۳۱)۔

جب متوازی شعاعوں کی پنسل مقرر عدسہ میں سے گزرتی ہے تو متسع ہو جاتی ہے اور ایک نقطہ سے آتی ہوئی دکھائی دیتی ہے جو عدسہ کا اصلی ماسکہ ہے (شکل ۳۱)۔

جب عدسہ پتلا ہوتا ہے تو عدسہ اور اصلی ماسکہ کا درمیانی فاصلہ اس کا ماسکی طول کہلاتا ہے۔ ان تجربوں میں جن چیزوں کی ضرورت ہوگی لیکن میں پکڑی ہوئی تیز لوک کی ایک سونی ہے اور کثیر تکبیری طاقت کے چشمہ کی ایک دوربین ہے۔

تجربہ ۲۲۔ محدب عدسہ کے ماسکی طول

کی تعیین۔ دوربین کو ترتیب دو کہ متوازی شعاعوں کی پنسل ماسکہ پر آئے۔ اگر دوربین صلیبی تاروں سے مہیا ہے تو چشمہ کو ہلک کر کے ماسکہ پر لاؤ



شکل ۳۵

دوربین کے ذریعہ سے ماسکی طول کی تعیین  
ہستی کہ صلیبی تار صاف اور واضح نظر آئیں۔ پھر دوربین کو

(دریچہ کے باہر کے) کسی دور کی چیز کے دیکھنے کے لئے ماسک پر لاؤ، اس طرح پر کہ صلیبی تاروں پر اس دور کی چیز کا جو خیال بنتا ہے اس میں اور خود صلیبی تاروں میں ذرا ہی اختلاف منظر نہ ہو۔ جب دورین ایک مرتبہ اس طور پر ترتیب پالے دوران تجربہ اس کو ذرا ہی نہ چھیڑا جائے۔

دورین کے محور کو متوازی رکھ کر اس کو میسر پر قائم کرو۔ جس محدب عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین مقصود ہے اس کو دورین کے دہانے کے سامنے کھڑا کرو، لیکن احتیاط رہے کہ عدسہ کا مرکز دورین کے محور پر واقع ہو۔ پھر سوئی کو ٹیکن پر اسی بلندی پر رکھو جس پر عدسہ کا مرکز ہے، اور عدسہ کے سامنے حسب ضرورت ہٹا کر دیکھو کہ اس کا خیال دورین کے میدان نظر میں صاف نظر آتا ہے۔

سوئی کی ٹوک کا واضح ترین خیال ٹھیک میدان نظر کے بیچ میں نظر آنا چاہئے اور اس خیال اور دورین کے صلیبی تاروں میں اختلاف منظر نہ ہونا چاہئے۔ ایسی حالت میں سوئی کی ٹوک ٹھیک عدسہ کے اصلی ماسک پر واقع ہوگی۔ کیونکہ دورین قبل از قبل متوازی شعاعوں کے لئے ماسک پر لاؤ گئی تھی اس لئے اب اس کے دہانے پر جو پنسل واقع ہے متوازی ہے، ورنہ سوئی کا خیال صاف نہ دکھائی دیتا۔ سوئی کی ٹوک اور

عدسہ کا درمیانی فاصلہ آرم ناپ لیا جائے ، محدب  
عدسہ کا ماسکی طول بھی ہے ۔

پہچان ۲۵۔ - مقعر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین ۔

اس تجربہ میں مقعر عدسہ کا ماسکی طول محدب عدسہ کے  
ماسکی طول سے کم ہونا چاہئے ۔ پہلے تجربہ (۴۴) کی طرح  
محدب عدسہ (۱) کا اصلی ماسکہ (م) دریافت کر لیا جائے  
پھر مقعر عدسہ (ج) کے لئے (۱) اور (م) کے مابین ایسا  
مقام دریافت کیا جائے کہ دور بین کے دیکھنے سے  
دور کی چیزیں صاف اور واضح نظر آنے لگیں ۔ جب  
اس مقام کی تعیین ہو جائیگی تو ظاہر ہے (م) مقعر  
عدسہ کا بھی اصلی ماسکہ ہے ۔ کیونکہ دور کی چیز سے  
جو متوازی شعاعیں مقعر عدسہ (ج) میں داخل ہونگی  
اس کے اصلی ماسکہ سے پھیلتی ہوئی خارج ہونگی اور  
اس کے بعد جب وہ محدب عدسہ میں داخل ہونگی تو  
تکلتی ہوئی متوازی ہو جائیگی ۔ یہ جبہ ہی ممکن ہے  
کہ (م) مقعر اور محدب دونوں عدسوں کا اصلی ماسکہ  
ہو ۔ شکل (۳۵) میں شعاعوں کے راستے بتائے گئے  
ہیں ۔ ان سے اس تجربہ کی ساری کیفیت معلوم  
ہو جائیگی ۔ فاصلہ ج م ناپ لیا جائے ۔ یہ مقعر عدسہ  
کا ماسکی طول ہے ۔

اس تجربہ میں نقطہ (م) کا محل دریافت کرنے  
کے لئے سوئی کی نوک استعمال کرنے کی ضرورت  
نہیں اس کے عوض مقعر عدسہ کی سطح پر کے کسی نشان  
یا نقطہ سے کام لیا جاسکتا ہے ۔ یعنی مقعر عدسہ کو

ایسے مقام پر رکھیں کہ یہ نشان صاف طور پر ماسکوا پر آجائے۔ ایسی صورت میں یہ نشان (م) پر واقع ہوگا اس کے بعد فاصلہ چم مقرر عدسہ کے سابقہ مقام اور بند کے مقام کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے۔

اس تجربہ کے موزوں عدسوں کا انتخاب آسانی سے ہو سکتا ہے۔ جب ان کو متصل رکھ کر دیکھینگے تو مجموعہ موسع ہوگا۔

### فصل (۳)۔ انعطاف نماؤں کی تعیین

تجربہ ۴۶۔ مقرر آئینہ کے ذریعہ کسی قلیل مقدار

مائع کے انعطاف نما کی تعیین۔ مناسب بلندی پر مقرر

آئینہ کا منہ اوپر کر کے افقی وضع میں رکھو تاکہ اوپر سے اس پر نگاہ ڈالی جاسکے۔ ایک الین لے کر آئینہ کے اوپر اس کو ایسی جگہ پکڑو کہ اس کا خیال اس کے ساتھ منطبق ہو جائے۔ اس محل کی تعیین کا طریقہ صفحہ (۸۶) پر سمجھا دیا گیا ہے۔ یہ محل آئینہ کا مرکز ہے۔ قطب آئینہ سے اس کا فاصلہ ناپ لیا جائے

جس مائع کا انعطاف نما مقصود ہے اس کی قلیل مقدار آئینہ پر ڈال دی جائے تاکہ ۱.۵ سمختی متبر قطر کی مائع کی ایک پتلی چلی آئینہ کے وسطی حصہ پر پھیل جائے۔ اس کے بعد الین کو ہٹا کر اس کے لئے ایسا محل ڈھونڈا جائے جہاں وہ اپنے خیال کے ساتھ منطبق ہو، اور اس کا فاصلہ آئینہ کے قطب سے

ناپ لیا جائے۔ پھلے فاصلہ کو دوسرے پر تقسیم کرنے سے بائع کا انعطاف نہ معلوم ہو جاتا ہے۔

شکل (۳۶) سے

اس کی تصدیق ہوتی

ہے۔ فرض کرو مائع

ڈالنے سے پہلے اپن

کا محل (ج) تحقیق ہوا

اور مالِغ ڈالنے کے

بعد (ع) - تو (ج) اپنی

اس کا مرکز امتحان ہے اور

شعاع ع من نقطه (ع)

سے نکل کر مائع کی

سطح سے (مس) کے

ماس ملتی ہے اور بعد

ان الفاظ اہلینہ سے

مقدماتیہ کے ذریعہ مائع کا انعطاف

(۴) کے پاس ٹکراتی ہے اور چونکہ جس راستہ سے آئی تھی

اسی راستہ واپس جوتی ہے اس لئے مخلص کی سمت آئینہ

برعمہ (دی) ہے۔ پس اس کو آگے کی طرف بڑھائیں تو آئینہ

ہر مودی ہے۔ پس اس کو اچھے کی طرح بروہیں کو ایسے کے مرکز اخلا (ج) میں سے گزرے۔

۴۳۱. زاویہ وقوع  $\hat{Q}$  سے جو  $\hat{S}$  کے مساوی

عس ن رادیو رومج و ہے بو میں عام سے مساوی

کے۔ علی گڑھ کے مسالوی۔

$$\frac{\text{سج}}{\text{سج}} = \frac{\frac{\text{سب}}{\text{سج}}}{\frac{\text{سب}}{\text{سج}}} = \frac{\text{جب دس ج ۱۴}}{\text{جب دس ج ۱}} = \frac{\text{جب ۱۴}}{\text{جب ۱}} = \text{پس م}$$

جب زاویہ وقوع کافی چھوٹا ہوتا ہے تو  $\frac{m}{n} \sin \theta$  بغیر کسی غلطی کے اندیشہ کے  $\frac{1}{2}$  کے مساوی سمجھا جاسکتا ہے (بشرطیکہ مائع کا عمق قلیل ہو)

عدسہ کے مادے کے انعطاف نما کی تعیین

عدسہ کا ماسکی طول (م)، اس کے مادے کے انعطاف نما (م) اور اس کی دونوں سطحوں کے نصف قطر اختلاص ۱ اور ص ۲ کے بائع ہے۔ چنانچہ ضابطہ ذیل سے انکا ربط ظاہر ہے۔

$$\frac{1}{m} = (m - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

پس اگر تجربہ سے م، ص ۱ اور ص ۲ کی قیمتیں دریا کر لی جائیں تو م کی قیمت شمار کر لی جاسکتی ہے۔

تجربہ ۲۷۔ عدسہ کے مادے کے انعطاف

نما کی تعیین۔ اب تک جو طریقہ بیان ہوئے ہیں ان میں سے کسی ایک کے ذریعہ سے عدسہ کا ماسکی طول دریافت کیا جاسکتا ہے۔ لیکن اگر عدسہ محذب ہو تو موجودہ تجربہ کے لئے اپین والا طریقہ (۳) جس کی صراحت صفحہ (۱۰۰) پر ہوئی ہے استعمال ہو سکتا ہے۔

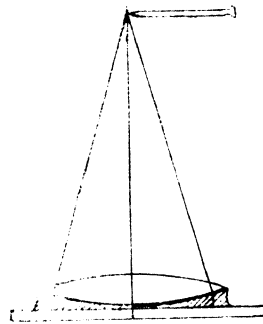
نصف قطر ص ۱ اور ص ۲، عدسہ کی سطحوں کو کروی آئینوں کے جزو تصور کر کے، کسی مناظری طریقہ سے

معلوم کر لئے جاسکتے ہیں۔ (ملاحظہ ہوں صفحات ۸۵ اور ۱۰۵)۔ بعض اوقات کرویت پیما کے ذریعہ انکی تعیین زیادہ آسان ہوتی ہے۔ بہر حال ضابطہ متذکرہ بالا میں م، ص، اور صمام کی صحیح علامتیں درج کیجانی چاہئیں۔

اگر کوئی مائع کم مقدار میں مل سکتا ہے تو اس کو عدسہ کی شکل میں استعمال کر کے اس تجربہ سے اس کا انعطاف نما دریافت کیا جاسکتا ہے۔

تجربہ ۴۷۔ عدسہ اور مستوی آئینہ کے ذریعہ، ایک مائع کے انعطاف نما کی تعیین۔ ایک ایسا محدب عدسہ لے جس کا ماسکی طول ۱۰ اور ۱۵ سنتی میٹر کے امین ہو۔

اور اس کو ایک مستوی افقی آئینہ پر رکھ کر ایسے نقطہ کی تلاش کرو کہ جب اسپر ایک الہن کی نوک واقع ہو تو نوک اور اس کا حقیقی خیال دونوں باہمیگر منطبق ہو جائیں۔ عدسہ کے وسطی نقطہ سے الہن کی نوک کا فاصلہ عدسہ



شکل ۴۷

عدسہ اور مستوی آئینہ کے

ذریعہ مائع کا انعطاف نما

کے ماسکی طول (م) کے

مساوی ہوگا۔ (طریقہ ۲)

صفحہ ۸۹)۔ اب عدسہ کی نیچے والی سطح اور آئینہ کے

بیچ میں تہہ تراسا دیا، ہوا مانع نہ ہو۔ اس سے مانع کا ایک مستوی مقعر عدسہ بنار ہو جائیگا جسکی اوپر والی سطح کا نصف قطر اختنا (ص) اور شیشہ کے عدسہ کی بیچ والی سطح کا نصف قطر دونوں ایک ہونگے۔ اگر اسس مائعی عدسہ کا ماسکی طول م مانا جائے تو

$$\frac{1}{م} = (ص - ۱) \frac{1}{ص}$$

جس میں (م) سے مراد مانع کا انعطاف بنا ہے۔ اب الین کے ذریعہ سے شیشہ اور مانع کے مرکب عدسہ کا ماسکی طول دریافت کرلو۔ اگر اس کو م قرار دیا جائے تو

$$\frac{1}{م} = \frac{1}{م} + \frac{1}{م} - \frac{1}{م} - \frac{1}{م}$$

اس ضابطہ سے م شمار کر لیا جاسکتا ہے۔ اس کو اس سے پیشتر کے ضابطہ میں استعمال کر کے م کی تعیین ہو سکتی ہے۔ نصف قطر اختنا (ص) کو دیت پیمانہ کے ذریعہ ناپ لیا جاسکتا ہے۔

نصف قطر اختنا (ص) معلوم کئے بغیر مصرعہ بالا طریقہ سے دو یا دو سے زائد بالعات کے انعطاف نماؤں کا مقابلہ کیا جاسکتا ہے۔ فرض کرو کسی دوسرے مانع کا انعطاف نما (مب) ہے۔ جب اس کو پہلے مانع کے عوض استعمال کرتے ہیں تو

$$\frac{1}{م} = (مب - ۱) \frac{1}{ص} \text{ اور } \frac{1}{م} = \frac{1}{مب} - \frac{1}{م}$$

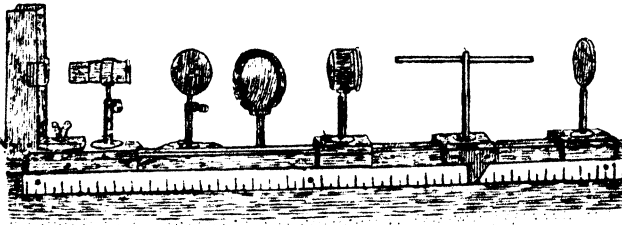
پس  $\frac{مرأ - ا}{مرأ - ا} = \frac{مرأ - ا}{مرأ - ا}$

# پانچواں باب

## مناظری تختہ

### فصل (۱) مناظری تختہ کی تعمیر

جب آئینوں، عدسوں یا کسی اور مناظری آلات سے متعلق صحت کے ساتھ کوئی پیمائش کرنا ہوتا ہے تو مناظری تختہ استعمال کرتے ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل (۳۸)۔ یہ ایک سیدھا لمبا، خراڈ کے پرت کی طرح قائم سے آراستہ، تختہ ہوتا ہے، جسپر کئی ٹیکنیں ہوتی ہیں تاکہ مناظری سامان وغیرہ کو ان سے سہارا ملے۔ ٹیکنوں کو سرکانے سے مناظری آلات کو تختہ کے طول ہی کی سمت میں حرکت ہوتی ہے۔ عرضی حرکت مسدود کردی جاتی ہے۔



شکل ۳۸  
مناظری تختہ

بعض صورتوں میں عرضی حرکت کے لئے بھی رعایت رکھی جاتی ہے۔ تختہ پر ایک درجہ دار پیمانہ نصب کیا جاتا ہے تاکہ اس کی کسی دو ٹیکنوں (مثلاً آئینہ اور اس سے پیدا ہونے والے خیال کو قبول کرنے والے پردہ کی ٹیکنوں) کا درمیانی فاصلہ ناپا جاسکے۔ اس فاصلہ کی پیمائش کے لئے ایک معلوم طول کی سلاح ایک مناسب ٹیکن پر سہاری جاتی ہے جو مثل اور ٹیکنوں کے مناظری تختہ پر حرکت کرتی ہے۔ سلاح کی ٹیکن کو سرکا کر ایسی جگہ پر رکھتے ہیں کہ سلاح کا ایک سر (۱) ایک چیز (شخص یا آئینہ وغیرہ) کو چھو لیتا ہے، تب ٹیکن کا مقام پڑھ لیا جاتا ہے۔ پھر اس کو ہٹا کر دوسری چیز کے پاس لے جاتے ہیں۔ جب سلاح کا دوسرا سر (ب) اس چیز کو چھو لیتا ہے تو ٹیکن کا مقام دیکھ لیا جاتا ہے۔ ٹیکن کے ان دونوں مقاموں یا نشانوں کے تفاوت میں (یعنی ان کے درمیانی فاصلہ میں) سلاح کا معلوم طول اضافہ کرنے سے مقررہ دو مناظری چیزوں کا درمیانی فاصلہ دریافت ہو جاتا ہے۔

بعض صورتوں میں اس میں زیادہ آسانی ہوتی ہے کہ سلاح کے ایک ہی سرے (۱) کا باری باری سے دونوں چیزوں سے تماس کرایا جائے سلاح کی ٹیکن کے ان دو وضعوں کے نشانوں کا تفاوت دی ہوئی دو مناظری چیزوں کا درمیانی فاصلہ ہے۔

مناظری تختہ کے ذریعہ آئینوں اور عدسوں کے ساتھ جو تجربے کئے جاتے ہیں ان میں بالعموم سفید

پردہ پر کسی 'شخص' کا حقیقی خیال پیدا کیا جاتا ہے۔  
 'شخص' بشکل تاروں کی جالی کے چھوٹے ٹکڑے  
 کے، یا ایک چھوٹے دائری سوراخ پر تانے ہوئے  
 صلیبی تار کے، استعمال ہو سکتا ہے۔ اس کے پیچھے  
 نور کا کوئی تیز مبدا رکھا جاتا ہے تاکہ وہ کافی روشن ہو۔  
 برقی تار کا کوئی چھوٹا چراغ اگر ایک کم ماسکی طول کے  
 عدسہ کے پیچھے ٹیکن پر رکھا جائے تو زیادہ مورد  
 ہوگا، اس لئے کہ اس سے مناظری تختہ کے محور کی سمت  
 میں نور کی ایک تقریباً متوازی پنسل ترتیب دی جا  
 سکتی ہے۔

مناظری تختہ کے تجربوں میں یہ نہایت ضروری ہے کہ  
 تمام مناظری اشیاء یعنی عدسے اور آئینے وغیرہ  
 ایک ہی محور پر واقع ہوں، جو تختہ کے محور  
 کے متوازی ہو۔

فصل ۲۔ مناظری تختہ کے ساتھ تجربے۔

تجربہ (۵۰)۔ مناظری تختہ - مقرر آئینے کے ماسکی

طول اور اس کے نصف قطر اسٹخا کی تعین۔ مناظری  
 تختہ پر آئینہ کو اس کی ٹیکن میں جما کر اس طرح رکھو کہ  
 اس کا منہ جالی کی طرف ہو۔ جالی کو چراغ سلگھا کر  
 روشن کرو۔ اور ان کے اور آئینہ کے درمیان ایک  
 پردہ رکھو جس کے بیچ میں ایک چھوٹا سوراخ ہو۔

پہر جالی اور پردہ کو ترتیب دو تاکہ جالی میں سے نور کی جو پنسل آتی ہے پردہ کے سوراخ میں سے گزر کر آئینہ سے ٹکرائے۔ اس کے لئے ضرور ہوگا کہ مبدأ نور (یعنی چراغ) جالی کا وسطی حصہ پردہ کے سوراخ کا مرکز اور آئینہ کا قطب سب ایک خط مستقیم پر واقع ہوں۔

آئینہ کا محل تبدیل کر کے آزمانے سے اس کے لئے ایک ایسا موقع دریافت ہوگا جہاں سے وہ پنسل کو منعکس کر کے پردہ پر سوراخ کے بازو ایک واضح خیال بنادینگا۔

