UNIVERSAL LIBRARY
OU_224663
UNIVERSAL LIBRARY

سلسلۂ مطبوعات جامعۂ عثمانیہ

رسالۂ طبیعیات عملی

جلد اول

ترجمہ انٹرمیڈیٹ کورس آف پراکٹکل فزکس مصنفہ پروفیسر آرتھر شوسٹر و پروفیسر سی ایچ لیز

(معہ ترمیم و اضافہ)

برائے انٹرمیڈیٹ

از

مولوی محمد عبد الرحمن خاں صاحب بی۔ ایس۔ سی آنرز (لندن)

اسوشیئٹ آف دی رائل کالج آف سائینس لندن۔ فیلو آف دی فزیکل سوسائٹی آف لندن

پروفیسر فزکس (طبیعیات) نظام کالج

سنہ ۱۳۳۸ھ م سنہ ۱۳۲۹ف م سنہ ۱۹۲۰ع

مطبوعہ دار الطبع سرکار عالی حیدرآباد دکن

مقدمہ

دنیا میں ہر قوم کی زندگی میں ایک ایسا زمانہ آتا ہے جب کہ اُس کے قوائے ذہنی میں انحطاط کے آثار نمودار ہونے لگتے ہیں، ایجاد و اختراع اور غور و فکر کا مادّہ تقریباً مفقود ہو جاتا ہے، تخیل کی پرواز اور نظر کی جولانی تنگ اور محدود ہو جاتی ہے، علم کا دار و مدار چند رسمی باتوں اور تقلید پر رہ جاتا ہے۔ اُس وقت قوم یا تو بیکار اور مردہ ہو جاتی ہے یا سنبھلنے کے لئے یہ لازم ہوتا ہے کہ وہ دوسری ترقی یافتہ اقوام کا اثر قبول کرے۔ تاریخ عالم کے ہر دَور میں اس کی شہادتیں موجود ہیں۔ خود ہمارے دیکھتے دیکھتے جاپان پر یہی گذری اور یہی حالت اب ہندوستان کی ہے۔ جس طرح کوئی شخص دوسرے بنی نوع انسان سے قطع تعلق کرکے تنہا اور الگ تھلگ نہیں رہ سکتا اور اگر رہے تو پنپ

نہیں سکتا اسی طرح یہ بھی ممکن نہیں کہ کوئی قوم دیگر اقوام عالم سے بے نیاز ہو کر پھولے پھلے اور ترقی پائے۔ جس طرح ہوا کے جھونکے اور ادنی پرندوں اور کیڑے مکوڑوں کے اثر سے وہ مقامات تک ہرے بھرے رہتے ہیں جہاں انسان کی دسترس نہیں اسی طرح انسانوں اور قوموں کے اثر بھی ایک دوسرے تک اڑ کر پہنچتے ہیں۔ جس طرح **یونان کا** اثر رمیہ اور دیگر اقوام **یورپ** پر پڑا جس طرح **عرب** نے **عجم** کو اور **عجم** نے **عرب** کو اپنا فیض پہنچایا' جس طرح اسلام نے **یورپ** میں تاریکی اور جہالت کو مٹا کر علم کی روشنی پہنچائی اسی طرح آج ہم بھی بہت سی باتوں میں مغرب کے محتاج ہیں۔ یہ قانون عالم ہے جو یوں ہی جاری رہا اور جاری رہیگا۔

"دئے سے دیا یوں ہی جلتا رہا ہے"

جب کسی قوم کی نوبت یہاں تک پہنچ جاتی ہے اور وہ آگے قدم بڑھانے کی سعی کرتی ہے تو ادبیات کے میدان میں پہلی منزل ترجمہ ہوتی ہے۔ اس لئے کہ جب قوم میں جدت اور اپج نہیں رہی تو ظاہر ہے کہ اس کی تصانیف معمولی' ادھوری' کم مایہ اور ادنی ہونگی۔ اُس وقت قوم کی بڑی خدمت یہی ہے کہ ترجمہ کے ذریعہ سے دنیا کی اعلی درجہ کی تصانیف اپنی زبان میں لائی جائیں۔ یہی ترجمے خیالات میں تغیر اور معلومات میں اضافہ کریں گے' جمود کو توڑیں گے اور قوم میں ایک نئی حرکت پیدا کریں گے اور پھر آخر یہی ترجمے تصنیف و تالیف

کے جدید اسلوب اور ڈھنگ سمجھائیں گے۔ ایسے وقت میں ترجمہ تصنیف سے زیاد قابل قدر، زیادہ مفید اور زیادہ فیض رساں ہوتا ہے۔

اسی اصول کی بنا پر جب عثمانیہ یونیورسٹی کی تجویز پیش ہوئی تو ہز اگزالٹڈ ہائینس رستم دوراں ارسطوئے زماں سپہ سالار آصف جاہ مظفر الممالک نظام الملک نظام الدولہ نواب میر عثمان علیخان بہادر فتح جنگ جی۔سی۔اس۔آئی۔جی۔سی۔بی۔ای۔والی حیدرآباد دکن خلّد اللہ ملکہٗ و سلطنتہٗ نے جن کی علمی قدر دانی اور علمی سرپرستی اس زمانہ میں احیائے علوم کے حق میں آب حیات کا کام کر رہی ہے، بہ تقاضائے مصلحت و دوربینی سب سے اول سررشتۂ تالیف و ترجمہ کے قیام کی منظوری عطا فرمائی، جو نہ صرف یونیورسٹی کے لئے نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کریگا بلکہ ملک میں نشر و اشاعتِ علوم و فنون کا کام بھی انجام دیگا۔ اگرچہ اس سے قبل بھی یہ کام ہندوستان کے مختلف مقامات میں تھوڑا تھوڑا انجام پایا مثلاً فورٹ ولیم کالج کلکتہ میں زیر نگرانی ڈاکٹر گِلکرسٹ، دہلی سوسائٹی میں، انجمن پنجاب میں زیر نگرانی ڈاکٹر لائٹنر و کرنل ہالرائڈ، علی گڑھ سائنٹفک انسٹیوٹ میں جس کی بنا سر سیّد احمد خاں مرحوم نے ڈالی۔ مگر یہ کوششیں سب وقتی اور عارضی تھیں۔ نہ اُنکے پاس کافی سرمایہ اور سامان تھا نہ اُنہیں یہ موقع حاصل تھا

اور نہ انہیں اعلیحضرت و اقدس جیسے علم پرور فرمانروا کی سر پرستی کا شرف حاصل تھا۔ یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو علوم و فنون سے مالا مال کرنے کے لئے باقاعدہ اور مستقل کوشش کی گئی ہے۔ اور یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو یہ رتبہ ملا ہے کہ وہ اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار پائی ہے۔ احیائے علوم کے لئے جو کام آگسٹس نے رومہ میں، خلافت عباسیہ میں ہارون الرشید و مامون الرشید نے ہسپانیہ میں عبدالرحمٰن ثالث نے، بکرماجیت و اکبر نے ہندوستان میں، الفرڈ نے انگلستان میں، پیٹر اعظم و کیتھرائن نے روس میں اور مُت شی ہٹو نے جاپان میں کیا، وہی فرمانروائے دولت آصفیہ نے اس ملک کے لئے کیا۔ اعلیحضرت واقدس کا یہ کارنامہ ہندوستان کی علمی تاریخ میں ہمیشہ فخر و مباہات کے ساتھ ذکر کیا جائیگا۔

منجملہ اُن اسباب کے جو قومی ترقی کا موجب ہوتے ہیں ایک بڑا سبب زبان کی تکمیل ہے۔ جس قدر جو قوم زیادہ ترقی یافتہ ہے اُسی قدر اُس کی زبان وسیع اور اس میں نازک خیالات اور علمی مطالب کے ادا کرنے کی زیادہ صلاحیت ہوتی ہے، اور جس قدر جس قوم کی زبان محدود ہوتی ہے اُسی قدر تہذیب و شایستگی بلکہ انسانیت میں اس کا درجہ کم ہوتا ہے۔ چنانچہ وحشی اقوام میں الفاظ کا ذخیرہ بہت ہی کم پایا گیا ہے۔ علمائے فلسفہ و علم اللسان نے یہ ثابت کیا ہے کہ زبان، خیال اور

خیال، زبان ہے اور ایک مدت کے بعد اس نتیجے پر پہنچے ہیں کہ انسانی دماغ کے صحیح تاریخی ارتقا کا علم، زبان کی تاریخ کے مطالعہ سے حاصل ہو سکتا ہے۔ الفاظ ہمیں سوچنے میں ویسی ہی مدد دیتے ہیں جیسی آنکھیں دیکھنے میں۔ اس لئے زبان کی ترقی درحقیقت عقل کی ترقی ہے۔

علم ادب اسی قدر وسیع ہے جس قدر حیاتِ انسانی۔ اور اس کا اثر زندگی کے ہر شعبہ پر پڑتا ہے۔ وہ نہ صرف انسان کی ذہنی، معاشرتی، سیاسی ترقی میں مدد دیتا، اور نظر میں وسعت دماغ میں روشنی، دلوں میں حرکت اور خیالات میں تغیر پیدا کرتا ہے بلکہ قوموں کے بنانے میں ایک قوی آلہ ہے۔ قومیت کے لئے ہم خیالی شرط ہے اور ہم خیالی کے لئے ہم زبانی لازم۔ گویا یک زبانی قومیت کا شیرازہ ہے جو اسے منتشر ہونے سے بچائے رکھتا ہے۔ ایک زمانہ تھا جب کہ مسلمان اقطاعِ عالم میں پھیلے ہوئے تھے لیکن اُن کے علم ادب اور زبان نے انہیں ہر جگہ ایک کر رکھا تھا۔ اس زمانے میں انگریز ایک دنیا پر چھائے ہوئے ہیں لیکن باوجود بُعدِ مسافت و اختلافِ حالات یک زبانی کی بدولت قومیت کے ایک سلسلے میں منسلک ہیں، زبان میں جادو کا سا اثر ہے اور صرف افراد ہی پر نہیں بلکہ اقوام پر بھی اُس کا وہی تسلّط ہے۔

یہی وجہ ہے کہ تعلیم کا صحیح اور فطرتی ذریعہ اپنی ہی زبان ہو سکتی ہے۔ اس امر کو اعلیٰحضرت واقدس نے

پہچانا اور جامعۂ عثمانیہ کی بنیاد ڈالی۔ جامعۂ عثمانیہ ہندوستان میں پہلی یونیورسٹی ہے جس میں ابتدا سے انتہا تک ذریعۂ تعلیم ایک دیسی زبان ہوگا۔ اور یہ زبان اردو ہوگی۔ ایک ایسے ملک میں جہاں "بھانت بھانت کی بولیاں" بولی جاتی ہیں، جہاں ہر صوبہ ایک نیا عالم ہے، صرف اردو ہی ایک عام اور مشترک زبان ہو سکتی ہے۔ یہ اہل ہند کے میل جول سے پیدا ہوئی اور اب بھی یہی اس فرض کو انجام دیگی۔ یہ اس کے خمیر اور وضع و ترکیب میں ہے۔ اس لئے یہی تعلیم اور تبادلہ خیالات کا واسطہ بن سکتی اور قومی زبان کا دعوے کر سکتی ہے۔

جب تعلیم کا ذریعہ اردو قرار دیا گیا تو یہ کھلا اعتراض تھا کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کتابوں کا ذخیرہ کہاں ہے اور ساتھ ہی یہ بھی کہا جاتا تھا کہ اردو میں یہ صلاحیت ہی نہیں کہ اس میں علوم و فنون کی اعلیٰ تعلیم ہو سکے۔ یہ صحیح ہے کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کافی ذخیرہ نہیں۔ اور اردو ہی پر کیا منحصر ہے، ہندوستان کی کسی زبان میں بھی نہیں۔ یہ طلب و رسد کا عام مسئلہ ہے۔ جب مانگ ہی نہ تھی تو رسد کہاں سے آتی۔ جب ضرورت ہی نہ تھی تو کتابیں کیونکر مہیا ہوتیں۔ ہماری اعلیٰ تعلیم غیر زبان میں ہوتی تھی، تو علوم و فنون کا ذخیرہ ہماری زبان میں کہاں سے آتا۔ ضرورت ایجاد کی ماں ہے۔ اب ضرورت محسوس ہوئی ہے تو کتابیں بھی

مہیا ہو جائیں گی۔ اسی کمی کو پورا کرنے اور اسی ضرورت کو رفع کرنے کے لئے سررشتۂ تالیف و ترجمہ قائم کیا گیا۔ یہ صحیح نہیں ہے کہ اردو زبان میں اس کی صلاحیت نہیں۔ اس کے لئے کسی دلیل و برہان کی ضرورت نہیں۔ سررشتۂ تالیف و ترجمہ کا وجود اس کا شافی جواب ہے۔ یہ سررشتہ یہی کام کر رہا ہے۔ کتابیں تالیف و ترجمہ ہو رہی ہیں اور چند روز میں عثمانیہ یونیورسٹی کالج کے طالب علموں کے ہاتھوں میں ہونگی اور رفتہ رفتہ عام شایقینِ علم تک پہنچ جائیں گی۔

لیکن اس میں سب سے کٹھن اور سنگلاخ مرحلہ وضع اصطلاحات کا تھا۔ اس میں بہت کچھ اختلاف اور بحث کی گنجائش ہے۔ اس بارے میں ایک مدت کے تجربہ اور کامل غور و فکر اور مشورہ کے بعد میری یہ رائے قرار پائی ہے کہ تنہا نہ تو ماہرِ علم صحیح طور سے اصطلاحات وضع کر سکتا ہے اور نہ ماہرِ لسان۔ ایک کو دوسرے کی ضرورت ہے۔ اور ایک کی کمی دوسرا پورا کرتا ہے۔ اس لئے اس اہم کام کو صحیح طور سے انجام دینے کے لئے یہ ضروری ہے کہ دونوں یک جا جمع کئے جائیں تاکہ وہ ایک دوسرے کے مشورہ اور مدد سے ایسی اصطلاحیں بنائیں جو نہ اہل علم کو ناگوار ہوں نہ اہل زبان کو۔ چنانچہ اسی اصول پر ہم نے وضع اصطلاحات کے لئے ایک ایسی مجلس بنائی جس میں دونوں جماعتوں کے اصحاب شریک ہیں۔ علاوہ اِن کے

ہم نے اُن اہلِ علم سے بھی مشورہ کیا جو اس کی خاص اہلیت رکھتے ہیں اور بُعدِ مسافت کی وجہ سے ہماری مجلس میں شریک نہیں ہو سکتے۔ اس میں شک نہیں کہ بعض الفاظ غیر مانوس معلوم ہوں گے اور اہلِ زبان انہیں دیکھ کر ناک بھوں چڑھائیں گے۔ لیکن اس سے گزیر نہیں۔ ہمیں بعض ایسے علوم سے واسطہ ہے جن کی ہوا تک ہماری زبان کو نہیں لگی۔ ایسی صورت میں سوائے اس کے چارہ نہیں کہ جب ہماری زبان کے موجودہ الفاظ خاص خاص مفہوم کے ادا کرنے سے قاصر ہوں تو ہم جدید الفاظ وضع کریں۔ لیکن اس کے یہ معنی نہیں ہیں کہ ہم نے محض ٹالنے کے لئے زبردستی الفاظ گھڑ کر رکھ دئے ہیں، بلکہ جس نہج پر اب تک الفاظ بنتے چلے آئے ہیں اور جن اصولِ ترکیب و اشتقاق پر اب تک ہماری زبان کاربند رہی ہے، اس کی پوری پابندی ہم نے کی ہے۔ ہم نے اُس وقت تک کسی لفظ کے بنانے کی جرأت نہیں کی جب تک اُسی قسم کی متعدّد مثالیں ہمارے پیشِ نظر نہ رہی ہوں۔ ہماری رائے میں جدید الفاظ کے وضع کرنے کی اس سے بہتر اور صحیح کوئی صورت نہیں۔ اب اگر کوئی لفظ غیرمانوس یا اجنبی معلوم ہو تو اس میں ہمارا قصور نہیں۔ جو زبان زیادہ تر شعر و شاعری اور قصص تک محدود ہو، وہاں ایسا ہونا کچھ تعجب کی بات نہیں۔ جس ملک سے ایجاد و اختراع کا مادّہ سلب ہو گیا ہو جہاں لوگ نئی چیزوں کے بنانے اور دیکھنے کے عادی نہ ہوں، وہاں جدید الفاظ کا

غیر مانوس اور اجنبی معلوم ہونا موجب حیرت نہیں۔ الفاظ کی حالت بھی انسانوں کی سی ہے۔ اجنبی شخص بھی رفتہ رفتہ مانوس ہو جاتے ہیں۔ اول اول الفاظ کا بھی یہی حال ہے۔ استعمال آہستہ آہستہ غیر مانوس کو مانوس کر دیتا ہے اور صحت و غیر صحت کا فیصلہ زمانہ کے ہاتھ میں ہوتا ہے۔ ہمارا فرض یہ ہے کہ لفظ تجویز کرتے وقت ہر پہلو پر کامل غور کرلیں، آئندہ چل کر اگر وہ استعمال اور زمانہ کی کسوٹی پر پورا اترا تو خود ٹکسالی ہو جائیگا اور اپنی جگہ آپ پیدا کرلیگا۔ علاوہ اس کے جو الفاظ پیش کئے گئے ہیں وہ الہامی نہیں کہ جن میں ردّ و بدل نہ ہو سکے‘ بلکہ **فرہنگِ اصطلاحاتِ عثمانیہ** جو زیر ترتیب ہے پہلے اس کا مسودہ اہل علم کی خدمت میں پیش کیا جائے گا اور جہاں تک ممکن ہوگا اس کی اصلاح میں کوئی دقیقہ فروگذاشت نہیں کیا جائے گا۔

لیکن ہماری مشکلات صرف **اصطلاحات علمیہ** تک ہی محدود نہیں ہیں۔ ہمیں ایک ایسی زبان سے ترجمہ کرنا پڑتا ہے جو ہمارے لئے بالکل اجنبی ہے‘ اس میں اور ہماری زبان میں کسی قسم کا کوئی رشتہ یا تعلق نہیں۔ اس کا طرز بیان‘ ادائے مطلب کے اسلوب، محاورات وغیرہ بالکل جدا ہیں۔ جو الفاظ اور جملے انگریزی زبان میں بالکل معمولی اور روز مرہ کے استعمال میں آتے ہیں‘ اُن کا ترجمہ جب ہم اپنی زبان میں کرنے بیٹھتے ہیں تو سخت دشواری پیش آتی ہے۔ ان تمام دشواریوں پر

غالب آنے کے لئے مترجم کو کیسا کچھ خونِ جگر کھانا نہیں پڑتا۔ ترجمہ کا کام، جیسا کہ عموماً خیال کیا جاتا ہے، کچھ آسان کام نہیں ہے۔ بہت خاک چھاننی پڑتی ہے تب کہیں گوہر مقصود ہاتھ آتا ہے۔

اس سررشتہ کا کام صرف یہی نہ ہوگا (اگرچہ یہ اس کا فرضِ اولین ہے) کہ وہ نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کرے، بلکہ اس کے علاوہ وہ ہر علم پر متعدّد اور کثرت سے کتابیں تالیف و ترجمہ کرائے گا، تاکہ لوگوں میں علم کا شوق بڑھے، ملک میں روشنی پھیلے، خیالات و قلوب پر اثر پیدا ہو، جہالت کا استیصال ہو۔ جہالت کے معنی اب لاعلمی ہی کے نہیں بلکہ اس میں افلاس، کم ہمتی، تنگ دلی، کوتہ نظری، بے غیرتی، بد اخلاقی سب کچھ آجاتا ہے۔ جہالت کا مقابلہ کرکے اسے پس پا کرنا سب سے بڑا کام ہے۔ انسانی دماغ کی ترقی علم کی ترقی ہے۔ انسانی ترقی کی تاریخ علم کی اشاعت و ترقی کی تاریخ ہے۔ ابتدائے آفرینش سے اس وقت تک انسان نے جو کچھ کیا ہے، اگر اس پر ایک وسیع نظر ڈالی جائے تو نتیجہ یہ نکلے گا کہ جوں جوں علم میں اضافہ ہوتا گیا، پچھلی غلطیوں کی صحت ہوتی گئی، تاریکی گھٹتی گئی، روشنی بڑھتی گئی، انسان میدانِ ترقی میں قدم آگے بڑھاتا گیا۔ اسی مقدس فرض کے ادا کرنے کے لئے یہ سررشتہ قائم کیا گیا ہے اور وہ اپنی بساط کے موافق اس کے انجام دینے میں کوتاہی نہ کرے گا۔

لیکن غلطی، تحقیق و جستجو کی گھات میں لگی رہتی ہے۔ ادب کا

کال ذوق سلیم ہر ایک کو نصیب نہیں ہوتا۔ بڑے بڑے نقاد اور مبصر فاش غلطیاں کر جاتے ہیں۔ لیکن اس سے ان کے کام پر حرف نہیں آتا۔ غلطی ترقی کے مانع نہیں ہے، بلکہ وہ صحت کی طرف رہنمائی کرتی ہے۔ پچھلوں کی بھول چوک آنے والے مسافر کو رستہ بھٹکنے سے بچا دیتی ہے۔ ایک جاپانی ماہر تعلیم (بیرن کی کوچی) نے اپنے ملک کا تعلیمی حال لکھتے ہوئے اس صحیح کیفیت کا ذکر کیا ہے جو ہونہار اور ترقی کرنے والے افراد اور اقوام پر گزرتی ہے۔

"ہم نے بہت سے تجربے کئے اور بہت سی ناکامیاں اور غلطیاں ہوئیں، لیکن ہم نے ان سے نئے سبق سیکھے اور فائدہ اٹھایا۔ رفتہ رفتہ ہمیں اپنے ملک کی تعلیمی ضروریات اور امکانات کا صحیح اور بہتر علم ہوتا گیا اور ایسے تعلیمی طریقے معلوم ہوتے گئے جو ہمارے اہل وطن کے لئے زیادہ موزوں تھے۔ ابھی بہت سے ایسے مسائل ہیں جو ہمیں حل کرنے ہیں، بہت سی ایسی اصلاحیں ہیں جو ہمیں عمل میں لانی ہیں، ہم نے اب تک کوشش کی اور ابھی کوشش کر رہے ہیں اور مختلف طریقوں کی برائیاں اور بھلائیاں دریافت کرنے کے درپے ہیں، تاکہ اپنے ملک کے فائدے کے لئے اچھی باتوں کو اختیار کریں اور رواج دیں اور برائیوں سے بچیں"۔

اس لئے جو حضرات ہمارے کام پر تنقیدی نظر ڈالیں انہیں وقت کی تنگی، کام کا ہجوم اور اس کی اہمیت اور ہماری مشکلات پیش نظر رکھنی چاہئیں۔ یہ پہلی سعی ہے اور پہلی سعی میں کچھ نہ کچھ خامیاں

ضرور رہ جاتی ہیں، لیکن آگے چل کر یہی خامیاں ہماری رہنما بنیں گی اور پختگی اور اصلاح تک پہنچائیں گی۔ یہ نقش اول ہے نقش ثانی اس سے بہتر ہوگا۔ ضرورت کا احساس علم کا شوق، حقیقت کی لگن، صحت کی ٹوہ، جد وجہد کی رسائی خود بخود ترقی کے مدارج طے کرلے گی۔

جاپانی بڑے فخر سے یہ کہتے ہیں کہ ہم نے تیس چالیس سال کے عرصے میں وہ کچھ کر دکھایا جس کے انجام دینے میں یورپ کو اتنی ہی صدیاں صرف کرنی پڑیں۔ کیا کوئی دن ایسا آئے گا کہ ہم بھی یہ کہنے کے قابل ہوں گے؟ ہم نے پہلی شرط پوری کر دی ہے یعنی بیجا قیود سے آزاد ہو کر اپنی زبان کو اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار دیا ہے۔ لوگ ابھی ہمارے کام کو تذبذب کی نگاہ سے دیکھ رہے ہیں اور ہماری زبان کی قابلیت کی طرف مشتبہ نظریں ڈال رہے ہیں۔ لیکن وہ دن آنے والا ہے کہ اس ذرّے کا بھی ستارہ چمکے گا، یہ زبان علم و حکمت سے مالا مال ہوگی اور اعلیحضرت واقدس کی نظر کیمیا اثر کی بدولت یہ دنیا کی مہذب و شایستہ زبانوں کی ہمسری کا دعوے کرے گی۔ اگرچہ اُس وقت ہماری سعی اور محنت حقیر معلوم ہوگی، مگر یہی شامِ غربت صبحِ وطن کی آمد کی خبر دے رہی ہے، یہی شب بیداریاں روزِ روشن کا جلوہ دکھائیں گی، اور یہی مشقت اُس قصر رفیع الشان کی بنیاد ہوگی جو آئندہ تعمیر ہونے والا ہے۔ اس وقت ہمارا کام صبر و استقلال سے میدان صاف کرنا،

داغ بیل ڈالنا اور نیو کھودتا ہے، اور فرہاد وار شیرینِ حکمت کی خاطر سنگلاخ پہاڑوں کو کھود کھود کر جوئے علم لانے کی سعی کرتا ہے۔ اور گو ہم نہ ہوں گے مگر ایک زمانہ آئیگا جب کہ اس میں علم و حکمت کے دریا بہیں گے اور ادبیات کی افتادہ زمین سرسبز و شاداب نظر آئے گی۔

آخر میں میں سررشتہ کے مترجمین کا شکریہ ادا کرتا ہوں جنہوں نے اپنے فرض کو بڑی مستعدی اور شوق سے انجام دیا۔ نیز میں ارکانِ مجلسِ وضعِ اصطلاحات کا شکر گزار ہوں کہ ان کے مفید مشورے اور تحقیق کی مدد سے یہ مشکل کام بخوبی انجام پا رہا ہے۔ لیکن خصوصیت کے ساتھ یہ سررشتہ جناب مسٹر محمدؐ اکبر حیدری بی۔ اے معتمد عدالت و تعلیمات و کوتوالی و امور عامّہ سرکار عالی کا ممنون ہے جنہیں ابتدا سے قیام و انتظام جامعۂ عثمانیہ میں خاص انہماک رہا ہے۔ اور اگر ان کی توجہ اور امداد ہمارے شریک حال نہ ہوتی تو یہ عظیم الشان کام صورت پذیر نہ ہوتا۔ میں سید راس مسعود صاحب بی۔ اے (آکسن) آئی۔ اِی۔ ایس۔ ناظمِ تعلیمات سرکار عالی کا بھی شکریہ ادا کرتا ہوں کہ ان کی توجہ اور عنایت ہمارے حال پر مبذول رہی اور ضرورت کے وقت ہمیشہ بلا تکلف خوشی کے ساتھ ہمیں مدد دی٭

عبد الحق

ناظمِ سررشتۂ تالیف و ترجمہ (عثمانیہ یونیورسٹی)

ارکانِ دارالترجمہ

مولوی عبدالحق صاحب بی۔ اے ۔۔۔۔۔۔۔۔ ناظم۔

قاضی محمد حسین صاحب۔ ایم۔ اے۔ رینگلر ۔۔۔۔۔ مترجم ریاضیات

چودھری برکت علی صاحب بی۔ ایس۔ سی ۔۔۔۔۔ مترجم سائینس

مولوی سید ہاشمی صاحب ۔۔۔۔۔۔۔۔۔ مترجم تاریخ۔

مولوی محمد الیاس صاحب برنی ایم۔ اے ۔۔۔۔ مترجم معاشیات

قاضی تلمذ حسین صاحب یم۔ اے ۔۔۔۔۔۔ مترجم سیاسیات

مولوی ظفر علی خاں صاحب بی۔ اے ۔۔۔۔۔ مترجم تاریخ۔

مولوی عبدالماجد صاحب بی۔ اے ۔۔۔۔۔۔ مترجم فلسفہ و منطق

مولوی عبدالحلیم صاحب شرر ۔۔۔۔۔۔۔۔ مولف تاریخ اسلام

مولوی سید علی رضا صاحب بی۔ اے ۔۔۔۔۔۔ مترجم قانون۔

مولوی عبداللہ العمادی صاحب ۔۔۔۔۔۔۔ مترجم کتب عربی

علاوہ ان مذکورۂ بالا مترجمین کے مولوی حاجی صفی الدین صاحب ترجمہ شدہ کتابوں کو مذہبی نقطۂ نظر سے دیکھنے کے لئے اور نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طباطبائی) ترجموں پر نظر ثانی کرنے کے لئے مقرر فرمائے گئے ہیں۔

اراکین مجلس وضع اصطلاحات

مولوی مرزا مہدی خاں صاحب کوکب وظیفہ یاب سرکار عالی (سابق ناظم مردم شماری)

مولوی حمیدالدین صاحب بی۔اے صدر دارالعلوم

نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طباطبائی)