جب خیال پردہ پر ٹھیک ماسکہ پر آئے پیمائش کی سلاح کے ذریعہ آئینہ سے شخص تک کا فاصلہ (نش) ناپو اور پھر آئینہ سے خیال کا فاصلہ (خ)۔ ان فاصلوں (نش) اور (خ) کی قیمتیں صحیح علامتوں کے ساتھ لکھ کر آئینہ کا نصف قطراختلا (ص) اور ماسکی طول (م) ضابطہ ذیل کے ذریعہ شمار کرو۔

$$\frac{1}{م} + \frac{1}{نش} = \frac{1}{ص} = \frac{1}{م}$$

پردے کو ہٹا کر کم از کم تین اور مقام پر رکھو اور یہی مشاہدہ دوہراؤ۔

آخر میں پردہ کے سوراخ پر ایک باریک تار کو تان کر آئینہ کو ایسے مقام پر لیجاؤ کہ اس سے تار کا پردہ پر واضح خیال بن جائے۔ آئینہ کو انتصابی محور پر خفیف سا پھیرنے سے خیال سوراخ کے متصل

اجائیگا۔ اس موقع پر ض = خ، پس ص = ش یا م = ص۔ نتائج جدول کی شکل میں لکھ لئے جائیں۔  
 شکل کھینچ کر، شعاعوں کی ایک پنسل بتائی جائے جو مقعر آئینہ سے حقیقی خیال بناتی ہے۔

تجربہ ۱۵۔ مناظری تختہ۔ محدب عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین۔ مناظری تختہ پر عدسہ کو اس کی ٹیگن میں جما کر منور جالی اور پردہ کے درمیان رکھو۔ عدسہ کی بلندی کو ٹھیک کر دو تاکہ اس کا محور شخص، یعنی جالی کے مرکز میں سے گزرے۔ اگر پردہ اور عدسہ کا مقام ٹھیک ترتیب دیا جائے تو پردہ پر جالی کا واضح خیال اتر آئیگا۔  
 مقام کی ترتیب کے لئے دو باتیں ذہن میں رکھنی چاہئیں:-

(۱) عدسہ سے حقیقی خیال (نہ کہ مجازی) پیدا ہونے کے لئے، عدسہ سے شخص کا فاصلہ ماسکی طول سے بڑھ کر ہونا چاہیئے۔ اس لئے مجھ ضرور ہے کہ جالی سے عدسہ کی قدر دور رکھا جائے۔  
 (۲) پردہ پر حقیقی خیال اسی صورت میں بن سکتا ہے جبکہ شخص، اور پردہ کے مابین فاصلہ کم از کم ماسکی طول کا چوگنا ہوتا ہے۔ پس پردہ کو ابتداءً عدسہ سے کافی دور رکھ کر بتدریج فاصلہ کم ہٹایا جائے یہاں تک کہ بالآخر خیال صاف طور پر ماسک پر آجائے۔

## طریقہ (۱)۔ فرض کرو

ش = عہدہ کا فاصلہ شخص سے  
 خ = " " خیال سے  
 م = " " کا ماسکی طول

صفحہ ۹۵ سے  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{3}$  -  $\frac{1}{4}$  یا خ - ش - م

پس اگر (ش) اور (خ) ناپ لئے جائیں تو ماسکی طول (م) شمار ہو جاتا ہے۔

پیمائشی سلاح کی ٹیگیں کو سرکا کر اس کے ذریعہ فاصلے (ش) اور (خ) ناپ لئے جائیں اور (م) اور (م) شمار کر لئے جائیں۔ لیکن یہ یاد رہے کہ حسابی عمل میں ش، اور خ، کی عددی قیمتوں کی صحیح علامتیں لی جائیں۔

یہی مشاہدات، کم از کم تین اور جداگانہ وضعوں کے ساتھ، دوہرائے جائیں۔ اور نتائج جدول کی شکل میں اس طرح لکھے جائیں:-

| ش | خ | ش | خ | م | م |
|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |

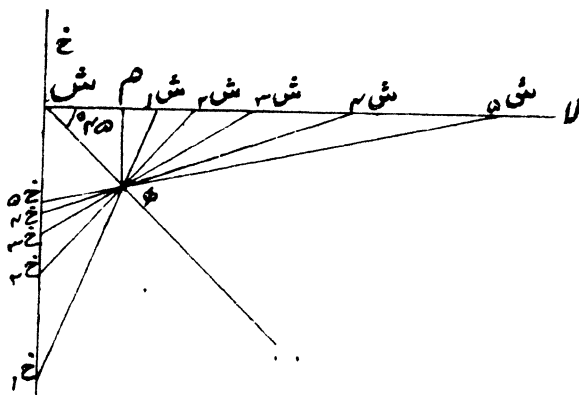
جدول سے (م) کی اوسط قیمت شمار کی جائے اور پھر ماسکی طاقت بھرتوں (ڈائی آپٹروں) میں بتائی جائے۔

ایک شکل بھی کہنچی جائے جس میں محدب عدسہ سے گزر کر حقیقی خیال پیدا کرنے والی شعاعوں کے راستوں کی صراحت کی جائے۔

ایک ترسیبی عمل - سرہا ورڈ گریپ کے نام کے ساتھ ایک دلچسپ ترسیبی عمل عدسہ کے ماسکی طول کی تعین سے متعلق مشہور ہے۔ دو محور کہنچے جائیں جو باہم دیگر عمود ہوں۔ ایک محور پر (ش) کی قیمتیں ظاہر کی جائیں اور دوسرے پر انکی متعلقہ (خ) کی قیمتیں۔ چونکہ محدب عدسہ کے اس محور پر (خ) کی قیمتیں منفی ہیں جس محور پر (خ) ناپا جائیگا نیچے کی طرف کہنچا جاتا ہے۔ محوروں پر (ش) اور (خ) کے ایک ہی مشاہد سے متعلق جو نقطے ہونگے ان کو خط مستقیم کہنچ کر اگر ملایا جائے تو تمام مشاہدوں کے خطوط (بشرطیکہ تجربہ اور ترسیبی عمل کافی صحت کے ساتھ ترتیب پائے ہوں) ایک ہی نقطہ پر متقاطع ہونگے۔ اس نقطہ کا فاصلہ دونوں محوروں سے ماسکی طول (م) کے مساوی ہوگا۔ شکل (۳۹) میں ایسی ایک مثال دی گئی ہے اس میں (ش) م اور (م) ہر دو عدسہ کے ماسکی طول (م) کے مساوی ہیں۔

طریقہ (۳)۔ جب محدب عدسہ کے ذریعہ کسی شخص کا حقیقی خیال پردہ پر بتا ہے تو پردہ اور شخص کو ان کی جگہوں پر قائم رکھ کر یعنی ان کا درمیانی فاصلہ مستقل رکھ کر (عدسہ کے لئے بالعموم دو محل دریافت

ہو سکتے ہیں۔ ایک محل ایسا ہوتا ہے کہ جب عدسہ وہاں رکھا جاتا ہے تو خیال شخص سے بڑا ہوتا ہے، اور جب عدسہ دوسرے محل پر رکھا جاتا ہے تو خیال شخص سے چھوٹا ہوتا ہے۔ پہلی صورت میں عدسہ سے شخص تک کا جو فاصلہ ہوتا ہے دوسری صورت میں عدسہ سے پردہ تک کے فاصلہ کے مساوی ہوتا ہے۔



شکل ۳۹

عدسہ کے ماسکی طول کے لئے ترسیمی عمل

فرض کرو شخص اور پردہ کے درمیان فاصلہ (ف) ہے، اور عدسہ کے پہلے اور دوسرے محل کے مابین (۱)۔ تو

$$\text{ش} = \frac{\text{ف} - ۱}{۲} \quad \text{خ} = \frac{\text{ف} + ۱}{۲}$$

ان قیمتوں کو مساوات  $\frac{۱}{\text{ش}} - \frac{۱}{\text{خ}} = \frac{۱}{\text{ف}}$  میں خ اور ش کے

عوض لکھنے سے ماسکی طول  $\text{م} = \frac{\text{ف} - ۱}{۲}$  نکل آتا ہے۔

شخص سے پردہ کافی دور رکھو اور ان کے مابین عدسہ کو ایک ایسے مقام پر ترتیب دو کہ پردہ پر شخص کا حقیقی خیال اتر آئے۔ پھر شخص اور پردہ کو ان کی جگہوں پر قائم رکھ کر عدسہ کا دوسرا محل دریافت کرو جس سے مگر حقیقی خیال پیدا ہو۔ عدسہ کے پہلے اور دوسرے محلوں کا فاصلہ ناپو اور نیز شخص اور پردہ کا درمیانی فاصلہ۔ مصرعہ بالا مساوات کے ذریعہ (م) کی قیمت شمار کیجائے۔ بطور خاص بعد آزمائش ایک ایسی صورت دریافت کیجائے جس میں  $\mu$  کی قیمت صفر ہو۔ ظاہر ہے کہ ایسی حالت میں (ف) کی قیمت اقل ہوگی اور

م - - ف

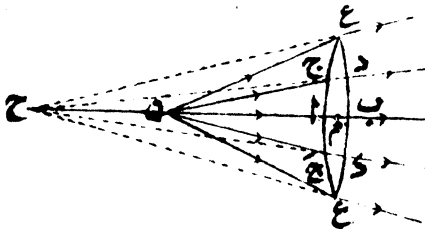
تجربہ ۲۵ - مناظری تختہ - مقعر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین۔ چونکہ محض مقعر عدسہ سے حقیقی شخص کا حقیقی خیال بتنا ممکن نہیں۔ مناظری تختہ کے ذریعہ متذکرہ بالا طریقوں پر کار بند ہونے کے لئے مقعر عدسہ کے ساتھ ایک مناسب ماسکی طول کا محدب عدسہ شریک کرنے کی ضرورت پیش آتی ہے۔ ان دونوں عدسوں کا مجموعہ بالا التزام محدب ہونا چاہئے۔ تجربہ (۱۵) کی طرح اس مجموعہ کا ماسکی طول (م) دریافت کر لیا جاسکتا ہے۔ پھر اس طریقہ سے اس محدب عدسہ کا ماسکی طول (م) بھی معلوم کر لیا جاسکتا ہے جو مقعر عدسہ کے ساتھ مجموعہ میں شریک کیا گیا۔ تب مقعر عدسہ کا ماسکی طول (م) ضابطہ ذیل کے ذریعہ شمار کر لیا جاسکتا ہے :

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}$$

اس ضابطہ میں ہر مقدار کی صحیح علامت درج ہونی چاہیے تاکہ نتیجہ صحیح برآمد ہو۔

تجربہ ۵۳۔ ایک محدب الطرفین عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر استخفا کی تعیین۔ پہلے اس عدسہ کا ماسکی طول دریافت کر لیا جائے۔ مصرعہ بالا طریقوں میں سے کوئی ایک طریقہ استعمال کیا جاسکتا ہے۔ پہر شخص کے لئے ایسا محل (بعد آزمائش) دریافت کیا جائے کہ اس کی شعاعیں عدسہ میں منعطف ہو کر عدسہ کی دوسری (یعنی عقبی) سطح سے منعکس ہوں اور عدسہ سے مکرر منعطف ہونے کے بعد جو خیال پیدا ہوگا شخص سے منطبق ہو جائے۔

شکل (۴۰) میں بتایا گیا ہے کہ اس خیال کی پیدائش کیونکر ہوتی ہے۔ نقطہ (ن) سے اگر کوئی شعاع عدسہ



شکل ۴۰

عدسہ کی دوسری سطح سے انعکاس

(ع) کی پہلی سطح میں سے منعطف ہو کر دوسری سطح سے بعد انعکاس اس کی راستہ واپس لوٹتی ہے جس سے وہ آئی تھی، اس کی سمت اس دوسری سطح پر عمودی ہونی چاہئے۔ پس شعاع منعطف ج د کی سمت عدسہ کی دوسری سطح کے مرکز انحناء (ح) میں سے گزرنی چاہئے۔ عدسہ کے سیدھے جانب بھی کچھ نور چلا جاتا ہے، جیسا کہ نقطہ دار خطوط کے ذریعہ بتایا گیا ہے۔ بہر حال، نقطہ (ح) نقطہ (ن) کا خیال ہے جو عدسہ میں سے گزرنے والی شعاعوں کے ذریعہ پیدا ہوتا ہے۔

مَن کو (ف) سے تعبیر کیا جائے اور م ح کو (م) سے، تو مساوات

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{y} = \frac{1}{m} \quad \text{میں} \quad \text{ش} - \text{ف} \quad \text{اور} \quad \text{خ} - \text{م}$$

$$\text{ہیں} \quad \frac{1}{x} - \frac{1}{y} = \frac{1}{m} \quad \text{جہاں (م) سے مراد عدسہ کی لمبائی ہے۔}$$

$$\text{لہذا} \quad \text{م} = \frac{\text{ف} \cdot \text{م}}{\text{ف} + \text{م}}$$

یہ یاد رہے کہ اس ضابطہ میں (م) کی جبری قیمت درج ہوگی۔

نقطہ (ن) کے مقام کی تعیین تجربہ سے، اختلاف منظر کے طریقہ سے، ہو سکتی ہے، مثلاً ایک الہن کو بطور شخص کے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ لیکن چونکہ ان سے انعکاس سے پیدا ہونے والا خیال مدہم ہوتا ہے اس لئے مناظری تختہ کے ذریعہ تجربہ بہتر ہے۔ یعنی ایک سفید پردہ کے پنج میں چھوٹا دائری سوراخ کر کے اس پر دو صلیبی تار

تین دے جائیں اور دائرہ کو منور کر کے ان کا خیال ان سے منطبق کرایا جائے۔ چونکہ اس صورت میں شخص اور خیال دونوں عدسہ سے ایک ہی فاصلہ پر واقع ہوتے ہیں، اس لئے عدسہ سے پردہ تک کا فاصلہ (ف) کے مساوی ہے۔

اندھیرے کمرے میں الہن پر ایک چھوٹی سی جھنڈی لگا کر اس کو کافی روشن کر کے، تجربہ کیا جاسکتا ہے۔ اگر معمل کے کسی اور حصہ میں تجربہ کرنا ہو تو عدسہ کو پارے کی سطح پر تیرا کر منعکس شعاؤں کی حدت میں اضافہ کیا جاسکتا ہے۔

عدسہ کو پلٹا کر اس کی باقی ماندہ سطح کا نصف قطر (ص<sub>۱</sub>) ہی اسی طریقہ سے دریافت کر لیا جاسکتا ہے۔ م، ص<sub>۱</sub> اور ص<sub>۲</sub> معلوم ہو جانے کے بعد عدسہ کا انعطاف نما (م) ضابطہ ذیل کے ذریعہ شمار کر لیا جاسکتا ہے:

$$\frac{1}{m} = (1 - m) \left( \frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2} \right)$$

ان تینوں مقداروں م، ص<sub>۱</sub> اور ص<sub>۲</sub> کی صحیح علامتیں درج ہونی چاہئیں۔ (م) کی علامت کے متعلق کوئی وقت پیش نہیں آتی۔ سطحوں کے نصف قطر کی صحیح علامتیں درج کرنے کے لئے، فرض کرو عدسہ کی وضع تجربہ کیلئے

ترتیب دی گئی ہے۔ ایک جانب کو جانب وقوع تصور کر سکتے ہیں۔ اور اس جانب جو فاصلے ناپے جائینگے

سب مثبت ہونگے۔ مثلاً اگر عدسہ کی دونوں سطحیں اس  
جانب محدب ہوں تو اس کا نصف قطر انحنائی منفی ہے،  
اس لئے کہ اس کا نصف قطر مخالف سمت میں ناپا  
جائیگا۔

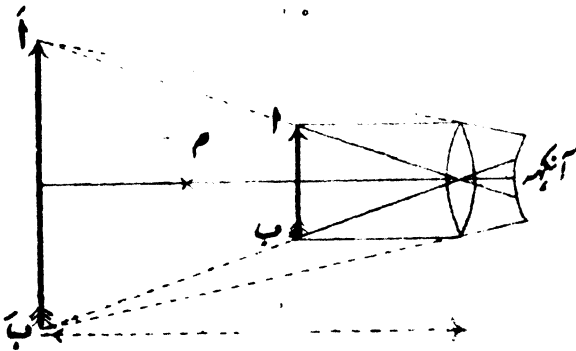


# چھٹا باب

## مناظری آلات

### فصل (۱) سادہ عدسہ کی تکبیری طاقت

کسی شے کا ظاہری قد اس کے زاویہ نظر کے تابع ہے۔  
یعنی شے کے خطی ابعاد اور آنکھ سے اس کے فاصلہ کے  
تابع ہے۔ جس قدر وہ آنکھ سے قریب ہوتا ہے اس قدر  
اس کا ظاہری قد بڑھتا ہے۔ لیکن جب وہ ایک معین  
فاصلہ سے قریب تر ہوتا ہے تو رویت واضح نہیں رہتی



شکل ۴۱

عدسہ کی تکبیری طاقت

طبیعی یا صحیح آنکھ کی رویت واضح کا اقل فاصلہ  
 عموماً ۲۵ سم تصور کیا جاتا ہے۔

جب ایک ہی عدسہ کو بطور سادہ خرد بین استعمال کرتے  
 ہیں تو اس کو آنکھ سے متصل رکھ کر شخص کو ایسے مقام  
 پر ترتیب دیتے ہیں کہ اس کا مجازی خیال آنکھ سے  
 ۲۵ سم دور پیدا ہوتا ہے۔ مثلاً اگر شخص اب کا فاصلہ  
 عدسہ سے اس کے ماسکی طول سے کم ہے تو اس کا مجازی  
 خیال اب آنکھ سے ۲۵ سم دور بنتا چاہئے (ملاحظہ ہو شکل ۴۱)

عدسہ یا خرد بین کی تبکیمری طاقت سے وہ نسبت  
 مراد ہے جو مجازی خیال کے زاویہ نظر کو شخص کے زاویہ  
 نظر سے ہوتی ہے جبکہ وہ آنکھ سے ۲۵ سم دور ہوتا ہے۔  
 دور بین کی تبکیمری طاقت کا مفہوم اس سے جدا گانہ ہے۔  
 جب زاویہ نظر چھوٹے ہوتے ہیں انکی نیم قطری قیمتوں  
 کے عوض ان کے مماس استعمال ہو سکتے ہیں۔ پس

$$\text{تبکیمری طاقت ک} = \frac{\frac{\text{اب}}{۲۵}}{\frac{\text{اب}}{۲۵}}$$

عدسہ کی تبکیمری طاقت اور اس کے ماسکی  
 طول میں تعلق۔ فرض کرو عدسہ کا ماسکی طول (م)  
 سنتی میٹر ہے۔ اور شخص اب کا فاصلہ عدسہ سے (ش) سم۔

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{m_1} - \frac{1}{25}$$

$$\therefore \frac{1}{m} = \frac{1}{25} - \frac{1}{m_1}$$

$$\text{لیکن تبکیری طاقت (ک) = } \frac{1}{\frac{1}{m} - \frac{1}{25}} = \frac{25}{1 - \frac{25}{m}}$$

لہذا، اگر (م) معلوم ہے تو تبکیری طاقت شمار ہو سکتی ہے۔ واضح ہے کہ (م) کی جبری قیمت درج ہونی چاہئے۔ محذب عدسہ کے لئے اس کی قیمت منفی ہے۔

تجربہ ۵۴۔ ایک سادہ عدسہ کی تبکیری طاقت کی تعیین۔

طریقہ (۱) عدسہ کو دو اپنوں کے بیچ میں رکھو اور اور ان کے فاصلوں کو ترتیب دیکر (تاکہ ایک اپن کا خیال دوسرے سے منطبق ہو) عدسہ کا ماسکی طول بذریعہ

$$\text{ضابطہ } \frac{1}{x} - \frac{1}{m_1} = \frac{1}{m} \text{ دریافت کر لو۔}$$

جیسا کہ قبل ازیں متعدد جگہ ہدایت ہوئی ہے، جو فاصلے

شخص سے آئینوالے نور کے مقابل سمت میں ناپے جاتے ہیں مثبت ہوتے ہیں۔ اس طرح ماسکی طول معلوم

کر لینے کے بعد تبکیری طاقت

$$\text{ک} = 1 - \frac{25}{m} \text{ سے دریافت ہو جاتی ہے۔}$$

طریقہ (۲)۔ ایک ملی میٹر پیمانہ کو مینر پر رکھو، اور ایک دوسرے ملی میٹر پیمانہ کو پہلے پیمانہ سے تقریباً ۲۰ سنتی میٹر اوپر، اور اس کے متوازی رکھو۔ ان کو اس طور پر ترتیب دو کہ جب اوپر کے پیمانہ کو ایک آنکھ سے عدسہ میں سے دیکھتے ہیں تو دوسری آنکھ سے نیچے کا پیمانہ بھی دکھائی دے۔ عدسہ کی وضع بھی ٹھیک کرو تاکہ دونوں پیمانے واضح اور باہمیگر منطبق نظر آئیں، اوپر کا پیمانہ عدسہ میں سے اور نیچے کا خالی آنکھ سے۔ ہر گن کر دیکھو پہلے پیمانہ کے کتنے ملی میٹر درجے دوسرے پیمانہ کے دو یا تین ملی میٹر درجوں سے منطبق ہوتے ہیں۔ اگر اوپر کے پیمانہ کے (ت) درجے نیچے کے پیمانہ کے (تم) درجوں کے ساتھ منطبق ہوں، تو

$$\text{تکبیری طاقت (ک)} = \frac{ت}{ت_۱}$$

فصل (۱) خرد ہیں

خرد ہیں کی ترکیب اور تکبیری طاقت

م مرکب خرد ہیں کے ضروری اجزاء، چھوٹے ہلکی طول کے دو مخدب عدسے ہیں۔

(۱) دہانہ یا عدسہ شخص

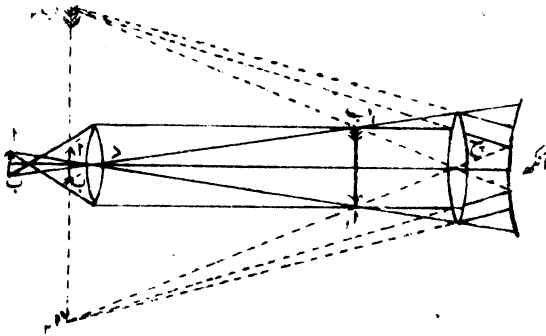
(۲) چشمہ یا عدسہ چشم

دہانہ اور شخص کے مابین جو فاصلہ ہے دہانہ کے

ماسکی طول سے ذرا ہی بڑا ہوتا ہے۔ اس لئے عدسہ کے دوسرے بازو ایک حقیقی، معکوس اور شخص سے بڑا خیال پیدا ہوتا ہے۔ شکل (۴۲) میں اب شخص سے اور اب متذکرہ بالا خیال سے جو دہانہ (د) سے بنتا ہے۔ یہ حقیقی خیال عدسہ چشم یا چشمہ (ج) میں سے دیکھا جاتا ہے۔ چشمہ کا عمل بعینہ ایک سادہ بکسر شیشہ کا سا ہے۔

حقیقی خیال اور عدسہ چشم میں عدسہ کے ماسکی طول سے کم فاصلہ ہے۔ اس لئے جو خیال پیدا ہوتا ہے مجازی اور شخص، یعنی پہلے (حقیقی) خیال سے بڑا ہوتا ہے۔ پھر عدسہ کا مقام ترتیب دیکر ٹھیک کر لیا جاتا ہے۔ تاکہ مجازی خیال آنکھ سے اقل فاصلہ رویت واضح پر (جو عموماً ۲۵ سم تصور ہوتا ہے) تیار ہو۔

۱۱ اب حقیقی خیال سے جو دہانہ یا عدسہ شخص کے



شکل (۴۲)

خردیوں کی تکبیری طاقت

ذریعہ تیار ہوتا ہے۔ اور  $\overline{AB}$  مجازی خیال ہے جو چشم  
یا عدسہ چشم سے تیار ہوتا ہے۔

خرد بین کی تبکیری طاقت (بمحاذ تعریف)

مجازی خیال  $\overline{AB}$  کا زاویہ نظر (جو انکسراج پر بنتا ہے)

شخص  $\overline{AB}$  کا زاویہ نظر (ج) پر جبکہ ۲ سم فاصلہ پر ہوتا ہے

$$(ج) \text{ ہر } \overline{AB} \text{ کا زاویہ نظر}$$

$$(ج) \text{ ہر } \overline{AB} \text{ کا زاویہ نظر}$$

$$(یہاں \overline{AB} = \overline{AB})$$

$$\text{پس تبکیری طاقت} = \frac{\overline{AB}}{\overline{AB}} \text{ (تقریباً)}$$

تجربہ ۵۵۔ خرد بین بنائیکی ترکیب - (۱) قرنبیق

کی ٹیکس کے افقی قاعدے پر ایک مربعدار کا غذا کا چھوٹا  
ٹکڑا، یا ایک چھوٹا واضح نشان کیا ہوا ملی میٹر پیمانہ، بطور  
شخص استعمال کیا جائے۔

(۲) ۲ یا ۳ مننتی میٹر ماسکی طول کا ایک عدسہ نو تار بطور  
عدسہ شخص استعمال کیا جائے۔

اس کا ماسکی طول (تقریبی) دریافت کرو اور اس سے کچھ  
ہی زاید فاصلہ پر مربعدار کا غذا (یا ملی میٹر پیمانہ) کے اوپر  
ٹیکس پر رکھو۔

(۳) عدسہ کے اوپر مناسب فاصلہ پر ایک چھوٹی  
تختی (یا پلیٹ فارم) جس کے بیچ میں دائری سوراخ ہو،

افقی وضع میں اس طرح رکھو کہ عدسہ کا محور سوراخ کے مرکز میں سے گزرے۔ تختی پر ایک دوسرا مربع کاغذ بنادو۔

(۴) پلیٹ فارم کے اوپر، قرینق کی ٹیکن پر ایک فلزی حلقہ نصب کرو جس پر صلیبی تار تانے ہوئے ہوں۔ اوپر سے نیچے کی طرف نگاہ ڈالی جائیگی تو حقیقی، اور شخص سے بڑا، خیال اب دکھائی دیگا۔ صلیبی تاروں کے حلقہ کی بلندی کو ٹھیک کر لو تاکہ ان میں اور خیال کے خطوط میں اختلاف منظر نہ رہے۔ ایسی صورت میں صلیبی تار اس افقی مستوی میں ہوتے ہیں جس میں دہانہ سے پیدا ہونے والا خیال ہوتا ہے۔

(۵) چشمہ کو (جو ۴ یا ۵ سم ماسکی طول کا عدسہ ہو تو بہتر ہے) ٹھیک موقع پر رکھو تاکہ دہانہ سے پیدا ہونے والے خیال کی تکمیل میں آئے۔

(۶) حلقہ چشم کا ٹھیک مقام دریافت کرو، یعنی آنکھ کی پتلی کے لئے ایسا مقام دریافت کرو کہ جب پتلی دہان ہو تو عدسہ چشم میں سے گزرنے والی شعاعوں کا اعظم حصہ اس میں داخل ہو سکے۔ جب آنکھ اس مقام پر ہوتی ہے تو عدسہ چشم کا میدان مربع کاغذ کے خیال سے پر نظر آنا چاہئے۔ اگر ضرورت ہو تو حلقہ چشم کا صحیح مقام یاد رکھنے کے لئے دہان ایک فلزی حلقہ رکھا جاسکتا ہے۔

(۷) پلیٹ فارم کو ترتیب دیکر حلقہ چشم سے ۲۵ سم

فاصلہ پر لاؤ۔

تجزیہ ۵۶۔ خرد میں کی تبکیری طاقت۔

طریقہ (۱) پلیٹ فارم پر کے مربعدار کاغذ کو راست ایک آنکھ سے مشاہدہ کرو جبکہ دوسری آنکھ خرد میں سے پہلے کاغذ کے خیال کو دیکھتی ہو۔ اگر دونوں آنکھوں کی بصارت طبعی ہو تو مشق کرنے سے وقت واحد میں دونوں خیال ایک ساتھ نظر آ سکیں گے، خرد میں سے جو بڑا مربع دکھائی دیگا خالی آنکھ کو نظر آنے والے چند مربعوں پر منطبق ہوگا۔ اگر دونوں خیالوں کو ایک دقت دیکھنے میں وقت محسوس ہو تو آنکھوں کو باری باری سے کچھ دیر تک کہولو اور بند کرو تاکہ علیحدہ علیحدہ خیال نظر آئیں، پھر دونوں آنکھوں کو ایک ساتھ کہولو تاکہ خیال منطبق نظر آئیں۔ اگر خالی آنکھ سے (ت) درجے خرد میں سے دکھائی دینے والے (ت) درجوں کے ساتھ منطبق ہوں تو خرد میں کی تبکیری طاقت  $\frac{ت}{ت}$  ہوگی اسلئے

$$\text{کہ اس صورت میں } \frac{ا ب}{ا ب} = \frac{ت}{ت}$$

طریقہ (۲) علیحدہ علیحدہ دہانہ اور چشمہ کی تبکیری طاقتوں کی تعین کرو۔ اگر دہانہ کی طاقت (ک) ہے اور چشمہ کی (ک) تو خرد میں کی تبکیری طاقت (ک) = ک × ک ج (ک) کی تعین۔ جس فلزی حلقہ پر صلیبی تار تانے گئے ہیں اسپر ایک چھوٹا مربعدار کاغذ ایسی وضع میں رکھو کہ

اس کے درجے حقیقی خیال  $\alpha$  ب  $\alpha$  کے درجوں کے بازو ہوں۔ گن کر دیکھو اس پہوٹے کاغذ کے کتنے (ت) درجے خیال  $\alpha$  ب  $\alpha$  کے (ت) درجوں سے منطبق ہوتے ہیں۔

$$\text{تب (ک)} = \frac{\text{ت}}{\text{چ}}$$

(ک) کی تعین۔ چشمہ کی تبکیری طاقت (ک) کی تعین کے لئے صلیبی تاروں کے فلزی حلقہ پر ایک چھوٹا مربعدار کاغذ رکھو اور اس کو اس طرح ترتیب دو کہ حقیقی خیال  $\alpha$  ب  $\alpha$  کو ڈھانپ دے۔ پھر آنکھ کو حلقہ چشمہ پر رکھو اور اس کاغذ کے درجوں کا پلیٹ فارم پر کے کاغذ کے درجوں سے مقابلہ کرو جو خالی آنکھ سے دیکھا جا رہا ہوگا۔ واضح ہو کہ یہ طریقہ بعینہ وہی ہے جس سے ایک سادہ عدسہ کی تبکیری طاقت دریافت کیجاتی ہے۔ (ک) کی اس طرح جو قیمت برآمد ہو قلمبند کرلو اور پھر

$$\text{بذریعہ ک} = \text{ک} \times \text{ک}$$

خرد ہیں کی تبکیری طاقت شمار کرو۔

طریقہ (۳)۔ (ک) اور (ک) علیحدہ علیحدہ شمار کر لئے جائیں اور پھر عدسہ کی تبکیری طاقت (ک) جو ک  $\times$  ک کے مساوی ہے شمار کر لیجائے۔

واضع ہو کر کنڈ = خیال اب کا قد  
شخص اب کا قد

$$\frac{(د) سے خیال اب کا فاصلہ}{(د) سے شخص اب کا فاصلہ} =$$

یہ فاصلہ ناپ لئے جائیں اور ان سے (ک) شمار کر لی جائے۔ دیکھو شخص اب کا فاصلہ (د) دیانہ کے ماسکی طول کے قریب قریب مساوی ہے۔ اور خیال اب کا فاصلہ (د) سے تقریباً خرد ہیں کی نلی کے طول کے مساوی ہے۔ (ک) کا شمار :-

حلقہ چشم کو عدسہ چشم کے بالکل قریب فرض کر کے عدسہ چشم کی تکبیری طاقت ضابطہ ذیل سے دریافت ہوتی ہے۔

$$ک = ۱ - \frac{۲۵}{م}$$

جس میں (م) عدسہ چشم کا ماسکی طول ہے۔ پس (م) معلوم کیا جائے اور (ک) شمار کر لیا جائے۔ اور پھر اس سے

$$ک = کو \times ک$$

اگر حلقہ چشم اور عدسہ چشم میں فاصلہ قلیل نہ ہو تو فرض کرو وہ (ف) ہے۔ مجازی خیال حلقہ چشم سے ۲۵ سنتی میٹر پر بنتا ہے نہ کہ عدسہ چشم سے۔ پس تکبیری طاقت اس صورت میں

$$ک = ۱ - \frac{۲۵ - ف}{م}$$

چونکہ (ف) تقریباً (م) کے مساوی ہوتا ہے، اس لئے یہ تقریبی ضابطہ حاصل آتا ہے

$$\frac{۲۵}{م} = کج$$

فصل (۳) دور بین

دور بین کی ترکیب اور اسکی بیکسری طاقت

دور بین کے ضروری اجزاء دو محدب عدسے ہیں :

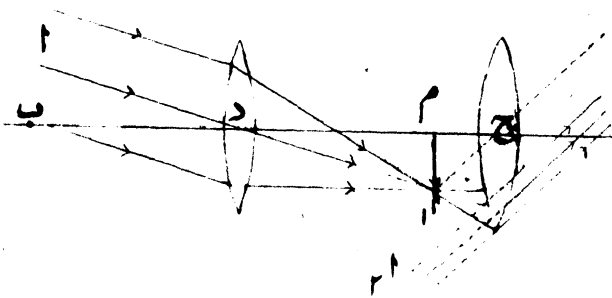
(۱) دھانہ یا عدسہ شخص جس کا ماسکی طول لمبا ہوتا ہے۔

(۲) چشمہ یا عدسہ چشم جسکا ماسکی طول چھوٹا ہوتا ہے۔

برے ماسکی طول کے عدسہ سے دور کے شخص کا حقیقی

اور منکوس خیال بنتا ہے۔ اگر شخص بہت دور ہو جیسا کہ

ظہکی دور بین میں ہوتا ہے، اس خیال کی پیدائش دھانہ کے



شکل (۳۳)

دور بین بحالت ترقیب طبعی

ماسکی مستوی ہوتی ہے۔ شکل (۴۳) میں بتایا گیا ہے کہ دور کے شخص کے کسی نقطہ سے جو شعاعیں دور بین کے اصلی محور کے متوازی آتی ہیں (د) پر جو دہانہ (د) کا اصلی ماسکہ ہے جمع ہو جاتی ہیں۔

دور کے شخص کے کسی اور نقطہ سے شعاعوں کی جو پنسل سمت (د) کے متوازی آتی ہے نقطہ (ا) پر ماسکہ پر آتی ہے، جو دہانہ کے ماسکی مستوی میں واقع ہے۔

حقیقی اور معکوس جو خیال پیدا ہوتا ہے عدسہ چشم اسکی بکیر کر کے ایک مجازی خیال بناتا ہے جو عدسہ چشم کے اسی بازو ہوتا ہے جدھر پہلا حقیقی خیال ہے۔

جب دور میں طبعی ترتیب کی حالت میں ہوتی ہے اس کا عدسہ چشم متذکرہ بالا حقیقی خیال سے آگے کو بقدر اس کے ماسکی طول کے بڑھا کر رکھا ہوا ہوتا ہے۔ پس لسی صورت میں چشمہ سے جو شعاعیں خارج ہوتی ہیں متوازی ہوتی ہیں، اور اس لئے آخری مجازی خیال آنکھ سے لاتناہی دور فاصلہ پر ہوتا ہے۔ ان متوازی شعاعوں کی سمت (ا) کو (ج) سے لانے سے جو عدسہ چشم کا مرکز ہے، معلوم ہو جاتی ہے۔

اگر آنکھ دور کی چیز کو دیکھنے کے لئے تیار ہے اور عدسہ چشم کے پیچھے رکھی جاتی ہے تو یہ متوازی شعاعیں پردہ شبکیہ پر ماسکہ پر آجائیں گی، اور ام کا خیال اس کو بڑا نظر آئیگا۔

کسی مناظری آلہ کی تبکیری طاقت سے مراد خیال کے زاویہ نظر اور شخص کے زاویہ نظر کی باہمی نسبت ہے۔ مفہوم مکمل ہونے کے لئے خیال اور نیز شخص کے مقام ہی معین ہونے چاہئیں۔

جب خرد بین کی طاقت دریافت کرتے ہیں تو شخص اور خیال دونوں آنکھ سے واضح رویت کے اقل فاصلہ پر یعنی ۲۵ سنتی میٹر دور رکھے جاتے ہیں۔

فلکی دور بین کی طاقت کی تعیین میں شخص اور خیال کو اس فاصلہ پر تصور کرنا مہمل ہوگا۔ پس دونوں مشاہدہ کرنیوالے کی آنکھ سے نامتناہی دور تصور کئے جاتے ہیں۔ لہذا طبعی ترتیب کی حالت میں دور بین کی تبکیری طاقت

$$= \frac{\text{خیال کا زاویہ نظر}}{\text{شخص کا زاویہ نظر}}$$

$$= \frac{1^{\circ} \text{ ب}}{1^{\circ} \text{ م}} = \frac{1^{\circ} \text{ ب}}{1^{\circ} \text{ م}}$$

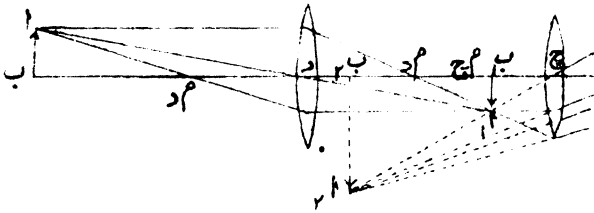
$$= \frac{1^{\circ} \text{ ب}}{1^{\circ} \text{ م}} \approx 1$$

تقریباً

(چونکہ زاوئے چھوٹے ہیں اس لئے بجائے ان کے نیمقطری پیمانوں کے ان کے مما سوں کی قیمتیں لکھی گئی ہیں)

$$\text{پس طاقت تبکیری} = \frac{\text{دہانہ کا ماسکی طول}}{\text{چشمہ کا ماسکی طول}}$$

ایسی سادہ دوزمین ارضی چیزوں کے دیکھنے کے لئے بھی استعمال ہوتی ہے، مشاہدہ کرنے والے سے جن کے فاصلے دور ہوتے ہیں لیکن نامتناہی نہیں۔ ایسی صورتوں میں دوزمین طبعی ترتیب کی حالت میں نہیں ہوتی ہے، اور آخری خیال مشاہدہ کرنے والے سے کسی بھی مناسب و منوز فاصلہ پر ہو سکتا ہے۔ چنانچہ مشاہدہ کرنے والا عدسہ چشم کو اس طرح ترتیب دے سکتا ہے کہ آخری خیال آنکھ سے اسی فاصلہ پر بنے جس پر شخص واقع ہے، یا یہ خیال واضح رویت کے اقل فاصلہ پر ہو۔



شکل ۴۴

دوزمین طبعی ترتیب سے جداگانہ حالت میں

تب دوزمین کی طاقت تکبیر اس طرح شمار ہو سکتی ہے :-

$$\frac{\text{خیال کا زاویہ نظر}}{\text{شخص کا زاویہ نظر}} = \text{طاقت تکبیر}$$

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{A'D'}{AD}$$

$$= \frac{\text{دب ا}}{\text{ج ب ا}} \quad \text{تقریباً}$$

یعنی طاقتِ تبکیر =  $\frac{\text{حقیقی خیال کا فاصلہ دہانہ سے}}{\text{حقیقی خیال کا فاصلہ چشمہ سے}}$  -

دورین کی طاقت کے لئے یہہ جو نسبت اخذ کی گئی ہے ہر حالت میں صحیح ہے، خواہ ترتیبِ طبعی ہو یا نہ ہو اور آخری مجازی خیال کا فاصلہ آنکھ سے کچھ ہی ہو -

تجربہ ۵۵ - سادہ دورین بنانے کی ترکیب - بطور شخص کے ایک درجہ دار پیمانہ کو انتصابی وضع میں کافی دور کھڑا کرو - اگر مناسب پیمانہ نہ مل سکے تو اینٹھ کی کسی دیوار کے ساتھ مشاہدہ ہو سکتا ہے - دو مجرب حد سے لو، ایک عدسہ بڑے سے بڑے ماسکی طول کا چاہئے دوسرا چھوٹے سے چھوٹے ماسکی طول کا - پہلا عدسہ بطور عدسہ شخص یا دہانہ کے مجوزہ شخص یعنی پیمانہ یا دیوار کا حقیقی خیال بنانے کے لئے ترتیب دیا جائے - اگر آنکھ اس حقیقی خیال کے پیچھے کافی دور واقع ہو تو خیال صاف دکھائی دے سکے گا - پیمانہ کے کسی ایک درجہ کے حقیقی خیال کے ساتھ ایک الپن منطبق کرا یا جائے - یہ اس وقت ممکن ہوگا جبکہ درجہ کے خیال اور الپن میں اختلافِ منظر نہ ہوگا - پھر چھوٹے ماسکی طول کا عدسہ چشمہ کی طرح ترتیب دیا جائے - تاکہ پیمانہ کے درجے بڑے اور واضح نظر آئیں -