مولوی وحیدالدین صاحب سلیم

مولوی عبدالحق بی۔اے ناظم سررشتۂ تالیف و ترجمہ

علاوہ ان مستقل ارکان کے، مترجمین سررشتۂ تالیف و ترجمہ نیز دوسرے اصحاب سے بلحاظ اُنکے فن کے مشورہ کیا گیا۔ مثلاً

خان فضل محمد خانصاحب ایم۔اے رنیگلر (پرنسپل سٹی ہائی اسکول حیدرآباد)

مولوی عبدالواسع صاحب (پروفیسر دارالعلوم حیدرآباد)

پروفیسر عبدالرحمٰن صاحب بی۔ایس۔سی (نظام کالج)

مرزا محمد ہادی صاحب۔بی۔اے (پروفیسر کرسچن کالج لکھنؤ)

مولوی سلیمان صاحب ندوی

سید راس مسعود صاحب بی۔اے (ناظم تعلیمات حیدرآباد) وغیرہ

فہرست مضامین

باب اوّل

تمہید

	صفحہ
فصل اول ۔ عام ہدایات	۱
مشاہدات اور حسابات کی کتابیں	۲
عینی تشخیص ۔	۴
اختلاف منظر	۵
اتفاقی اور ترتیبی خطائیں	۷
فصل دوم ۔ حسابی شمار	۹
اختصاری ضرب	۱۲
اختصاری تقسیم	۱۵
تقریبی ضابطے	۱۸
فصل سوم ۔ عملی ترسیمی	۲۱
فصل چہارم ۔ اکائیاں	۲۵

طول کے انگریزی اور تیری اِکائیوں کا باہمی تناسب ۲۷
سطح " ۲۹
کمیت مادہ " ۳۰

باب دوم

علم الحیل

فصل پنجم ۔ کسر پیما ۳۳
مشق (۱) کسر پیما کے ذریعہ سے طول ناپنا ۳۵
مشق (۲) سرل چاپ " " " ۳۶
مشق (۳) بارپیما کا کسر پیما ۴۰
فصل ششم ۔ کرویت پیما اور پیچدار پیمانہ ۴۱
مشق (۱) کرویت پیما کے پیچ کی گھائی دریافت کرنا ۴۲
مشق (۲) ایک پیتل کی تختی کی موٹائی ناپنا ۴۴
مشق (۲) الف ۔ بذریعہ کرویت پیما کسی کروی سطح کے انحنا کا نصف قطر ناپنا ۴۵
مشق (۳) خردہ پیما پیچ کا استعمال ۴۶
فصل ہفتم ۔ معیار اثر کا کلیہ ۴۹
فصل ہشتم ۔ رقاص ۵۴
مشق ۔ اسراع بجاذبہ ارض (ج) کی قیمت دریافت کرنا ۵۵

فصل نہم۔ آب پیما ۶۱
مشق (۱) کسی ٹھوس شئے کی کثافت اضافی دریافت کرنا ۶۱
مشق (۲) " مائع کی " " " " ۶۵
فصل دہم۔ میزان (۱) ۶۷
مشق۔ میزان کے بازوؤں کا تناسب اور کسی چیز کا صحیح وزن دریافت کرنا ۷۲
فصل یازدہم۔ میزان (۲) ۷۶
مشق (۱)۔ کسی ایسی ٹھوس چیز کی کثافت اضافی (ثقل نوعی) اور محض کثافت
دریافت کرنا جس پر پانی کا کوئی کیمیائی اثر نہ ہو۔ ۷۶
مشق (۲)۔ کسی مائع کی کثافت اضافی معلوم کرنا۔ ۸۰
مشق (۳)۔ ایسی ٹھوس شئے کی کثافت اضافی دریافت کرنا
جو پانی سے ہلکی ہو۔ ۸۱
فصل دوازدہم۔ بارپیما ۸۳
مشق۔ بارپیما کی بلندی صحت کیساتھ پڑھنا ۸۶
فصل سیزدہم۔ لچک ۹۳
مشق۔ ایک ربڑ کے بند کے متعلق ینگ کا معیار دریافت کرنا ۹۶
فصل چہاردہم۔ بائل کا کلیہ۔ ۱۰۲
مشق۔ کلیۂ بائل کو عملی تجربہ سے ثابت کرنا۔ ۱۰۴

تمہید منجانب مترجم

پروفیسر سر آرتھر شوستر و ڈاکٹر سی - ایچ - لینر نے اپنی کتاب انٹرمیڈیٹ کورس آف پراکٹیکل فزکس میں جو مشقیں فراہم کی ہیں، ابتداءً وکٹوریہ یونیورسٹی آف منچسٹر کے سائینس اور طبابت کی ابتدائی جماعتوں کے طلبہ کے استفادہ کی غرض سے لکھی گئی تھیں۔ اُس وقت زبان انگریزی میں طبیعیات عملی پر قابل اعتماد کتابیں کم تھیں۔ آلات مشقی بھی زیادہ حسّاس یا کثیر تعداد میں آسانی سے مہیّا نہیں ہو سکتے تھے۔ سائنیس کی ترقی کے ساتھ مشقی آلات کی درستی اور تکمیل میں بھی روزافزوں ترقی ہوئی ہے۔ جو آلے اس کتاب میں سمجھائے گئے ہیں اگرچہ بعض صورتوں میں اُن سے بہتر آلے اِس وقت بازار میں بآسانی مل سکتے ہیں لیکن مترجم نے اُنہیں کو برقرار رکھا۔ اِس لئے کہ طبیعیات عملی سکھانے سے صرف یہی مقصود نہیں ہے کہ طلبہ مختلف مشقوں کو جلد اور سہولت کے ساتھ انجام دیں۔ بلکہ جن اُصول کی تلقین اور فہمائش کے لئے یہ مشقیں تجویز ہوئی ہیں ان کو اچھی طرح طلبہ کے ذہن نشین کرایا جائے۔ طالب علم ہی کے بنائے ہوئے یا تجربہ خانہ میں

کم قیمت پر تیار کرائے ہوئے سامان سے کافی دلچسپی کیساتھ دیر تک مشق کرنا زیادہ بہتر ہے بہ نسبت پیچیدہ اور گراں قیمت اعلیٰ درجہ کے آلات سے تجربہ کرنے سے۔

اس میں کوئی شک نہیں کہ کسی منشور کا انعطاف نما دریافت کرنے کے لئے جو آلہ اس کتاب میں بیان ہوا ہے اُس کے عوض اگر بنا بنایا ' Spectrometer ' (طیف نما) استعمال کیا جائے۔ بجائے ڈانیل کے رطوبت پیما کے اگر ' Regnault (رینیو) کا رطوبت پیما ' یا اگر محض آسانی مد نظر ہو تو الومنیم کے کٹورے والا رطوبت پیما ' اور بجائے پانی کے کیمیائی برق پیما کے تانبے یا چاندی کا کیمیائی برق پیما استعمال ہو تو نتائج یقیناً بہتر نکل آئینگے۔ اسی طرح فصل ۲۱ الف میں جس آلہ کا ذکر ہوا ہے اُس سے بہت زیادہ حساس آلہ خریدا جا سکتا ہے۔ بائل کا کلیہ ثابت کرنے کیلئے فصل ۱۴ والے آلہ سے بہتر نئی وضع کے آلے مل سکتے ہیں۔ لیکن جو ہدایتیں کتاب میں درج ہیں ایسی عام اور اہم ہیں کہ ہر قسم کے آلہ پر حاوی ہوسکتی ہیں۔

مترجم نے اکثر جگہ جہاں جہاں ضروری سمجھا گیا اپنی طرف سے اشارے اور ہدایتیں اضافہ کی ہیں تاکہ مقامی امور کا لحاظ رہے۔ اس کے علاوہ بعض اصولی باتیں بالکل نئے طریقوں سے سمجھائی گئی ہیں۔ جہاں تک مترجم کو علم ہے یہ طریقے کسی دوسرے شخص کی تصنیف یا تالیف میں دیکھنے

میں نہیں آئے۔ ان کی ذمہ داری مترجم ہی پر عائد ہوسکتی ہے کتاب میں جہاں کہیں ایسا مضمون بڑھایا گیا ہے اس کو قوسین میں لکھ کر اختتام پر "*" اس طرح کا ایک نشان لگا دیا گیا ہے فقط

بسم اللہ الرحمٰن الرحیم

باب اول

تمہید

فصل اول

عام ہدایات

اِس کتاب میں جو عملی مشقیں سمجھائی گئی ہیں اُن سے یہ مقصود ہے کہ طالب علم کی قوتِ مشاہدہ کی تربیت ہو اور علم طبعیات کے وہ اہم کُلئے اُس کے ذہن نشین کرائے جائیں جو لکچروں یا نصاب تعلیم کی کتابوں میں شرح و بسط و انضباط کے ساتھ بیان کئے جاتے ہیں عملی مشق جو تجربہ خانہ میں کی جاتی ہے اِن دنوں عام طور پر سائنس کی تعلیم کا لازمی جزو تسلیم کی گئی ہے ۔ لیکن اِس مشق سے عمدہ تعلیمی مقاصد صرف اُسی وقت حاصل ہونگے جبکہ کار آموز توجہ اور مشقت کے ساتھ تجربوں سے صحیح نتائج برآمد کرنے کی کوشش کرے ۔

ہدایات کو اچھی طرح پڑھکر سمجھ لو

کسی تجربہ کو کامیاب طریقہ پر کرنے کے لئے سب سے پہلے ضرور ہے کہ اُس تجربہ کا

منشاء صاف طور پر پیش نظر رکھا جائے۔ پس طالب علم کو چاہئے کہ تجربہ کرنے سے پہلے اس کتاب میں جو ہدایات و تفہیمات ہر ایک تجربہ کے متعلق درج ہیں اُن کو توجہ سے پڑھ لے اور سمجھ لے۔ جب ٹھیک طور پر اُس کے ذہن نشین ہو جائے کہ کن کن چیزوں کی پیمائش کرنی ہے اور ان پیمائشوں پر کس طرح عمل پیرا ہونا چاہئیے، اُس وقت تجربہ شروع کرے۔

مشاہدات اور حسابات کی کتابیں

ہر ایک مشاہدہ کو ٹھیک اُسی طور پر جیسا کہ وہ عمل میں آیا ہے فوراً قلمبند کر لینا چاہئیے اور اس کے لئے ایک بیاض رکھنی چاہئے تاکہ مشاہدات مندرجہ کو جب کبھی دیکھا جائے، ہر ایک داخلہ کا مفہوم صاف معلوم ہو سکے۔ ایسی تمام بیاضوں کو حفاظت سے عمدہ اصول پر رکھنا نہایت ضروری ہے۔

حسابی شمار

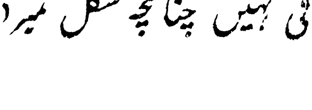
اگر حسابی عمل کو بھی مشاہدات کے ساتھ تفصیل وار درجِ بیاض کر لیا جائے تو طالبِ علم کا قیمتی وقت رائیگاں نہ جانے پائیگا کیونکہ حسب ضرورت حساب کی ہر ایک مقام پر تنقیح ہوسکیگی۔ اور حسابی عمل میں جو غلطیاں واقع ہوں وہ آسانی سے معلوم ہوسکینگی۔ قیمتوں کے اعداد خواہ وہ مشاہدات سے دریافت کئے گئے ہوں یا حسابی عمل سے نکالے گئے ہوں اعشاریہ کے ہندسوں میں بتلانے چاہئیں چاہے آخری ہندسہ صفر ہی کیوں نہ ہو تاکہ یہ معلوم ہو سکے کہ قیمتیں کس حد تک صحیح سمجھی جا سکتی ہیں مثلاً فرض کرو کہ کسی

طول کو سنتی میتروں میں قریب ترین ملی میتر کی حد تک ناپنا ہے اگر طول پورے اکتیس ملی میتر دریافت ہو تو لکھا جائیگا (۳۱ء) سنتی میتر۔ اور اگر پورے چالیس ملی میتر دریافت ہو تو (۴۰ء) سنتی میتر لکھا جانا چاہئیے نہ کہ صرف ۴ سنتی میتر۔ اعداد (۱۳ء۷) اور (۱۳۱ء۷۰۰) کا مفہوم جب کہ وہ کسی تجربہ کا نتیجہ بتلائیں جُداگانہ ہے مقدم الذکر سے مُراد یہ ہے کہ نتیجہ تین ملحوظ ہندسوں کی حد تک حاصل ہوا ہے اور چوتھے ہندسہ کی حد تک معلوم کرنے کی کوشش نہیں کی گئی ہے اور موخر الذکر سے مُراد یہ ہے کہ نتیجہ پانچ ہندسوں تک دریافت کیا گیا اور آخر کے دو ہندسے صفر پائے گئے۔

نتائج کی بیاض مشاہدات و حسابات کی بیاض کے علاوہ ہر طالب علم کو چاہئیے کہ ایسی بیاض بھی رکھے جس میں ہر ایک مشق کے متعلق آلات مستعملہ اور تجربہ کے نظریے اختصار کیساتھ واضح طور پر درج کر لئے جائیں اس میں جا بجا اشکال بھی کھینچے جائیں اور آخر میں تجربہ کا نتیجہ واضح طور پر بتلایا جائے۔ طلبہ کو اِس کام میں جو محنت کرنی پڑیگی اُن کو اُس کا کافی صلہ مِل جائیگا۔ وہ نہ صرف آسانی سے یہ یاد رکھ سکینگے کہ انھوں نے کیا کیا کام کئے بلکہ جب وہ اِس کام کو آیندہ چلکر دُہرائینگے تو انھیں کوئی دقّت محسوس نہ ہوگی۔ اگر ہر دُوسرا یا چوتھا صفحہ اِس بیاض کا مربع دار ہو تو شکل وغیرہ کے کھینچنے میں نہایت سہولت ہوگی۔

غلطیوں اور اہم خطاؤں سے بچو۔ مبتدی اچھا نتیجہ برآمد کرنے کی کوشش میں تجربہ کے بعض فروعات پر اکثر ضرورت سے زیادہ متوجہ ہو جاتے ہیں اور اہم اُمور کی طرف سے جو بظاہر آسان معلوم ہوتے ہیں غفلت کر جاتے ہیں مثلاً تپش پیما کے درجے پڑھنے میں اور اُس کے ایک حصہ کے دہائی حصوں کا اندازہ لگانے میں اکثر بے توجہی سے سالم درجوں میں غلطی کر جاتے ہیں یا کسی طول کے ناپنے میں ملی میٹر پر دھیان جمائے رہتے ہیں اور سنتی میٹروں کی عدد شماری میں غلطی ہو جاتی ہے اگر ذرا سی توجہ کریں تو ایسی غلطیوں سے بچ سکتے ہیں۔

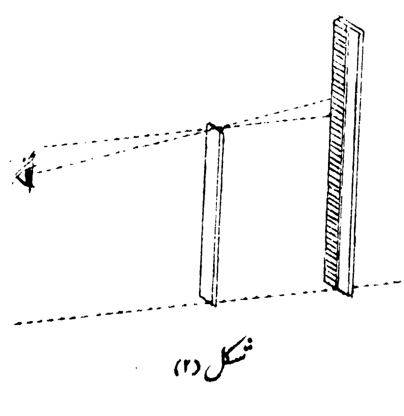
عینی تشخیص سے طول کی چھوٹی تقسیم یا تقسیم در تقسیم کرنا طول کے ناپنے میں اکثر اوقات اعشاریہ کا آخری ہندسہ عینی تشخیص سے معلوم کر لینا چاہئے۔ مثلاً اگر ناپنے میں ایسے پیمانے کا استعمال ہو جن پر ملی میٹر درج ہوں تو اُس سے فوراً معلوم ہو جائیگا کہ جو طول ناپا جا رہا ہے وہ کن دو ملی میٹروں کے درمیان واقع ہے۔ لیکن اکثر صورتوں میں صرف اتنا معلوم ہونا کافی نہیں چنانچہ شکل نمبر (۱) کے دیکھنے سے



شکل (۱)

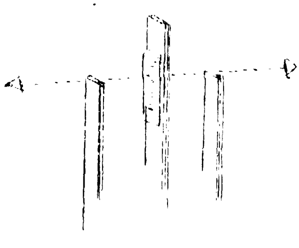
واضح ہے کہ اب اُس کے اوپر کھنچے ہوئے پیمانہ کے پانچ درجوں سے زیادہ اور چھ سے کم ہے معہذا ہر کسی کو اس کا علم بھی ہو جائیگا کہ طول کا سرا ب پیمانہ کے پانچویں نشان کے قریب تر ہے بہ نسبت چھٹے کے۔ مگر بعض اشخاص کو شبہ ہوگا کہ آیا اب پانچویں نشان سے پیمانہ کے درجوں کے چوتھائی حصہ سے زیادہ بڑھا ہوا ہے یا کم۔ تھوڑی سی مشق کے بعد یہ شبہ باقی نہیں رہتا اور طالب علم تقریباً یقین کے ساتھ ایک درجہ کے دسویں حصہ کی حد تک صحیح اندازہ کرسکینگے اور طول مصرحۂ بالا کی ناپ (۵٫۳) درجہ لکھ لینگے۔

اختلاف منظر اب ہم اُس سہو کا ذکر کرتے ہیں جس کے باعث طبعیات کی بہت سی پیمائشیں غلط ہو جاتی ہیں فرض کرو کہ ایک عمودی سلاخ کا طول ایک ایسے عمودی پیمانہ سے ناپنا ہے جس کا تماس سلاخ سے نہیں ہوسکتا ہے۔ شکل نمبر (۲) سے واضح ہے کہ جب تک ایسے مقام



شکل (۲)

سے نہ دیکھا جائے جہاں سے خطِ نگاہ افقی ہو ناپ میں ضرور خطا واقع ہوگی - اختلاف منظر سے مُراد وہ زاویہ ہے جو دو خطوطِ نگاہ کے درمیان جس طرح اوپر کی شکل میں نقطہ دار لکیروں کے ذریعہ بتلائے گئے ہیں' واقع ہو - چونکہ پیمایش کے درجے پڑھنے میں جو غلطی واقع ہوتی ہے وہ اسی زاویہ پر منحصر ہے لہذا اس خطا کو خطائے اختلاف منظر کہتے ہیں - اس سے بچنے کے لئے کوئی ایسا طریقہ اختیار کرنا چاہئے جس سے خط نگاہ متوازی الافق یعنے پیمانہ پر عمودی بنایا جاسکے شکل نمبر(۳) میں اُس مفید تدبیر کو سمجھایا گیا ہے جس کا



شکل (۳)

اس کتاب میں جا بجا استعمال ہوگا - پیمانہ شیشے کی ایک تختی کے سامنے کی سطح پر کندہ کیا جاتا ہے تختی کی پیچھے کی

سطح سیم اندود ہوتی ہے تاکہ آئینہ کا کام دے - بائیسویں فصل میں یہ ثابت کیا جائیگا کہ جو خط کسی شئے اور اُس کے خیال کو جو سطح آئینہ میں بنتا ہے، ملاتا ہے آئینہ پر بالالتزام عمودی واقع ہوتا ہے پس اگر آنکھ ایسے مقام پر ہو کہ سلاخ کا سرا اور سرے کا خیال ایک دُوسرے کو چھپا دے تو سمجھ لو کہ آنکھ صحیح مقام پر واقع ہے اگر پیمانہ اس چیز کے قریب لایا جا سکتا ہے جس کی ناپ مقصود ہو تو بعض اوقات اس میں زیادہ آسانی ہوتی ہے کہ آنکھ کو ایسے مقام پر لا رکھیں کہ اس کا خیال (یعنے آنکھ کی پُتلی کے مرکز کا خیال) اس چیز کے نقطۂ مقصود کو چھپا دے - اِس صورت میں بھی خط نگاہ پیمانہ پر عمودی واقع ہوگا -

اتفاقی اور ترتیبی خطا اگر کوئی تجربہ دُوہرایا جائے تو نتیجہ محصلہ ہمیشہ ایک ہی نہیں برآمد ہوتا اس لئے کہ بڑی غلطیوں سے بھی کامیابی کے ساتھ بچنے کے بعد چھوٹے اختلافات جن کو ہم اتفاقی خطائیں کہینگے ضرور واقع ہوتے ہیں - اس کی وجہ یہ ہے کہ ہمارے حواس اور تجربہ کرنے کے آلات میں کچھ نہ کچھ نقص ہوتا ہے یا کوئی مخل اثر آلات یا حالاتِ تجربہ میں غیر ارادی تغیر خواہ مخواہ پیدا کر دیتا ہے پس سارے مشاہدات کو دوہرا لینا چاہئے اُن تمام نتائج کا جو مختلف تجربوں میں حاصل ہوں حسابی اوسط ظناً زیادہ صحیح ہوگا بہ نسبت کسی ایک مفرد نتیجہ کے - مگر اِس باب میں کہ

مشاہدات کو کتنے مرتبہ دُوہرانا چاہئے کوئی عام قاعدہ نہیں بتایا جا سکتا ۔ بعض خطائیں ایسی بھی ہیں جو مشاہدات کے بار بار دُوہرانے سے بھی خارج نہیں ہوسکتی ہیں ان کو ترتیبی خطا کھینگے مثلاً اگر ایک سنتی میتر والا رول (وہ سیدھی لکڑی جس پر سنتی میتر کے نشان لگائے گئے ہوں) نادرست ہو جو کوئی بھی طول اُس کے ذریعہ سے ناپا جائے اُس میں ایک معیّن مقدار کی غلطی ضرور واقع ہوگی گو کتنے ہی بار ناپ کا اعادہ کیوں نہ کیا جائے ۔ پس اِس سے واضح ہے کہ ترتیبی خطاؤں کی حد سے (جس کو ہم نے مناسب غور کے بعد مشخص کیا ہو) بڑھکر اتفاقی خطاؤں کو گھٹانے کی کوشش کرنا بے سود ہے ۔

مشاہدات کا اعادہ

چونکہ اکثر ترتیبی اور اتفاقی خطاؤں کی نسبتی اہمیّت کا دریافت کرنا عملی مشق کے مشکل ترین مسئلوں میں سے ہے اس لئے ہر ایک مشق کے بیان میں جہاں کہیں مشاہدات کے دُوہرانے کی ضرورت داعی ہو ہدایات دیئے جائینگے ۔ لیکن طلبہ کو یہ سمجھ لینا چاہئے کہ اگر نتیجہ زیادہ صحت کے درجہ تک حاصل کرنا مقصود ہو تو بعض اوقات اس کی ضرورت ہوگی کہ مشاہدات کو ہدایات میں جتنی دفعہ دُوہرانے کے لئے کیا گیا ہے اُس سے زیادہ مرتبہ دُوہرانا ہوگا اور دُوسری صورتوں میں جبکہ نتیجہ کی زیادہ صحت کے ساتھ دریافت چنداں مقصود نہ ہوتو

بجائے اِس کے کہ ہدایات کے بموجب تجربہ کو کئی بار دوہرائیں صرف ایک بار عمل کر لینا ہی کافی ہوگا۔ اِس کتاب میں جو منشاء مدنظر رکھا گیا ہے وہ یہ ہے کہ جس حد تک آلاتِ مستعملہ اجازت دیں بغیر غیر معمولی مہارت یا محنت کے ذہنی صحت کے ساتھ نتیجہ برآمد ہو۔

اِن ہدایات کے وجوہ سمجھنے کی کوشش اور دوسری صورتوں میں اپنے استادوں کے مشوروں پر عمل کرنے سے طلبہ بتدریج کافی مہارت حاصل کر سکینگے یہاں تک کہ آگے چلکر کسی تجربہ کے عمل و ترتیب میں خود اپنے اختیار تمیزی سے کام لے سکینگے۔ اس اختیار تمیزی کی تربیت و تعلیم عملی طبعیات کے نصاب کے اہم مقاصد کے منجملہ ایک اہم مقصد ہے۔

فصل دوم

حسابی شمار

طبعیات کی عملی مشقوں میں جو حسابی شمار آتے ہیں اُن کا اکثر ایسے طریقوں سے اختصار ہو سکتا ہے جن کی اگر مشق کی جائے تو طلبہ کے لئے بہت سود مند ثابت ہوگی۔ ان میں سب سے زیادہ سود مند ضرب اختصاری ہے جو عددوں کا حاصلِ ضرب صرف ایک معینہ صحت کی حد تک

دریافت کرنے میں اختیار کیا جاتا ہے - مثلاً اگر ایک سنتی میتر کے پیمانے سے کسی دائرہ کا قطر ناپا گیا ہے اور اس کا طول ۲۱٫۱۴ سنتی میتر دریافت ہوا ہے ہم فرض کرینگے کہ یہ ناپ قریب ترین ملی میتر کی حد تک ہی صحیح ہے اُس پیمانے سے جب ناپ دُہرائی جاتی ہے تو طول کی مقداروں میں خفیف اختلافات پائے جاتے ہیں جس سے معلوم ہوتا ہے کہ ناپنے میں ۰٫۱ سنتی میتر کی خطا واقع ہوتی ہے یعنے جو طول ناپا جاتا ہے اس میں نصف فی صد کا سہو ہوتا ہے۔
اگر طالب علم کو اس قطر سے دائرہ کا محیط دریافت کرنا ہو تو اُس کو ۲۱٫۱۴ کو π یعنے ۳٫۱۴۱۵۹ سے ضرب دینا ہوگا لیکن π کی قیمت سے طالبِ علم اعشاریہ کے کتنے ہی ہندسے کیوں نہ لے محیط کا جو طول دریافت ہوگا اس میں نصف فی صد کی غلطی ضرور واقع ہوگی اس لئے کہ قطر کے ناپنے میں اتنی ہی خطا واقع ہوئی ہے - پس ظاہر ہے کہ اس حساب میں π کی قیمت تیسرے ملحوظ ہندسے ہی تک لی جانی چاہئے اور ۲۱٫۱۴ کو ۳٫۱۴ سے ضرب دیا جائے - ان دونوں عددوں کو آپس میں ضرب دینے سے ۶۱٫۷۱۹۶ حاصل آتا ہے - مگر چونکہ خود قطر کے طول میں اعشاریہ کے دُوسرے ہندسے کی صحت میں شبہ تھا محیط کے طول کے لئے جو عدد حاصل ہوا ہے اس کے اعشاریہ کا دُوسرا ہندسہ مشتبہ سمجھا جائیگا۔ عدد کے تیسرے اور چوتھے ہندسے نہ صرف مشتبہ بلکہ بے معنی

ہیں - کیونکہ ان کی صحیح نہ ہونے کا احتمال بہ نسبت صحیح ہونیکے نہایت زیادہ ہے - اس لئے اُن ہندسوں کو اگر عدد میں شریک رہنے دیا جائے تو نہ صرف نتیجہ زیادہ صحیح نہیں بتایا جاتا بلکہ دیکھنے والے کو اس سے دھوکا ہوتا ہے - پس اگر اس حاصل ضرب کے ہم صرف پہلے تین ہندسے بعد کے دو ہندسوں کو چھوڑ کر دریافت کریں تو ایک تو وقت بچ رہیگا اور دُوسرے نتیجہ کی صحت میں کچھ بھی کمی نہ ہونے پائیگی۔ اس طرح کا عمل ضرب اختصاری کی مدد سے ہو سکتا ہے جس کو ہم اب سمجھاتے ہیں :—

فرض کرد ۷۲۳۹ کو ۵۸۲۶ سے ضرب دینا ہے اور پہلے ہی سے یہ معلوم ہے کہ ان اعداد میں جو ممکن الوقوع سہو ہیں اُن کی وجہ سے حاصل ضرب کا چار ہندسوں سے زیادہ کی حد تک دریافت کرنا بے سود ہوگا - ضرب کا جو طریقہ عام طور پر مروج ہے اس سے حاصل یوں دریافت ہوتا ہے :—

```
      ۷۲۳۹
      ۵۸۲۶
    ------
     ۴۳۴۳۴
    ۱۴۴۷۸
   ۵۷۹۱۲
  ۳۶۱۹۵
 ---------
 ۴۲۱۷۴۴۱۴
```

اگر ہم مضروب فیہ کی بائیں جانب کے پہلے ہندسہ سے (جو اس سوال میں ۵ ہے) ضرب دینے شروع کریں تو بھی واضح ہے کہ عمل اتنا ہی آسان ہوگا۔ ساتھ ہی اس کے یہ عمل ہمیشہ بہتر بھی ہوگا۔ اس لئے کہ نتیجہ کا سب سے اہم حصہ پہلے ہی نکل آئیگا پورا عمل ذیل میں درج کیا جاتا ہے:—

```
        ۷۲۳۹
        ۵۸۲۶
   ____________
   ۳۶۱۹۵ |
    ۵۷۹۱ | ۲
     ۱۴۴ | ۷۸
      ۴۳ | ۴۳۴
   ______________
   ۴۲۱۷۴ | ۴۱۴
```

اگر نتیجہ صرف (۵) ہندسوں ہی کی حد تک مقصود ہو تو جتنے ہندسے حساب مندرجۂ بالا میں عمودی خط کی سیدھی جانب واقع ہیں بے سود ہونگے اور اُن کے لکھے جانے کی ضرورت نہیں پس ضرب اختصاری کا قاعدہ اس طرح بیان کیا جا سکتا ہے:—