**تجربہ عہدہ - دور بین کی طاقت تبکیہ - ایک**  
 سے پیمانہ کو دور بین میں دیکھو، دوسری سے  
 کا راست معائنہ کرو۔ چونکہ دونوں آنکھوں سے ایک  
 وقت میں علیحدہ علیحدہ کام لئے جارہے ہیں، شاید  
 ری کو پہلے پہلے کچھ دقت محسوس ہوگی۔ اگر عدسہ  
 اس طرح ترتیب دیا جائے کہ دونوں آنکھوں کی  
 ق ایک ہی ہے، یعنی آخری مجازی خیال کی پیدائش  
 ہدہ کرنے والے سے اسی فاصلہ پر ہوتی ہے جس پر  
 پیمانہ رکھا ہوتا ہے، تو یہ دقت بہت کچھ رفع  
 آئیگی۔ دور بین کے عدسہ چشم کو مٹا کر ماسک پر لاتے  
 یہ بات ذہن میں جمائے رکھو کہ خیال اسی فاصلہ  
 ہے جس پر پیمانہ واقع ہے۔ اگر ترتیب ٹھیک ہے  
 دونوں آنکھوں سے وقت واحد میں کام لیا جاتا ہے  
 ہر کو خفیف سا شالے سے مجازی خیال اور پیمانہ میں  
 اضافی حرکت نہ محسوس ہوگی۔

دور بین میں سے پیمانہ کے چند درجوں (ت) کو ملاحظہ  
 اور دیکھو خالی آنکھ سے اس کے کتنے درجے (ت)  
 کے ساتھ منطبق ہوتے ہیں۔ دور بین کی طاقت  
 ت کے مساوی ہوگی۔

تقدیق کے لئے دور بین کے عدسہ شخص (دیمانہ) سے  
 تک کا فاصلہ ناپو اور اس کو اپن سے عدسہ چشم  
 کے فاصلہ پر تقسیم کرو۔

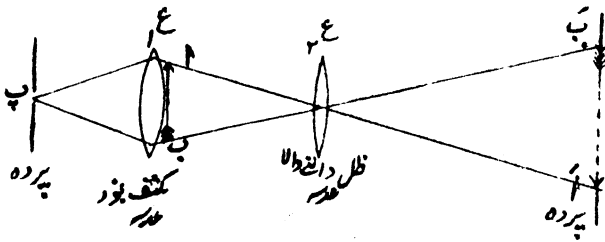
پھر دونوں عدسوں کے ماسکی طول دریافت کرو اور  
دہانہ کے ماسکی طول اور عدسہ چشم کے ماسکی طول میں  
نسبت شمار کرو۔ اس نسبت سے دور بین کی طاقت  
بیکثیر اس صورت میں دریافت ہوتی ہے جبکہ ترتیب  
طبعی ہو۔

### فصل (۴) مناظری قندیل

مناظری قندیل عموماً کسی عکس (فوٹو) کے شفاف  
حصہ وغیرہ کا بڑا خیال بنا کر پردہ پر اتارنے کی غرض سے  
استعمال ہوتی ہے۔ اس میں دو عدسے (یا عدسی نظام) ہیں، ایک  
ظل ڈالنے کا عدسہ (یا عدسہ شخص) ہوتا ہے، اور  
دوسرا عدسہ مکشوف نور۔ اول الذکر ضلالت کوئی وغیرہ سے  
پاک عدسوں کا ایک مجموعہ ہے، جس کے اولیٰ اصلی  
ماسک سے ذرا دور پر شخص، یعنی مناظری تختی (سلائیڈ)  
ترتیب دی جاتی ہے، تاکہ حقیقی اور برٹے قد و قامت  
کا خیال پیدا ہو۔ مکشوف نور عدسہ عموماً دو مستوی محراب  
عدسوں کا مجموعہ ہوتا ہے جو ایک دوسرے کے قریب  
ہوتے ہیں اور جنکی منحنی سطحیں باہم دیگر مقابل ہوتی ہیں  
تاکہ مجموعہ مدقق ہو۔ اس کو اس غرض سے شریک  
کرتے ہیں کہ مبداء نور سے شعاعوں کی جو متبع پینسل  
نکلے گی اس کا اکثر حصہ ظل ڈالنے والے عدسہ کے پیچ  
میں سے گزرے۔ اس سے خیال میں بعد اسکان کم کجی  
(کردی ضلالت) پیدا ہوتی ہے اور نیز میدان کی وسعت  
بہت بڑھ جاتی ہے۔

ظل ڈالنے کے عدسہ ۲ یا عدسہ شخص کی خطی تبکیمر

$$= \frac{\text{خیال کے خطی ابعاد}}{\text{شخص کے (جو ابی) خطی ابعاد}}$$



شکل ۲۵

بناظری قندیل کی ترکیب

یہ نسبت سید ہے خیال کیلئے ثبت تصور ہوتی ہے اور  
معکوس کے لئے منفی۔  
خطی تبکیمر (ک) کا عام ضابطہ یہ ہے :-

$$ک = \frac{خ}{ش}$$

جس میں (خ) خیال کا عدسہ سے فاصلہ ہے اور  
(ش) شخص کا فاصلہ عدسہ سے۔

لیکن (م) ماسکی طول کے عدسہ کیلئے  $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$

$$پس ۱ - \frac{خ}{ش} = \frac{خ}{م} \text{ یا } ۱ - ک = \frac{خ}{م}$$

$$\text{اور } م = \frac{خ}{۱-ک}$$

### تجربہ ۵۹۔ مناظری قنیل بنائیکی ترکیب -

مناظری قنیل کے عمل کی توضیح کے لئے بڑے سپود کے دو عدسے منتخب کرلو، جن میں سے ایک کا ماسکی طول تقریباً ۲۵ سم ہو اور دوسرے کا ۱۵ سم۔ مبداء نور چھوٹے ابعاد کا چاہئے۔ اس غرض سے ایک فلزی پردہ کے بیچ میں کوئی ۱۵ سم قطر کا ایک سوراخ کر کے اس کے پیچھے موم بتی یا معمولی چراغ کا شعلہ رکھا جائے۔ ایک فلزی تیر یا شیشہ پر کندہ کیا ہوا پیمانہ بطور 'شخص' استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اگر بڑے ماسکی طول (۲۵ سم) کے عدسہ کو عدسہ 'شخص' کی حیثیت سے ترتیب دیکر سفید پردہ کو دور رکھ کر اوسپر بڑے ابعاد کا خیال اتارنے کی کوشش کی جائے تو خیال بہت مدہم بینگا اور صرف اس کے وسطی حصے نظر آئیں گے۔ اب چھوٹے ماسکی طول (۱۵ سم) کے عدسہ کو 'شخص' کے پیچھے کھڑا کرو اور سوراخدار فلزی پردہ ایسی جگہ رکھو کہ منور سوراخ کا خیال عدسہ 'شخص' کے وسطی حصے پر پیدا ہو، یعنی باعتبار اس مکثف نور عدسہ کے پردہ کا سوراخ اور عدسہ 'شخص' کا وسطی حصہ باہم دیگر زوجی ماسکے ہوں۔ مثلاً اگر کو اس طرح ترتیب دیا جاسکتا ہے کہ فلزی پردہ کے سوراخ اور عدسہ 'شخص' میں فاصلہ اقل ہو (۱۲.۹) اور مکثف کے ماسکی طول کا چار چاند ہو۔ اس صورت میں زوجی ماسکوں کو 'عدسہ کے متشاکل نقطے' کہتے ہیں۔ اگر 'شخص' مکثف سے ذرا ہی سامنے ہو تو سفید پردہ پر

جو خیال دکھائی دیکھا یسکاں روشن ہوگا اور اس میں شخص (جو کشف کے سہوہ سے چھوٹا فرض کیا جاتا ہے) کے تمام حصے موجود ہونگے۔ سوراخدار پردہ کو اس کے مقام سے ہٹا کر دیکھو خیال کی روشنی پر اس کا کیا اثر پڑتا ہے۔ تمہیں معلوم ہو جائیگا کہ اس کے لئے صرف ایک ہی ایسا مقام ہے جس پر اس کو دیکھنے سے خیال یسکاں روشن نظر آتا ہے۔

تجربہ ۱۷۔ مناظری قندیل کے عدسہ شخص کی طاقت تبکیر کی پیمائش اور اس کے ماسکی طول کی تعیین۔ شخص پر کسی دو واضح نقطوں کا اور اُن کے خیالوں کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے۔ آخر الذکر کو اول الذکر پر تقسیم کر کے عدسہ کی طاقت تبکیر شمار کیجائے۔ اس خاص صورت میں اس کی علامت منفی ہوگی کیونکہ خیال معکوس ہے۔

عدسہ سے سفید پردہ تک کا فاصلہ ناپ لیا جائے اور اس کے ماسکی طول کی قیمت ضابطہ ذیل سے شمار کیجائے :-

$$م = \frac{خ}{۱-ک}$$

احتیاط رہے کہ (خ) اور (ک) کی صحیح علامتیں درج ہوں

## ساتواں باب

طیوف اور طیف پیا -

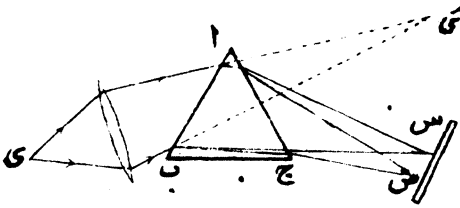
### فصل (۱) طیف بنانے کی ترکیب

سر آئینزیک نیوٹن کے مشہور تجربہ کی طرح جب سفید روشنی کی پنسل ایک منشور میں سے گزرتی ہے تو مختلف رنگوں میں منتشر ہو جاتی ہے اور رنگیں قطعات کا ایک سلسلہ نظر آتا ہے جو طیف کہلاتا ہے۔ خالص طیف تیار کرنے کے لئے، جس میں ایک رنگ کا قطعہ دوسرے رنگ کے قطعہ کے بازو ہو نہ کہ اسپر متراکب، مبداء نور ایک تنگ جھری کی شکل میں ہونا چاہئے اور منشور کو اقل انحراف کی وضع میں رکھ کر اس میں سے متوازی شعاعوں کی پنسل کو گزرنے دینا چاہئے۔

تجربہ ۶۱۔ پردے پر طیف کی پیدائش۔ پہلے کردہ

میں اگر تجربہ کرنا ہو تو بہت تیز اور سفید روشنی کا مبداء چاہئے مثلاً لائٹ لائٹ یعنی چونے کی روشنی یا برقی قوس کی روشنی۔ تاریک کردہ میں تجربہ کرنے کے لئے گیلی یا تیل کا چراغ بھی کافی ہو سکتا ہے۔ ایک فلزی تختی کے بیچ میں ایک تنگ انتصابی وضع کی جھری بنا کر مبداء کی روشنی کو ایک نمکف نور

محب عدسہ کے ذریعہ سے عین جھری پر ماسکہ پر لانا چاہئے۔  
 جھری کے دوسرے جانب ایک دوسرا محب عدسہ  
 ٹھیک مقام پر رکھ کر سفید پردے پر جھری کا واضح اور ممتاز الحدود  
 خیال تیار کیا جائے۔ عدسہ سے جو پنسل گزرے اُسکی راہ  
 میں منشور کو رکھا جائے اور اُس کا انعطافی کنارہ انتصابی  
 وضع میں ترتیب دیا جائے۔ ایک سفید تاو اگر خارج شعاعوں  
 کی راہ میں پکڑا جائے تو اسپر رنگین قطعات کا ایک  
 سلسلہ نظر آئیگا۔ بالعموم پردہ کو اُس کے سابقہ مقام سے  
 ہٹا کر رکھنا پڑتا ہے تاکہ یہہ رنگین قطعات اسپر آئیں۔



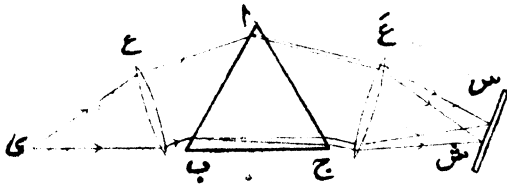
شکل ۴۶

پردہ پر طیف کی پیدائش

منشور کو حسب ضرورت مناسب سمت میں پھیر کر اقل انحراف  
 کی وضع میں لاؤ۔ اُس کے بعد جھری کے خیال کو غالباً پردہ  
 پر مکرر ماسکہ پر لانے کی ضرورت ہوگی۔ اُس کے لئے  
 عدسہ سے آنے والی شعاعوں کے راستہ میں ایک جھوٹا  
 مستوی آئینہ رکھا جاسکتا ہے۔ آئینہ کو پھیر کر پردہ پر  
 طیف سے متصل جھری کا ایک سفید خیال بنایا جائے،

اور پھر عدسہ حسب ضرورت ذرا ذرا سرکا کر رکھا جائے  
یہاں تک کہ یہہ خیال پردے پر ٹھیک ماسک پر آجائے۔  
طریقہ مصرعہ بالا سے پردہ پر ایک کافی خالص طیف پیدا  
کیا جاسکتا ہے۔

چونکہ منشور میں سے گزرنے والی شعاعیں ایک مستحق  
پنسل سے متعلق ہیں یہہ طیف فی الحقیقت خالص نہیں۔  
ایک ہی رنگ کے نور کی شعاعیں منشور میں سے متوازی  
گزرنے کے لئے بھری اور عدسہ کا درمیانی فاصلہ عدسہ  
کے ماسکی طول کے مساوی ہونا چاہئے۔ منشور میں سے



شکل ۲۷

خالص طیف کی پیدائش

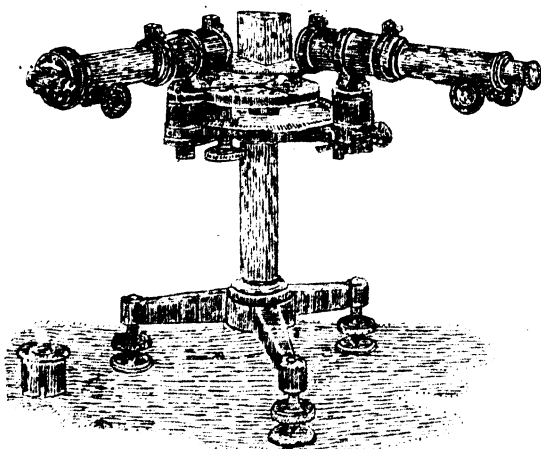
جس راستے پنسل خارج ہوتی ہے اگر وہاں آنکھ رکھی جائے  
تو اس کو ایک مجازی اور خالص طیف دکھائی دینگا۔  
اس خالص طیف کو پردہ پر اتارنے کے لئے خارج پنسل  
کے سدراہ ایک دوسرا محدب عدسہ رکھا جانا چاہئے  
جس کا فاصلہ پردہ سے اس کے ماسکی طول کے  
برابر ہو۔ یہہ ترتیب اکثر کاموں میں مفید پائی جاتی ہے  
مشجب طیف کا عکس (فوٹو) لینا ہوتا ہے تو یہی

طریقہ استعمال ہوتا ہے اور بجائے سفید پردہ کے عکس  
کشی کی تختی رکھ دی جاتی ہے۔ طیف پیماکا بھی یہی اصول  
ہے۔

### فصل (۲) طیف پیمہ

طیف نما وہ آلہ ہے جس سے نور کی شعاعوں کو  
منتشر کر کے طیف بنایا جاتا ہے اور اس طیف کا  
معائنہ کیا جاتا ہے۔

طیف پیمہ طیف نما کے متشابہ آلہ ہے لیکن اس  
میں منتشر شعاعوں کا انحراف وغیرہ ناپنے کے لئے  
مناسب انتظام جمایا ہوتا ہے۔



شکل ۲۸۔ طیف پیمہ

۱۰ اس آکے کے ضروری اجزاء حسب ذیل ہیں :-

(۱) توازی گر (کو لیمیٹر) جس سے شعاعوں کی پنسل متوازی بنائی جاتی ہے۔

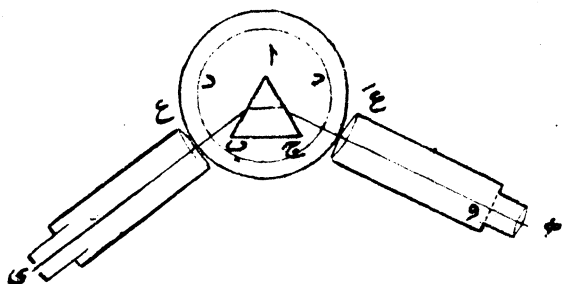
(۲) منشور (یا انتشار پیدا کرنے والی جالی) جو شعاعوں کو منتشر کرنے کے لئے ایک گردش پذیر مینر پر سہارا جاتا ہے۔

(۳) دور بین جس سے طیف کا معائنہ کیا جاتا ہے۔ ان کے لئے درجہ دار دائرے اور کسر پیمائی ہوتے ہیں تاکہ منشور اور دور بین کے محل (اور ان کی وضعوں) کا صحیح تفتیش ہو سکے۔ شکل ۷۳ اور (۴۹) میں اس آکے کی اہم ترین خصوصیات بتائی گئی ہیں۔

توازی گر ایک نلی ہے جس کے ایک سرے پر ایک تنگ جھری (دی) (مناسب پیچ کے ذریعہ) ترتیب دیجا سکتی ہے۔ نلی کے دوسرے سرے پر 'لونی' ضلالت سے پاک ایک عدسہ (ع) ہوتا ہے۔ جس نور کے طیف کا معائنہ کرنا مقصود ہوتا ہے اس کے مبداء سے جھری کو روشنی پہنچائی جاتی ہے۔ اکثر تجربوں کیلئے معمولی گیس کے شعلہ میں نمک طعام کے حل میں ڈبوئے ہوئے اسبسطوس کے ریشے پکوانے سے جو زرد رنگ پیدا ہوتا ہے، کافی ہے، کیونکہ یہ نور تقریباً ایک لونی ہے۔ جھری اور عدسہ (ع) کا درمیانی فاصلہ گھٹ بڑھ سکتا ہے تاکہ جھری ٹھیک عدسہ کے ماسک پر رکھی جاسکے

اور عدسہ میں سے متوازی پنسل خارج ہو۔

منشور ا ب ج ایک دائری مینر (د) پر رکھا جاتا ہے، جو انتصابی محور پر گردش کر سکتا ہے۔ مینر کو عموماً ایک کلیپ (پچ) کے ذریعہ کسی بھی وضع میں حسب غشاء



شکل ۴۹

طیف پیمائے کا خاکہ

جکڑ دیا جاسکتا ہے۔ بعض اوقات ایک مہاسی پچ بھی چمیا ہوتا ہے تاکہ مینر کو آہستہ حرکت دیجاسکے۔

متوازی شعاعوں کی پنسل منشور سے نکل کر عدسہ

(ع) میں داخل ہوتی ہے اور پھر اس کے اصلی ماسک (و)

پر جمع ہو جاتی ہے، جس سے جہری کا حقیقی خیال عدسہ (ع)

کے ماسکی مستوی میں تیار ہوتا ہے۔ مرکب چشمہ (ھ)

کے پاس جب آنکھ رکھی جاتی ہے تو اس حقیقی خیال کا

مجازی اور بڑا خیال نظر آتا ہے۔ عدسے (ع) اور (ھ)

ایک نلی میں بٹھائے ہوتے ہیں۔ یہ دونوں ملکر آلہ

کی دور بین بنتی ہے۔ جس انتصابی محور پر منشور کی

مینر کو گردش دیکھائی ہے دور بین بھی اُسی کے گرد گھومتی ہے۔ اور مینر کی طرح، باندھنے کے بیچ اور ماسی بیچ سے مہیا ہوتی ہے۔

تجربہ ۶۲۔ طیف پیمائی ترتیب۔ طیف کو ٹھیک

طور پر ترتیب دینے میں بہت احتیاط کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ اس کی بناوٹ میں کوئی نقص نہیں ہے اور جلی ترتیبیں سب ٹھیک ہیں۔ پس یہاں صرف اس کی اہم مناظری ترتیبوں کا ذکر ہوگا۔

دور بین۔ دور بین کا چشمہ، عدسہ میدان سے

ایک معین چھوٹے فاصلہ پر رکھے ہوئے شخص کا بڑا خیال بنانے کی غرض سے استعمال ہوتا ہے۔ دور بین کی نلی میں اس کو آگے یا پیچھے ہٹا سکتے ہیں۔ کسی یکساں منور سطح مثلاً روشن دیوار کی طرف دور بین کا منہ پھیرو اور چشمہ کو نلی میں جب ضرورت خفیف سا آگے یا پیچھے سرکاؤ حتیٰ کہ اس کے صلیبی تار واضح نظر آئیں۔

ایسی حالت میں کہا جاتا ہے کہ چشمہ صلیبی تاروں پر ماسکہ پر لایا گیا ہے۔ مگر یہ یاد رکھنا چاہئے کہ آنکھ کی طاقت توفیق کی وجہ سے یہ ترتیب بالکل ٹھیک انجام نہیں پاتی۔ تھوڑا سا نقص باقی رہ جاتا ہے۔ اب دور بین کو متوازی شعاعوں کو ماسکہ پر لانے کے لئے ترتیب دیا جائے، یعنی عدسہ شخص یا دہانہ سے صلیبی

تاروں کا فاصلہ اس کے ماسکی طول کے مساوی کیا جائے۔  
سہل ترین طریقہ یہ ہے کہ دو درمیں ایک بہت دور کے  
شخص کو دیکھنے کے لئے ماسک پر لائی جائے۔

اس ترتیب کے بعد مشاہدہ کرنیوالا دور کے شخص  
اور صلیبی تاروں، دونوں کو ایک ساتھ، بے تکلف (یعنی آنکھ  
کا ماسکی طول تبدیل کئے بغیر) صاف دیکھ سکتا ہے۔ صحت  
کے امتحان کے لئے طریقہ اختلاف منظر سے کام لیا جائے  
یعنی دو درمیں کے چشمہ کے عقب میں آنکھ کو ایک طرف  
سے دوسرے طرف حرکت دیکر دیکھا جائے آیا دور کے  
شخص اور صلیبی تاروں میں کچھ اضافی حرکت تو نہیں پائی  
جاتی۔ اضافی حرکت نہ تو ترتیب صحیح ہے۔

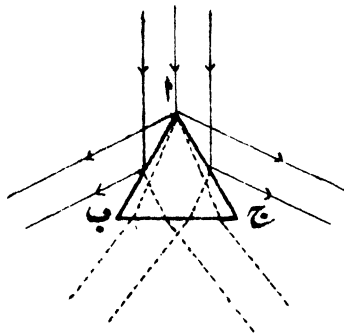
توازی گر۔ جہری کے پیچھے سوڈیم کا شعلہ (حسب ہدایت  
مندرجہ صفحہ ۱۵۸) کھڑا کرو۔ شعلہ کا روشن ترین حصہ جہری کے  
مقابل آنا چاہئے۔ دو درمیں کو پھیر کر اس کے محور کو توازی گر  
کے محور کے ساتھ ایک خط مستقیم میں رکھو۔ اب اگر  
دو درمیں میں سے دیکھو گے تو جہری کا زرد رنگ کا خیال  
نظر آئیگا، لیکن علی العموم اس کی وضاحت ٹھیک نہوگی۔ اور  
توازی گر کو ماسک پر لانا پڑیگا۔ اس کے لئے اس کے  
عقبہ اور جہری کا درمیانی فاصلہ ٹھیک کرنا ہوتا ہے یہاں تک  
کہ جہری کے کنارے صاف اور واضح نظر آئیں۔

جب ترتیب مکمل اور ٹھیک ہوگی صلیبی تاروں اور  
جہری کے کناروں میں اختلاف منظر نہونا چاہئے۔ چونکہ  
قبل ازیں دو درمیں کو متوازی شعاعوں کو ماسک پر لانے کیلئے

ترتیب دیا گیا ہے اس لئے ضرور ہے کہ توازی گر کی جھری سے اب متوازی شعاعوں کی پنسل آئے۔

تجربہ ۶۳۔ طیف پیماسے منشور کے زاویہ

کی پیمائش۔ جہری کو کافی کہولہ و تاکہ توازی گر میں سے نور اچھی خاصی مقدار میں گزرے۔ منشور کو مینر پر رکھو اور اس کا جو زاویہ ناپنا مقصود ہو اس کو توازی گر کے عدسہ کی طرف پھیرو۔ اس عدسہ میں سے اب متوازی شعاعیں نکل کر منشور کے پہلوں اب اور آج (شکل - ۵) سے ٹکرائیں گی۔ (واضح ہو کہ منشور کا زاویہ بآج ناپا جا رہا ہے)۔ اور ہر پہلو سے کچھ کچھ نور منعکس ہوگا، جیسا کہ مسلسل خطوط کے ذریعہ بتایا گیا ہے۔ طالب علم باسانی ثابت کر سکتے ہیں کہ ان منعکس پنسلوں کا ذریعہ توازی منشور کے زاویہ کا دوچند ہے۔ توازی گر کے محور کے



شکل ۵  
منشور کے زاویہ کی پیمائش

افقی مستوی میں آنکھ کو منشور کے ایک پہلو مثلاً  $A$  ب کے مقابل رکھ کر دیکھنے سے اس سے منعکس ہو کر آنے والی پنسل کی سمت دریافت ہو سکتی ہے۔ دور بین کو پھیر کر اس سمت میں لاؤ اور اس میں سے جھری کے خیال پر نظر رکھ کر جھری کو تنگ بناؤ۔ پھر دور بین کو ماسی پیچ کے ذریعہ آہستہ حرکت دیکر جھری کے خیال کو صلیبی تاروں سے منطبق کرو۔

مینر کے کسپر پیم (یا کسپر پیمائوں) کے ذریعہ دور بین کا محل پڑھ کر قلبند کرو۔ چونکہ نشان نہایت باریک اور ایک دوسرے کے بہت نزدیک ہوتے ہیں اس لئے کسپر پیمائوں پر گیس یا برقی چراغ کا نور منعکس کرنے کی ضرورت ہوگی۔ مینر یا منشور کو انکی وضعوں میں برقرار رکھ کر دور بین میں دوسرے پہلو  $A$  ج سے منعکس ہونیوالی پنسل معائنہ کرو اور مکرر دور بین کا محل پڑھ کر قلبند کرلو۔ اب دور بین کی دونوں وضعوں کا زاویہ میدان معلوم ہو جائیگا۔ اور اس کا نصف منشور کا زاویہ  $(A)$  ہوگا۔

اگر منشور کا تیسرا پہلو  $B$  ج غیر شفاف نہ ہو تو دور بین کو زاویہ منشور کے ایک پہلو کے سامنے سے پھیر کر دوسرے کے سامنے لانے میں جھری کے عموماً  $M$  خیال نظر آتے ہیں۔ ان میں سے دو تو نور کے انعکاس سے پیدا ہوتے ہیں جنکی وضع زاویہ کی پیمائش کے لئے معلوم کرنا ضروری ہے۔ دوسرے دو خیال منشور کی عقبی سطح (تیسرے پہلو یعنی  $B$  ج) کے انعطاف سے پیدا ہوتے ہیں۔ غلطی سے ان کو دیکھ کر دور بین کے مقام نہ لکھ لئے جائیں۔ اگر پہلے خالی آنکھ سے منعکس پنسلوں سے پیدا ہونے والے خیالوں کے مقام دیکھ لئے

جائیں اور ان پر نگاہ رکھ کر دوربین کو ٹھیک مقام پر پھیر کر لایا جائے تو متذکرہ بالا غلطی سے بچنا بہت آسان ہے۔ جن شعاعوں کے انعطاف سے دوسرے دو خیال پیدا ہوتے ہیں شکل (۵۰) میں نقطہ دار خطوط کے ذریعہ بتائے گئے ہیں۔ اگر منشور کی عقبی سطح ب ج پر کاغذ جما دیا جائے یا سطح خود غیر شفاف بنا دیجائے تو انعطاف سے خیال نہ بن سکیں گے۔ بعض اوقات منعکس خیال خالی آنکھ کو صاف دکھائی دے سکتے ہیں، لیکن دوربین میں دکھائی نہیں دیتے۔ اس کی وجہ طیف پیمائی مینر کی سطح کا نقص ہے۔ اگر اس کو ٹھیک سطح نہ کیا جائے تو منعکس خیال کی پنسل یا تو اوپر کی طرف چلی جاتی ہے یا نیچے کی طرف یعنی دوربین کی تلی کے بازوؤں سے ٹکرا جاتی ہے، اس کے محور کے متوازی نہیں جاتی۔ ان صورتوں میں خالی آنکھ سے خیال پر نگاہ رکھ کر جب دوربین کو ٹھیک سمت میں پھرتے ہیں تو اس کا چشمہ آنکھ کے مستوی میں واقع نہیں ہوتا۔ اس لئے مینر کو اس کے مستطیل کرنے کے پیچوں کے ذریعہ ٹھیک وضع میں لانا چاہئے تاکہ خالی آنکھ سے منعکس خیالوں کو جب دیکھتے ہیں تو آنکھ دوربین کے چشمہ کے مستوی میں ہو۔ پھر ان پیچوں کو حسب ضرورت مناسب سمتوں میں پھیر کر مینر کی سطح کو اس انداز سے ٹھیک کیا جائے کہ جہری کا خیال منشور کے دونوں پہلوؤں کے انعکاس سے دوربین کے میدان نظر میں آشی جگہ واقع ہو جہاں منشور کے عدم موجودگی میں دوربین کو توازی گری کی سیدہ میں رکھ کر دیکھنے سے نظر آتا ہو۔

تجوید ۶۴۔ اقل انحراف کے زاویہ کی پیمائش۔

منشور کو طیف پیا کی مینر پر اس طرح رکھو کہ زاویہ (۱) جو ابی ناپا گیا ہے اس کا انعطافی زاویہ ہو۔ یعنی شکل (۴۹) کی وضع میں رکھو تاکہ نور کی پینسل اس کے پہلو ۱ ب پر واقع ہو کر بعد انعطاف پہلو ۱ ج سے خارج ہو اور دور بین میں داخل ہو۔ منشور کو مینر پر رکھتے وقت یہ بات پیش نظر رہنی چاہئے کہ توازی گر سے جس قدر نور بہم پہنچ سکتا ہو دور بین میں داخل ہو۔ اس کا بہترین طریقہ یہ ہے کہ منشور کا انعطافی کنارہ مینر کے مرکز پر رکھا جائے۔

دور بین کو پھیر کر جس سمت میں لانا چاہئے اس کو معلوم کرنے کے لئے پہلے دور بین کو ایک طرف پھیر کر رکھ دو، پھر ایک آنکھ سے منشور کے پہلو ۱ ج پر نگاہ دوڑاؤ حتیٰ کہ جہری کا خیال (جو منشور کے انعطاف سے پیدا ہوتا ہے) دکھائی دے۔ ابتداءً اس خیال کی تلاش کے لئے جہری کو کشادہ کر دو۔ جب خیال نظر آئے، سر کو حرکت نہ دیکر دور بین کو اس سمت میں پھیر لو۔ اب جب دور بین میں سے دیکھو گے تو میدان نظر میں جہری کا خیال صاف دکھائی دیگا۔

منشور میں سے گزرتی ہوئی نور کی شعاعیں منحرف ہو گئی ہیں۔ زاویہ انحراف وہ زاویہ حادثہ ہے جو توازی کر اور دوپہ کے محوروں کے تقاطع سے بنتا ہے۔ جب منشور میں سے شعاعیں متشاکلاً گزرتی ہیں تو یہ زاویہ اقل ہو جاتا ہے۔ اقل انحراف کی وضع دریافت کرنے کے لئے دور بین کی جہری کے خیال پر نگاہ رکھو اور منشور کی مینر کو ایسی سمت میں پھیرو کہ یہ خیال توازی کر کے محور کی سمت ی ع۔ شکل (۴۹) سے قریب تر ہوتا جائے۔ ممکن ہے کہ دور بین

کو ہی اس سمت میں پھیرنے کی ضرورت پیش آئے تاکہ جہری کا خیال اس کے میدان نظر میں قائم رہے۔ بالآخر منشور کی مینر کے لئے ایک ایسی وضع دستیاب ہوگی کہ جہری کا خیال توازی گر کے محور سے اور زیادہ قریب ہو سکیگا۔ یہ اقل انحراف کی وضع ہوگی۔

اب دور بین کو پھیر کر جہری کے خیال کو اسی کے میدان نظر کے تقریباً بیچ میں لاؤ اور باندھنے کے بیچ کے ذریعہ سے اس کو جکڑ دو۔ پھر جہری کو جس قدر تنگ کر سکتے ہو کرو۔ اور منشور کو اس کے اقل انحراف کی وضع میں سے آہستہ آہستہ کئی بار مخالف سمتوں میں پھرو۔ اس کے بعد دور بین کے اس بیچ کو گردش دو جس سے دور بین کو آہستہ حرکت پہنچتی ہے، یہاں تک کہ جب منشور کو پھیر دے تو اس کی گردش سے جہری کا خیال ایک طرف سے بتدریج حرکت کرتا ہوا اگر صلیبی تاروں کے انتصابی تار سے دوساوی حصوں میں کٹا ہوا نظر آئے اس سے اور زیادہ پھیرنے سے خیال جدھر سے آیا تھا وہاں رہی واپس لوٹ جائیگا۔ بہر حال اس کا خط تنصیف انتصابی تار سے آگے نہ بڑھنے پائے۔ اس حالت میں دائری پیمانہ پر کسر پیمائوں کے ذریعہ دور بین کا محل بڑھ لو۔

اب منشور کو طیف پیمائی کے محور کو توازی گر کے محور کی سیدہ میں لاؤ تاکہ جہری کا خیال بغیر انحراف، راست، صلیبی تاروں پر آجائے۔ اس وضع میں دور بین کو باندھنے کے بیچ سے جکڑ دو اور ماسی بیچ سے آہستہ حرکت دیکر ٹھیک وضع میں لاؤ۔ کسر پیمائوں کے ذریعہ اس کا

محل دائری پیمانہ پر دیکھو لو۔  
 اس وضع اور اقل انحراف کی وضع میں جو تفاوت ہوگا  
 زاویہ اقل انحراف (ح) ہے۔  
 منشور کے مادے کا انعطاف نما اب اس ضابطہ سے  
 شمار کیا جاسکتا ہے :

$$\text{مر} = \frac{\text{جب } \left(\frac{1}{\mu}\right) (1 + \text{ح})}{\text{جب } \left(\frac{1}{\mu}\right) (1)}$$

اس طریقہ سے مائع کا انعطاف نما ہی دریافت ہو سکتا  
 ہے۔ اس کے لئے کہو کہلا منشور چاہئے جس کے پہلو  
 صحیح متوازی شیشے کے ہوں۔

### طیوف کے نقشوں کی تیاری

جب طیف خلی ہوتا ہے تو اس کے کسی خط کا محل طیف  
 میں دریافت کرنے کے لئے یا تو اس خط کو دور بین کے  
 صلیبی تاروں پر ماسک پر لا کر دور بین کا محل معلوم کر لیا  
 جاتا ہے، یا ایک پیمانہ کو دور بین کے میدان نظر میں  
 منشور کے دوسرے پہلو سے منعکس کر اگر اس خط کا اس  
 پیمانہ پر محل معلوم کر لیا جاتا ہے۔ ہر دو صورتوں میں منشور  
 قائم رکھا جاتا ہے یعنی اس کو حرکت نہیں دیجاتی۔ بعض  
 آلوں میں، جو مستقل انحراف کے طیف پیمائے ہیں،  
 دور بین غیر متحرک ہوتی ہے، اور منشور کو گردش دیکر طیوف  
 کو یکے بعد دیگرے دور بین کے صلیبی تاروں پر ماسک پر  
 لائے ہیں۔ منشور کی گردش کے زاویہ سے خط کے

محل کی نشاندہی ہوتی ہے۔ اگر منحنی کہینچ کر ان خطوط کے طول موج اور ان کے محلوں میں تعلق بتایا جائے تو ایسا منحنی طیف کا نقشہ یا طیف پیماس کا تعمیری منحنی کہلاتا ہے۔ ایسے نقشہ سے کسی خط کا طول موج دریافت ہو سکتا ہے اگر اس کے محل کی تعیین ہو جائے۔

طول موج بالعموم انگسٹروم کی اکائیوں ( $10^8$ ) میں یا دسوا میٹروں ( $10^{-10}$  میٹر یا  $10^{-8}$  سنٹی میٹر) میں ناپے جاتے ہیں۔ ان کے علاوہ ایک اور اکائی جو انگسٹروم کی اکائی کے دو چند ہے یعنی میکرو ملی میٹر (امر ملی میٹر =  $10^{-6}$  سنٹی میٹر) مروج ہے۔

**تجربہ ۶۵۔** طیف کے نقشہ کی تیاری۔ طیف پیماس کو تجربہ (۶۲) کی طرح ترتیب دو اور سوڈیم کے شعاع کو مبداء نور بنا کر منشور کو اقل انحراف کی وضع میں لاؤ جیسا کہ تجربہ (۶۴) میں سمجھایا گیا ہے۔ منشور کو اس وضع میں باندھنے کے پیچ سے جکڑ دو۔

جب ایک علیحدہ توازی کرنلی میں فوٹو گرافک (ضیائنگاری) پیمانہ کو جما کر طیف کے محل کی تعیین کیجاتی ہے تو نلی کو اس طرح رکھنا چاہئے کہ پیمانہ کا (جسپر ایک چھوٹے لمب سے نور ڈالا جاتا ہے) منشور کے پہلو سے انعکاس ہو کر دوربین کے ماسکی مستوی میں خیال پیدا ہو۔ جب یہ طریقہ استعمال نہیں

ہوتا ہے تو دور بین کے کسر پیمائے کے ذریعہ اس کا محل معلوم کر لیا جائے۔

سوڈیم کا طیفی خط معیاری سمجھا جائے اور دوسرے خطوط کے محل کی تعیین اس کے لحاظ سے ہونی چاہئے۔ کافی طاقت کے طیف پیمائے میں سوڈیم کا خط جب معائنہ کیا جاتا ہے تو دو، ایک دوسرے سے بالکل قریب باریک خطوں پر مشتمل نظر آتا ہے۔ ان خطوں کو (D) کے خط کہتے ہیں۔

بعض فلزات کے نمکوں کو بنسن کے شعلہ میں پلا طینم کے تار پر پکڑتے ہیں تو نمک فرار ہو کر فلزات کے طیفوں پیدا ہوتے ہیں۔ شیشہ کی ایک چھوٹی سیلخ یا نلی کے سرے کو گلا کر پلا طینم کا تار اس میں جوڑ دیا جائے اور تار کے سرے کو ہائیڈروکلورک ایسڈ میں ڈبو کر صاف کیا جائے۔ پھر شیشہ کی ڈنڈی کو پکڑ کر تھوڑا سا نمک پلا طینم کے تار کے ذریعہ گیس کے غیر منور شعلہ میں داخل کیا جائے اور طیف پیمائی کے لیے سے طیف کے متعدد خطوط کے محل دریافت کئے جائیں۔ ہر نئے نمک کا تجربہ کرنے سے پہلے تار کو شعلہ سے باہر نکالتے ہی فوراً ایسڈ میں ڈبو کر صاف کر لیا جائے۔ اس کے لئے لیتھیم کلورائیڈ، تھیمیم کلورائیڈ، پوٹاشیم کلورائیڈ، موزوں نمک ہیں۔ ملاحظہ ہو ضمیمہ کتاب صفحہ (۱۹۲)۔ بنسن کے شعلہ میں پوٹاشیم کا نمک پکڑنے سے دو خط نظر آئینگے، ایک طیف کے سرخ حصہ میں ہوگا اور دوسرا بنفشی کے آخری حصہ میں۔ آخر الذکر کے معائنہ کے لئے دور بین کو بنفشی حصہ کے آخری کنارہ کے قریب پھیر کر لیجانا ہوگا اور نمک شعلہ میں داخل ہوتے ہی فوراً