مضروب فیہ کے بائیں ہندسے سے ضرب دینا شروع کرو اور حاصل ضرب پورا لکھ ڈالو بعد ازاں مضروب فیہ کا دُوسرا ہندسہ لو۔ مگر ضرب دینے میں مضروب کے داہنے ہندسہ کا کوئی لحاظ نہ کرو اور حاصل ضرب کا پہلا ہندسہ پہلی سطر کے داہنے ہندسہ کے ٹھیک نیچے لکھو۔ پھر مضروب فیہ

کے بائیں جانب سے تیسرا ہندسہ لو اور اس سے مضروب
کو داہنے جانب سے تیسرے ہندسہ سے شروع کرکے ضرب
دے ڈالو بعد کے ہندسوں کے ساتھ بھی اسی طرح کا عمل
کرو۔ یوں ضرب دینے میں اگر مبتدی مضروب کے اُن
ہندسوں پر جن کی رفتہ رفتہ ضرورت باقی نہیں رہتی ہے آڑے
خط کھینچتا جائے تو اُس کو بہت آسانی ہوگی۔ حساب کا
عمل سلسلہ وار اس طرح قلمبند ہوگا:—

۷۲۳۹	۷۲۳۹	۷۲۳۹	۷۲۳۹
۵۸۲۶	۵۸۲۶	۵۸۲۶	۵۸۲۶
۳۶۱۹۵	۳۶۱۹۵	۳۶۱۹۵	۳۶۱۹۵
۵۷۸۴	۵۷۸۴	۵۷۸۴	
۱۴۴	۱۴۴		
۴۲			
۴۲۱۶۵			

مضروب کے ہندسہ ۹ پر آڑا خط اس وقت کھینچا گیا ہے
جب کہ ۵ سے ضرب ہوچکی ہے تاکہ اس بات کا اظہار
ہو کہ ۸ سے ضرب دینے میں اس کو شمار میں نہ لانا چاہئے
اور جوں جوں حاصل ضرب یکے بعد دیگرے تیار ہوتے گئے
ہیں ویسے ہی مضروب کے ہندسے ایک کے بعد ایک
کاٹ دیے گئے ہیں۔ نتیجہ آخری میں سب سے آخر کے
ہندسہ میں چند اکائیوں کی غلطی واقع ہونے کا احتمال ہے
جیسا کہ مصرحۂ بالا جواب اور مکمل طور پر سوال حل کرنے سے
جو جواب ملتا ہے ان دونوں کا مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا

اِس لئے جب نتیجہ لکھا جاتا ہے تو آخری ہندسہ نظر انداز کردیا جاتا ہے لیکن اگر وہ ۵ یا اس سے زائد ہو تو اُس کے بعد کا جو ہندسہ بائیں جانب پر ہوگا اُس کی قیمت میں ایک کا اضافہ کردیا جاتا ہے۔

اختصاری طریقہ سے ضرب دو

۲۵۸۷ کو ۶۲۳۵ سے

۴۹۲۱ کو ۳۸۵۷ سے

۸۴۶۷ کو ۱۳۰۴ سے

۸۵۹۲۸ کو ۶۰۰۵ سے

اختصاری طریقہ پر ضرب دینے سے عدد کا جو آخری ہندسہ حاصل ہوتا ہے اُس کی مزید صحت کے لئے جتنے ہندسے لیکر ضرب دینا مقصود ہو ان سے ایک ہندسہ زیادہ لیکر ذہن میں ضرب دی جائے۔ یعنے مختلف ہندسوں سے جب یکے بعد دیگرے ضرب دی جاتی ہے تو اُس ہندسہ سے شروع کرنا چاہئے جو اس سے پیشتر کی ضرب میں کاٹ ڈالا گیا تھا اور بعد ازاں جو پہلا ہندسہ لکھا جائے اس میں جو عدد حاصل آتا ہے اُس کو شریک کر لیا جائے۔

مندرجۂ ذیل سوالوں میں ضرب کا عمل بتایا گیا ہے۔ بائیں جانب کے سوال میں اس اختصاری طریقہ سے عمل ہوا ہے جس کی پہلے صراحت ہوئی ہے سیدھی جانب

جو عمل ہوا ہے اُس میں بعد کے طریقہ کے موافق ضرب میں جو ہندسے حاصل آتے ہیں اُن کا لحاظ کیا گیا ہے :—

۵۶۸	۵۶۸
۴۶۴	۴۶۴
۲۲۷۲	۲۲۷۲
۳۳۶	۳۴۱
۲۰	۲۲
۲۶۲۸	۲۶۳۵

مکمل نتیجہ ضرب کا ۲۶۳۵۵۲ ہے پس واضح ہے کہ اِس دُوسرے طریقہ عمل سے جواب کی صحت میں ایک معتدبہ فائدہ حاصل ہوتا ہے۔ لیکن طلبہ کو چاہئے کہ پہلے آسان طریقہ عمل کی مشق کریں۔ اس میں مہارت پیدا ہونے کے بعد مزید صحت والے طریقہ کو استعمال کریں۔

اسی طرح عمل تقسیم کا بھی اختصار ہو سکتا ہے۔ اس کی صراحت مندرجۂ ذیل سوال سے ہوگی۔ طلبہ کو چاہئے کہ پہلے معمولی طریقہ سے اس سوال کو حل کرکے مکمل و مختصر طریقوں کا مقابلہ کریں :—

۷۹۲۵ کو ۲۶۹۳ پر تقسیم کرو جواب چار محفوظ ہندسوں کی حد تک صحیح ہو۔

اختصاری طریقہ :—　۲۶۹۳) ۷۹۲۵ (۲۹۴۲۹

۵۳۸۶

۲۵۳۹۰

۲۴۲۳۷

۱۱۵۳

۱۰۷۶

۷۷

۵۲

۲۵

چار ہندسوں کی حد تک نتیجہ ۲٫۹۴۳ ہوگا - کیونکہ نشانِ اعشاریہ کا مقام واضح ہے اس عمل کے معاینہ سے ظاہر ہے کہ خارجِ قسمت کے دو ہندسوں کے لئے تقسیم کا عمل معمولی طریقہ سے ہوا ہے - لیکن اِس کے بعد باقی کے عدد میں ایک صفر بڑھا کر سالم مقسوم علیہ کو خارجِ قسمت کے بعد کے ہندسہ سے ضرب دینے کے عوض میں مقسوم علیہ کا آخری ہندسہ متروک کردیا گیا ہے - عمل کے بعد کے سلسلوں میں مقسوم علیہ کے آخری دو ہندسے چھوڑ دیئے گئے اور پھر آخری تین مثلِ ضرب کے ہمیں زیادہ صحیح نتائج ملینگے اگر مقسوم علیہ کے متروک ہندسوں میں سے پہلے کو ضرب دینے سے جو عدد حاصل ہوتا ہے اُس کا بھی لحاظ کیا جائے - اس طرح پر سوال کے حل کا عمل حسب ذیل ہوگا :—

۲۶۹۳ (۷۹۲۵) ۲۹۴۲۸ جو پانچ ہندسوں تک صحیح ہے

۵۳۸۶

۲۵۳۹۰

۲۴۲۳۷

۱۱۵۳

۱۰۷۷

۷۶

۵۴

۲۲

نشان اعشاریہ کا مقام دریافت کرنے کا بہترین طریقہ یہ ہے کہ صرف ایک یا دو ہندسے کی حد تک

علیحدہ حساب کرلیا جائے۔

مثلاً اگر اعشاریہ کی شکل میں $\frac{۴۲٫۷۸ \times ٫۰۲۹۶}{٫۰۰۰۵۲۸ \times ۶۳۷۰}$ کی قیمت دریافت کرنا ہو تو قریبِ صحیح جواب اس طرح معلوم کرلیا جائے:—

$$\frac{۴۰ \times ٫۰۳}{٫۰۰۰۵ \times ۶۰۰۰} = \frac{۱٫۲}{۳} = ٫۴$$

پھر $\frac{۴۲۷۸ \times ۲۹۶}{۵۲۸ \times ۶۳۷}$ کی قیمت بلا لحاظ مقام نشانِ اعشاریہ نکالی جائے ضرب و تقسیم تین ہندسوں تک کرنے کے بعد ۳۷۶ جواب ملتا ہے۔ اور پہلے جو قریب صحیح قیمت دریافت ہوئی ہے اُس سے نشانِ اعشاریہ کا مقام معین ہو جاتا ہے پس آخری جواب ٫۳۷۶ لکھا جائیگا۔

حسابی عمل میں اگر بڑی اور چھوٹی مقداریں حل کرائیں تو عمل حساب اکثر مختصر اور آسان ہو سکتا ہے۔ مثلاً فرض کرو (۱+ح) اور (۱+ی) کا حاصل ضرب دریافت کرنا ہے ح اور ی بمقابلہ اکائی کے اس قدر چھوٹے ہیں کہ ان کا حاصل ضرب ناقابل لحاظ سمجھا جا سکتا ہے۔ مکمل نتیجہ ۱+ح+ی+حی ہوگا۔ آخری رقم کو نظر انداز کردیں تو لکھا جائیگا۔

$$(۱+ح)(۱+ی) = ۱+ح+ی \quad \text{(تقریباً)}$$

زیادہ عام طور پر اگر ح اور ی اتنے چھوٹے ہیں کہ

حی بمقابلہ اب کے ناقابل لحاظ ہے تو

$$(\text{ا}+\text{ح})(\text{ب}+\text{ی}) = \text{ا}\left(1+\frac{\text{ح}}{\text{ا}}\right)\text{ب}\left(1+\frac{\text{ی}}{\text{ب}}\right) = \text{اب}\left(1+\frac{\text{ح}}{\text{ا}}+\frac{\text{ی}}{\text{ب}}\right)$$ تقریباً

ذیل کی مساواتیں جو اکثر بکار آمد ہوتی ہیں جب کبھی $\frac{\text{ح}^2}{\text{ا}^2}$ ناقابل لحاظ مقدار ہو، صادق آتی ہیں۔

$$(\text{ا}+\text{ح})^2 = \text{ا}^2 + 2\text{اح} = \text{ا}^2\left(1+\frac{2\text{ح}}{\text{ا}}\right)$$

$$(\text{ا}-\text{ح})^2 = \text{ا}^2 - 2\text{اح} = \text{ا}^2\left(1-\frac{2\text{ح}}{\text{ا}}\right)$$

$$(\text{ا}+\text{ح})^3 = \text{ا}^3 + 3\text{ا}^2\text{ح} = \text{ا}^3\left(1+\frac{3\text{ح}}{\text{ا}}\right)$$

$$(\text{ا}-\text{ح})^3 = \text{ا}^3 - 3\text{ا}^2\text{ح} = \text{ا}^3\left(1-\frac{3\text{ح}}{\text{ا}}\right)$$

$$\frac{1}{\text{ا}+\text{ح}} = \frac{\text{ا}-\text{ح}}{\text{ا}^2} = \frac{1}{\text{ا}}\left(1-\frac{\text{ح}}{\text{ا}}\right)$$

$$\frac{1}{\text{ا}-\text{ح}} = \frac{\text{ا}+\text{ح}}{\text{ا}^2} = \frac{1}{\text{ا}}\left(1+\frac{\text{ح}}{\text{ا}}\right)$$

$$\sqrt{\text{ا}\pm\text{ح}} = \sqrt{\text{ا}} \pm \frac{\text{ح}}{2\sqrt{\text{ا}}} = \sqrt{\text{ا}}\left(1\pm\frac{\text{ح}}{2\text{ا}}\right)$$

یہ تمام نیچے کی مساوات میں شامل ہیں۔

$$(\text{ا}\pm\text{ح})^{\pm\text{ن}} = \text{ا}^{\pm\text{ن}}\left(1\pm\text{ن}\frac{\pm\text{ح}}{\text{ا}}\right)$$

بطور مثال کے ہم ایک ایسی صورت بیان کرتے ہیں جو بارپیما کے ذریعہ ہوا کا دباؤ صحت کے ساتھ دریافت کرنے میں بکارآمد ہوتی ہے۔ بارہویں فصل میں بیان کیا جائیگا کہ بارپیما کے نشان پڑھنے میں ایک معیّن تصحیح کی ضرورت ہوتی ہے جس کا انحصار بارپیما کے سیمابی ستون کی تپش پر ہے۔ اس تصحیح کی اھ ت سے تعبیر ہوتی ہے جہاں ا ایک عدد معلوم ہے ھ بارپیما کی مشاہدہ کی ہوئی بلندی ہے اور ت سے تپش مراد ہے۔ عام طور پر حیدرآباد میں بارپیما کی بلندی تقریباً (۷۲) سنتی میتر ہوتی ہے اور تپش (۲۵) درجہ سنتی گریڈ

(مٹی) سے بہت دُور نہیں ہوتی اِس لئے ہم لکھ سکتے ہیں کہ

ھ = ۷۲ + ک

ت = ۲۵ + ح

جہاں ک اور ح چھوٹے عدد ہیں اور اُن کا حاصل ضرب ک ح بمقابلہ ھ ت چھوٹا ہے اور چونکہ کامل تصحیح خود چھوٹی ہے عام طور پر کافی ہوگا اگر ک ح کو نظر انداز کردیا جائے۔ سابقہ مساواتوں کے استعمال سے ہم دیکھتے ہیں کہ

ھ ت = (۷۲ + ک) (۲۵ + ح) = (۷۲ × ۲۵) + ۲۵ک + ۷۲ح

(تقریباً) پس اگر ک اور ح کے عوض (ھ - ۷۲) اور (ت - ۲۵) فرداً فرداً لکھیں تو

ھت = ۱۸۰۰ + ۲۵(ھ - ۷۲) + ۷۲(ت - ۲۵)

اور اگر اِس مساوات کو ا کی قیمت سے جو ۰٫۰۰۱۶۳ ہے ضرب دیا جائے تو ہمیں حاصل ہوتا ہے:-

اھت = ۲٫۹۳ + ۰٫۰۴۱(ھ - ۷۲) + ۰٫۱۱۷۴(ت - ۲۵)

اگرچہ اِس مساوات کا بائیں طرف کا جملہ زیادہ پیچیدہ نظر آتا ہے (ھ - ۷۲) اور (ت - ۲۵) چھوٹے عدد ہونگے۔ اور مقصود حاصلِ ضرب بغیر کسی دقّت کے نکل آئینگے خصوصاً جب کہ اختصاری ضرب کا عمل کیا جائیگا۔

دو عدد ا اور ب کا حسابی اوسط $\frac{ا+ب}{۲}$ ہے اور ہندسی اوسط $\sqrt{اب}$ ہے۔ حسابی اوسط ہمیشہ ہندسی اوسط سے بڑا ہوتا ہے کیونکہ اگر ہندسی عدد کا دُہرا حسابی عدد کے

دوسرے میں سے تفریق کیا جائے تو باقی ماندہ برابر ہوتا ہے (۲ا - اب)^۲ کے جو ہمیشہ مثبت ہوتا ہے - اگر ا اور ب میں صرف خفیف فرق ہو تو بجائے ب کے ہم ا + ح لکھ سکتے ہیں اور مذکورۂ بالا مساواتوں سے ظاہر ہے کہ

√اب = √(ا^۲ + ا ح) = ا√(۱ + ح/ا) = ا(۱ + ½ ح/ا) = ½(ا+ب)

آخری مساوات یہ بتلاتی ہے کہ اگر دو عدد ا اور ب قیمت میں اس قدر برابر ہیں کہ اُن کے فرق یعنے (ا - ب) کا مربع بمقابلہ ا^۲ نظر انداز ہو سکتا ہے تو اُن کا ہندسی اوسط اُن کے حسابی اوسط کے مساوی سمجھا جا سکتا ہے -

سوال (۱) اگر ا = ۲، ب = ۳، ح = ۱، ی = ۱، تو (ا + ح)(ب + ی) کی قیمت تقریباً دریافت کرو اور بتاؤ کہ اس قیمت میں اور کامل صحیح قیمت میں کیا فرق ہوگا اگر حاصل ضرب ایک فی صد کی حد تک دریافت کرنا مقصود ہو تو کیا اس تقریبی طریقہ کا استعمال کافی ہوگا؟

سوال (۲) اعشاریہ کے دو ہندسوں کی حد تک جملہ ذیل کی قیمت دریافت کرو:-

[(۱۱۳٫۷۸)^۲ — (۱۱۳٫۶۳)^۲] / (۱۱۳٫۶۳)^۲

سوال (۳) تقریبی طریقہ سے ۱/√(۹۹۸،) کی قیمت معلوم کرو اور بتاؤ کہ جواب کس حد تک صحیح ہے -

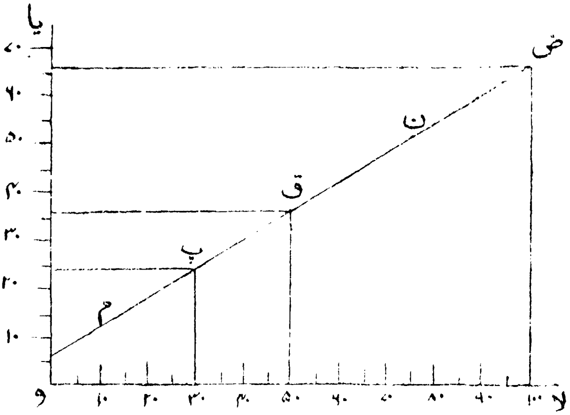
لوغارتم کے استعمال سے بہتیرے حسابی شماروں میں مدد ملتی ہے اگر عملی مشق کے ساتھ ساتھ اِس نصاب کے طلبہ لوغارتم کی مدد سے ضرب اور تقسیم کرنا سیکھیں تو انہیں یقیناً بہت فائدہ ہوگا - جداول میں اگر اعشاریہ کے چار ہندسوں تک لوغارتم درج ہوں تو بالکل کافی ہوگا -

فصل سوم

ترسیمی عمل

اکثر مسائل طبعیات میں بعوضِ عمل ریاضی عمل ترسیمی زیادہ مفید ہوتا ہے ہم طریقہ ترسیمی کے اصول اور استعمال کو ایک مثال دیکر سمجھاتے ہیں - فرض کرو دو تپش پیماؤں کے پیمانوں میں تجربہ کے ذریعہ سے تعلق دریافت کرکے ترسیمی طریق پر بتلانا ہے - ایک تپش پیما (ا) کی درجہ بندی سنتی گریڈ (مئی) پیمانے کے موافق صحت کے ساتھ ہوئی ہے اور دوسرے (ب) کی درجہ بندی کسی غیر معلوم پیمانے کے موافق - سب سے پہلے اِن دونوں تپش پیماؤں کو پانی میں ایک دوسرے کے متصل رکھ کر ڈبویا جائیگا جیسا کہ فصل سولھویں میں بیان ہوگا - پانی کی تپش میں وقتاً فوقتاً تبدیلی پیدا کرکے متعدد مشاہدات کئے جائینگے - اِس طرح سے

(ب) کے متعدد درجوں کی (۱) کے درجوں سے مطابقت ہوگی۔ اِن مشاہدات کو ایک منحنی کے ذریعہ ظاہر کرنا ہے۔ دو خط جو ایک دُوسرے پر عمودی واقع ہوں کھینچو دیکھو شکل ۴



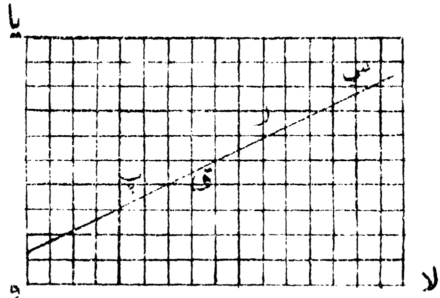
شکل (۴)

ولا اُفقی ہو اور ویا عمودی۔ ہر ایک اِن میں سے محور کہلائیگی ولا کی تقسیم سنتی گریڈ (مئی) درجوں میں تصور کرو اور ویا کی تقسیم دُوسرے پیمانے کے درجوں میں۔ پس اگر بالفرض (۱) ۳۰ درجہ بتاتا ہے جبکہ (ب) ۲۴ درجے ولا کے جس درجہ کو ۳۰ قرار دیا گیا ہے اِس سے ایک خط ویا کا متوازی کھینچو۔ ایسا ہی محور ویا کے نقطہ ۲۴ سے ایک خط ولا کا متوازی کھینچو۔ یہ دونوں ایک مقام (پ) پر

متقاطع ہونگے۔ اِس طرح (ا) تپش پیما کے ۵۰ درجہ کی مطابقت (ب) تپش پیما کے ۳۶ درجہ کے ساتھ ہوئی ہوگی اور جیسا نقطہ (پ) دریافت ہوا ٹھیک اِسی طرح نقطہ (ق) بھی دریافت ہوگا۔ ہر ایک مشاہدہ سے ایک نقطہ ملتا ہے اور جب مشاہدوں کی کافی تعداد ہو جاتی ہے تو اُن سب نقطوں کو ایک منحنی کے ذریعہ ملادیا جا سکتا ہے۔ اِس مثال میں اگر دونوں تپش پیماؤں کی درجہ بندی صحت کے ساتھ ہوئی ہے تو منحنی کی شکل خطِ مستقیم (م ن) ہوگی۔ اگر خط م ن محور دیا کو پیمانے کے نشاں ۶ پر قطع کرے تو اس سے ظاہر ہوگا کہ تپش پیما (ب) میں نقطہ انجماد اِس کے پیمانے کے چھٹے نشان پر واقع ہے۔ عمل ترسیمی سے (ب) تپش پیما پر نقطہ جوش کیا ہوگا معلوم کرنے (یا بالفاظ دیگر اُس نقطہ کو دریافت کرنے جو سنتی گریڈ (مئی) پیمانے کے ۱۰۰ درجہ کے مطابق ہے) ہمیں چاہئے کہ دیا کے اُس نقطہ سے جو سو درجہ بتاتا ہے ایک عمودی خط کھینچیں اگر یہ خط م ن کو نقطہ ض میں قطع کرتا ہے تو ض سے ایک اُفقی خط کھینچیں جو محور دیا سے متقاطع ہو تو معلوم ہوگا کہ نقطہ تقاطع (ب) کے پیمانہ پر ۶۶ درجہ ہے۔ پس تپش پیما (ب) کا نقطہ جوش ۶۶ درجہ ہے۔ اور اِس کی درجہ بندی اِس طرح ہوئی ہے کہ اِس کا نقطہ انجماد چھٹے نشان پر بتایا گیا ہے اور اِس کے پیمانہ کے

۶۰ درجہ سنتی گریڈ (مئی) پیمانہ کے ۱۰۰ درجوں کے مطابق ہیں ۔

عمل ترسیمی میں ایک اہم امر پر توجہ کرنا ضروری ہے ۔ افقی اور عمودی محوروں کو تقسیم کرنے سے پہلے اُن پیمانوں کو معیّن کرلینا چاہئے جن کے لحاظ سے اِن محوروں کی علیحدہ علیحدہ تقسیم ہوگی اِس لئے کہ ہر خاص صورت میں ایک خاص پیمانہ کا استعمال سب سے زیادہ مناسب ہوگا ۔ چنانچہ اکثر لازمی ہوتا ہے کہ اِن محوروں کے لئے بالکل جُداگانہ پیمانے اختیار کئے جائیں ۔ مثلاً ویا محور پر ایک تپش پیما کے سہو بتانا مقصود ہے جو کہیں بھی ۱٫۰ درجہ سے متجاوز نہیں اور ولا محور پر تپش کے تمام درجے درجہ انجماد سے لیکر درجہ جوش تک بتانا ہے ۔ ایسی صورت میں ولا کے طول میں ایک سنتی میٹر کو بجائے دس درجہ کے قرار دیا جا سکتا ہے اور ویا کے طول میں ایک سنتی میٹر کو صرف بجائے ۰٫۱ درجہ کے



شکل (۵)

طریق ترسیمی کبھی کبھی مشاہدات کے سہو درست کرنے میں بھی استعمال ہوسکتا ہے۔ مثلاً فرض کرو دو تپش پیماؤں کی مطابقت کرنے میں نقطے پ ق ر س (شکل ۵) دریافت ہوئے ہیں جو شکل سے واضح ہے ایک خط مستقیم پر ٹھیک طور پر واقع نہیں ہیں۔ تاہم ایک ایسا خط مستقیم کھینچا جا سکتا ہے جو اِن نقطوں سے اِتنا قریب ہو گزرے جتنا کہ ممکن ہو۔ اِس خط سے ظناً اِن تپش پیماؤں کے پیمانوں کا تعلق زیادہ صحت کے ساتھ ظاہر ہوگا بہ نسبت ایسی ایک منحنی کے جو اِن تمام نقطوں پر سے گزرے۔

جس کاغذ پر منحنی کھینچنا ہو اگر وہ پہلے ہی سے مربعدار ہو (یعنے اس کو مساوی مربعوں میں تقسیم کیا ہو جیسا کہ شکل ۵ میں بتایا گیا ہے) تو طلباء بہت محنت سے بچینگے۔

فصل چہارم

اکائیاں

اِس کتاب میں تمام پیمایشیں نظام میتری (نظام سہی) کے بموجب بتلائی جائینگی جس میں طول کی اِکائی (یعنی دو نقطوں کے درمیان کا فاصلہ ناپنے کی اکائی) میتر ہے جو ابتداءً اِس خیال سے تجویز کیا گیا تھا کہ اِس کا طول

زمین پر خط استوا سے لیکر قطب تک جو مسافت ہے اِس کا کروڑواں (۱/۱۰۰۰۰۰۰۰) حصہ ہوگا - بعد کی تحقیقات سے یہ خیال غلط ثابت ہوا چنانچہ زمانۂ حال کی عمدہ تریں پیمائش سے محیط زمین کے چوتھائی حصہ کا طول ۱۰۰۰۰۸۸۰ میتر ہے - عملاً میتر سے مُراد وہ فاصلہ ہے جو اِرِڈا کی بنائی ہوئی بلاٹینم (نقریہ) کی سلاخ کے دو مقررہ نشانوں کے درمیان واقع ہے جبکہ تپش صفر درجہ سنتی گریڈ (مئی) ہو - یہ سلاخ پیرس (یا سیور) میں بحفاظت تمام رکھی گئی ہے اور اِس کی مصدقہ کاپیاں عام طور پر مروج ہیں میتر سے حسب ذیل طول کے پیمانے بنائے گئے ہیں :-

دسی میتر	جو میتر کا	دسواں حصہ ہے
سنتی میتر	جو میتر کا	سواں حصہ ہے
مِلی میتر	جو میتر کا	ہزارواں حصہ ہے
دکا میتر	جو میتر کا	دہ چند ہے
ہکٹو میتر	جو میتر کا	صد چند ہے
کلو میتر	جو میتر کا	ہزار چند ہے

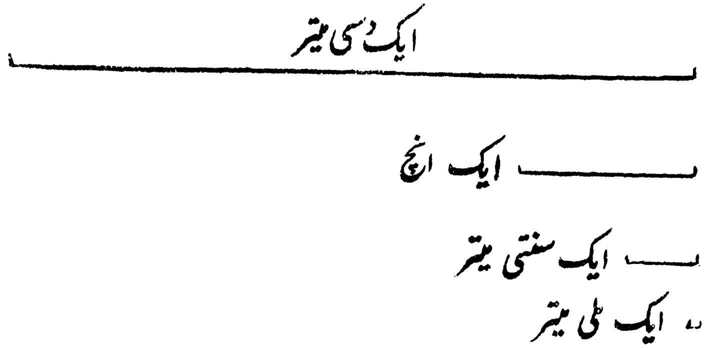
انگریزی اور فرانسیسی (یعنے میتری) طول کی اِکائیوں میں جو تناسب نیچے بتایا گیا ہے دس لاکھویں حصہ تک صحیح ہے :-

ایک میتر برابر ہے ۳٫۲۸۰۹۰ فٹ کے

اِس مناسبت کی مدد سے ہم اِکائیوں کے ایک نظام سے

دوسرے نظام کی طرف کسی بھی طول کو محول کر سکتے ہیں - مندرجہ ذیل تناسبات جو اِسی طریقہ پر حاصل کئے گئے ہیں اکثر مفید پائے جاتے ہیں لیکن اِن کی صحت صرف اعشاریہ مصرحہ کے آخری ہندسہ تک ہے :—

ایک میٹر	مساوی ہے	۳۹٫۳۷	انچ کے
ایک سنتی میٹر	مساوی ہے	۰٫۳۹۳۷	انچ کے
ایک انچ	مساوی ہے	۲٫۵۴۰۰	سنتی میٹر کے
ایک فٹ	مساوی ہے	۳۰٫۴۷۹	سنتی میٹر کے
ایک گز	مساوی ہے	۹۱٫۴۳۸	سنتی میٹر کے
ایک میل	مساوی ہے	۱٫۶۰۹	کلو میٹر کے
ایک کلو میٹر	مساوی ہے	٫۰۶۲۱	میل کے
۸ کلو میٹر	مساوی ہے	تقریباً ۵	میل کے