مشاہدہ کرنا چاہئے ورنہ یہ خط دکھائی نہ دیگا۔ اس لئے یہاں دو شخصوں کی ضرورت ہوتی ہے، ایک نمک شعلہ میں داخل کرنے کے لئے، دوسرا بنفسٹی خط کو دوربین میں دیکھنے کے لئے۔ بجائے پوٹاسیم کلورائیڈ کے شورہ (پوٹاسیم نائٹریٹ) بھی استعمال ہو سکتا ہے۔

سٹرولنشینم کلورائیڈ ایک تیز آسمانی رنگ کا خط، طول موج ۴۶۰۷ انگسٹروم کی اکائی (۱۰<sup>۱۰</sup>) کا دیتا ہے۔ بیریم اور کیلسیم کے کلورائیڈ متعدد خطوط دیتے ہیں جن کی شناخت قیصری منوخی کہینچنے کے بعد ہو سکتی ہے۔ شرارہ کے طیف کا بھی مشاہدہ ہو سکتا ہے جس فلز کا شرارہ کا طیف دیکھنا مقصود ہو اس کی دو چوٹی سلاخوں کو ایک امالی لچھے کے قطبی تاروں سے باندھ کر سلاخوں سروں میں سے شرارہ کی شکل میں برقی بار کا اخراج عمل میں لایا جائے۔ برقی گنجائش اور امالیت کو بھی دوربین شامل کیا جاسکتا ہے ان سے طیف کے خطوط پر اثر پڑتا ہے۔ برقی گنجائش شامل کرنیکا طریقہ یہ ہے کہ ایک مجوز لائٹڈن کے مرتبان کے اندرونی اور بیرونی فلزی استروں کو بالترتیب شرارہ کے درز کے سروں سے ملا دیا جائے۔

گیسوں کے طیف، ان کی خلائی نلیوں میں سے (جو دراصل نلیوں کو ان گیسوں سے بہرنے کے بعد اس حد تک خالی کر دی جاتی ہیں کہ انکا دباؤ بہت قلیل ہو جاتا ہے نہ کہ صفر) امالی لچھے کا برقی بار خارج کر کے معائنہ کئے جاسکتے ہیں۔

جذبہ طیف کے لئے جہری کو تیز سفید نور سے روشن کر کے جاذب شے کو جہری کے سامنے رکھ دیتے ہیں تاکہ نور کی شعاعیں جہری میں داخل ہونے سے پہلے جاذب شے میں سے گزر

جائیں۔ اس طریقہ سے خون کے رقیق محلول اور کلوروفل (پتوں کے سبز لونی مادہ) کی الغولی محلول کے طیف کا معائنہ کیا جائے۔ ایوڈین کی چند قلموں کو ایک شیشہ کی نلی میں گرم کر کے جھری کے سامنے پکڑنے سے اس کے بخارات اٹھ کر نور کے بعض حصوں کو جذب کر لیتے ہیں، جس سے طیف میں متعدد سیاہ خطوط اور بند نظر آتے ہیں۔ انکا بھی معائنہ کیا جائے اور سیاہ خطوط وغیرہ کے محل معلوم کر لئے جائیں۔

آفتاب کے نور کو آئینہ کے ذریعہ طیف پیمائے کے توازی کریمیں منعکس کرو۔ آفتاب کے (اور نیز زمین کے) کرہ ہوائی میں نور کے جذب ہونے سے فراؤن ہوفر کے جو باریک سیاہ

خطوط پیدا ہوتے ہیں، انکا مشاہدہ کرو اور ان میں سے چند مناسب خطوط کے محل ہی قلمند کر لو۔ مریدار کاغذ پر ایک منحنی کھینچ کر ان کے محل (جو پیمانہ پر پڑھے گئے ہیں) اور انکے طول موج میں تعلق بتاؤ۔ یہ طیف پیمائے کے منشور کا اور اجماعی منحنی (یعنی انٹرپولیشن کا منحنی) کہلاتا ہے۔

اس کے ذریعہ منشور خطوط اور جذبی بندوں کے حدود وغیرہ کے طول موج کی تعیین ہو سکتی ہے۔

# آٹھواں باب

ضیا پیمائی

فصل (۱)۔ عام اصول

طبیعیات کا وہ شعبہ جو کسی مبداء نور کے نور دینے کی طاقت یا حدت تنویر کی تخمین سے متعلق ہے ضیا پیمائی کہلاتا ہے۔ عام طور پر طاقت تنویر کی اکائی بتی طاقت مروج ہے۔ اور کسی مبداء کی حدت تنویر کا جب شمار ہوتا ہے تو یہ بتایا جاتا ہے کہ وہ کتنی معیاری بتیوں کے مساوی ہے، یعنی ایسی کتنی بتیاں اس کے مساوی مقدار میں نور دے سکتی ہیں۔

معیاری بتی جھلی کی چربی سے بنائی جاتی ہے، اس کا قطر  $\frac{1}{8}$  انچ ہوتا ہے، وزن پونڈ کا چھٹا حصہ، اور جلنے کی شرح ۱۲۰ گرین فی ساعت۔ علمی نقطہ نظر سے یہ معیار ناقص ہے، اس لئے دوسرے معیاری مبداء مثلاً پنیشن کا چراغ استعمال کئے جاتے ہیں۔ سہل ترین معیار شاید کہ منور تار کا برقی چراغ ہے جو کسی معین اور مستقل تفاوت قوہ یا اولٹ پر روشنی دیتا ہے۔ پنیشن کے چراغ کی طاقت

تنویر کے دسویں حصہ کو بین الاقوامی بتی طاقت کہتے ہیں۔ کسی سطح کی حدت تنویر (یا مختصراً محض تنویر) ناپنے کی اکائی 'لکس' کہلاتی ہے۔ اکائی حدت کے نقطادی مبداء نور سے جب ایک میٹر دور سطح پر عمودی تنویر ہوتی ہے تو اس کو ایک لکس تصور کرتے ہیں۔

برطانیہ میں حدت تنویر کی اکائی ایک 'فٹ پتی' مستعمل ہے، جو ایک معیاری بتی سے ایک فٹ دور کی سطح پر عمودی تنویر ہے۔

ضیا پیمائی کی اصطلاح میں 'نوری نفاذ' سے مراد وہ نور ہے جس کا کئی اکائی وقت (ایک ثانیہ) مبداء نور سے نفاذ وقوع میں آتا ہے۔ نور کے نفاذ کی اکائی 'کوہ نفاذ' ہے جو فی اکائی زاویہ 'جسم اکائی حدت کے مبداء سے وقوع میں آتا ہے۔ اس کو اصطلاح میں ایک 'لومن' کہتے ہیں۔

ہماری آنکھ اس قابل نہیں ہے کہ حدت تنویر کی راسخ (یعنی محض مبداءوں کو دیکھ کر) ذرا بھی صحیح تخمین کر سکے۔ اس واسطے کہ پردہ عنینہ کا قطر حدت نور کے لحاظ سے تبدیل ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ اور بھی اسباب ہیں جو زیادہ تر فزیا لوجی اور سائنکا لوجی سے متعلق ہیں۔ پس حدت تنویر کی تخمین کے لئے طبیعی آلون سے مدد لینے کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس قسم کا اگر 'ضیا پیمیا' کہلاتا ہے۔

ضیاء پیمائے استعمال اس پر مبنی ہے کہ اس کو ترتیب دیکر دو سطحوں پر مساوی حدت تنویر پیدا کیجائے۔ چونکہ حدت کی مساوات کا امتحان کیا جاتا ہے اس لئے اس بارہ میں آنکھ کی رائے قابل اعتماد ہو سکتی ہے۔ ایک ہی رنگ کے اگر نور ہوں تو مشق کرنے سے اس حد تک جہارت ہو سکتی ہے کہ وہ فی حد تک صحیح نتائج برآمد ہو سکتے ہیں۔ لیکن اگر مختلف رنگ کے نور کا مقابلہ کیا جاتا ہے تو اس درجہ صحت کی توقع نہیں کیجا سکتی۔ ایسی صورت میں آنکھوں کو آدھا بند کر کے دونوں سطحوں کی تنویروں کا مقابلہ کرنا بہت زیادہ سہل معلوم ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ کسی سطح کی حدت تنویر معائنہ کرنے کے بعد ایک ثانیہ کی قلیل مدت تک بھی اس کا صحیح اندازہ یا در کہنا ممکن نہیں ہے، اس لئے جن دو سطحوں کی حدت تنویر کا مقابلہ کیا جاتا ہے ان کو ایک ساتھ وقت واحد میں دیکھنا ضروری ہے۔ یا نہیں تو ٹمٹھا ہٹ والے ضیاء پیمائے طرح ان کو یکے بعد دیگرے جلد جلد باری باری سے بدل کر دیکھنا چاہئے۔ ایک اور دقت یہ ہے کہ جب ایسی دو سطحوں کے مابین ایک جداگانہ حدت تنویر کی پتی حائل ہوتی ہے تو تجھین کی صحت بہت کم ہوتی ہے لہذا دونوں سطحوں ایک دوسرے سے بالکل متصل ہونی چاہئیں اور ان پر ایک ہی وقت تنویر ہونی چاہئے۔

چھوٹے قد کے مبداء سے جب کسی سطح پر روشنی پڑتی ہے تو اس کی حدت تنویر مبداء سے اس کے فاصلہ کے مربع کے بائیس بدلتی ہے۔ پس اگر بتی طاقت (ط) کا

ایک مبداء کسی سطح سے فاصلہ (ف) پر واقع ہے تو سطح کی حدت تنویر کی پیمائش  $\frac{\text{ط}}{\text{ف}}$  سے ہوگی۔

پس اگر کسی سطح کے دو حصوں کی حدت تنویر ط<sub>۱</sub> اور ط<sub>۲</sub> بتی طاقت کے مبداء سے بالترتیب ف<sub>۱</sub> اور ف<sub>۲</sub> ممتنعی میتر فاصلوں پر مساوی ہوتی ہے تو

$$\frac{\text{ط}_1}{\text{ف}_1} = \frac{\text{ط}_2}{\text{ف}_2}$$

اگر (ط<sub>۱</sub>) معلوم ہو اور (ف<sub>۱</sub>) اور (ف<sub>۲</sub>) کی پیمائش کیجائے تو بتی طاقت (ط<sub>۲</sub>) شمار کر لی جاسکتی ہے کیونکہ

$$\text{ط}_2 = \text{ط}_1 \left( \frac{\text{ف}_1}{\text{ف}_2} \right)$$

فصل (۱)۔ ضیا پیمائی تجربے

زمفورڈ کا (یا ضلی) ضیا پیمیا۔

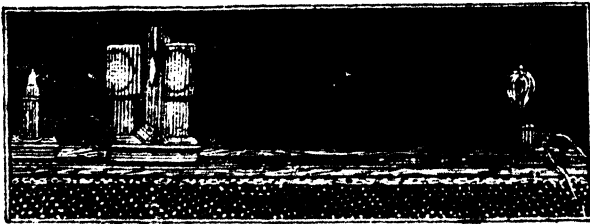
اس آلہ کا اصول یہ ہے کہ ایک سفید غیر مجلہ کاغذ

کے تاوکو دونوں مبداء نور کے سامنے رکھ کر کاغذ کو اسی طرف سے دیکھتے ہیں جدھر مبداء واقع ہیں، یا ایک نیم شفاف پردہ کے ایک جانب دونوں مبداء نور رکھے جاتے ہیں اور اس کے مخالف جانب سے معائنہ کیا جاتا ہے۔ دونوں صورتوں میں منور سطح کے ایک حصہ کو صرف ایک مبداء سے نور پہنچتا ہے اور دوسرے سے نہیں، اسی طرح دوسرے حصہ کو دوسرے مبداء ہی سے نور پہنچتا ہے پہلے کے مبداء سے نہیں پہنچتا اس

کمرہ میں ایک سلاخ کو انتصابی وضع میں ضیا پیما کے پردہ کے سامنے کھڑا کر دو۔ ایک گیس کے چراغ (یا برقی چراغ) کی طاقت تنویر کا موم بتی کی طاقت سے مقابلہ کرو۔ پہلے موم بتی کو پردہ سے کسی قدر قریب رکھو اور دوسرے مبداء کے لئے (بعد آزمائش) ایسا مقام دریافت کرو کہ پردہ پر دونوں ساڑھے ایک دوسرے سے متصل اور مساوی سیاہی کے نظر آئیں۔ اس کا بھی لحاظ رہے کہ مبداءوں کو سلاخ سے ملانیوالے خطوط کا میلان پردہ پر مساوی ہو۔ یعنی شکل (۵۱)۔ میں زاویئے (۷) اور (۸) قریب قریب مساوی ہوں۔ پھر مبداء سے پردہ تک کے فاصلے ف<sub>۱</sub> ف<sub>۲</sub> ف<sub>۳</sub> ف<sub>۴</sub> ف<sub>۵</sub> ف<sub>۶</sub> ف<sub>۷</sub> ف<sub>۸</sub> ف<sub>۹</sub> ف<sub>۱۰</sub> ف<sub>۱۱</sub> ف<sub>۱۲</sub> ف<sub>۱۳</sub> ف<sub>۱۴</sub> ف<sub>۱۵</sub> ف<sub>۱۶</sub> ف<sub>۱۷</sub> ف<sub>۱۸</sub> ف<sub>۱۹</sub> ف<sub>۲۰</sub> ف<sub>۲۱</sub> ف<sub>۲۲</sub> ف<sub>۲۳</sub> ف<sub>۲۴</sub> ف<sub>۲۵</sub> ف<sub>۲۶</sub> ف<sub>۲۷</sub> ف<sub>۲۸</sub> ف<sub>۲۹</sub> ف<sub>۳۰</sub> ف<sub>۳۱</sub> ف<sub>۳۲</sub> ف<sub>۳۳</sub> ف<sub>۳۴</sub> ف<sub>۳۵</sub> ف<sub>۳۶</sub> ف<sub>۳۷</sub> ف<sub>۳۸</sub> ف<sub>۳۹</sub> ف<sub>۴۰</sub> ف<sub>۴۱</sub> ف<sub>۴۲</sub> ف<sub>۴۳</sub> ف<sub>۴۴</sub> ف<sub>۴۵</sub> ف<sub>۴۶</sub> ف<sub>۴۷</sub> ف<sub>۴۸</sub> ف<sub>۴۹</sub> ف<sub>۵۰</sub> ف<sub>۵۱</sub> ف<sub>۵۲</sub> ف<sub>۵۳</sub> ف<sub>۵۴</sub> ف<sub>۵۵</sub> ف<sub>۵۶</sub> ف<sub>۵۷</sub> ف<sub>۵۸</sub> ف<sub>۵۹</sub> ف<sub>۶۰</sub> ف<sub>۶۱</sub> ف<sub>۶۲</sub> ف<sub>۶۳</sub> ف<sub>۶۴</sub> ف<sub>۶۵</sub> ف<sub>۶۶</sub> ف<sub>۶۷</sub> ف<sub>۶۸</sub> ف<sub>۶۹</sub> ف<sub>۷۰</sub> ف<sub>۷۱</sub> ف<sub>۷۲</sub> ف<sub>۷۳</sub> ف<sub>۷۴</sub> ف<sub>۷۵</sub> ف<sub>۷۶</sub> ف<sub>۷۷</sub> ف<sub>۷۸</sub> ف<sub>۷۹</sub> ف<sub>۸۰</sub> ف<sub>۸۱</sub> ف<sub>۸۲</sub> ف<sub>۸۳</sub> ف<sub>۸۴</sub> ف<sub>۸۵</sub> ف<sub>۸۶</sub> ف<sub>۸۷</sub> ف<sub>۸۸</sub> ف<sub>۸۹</sub> ف<sub>۹۰</sub> ف<sub>۹۱</sub> ف<sub>۹۲</sub> ف<sub>۹۳</sub> ف<sub>۹۴</sub> ف<sub>۹۵</sub> ف<sub>۹۶</sub> ف<sub>۹۷</sub> ف<sub>۹۸</sub> ف<sub>۹۹</sub> ف<sub>۱۰۰</sub> کا فاصلہ پردہ سے تبدیل کر کے کئی مرتبہ دوہراؤ اور نتائج کا اوسط نکالو۔

### بنسن کا (یا داغدار) ضیا پیما۔

اس آلہ کا اصول یہ ہے کہ کاغذ کے ایک سفید غیر مجلا پردہ کا کچھ حصہ صاف اور سفید براہیننی موم پگھلا کر ڈالنے سے نیم شفاف بنا دیا جاتا ہے۔ اس کے ایک جانب معیاری مبداء

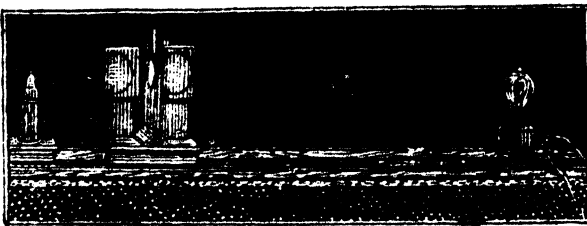


شکل (۵۲)۔ بنسن کا ضیا پیما۔

کمرہ میں ایک سلاخ کو انتصابی وضع میں ضیا پیما کے پردہ کے سامنے کھڑا کر دو۔ ایک گیس کے چراغ (یا برقی چراغ) کی طاقت تنویر کا موم بتی کی طاقت سے مقابلہ کرو۔ پہلے موم بتی کو پردہ سے کسی قدر قریب رکھو اور دوسرے مبداء کے لئے (بعد آزمائش) ایسا مقام دریافت کرو کہ پردہ پر دونوں ساٹھے ایک دوسرے سے متصل اور مساوی سیاہی کے نظر آئیں۔ اس کا بھی لحاظ رہے کہ مبداءوں کو سلاخ سے ملانیوالے خطوط کا میلان پردہ پر مساوی ہو۔ یعنی شکل (۵۱) میں زاویے (۱) اور (۲) قریب قریب مساوی ہوں۔ پھر مبداء سے پردہ تک کے فاصلے ف<sub>۱</sub> ف<sub>۲</sub> ناپ لو اور چراغ کی بتی طاقت شمار کرو۔ یہی تجربہ موم بتی (اور چراغ) کا فاصلہ پردہ سے تبدیل کر کے کئی مرتبہ دہراؤ اور نتائج کا اوسط نکالو۔

### بنسن کا (یا داغدار) ضیا پیما۔

اس آرک کا اصول یہ ہے کہ کاغذ کے ایک سفید غیر مجلہ پردہ کا کچھ حصہ صاف اور سفید برافینی موم پگھلا کر ڈالنے سے نیم شفاف بنا دیا جاتا ہے۔ اس کے ایک جانب معیاری مبداء



شکل (۵۲)۔ بنسن کا ضیا پیما۔

نور سے روشنی پہنچتی ہے اور دوسرے جانب ایک دوسرے  
 مبداء سے جس کی طاقت تنویر ناپی جا رہی ہو۔  
 [تنبیہ منجانب موکفان کتاب - شعیبہ کی فوٹو کمٹری میں  
 داغدار ضیا پہما بنانے کے لئے یہ طریقہ بتایا گیا ہے :- ایک  
 اچھے متجاسس کاغذ کے ٹکڑے کو تھالی پر رکھ کر یکساں حرارت  
 پہنچائی جائے۔ کچھ سیٹیرین کو پگھلا کر ایک باریک برش  
 اس میں ڈبوایا جائے۔ اور برش سے فوراً اس کاغذ کے  
 بیچ میں ایک چھوٹا حلقہ بنایا جائے۔ جب حلقہ ٹھنڈا  
 ہو جائے گا اس کے حدود کے اندر چربی یا موم سے آزاد  
 ایک حصہ بیچ رہیگا۔ اس کو پگھلے ہوئے براؤن سے بہر کر  
 خوب دبایا جائے تاکہ براؤن کاغذ میں اچھی طرح سرایت کر  
 جائے۔ قبل ازیں جو حلقہ بنایا گیا اس سے براؤن کے داغ  
 کے حدود کی تصریح ہو جاتی ہے۔]