شکل ۶

طلبہ کو چاہئے کہ میتر، سنتی میتر اور ملی میتر کے طولوں سے بخوبی واقف ہو جائیں اگر پہلے صرف نگاہ سے کسی طول کو جانچ کر سنتی میتروں یا ملی میتروں میں اس کا اندازہ لگایا جائے اور بعد کو اندازہ کی صحت کا امتحان عملی پیمایش سے کر لیا جائے تو نہایت مفید ثابت ہوگا۔ اس غرض سے ایک کاغذ پر چند لکیریں یوں ہی کھینچ لی جانی چاہئیں جن کے طول چند ملی میتر سے لیکر دس سنتی میتر تک ہوں اور ہر ایک طول کی عینی تشخیص کی جاکر لکیر کے بازو اس کی مقدار لکھ لی جائے اور بعد ازاں ہر ایک لکیر سنتی میتر رول (یعنی سنتی میتر کے پیمانے) سے ناپ لی جائے اور اندازہ اور ناپ میں جو فرق واقع ہو دریافت کر لیا جائے۔ شکل نمبر(۶) میں ایک دسی میتر ایک انچ ایک سنتی میتر اور ایک ملی میتر کی ناپیں بتائی گئی ہیں۔

سطح اور حجم کی اکائیوں کی نسبتیں طول کی اکائیوں سے حاصل ہو سکتی ہیں جیسا کہ ذیل میں درج ہے:—

ایک مربع سنتی میتر	برابر ہے	ایک سو مربع ملی میتر کے
ایک مربع دسی میتر	برابر ہے	ایک سو مربع سنتی میتر کے
ایک مربع میتر	برابر ہے	ایک سو مربع دسی میتر کے
ایک مربع میتر	برابر ہے	دس ہزار مربع سنتی میتر کے
ایک مربع میتر	برابر ہے	دس لاکھ مربع ملی میتر کے
ایک مکعب سنتی میتر	برابر ہے	ایک ہزار مکعب ملی میتر کے
ایک مکعب دسی میتر	برابر ہے	ایک ہزار مکعب سنتی میتر کے
ایک مکعب میتر	برابر ہے	ایک ہزار مکعب دسی میتر کے
ایک مکعب میتر	برابر ہے	دس لاکھ مکعب سنتی میتر کے

ایک مکعب دسی میتر کو ایک لیتر کہتے ہیں -

نظام میتری (سہمی) و انگریزی کے پیمانوں میں تناسب نکالنے کے لئے اب تک ہم نے کافی مواد پیش کردیا ہے بریں ہمہ مندرجۂ ذیل نسبتیں بوقت ضرورت طالب علم کے استفادہ کی غرض سے درج کی گئی ہیں :—

ایک مربع سنتی میتر	مساوی ہے	۰٫۱۵۵۰	مربع انچ کے
ایک مربع انچ	مساوی ہے	۶٫۴۵۱	مربع سنتی میتر کے
ایک مربع گز	مساوی ہے	٫۸۳۶۱	مربع میتر کے
ایک مربع ایکر	مساوی ہے	۴۸۴۰	مربع گز کے
ایک مربع ایکر	مساوی ہے	۴۰۴۷	میتر کے
ایک مکعب سنتی میتر	مساوی ہے	٫۰۶۱۰	مکعب انچ کے
ایک لیتر	مساوی ہے	۶۱٫۰۳	مکعب انچ کے
ایک مکعب انچ	مساوی ہے	۱۶٫۳۹	سنتی میتر کے
ایک مکعب فٹ	مساوی ہے	۲۸٫۳۱۵	لیتر کے
ایک لیتر	مساوی ہے	۱٫۷۶	پائنٹ کے
ایک پائنٹ	مساوی ہے	۵۶۸٫۳۲	مکعب سنتی میتر کے
ایک کوارٹ	مساوی ہے	۱٫۱۳۶	لیتر کے
ایک گیالن	مساوی ہے	۴٫۵۴۶	لیتر کے

اپنی مشق کی بیاض میں اس بات کو نوٹ کرلو اور وجہ بتاؤ کہ کیوں مندرجۂ بالا نسبتوں میں لیتروں کی جو تعداد ایک گیالن کے مساوی بتائی گئی ہے اعشاریہ کے آخری ہندسہ کی حد تک

ٹھیک چہار چند نہیں ہے لیتروں کی اُس تعداد کے جو ایک کوارٹ کے مساوی ہونا بیان کی گئی ہے۔
نظام میتری (سہمی) میں کمیت مادہ کا مقررہ پیمانہ کلو گرام ہے وہ پلاٹینم (نقریہ) کا ایک معین ڈلا ہے جو پیرس (یا سیور) میں بحفاظت رکھا گیا ہے اور اُس کو بھی بورڈا ہی نے تجویز کیا تھا اس خیال سے کہ کمیت مادہ میں وہ پانی کے ایک مکعب دسی میتر کے برابر ہے جبکہ تپش چار درجہ سنتی گریڈ (مئی) ہو۔ جدید ترین تحقیقات سے ثابت ہوتا ہے کہ اگرچہ کلو گرام کی یہ تعریف کمیت مادہ کے لحاظ سے پوری طرح صحیح نہیں ہے تاہم اس میں اور پانی کے مکعب دسی میتر میں جو فرق واقع ہے وہ نہایت ہی خفیف ہے۔

ایک کلو گرام	برابر ہے	ایک ہزار گرام کے
ایک گرام	برابر ہے	دس دسی گرام کے
ایک دسی گرام	برابر ہے	دس سنتی گرام کے
ایک سنتی گرام	برابر ہے	دس ملی گرام کے

دکا گرام اور ہکٹو گرام دس گرام اور سو گرام کے لئے زیادہ مروج نام نہیں ہیں۔

ایک کلو گرام	برابر ہے	۲،۲۰۴۶	پونڈ کے
ایک گرام	برابر ہے	۱۵،۴	گرین کے
ایک پونڈ	برابر ہے	۴۵۳،۶	گرام کے
ایک اونس	برابر ہے	۲۸،۳۵	گرام کے
ایک گرین	برابر ہے	۶۴،۸	ملی گرام کے

مندرجۂ ذیل مخففات ہم بکثرت استعمال کرینگے :—

سنتی میتر	کے لئے	سم
ملی میتر	کے لئے	مم
مکعب سنتی میتر	کے لئے	م سم
گرام	کے لئے	گم
سنتی گرام	کے لئے	سگم
ملی گرام	کے لئے	مگم

جب بڑے بڑے طول ناپنا ہو تو عموماً کلومیتر میں ان کی صراحت ہوتی ہے اور چھوٹے طول کی سنتی میتر اور ملی میتر میں ۔ کیونکہ واضح ہے کہ تمثیلاً دو شہروں کے درمیان کا فاصلہ اور خُرد بین سے دکھائی دینے والی شے کا قد ایک ہی اِکائی کے ذریعے بتانا مناسب نہ ہوگا ۔ پس ہر ایک صورت میں جب کسی ناپ کا ذکر آتا ہے تو اس اِکائی کی بھی صراحت ہونی چاہئے جس سے وہ ناپ لی گئی ہے ۔ لیکن طول کی اِکائی کو علاوہ طول ناپنے کے اور مقداروں کے ناپنے میں بھی دخل ہے چنانچہ کسی خاص رفتار یا دباؤ یا طاقت کے بیان کرنے میں علٰحدہ علٰحدہ عدد استعمال کرنے ہونگے جبکہ اِنچ یا سنتی میتر یا میتر طول کی اکائی قرار دی جائیگی ایسی صورتوں میں الجھاؤ سے بچنے کے لئے ہمیشہ سنتی میتر ہی کو طول کی اِکائی قرار دیا جاتا ہے ۔ اسی طور پر گرام کمیت مادہ کی اِکائی اور سکنڈ (ثانیہ) وقت کی اِکائی مقرر ہے۔

جو اعداد ان اکائیوں سے متعلق ہوں ان کی نسبت کہا جائے گا کہ وہ نظام س گ ث میں بتائے گئے ہیں۔

باب دوم

علم الحیل

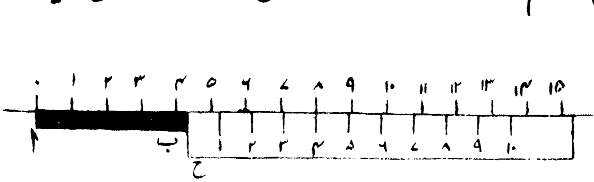
فصل پنجم

کسر پیما

حسب ذیل سامان درکار ہوگا:—

دو لکڑی کے نمونے کسر پیما کے ۔ سرل چاپ لکڑی کا کندا ۔ فلزی اسطوانہ ۔ بار پیما والا کسر پیما ۔ دائری کسر پیما ۔

کسی جسم الف ب (دیکھو شکل ۷) کا طول ایک درجہ دار



شکل (۷)

پیمانے سے ناپا جاتا ہے تو عموماً ایسا ہوتا ہے کہ الف برابر تو

پیمانے کے صفر کے محاذی رہتا ہے لیکن سرا ب کسی دو درجوں کے بیچ میں واقع ہوتا ہے۔ مثلاً شکل ٹ میں ہم دیکھتے ہیں کہ الف ب کی لنبان پیمانے کی چار اِکائیوں سے بڑی اور پانچ سے چھوٹی ہے اور اندازہ سے معلوم کرسکتے ہیں کہ تقریباً ۳،۴ اِکائی ہے۔ اگر درجہ کی تقسیم درتقسیم میں محض آنکھ کے اندازہ پر اعتماد نہ کرکے اِس سے زیادہ صحیح طریقہ مطلوب ہو تو ایک آلہ جس کا نام کسر پیما ہے استعمال ہوسکتا ہے۔ ح ک کسر پیما پیمانہ ہے اس کی درجہ بندی اِس طرح ہوئی ہے کہ اِس کے دس درجے طول میں اصلی پیمانے کے نو درجوں کے مساوی ہیں۔ ح ک کو جسم الف ب کے پہلو میں جس کا طول زیادہ صحت کے ساتھ مقصود ہے سرے ب کے متصل رکھ دو۔ اصل پیمانہ اور کسر پیما پیمانہ کے نشانوں پر ایک سرے سے اگر دوسرے سرے تک نظر ڈالی جائے تو معلوم ہوگا کہ علی العموم ان کے نشان ایک دوسرے سے منطبق نہیں ہیں لیکن کسر پیما کا چوتھا نشان اصل پیمانہ کے آٹھویں نشان سے منطبق ہے یعنے دونوں نشان ایک سیٹ میں واقع ہیں۔ اِس سے ہم فوراً یہ نتیجہ نکالینگے کہ الف ب کا طول اصل پیمانہ کے ۴،۴ درجوں کے برابر ہے۔ اِس لئے کہ کسر پیما کے دس درجے اصل پیمانہ کے نو کے برابر ہیں تو کسر پیما کا ایک درجہ اصل پیمانہ کے ۹، درجہ کے برابر ہوا۔ یا کسر پیما کا ایک درجہ اصل پیمانہ کے ایک درجہ سے

بمقدار ۱ء اصل پیمانہ کے چھوٹا ہے ۔
چونکہ کسر پیما کا چوتھا نشان اصل پیمانہ کے آٹھویں نشان سے منطبق ہے کسر پیما کے تیسرے اور اصل پیمانہ کے ساتویں نشان میں اصل پیمانہ کے ایک درجہ کا ۱ء فاصلہ واقع ہے اور کسر پیما کے نشان ۲ اور اصل کے نشان ۶ میں ۲ء درجہ اصل پیمانہ کا فاصلہ ۔ اِسی طرح کسر پیما کے نشان ۱ اور اصل کے نشان ۵ میں ۳ء درجہ اصل پیمانہ کا فاصلہ ۔ بالآخر کسر پیما کے نشان صفر یعنے جسم الف ب کے سرے ب اور اصل پیمانہ کے نشان ۴ کے بیچ میں ۴ء درجہ اصل پیمانہ کا فاصلہ واقع ہے اور یہی دریافت کرنا مقصود تھا ۔ پس اِس سے واضح ہے کہ الف ب کا طول اصل پیمانہ کے ۴ء۴ درجہ کے برابر ہے ۔ اسی طرح غور کرنے سے طالب علم کو معلوم ہو جائیگا کہ اگر کسر پیما کا آٹھوان نشان بجائے چوتھے کے اصل پیمانہ کے کسی ایک نشان سے منطبق ہوتا تو جسم کا طول ۸ء۴ ہوتا ۔ پس بالعموم اصل پیمانہ پر سالم اکائی پڑھ لینے کے بعد اعشاریہ کا ہندسہ (یا بعض اوقات ایک سے زائد اعشاریہ کے ہندسے) کسر پیما کے اُس نشان کو پڑھ لینے سے دریافت ہوتا ہے جو اصل پیمانہ کے کسی ایک درجہ سے منطبق ہوتا ہے ۔

مشق اول | کسر پیما (الف) کے جو تمھیں دیا گیا ہے ۔ دس درجے اصل پیمانہ کے نو درجوں کے مساوی ہیں ۔ تمھیں چاہئے اپنی مشقی بیاض میں عام طور پر طول ناپنے

کا طریقہ صراحت سے لکھیں اور اُس سے دئے ہوئے لکڑی کے کندوں کا طول، عرض و عُمق ناپ لیں۔ ناپ لینے سے پہلے اگر محض عینی تشخیص سے اصل پیمانہ کے ایک درجہ کی قیاساً دس درجوں میں تقسیم در تقسیم کرکے طول، عرض وغیرہ کا بہ صحت ممکنہ اندازہ کرلیا جائے تو بہت مناسب ہوگا۔

تجربہ اِس طرح قلمبند کرو

۱۰ درجہ کسر پیما = ۹ درجہ اصل پیمانہ کے

پس ۱ درجہ اصل پیمانہ کا ۱ درجہ کسر پیما پیمانہ سے بڑا ہے بمقدار ۱ درجہ اصل پیمانہ کے

کندہ نشان ( ) کے طول کی ناپ

طول کا اندازہ محض عینی تشخیص سے ....۳، ۴

اصل پیمانہ پر جو سالم نشان پڑھا گیا ہے........۴ درجہ اصل پیمانہ

کسر پیما کے چوتھے درجہ سے انطباق۔ پس زائد طول ۴، درجہ اصل پیمانہ

اور جملہ طول ۴۴، ۴ درجہ اصل پیمانہ

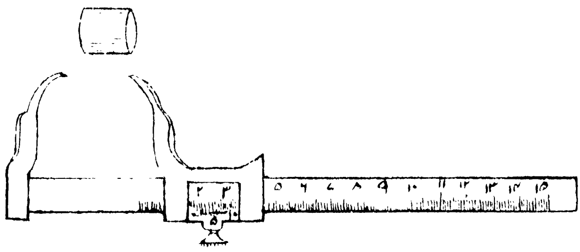
اسی طرح طول اور عُمق بھی ناپ لیا جانا چاہئے۔

مشق ۲

سرل چاپ

جو سرل چاپ تمھیں دیا جاتا ہے اس کے سنتی میٹر پیمانہ کے

کسر پیما کو غور سے دیکھو اور اس کے ذریعہ ایک پیتل کے اسطوانہ کا طول ناپو (ملاحظہ ہو شکل ۸) سب سے پہلے چاہئے کہ پیمانہ کا



شکل (۸)

نشان جبکہ آلہ کے جبڑے ٹھیک ایک دوسرے سے ملے ہوئے ہوتے ہیں پڑھ لیا جائے۔ بعد ازان اسطوانہ بیچ میں رکھ کر اُس کے سروں کو جبڑوں سے ٹھیک ملا دینا چاہئے اور دوبارہ پیمانہ کا نشان پڑھ لینا چاہئے۔ اِن دونوں نشانوں میں جو تفاوت ہو وہ اسطوانہ کا طول ہوگا۔ پھر ہر دو عمل دوہرا لو اور تجربہ اس طرح قلمبند کرو:—

پیمانہ کا نشان جبکہ اسطوانہ اسکے جبڑوں کے درمیان واقع تھا ۲٫۲۱، ۲٫۲۲ اوسط = ۲٫۲۱۵ سنتیمتر

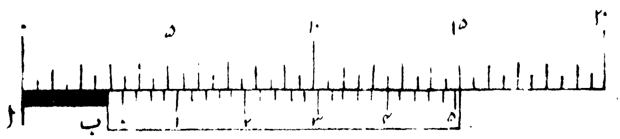
پیمانہ کا نشان جبکہ جبڑے ایک دوسرے سے ملے ہوئے تھے ۱٫۰۲، ۱٫۰۳ اوسط = ۱٫۰۲۵ سنتیمتر

پس اسطوانہ نشان ( ) کا طول = ۲٫۱۹ سنتیمتر

نوٹ۔ مصرحہ بالا مشق میں جو مثال بتائی گئی ہے اس سے ظاہر ہے کہ جو سرل چاپ استعمال ہوا ہے اس میں خطا، صفر

واقع ہے۔ اگر سرل چاپ نیا اور کافی احتیاط سے بنا ہو تو اُسمیں یہ خطا، نہ پائی جائیگی۔

تمام کسر پیماؤں کا اُصول ایک ہی ہے مگر بعضوں میں ایک درجہ کی قیمت معلوم کرنے کے لئے کسی قدر غور کی ضرورت ہوتی ہے۔ شکل (۸ٹ) والے سریع الفہم کسر پیما کی طرح محض نظر ڈالتے ہی معلوم نہیں ہو جاتی۔ مثلاً شکل ۹ والے کسر پیما کو دیکھو۔ اِس میں اصل پیمانے کے آدھے درجے بھی بتائے



شکل (۹)

گئے ہیں اور ہر پانچویں درجہ پر عدد کی صراحت ہوئی ہے۔ ا ب کا طول جیسا کہ ظاہر ہے پیمانے کے ۵ء۲ درجوں سے زائد اور ۳ سے کم ہے ۵ء۲ سے آگے جو طول واقع ہے اس کا شمار کسر پیما سے ہو جاتا ہے۔ دیکھو کسر پیما کے ۲۵ درجے اصل پیمانے کے ۲۴ نصف درجوں کے مساوی ہیں۔ پس کسر پیما کا ہر ایک درجہ طول میں اصل پیمانے کے سالم درجہ کا $\frac{۲۴}{۲۵} \times \frac{۱}{۲}$ حصہ یعنی ۴۸ء ہے۔ یعنی اصل پیمانے کے ایک درجہ سے بمقدار ۰۲ء درجہ اصل پیمانہ چھوٹا ہے۔

انطباق کسر پیما کے سترہویں نشان پر ہوا ہے ۔ پس جیسا کہ شکل ۸ میں سمجھایا گیا تھا کسر پیما کے صفر نشان اور اصل پیمانے کے ۲،۵ درجہ کے مابین ۱۷ × ۰۲، درجۂ اصل پیمانہ کا فصل واقع ہے اس لئے ۱ ب کا طول بمقدار ۲،۵ + ۳۴، یعنے ۲،۸۴ درجہ اصل پیمانہ ہے ۔ کسر پیما کے ہر پانچویں نشان کے محاذی جو اعداد درج ہیں اب اُن کا منشاء صاف طور پر معلوم ہوگیا ہوگا ۔ جس نشان پر عدد ۳ درج ہے اگر ٹھیک اُس پر انطباق ہوتا تو ۱ ب کا طول دریافت کرنے کے لئے اصل پیمانہ کے ۲،۵ درجوں میں ۳، کا اضافہ کیا جاتا اور چونکہ کسر پیما کے طول کی اکائی ۵ حصوں میں تقسیم ہوی ہے اس لئے انطباق کی صورت میں اس کا ہر ایک حصّہ طول ۰۲، درجۂ اصل پیمانہ کی دلالت کرتا ہے ۔ چونکہ مثال بالا میں مقام ۳ سے دو نشان آگے بڑھ کر انطباق واقع ہوتا ہے اس لئے چاہئے کہ اصل پیمانہ پر جو طول پڑھا گیا ہے اس کی قیمت میں ۳، + ۰۴، بڑھا دیا جائے ۔ اس نوع کے کسر پیما کے پڑھ لینے کے بعد مشاہدہ یوں قلمبند کرنا چاہئے ۔

عینی مشاہدہ سے طول کا اندازہ	۲،۹ پیمانے کی اکائیاں
اصل پیمانہ پر جو طول پڑھا گیا	۲،۵ 〃
کسر پیما پر جو نقطۂ انطباق پڑھا گیا	،۳۴ 〃
طول ۱ ب	۲،۸۴ 〃

تنبیہ ۔جب کسی کسر پیما کے ذریعہ کسی طول کا شمار ہوتا ہے تو سب سے پہلے چاہیئے کہ اصل پیمانہ اور کسر پیما کے ایک درجہ کی قیمت کا تیقن کر لیا جائے۔

مشق ۳

تجربہ خانہ میں جو بار پیما معلق ہے اس کے ایک جانب کے پیمانہ کی درجہ بندی انچوں میں ہوی ہے اور دوسرے جانب کے پیمانہ کی ملی میتروں میں ۔انچ والے پیمانے کے کسر پیما کی تقسیم مثل شکل (۹) ہوی ہے صرف اکائی جُداگانہ ہے ۔کسر پیما (ب) جو تمہیں دیا جاتا ہے بار پیما کے کسر پیما کا نمونہ ہے ۔
قبل ازیں جو لکڑی کا کُندا ناپا گیا تھا اس کے ابعاد ثلاثہ اسکے ذریعہ دریافت کرو اور طریقہ استدلال و نتائج جیسا کہ کسر پیما (الف) کے وقت قلمبند کئے گئے تھے درج بیاض کرو۔
بار پیما کے ملی میتر اور انچ والے پیمانوں کے کسر پیماؤں کو بغور ملاحظہ کرو اور سمجھاو مقدم الذکر کے پڑھنے کا کیا طریقہ ہے۔
دائری کسر پیما بھی اِسی طرح زاویوں کی پیمائش میں استعمال ہوتا ہے مثلاً ایک دائری پیمانہ پر جس کی تقسیم صرف ڈگریوں (درجوں) میں ہوی ہے قوس کے منٹ دریافت کرنے میں
جو نمونہ تمہیں دیا جاتا ہے اُس کو دیکھکر اُس کے پڑھنے کا طریقہ سمجھاؤ اور اُس کے متحرک حصہ کو ساکن پر رکھ کر زاویہ پڑھو ۔

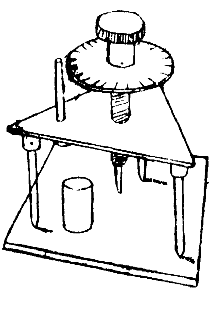
فصل ششم

کرویت پیما اور پیچدار پیمانہ

ضروری سامان ایک کرویت پیما۔ اُس کی شیشے کی مسطح تختی۔ ایک پیتل کا اسطوانہ۔ ایک پیتل کی تختی پہلوان سرل چاپ۔ ایک پیمانہ جس پر سنتی میتر اور ملی میتر کے نشان ہوں۔ ایک بڑا عدسہ اور ایک پیچدار پیمانہ۔

چھوٹی مقدار کی چیزوں کو صحت کے ساتھ ناپنے کے لئے ایسے آلات استعمال کئے جاتے ہیں جن کا عمل پیچ کی حرکت کے تابع ہوتا ہے۔ مثلاً پیچدار پیمانہ یا کرویت پیما۔

جو کرویت پیما تمہیں دیا جاتا ہے اس کی بناوٹ کو غور سے دیکھ کر سمجھ لو۔(شکل ۱۰) دیکھو کہ پیچ جب ایک چکر پورا پھرتا ہے تو اپنی گھائی کے برابر فاصلہ اوپر اٹھتا ہے۔ یعنی پیچ کی دو متصّل دھاریوں کے درمیان



شکل (۱۰)

جو فاصلہ متوازی محور واقع ہوتا ہے اُس کے برابر اُوپر کو چڑھتا ہے۔ یہ بھی دیکھ لو کہ آلہ کے سرے کا محیط ایک سو مساوی حصوں میں تقسیم ہوا ہے جس کی وجہ سے چکّر کے اعشاری حصّے صاف پڑھ لئے جا سکتے ہیں۔

مشق اول

کرویت پیما کے پیچ کی گھائی دریافت کرنا

اسطوانہ کا طول پہلے ملی میتر پیمانہ سے ناپ کر اعشاری حصّے اندازہ سے معلوم کرو بعد ازان سرل چاپ سے اِس تخمینی ناپ کی صحت کر لو۔ پھر اسطوانہ کے طول اور پیچ کی گھائی میں تناسب دریافت کرنے کے لئے کرویت پیما کو اُس کی شیشہ کی تختی پر کھڑا کر دو اور پیچ کو گھماؤ یہانتک کہ اس کی نوک تختی کو ٹھیک مس کر لے۔ یہ بہت آسان ہے اِس لئے کہ اگر پیچ ضرورت سے کسی قدر زیادہ پھیرا جاتا ہے تو آلہ کے کسی بھی ساق کو ذرا سا کھٹکھٹانے سے وہ ڈگمگانے لگتا ہے۔ پس اگر پیچ کی نوک ضرورت سے زیادہ نیچے اتاری گئی ہو تو اُس کو بتدریج اوپر چڑھا دے سکتے ہیں یہاں تک کہ ڈگمگانا موقوف ہو جائے پیچ کی نوک یوں ٹھیک کر لینے کے بعد تختی کا وہ نشان پڑھو جو عمودی سلاخ کے بالکل محاذی

واقع ہو۔ پھر پیچ کو نئے سرے پھیر کر اس تجربہ کو کئی بار دوہرا لو اور ہر بار تختی کا نشان پڑھ کر یاد رکھو اس کے بعد پیچ کو اس طرح پھیرو کہ اس کی نوک اوپر کی طرف اٹھتی جائے۔ جتنے دفعہ آلہ کے سرے کے صفر کا نشان عمودی سلاخ کے بازو سے گزرتا جائے گن لو یہاں تک کہ بیتل کا اسطوانہ جو تمھیں ناپنے کے لئے دیا گیا ہے پیچ کی نوک کے نیچے آسکے۔ پھر پیچ کو مخالف سمت میں گھماؤ یہانتک کہ اُس کی نوک اسطوانہ کے سرے کو مَس کرلے اِس عمل کو کئی بار دوہراؤ اور تختی کا نشان سلاخ کے محاذی پڑھ لو۔

تنبیہ — پیچ کے پورے چکر سُرعت کے ساتھ گننے کیلئے کرویت پیما کی مدّور تختی کے صفر پر ایک سفید نشان کرلینا چاہئیے۔ پیچ گھومتے وقت وہ صاف دکھائی دیگا اور جب کبھی وہ عمودی سلاخ کے بازو سے گزریگا پیچ کا ایک چکر پورا ہوگا۔ چکروں کے گننے میں کوئی غلطی نہونی چاہئیے اس لئے بہت احتیاط سے کام لینا چاہئیے۔

(۱)۔ پیچ کی نوک گلاس کی تختی کو مس کرتے وقت جو نشانات پڑھے گئے تھے اُن سب کا اوسط نکالو۔

(۲)۔ پیچ کے گھمانے میں جتنے سالم چکر ہوئے ہوں ان کو لکھ رکھو

(۳)۔ پیچ کی نوک جب اسطوانہ کے سرے کو مَس کررہی تھی اُن سب نشانات کا اوسط نکالو اور نمبر (۳) کے عدد کو اُن کے آگے

اعشاریہ کا نشان لگا کر نمبر (۲) کے عدد میں شامل کرو۔ اور جو عدد حاصل آئے اِس میں سے نمبر (۱) کے عدد اعشاریہ کا نشان نصب کرنے کے بعد منہا کرو۔ حاصل تفریق سے کرویت پیما کے سالم چکروں اور ایک چکر کے دہائی حصوں کی تعداد معلوم ہوتی ہے جو اسطوانہ کے طول کے مساوی ہیں اِس طول کو چکروں کی تعداد سے تقسیم کرو تو خارج قسمت پیچ کی گھائی کی قیمت بتائیگا۔ مشاہدات اور نتائج اپنی بیاض میں اِس طرح لکھو:—

کرویت پیما نشان (   )

اُسطوانہ کے سرے کو مَس کرنے پیچ نے کامل ۳۶ چکر اور ۹۶ درجے گھومے یعنے ۳۶٫۹۶ چکر کئے

سطح شیشے کی تختی کو .... صفر چکر ۸ درجے ......۰٫۰۸ "

دونوں میں فرق ۳۶٫۸۸ چکر ہے

اسطوانہ نمبر (= ۱) کا طول = ۱۸٫۵ ملی میتر ہے

پس گھائی = $\frac{۱۸٫۵}{۳۶٫۸۸}$ = ۰٫۴۹۸ ملی میتر ہے

مشق دوم

بذریعہ کرویت پیما ایک پیتل کی تختی کی موٹائی ناپنا۔
بجائے اسطوانہ کے تختی رکھ کر سابقہ مشق کی طرح عمل کرو اور