اب فرض کر لیا جاتا ہے کہ پردہ کا غیر مجلّا حصہ واقع نور کو  
 بالکلیہ منعکس کرتا ہے، اور نیم شفاف حصہ صرف اسکی  
 ایک معین کسر (مثلاً  $\frac{1}{2}$ ) کو منعکس کرتا ہے اور باقی کو  
 اپنے میں سے پار گزر جانے دیتا ہے۔ اگر پردہ کے ایک جانب  
 تنویر کی حدت  $\frac{1}{2}$  (ف)  $\frac{1}{2}$  ط ہے اور دوسرے جانب  $\frac{1}{2}$  (ف)  $\frac{1}{2}$  ط  
 تو پردہ کے داغدار حصہ کی روشنی اس کے باقی حصہ  
 کے روشنی کے مساوی ہوگی، جبکہ

$$\frac{1}{2} (ف) \frac{1}{2} ط = \frac{1}{2} (ف) \frac{1}{2} ط + (1 - \frac{1}{2}) (ف) \frac{1}{2} ط$$

$$\text{یعنے جبکہ } \frac{\text{ط}_2}{2(\text{ف}_2)} = \frac{\text{ط}_1}{2(\text{ف}_1)}$$

اس سرسری تحقیق کے بموجب براہین کا داغ پردہ کے کسی جانب سے ہی دیکھا جائے تو نظر سے غائب ہو جانا چاہئے۔ لیکن یہہ یاد رہے کہ نیم شفاف داغ میں سے نور کا کچھ حصہ جذب ہو جاتا ہے۔ پس اگرچہ ممکن ہے کہ ایک جانب سے دیکھنے میں داغ اور پردہ کی باقی سطح میں تقریباً کوئی امتیاز نہ رہے دوسرے جانب سے ضرور کچھ فرق نظر آئیگا۔

اس لئے عملاً مبداؤں کے فاصلوں کو اس طرح ٹھیک کیا جاتا ہے کہ دونوں جانب سے پردہ کا داغ اس کے باقی حصہ کی بہ نسبت مساوی کم روشن نظر آتا ہے۔

پردہ کے دونوں جانب ۶۰° کے میلان سے دو مستوی آئینے لگا دئے جاتے ہیں، تاکہ وقت واحد میں پردہ کی دونوں سطحوں دیکھی جاسکیں۔



شکل ۳۳

بنسن کے ضیا پیماسرا

چونکہ یہہ معلوم کرنے میں کہ بقدر دقت پیش آتی ہے کہ داغ پردہ کے باقی حصہ کی بہ نسبت کب مساوی درجہ کم روشن ہوتا ہے ایک دوسرا طریقہ عمل ہی ممکن ہے۔ غیر معلوم طاقت کا مبدا پردہ سے

ایسے فاصلہ پر ترتیب دیا جائے

کہ معیار ہی مبدا کی طرف سے دیکھنے سے داغ اور پردہ

کے باقی حصہ میں تقریباً کچھ بھی فرق نہ پایا جائے۔ یہہ فاصلہ فاصلہ پر ترتیب دیا جائے کہ اس کی طرف سے دیکھنے سے داغ اور باقی پردہ میں فرق نہ پایا جائے۔ دوران تجربہ معیاری مبداء اور پردہ دونوں اپنے مقاموں سے ہٹائے نہ جائیں یعنی فاصلہ مستقل رکھا جائے۔ اگر غیر معلوم مبداء کا فاصلہ پردہ سے اب فاصلہ ہو تو اس کی طاقت تنویر ط<sub>۱</sub> اس مساوات سے شمار کیجا سکتی ہے۔

$$ط_۱ = ط_۲ \frac{(ف_۱)^۲ + (ف_۲)^۲}{۲(ف_۲)^۲}$$

یہہ طریقہ پہلے طریقہ سے نسبتاً آسان ہے۔

تجربہ ۷۷۔ - بنسن کا ضیا پیمیا۔ اس آلہ سے ایک

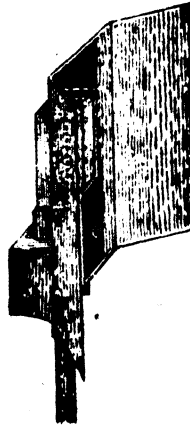
برقی چراغ کی طاقت تنویر کا ایک موم بتی سے مقابلہ کیا جائے اور پہر اسی موم بتی سے ایک گیس کے شعلہ کا مقابلہ کیا جائے۔ نتائج کی صحت معلوم کرنے کے لئے گیس کے شعلہ کا راست برقی چراغ سے مقابلہ کیا جائے۔

اگر ممکن ہو تو ایک ایسی ٹیکن استعمال کرو جس پر تین موم بتیاں ایک دوسرے سے قریب جمائی جاسکیں۔ اور ایک دو اور پہر تین موم بتیوں کا باہم دیگر مقابلہ کر کے اس تجربہ میں فیصدی کیا خطا ممکن ہے دریافت کیجائے۔

## جولی کا ضیا پیم

تقریباً  $2 \times 2 \times 1$  اسم کے، براہین کے دو مستطیل کندوں کے سب سے بڑے پہلو، کتہل کی پتلی پرت پیچ میں رکھ کر ملا دئے جاتے ہیں۔ اور ان کے دونوں بازو نور کا ایک ایک مبداء (جنکا مقابل مقصود ہو) رکھا جاتا ہے۔

اس سے ایک  
کندے کو ایک  
مبداء سے نور  
پہنچا ہے اور دوسرے  
کو دوسرے مبداء  
سے۔ مشاہدہ  
کرنیوالا ان کندوں  
کو ایک بازو سے  
معاوضہ کرتا ہے  
(شکل ۵۴)۔



اور جس ٹیکین  
پر وہ رکھے جاتے  
ہیں اس کو  
حب ضرورت

شکل ۵۴۔

جولی کا براہینی موم والا ضیا پیم

پٹا گران کے لئے ایسا مقام دریافت کر لیتا ہے کہ کتہل کا ورق جن پہلوؤں کے درمیان حائل ہے دونوں مساوی روشن نظر آتے ہیں۔ مشاہدہ کے وقت ضرور ہوگا مبداءوں سے راست آئینوالی شعاعیں مناسب پر دول کے ذریعہ بروک دیکھائیں۔

تجربہ ۶۵۔ جولی کا ضیا پیما۔ ضیا پیماکو ایک

لمبے مناظری تختہ پر جماؤ اور اس کے ذریعہ ایک روشنی گینسی لمپ کی بتی طاقت کا ایک برقی لمپ کی طاقت سے مقابلہ کرو۔ ایک لمپ کو مختلف مقاموں پر رکھ کر دوسرے لمپ کے مقام بالترتیب ٹھیک کئے جائیں اور ان کے نتائج سے تنویری طاقتوں کی اوسط نسبت نکالی جائے۔ ان پیمائشوں میں فیصد کیا خطا ممکن ہے اس کی بھی تخمین ہو۔

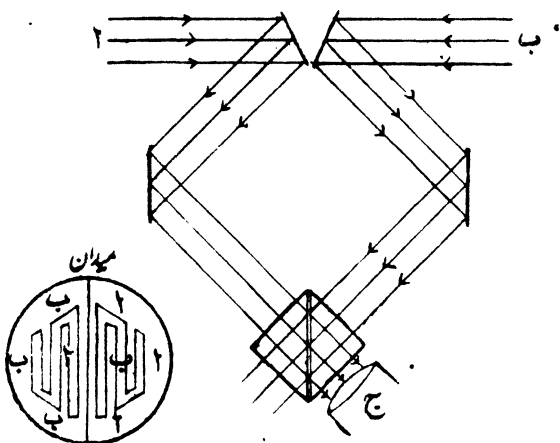
لمر۔ بروڈ ہوں کا ضیا پیمہ۔

سوان کے منشوری ضیا پیمہ (۱۸۵۹) اور اس ضیا پیمہ کے اہم اجزاء تقریباً ایک ہی ہیں۔ جن مبداءوں کی طاقتوں کا مقابلہ کیا جاتا ہے دو آئینوں پر اسے  $\frac{1}{22}^{\circ}$  میلان سے نور کی پنسلیں ٹکراتی ہیں۔

خود آئینوں کا زاویہ میلان  $45^{\circ}$  ہے۔ پنسلیں ان مائل آئینوں سے ٹکرانے کے بعد دو اور آئینوں سے منعکس ہوتی ہیں اور شیشہ کے ایک کندے میں داخل ہوتی ہیں، جو دو قائم الزاویہ منشوروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ منشوروں کے وتر کے وسطی حصے کناڈا بلسان سے جوڑ دیئے جاتے ہیں، لیکن حاشیوں پر ہوا کی جھٹی مائل ہوتی ہے (ملاحظہ شکل ۵۵)۔

تجربہ کرنے والا ایک منشور کے قاعدہ کو دو ربین (ج) میں سے دیکھتا ہے۔ مبداء (۱) کا نور بلسان میں سے سرایت کرتا ہے لیکن ہوائی جھٹی سے بالکل منعکس ہو جاتا ہے۔

مبدأ (ب) کا نور ہی ہوائی جہلی سے بالکل منعکس ہوتا ہے، لیکن بعد انعکاس دور بین میں (۱) سے آئینوں کے متوازی داخل ہو جاتا ہے۔ پس دور بین میں نور کی ایک



شکل ۵۵

لمر۔ بروڈ ہون کا ضیا پیا

مرکب پنسل داخل ہوتی ہے جس کے حاشیہ میں صرف (ب) کی شعاعیں ہوتی ہیں اور وسطی حصہ میں صرف (۱) کی شعاعیں وضاحت کی غرض سے میدان کا نقشہ کیقدر پرتکلف بنایا جاتا ہے۔

دونوں منشوروں کے انعطاف نما کے مساوی انعطاف نما کا بلسان استعمال کرنے سے جوڑ کے پاس نور کا انعکاس

نہیں ہوتا ہے اور جو روشنی منتقل ہوتی ہے جذب ہونے نہیں پاتی، اس لئے بنسن کے ضیا پیمیا میں جو دقت پیش آتی ہے یہاں اس کا ارتفاع ہو جاتا ہے۔ لہذا اس آلہ کے ذریعہ نہایت باریکی کے ساتھ ضیا پیمائی ممکن ہے۔ چنانچہ ضیا پیمائی مغلوں میں اس کو بکثرت استعمال کرتے ہیں۔

تجسس ۶۹۔ لمبروڈ ہوں کا ضیا پیمیا۔ اس ضیا

پیمیا کو مناظری تختہ پر ترتیب دو اور اس کے ذریعہ ایک آئیس کے شعلہ اور برقی قندیل کی بتی طاقت دریافت کرو۔ نتیجہ کی تنقیح کے لئے دونوں مبداءوں کا راست مقابلہ کرلو۔ اور ان پیمائشوں میں فیصد کیا خطا ممکن ہے اس کی بھی تخمین کرو۔

### فصل (۳) تنویر کی پیمائش

کسی سطح کی تنویر ناپنے کے لئے تنویری ضیا پیمیا استعمال ہو سکتا ہے۔ یہہ اگر ایک مقام سے دوسرے مقام پر باسانی منتقل ہو سکتا ہے۔ اس میں ایک پردہ ہوتا ہے جس کو ایسی جگہ رکھ سکتے ہیں جہاں کی تنویر ناپی جاتی ہے۔ اس کے متصل کی ایک سطح کو ایک معیاری مبداء نور سے منور کر کے دونوں سطحوں کو ایک ساتھ معائنہ کرتے ہیں۔ معیاری مبداء عموماً ایک برقی قندیل ہوتی ہے جو ذخیرہ خانہ کی رُو سے روشن کیجاتی ہے۔ اس دوسری سطح کی تنویر کو حسب ضرورت متعدد طریقوں سے تبدیل کر کے

(مثلاً اس کی وضع ترچھی کر کے) پہلی سطح کی تنویر کے مساوی بناتے ہیں۔ اور پیمانہ پر تنویر کا اندازہ کر لیا جاتا ہے۔ ایسے آلہ کے پیمانہ کی پہلے سے تعبیر کر لی جاتی ہے۔



## روشنی پر مزید مشقیں

(۱) جب دو متوازی آئینوں کے بیچ میں ایک اپن چبھو یا جاتا ہے تو متعدد خیال نظر آتے ہیں۔ جن شعاعوں کے ذریعہ ایک آئینہ میں تیسرا خیال دکھائی دیتا ہے، شکل کہینچ کر اُنکا راستہ بتاؤ۔

(۲) دو مستوی آئینوں کو  $۷۲^\circ$  درجہ پر مائل رکھو اور ان کے زاویہ میلان میں ایک اپن کھڑا کر کے اس کے خیالوں کے محل دریافت کرو۔

(۳) ایک منحنی کہینچو جس سے ایک متوازی پہلوں کی تختی میں سے ٹیڑھی گزرنے والی شعاع کے جانبی انتقال کا تعلق شعاع کے زاویہ وقوع کے ساتھ معلوم ہو سکے۔

(۴) شیشہ کا ایک مکعب حوض پانی سے بہر دیا جاتا ہے اور اس کے اندر انتصابی وضع میں ایک اپن کھڑا کر دیا جاتا ہے۔ حوض کے ایک پہلو میں منعطف ہونے والی شعاعوں کا آتشی منحنی کہینچو۔

(۵) اسطوانی شکل کے آئینہ سے شعاعوں کے انعکاس سے جو آتشی منحنی پیدا ہوتا ہے اس کی شکل کہینچو۔ ایک اپن کو شخص قرار دو اور دو اور اپنوں کے ذریعہ منعکس شعاعوں کی سمتیں دریافت کرو۔ یہ عمل محجب اور مقعر دونوں قسم کے آئینوں کے ساتھ کیا جائے۔

[نوٹ۔ نصف مقعر اسطوانہ نقشہ کشی کے کاغذ پر کھڑا کیا جائے اور آئینہ کے قطب کے ٹھیک مقابل اسطوانہ کی دائری تراش کے محیط پر ایک اپن بطور شخص استادہ

کیا جائے اور دوسرے دو اپنیوں کے ذریعہ آتشی  
منحنی کی شکل دریافت کیجائے۔ جب شخص لاتناہی دور ہو  
یا بالفاظ دیگر شعاعیں قطب اور مرکز کو ملانے والے خط  
کے متوازی ہوں تو منحنی کی کیا شکل ہوگی معلوم کرو۔

[مترجم]

(۶) ایک اسطوانی شکل کے گلاس میں پانی بہر کر ہوا میں  
منعطف ہونے والی شعاعوں کا آتشی منحنی بتاؤ۔ بطور  
شخص گلاس میں ایک الپن کھڑا کر دیا جائے اور دو اور  
اپنیوں کے ذریعہ منعطف شعاعوں کی سمتیں دریافت  
کیجائیں۔

(۷) اسطوانی عدسہ میں سے متوازی شعاعوں کا انعطاف  
ہو کر جو آتشی خط بنتا ہے اس کی شکل دریافت کرو۔  
(اگر اسطوانی عدسہ نہ مل سکے تو مناظری قندیل کے عدسہ  
مکشقہ کا نصف استعمال کیا جاسکتا ہے)۔

(۸) پانی کے اسطوانی گلاس میں ایک الپن انتصابی  
وضع میں کھڑا کیا جاتا ہے۔ الپن سے نکل کر ہوا میں خارج  
ہونے والی شعاعوں کے راستے معلوم کرو۔ الپن کے قریب  
تیس مقام پر اگر آنکھ رکھی جائے تو اس کو الپن کا حیلان  
کہاں دکھائی دیکر دریافت کرو۔

(۹) ایک محدب عدسہ میں سے متوازی شعاعوں کے  
گزرنے کا راستہ دریافت کرو اور اس سے اس کا  
ماسکی طول اخذ کرو۔

(۱۰) ایک مقعر عدسہ میں سے متوازی شعاعوں کے  
گزرنے کا راستہ بتاؤ اور اس سے اس کا ماسکی طول  
نکالو۔

(۱۱) دئے ہوئے محدب عدسہ کائین مختلف طریقوں سے ماسکی طول دریافت کرو۔

(۱۲) دئے ہوئے محدب عدسہ کو اس طرح رکھو کہ پردہ پر شخص کا 'قد' میں سے چند خیال تیار ہو۔ پھر شخص سے پردہ تک کا فاصلہ ناپو، اور عدسہ کا ماسکی طول نکالو۔

(۱۳) الپنوں اور طریقہ اختلاف منظر کے ذریعہ تجربہ کر کے ایک منحنی کہنچو جو دئے ہوئے محدب عدسہ سے خیال اور شخص کے فاصلوں کا باہمی تعلق بتائے۔

(۱۴) دئے ہوئے محدب عدسہ سے شخص کا جو خیال بنتا ہے اس میں اور شخص میں اقل فاصلہ کیا ہو سکتا ہے معلوم کرو۔ اور اس سے عدسہ کا ماسکی طول نکالو۔

(۱۵) دیا ہوا عدسہ ایک پردہ سے ۴۰ سم دور قائم کر دیا جاتا ہے۔ دریافت کرو عدسہ سے کس فاصلہ پر شخص رکھا جائے تاکہ پردہ پر اس کا ممتاز الحدود خیال پیدا ہو۔ خیال کی خطی تکبیر بھی دریافت کرو۔

(۱۶) ایک گہڑی شیشہ میں دیا ہوا مائع بہرنے سے جو عدسہ بنتا ہے اس کا ماسکی طول دریافت کرو۔

(۱۷) دئے ہوئے دو محدب عدسوں کو اس طرح ترتیب دو کہ پہلے عدسہ میں سے متوازی شعاعیں گزر کر دوسرے عدسہ کے اصلی ماسکہ پر مکرر جمع ہو جائیں۔

(۱۸) دئے ہوئے دو عدسوں کے مجموعہ کا ماسکی طول ناپو جبکہ (۱) عد سے ایک دوسرے سے متصل

ہوں، (ب) ان میں دو سنتی میٹر فاصلہ ہو۔

(۱۹) دئے ہوئے مقعر عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر

اتحنا کی تعیین کرو۔  
(۲۰) دئے ہوئے محدب عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر اتحنا کی تعیین کرو۔

(۲۱) ایک محدب عدسہ کو ترتیب دیکر پردہ پر حقیقی خیال تیار کرو۔ عدسہ اور پردہ کے بیچ میں ایک مقعر عدسہ کو ایسی جگہ رکھو کہ جب ایک مستوی آئینہ اس کے پیچھے انتصابی وضع میں کھڑا کیا جاتا ہے تو خیال شخص سے منطبق ہو جائے۔ اس سے مقعر عدسہ کا ماسکی طول نکالو۔

(۲۲) ایک مقعر آئینہ کا مرکز اتحنا دریافت کرو۔ آئینہ اور اس کے مرکز اتحنا کے درمیان ایک عدسہ کھڑا کرو۔ اور ایک الہن کے لئے ایسا محل تلاش کرو کہ وہ اپنے خیال کے ساتھ جو عدسہ میں سے شعاعیں گزر کر آئینہ سے منعکس ہونے سے پیدا ہوتا ہے، منطبق ہو جائے۔ اس سے عدسہ کا ماسکی طول نکالو۔ کس صورت میں یہہ طریقہ ناکامیاب ہوگا؟ آیا یہہ طریقہ محدب عدسہ کے ساتھ بھی ممکن ہے؟

(۲۳) بھری منشور اور عدسوں کو ترتیب دیکر پردہ پر ایک خالص طیف تیار کرو۔

(۲۴) طیف پیمائی میں پر ایک منشور کو اقل انحراف کی وضع میں ترتیب دو۔ منشور کے پھلے پھلو سے منعکس شعاعوں کی سمت دریافت کر کے اس پر نور کے وقوع کا زاویہ کیا ہوتا ہے ناپ لو۔

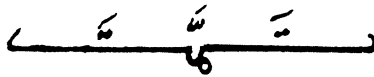
(۲۵) ایک متغنی کھینچ کر دئے ہوئے منشور میں زاویہ انحراف اور زاویہ وقوع کی تبدیلی کا تعلق بتاؤ۔

(۲۶) دور بین کو ایک وضع میں قائم رکھ کر،

طیف پیمائے منشور کی میز کو پھیر کر منشور کا زاویہ ناپو۔  
پہلے منشور کے ایک پہلو سے نور کو منعکس کرا کر جہری کا  
خیال معائنہ کیا جائے اور پھر دوسرے پہلو سے  
منعکس کرا کر۔ ( واضح ہو کہ ان دو وضعوں میں جو زاویہ تاپا  
جائے گا منشور کے زاویہ کا تکمیلی زاویہ ہوگا۔ )

(۲۷) چھوٹے زاویہ کا ایک کھوکھلا منشور لیکر طیف  
پیمائے ذریعہ سے دو مائعوں کے انعطاف نماؤں کی نسبت  
دریافت کرو۔