دریافت کرو کہ پیچ کے کتنے چکر تختی کی موٹائی کے مساوی ہیں اس عدد کو پیچ کی گھائی سے ضرب دینے سے تختی کی موٹائی ملجائیگی - ایسا ہی تختی کے کسی دوسرے مقام کی موٹائی ناپو۔ اور اپنی مشقی بیاض میں نتیجہ لکھ لو:-

تختی نشان (   )

تختی کے اوپر کی سطح کے لئے کرویت پیما کے جو نشان پڑے گئے تھے ۲ چکر ۸۱ درجہ = ۲٫۸۱ چکر

پیتل کی تختی کے لئے .... صفر چکر ۵۸ " = ۰٫۵۸ چکر

تفاوت = ۲٫۲۳ چکر

پس موٹائی = ۲٫۲۳ × ۰٫۴۹۸ = ۱٫۱۱ ملی میتر ہوئی۔

مشق دوم الف

بذریعہ کرویت پیما کسی کروی سطح کے انحنا کا نصف قطر ناپنا۔ کرویت پیما کو شیشے کی تختی پر رکھ کر 'صفر کا نشان' دریافت کرو اور پھر دی ہوئی سطح پر رکھ کر نوک کے تماس کی صورت میں آلہ کا نشان پڑھ لو - اگر ان دونوں نشانوں کا تفاوت ھ سنٹی میتر کے مساوی ہو - ط سنٹی میتر پیچ کی نوک اور کرویت پیما کے ساقوں کے پائیں ترین مقاموں کا درمیانی فاصلہ ہو اور ر سنٹی میتر سطح کے انحنا کا نصف قطر تو

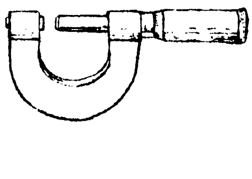
$$ر = \frac{(ط^{2} + ھ^{2})}{۲ھ}$$ تقریباً

ط ناپنے کا آسان طریقہ یہ ہے کہ کرویت پیما کو ایک کاغذ پر کھڑا کرکے پیچ کی نوک کو کاغذ سے مس کرایا جائے۔ پھر اس پر خفیف سا دباؤ ڈالا جائے تاکہ کاغذ پر اس کے تینوں ساقوں کی نوکوں اور پیچ کی نوک کے نشان بیٹھ جائیں۔ اس کے بعد معمولی پیمانہ سے ط کا طول اُن نشانوں کے ذریعہ ناپ لیا جا سکیگا۔ بیاض میں نتیجہ سابق مشق ہی کی طرح لکھا جائے۔

مشق سوم

خردہ پیما پیچ کا استعمال

خردہ پیما پیچ (شکل ۱۱) اور کرویت پیما کا اصول دونوں ایک ہی ہیں پس مشق اول کی طرح اِس آلہ کے پیچ کی کھائی



شکل ۱۱

بھی ناپی جا سکتی ہے۔ اگر صرف اس کی تقریبی قیمت دریافت

کرنا مقصود ہو تو آلہ کے سرے کو اُلٹا گھماو۔ دیکھو ہر چکر کے ختم پر وہ نلی کے پیمانہ کے ایک درجہ سے ہو گزرتا ہے جب سرا یہاں تک گھمایا گیا کہ نلی کے پیمانہ کے تقریباً دو سنتی میٹر کا طول (جو پہلے سرے کے ٹوپن سے ڈھپا ہوا تھا) دکھائی دینے لگا تو اِس پیمانہ کا ایک ملی میٹر پیمانہ سے مقابلہ کرکے اُس کے ایک درجہ کی قیمت دریافت کرو یعنی پیچ کی گھائی معلوم کرو۔ گھائی دریافت کرنے کے بعد خردہ پیما پیچ کو انگوٹھے اور ایک انگلی کے ذریعہ آہستہ آہستہ سیدھے طرف گھماؤ یہاں تک کہ اس کے دونوں جبڑے ٹھیک ایک دوسرے کو چھو لیں۔ ٹھیک چھونے کی پہچان اِس طرح ہو سکتی ہے کہ اگر آلہ کو اور زیادہ گھمانے کی کوشش کی جائے تو مزاحمت میں کسیقدر اضافہ محسوس ہوگا۔ اب نلی پر جو آخری نشان دکھائی دیتا ہو پڑھ لو اور ٹوپن کے سلامی کنارہ پر جو نشان نلی کے لکیر (جو نلی کے محور کے متوازی کھینچی گئی ہے اور جس پر پیمانہ کی درجہ بندی ہوئی ہے) کے محاذی واقع ہو اس کو بھی پڑھ لو۔ یہ نشان آلہ کا 'صفر' ہوگا۔ اب جس شئے کو ناپنا مقصود ہو جبڑوں کے بیچ میں داخل کرو اور آلہ کو گھماؤ کہ جبڑے ٹھیک اس شے کی سطحوں کو مس کریں۔ اور مکرر نلی اور سلامی کنارہ کے نشان پڑھ لو۔ پیچ کی گھائی اور مصرحہ بالا پیمائشوں سے دی ہوئی شے کی موٹائی کی تعیین کرو

قبل ازیں جس تختی کی موٹائی ناپی گئی تھی خرد پیما پیچ کے ذریعہ اس کی پھر پیمائش کرو اور نتیجہ مشقی بیاض میں لکھو:-

خردہ پیما پیچ نشان (   )

پیچ کی گھائی کا ناپ = ۱ ملی میتر

خردہ پیما کا نشان جو پڑھا گیا جبکہ تختی نشان (   ) اس کے جبڑوں میں رکھی گئی ۱۲ء۱ ملی میتر

خردہ پیما کا نشان جو پڑھا گیا جبکہ جبڑے آپس میں مس کرتے تھے ۰۱ء

پس تختی کی موٹائی ۱۱ء۱ ملی میتر ہے

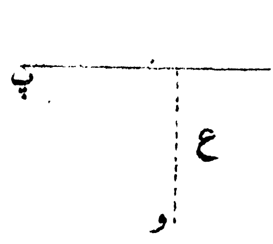
فصل ہفتم

معیار اثر کا کلیہ

ضروری آلات | ۔معیار اثر کا آلہ اور اوزان

تعریف ۔اگر پ (ملاحظہ ہو شکل ۱۲) کوئی ایک قوت ہو اور و ایک نقطہ تو اگر و سے ایک عمود پ کے خط پر ڈالا جائے اور ع اِس عمود کا طول ہو تو پ ع بلحاظ نقطۂ و پ قوت کا معیار اثر ہوگا ۔

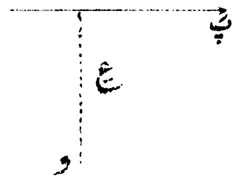
سہولت کے لئے معیار اثر کو ایسی صورت میں مثبت تصور



شکل ۱۲

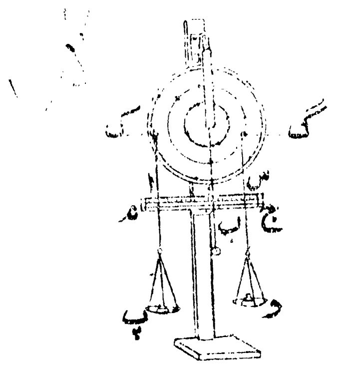
کرتے ہیں جبکہ پ قوت و کے گرد مقابل سمت ساعت کسی شئے کو گھمانا چاہتی ہے ۔ منفی جبکہ موافق سمت ساعت

مثلاً اگر (شکل ۱۳ میں) پ کوئی دوسری قوت بلا لحاظ علامت ہو پ کا معیار اثر بلحاظ نقطہ و - پ ع ہوگا۔



شکل ۱۳

علم الحیل کی کتابوں میں اس مسئلہ کو ثابت کرکے بتایا جاتا ہے کہ اگر کسی جسم پر مختلف قوتیں ایک ہی سطح مستوی میں عمل کرکے اس کو حالت توازن میں قائم رکھیں اِن قوتوں کے معیار اثر کا جبری مجموعہ بلحاظ کسی ایک نقطہ کے جو اِس سطح میں واقع ہو صفر ہوگا۔ یا بالفاظ دیگر مثبت علامت والے معیاروں کا مجموعہ مساوی ہوگا منفی علامت والے معیاروں کے مجموعہ کے۔ معیار اثر کا کُلیّہ دو متوازی قوتوں کی خاص صورت میں شکل ۱۴ کے آلہ سے



عملی طور پر ثابت ہو سکتا ہے - لکڑی کی ایک قرص نما تختی جو اپنے دائرے کے مرکز پر پھر سکتی ہے علی التوازن قائم ہے - پلڑے جس میں مناسب اوزان رکھے جا سکتے ہیں تختی کے سوراخوں سے لٹکائے جاتے ہیں -

پہلے دیکھو کہ تختی کی سطح عمودی ہے - وہ اپنی محور پر بلا تکلف بغیر سہاروں کو چھوئے پھر سکتی ہے - اور کسی وضع میں بھی حالت توازن میں رہتی ہے - یعنے اِس کا توازن تعدیلی ہے - پھر اس طرح عمل کرو:-

(۱) پلڑا پ ڈوری اور کھونٹی ک کو ملا کر تول لو اور نیز پلڑا و کو ڈوری اور کھونٹی گ سمیت تول لو

(۲) کھونٹیوں کو دو سوراخوں میں جو ایک ہی قطر پہ مرکز کے مخالف بازو ہم فاصلہ واقع ہیں نصب کرو اور پلڑے پ اور و کو کھونٹیوں سے لٹکاؤ - دیکھو کہ اگر پلڑوں کا وزن بشمول اوزان جو اِن میں رکھے گئے ہیں برابر ہے تو تختی کا توازن تعدیلی ہے اور وہ کسی بھی وضع میں حالت سکون اختیار کر لیتی ہے -

(۳) اب ایک کھونٹی پلڑا سمیت تختی سے نکال لو اور ایسے سوراخ میں نصب کرو کہ دونوں کھونٹیوں کو ملانے والا خط تختی کے مرکز سے ہٹ کر گزرتا ہے - پ اور و میں وزن رکھو اور دیکھو کہ تختی توازن قائم کی حالت اختیار کرتی ہے جبکہ کھونٹیوں کو ملانیوالا خط مرکز کے نیچے سے گزرتا ہے لیکن جبکہ خط مرکز کے اوپر سے گزرتا ہے تو تختی کا توازن غیر قائم ہو جاتا ہے

(۴) بحالت توازن قائم آئینہ دار پیمانہ م ج میں ڈوریاں ا ا اور س کے مقام پڑھ لو اور شاقول کا مقام ب بھی پیمانہ کے بیچ میں پڑھ لو۔ ہر ڈوری کا مقام پڑھتے وقت آنکھ ایسی جگہ ہونی چاہئیے کہ ڈوری کا خیال آئینہ میں ڈوری سے چھپ جائے (دیکھو ہدایت متعلق اختلاف منظر)۔ ڈوری کے دونوں کناروں کے نشان پڑھ کر اُنکا اوسط لینا چاہئیے۔

(۵) کھونٹیوں کے مقام اور پلڑوں میں جو اوزان رکھے گئے ہیں اُن کو بدلدو اور پیمانہ پر مکرر ڈوریوں کے نشانات پڑھ لو

(۶) مشاہدات کی تحلیل حسب ذیل طریقہ پر کیجائے:—

اگر اوزان پ_1 اس پلڑے میں رکھے گئے ہیں جس کا وزن بشمول اضافات (یعنے ڈوری اور کھونٹی سمیت) پ ہے اور ڈوری جس سے وزن پ لٹکایا گیا ہے اور ڈوری جو مقام ب سے گزرتی ہے ان دونوں کے مابین عمودی فاصلہ ع ہے تو پ + پ_1 کا معیار اثر گھومنے کی محور کے گرد (پ + پ_1) ع ہے۔ یہ معیار اثر برابر ہوگا دوسرے جانب کے جوابی معیار اثر کے۔ پس:—

$$(\text{پ} + \text{پ}_1)\,\text{ع} = (\text{و} + \text{و}_1)\,\text{غ}$$

یا

$$\frac{\text{پ} + \text{پ}_1}{\text{و} + \text{و}_1} = \frac{\text{غ}}{\text{ع}}$$

اوزان پ_1 + پ اور و + و_1 کی نسبت بہت صحت

کے ساتھ دریافت ہوسکتی ہے لیکن اس تجربہ میں جو دقت ہے وہ عمودوں کے صحیح طول ناپنے میں واقع ہوتی ہے۔ مثلاً ایک تجربہ میں جب اوزان کا تناسب ۱٫۱۸۷ دریافت ہوا تھا تو جوابی عمودوں کا تناسب بالعکس صرف ۱٫۱۶۵ تھا۔ مشاہدات کی ناگزیر خطائیں اِس مثال میں مجموعی حیثیت سے ایسے دو عددوں میں جو مساوی ہونا چاہئے تھا دو فیصد تفاوت کا باعث ہوئیں۔ عمودوں کے ناپنے کا جو طریقہ یہاں استعمال ہوا ہے لازماً خالی از سقم نہیں ہے اُس سے زیادہ صحت کی توقع نہیں کیجا سکتی۔ اگر ایک عمود کے ناپنے میں طول ایک فیصد بڑھکر ناپا گیا ہو اور دوسرے عمود کا طول ایک فیصد کم تو جو اختلاف واقع ہوا ہے اس کا سبب بتایا جاسکتا ہے۔ سہاروں میں تختی کی دھری کی رگڑ سے وضع توازن میں کسیقدر شبہ ہوتا ہے اس سے بھی خطا واقع ہوتی ہے

مشاہدات و نتائج اس طرح بیاض میں اتارو:-

معیار اثر کا آلہ (نشان)

اوزان گرام میں					فاصلے سنتی میٹر میں				
بایاں پلڑا = ۳۰٫۰۰		سیدھا پلڑا = ۳۰٫۵		تناسب بایاں/سیدھا	شاقول صفر نشان پر		تناسب سیدھا/بایاں	تفاوت	خطا فیصد
بائیں میں	میزان	سیدھے میں	میزان		بائیں طرف	سیدھے طرف			
۵۰	۸۰	۳۰	۶۰٫۵	۱٫۳۲	۹٫۷۰	۱۲٫۹	۱٫۳۳	۰٫۰۱-	۰٫۷-
۷۰	۱۰۰	۵۰	۸۰٫۵	۱٫۲۴	۱۰٫۲	۱۲٫۷	۱٫۲۵	۰٫۰۱-	۰٫۷-
		وغیرہ				وغیرہ			

فصل ہشتم

رقاص

ضروری آلات - ایک بسیط رقاص اور اس کے عقب میں ایک لکڑی کی سلاخ جس کی درجہ بندی سنتی میٹروں میں ہوئی ہو اور جس پر دو آئینہ دار ملی میٹر پیمانے چڑھے ہوں اور اوپر نیچے حرکت کرسکتے ہوں - ایک گھڑی بھی چاہئے جو ثانیہ کی سوئی رکھتی ہو -

کسی بسیط رقاص کے طول ل اس کے اہتزاز کے وقت دوران و اور اسراع بجاذبہ ارض کی قیمت ج میں مندرجہ ذیل تعلق علم الحیل کی کتابوں میں ثابت ہوتا ہے :-

$$و = ۲\pi \sqrt{\frac{ل}{ج}}$$

اور وہ لنگر کے مادے کی نوعیت سے غیر تابع ہے -

پس اگر کسی معلوم طول کے بسیط رقاص کا وقت دوران مشاہدہ سے دریافت کر لیا جائے تو اسراع بجاذبہ ارض ج کی قیمت نکل آتی ہے - اوپر کی مساوات سے

ج کی قیمت اس طرح ملتی ہے :-

$$ج = \frac{۴\pi^۲ ل}{و^۲}$$

جہاں $(\pi)^۲ = (۳٫۱۴۱۶)^۲ = ۹٫۸۶۹۰$ اور $۴\pi^۲ = ۳۹٫۴۸$ تقریباً

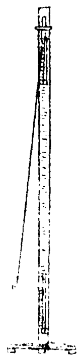
تنبیہ ۔ وقت دوران یا اہتزاز کی مدت سے مراد وہ مدت ہے جو رقاص کو اپنی حرکت کا ایک کامل دور ختم کرنے کے لئے درکار ہے۔ مثلاً اگر وقت کا شمار اُس آن سے شروع ہوتا ہے جبکہ رقاص اپنے وضع سکون (یا توازن) سے نکل کر بائیں طرف سے داہنی طرف حرکت کرتا ہے تو پہلا اہتزاز اسی وقت مکمل ہوگا جبکہ رقاص مکرر اپنے وضع سکون سے بائیں جانب سے سیدھے جانب گزریگا۔

مشق

اسراع بجاذبہ ارض کی قیمت (ج) دریافت کرنا

آلات ۔ ایک سیسہ کی گولی دیجاتی ہے جو ایک ڈوری کے ذریعہ ایک سہارے کے سامنے لٹکائی گئی ہے۔ سہارے پر سنتی میٹروں کے نشان ہیں اور اس پر دو ملی میٹر پیمانے اوپر نیچے حرکت کر سکتے ہیں جنکی پشت پر چاندی چڑھائی گئی ہے۔ (شکل ۱۵)۔ رقاص کا طول یوں مشخص ہوسکتا ہے :- ایک آئینہ دار پیمانہ نقطہ تعلیق

کے عقب میں رکھا جائے اور
دوسرا سیسے کی گولی کے پیچھے
اس انداز سے کہ جب نگاہ عموددار
پڑے تو آئینہ دار پیمانوں کے
سنتی میٹر کے نشان سہارے
کے سنتی میٹر کے نشانوں سے
منطبق ہو جائیں۔ آنکھ ایسے
مقام پر رکھی جائے کہ سیسے
کی گولی سے اس کا خیال آئینہ



شکل ۱۵

کے پیمانہ میں جو اس کے پیچھے رکھا ہے چھپ جائے۔ تب
گولی کے بالا تریں و پست تریں نقطوں کے مقام پڑھ لئے
جائیں۔ سنتی میٹر تو سہارے کے پیمانہ پر آئینہ کی پٹی کے اُس
حصہ میں سے جہاں سے چاندی کا ملمع چھیل دیا گیا ہے
دیکھ لئے جائیں۔ اُس کے اعشاری حصے آئینہ کے پیمانہ پر۔
اِن دونوں نشانوں کا اوسط سہارے پر وہ مقام بتائیگا جو
گولی کے مرکز کا ہم سطح ہے۔ اس نہج پر رقاص کے اوپر
والے سرے کا مقام (یعنے نقطہ تعلیق) بھی پڑھ لیا جائے۔
ان دونوں نشانوں کا تفاوت رقاص کا طول ہوگا۔ ایسے
تین تجربے کئے جائیں جن میں رقاص کا طول یکے بعد دیگرے
تقریباً اسی۔ ساٹھ اور چالیس سنتی میٹر ہو۔
وقت دوران معلوم کرنے کے لئے شکنجہ کو جہاں سے

ڈوری لٹکائی گئی ہے اس طرح بٹھاؤ کہ اس کے جبڑوں کے بیچ کا شگاف رقاص کے جھومنے کی سمت پر عمود وار واقع ہو۔ گولی کو پکڑکر اس کے مقام سکون سے ایک طرف (بقدر ۵ سنتی میتر فاصلہ جبکہ رقاص کا طول ۸۰ سنتی میتر ہے اور اس کا نصف جبکہ طول ۴۰ سنتی میتر ہے) ہٹائے رکھو اور دوسرے ہاتھ میں ایک گھڑی گولی کے نیچے ٹھیک اس طور پر رکھو کہ گھڑی کے ثانیہ کی سوئی اور گولی دونوں پر ایک ساتھ نظر پڑے ۔ جون ہی ثانیہ کی سوئی ایک مقررہ مقام سے گزرے (مثلاً ۶۰ نشان سے) گولی کو آہستہ سے بغیر کسی سمت میں دہکا پہنچائے چھوڑ دو ۔ جب رقاص اپنے سابقہ مقام پر لوٹ کر آتا جائے اہتزاز کے شمار میں ایک کا اضافہ کرتے جاؤ یہاں تک کہ رقاص کامل سو اہتزاز کرلے اس بات کا ضرور خیال رکھو کہ جب گولی ہاتھ سے چھوٹتی ہے گنتی میں صفر گنا جائے نہ کہ ایک جب اہتزاز سو کے قریب پہنچ جائیں ثانیہ کی سوئی پر نظر جمائے رکھو اور جس ثانیہ پر سوان اہتزار ختم ہوتا ہے صحت کے ساتھ اس کو یاد رکھ لو ۔ گنتی شروع ہونے کے بعد اگر چند پورے لمحے بھی گزرے ہوں تو انکی بھی تعداد معلوم کر کے اپنی بیاض میں رقاص کے سو کامل اہتزاز کے لئے جسقدر ثانیے صرف ہوے ہوں ان کا عدد لکھ ڈالو ۔ دوران حرکت اگر رقاص کی سطح اہتزاز میں بہت زیادہ تغیر واقع ہو جس کی وجہ سے اس کے سہارے سے ٹکرائے

جانے کا اندیشہ ہو تو سمجھنا چاہئیے کہ رقاص کو حرکت میں لانے کے لئے جو ہدایات اوپر بیان کئے گئے ہیں ان پر کافی پابندی سے عمل نہیں ہوا پس مشاہدہ کو دوہرا لینا چاہئیے۔ رقاص کے ہر طول کے لئے مدت دوران کا مشاہدہ دو دو بار ہونا چاہئیے مشاہدات اور نتائج اس طرح لکھے جا سکتے ہیں:—

	۱	۲	۳
ڈوری کے سہارے کے نقطہ کا نشان (ا)	٫۵۰	٫۵۰	٫۵۰
لنگر کے سرے کا نشان	۸۲٫۹۲	۵۵٫۵۱	۳۹٫۵۰
لنگر کی تہ کا نشان	۴۸٫۵۲	۵۶٫۱۱	۴۱٫۱۰
لنگر کے مرکز کا نشان (ب)	۸۳٫۷۲	۵۶٫۳۱	۴۰٫۳۰
رقاص کا طول ل = (ب - ا)	۸۳٫۲۲	۵۵٫۸۱	۳۹٫۸۰
رقاص کے اہتزاز کی مدت	۱۸۴ ۱۸۳	۱۴۸ ۱۵۰	۱۳۶ ۱۳۷
ایک اہتزاز کی مدت (وقت دوران د)	۱٫۸۳۵	۱٫۴۹۰	۱٫۲۶۵
$د^2$	۳٫۳۶۷	۲٫۲۲۰	۱٫۶۰۰
$\frac{ل}{د^2}$	۲۴٫۸۱	۲۵٫۱۴	۲۴٫۸۸
$ج = \frac{4\pi^2 ل}{د^2}$	۹۷۹	۹۹۲	۹۸۳
صحیح قیمت لندن میں	۹۸۱	۹۸۱	۹۸۱
خطا	۲-	۱۱+	۲+
فیصد خطا (تقریباً)	٫۲-	۱٫۱+	٫۲+

تنبیہ واضح ہو کہ د کے معلوم کرنے میں اگر کوئی خطا واقع ہو تو ج کی قیمت میں اس کی دوچند خطا فی صد پیدا ہو گی اس لئے کہ ج کے دریافت کرنے میں د کی قیمت کا مربع شریک ہوتا ہے۔ پس ایک فی صد سے بڑھ کر خطا سے پرہیز کرنے کے لئے سو اہتزاز کی جو مدت دریافت کی جاتی ہے تقریباً آدھے ثانیہ کی حد تک صحیح ہونی چاہئے۔ یعنے اس میں آدھے ثانیہ سے زیادہ کی خطا نہ ہونی چاہئے، اور معمولی ثانیہ کی سوئی والی گھڑی سے یہ بات اس وقت تک حاصل نہیں ہوسکتی جب تک متعدد مشاہدات کرکے ان سب کا اوسط نہ نکالا جائے۔

تنبیہ منجانب مولف چونکہ رقاص کی رفتار یکساں نہیں ہوتی ہے جب وہ اپنے مقام سکون سے گزرتا ہے رفتار تیز ترین ہوتی ہے اور جب اس مقام سے بعید ترین فاصلہ پر ہوتا ہے تو رفتار صفر ہو جاتی ہے اس لئے جو طریقہ مدت اہتزار دریافت کرنے کا اوپر بیان ہوا ہے خالی از سقم نہیں ہے وقت کا شمار اس آن سے شروع ہونا چاہئے جبکہ رقاص اپنے مقام سکون سے گزرتا ہے اور ختم بھی اسی حالت میں ہونا چاہئے۔ اس کے لئے ایک روک گھڑی چاہئے جو جسوقت چاہے متحرک ہوسکتی ہے اور جسوقت

چاہے رک بھی جا سکتی ہے - اچھی گھڑی صحت کے ساتھ ثانیہ کا پانچواں حصہ (یعنے ۲ ؍ . ثانیہ) بتا سکتی ہے -

فصل نہم

آب پیما

ضروری آلات | ایک نکلسن والا آب پیما۔ اوزان کا ایک ڈبہ شیشے کا ایک ٹکڑا ۔ موم کا ایک ٹکڑا۔ اور کچھ نمک کا محلول۔

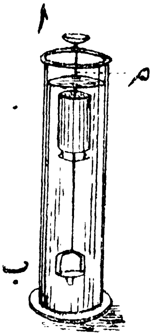
مشق (۱)

ایک ایسی ٹھوس چیز کی کثافت اضافی دریافت کرنا جبکہ کسی معلوم کثافت اضافی والے مائع کا کیمیائی اثر نہ ہو۔

کسی شئے کی اوسط کثافت اضافی سے وہ تناسب مراد ہے جو اُس شئے کے خلا کے وزن اور اس کے مساوی الحجم پانی کے خلا کے وزن میں واقع ہو جبکہ پانی کی تپش ۴ درجہ مئی ہو۔ جس صحت کی حد تک اس کتاب میں تجربوں کے نتائج بتانا مقصود ہے اس کے لحاظ سے شئے کا وزن بجائے خلا میں تولنے کے ہوا ہی میں تول کر نکالا جائے گا اور پانی کی تپش بجائے ٹھیک ۴ درجہ مئی کے کوئی بھی معمولی تپش ہو سکتی ہے۔

(۱) ٹھوس شئے کے تولنے کا طریقہ	۔ آب پیما کی اسطوانی کو مائع سے (جو ہم فرض کرینگے پانی ہے)

بھر لو اور آب پیما کو اس میں چھوڑ دو۔ اگر اس پر ہوا کے بُلبلے جم جائیں تو ایک تار کے سرے سے چھو کر اُن کو دُور کردو ورنہ ان کی وجہ سے مشاہدات میں نقص آجائیگا۔ آب پیما کی تھالی ا میں وزن و، رکھو (دیکھو شکل ۱۶) تاکہ آلہ اپنے معینہ نشان م



شکل ۱۶

تک پانی میں ڈوب جائے۔ تھالی میں وزن اس طرح رکھے جائیں کہ آب پیما بالکل سدہا یعنے عمود وار کھڑا رہے۔ جو اوزان استعمال ہوتے ہیں ان کو کبھی بھولے سے میز پر نہ رکھو۔ اوزان یا تو اپنے ڈبے میں رہیں یا آب پیما کی تھالی میں۔ اس کے بعد ان اوزان کو تھالی سے نکال کر ٹھوس شئے کو اُس میں رکھو اور اوزان و٫ شئے کے بازو جماؤ یہانتک کہ آب پیما دوبارہ نشان م تک ڈوب جائے۔ اِن دونوں اوزان کا تفاوت یعنے و٫ - و٫ ٹھوس شے کا وزن ہوگا۔

(۲) مساوی الحجم پانی کا وزن دریافت کرنے کا طریقہ۔	تھالی کو وزن سے سبکدوش کرکے ٹھوس شئے کو تھالی ب میں

اگر وہ پانی سے زیادہ بھاری ہو رکھدو۔ اگر زیادہ ہلکی ہو تو آب پیما کی ٹرنڈی کے نیچے جو چھوٹا پنجرا نصب ہے اس میں داخل کرو۔ اِس بات کا ضرور لحاظ رہے کہ جب آب پیما پانی میں اُتارا جاتا ہے اس پر یا ٹھوس شئے پر کہیں ہوا کے بُلبُلے نہوں۔ آلہ کو نشان ھ تک ڈبونے کے لئے اب زیادہ وزن کی ضرورت ہوگی اس لئے کہ ٹھوس شئے پر مائع کے دباؤ کی وجہ سے ایک حاصل مجموعی دباؤ اوپر کی طرف پیدا ہوگا جو علم سکون سیّالات کے قواعد کی رو سے برابر ہے مائع کے اس حصے کے وزن کے جو ٹھوس شئے سے ہٹا دیا گیا ہو۔ یعنے شئے کے مساوی الحجم مائع کے وزن کے برابر ہے۔ اب جو وزن تھالی میں رکھا جائیگا اگر اس کی مقدار و۳ ہو تو ٹھوس شئے کے مساوی الحجم مائع کا وزن و۳ - و۲ ہوگا اور اگر مائع کی کثافت اضافی ک ہو تو مساوی الحجم پانی کا وزن (و۳ - و۲) / ک ہوگا۔ اگر مائع معمولی پانی ہے تو ک کی قیمت ۱ شمار ہوگی۔

(۳) کثافت اضافی کا شمار — چونکہ کسی شئے کی کثافت اضافی ث اس کے وزن اور اس کے مساوی الحجم پانی کے وزن کا تناسب ہے اسلئے مندرجہ ذیل ضابطہ سے ث کا شمار ہوتا ہے۔

ث = شئے کا وزن / شئے کے مساوی الحجم پانی کا وزن

پس ث = (و - و۲) / (و۳ - و۲) ک

جو شے لیجاتی ہے کافی بڑی ہونی چاہیئے تاکہ و$_{1}$ - و$_{2}$ اور و$_{3}$ - و$_{2}$ کی تعیین ایک فی صد کی صحت تک ممکن ہو۔ پھر مشاہدات یوں لکھے جا سکتے ہیں:—

آب پیما نشان (   )

شیشہ کا چھوٹا کندا نشان (   )

مائع مستعملہ پانی ک = ۱

باٹ جو آب پیما کو معینہ نشان تک ڈبونے کیلئے تھالی میں رکھے گئے و$_{1}$ = ۴٫۶۵ گرام

باٹ جبکہ شیشہ کا کندا اوپر کی تھالی میں تھا۔ و$_{2}$ = ۱٫۲۱ گرام

باٹ جبکہ شیشہ کا کندا نیچے کی تھالی میں تھا۔ و$_{3}$ = ۲٫۶۷ گرام

پس شیشہ کا وزن و$_{1}$ - و$_{2}$ = ۳٫۴۴ گرام

اور مائع کا وزن و$_{3}$ - و$_{2}$ = ۱٫۴۶ گرام

∴ مساوی الحجم پانی کا وزن = $\frac{۱٫۴۶}{ک}$ گرام = ۱٫۴۶ گرام

اور شیشہ نشان (   ) کی کثافت اضافی = $\frac{۳٫۴۴}{۱٫۴۶}$ = ۲٫۳۶

ان مشاہدات کو بترتیب معکوس دوہراو۔ اگر نتیجوں میں موافقت قریبہ پائی جائے تو بطور آخری نتیجہ کے ان دونوں کا اوسط لیلو۔ ورنہ تیسرے بار تجربہ کرکے تین نتیجوں کا اوسط نکالو۔ اس طرح موم کے ٹکڑے کی کثافت اضافی دریافت کرو۔ چونکہ وہ پانی سے ہلکا ہوتا ہے اس لئے جب اس کا وزن پانی میں دیکھنا ہو تو اس کو آلہ کے پنجرے میں جو ترنڈی کے نیچے واقع ہے رکھو۔

مشق (۲)

کسی مائع کی کثافت اضافی دریافت کرنا ۔

مائع پیما کی اسطوانی کو پانی سے خالی کر کے دئے ہوئے مائع سے (جو بنظر سہولت نمک کا محلول ہو سکتا ہے) بھر دو ۔ پہلے کی طرح مائع پیما کو نشان م تک محلول میں ڈبونے کے لئے جو وزن درکار ہو معلوم کر لو ۔ پھر مائع پیما کو محلول سے باہر نکالکر خشک کر کے تول لو ۔ اگر اس کا وزن و ہو اور اس کو نمک کے محلول میں ڈبونے کے لئے اوپر کی تھالی میں وزن پ رکھا گیا تو و + پ محلول کے اُس حجم کا وزن ہے جو مائع پیما کے ڈبوئے ہوے حصہ کے برابر ہے اسی طرح اگر آلہ کو پانی میں ڈبونے کے لئے تھالی میں وزن پَ رکھا گیا ہو تو و + پَ وزن کا پانی اور و + پ وزن کا محلول دو وزن مساوی الحجم ہیں اس لئے کہ دونوں مائعوں میں مائع پیما ایک ہی نشان تک ڈوبا ہے ۔ پس نمک کے اس محلول کی کثافت اضافی

$$\frac{\text{و + پ}}{\text{و + پَ}}$$ سے نکل آتی ہے

مشاہدات کی ترقیم یوں ہو سکتی ہے :—

مائع پیما نشان ( ) ۔ وزن ۲۹٫۸۵ گرام

وزن جو اسکو پانی میں ڈبونے کیلئے رکھا گیا = ۲٫۶۵ گرام پس شمول وزن مائع پیما جملہ وزن = ۳۲٫۵۰ گرام

وزن جو اسکو محلول میں ڈبونے کیلئے رکھا گیا = ۴٫۶۰ گرام پس شمول وزن مائع پیما جملہ وزن = ۳۴٫۴۵ گرام

پس محلول کی کثافت اضافی = $\frac{۳۴٫۴۵}{۳۲٫۵۰}$ = ۱٫۰۶

مشاہدات کو معکوس ترتیب میں دوہراؤ۔ اگر دونوں تجربوں کے نتائج میں موافقت بہت قریب ہے تو انکا اوسط لیلو۔ اگر اختلاف زیادہ ہے تو تیسرے مرتبہ تجربہ کرکے اِن تین نتیجوں کا اوسط نکالو۔

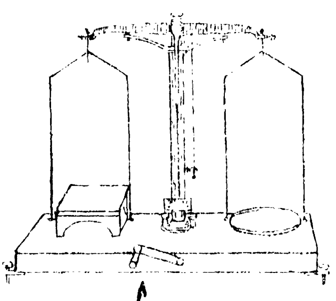
[**ہدایت**۔ تجربہ سے فارغ ہونے کے بعد نمک کا محلول یا جو کوئی بھی مائع اِس تجربہ میں استعمال ہوا ہو جس ظرف میں سے لیا گیا ہو اس میں واپس ڈالدیا جائے]

———(*)———

فصل دہم

میزان (ا)

حسب ذیل آلات کی ضرورت ہوگی :- میزان ۔ باٹوں کا ڈبہ اور پیتل کا اسطوانہ۔اس جماعت کے طلباء سے توقع کیجاتی ہے کہ وہ میزان کے اصول سے اچھی طرح واقف ہیں۔ (شکل ۷۱) میں جو میزان بتائی گئی ہے اس سے کسی شئے



شکل ۷۱

کا وزن قریب ترین سنتی گرام کی حد تک دریافت ہوسکتا ہے۔ طالب علم کو چاہئیے اپنی بیاض میں اُس کی شکل اتار لیں۔ جب میزان سے کام نہیں لیا جاتا ہے تو اسکی ڈنڈی دو بازوئکے

سہارے جو ستون (یا ٹیکن) کے سرے سے اوپر کو نکلے ہوئے ہوتے ہیں افقی وضع میں قائم رہتی ہے اور اس کے پلڑوں کے نیچے کی سطحیں پائدان کے تختہ کو ٹھیک مس کرتی ہیں۔

ڈنڈی کے مرکز میں سے ایک چھوٹا منشور فولاد یا یشب کا گزرتا ہے اور میزان سے جب کام لیا جاتا ہے ڈنڈی اس منشور کے سب سے نیچے کی دہار کے گرد بطور نصاب گھومتی ہے۔ دو اور منشور فولاد یا یشب کے ڈنڈی کے سروں پر لگے ہوتے ہیں جنکے اوپر والی دہار کے سہارے ایک ایک پلڑے کی رکاب لٹکتی ہے۔

میزان سے کام نہ لینے کی حالت میں ڈنڈی کو نیچے اتار کر ستون کا جو سہارا دیا جاتا ہے اُس سے انہی دہاروں کی حفاظت مقصود ہے تاکہ ان پر حتی الامکان کم بار پڑے۔

پائدان کے چوڑیدار پایوں کی مدد سے میزان کی سطح درست کیجاتی ہے۔ (یعنے ان کو حسب ضرورت گھما کر میزان کی ٹیکن کو عمود دار قائم کر سکتے ہیں۔ جب میزان کا شاقول ستون یا ٹیکن کے حلقہ کے مرکز میں سے ٹھیک گزرتا ہے تو سمجھنا چاہئے کہ میزان کی سطح درست ہوگئی)۔ پائدان کے دستہ ا کو آہستہ سے سیدھے جانب گھما کر ڈنڈی اور پلڑوں کی وضع استعمال کے لئے موزون کیجاتی ہے۔ دیکھو جب دستہ کو اس طرح

گھماتے ہیں تو ڈنڈی کے مرکز والے منشور کی دہار کے نیچے جو فولاد یا یشب کی مسطح تختی (مسند) واقع ہے اوپر کو اٹھ کر دہار کو مس کرتی ہے اور پھر ڈنڈی ٹیکن کے بازؤں سے اُدھر اُٹھ جاتی ہے۔ جوں ہی ڈنڈی اوپر اٹھتی ہے اسکے سروں کے منشور کے دہار اپنے اپنے پلڑوں کے رکاب کو اٹھا لیتے ہیں اور بالاخر پلڑے بھی اٹھ جاتے ہیں جب ڈنڈی کی وضع درست ہوتی ہے تو میزان کا نمائندہ جو ڈنڈی کے مرکز سے مضبوط جوڑ دیا گیا ہوتا ہے ایک درجہ دار پیمانے کے ٹھیک سامنے کھڑا ہو جاتا ہے جو میزان کی ٹیکن سے لگا ہوتا ہے۔ پیمانہ یا تو آئینہ دار شیشہ پر کندہ ہوتا ہے یا اس کے نیچے ایک چھوٹا سا ٹکڑا آئینہ کا لگا ہوا ہوتا ہے۔

اب دستہ ا کو بائیں طرف گھما کر ڈنڈی کو نیچے اتار دو اور اپنی بیاض میں شکل کھینچ کر بتاؤ کہ ڈنڈی کے سرے والے منشور کی دہار کس طرح پلڑے کی رکاب کو سہارا دیتی ہے۔

کسی چیز کو تولتے وقت ہدایات ذیل کا ضرور لحاظ رہے:-

(ا)- جب میزان کی ڈنڈی اپنے سہاروں سے اٹھی ہوئی ہوتی ہے دیکھو کہ میزان بغیر کسی رکاوٹ کے آزادانہ جھومتی ہے۔ اور جب پلڑے خالی ہوتے ہیں نمائندہ پیمانہ کے بیچ والے نشان کے دونوں طرف

برابر برابر یا قریب برابر جھومتا ہے - اگر ایسا نہو تو ڈنڈی کے سرے پر جو پیچدار حلقہ چڑھا ہے اس کو پھیر کر خفیف سا اس سمت میں آگے بڑھاؤ جس سمت میں نمائندہ حرکت کرنیکا متقاضی ہے اس سے ڈنڈی کا مرکز ثقل اپنے پہلے مقام سے کسیقدر ہٹ جائیگا اور نمائندہ پیمانہ کے بیچ والے نشان پر یا اس کے بالکل قریب قائم ہو جائیگا - اس مقام کو ہم "صفر بحالت عدم بار" کہینگے -

(۲) - چونکہ پیمانہ نمائندہ کے پیچھے کچھ فاصلہ پر ہوتا ہے آنکھ سید ہے بائیں جانب حرکت کرنے سے اختلاف منظر کی وجہ سے پیمانہ پر نمائندہ کی وضع میں فرق واقع ہوتا ہے - اس کی باعث جو خطا پیدا ہوتی ہیں ان سے بچنے کے لئے نمائندہ پر نظر ایک ہی سمت میں پڑنی چاہئے - یہ اسی صورت میں ممکن ہے جبکہ آنکھ ایسے مقام پر واقع ہو کہ نمائندہ سے اُس کا خیال پیمانہ کے آیئنہ میں ٹھیک محجوب ہو جائے - اس کی ضرورت نہیں کہ نمائندہ ٹھیک پیمانہ کے وسط پر واقع ہو - اگر تولنا ختم ہونے تک ہر مرتبہ نمائندہ ایک ہی مقام 'صفر' پر لایا جاتا ہے تو کافی ہے -

(۳) - جب پلڑے پائدان سے اُٹھے ہوتے ہیں کبھی ان میں باٹ نہ رکھو اور نہ ان میں سے باٹ نکالو -

(۴) - باٹوں کے ڈبوں میں باٹ اس ترتیب سے ہوتے ہیں کہ کسی چیز کا صحیح وزن ترتیب وار آزمائش سے سرعت کے ساتھ معلوم ہو جائے - وہ اس تفصیل سے ہوتے ہیں :- ۱۰، ۵، ۲، ۲، ۱ گرام اور ۵، ۲، ۲، ۱ دسی گرام و سنتی گرام - اگر کسی ڈبہ میں پورے باٹ نہ ہوں تو طالب علم کو چاہئیے اسی وقت اس کی اطلاع کر دے - تولنے میں سہولت اسمیں ہوتی ہے کہ پہلے یہ دریافت کرنے کی کوشش کیجائے کہ شئے کا وزن زیادہ سے زیادہ کیا ہوگا - پھر باٹوں کو بتدریج گھٹا کر شئے کے وزن کے برابر کردیا جائے - مثلاً فرض کرو شئے کا وزن ۸۶۷ گرام ہے - آزمانے سے معلوم ہو جائیگا کہ ۱۰ گرام کا باٹ بہت زیادہ ہے - ڈبہ میں اس کے بعد ہی کا چھوٹا باٹ ۵ گرام اُس شئے کے وزن کے مقابلہ میں کافی نہیں ہے پھر دو گرام کا باٹ بڑھایا جاتا ہے - اُس پر بھی باٹوں کا وزن ناکافی پایا جاتا ہے - پھر دوسرا ۲ گرام کا باٹ پلڑے میں رکھا جاتا ہے اس سے کل ۹ گرام ہوتے ہیں اور باٹوں کا وزن زیادہ پایا جاتا ہے - اس لئے دوسرے ۲ گرام کے باٹ کو پلڑے سے نکال کر ۱ گرام کا باٹ رکھا جاتا ہے - دسی گرام اور سنتی گرام کے ساتھ بھی اسی طرح عمل ہوتا ہے - یعنے ہر ایک باٹ بلحاظ وزن نزولی ترتیب میں لیکر آزما لیا جاتا ہے اور پلڑے میں

سے باٹ صرف اُسی وقت اُتار لیا جاتا ہے جبکہ اس کا وزن زائد معلوم ہوتا ہے۔ اگر کوئی باٹ پلڑے میں سے نکالا جائے تو اُس کو فوراً ڈبہ میں اس کے مقررہ مقام پر رکھ دینا چاہئے میز پر ہرگز نہ رکھنا چاہئے۔ ڈبہ میں جو چٹکی ہوتی ہے اس کی مدد سے باٹوں کو اٹھاؤ اور رکھو نہ کہ اپنی انگلیوں سے پکڑ کر۔

(۵)۔ کسی شئے کے تولنے میں تعادل معلوم کرنے کے لئے اس کی ضرورت نہیں کہ میزان کی ڈنڈی حالتِ سکون اختیار کرے۔ صرف اتنا دیکھ لینا کافی ہے کہ اہتزاز کا زاویہ چھوٹا ہے اور صفر مقررہ کے دونوں جانب مساوی ہے۔ نمائندہ کو ہرگز نہ چھونا چاہئے۔

اگر یہ مقصود ہے کہ میزان میں ہر ایک تول صحیح آئے تو اس کے بازو یعنے ڈنڈی کے بیچ کی دھار سے اس کے سروں کو دھاروں کے فاصلے بالکل مساوی ہونے چاہئیں چونکہ مطلق مساوات کبھی بھی حاصل نہیں ہوسکتی۔ اسلئے ضرور ہے کہ بازوں کے نا برابری کی تعیین اور باوجود نقائص میزان کسی چیز کے صحیح وزن کی دریافت کے لئے کوئی تدبیر نکالی جائے۔ فرض کرو کسی چیز کا صحیح وزن ص ہے اور اس کو ا طول کے بازو والے پلڑے میں رکھا تو ب طول کے بازو والے پلڑے میں باٹ و رکھنے سے توازن کامل ہوا پس معیار اثر کے کلیہ کی

رُو سے

$$ص\,ا = د_1\,ب$$

اگر اب اس شئے کو دوسرے یعنے ب طول کے بازو والے پلڑے میں رکھا تو توازن کے لئے باٹ بھی بدلنے پڑے - اِن باٹوں کو اگر $د_2$ سے تعبیر کیا جائے تو

$$د_2\,ا = ص\,ب$$

پہلی مساوات سے حاصل ہوتا ہے -

$$\frac{ا}{ب} = \frac{د_1}{ص} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (۱)$$

اور دوسری سے

$$\frac{ا}{ب} = \frac{ص}{د_2} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (۲)$$

(۱) اور (۲) کو آپس میں ضرب دینے سے $\frac{ا}{ب} = \sqrt{\frac{د_1}{د_2}}$

اور (۱) کو (۲) سے تقسیم کرنے سے $ص = \sqrt{د_1\,د_2}$

پس میزان کے بازؤں کے طول نا مساوی ہونے پر بھی کسی شئے کا صحیح وزن اس کو پہلے ایک پلڑے میں اور بعد دوسرے میں رکھ کر ظاہری وزن معلوم کرکے ان کا ہندسی اوسط نکالنے سے دریافت ہوسکتا ہے - جو میزان تجربہ خانوں میں استعمال ہوتی ہیں ان کے بازو تقریباً مساوی طول ہی کے ہوتے ہیں اس لئے

d_1 اور d_2 کی قیمت اس قدر قریب ہوتی ہے کہ بجائے ہندسی اوسط کے حسابی اوسط یعنے $\frac{d_1+d_2}{2}$ استعمال ہوسکتا ہے جیسا کہ تقربات کی فصل کے آخری صفحوں میں بتایا گیا ہے۔

مشق

میزان کے بازؤں کا تناسب اور کسی شئے کا صحیح وزن دریافت کرنا ان ہدایات کے بموجب عمل کرو:—

(۱) جو پیتل کا اسطوانہ دیا جاتا ہے اس کو بائیں پلڑے میں رکھ کر توازن کے لئے سیدھے پلڑے میں جو باٹ رکھنے ہونگے ان کو قریب ترین سنتی گرام کی حد تک معلوم کرو۔

(۲) اب اسطوانہ کو سیدھے اور باٹوں کو بائیں پلڑے میں رکھ کر مشاہدات کو دوہرا لو۔

اگرچہ علی العموم دونوں صورتوں میں باٹوں کی قیمت قریب قریب مساوی پائی جاتی ہے تاہم اسطوانہ کو ایک پلڑے میں رکھ کر تول لینے کے بعد باٹوں کو ڈبہ میں واپس کرکے ازسرِ نو انکو ڈبہ میں سے نکال کر دوسرے پلڑے میں ترتیب وار رکھنا زیادہ مناسب ہے بہ نسبت اس کے کہ ان کو ایک پلڑے میں سے نکال کر سیدھا دوسرے پلڑے میں منتقل کردیا جائے اور بعد میں کامل توازن کی غرض سے چھوٹے باٹوں کو نئے پلڑے میں سے

نکال کر ان کے عوض دوسرے مناسب باٹ ڈبہ میں سے لئے جائیں ۔ اس لئے کہ عام طور پر پہلے طریقہ سے نہ صرف کام میں زیادہ سہولت ہوتی ہے بلکہ بالآخر وقت بھی بچ رہتا ہے ۔

پھر بیاض میں اس طرح لکھا جا سکتا ہے :—

میزان نشان ( ) باٹوں کا ڈبہ نشان ( ) ۔ پیتل کا اسطوانہ نشان ( )

اسطوانہ کا ظاہری وزن جب وہ بائیں پلڑے میں رکھا گیا تھا ... و_1 = ۱۰۰،۲۷ گرام

اسطوانہ کا ظاہری وزن جب وہ سیدھے پلڑے میں رکھا گیا تھا ... و_2 = ۱۰۰،۲۰ گرام

پس صحیح وزن ص = $\sqrt{\text{و}_1 \text{و}_2}$ = ۱۰۰،۲۴ گرام

اور $\frac{\text{ا}}{\text{ب}} = \sqrt{\frac{\text{و}_1}{\text{و}_2}} = \sqrt{\text{۱،۰۰۰۷}}$ = ۱،۰۰۰۴

فصل یازدہم

میزان (۲)

ضروری آلات - میزان - گھوڑی - باٹوں کا صندوقچہ - پیتل کا اسطوانہ لکڑی کا کندا - (ثقلہ) لنگر - گلاس - اور نمک کا محلول -

مشق (۱) کسی ایسی ٹھوس چیز کی کثافت اضافی (ثقل نوعی) اور محض کثافت دریافت کرنا جس پر پانی کا کیمیائی اثر نہ ہو -

جس چیز پر پانی کا اثر نہ ہو اس کی کثافت اضافی دریافت کرنے کے لئے اس کے ایک ٹکڑے کو ہوا میں تولکر ظاہری وزن و معلوم کیا جاتا ہے اور پھر اس ٹکڑے کو پانی میں تولکر ظاہری وزن و، معلوم کیا جاتا ہے وزنمیں یہ ظاہری نقصان و - و، مائع کے دباؤ کی وجہ سے واقع ہوتا ہے جو اوپر کیطرف عمل کرتا ہے اور مقدار میں ٹھوس شے کے مساوی الحجم مائع کے وزن کے برابر ہوتا ہے چونکہ

$$\text{ثقل نوعی} = \frac{\text{شے کا وزن}}{\text{شے کے مساوی الحجم پانی کا وزن}}$$

$$\text{اور کثافت اضافی} = \frac{\text{شے کی کثافت}}{\text{پانی کی کثافت}} = \frac{\dfrac{\text{شے کا وزن}}{\text{شے کا حجم}}}{\dfrac{\text{مساوی الحجم پانی کا وزن}}{\text{اس پانی کا حجم}}}$$

شئے اور پانی دونوں کا حجم ایک ہونے سے کثافت

$$\text{اضافی بھی مثل ثقل نوعی} = \frac{\text{شئے کا وزن}}{\text{مساوی الحجم پانی کا وزن}}$$

اس کسر میں خط کے اوپر اور نیچے کے دونوں عدد تجربہ کرنے سے دریافت ہوتے ہیں اس لئے کثافت اضافی (یا ثقل نوعی) کی تعیین حسابی عمل سے ہوجاتی ہے۔

چونکہ کثافت اضافی دو وزنوں کا تناسب ہے اسکی ضرورت نہیں کہ شئے کے تولنے میں میزان کے دونوں بازو برابر ہوں صرف اس امر کا لحاظ رہے کہ شئے کو ہمیشہ میزان کے ایک ہی پلڑے میں رکھ کر تولا جائے لیکن محض کثافت کی تعیین کے لئے میزان کے بازو مساوی ہونا چاہیئے اس لئے کہ اس میں شئے کا صحیح وزن معلوم کرنے کی ضرورت ہے۔

طریق عمل:- (۱) ٹھوس شئے کا ہوا میں وزن دریافت کرو۔ سہولت کی غرض سے اس شئے کو میزان کے بائیں پلڑے میں رکھو۔

(۲) بائیں پلڑے کے اوپر لکڑی کی ایک پست گھوڑی رکھو۔ [گھوڑی کافی لانبی اور بلند ہونی چاہیئے تاکہ پلڑا اوپر نیچے اس کو چھوئے بغیر حرکت کرسکے۔ گھوڑی پر گلاس رکھ کر ٹھوس شئے کو ریشم کے ایک باریک تار سے پلڑے کے رکاب کے کانٹے سے گلاس میں

لٹکاؤ اِس طور پر کہ وہ گلاس کے بازوؤں سے ٹکرانے نہ پائے - اب گلاس میں پانی بھردو اور شئے کا پانی میں ظاہری وزن معلوم کر لو -

ان تجربوں میں ریشمی تار کا وزن نا قابل لحاظ تصور ہوسکتا ہے

مشاہدات اِس طرح لکھ کر کثافت اضافی نکالو :-

پیتل کے اسطوانہ نشان (　　) کی کثافت اضافی -

اس تجربہ میں میزان نشان (　　) اور باٹوں کا صندوقچہ نشان (　) استعمال ہوا

اسطوانہ کا وزن ہوا میں ($و_۱$) = ۱۰۳٫۲۵ گرام

اسطوانہ کا وزن پانی میں ($و_۲$) = ۹۱٫۱۲ گرام

وزن کا ظاہری گھٹاؤ ($و_۱ - و_۲$) = ۱۲٫۱۳ گرام

اسطوانہ کی کثافت اضافی $= \frac{۱۰۳٫۲۵}{۱۲٫۱۳} = ۸٫۵۱$

اب مشاہدات کو معکوس ترتیب میں دوہراؤ اگر نتائج میں موافقت قریب ہو تو ان دونوں کا اوسط نکالو - ورنہ یہی تجربہ تیسرے مرتبہ کرکے تینوں نتائج کا اوسط نکالو - چونکہ کسی شئے کی محض کثافت سے مراد اس کے حجم کی اِکائی کی کمیت مادہ ہے - نظام س گ ث میں کثافت کی عددی قیمت اور کثافت اضافی کی عددی قیمت دونوں ایک ہی ہوتی ہیں - اس لئے کہ ایک مکعب سنٹی میتر پانی کی کمیت مادّہ ایک گرام ہے -

پیتل کی کثافت اِس اسطوانہ کے حجم اور وزن کا حساب کرکے نکالو۔ اور اِس کی قیمت کا مقابلہ تجربہ آخرالذکر میں کثافت اضافی کے لئے جو قیمت دریافت ہوئی ہے اُس سے کرو۔ حجم دریافت کرنے کے لئے اسطوانہ کے قطر اور طول کی ناپ پہلوان سرل چاپ کی مدد سے دو دو بار لیجا کر اُنکے اوسط نکالے جائیں۔ اسطوانہ کے مدّور قاعدہ کی سطح مساوی ہے ۳ط² کے جہاں ط سے مراد دائرہ کا نصف قطر ہے۔ حجم قاعدہ کی سطح اور اسطوانہ کے طول کو آپسمیں ضرب دینے سے ملجاتا ہے۔ پس بیاض میں نتائج اس طرح درج کئے جا سکتے ہیں:—

پیتل کا اسطوانہ نشان ......