(۲۸) کیلیم، سٹروٹیم اور بیریم کے شعلوں کے طیف  
کا نقشہ تیار کیا جائے۔



## ضمیمہ

سوڈیم کے نور کیلئے مختلف اشیاء کے انعطاف نما

اشیاء (بصاحت پیش)      انعطاف نما (م)

|        |                             |
|--------|-----------------------------|
| ۱۵۳۳۳۲ | پانی (۵۷۰° مئی)             |
| ۱۵۳۶۳۵ | القول (۱۵۰° م)              |
| ۱۵۵۸۶۳ | انیلین (۲۰۰° م)             |
| ۱۵۵۰۰۲ | بنزین (۲۱۵° م)              |
| ۱۵۶۲۷۶ | کاربن ڈائی سلفائیڈ (۲۰۰° م) |
| ۱۵۶۵۸۲ | بروم ففطیس (۲۰۰° م)         |
| ۱۵۵۳   | کراون شیشہ (معمولی)         |
| ۱۵۶۱   | سنگین                       |
| ۱۵۶۵   | فلنٹ شیشہ (معمولی)          |
| ۱۵۷۴   | سنگین                       |
| ۱۵۵۴۴۲ | بلور (معمولی شعا ع)         |
| ۱۵۵۵۳۳ | غیر معمولی شعا ع            |

## طول موج

طول موج عموماً انگسٹروم والی اکائیوں میں ناپے جاتے ہیں (۱۰<sup>-۱۰</sup>)۔ ان کو دسوا میٹر (۱۰<sup>-۸</sup>) ہی کہتے ہیں۔ بعض اوقات ان اکائیوں سے دہ چھتر بڑی اکائیوں کے ذریعہ بھی ان کی پیمائش ہوتی ہے۔ اس اکائی کو میکرو ملی میٹر (م م) کہتے ہیں۔

## شمسی طیف

|      |                |             |
|------|----------------|-------------|
| ۷۶۰۴ | A              | کرہ ہوائی   |
| ۶۵۶۷ | B              | "           |
| ۶۵۶۳ | C              | ہیڈروجن (a) |
| ۵۸۹۵ | D <sub>۱</sub> | سوڈیم       |
| ۵۸۸۹ | D <sub>۲</sub> | "           |
| ۵۲۶۹ | E              | کیلیم       |
| ۵۱۸۴ | B <sub>۲</sub> | مگنیشیم     |
| ۴۸۶۱ | F              | ہیڈروجن     |
| ۴۳۰۷ | G              | لوہ         |
| ۴۱۰۲ | L              | ہیڈروجن (b) |
| ۳۹۶۷ | H              | کیلیم       |
| ۳۹۳۴ | K              | "           |

## فلزات کے شعلوں کے طیف

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| ۷۸۶۵             | پوٹسیم (سرخ)      |
| ۶۷۰۵             | لیتھیم (سرخ)      |
| ۶۱۰۳             | = (نارجی)         |
| ۵۰۹۵             | سودیم (زرد)       |
| ۵۸۸۹             | = ( )             |
| ۵۷۹۰ }<br>۵۷۶۹ } | پارا (زرد)        |
| ۵۲۶۱             | = (سبز)           |
| ۵۳۲۸             | تھیم (سبز)        |
| ۴۶۰۷             | سٹرونشیم (آسمانی) |
| ۴۳۵۹             | پارا (بنفشی)      |
| ۴۲۲۶             | کیلسیم (بنفشی)    |
| ۴۰۸۰             | پوٹسیم (بنفشی)    |

## تنبیہ منجانب مترجم -

آخری صفحہ پر نور کے طول موج کی جو فہرست دی گئی ہے "ایلن اینڈ مؤر" کی عملی طبیعیات کی کتاب سے نقل کی گئی ہے۔ اس میں طول موج کی قیمتیں عموماً تقریبی ہیں، لیکن معمولی طیف پیمائی کے لئے کافی صحیح ہیں۔ اگر طیف پیمائی کی تعبیر کے لئے صفحہ (۱۹۲) کے خطوط سے بھتر خطوط کا انتخاب مقصود ہو تو پروفیسر کوئی کی ہدایات کے بموجب ملاحظہ ہوں پروسیدنگز آف دی رائل سوسائٹی ۱۷، ۲۵ (۱۹۰۲) {ہیلیم اور ہیڈروجن کی خلائی، نئی میں پارے کا بخار شریک کیا جائے۔ اس سے پارے کے طیف کے بعض خطوط تیز ہو جاتے ہیں۔ ذیل میں اس طیف کے خطوط کے طول موج درج کئے جاتے ہیں:-

|         |        |         |                     |
|---------|--------|---------|---------------------|
| ہیلیم   | سرخ    | ۶۰۶۵۶۴۸ | انگسٹروم والی اکائی |
| "       | "      | ۶۶۷۸۶۳۷ | "                   |
| ہیڈروجن | "      | ۶۵۶۳۶۰۴ | "                   |
| پارا    | نارنجی | ۶۱۵۲۶۳  | "                   |
| ہیلیم   | زرد    | ۵۸۷۵۶۸۷ | "                   |
| پارا    | "      | ۵۷۹۰۶۵  | "                   |
| "       | "      | ۵۷۶۹۶۵  | "                   |
| "       | سبز    | ۵۴۶۱۶۰  | "                   |
| ہیلیم   | "      | ۵۰۱۵۶۷۳ | "                   |

|     |         |         |         |
|-----|---------|---------|---------|
| " " | ۴۹۲۲۶۱۰ | " "     | " "     |
| " " | ۴۸۶۱۶۴۹ | ہیڈروجن | آسمانی  |
| " " | ۴۷۱۳۰۲۵ | " "     | ہیلیم   |
| " " | ۴۴۷۱۶۶۵ | بنفشی   | "       |
| " " | ۸۳۵۸۶۶  | " "     | پارا    |
| " " | ۴۳۴۰۵۶۶ | " "     | ہیڈروجن |

واضح ہو کہ یہہ خطوط طیف میں تقریباً مساوی فاصلوں پر  
پہلے ہوئے ہیں۔ ان سے تعمیر کا معنی باسانی تیار ہو سکیگا۔





## فہرست اصطلاحات

## SOUND (آواہن)

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| A Antinode            | ضد عقدہ             |
| B Beats               | ضربیں               |
| F Frequency           | تعداد ارتعاش        |
| I Interference        | تداخل - تناقض       |
| K Kundt               | گنٹ                 |
| N Node                | عقدہ                |
| P Pitch               | امتداد              |
| R Resonance           | گمک                 |
| S Siren               | گائون               |
| Sonometer             | صوت پیم             |
| Stationary vibration  | مقیم ارتعاش         |
| T Tension             | تناؤ                |
| Transverse vibration. | عرضی ارتعاش         |
| Tune                  | ہم سر کرنا - سڑانا  |
| V Velocity            | رقار                |
| W Wave-length         | طول موج             |
| Y Young's modulus     | ینگ کا لچک کا معیار |

## LIGHT (نور)

|                    |          |
|--------------------|----------|
| A Absorption bands | بغری بند |
| Accommodation      | توفیق    |

|                                 |                                        |
|---------------------------------|----------------------------------------|
| Altitude                        | ارتفاع                                 |
| Ångström Units                  | انگسٹروم کی اکائیاں                    |
| Axis                            | محور                                   |
| Azimuth                         | السمت                                  |
| B Bunsen                        | بنسن                                   |
| C Calibration curve             | تعمیری منحنی                           |
| Candle-foot                     | بتی - فٹ                               |
| Candle power                    | بتی طاقت                               |
| Caustic curve                   | آتش منحنی                              |
| Chlorophyll                     | کلوروفل - پتوں کا سبز لونی مادہ - مخضر |
| Collie (prof. J : N.)           | پروفیسر کوئی                           |
| Collimator                      | تواری گر                               |
| Condensing lens                 | مکشف نور عدسہ                          |
| Conjugate foci                  | زوجی ماسکے                             |
| Constant deviation spectrometer | مستقل انحراف کا طیف پیم                |
| Critical angle                  | زاویہ فاصل                             |
| Cross-wires                     | صلیبی تار                              |
| Curvature                       | انحناء                                 |
| D Deviation                     | انحراف                                 |
| Diopre (or diopter)             | ڈائی آپٹر، بصریہ                       |
| E, Eye-lens                     | عدسہ چشم                               |
| Eye-piece                       | چشمہ                                   |
| F Flicker Photometer            | ٹمٹماہٹ والا ضیا پیم                   |
| Focal length                    | ماسکی طول                              |
| Fraunhofer lines                | فرادون ہونے والے خطوط                  |

|                                    |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| G Grubb (Sir Howard)               | سر ہارڈ گرب               |
| H Horizon glass                    | افقی شیشہ                 |
| I Incandescent                     | سفید روشن                 |
| Image                              | خیال                      |
| Index glass                        | اندکس شیشہ یا نائندہ شیشہ |
| Induction coil                     | امالی لپھا                |
| Interpolation curve                | ادراجی منحنی              |
| Iris                               | پردہ عنبیہ                |
| J Joly                             | جولی                      |
| L Leyden Jar                       | لائڈن کامرتبان            |
| Lumen                              | لومن                      |
| Lummer-Brodhun                     | لمر-بروڈھون               |
| Luminous flux                      | نوری نفاذ                 |
| Lux                                | لکس                       |
| M Microscope                       | خرد بین                   |
| Micro-millimetre (mm)              | میکرو ملی میٹر (مم)       |
| N Normal adjustment (of telescope) | (دور بین کی) طبعی ترتیب   |
| O Object glass                     | دبانہ شیشہ                |
| Objective                          | عدسہ شخص                  |
| Optical bench                      | منظری تختہ                |
| Optical lantern                    | منظری قندیل               |
| P Parallax                         | اختلاف منظر               |
| Pentane lamp                       | پنٹین کا چراغ             |
| Photometer                         | ضیا پیم                   |
| Pole of mirror                     | آئینہ کا قطب              |

|                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| Principal focus           | اصلی ماسکہ            |
| Prism                     | منشور                 |
| Projection lens           | فصل ڈالنے والا عدسہ   |
| Protractor                | زاویہ پیم             |
| R Range-finder            | حد گیر - ریج فائنڈر   |
| Real                      | حقیقی                 |
| Reciprocal                | متکافی                |
| Refractive index          | انعطاف نما            |
| Rotation                  | تحویل                 |
| Rumford                   | رمفورڈ                |
| S Sagitta                 | سیگٹا یا عمق قوس      |
| Sextant                   | آکسدس                 |
| Spark                     | شرارد                 |
| Spectroscope              | طیف نما               |
| Symmetrio points          | متشاکل نقطے           |
| T Telescope               | دور بین               |
| Tenth-metre               | دسوا میتہ             |
| Terminal                  | سیرا                  |
| Total internal reflection | کلی داخلی انعکاس      |
| Turn-table                | ٹرن ٹیبل یا گردشی میز |
| V. Vacuum tube            | خلائی نالی            |
| Virtual                   | نجازی                 |
| W Wilson (Dr: W)          | ڈاکٹر ویلیوولسن       |

# اغلاط نامہ

## طبیعی عملی - آواز و روشنی

### آواز

| صفحہ | سطر | بجائے                       | پڑھا جائے                   |
|------|-----|-----------------------------|-----------------------------|
| ۱    | ۸   | آواز کی تعیین               | آواز کی قفا کی تعیین        |
| ۲    | ۱۱  | $\frac{د ۱۷}{ث}$            | $\frac{د ۲}{ث}$             |
| ۲    | ۱۵  | حذر المربع                  | حذر المربع                  |
| ۳    | ۲   | کسی معمولی تیش پر بھی       | کسی بھی معمولی تیش پر       |
| ۴    | ۱۸  | ابعاد                       | ابعاد                       |
| ۸    | ۲۴  | ل =                         | ل =                         |
| "    | ۲۵  | ل =                         | ل =                         |
| ۹    | ۱۹  | $\frac{ع}{ل} = \frac{ع}{ل}$ | $\frac{ع}{ل} = \frac{ع}{ل}$ |
| ۱۴   | ۱۲  | آرگن علی                    | آرگن نلی                    |

| صفحہ | سطر  | بجائے         | پڑھا جائے     |
|------|------|---------------|---------------|
| ۱۴   | ۲۳   | چھوٹے         | چھوٹے         |
| ۱۸   | ۱۴   | مینڈ کی شکلوں | مینڈوں کی شکل |
| ۲۰   | ۳    | ینگ کے لچک کا | ینگ کا لچک کا |
| ۲۴   | ۱۴   | ایک کئی       | کئی           |
| "    | ۱۶   | دزن کی        | دزن کے        |
| "    | ۱۶   | باٹیں         | باٹ           |
| ۲۵   | ۶    | ایک ڈوری      | ڈوری          |
| ۲۸   | ۲۱   | ترتیب دو      | ٹھیک کرو      |
| ۳۱   | ۶    | جاول          | جدول          |
| ۳۵   | ۱۰   | ایک تار       | تار           |
| "    | ۱۲   | ایک کافی      | کافی          |
| "    | ۱۳   | کرتیا جائے    | کر لی جائے    |
| ۳۶   | ۱۶   | ہوتے ہیں      | ہیں           |
| ۳۷   | ۲    | تفہیہ         | تفہیہ است     |
| ۴۱   | ۲    | خاص           | خاص           |
| ۴۳   | ۱۱   | عالمس         | عاکس          |
| ۴۴   | ۳    | اپتوں         | اپنوں         |
| ۴۹   | ۴    | یک ستوی       | ایک ستوی      |
| ۵۱   | ۱۸   | کلاس          | کلاس          |
| ۵۲   | ۹    | ن ش           | ن ش           |
| "    | آخری | کہنچکر        | کہنچکر        |
| "    | "    | الپین         | الپین         |
| ۵۵   | ۷    | سلٹ           | سیٹ           |

| صفحہ | سطر  | بجائے       | پڑھا جائے  |
|------|------|-------------|------------|
| ۵۶   | ۱    | کی مستوی    | کے مستوی   |
| "    | ۱۷   | اسکی        | اسکو       |
| ۵۷   | ۳    | داثر د      | داثرہ      |
| ۵۹۰  | ۸    | واقع شفا    | واقع شعاع  |
| ۶۰   | ۱۵   | زاویہ (ڈ)   | زاویہ (س)  |
| "    | آخری | ایک تاؤ     | تاؤ        |
| ۶۱   | ۸    | رشنی        | روشنی      |
| "    | ۱۷   | شعاع - واقع | شعاع واقع  |
| ۶۲   | ۱۰   | متذکرہ x    | متذکرہ     |
| ۶۳   | ۱۱   | شعاع -      | شعاع       |
| ۶۸   | ۱۹   | سے          | سے         |
| ۶۹   | ۳    | ہوا م پانی  | ہوا م شیشہ |
| ۷۰   | ۲    | ق ، ق       | ق ، ق      |
| ۷۱   | ۵    | ق ع         | ق ع        |
| "    | ۷    | س ع         | س ع        |
| "    | ۸    | لی جائیں    | لئے جائیں  |
| ۷۳   | ۱۵   | گسر         | کسر        |
| ۷۷   | ۲    | کے ایک      | کے         |
| ۷۹   | ۳    | اُسی        | اُس        |
| ۸۰   | ۱۴   | کہنگے       | کہنگے      |
| ۸۱   | ۴    | اباعد       | ابعاد      |
| "    | ۶    | پنل ایک     | پنل        |

| صفحہ | سطر  | بجائے                      | بڑھا جائے                  |
|------|------|----------------------------|----------------------------|
| ۸۱   | ۱۵   | آئینو                      | آئینہ                      |
| ۸۳   | ۱۳   | چھوٹے                      | چھوٹی                      |
| "    | ۱۵   | خمی                        | کی                         |
| ۸۸   | ۱۲   | تھے                        | تھے                        |
| "    | آخری | تھے                        | تھے                        |
| ۹۳   | ۱۵   | محور                       | محور                       |
| "    | ۱۶   | تو وہ                      | تو وہ                      |
| ۹۹   | ۲۱   | منہ                        | منہ                        |
| "    | ۲۳   | بات رکھنی                  | بات یاد رکھنی              |
| ۱۰۰  | ۹    | ایک حقیقی                  | حقیقی                      |
| ۱۰۵  | ۶    | طریقہ                      | طریقہ                      |
| ۱۰۶  | ۱۲   | لیکن                       | لیکن                       |
| ۱۰۹  | ۲    | گرو۔ اور والپن             | گرو۔ اور والپن             |
| ۱۱۰  | ۱۰   | ٹیل                        | ٹیل                        |
| ۱۱۵  | ۱۸   | انعطاف نما                 | انعطاف نما                 |
| ۱۱۶  | ۲    | بانٹ                       | بانٹ                       |
| ۱۱۷  | ۷    | "                          | تابع                       |
| ۱۲۰  | ۲    | کسر کے آگے مساوات کی علامت | کسر کے آگے مساوات کی علامت |
|      |      | (=) بڑھادی جائے -          |                            |
| ۱۲۱  | ۱۱   | عرضی                       | عرضی                       |
| ۱۲۲  | ۱۲   | چمیر                       | چمیر                       |
| ۱۲۳  | ۷    | موروں                      | موزوں                      |
| ۱۲۵  | ۱۶   | بھ                         | بھ                         |

| صفحہ | منظر       | بجائے         | پڑھا جاوے             |
|------|------------|---------------|-----------------------|
| ۱۲۶  | ۵          | (۹۵)          | (۹۵)                  |
| "    | ۸          | پیمائشی       | پیمائشی               |
| ۱۲۷  | ۸          | (ح)           | (خ)                   |
| ۱۳۱  | ۱۰         | گور           | گور                   |
| ۱۳۳  | ۱ اور ۲    | آدوں سطحیں اس | سطحوں میں سے کوئی سطح |
|      |            | جانب محذب ہوں | اس جانب محذب ہو       |
| ۱۳۹  | ۷          | آ۲ ب۲         | ۱۲ ب۲                 |
| ۱۴۵  | ۱۷         | سمت           | سمت                   |
| ۱۵۰  | ۱۱         | مکثف نور      | مکثف نور              |
| ۱۵۱  | ۲          | (جوابی)       | (نظیری)               |
| "    | شکل ۳۴ میں | فل ڈالنے والا | فل ڈالنے والا         |
| ۱۵۲  | ۱۰         | شخص پر        | شخص کے                |
| "    | ۱۷         | ۱-ک           | ۱-ک                   |
| ۱۵۸  | ۵          | سہارا جانا    | رکھا جانا             |
| "    | ۱۶         | ہوتا ہے       | ہو                    |
| "    | ۲۰         | ایک لونی      | ایک لونی              |
| ۱۵۹  | ۱۵         | بٹھائے        | جھے ہوئے              |
| ۱۶۳  | ۱۲         | دور بین میں   | دور بین میں           |
| ۱۶۴  | ۱۵         | پہرتے         | پہیرتے                |
| "    | آخری       | پیمائش        | پیمائش                |

| نصف | سطر     | جائے                     | پڑھا جائے                            |
|-----|---------|--------------------------|--------------------------------------|
| ۱۶۶ | ۴ اور ۵ | اور زیادہ قریب ہو سکیگا۔ | جتنا قریب ہو نامکن ہو قریب ہو جائیگا |
| ۱۶۷ | ۱       | دیکھو لو                 | دیکھ لو                              |
| ۱۷۱ | ۲       | کی انڈی محلول            | کے انڈی محلول                        |
| ۱۷۳ | ۶       | ’فٹ جی‘                  | ’فٹ جی‘                              |
| ۱۷۴ | ۱۸      | پتی                      | پتی                                  |
| ۱۷۵ | ۱۱      | ضلی                      | ضلی                                  |
| ”   | آخری    | پہلے سے                  | پہلے سے                              |
| ۱۷۶ | ۲       | اس کا                    | اس کا                                |
| ۱۸۰ | ۱۲      | طاقت تنویر کا ایک        | طاقت تنویر کا ایک                    |
| ۱۸۲ | ۱۴      | موم جی سے                | موم جی سے                            |
| ۱۸۴ | ۳       | ماطل                     | ماطل                                 |
| ۱۸۷ | ۱۴      | امندا اس                 | امندا اس                             |
| ”   | ۱۸      | سکشف                     | سکشف                                 |
| ”   | ”       | ترین                     | ترین                                 |