اوسط قطر	۱،۵۹ سنتی میتر
اوسط نصف قطر	۰،۷۹۵ سنتی میتر
قاعدہ کی سطح =	۳،۱۴ × ۰،۷۹۵ × ۰،۷۹۵ = ۱،۹۸۴ مربع سنتی میتر
اسطوانہ کا طول =	۶،۱۸ = سنتی میتر
اسطوانہ کا حجم =	۱،۹۸ × ۶،۱۸ = ۱۲،۲۴ مکعب سنتی میتر
وزن =	۱۰۳،۲۵ گرام

$$\text{کثافت} = \frac{۱۰۳،۲۵}{۱۲،۲۴} = ۸،۴۳$$

چونکہ قطر کے ناپنے میں نصف فی صد کی خطا کا ہونا باسانی ممکن تھا نتیجہ تین ملحوظ ہندسوں سے زیادہ میں بتانا بے سود

ہوتا - اس لئے π کی قیمت ۳٫۱۴ سے زیادہ صحیح لینا بھی بے سود ہوتا - نتیجہ کے نکالنے میں جو کوئی حسابی عمل بیچ میں عائد ہوں اُن کو اختصاری طریقہ پر چار ملحوظ ہندسوں تک انجام دینا چاہئیے تاکہ آخری جواب میں تیسرا ہندسہ صحیح نکل آئے -

یہ بات یاد رکھنے کے قابل ہے کہ مصرحہ بالا حساب میں اگر کسی اسطوانہ کا طول اور اس کی کثافت معلوم ہو تو تول لینے سے اس کے قطر کی قیمت دریافت ہو جاتی ہے -

مشق (۲)

کسی مائع کی کثافت اضافی معلوم کرنا -

دئے ہوئے مائع میں پیتل کے اسطوانہ کو تول کر، ہوا اور پانی میں اسطوانہ کے وزن کے لئے قبل ازیں جو قیمتیں دریافت ہو چکی ہیں اُن سے مدد لے کر مائع کی کثافت اضافی کی تعیین کرو -

اگر ٹھوس شئے کا وزن ہوا میں و_1 ہے

ٹھوس شئے کا وزن پانی میں و_2 ہے

ٹھوس شئے کا وزن دئے ہوئے مائع میں و_3 ہے

تو وزن کا ظاہری نقصان پانی میں (یعنے مساوی الحجم پانی کا وزن) $\text{و}_1 - \text{و}_2$ ہے

اور وزن کا ظاہری نقصان مائع میں (یعنے مساوی الحجم مائع کا وزن) $\text{و}_1 - \text{و}_3$ ہے

اس لئے مائع کی کثافت اضافی $= \dfrac{\text{و}_1 - \text{و}_3}{\text{و}_1 - \text{و}_2}$

پھر اِس طرح لکھو:—

اسطوانہ کا وزن ہوا میں	=	۱۰۳٫۲۵	گرام
اسطوانہ کا وزن پانی میں	=	۹۱٫۱۲	گرام
پس ظاہری نقصان وزن	=	۱۲٫۱۳	گرام
اسطوانہ کا وزن مائع میں	=	۹۰٫۴۰	گرام
پس ظاہری نقصان وزن	=	۱۲٫۸۵	گرام

اس لئے مائع کی کثافت اضافی $= \frac{۱۲٫۸۵}{۱۲٫۱۳} =$ ۱٫۰۵۹

پھر معکوس ترتیب میں سارے تول دوہرا لو اور دونوں نتیجوں کا اوسط نکالو۔

مشق (۳)

ایسی ٹھوس شئے کی کثافت اضافی دریافت کرنا جو پانی سے ہلکی ہو۔

دیئے ہوئے لنگر کو ایک باریک ریشمی تار سے جس کا طول تقریباً ۵ سنتی میتر ہو بائیں پلڑے کی رکاب کے اکوڑے سے لٹکاؤ۔ دیکھو کہ لنگر کے نیچے پلڑے کی گھوڑی پر پانی کا گلاس رکھا جاتا ہے تو لنگر کا سرا تقریباً ایک سنتی میتر پانی کی سطح کے نیچے رہتا ہے جبکہ میزان کا نمائندہ صفر نشان بتاتا ہے۔ دوسرے پلڑے میں ق وزن کے باٹ رکھو یہانتک کہ توازن ٹھیک ہو۔ اب اُس چیز کو جس کی کثافت اضافی کی تعیین مقصود ہے بائیں پلڑے میں رکھو

اور سیدھے پلڑے میں $\overline{و_۲}$ وزن کے باٹ رکھ کر پھر توازن برابر کرو ۔ واضح ہے کہ اس چیز کا وزن $و_۲ - و_۱$ ہے ۔ بعد ازاں اس کو لنگر کے اندر داخل کر کے پانی میں چھوڑدو اور $\overline{و_۳}$ وزن کے باٹوں سے توازن پورا کرو [جس لنگر کا اس تجربہ میں ذکر ہوا ہے اس کی شکل پنجرے کی سی ہے ۔ اگر ایسا لنگر مہیّا نہ ہوسکے تو دی ہوئی ہلکی شئے کو لنگر سے ایک باریک ریشمی تار سے باندھ کر پانی میں ڈبو سکتے ہیں] پس $\overline{و_۲ - و_۳}$ پانی میں وزن کا ظاہری نقصان ہے ۔ اس لئے اس شئے کی کثافت اضافی $\frac{و_۲ - و_۱}{و_۲ - و_۳}$ ہے ۔ پھر بیاض میں لکھو:—

لکڑی کے تکڑے نشان (　　) کی کثافت اضافی:—

لنگر کا وزن پانی میں $\overline{و_۱}$ = ۶۷٫۲۰ گرام

لنگر کا وزن پانی میں اور شئے کا وزن ہوا میں (دونوں ملکر) $\overline{و_۲}$ = ۹۲٫۹۱ گرام

لنگر اور شئے دونوں کا وزن پانی میں $\overline{و_۳}$ = ۴۵٫۹۰ گرام

لکڑی کے تکڑے نشان (　　) کی کثافت اضافی = $\frac{۹۲٫۹۱ - ۶۷٫۲۰}{۹۲٫۹۱ - ۴۵٫۹۰} = \frac{۲۵٫۷۱}{۴۷٫۰۱} = ٫۵۴۷$

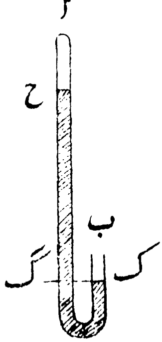
پھر مشاہدات کو معکوس ترتیب میں دوہرا کر دونوں جوابوں کا اوسط نکالو ۔

فصل دوازدہم

بارپیما

ضروری سامان ۔ فورٹان والا بارپیما

طبعیات کے بعض تجربے ایسے ہیں کہ اُنکے نتائج کرہ ہوائی کے دباؤ سے اثر پذیر ہوتے ہی مثلاً پانی کے نقطہ جوش کی تعیین کا تجربہ ۔ اس لئے تجربہ کے وقت ہوا کے دباؤ کی قیمت صحت کے ساتھ معلوم کرنا ایک لازمی امر ہے ۔ جس آلہ کے ذریعہ یہ دباؤ دریافت ہوتا ہے اس کو ہم بارپیما کہینگے ۔ دیکھو شکل ۱۸



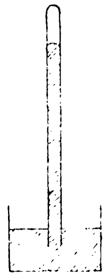
شکل ۱۸

اب ایک مڑی ہوئی شیشہ کی نلی ایک طرف سے بند ہے۔ خالص پارہ کی سطح نلی کے لانبے پہلو میں ح نشان تک پہنچی ہے اور چھوٹے پہلو میں ک نشان تک ۔ لانبے پہلو میں پارہ کی سطح کے اوپر یعنے مقام

ح سے مقام آ تک خلا ہے۔ اگر ک سے ایک خط متوازی افق کھینچا جائے جو نلی کے دوسرے پہلو میں پارہ کو مقام گ میں قطع کرے تو سکون سیالات کے اصول کے لحاظ سے مقام ک پر کا دباؤ گ پر کے دباؤ کے مساوی ہوگا اِس لئے کہ توازن قائم ہے۔ واضح ہے کہ دباؤ کرہ ہوائی کا دباؤ ہے اور گ پر کا دباؤ پارہ کے اس ستون کا دباؤ ہے جس کی بلندی ح اور گ کے درمیانی عمودی فاصلہ کے برابر ہے۔ پس اِس ستون کی بلندی سے کرہ ہوائی کا دباؤ ناپا جا سکتا ہے۔ یعنے بارپیما میں ہمیں جس چیز کے ناپنے کی ضرورت ہوتی ہے وہ اِس آلہ کے دونوں پہلوؤں میں پارہ کی جو آزاد سطحیں ہوتی ہیں اُن کا درمیانی عمودی فاصلہ ہے۔

اب صرف اس کی ضرورت باقی رہتی ہے کہ اس عمودی فاصلہ کو عملی طور پر کس طرح ناپیں۔ سب سے پہلے یہ بات یاد رکھنی چاہئے کہ جب پارہ کی آزاد سطح کا مقام آلہ کے ایک پہلو میں بدلتا ہے تو دوسرے پہلو میں بھی آزاد سطح کا مقام ضرور بدل جاویگا۔ اگر دونوں پہلوؤں کی تراش عمودی ایک ہی ہو اور ح کے پاس پارہ ایک سنتی میتر نیچے اترے تو ک کے پاس وہ اُسی قدر اُوپر کو اُٹھیگا۔ پس دونوں سطحوں کے مابین جو عمودی فاصلہ ہے اس میں مجموعی کمی دو سنتی میتر کی واقع ہوگی۔ اگر ک کے

پاس تراش عمودی ح کے پاس کی تراش عمودی سے زائد ہے تو ح پر اگر پارہ ایک سنتی میٹر اتر جائے تو ک پر ایک سنتی میٹر سے کم اوپر کو چڑہیگا اور عام طور پر ان شاخوں میں سطح کی باہمی تبدیلیوں کا تناسب ان کی عمودی تراشون کے تناسب کا معکوس ہوگا۔ اگر مثل شکل (ع۱۹) کے بار پیما کی نلی پارے کے ایک حوض میں کھڑی کی جائے تو حوض میں پارہ کی سطح کا اُتار چڑھاؤ بہت کم ہوگا۔ اِس لئے اگر بار پیما کی بلندی صحت کے ساتھ دریافت کرنا مقصود ہو تو یا تو پارے کی دونوں آزاد سطحوں کا درمیانی عمودی



شکل ۱۹

فاصلہ راست طور پر ناپ لیا جائے یا صرف بلند تر سطح کا نشان پڑھ لیا جائے اور پہلے ہی سے نلی کے تراش عمودی اور حوض کی سطح میں جو تناسب ہو معلوم کرلیا جائے پہلے طریقہ سے بار پیما کی بلندی زیادہ صحت کے ساتھ مشخص ہوتی ہے اور جب کبھی بار پیما کا استعمال علمی ضرورت سے ہوتا ہے تو یہی طریقہ اختیار کیا جاتا ہے۔

سب سے زیادہ عام وضع کے یعنے فارٹان والے بار پیما

ہیں نلی پر ایک پیمانہ اس طرح لگایا جاتا ہے کہ ہاتھی دانت کے ایک چھوٹے نمائندہ سے جو حوض کے ڈھکنے میں نصب ہے پیمانہ کے صفر کی نشاندہی ہوتی ہے۔ حوض میں جو پارہ ہے اُس کے اوپر کی سطح کو اگر یہ نمایندہ ٹھیک چھولے تو حسب ہدایات مندرجہ ذیل پیمانہ کا نشان پڑھنے سے بارپیما کی بلندی معلوم ہوجانی چاہئے۔

مشق

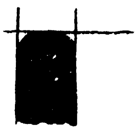
بارپیما کی بلندی صحت کے ساتھ پڑھنا۔

پارہ کی سطح کو نمایندہ کے لحاظ سے کس طرح درست کرنا چاہئے۔

پارے کے حوض کا پیندا ایک ملائم چمڑے کا ہوتا ہے جو ایک پیچ کے ذریعہ سے اونچا یا نیچا کیا جا سکتا ہے۔ پیچ بارپیما کے نیچے کے حصہ میں ہوتا ہے جب اس کو چکر دیتے ہیں تو حوض میں پارے کی سطح اوپر نیچے حرکت کرتی ہے اور نمایندہ سے اس کا ٹھیک تماس ہوسکتا ہے۔ پارے کی سطح پر روشنی کے انعکاس سے نمائندہ کا جو خیال بنتا ہے۔ اگر اس کے نقل و حرکت پر نظر جمائی جائے تو یہ تماس اعلیٰ درجہ کی صحت کے ساتھ عمل میں آسکیگا۔ پارے کی سطح جتنا اُوپر کو چڑھتی ہے اوتنا ہی نمائندہ اور اس کا خیال ایک دوسرے کے قریب پہنچتے جاتے ہیں اور ٹھیک تماس اسوقت ہوتا ہے جبکہ

نمائندہ اور اس کا خیال دونوں ایک دوسرے سے ٹھیک ملجاتے ہیں -

نلی میں پارہ کی سطح کا مقام پڑھنا | ایک متحرک نلی کے ساتھ ایک کسر پیما نصب ہے جس کی ته کو پہلے پارہ کی محدّب سطح کے اوپر صاف طور پر اٹھا لینا چاہئیے اور پھر اس کو احتیاط کے ساتھ نیچے اتارنا چاہئیے یہانتک کہ وہ پارے کے ساتھ ٹھیک مس کرتی ہوئی دکھائی دے - اختلاف منظر سے بچنے کے لئے آنکھ ہمیشہ ایسے مقام پر رہنی چاہئیے کہ کسر پیما کے نیچے والے کنارہ کا عقب کا حصہ اس کے سامنے کے حصہ سے منطبق رہے دیکھو شکل ۲۰، اس کے بعد آنکھ کو اوپر نیچے حرکت دیکر دیکھنا چاہئیے تاکہ اس کا یقین ہو جائے کہ وہ کسی مقام پر کیوں نہ ہو روشنی کا کوئی خط پارے کی سطح کے وسطی حصہ اور کسر پیما والی نلی کے مابین دکھائی نہیں دیتا - البتہ سطح محدّب ہونے سے بازؤں میں کچھ روشنی ضرور ہوگی - کسر پیما کی مشق میں اس کے استعمال کا جو طریقہ سمجھایا گیا ہے اس کے موافق اب کسر پیما کا نشان پڑھ لینا چاہئیے -



شکل ۲۰

چونکہ قبل از قبل اس کا انتظام کر لیا جاتا ہے کہ

پیمانہ کی وضع ہمیشہ عمودی رہے اس لئے پیمانہ اور اس کے کسر پیما پر جو نشان پڑھے جاتے ہیں اُن سے بار پیما کی بلندی معلوم ہو جاتی ہے لیکن اُن سے کرۂ ہوائی کا دباؤ ماخوذ کرنے سے پہلے چند اہم تصیحات کا عمل میں آنا ضروری ہے۔

پارہ اور پیمانہ کی تپش کے باعث تصیح

عام طور پر اس کا تصفیہ ہو چکا ہے کہ ہر حالت میں بار پیما کی بلندی کو محول کر کے اس کی قیمت اس خاص حالت میں نکالی جائے جبکہ پارہ اور پیمانہ کی تپش صفر درجۂ مئی ہو۔ اس غرض سے جدول بنائے گئے ہیں جن میں مشاہدہ سے بار پیما کی جو بلندی دریافت ہو اُس کی تصیح ہر ممکن تپش کے لحاظ سے درج ہوتی ہے تاکہ صفر درجۂ تپش کی صورت میں صحیح بلندی معلوم ہو سکے۔ اگر ایسے جدول مہیّا نہ ہوں تو ذیل کے ضابطہ سے یہ تصیح عمل میں آسکیگی۔

فرض کرو پیمانہ جس دھات سے بنا ہے اُس کے خطّی پھیلاؤ کی قدر ا ہے اگر پارہ کے کعبی پھیلاؤ کی قدر کو ک قرار دیا جائے تو بار پیما کی بلندی ھ (صفر درجہ مئی پر) ت درجہ مئی تپش کی حالت میں ھ ہو جائیگی۔ جہاں

$$ھ = \frac{ھ(۱ - ک ت)}{۱ + ا ت}$$

پس ھ = ھَ {۱ - ت (ک - ۱)} تقریباً - یعنے مشاہدہ سے جو بلندی ھَ دریافت ہوئی ہو اس میں تصحیح بہ قدر (ک - ۱) ھَ ت کی ضرورت ہے - اگر پیمانہ پیتل کا ہو تو (ک - ۱) کی قیمت ۰۰۰۱۶۳ر۰ لیجا سکتی ہے - جب تپش ت صفر درجہ مئی سے اوپر ہو تو تصحیح کی علامت منفی ہوگی اور بلندی کی مصححہ قیمت ھ مشاہدہ کی قیمت ھَ سے کم ہوگی - اکثر مشاہدوں میں بارپیما کی بلندی ۱ر۰ ملی میٹر تک ہی معلوم کرنا کافی ہوگا -

پس تصحیح بالا (دیکھو صفحہ ۱۹ فصل دوم) شکل مندرجہ ذیل میں لکھی جاسکتی ہے:-

ـ[۲۹۳ر + ۱۴۱ ۰۰ر (ھَ - ۷۶) + ۰۱۱۷ر (ت - ۲۵)]

جہاں ھَ سے مراد بارپیما کی بلندی ہے جو مشاہدہ سے سنتی میتر میں دریافت ہوئی ہو اور تصحیح بھی سنتی میتر ہی میں بتائی گئی ہے - جملہ کی دوسری اور تیسری رقموں کی قیمتیں چھوٹی ہونگی اور ضروری درجہ صحت تک بآسانی شمار ہوسکینگی -

بارپیما پر جو تپش پیما نصب ہے اس پر پارہ کی تپش دیکھ لینی چاہئے - سرد مقام میں طالب علم کو اس کا بھی لحاظ رہے کہ بارپیما کے صفر کو ٹھیک کرتے وقت وہ اس کے اس قدر قریب نہ جائے یا اس کے پاس اتنی دیر تک نہ ٹھیرا رہے کہ جسم انسان کی حرارت سے

آلہ کے قرب و جوار کی ہوا کی تپش میں اضافہ ہوکر ایک غیر معلوم سہو پیدا ہو جائے۔

تصحیح متعلق جاذبہ ارض مختلف مقامات پر مشاہدہ سے بارپیاؤں کی جو بلندیاں دریافت ہوتی ہیں انکی باہمی نسبتیں ان مقامات پر کے کرۂ ہوائی کی کامل صحیح نسبتیں نہیں ہوتیں۔ اس وجہ سے کہ ان بلندیوں کی قیمتیں جاذبہ ارض کی قیمتوں پر منحصر ہوتی ہیں اور وہ مختلف مقامات پر جداگانہ ہوتی ہیں۔ چنانچہ ایک ہی 'طبعی' ہوائی دباؤ سے خط استوا پر بار پیما کی بلندی قطب پر کی بلندی سے تقریباً ۴ ملی میٹر زیادہ ہوگی کیونکہ جاذبہ ارض کی قیمت خط استوا پر بمقابلہ قطب کے ۰.۵ فیصد کم ہے۔ سطح بحر سے مقام تجربہ اگر بلند ہو تو اس ارتفاع سے بھی جاذبہ ارض کی قیمت میں فرق آتا ہے۔ اس غرض سے کہ مختلف جگہوں پر بارپیما کی جو بلندیاں پڑھی جاتی ہیں اُنکا ایک دُوسرے سے راست مقابلہ ہوسکے اِن بلندیوں کو محول کرکے اُن کی قیمتیں اُس فرضی حالت میں نکالی جاتی ہیں جبکہ اُن مقامات پر جاذبہ ارض کی قیمت وہی ہو جو سطح بحر پر ۴۵ درجہ عرض بلد والے مقاموں پر ہوتی ہے لندن میں بارپیما کی طبعی بلندی پر اس تصحیح کی قیمت ۰.۰۴۴+ سنتی میٹر ہے۔ منچسٹر میں ۰.۰۵۷+ سنتی میٹر اور حیدرآباد میں ۰.۱۷۶ سنتی میٹر۔

تصحیح متعلق جذب شعری وغیرہ

واضح ہو کہ نلی کا قطر حوض کے قطر سے چھوٹا ہوتا ہے اور پارے کی سطح محدب اس لئے پارہ کی بلندی میں کچھ خطا واقع ہوتی ہے کیونکہ پارے کی آزاد سطح کے ٹھیک اندر جو دباؤ ہوگا وہ کرۂ ہوائی کے دباؤ سے کسیقدر زیادہ ہوگا۔ اس خطا سے بچنے کے لئے جس تصحیح کی ضرورت ہوگی اس کی صحیح قیمت معلوم کرنے کے لئے کئی امور کا لحاظ کرنا ہوگا۔ جو باربیما نہایت باریک کاموں کے لئے بنائے جاتے ہیں انکی نلی اس قدر کشادہ ہوتی ہے کہ پارے کی بلندی پر جذب شعری کا اثر ہمیشہ نہایت قلیل و ناقابل لحاظ ہوتا ہے۔ جب کبھی ممکن ہو باربیما کا مقابلہ کسی ایسے سٹینڈرڈ (راسخ) باربیما سے کیا جائے جو جذب شعری کی تصحیح کا محتاج نہ ہو۔ عملاً پیمانہ کی درجہ بندی کی خطائیں جذب شعری والے خطاؤں کی بہ نسبت زیادہ اہم ہوتی ہیں اس لئے خاص طور پر ان کو پہلے دریافت کرلینا چاہئے۔

ذیل میں جس باربیما کی کیفیت درج ہے اس کا مقابلہ کیو کے سٹینڈرڈ باربیما سے کیا گیا تو اس کے میتر دالے پیمانے میں ۰۱۰ر۔ سنتی میتر کی تصحیح کی ضرورت پائی گئی اور انگریزی پیمانے میں ۰۰۱ر۰۔ انچ کی۔ ان تصیحات میں جذب شعری اور پیمانوں کی خطاؤں کی تصحیح دونوں شامل

ہیں - اپنے بارپیما کے متعلق بھی مشاہدات اس طرح لکھو جیسا کہ نیچے بتایا گیا ہے:—

بارپیما کی بلندی جو مشاہدہ سے معلوم ہوئی				۷۶۵٫۲۲۵ سنتی میتر
اسکے ساتھ کے تپش پیما پر تپش ۱۷٫۳ درجۂ مئی پڑھی گئی				
تصحیح متعلق عرض بلد (بمقام منچسٹر)	+۰٫۰۵۷ سنتی میتر			
جذب شعری اور پیمانہ کی تصحیح		-۰٫۰۱۰ سنتی میتر		
تپش کی وجہ سے جو خطا واقع ہوئی اسکی تصحیح بقدر- (۱۷٫۳)(۷۶۵٫۲)(۰٫۰۰۰۱۶۳)-		-۰٫۲۱۳ سنتی میتر		
میزان تصحیحات	+۰٫۰۵۷ سنتی میتر	-۰٫۲۲۳ سنتی میتر		-۰٫۱۶۶ سنتی میتر
پس محولہ بارپیما کی بلندی				= ۷۶۵٫۰۷ سنتی میتر ہوئی

آخری قیمت اعشاریہ کے صرف دو ہندسوں تک اِس لئے بتائی گئی کہ تصحیحات مصرحہ بالا سے صرف اُسی درجہ کی صحت مقصود تھی -

فصل سیزدہم

لچک

ایک ربڑ کے بند کے متعلق ینگ کا معیار دریافت کرنا

ضروری سامان | ربر کا بند لکڑی کے سنتی میٹر نشان والے پیمانے اور دو شیشے کے ملی میٹر نشان کے پیمانے - کچھ باٹین اور ایک سرل چاپ -

جب کسی جسم کی شکل یا حجم میں تغیّر واقع ہوتا ہے تو ہم کھینگے اس میں "بگاڑ" واقع ہوا - اور اس "بگاڑ" یا تبدیل صورت کا نام "بگاڑ" ہوگا - "بگاڑ" علی العموم اجسام کی سطحوں پر قوتوں کے عمل سے پیدا ہوتے ہیں - ایسی حالت میں جسم کے متصل حصوں پر اندرونی قوتیں عمل کرتی ہیں اور اس کی وجہ سے جسم کے اندرونی حصے "بگاڑ" کی حالت اختیار کرتے ہیں - ان اندرونی قوتوں کو ہم "زور" کھینگے - کسی نقطہ پر کا زور حاصل قوت فی اکائی

سطح سے ناپا جائیگا پس اس لحاظ سے اگر قوت کی اِکائی سطح کی اِکائی پر یکساں عمل کرے تو زور کی اِکائی ہوگی۔

زور اور اُن کے عمل سے جو بگاڑ پیدا ہوتے ہیں اُن کا باہمی تعلق جو کلیہ ہوک کے نام سے مشہور ہے اس عبارت میں ادا ہوتا ہے:۔ زور اور اُس سے جو بگاڑ ہوتا ہے دونوں آپس میں متناسب ہیں"۔ کلیہ بالا کی کامل صحت کم مقدار کے زوروں تک ہی محدود ہے۔ تاہم لچک کے حدود کے اندر جو کوئی بگاڑ یا تبدیل صورت پیدا ہوں اِن پر بھی وہ کافی صحت کے ساتھ حاوی ہوتا ہے۔ یعنے جب تک زور اتنے بڑھے نہ ہوں کہ جسم میں مستقل بگاڑ پیدا ہوجائے یہ کلیہ درست آتا ہے۔

اگر ایک تار کو جو عمودوار لٹکایا گیا ہو وزن باندھ کر لمبا کیا جائے تو اس کے طول میں فی اِکائی طول جو زیادتی پیدا ہوگی اس سے تار کا بگاڑ ناپا جائیگا۔ اور جو قوت فی اِکائی تراش عمودی عامل ہوگی اس سے زور ناپا جائیگا۔ فرض کرو تار کا طول پہلے ل تھا اور اس کو لمبا کرنے سے اس کا طول اب ل + ط ہوا تو طول کا بگاڑ $\frac{ط}{ل}$ ہوگا۔ اگر قوت ق لگائی گئی اور تار کی تراش عمودی س ہو تو $\frac{ق}{س}$ زور ہوگا۔

چونکہ "بگاڑ" دو طول کے تناسب سے ناپا جاتا ہے

"بگاڑ" کی عددی قیمت طول کی اِکائی کے غیر تابع ہوگی۔
لیکن زور کی عددی قیمت قوت کی اِکائی اور سطح کی اِکائی دونوں پر بالاشتراک موقوف ہے۔ قوت کی اِکائی طول کی اِکائی کے لحاظ سے راست طور پر بدلتی ہے لیکن سطح کی اِکائی طول کی اِکائی کے مربع کے لحاظ سے۔ پس زور کی اِکائی طول کی اِکائی کے بالعکس بدلیگی۔

ہوک کے کلیہ سے $\frac{ق}{س}$ کو $\frac{ط}{ل}$ سے مستقل تناسب ہے۔ یعنے

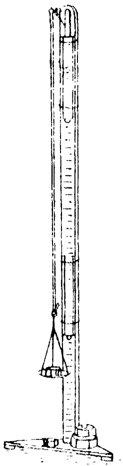
$$\frac{ق}{س} = م \frac{ط}{ل}$$

جہاں م ایک مستقل عدد ہے جو ینگ کا معیار کہلاتا ہے۔ اس مساوات میں فرض کر لیا گیا ہے کہ ط کی مقدار بمقابلہ ل کے بہت کم ہے۔

جو مشق ذیل میں بیان کی جاتی ہے اس سے یہ بتانا مقصود ہے کہ کسی تار پر عملی تجربہ کرکے ہوک کا کلیہ کیونکر ثابت کیا جا سکتا ہے۔ چونکہ فلزات کے تار کا طول اس قدر کم بڑھتا ہے کہ اس کے ناپنے کیلئے خردبین کی ضرورت ہوتی ہے اِس لئے ہم اس تجربہ میں ایک ربڑ کا بند استعمال کرینگے جس کے طول میں بآسانی معتدبہ اضافہ ہوسکتا ہے۔ ایسی صورت میں ہوک کا کلیہ کامل صحت کے ساتھ عائد ہونے کی توقع

نہیں کیجا سکتی تاہم اس مشق سے اتنا تو ضرور معلوم ہوجائیگا کہ اِس کلیہ کی عام طور پر نوعیت کیا ہے۔

ایک ربڑ کا بند تقریباً ۵۰ سنتی میتر لمبا دیا جاتا ہے جو ایک مناسب سہارے سے باندھ دیا جا سکتا ہے (شکل ۲۱) بند کے نیچے کے سرے سے ایک پلڑا لٹکایا جاتا ہے اور بند میں دو پن چبھوئے جاتے ہیں اِس طرح سے کہ اُنکی نوکیں ذرا ذرا سی ایک طرف کو نکل آتی ہیں۔ پن کے دوسرے سرے قطع کردئے جاتے ہیں۔ پن کے جو نوک باہر کو نکل آتے ہیں ان کے درمیانی



شکل ۲۱

فاصلہ کو (سہولت کے لحاظ سے یہ فاصلہ تقریباً ۴۰ سنتی میتر لیا جا سکتا ہے) ہم پلڑے میں وزن بدل بدل کر رکھ کر بڑھائینگے اور ناپ کر دیکھینگے۔ اِس فاصلہ کو کافی صحت کے ساتھ ناپنے کے لئے سہارے سے دو ملی میتر والے پیمانے نصب کئے جاتے ہیں ایک ایک پن کے عقب میں ایک ایک پیمانہ آئینہ دار شیشہ پر کندہ ہے۔ دونوں آئینوں پر سے چاندی کا کچھ حصہ

چھیل دیا گیا ہے تاکہ سہارے پر کے سنتی میتر کے نشان صاف دکھائی دیں۔ ان آئینہ دار پیمانوں پر کے سنتی میتر کے نشانوں کو سہارے کے سنتی میتر کے نشانون سے منطبق کیا جاتا ہے۔

پنوں کے مقام پیمانوں پر پڑھ لئے جاتے ہیں۔ آئینوں کی وجہ سے اختلاف منظر کی خطا نہیں ہونے پاتی۔ اگر پیمانے ایسے جمائے جائیں کہ پن ٹھیک نشانوں کے کناروں پر حرکت کریں تو کام میں بہت آسانی ہوگی۔

پلڑے میں جو وزن رکھا جاتا ہے اسکو بتدریج ۵۰، ۵۰ گرام کے اضافہ سے بڑھا کر ۲۵۰ گرام تک لانا چاہیے پھر اسی طرح بتدریج گھٹا کر صفر تک لیجانا چاہئے۔ تجربہ کا نتیجہ جیسا نیچے بتایا گیا ہے لکھا جائے:-

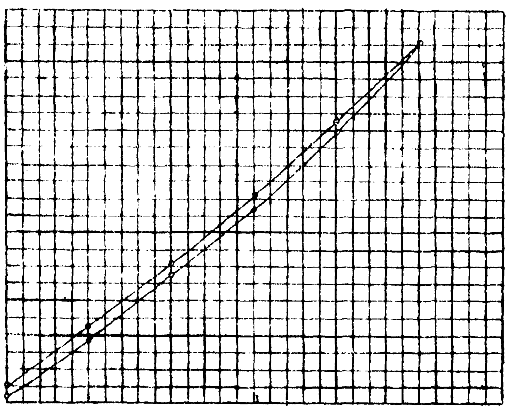
ربڑ کا بند نشان (　　) قطر ۲٫۴۴ سنتی میتر

وزن	اوپر والے پن کا نشان	نیچے والے پن کا نشان	پنوں کا درمیانی فاصلہ	ت
پلڑا صرف	۱۲٫۶۵	۵۵٫۸۴	۴۳٫۱۹	
پلڑا + ۵۰ گرام	۱۲٫۹۴	۵۷٫۸۸	۴۴٫۹۴	۱٫۷۵
〃 + ۱۰۰ گرام	۱۳٫۲۸	۵۹٫۹۸	۴۶٫۷۰	۱٫۷۶
〃 + ۱۵۰ گرام	۱۳٫۶۶	۶۲٫۴۲	۴۸٫۷۶	۲٫۰۶
〃 + ۲۰۰ گرام	۱۴٫۰۴	۶۵٫۰۲	۵۰٫۹۸	۲٫۲۲
〃 + ۲۵۰ گرام	۱۴٫۵۶	۶۸٫۰۹	۵۳٫۵۳	۲٫۵۵
〃 + ۲۰۰ گرام	۱۴٫۱۷	۶۵٫۴۰	۵۱٫۲۳	۲٫۳۰
〃 + ۱۵۰ گرام	۱۳٫۷۶	۶۲٫۸۶	۴۹٫۱۰	۲٫۱۳
〃 + ۱۰۰ گرام	۱۳٫۳۹	۶۰٫۴۵	۴۷٫۰۶	۲٫۰۴
〃 + ۵۰ گرام	۱۳٫۰۳	۵۸٫۲۹	۴۵٫۲۶	۱٫۸۰
پلڑا صرف	۱۲٫۷۲	۵۶٫۲۴	۴۳٫۵۲	۱٫۷۴

خانہ ف کا ہر ایک عدد اُس کے بازو کے خانہ کے اوپر اور نیچے والے عددوں کا تفاوت ہے معاینہ سے معلوم ہوگا کہ وزن کی مساوی زیادتی سے بند کے طول پر یکساں اثر نہیں پڑتا ہے بلکہ جوں جوں پلڑے کا مجموعی وزن بڑھتا جاتا ہے وزن کی مساوی بیشی سے بند کے طول کی بیشی میں بتدریج اضافہ ہوتے جاتا ہے چنانچہ سب سے پہلے جو ۵۰ گرام پلڑے میں رکھے گئے تو اُن سے طول میں صرف ۱،۷۵ سنتی میتر کی زیادتی واقع ہوئی لیکن جب مجموعی وزن ۲۰۰ گرام سے ۲۵۰ گرام کرنے کے لئے جو ۵۰ گرام پلڑے میں رکھے گئے تو اُن سے بند کے طول میں ۲،۵۵ سنتی میتر کی زیادتی پیدا ہوئی ۔ اوپر کے جدول کے آخری خانہ کے معائنہ سے ایک اور اہم بات کا انکشاف ہوتا ہے وہ یہ کہ ایک ہی مجموعی وزن کے اثر سے بند کا طول جبکہ پلڑے میں سے وزن اتار لئے جا رہے تھے کیقدر زیادہ تھا بہ نسبت اس کے طول کے جبکہ پلڑے میں وزن بڑھائے جارہے تھے ۔ پلڑے میں سے جب سارے وزن نکال لئے جاتے ہیں تو بند کے طول میں مستقل اضافہ پایا جاتا ہے ۔ پس اس سے واضح ہے کہ بند کی لچک پر اس کے سابقہ حالات کا بھی ضرور اثر پڑتا ہے ۔

نتیجہ ترسیمی طریق پر ظاہر کرو | جیسا کہ فصل سوم میں بیان ہوا ہے

اگر مشاہدات کو ترسیمی طریقہ پر قلمبند کیا جائے تو دیکھنے میں لچک کے تجربوں کا نتیجہ زیادہ واضح معلوم ہوگا۔ اُفقی فاصلوں سے پلڑے کے اوزان کی تعبیر ہوسکتی ہے اور عمودی فاصلوں کے ذریعہ پنوں کے درمیان بند کا جو طول سنتی میتر میں ہو ایک مقررہ طول سے اسکی افزونی مراد لی جاسکتی ہے۔ بلحاظ کفایت و سہولت یہ مقررہ طول بند کا جو اقل طول اس تجربہ میں ناپا گیا ہو اُس سے کسیقدر چھوٹا ہوگا۔ اگر طالب علم کی مشقی بیاض میں مربع کے ضلعے ایک ایک سنتی میتر کے ہوں تو عمودی محور پر مربع کے ضلع سے ۵ر یا ۱ سنتی میتر طول کی زیادتی قرار دینا مناسب ہوگا اور افقی محور پر دس یا بیس گرام وزن



شکل ۲۲

دیکھو (شکل ۲۲) مشاہدات کے نقطوں پر سے جو خط کھینچے

گئے ہیں کسی قدر خمیدہ ہیں جس سے ظاہر ہے کہ ہوک کا کلیہ پورا درست نہیں آیا ہے۔

تاہم پلڑے میں کم وزن رکھ کر ربڑ کے لئے ینگ کے معیار کی تقریبی قیمت دریافت ہوسکتی ہے۔ اگر بند کا نصف قطر ط ہو تو اس کے تراشِ عمودی کی سطح ${\pi}$ ط^2 ہوگی۔ چونکہ وزن میں ۵۰ گرام اضافہ کرنے سے بند کا طول ۱۹٫۴۳ سے ۹۴٫۴۴ سنتی میتر ہوا اس لئے "بگاڑ" کی

ناپ $\frac{۱٫۷۵}{۴۳٫۱۹}$ = ۰٫۴۰۳ ہوئی۔ جس زور کے

باعث یہ "بگار" واقع ہوا $\frac{۵۰}{\pi ط^2}$ گرام وزن

فی مربع سنتی میتر کے برابر ہے۔ ناپنے سے قطر ۲٫۴ سنتی میتر دریافت ہوا

پس زور کی قیمت = $\frac{۵۰}{\pi (۲۱٫)^۲}$ = ۳۶۳ گرام

وزن فی مربع سنتی میتر یعنے ۳۶۳ × ۹۸۱ ڈائیں

فی مربع سنتی میتر۔ اِس لئے ینگ کا معیار $\frac{۹۸۱ \times ۳۶۳}{۰٫۰۴۰۳}$ یا

یا ۹۰۰۰ × ۹۸۱ یعنے ۸۸۳۰۰۰۰ ڈائیں فی مربع سنتی میتر ہوا۔ بند کا قطر پیچدار پیمانے سے ناپنا چاہئے۔

حسابی عمل یوں بتانا مناسب ہوگا:—

ربڑ نشان (   )

بند کا طول جبکہ پلڑا معہ ۵۰ گرام آویزاں تھا ۴۴٫۹۴ سم

〃 〃 〃 〃 صرف پلڑا آویزان تھا ۴۳٫۱۹ سم

۵۰ گرام کے وزن سے طول میں اضافہ ۱٫۷۵ سم

∴ بگاڑ = $\frac{۱٫۷۵}{۴۳٫۱۹}$ = ٫۰۴۰۳

بند کا نصف قطر = $\frac{٫۴۲}{۲}$ = ٫۲۱ سم

∴ تراش عمودی کی سطح = π ط^{۲} = ٫۱۳۸ مربع سم

زور = $\frac{۵۰}{٫۱۳۸}$ = ۳۶۳ گرام وزن فی مربع سم

∴ ینگ کا معیار = $\frac{\text{زور}}{\text{بگاڑ}}$ = ۹۰۰۰ گرام وزن فی مربع سم

= ۹۰۰۰ × ۹۸۱ ڈائین فی مربع سم

= ۸۸۳۰۰۰۰ ڈائین فی مربع سم

چھت سے دو باریک تار لٹکا کر یہی تجربہ دوہرایا جائے۔ جس تار پر کسر پیما نصب ہے اس کے پلڑے میں وزن رکھا جائے۔

فصل چہارم

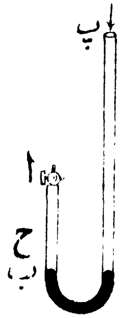
بائل کا کلیہ

ضروری آلات ۔ ایک شیشے کی نلی جو ایک طرف سے بند ہو۔ اسی قطر کی ایک دوسری شیشے کی نلی جو دونوں طرف سے کھلی ہو اور پہلی نلی سے ایک موٹی ربڑ کی نلی کے ذریعہ موصل ہو۔ دونوں شیشہ کی نلیاں ایک عمودی درجہ دار پیمانہ پر اوپر نیچے حرکت کرنیکے قابل ہوں

تعریف رابرٹ بائل کے نام سے جو کلیہ مشہور ہے سنہ ۱۶۶۲ء میں شایع ہوا تھا۔ اس کا مفہوم اِس مضمون سے ادا ہوتا ہے:۔ مستقل تپش کی حالت میں گاس کے ایک معین کمیت مادہ کا حجم اس کے دباؤ کے عکسی تناسب کے لحاظ سے بدلتا ہے۔

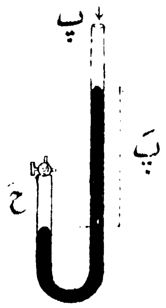
خمدار نلی ۲ ب (دیکھو شکل ۲۳) کے چھوٹے پہلو میں پارہ کے اوپر کچھ ہوا بند کی گئی ہے۔ جب ۲ کے پاس کی ٹونٹی کھولدی جاتی ہے تو پارہ کی سطح دونوں

نلیوں میں ایک ہو جاتی ہے۔



شکل ۲۳

اب ٹونٹی کو بند کر دو - ایک معین کمیت مادہ کی ہوا جس کا حجم ہم حَ فرض کرینگے - ا ب نلی میں کرۂ ہوائی کے دباؤ کی حالت میں (یعنے تجربہ کے وقت بار پیما کے پارہ کی جو بلندی بالفرض پ سنتی میٹر ہوگی اس کے دباؤ کی حالت میں) باہر کی ہوا سے علٰحدہ ہوکر بند کی گئی ہے۔



شکل ۲۴

اگر نلی کے لمبے پہلو میں اور پارہ ڈالا جائے یہاں تک کہ دونوں نلیوں کے پارہ کی سطحوں میں (دیکھو شکل ۲۴) پَ سنتی میٹر کا تفاوت پیدا ہو تو محبوس ہوا پر اب (پ + پَ) کا دباؤ پڑیگا اور ا ب نلی میں اس کا حجم گھٹ جائیگا۔ فرض کرو اب حجم حَ ہے تو بلحاظ کلیۂ بائل

$$\frac{\text{ح}}{\text{حَ}} = \frac{\text{پ} + \text{پَ}}{\text{پ}}$$

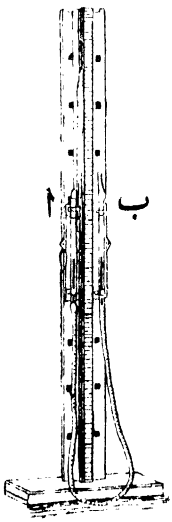
یا ح پ = حَ (پ + پَ)

جس کے یہ معنی ہیں کہ اگر تپش نہ بدلے تو ایک معیّن کمیت مادہ کے گاس کا حجم اور اس کے دباؤ کا حاصل ضرب ہمیشہ مستقل رہتا ہے چاہے ان دونوں میں سے کسی ایک (حجم یا دباؤ) میں کوئی بھی تغیر عمل میں آے۔

مشق

کلیہ بائل کو عملی تجربہ سے ثابت کرنا۔

واضح ہے کہ اِس تجربہ کے لئے ایک ایسے آلہ کی ضرورت ہوگی جس کے ذریعہ ایک گاس پر دباو حسب منشا بڑھایا گھٹایا جاسکے۔ ایک مڑی ہوئی نلی جیسے شکل ۲۴ میں بتائی گئی ہے کام دیسکے گی لیکن چونکہ روک ڈاٹ کا ہوا بند رکھنا نہایت مشکل امر ہے نلی کا سرا آ ہمیشہ کیلئے بند کردینا ہی بہتر ہوگا شکل نمبر ۲۵ میں جو آلہ بتایا گیا ہے اِس کلیہ کے ثابت کرنے میں زیادہ مفید ہوگا۔



شکل ۲۵

آ ایک بند (یعنے صرف ایک جانب سے بند) شیشے کی نلی ہے جو ربڑ کی موٹی نلی کے ذریعہ سے ایک شیشے کی کھلی نلی ب کے ساتھ موصل ہے شیشہ کی نلیوں کے مابین ایک عمودی ملی میٹر کا پیمانہ

ہے جو ایک سہارے کے ذریعہ کھڑا ہے اور جس کے نشانات سے ان نلیوں کے پارہ کی سطحوں کے تفاوت پڑھ لئے جا سکتے ہیں - آ اور ب دو تختوں میں جما دئے گئے ہیں جن کو سہارے کے مختلف سوراخوں سے حسب ضرورت آنکڑا (ہوک) لگا کر لٹکا سکتے ہیں - جب تختوں کو اوپر اٹھانا مقصود ہوتا ہے تو اُن کو اوپر والے سوراخوں سے آویزاں کرتے ہیں اور جب نیچے اتارنا مقصود ہو تو نیچے والے سوراخوں سے - اس طریق عمل سے بند نلی کی ہوا پر دباؤ بڑھایا گھٹایا جا سکیگا - بند نلی کے تختہ پر ایک تپش پیما نصب ہے جو ہوا کی تپش بتاتا ہے - سہولت کی غرض سے ہم فرض کر لینگے کہ اب نلی میں کی ہوا کی تپش بھی وہی ہوگی - تختہ جس پر ا نلی نصب ہے ہٹاتے وقت سرد مقام یا موسم میں اس کی احتیاط رہے کہ نلی سے ہاتھ لگنے نہ پائے ورنہ اس کی ہوا گرم ہو جائیگی -

تجربہ شروع کرنے سے پہلے بار پیما پڑھ لیا جائے۔

آ اور ب نلیون کو سہارے کے بیچ کے حصہ پر جماؤ جیسا کہ شکل میں بتایا گیا ہے - دئے ہوئے T سکوائر سے پہلے بند نلی ا کے اوپر والے سرے کا اندرونی مقام پڑھو - پھر اسی نلی میں

پارہ کی سطح پڑھو اور اس کے بعد کھلی نلی ب میں پارہ کی سطح دیکھ لو۔ ہر صورت میں جیسا کہ شکل ۲۰ میں بتایا گیا ہے محدّب سطح کا سب سے اونچا مقام پڑھا جانا چاہئے ا نلی کی نالی کی چوڑائی کافی یکساں تصور ہو سکتی ہے اور اس لحاظ سے پہلے دو مقاموں کے نشانوں میں جو تفاوت پڑھا جائیگا اس کو اس نلی کے اندر کی بند ہوا کے حجم کا متناسب سمجھ سکتے ہیں۔ تختہ ۲ سے جو تپش پیما نصب ہے پڑھ لیا جائے۔

اب جو تختہ کھلی نلی ب کو سنبھالے ہوے ہے اسکے قریب ترین سوراخ سے جو اوپر کے سلسلہ میں واقع ہے آویزاں کیا جائے۔ اور پہلے کی طرح پارہ کی سطح وغیرہ کے نشان پڑھ لئے جائیں۔ نلی ب کو ایسا ہی ایک مقام سے دوسرے اسکے اوپر والے مقام پر چڑھاتے ہوئے سب سے اونچے مقام تک پہنچا دیا جائے۔ اور ہر مقام کے ضروری نشانات بھی پڑھ لئے جائیں۔ بند نلی ا میں جو ہوا محبوس ہے اسکے دباؤ میں مزید بیشی پیدا کرنے کے لئے ا کو بتدریج نیچے اتارا جاے (ضروری نشانات کا معاینہ کرتے ہوئے) یہاں تک کہ وہ سب سے نیچے کے مقام تک آجائے۔ بعد ازاں اسکو اور نلی ب کو سہارے کے مقام وسط پر لیجاکر مکرر نشان پڑھ لئے جائیں اور پھر ب کو نیچے اتارا جائے تاکہ ا کی ہوا کا حجم دباؤ کے گھٹاؤ کی صورت میں معلوم ہوتا جائے۔ ب کو بتدریج سب سے نیچے والے مقام تک اتارا جائے اور پھر

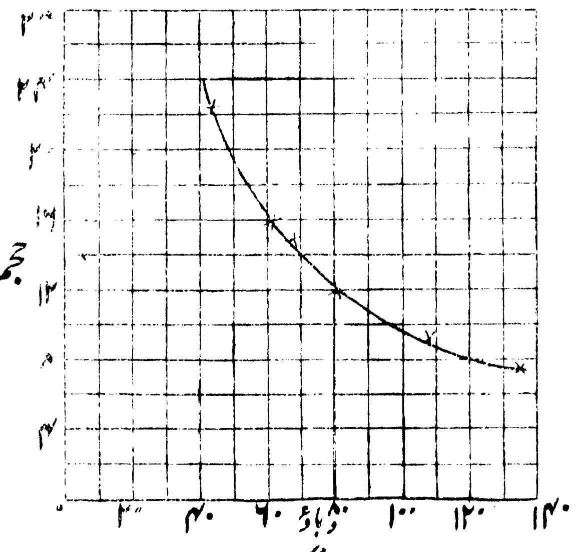
نلی ا کو اوپر چڑھایا جائے یہاں تک کہ وہ ایسے مقام پر آجائے کہ اگر اسکو اس سے زیادہ اونچا کرنے کی کوشش کیجائے تو نلی بؔ میں سے پارہ بہ جانے کا اندیشہ ہو۔ پھر آ اور بؔ دونوں کو اپنے سابق مقام یعنے سہارے کے مقام وسط پر لیجاکر نشان دیکھ لئے جائیں۔

نیتجہ حسب ذیل طریقہ پر لکھا اور شمار کیا جائے۔

آلہ نشان (   ) بارپیما کی بلندی = ۷۵٫۲۶ سنتی میتر

بند نلی: اوپر کا نشان سنتی میتر میں	بند نلی: پارہ کی سطح کا نشان سنتی میتر میں	کھلی نلی پارہ کی سطح کا نشان سنتی میتر میں	تپش درجہ مئی	ہوا کا حجم	دباؤ کا تفاوت یعنے کھلی اور بند نلیوں میں پارہ کی سطح کا تفاوت	مجموعی دباؤ سنتی میتر میں	دباؤ اور حجم کا حاصل ضرب
۶۱٫۸۹	۴۹٫۹۱	۵۶٫۹۷	۱۹٫۶	۱۱٫۹۸	۷٫۰۶	۸۲٫۳۲	۹۸۵
۶۱٫۸۹	۵۱٫۰۰	۶۵٫۷۰	۱۹٫۷	۱۰٫۸۹	۱۴٫۷۰	۸۹٫۹۶	۹۸۰
۶۱٫۸۹	۵۱٫۹۵	۷۴٫۵۵	۱۹٫۸	۹٫۹۴	۲۲٫۶۳	۹۷٫۸۶	۹۷۳
۶۱٫۸۹	۵۲٫۶۵	۸۳٫۵۵	۱۹٫۹	۹٫۲۴	۳۰٫۹۰	۱۰۶٫۱۶	۹۸۰
۵۱٫۹۰							
۴۱٫۸۹							
۳۱٫۹۱	۲۴٫۵۵	۸۱٫۱۶	۲۰٫۲	۷٫۳۶	۵۶٫۶۱	۱۳۱٫۸۷	۹۷۲
۴۱٫۹۰							
۵۱٫۹۰							
۶۱٫۸۹	وغیرہ						
۶۱٫۸۹	۴۹٫۹۲	۵۶٫۹۸	۲۰٫۹	۱۱٫۹۷	۷٫۰۶	۸۲٫۳۲	۹۸۴
۶۱٫۸۹	۴۳٫۷۴	۴۰٫۲۵	۲۰٫۹	۱۴٫۴۶	-۷٫۱۸-	۶۸٫۰۸	۹۸۳
۶۱٫۸۹	۴۵٫۹۰	۳۲٫۱۰	۲۱٫۰	۱۵٫۹۹	+۱۳٫۸۰-	۶۱٫۴۶	۹۸۳
۸۱٫۸۷	۵۹٫۴۹	۲۸٫۵۷		۲۲٫۳۸	-۳۰٫۹۸-	۴۴٫۴۸	۹۸۹
۶۱٫۸۹	وغیرہ ۴۹٫۹۱	۵۶٫۹۷	۲۱٫۲	۱۱٫۹۸	۷٫۰۶	۸۲٫۳۲	۹۸۵

اِن اعداد سے ظاہر ہے کہ مشاہدہ کی خطا کی وجہ سے تجربہ کے نتائج بحدّ یک فیصد مشکوک ہیں - اس کا باعث غالباً ہوا کا حجم صحت کے ساتھ ناپنے کی دشواری ہے۔ اپنی مشقی بیاض میں بائیں جانب سے سیدھے جانب مناسب پیمانہ پر خطوط کھینچکر دباؤ بتاؤ اور ان پر عمود دار خطوط (یعنے اوپر سے نیچے کی طرف) کھینچکر ہوا کا حجم ظاہر کرو - اس سے جو نقطے پیدا ہونگے وہ مجوزہ پیمانہ پر ہوا کے حجم اور اس کے دباؤ میں (جو مشاہدات سے معلوم ہوئے ہیں) باہمی تعلق بتائینگے - ان نقطوں پر سے جو منحنی گزریگا وہ قائم ہذلولی (یا قائم قطع زائد) ہوگا -



شکل (۲۶)

کرہ ہوائی کے دباؤ سے قریب ترین دباؤ کی صورت

ہیں جو دو مشاہدے ہوئے ہیں اُنسے ہوا کی لچک کی تقریبی قیمت (اُس دباؤ کی حالت میں) دریافت کی جائے۔ چونکہ لچک سے مراد $\frac{\text{زور}}{\text{بگاڑ}}$ ہے اور اس موقعہ پر زور = دباؤ کی بیشی اور بگاڑ = حجم کی کسری تخفیف

اس لئے لچک = $\frac{\text{دباؤ کی بیشی}}{\text{حجم کی کسری تخفیف}}$

$= \frac{۹۸۱۰۸۰ - ۸۲٫۳۲}{\frac{۱۱٫۹۷ - ۱۴٫۴۹}{۱۴٫۴۶}} = \frac{۱۴٫۲۴}{\frac{۲٫۴۹}{۱۴٫۴۶}} =$ ۸۲ پارے کے سنتی میتر

= ۱۰۹۰۰۰۰ ڈائین فی مربع سنتی میتر (کیونکہ پارے کے ۷۵ سنتی میتر کا دباؤ مساوی ہے دس لاکھ ڈائین فی مربع سنتی میتر کے)

[ہدایت منجانب مترجم۔ واضح ہو کہ اِس حساب میں ۱۴٫۴۶ یا ۱۱٫۹۷ جو اعداد لئے گئے ہیں وہ حقیقت میں ہوا کا حجم نہیں بتاتے ہیں۔ حجم اِن عددوں کو نلی کی تراش عمودی سے ضرب دینے سے حاصل ہوگا۔ یہاں حجم کی کسری تخفیف درکار ہے اِس لئے نلی کی تراش عمودی شمار کنندہ اور نسب نما دونوں میں ایک ہی حیثیت سے داخل ہوگی اِسلئے اس حساب میں اُس کو دونوں سے خارج کردیا گیا ہے۔]

اغلاط نامہ

صفحہ	سطر	بجاے	پڑھا جاے
۱	۸	طبعیات	طبیعیات
۹	۱۵	طبعیات	طبیعیات
۱۰	۱۶	نوٹ۔ پہلے خط کی ضرورت نہیں۔	
۱۱	۱	کی	کے
۱۶	۲	نوٹ۔ الفاظ "ہے" اور "اُس" کے درمیان ایک خط چاہئے۔	
۷۳	۱۰	$و^{۲}$	$و_{۲}$
۷۶	۵	(نقل نوعی	(نقل نوعی)
۸۳	۳	طبعیات	طبیعیات
۹۱	۱۲	سینڈرڈ	سٹینڈرڈ
〃	۱۸	ایضاً	ایضاً
۹۲	۵	+ ء۰۵۷	ء۰۵۷ +
〃	۶	- ء۰۱۰	ء۰۱۰ -
〃	۸	(ء۰۰۰۱۶۳)(۷۵ء۲)(۱۷ء۳)	(ء۰۰۰۱۶۳)(۷۵ء۲)(۱۷ء۳) -
〃	〃	- ء۲۱۳	ء۲۱۳ -
〃	۹	+ ء۰۵۷	ء۰۵۷ +

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۹۲	۹	- ،۲۲۳	،۲۲۳ -
"	"	- ،۱۶۶ -	،۱۶۶ -
۱۰۷	جدول کی ۱۲ ویں سطر	- ۷،۱۸	۷،۱۸ -
"	" ۱۳ "	- ۱۳،۸۰	۱۳،۸۰ -
"	" ۱۴ "	- ۳۰،۹۸	۳۰،۹۸ -

فہرست اصطلاحات وغیرہ جو طبیعیات عملی جلد اوّل میں استعمال ہوئی ہیں

A

Abscissa	فصل یا مقطوعہ
Acceleration	اسراع
Accidental (error)	اتفاقی (خطا)
Alcohol	الغول
Algebraic sum	جبری مجموعہ
Anti-clock wise	مقابل سمت ساعت
Apparatus	آلہ - سامان
Apparent (loss)	ظاہری (نقصان)
Arithmetical mean	حسابی (اوسط)
Arm (of a balance	بازو (میزان کا)
Ascending (order)	صعودی (ترتیب)
Atmosphere	کرہ ہوائی
Axis	محور
Axle	دُھرّی

B

Barometer	بارپیما
Base board	پائدان
Beaker	گلاس
Beam (of a balance)	ڈنڈی (ترازو کی)
Bearings	سہارے
Block	کندہ
Bob (of a pendulum)	لنگر (رقاص کا)
Boiling point	نقطۂ جوش - کھولاؤ کا نقطہ
Bore	سُوراخ
Boyle	بائل

C

Can	ظرف
Calipers	سرل چاپ
Capillarity	جذب شعری
Centigrade	مئی
Centigram	سنتی گرام
Centimetre	سنتی میتر
C. G. S. (system)	س-گ-ث (کا نظام)
Circumference	محیط
Cistern (barometer)	حوضکدار بارپیما

Clamp	شکنجہ
Clock wise	موافق سمت ساعت
Co-efficient (of expansion)	قدر (پھیلاؤ کی)
Co-ordinate	محدّد
Correction	تصحیح
Cross-section	تراش عمودی
Cubical	کعبی
Curve	منحنی
Cylinder	اسطوانہ

D

Deformation	بگاڑ - تبدیل صورت
Density	کثافت
Descending (order)	نزولی (ترتیب)
Disc	قرص

E

Elasticity	لچک
Energy	توانائی
Equation	مساوات
Equator	خط استوا
Equilibrium	تعادل - توازن
Error	خطا

Expansion	پھیلاؤ
Experiment	تجربہ

F

Fahrenheit	فارنہائٹ
Float	ٹرنڈی
Force	قوت
Formula	ضابطہ
Fortin	فورٹان
Freezing point	نقطہ انجماد
Friction	رگڑ ۔ فرک

G

G	ج (جاذبہ ارض)
Gas	گیس
Geometrical mean	ہندسی اوسط
Gram	گرام
Graphical (construction)	ترسیمی (عمل)
Gravity	جاذبہ

H

Height (barometric)	بلندی (بارپیاکی)
Hooke	ہوک
Horizontal	اُفقی

Hydrometer	مائع پیما - آب پیما
Hydrostatics	علم سکون سیّالات
Hyperbola (rectangular)	(قائم) ہذلولی - (قائم) زائد

I

Image	خیال - شبیہ

J

Jaws (of a calipers)	(سرل چاپ کے) جبڑے

K

Kilogram	کلوگرام
Kilometre	کلومیتر
Knife-edge	دہار

L

Laboratory	معمل - تجربہ خانہ
Latitude	عرض بلد
Law	کلیّہ
Limit (of elasticity)	(لچک کی) نہایت
Liquid	مائع
Longitudinal (stretching)	طولی (کھنچاؤ)

M

Mechanics	علم الحیل
Mercury	پارہ
Metre	میتر

Micrometer screw	خردہ پیما پیچ
Millimetre	ملّی میٹر
Mirror-glass (scale)	آئینہ دار (پیمانہ)
Modulus (of elasticity)	مقیاس (لچک کا)
Modulus (young's)	(ینگ کا) معیار
Moment	معیار اثر

N

Negative	منفی
Neutral (equilibrium)	تعدیلی (توازن)
Normal	عمود
Normal (pressure etc)	طبعی (دباؤ وغیرہ)

O

Observation	مشاہدہ
Ordinate	معیّن
Oscillation	اہتزاز

P

Parallax	اختلاف منظر
Parallel	متوازی
Pendulum	رقاص
Period	وقت دوران
Permanent	مستقل

Perpendicular	عمود ۔ عمود وار
Pillar (of a balance)	ٹیکن (ترازو کی)
Pitch (of a screw	(پیچ کی) گھائی
Plane	سطح مستوی
Platinum	بلاطینم ۔ نقریہ
Pointer (of a balance	نمائندہ (میزان کا)
Position	وضع ۔ مقام
Positive	مثبت
Pressure	دباؤ
Probable (error)	ظنی (خطا)
Product	حاصل ضرب
Q	
Quotient	حاصل تقسیم
R	
Reduce	تحویل کرنا
Relative (density)	(کثافت) اضافی
Rod	سلاخ
S	
Scale (division)	پیمانہ (کا درجہ)
Scale-pan	پلڑا
Screw-gauge	پیچدار پیمانہ

Sea-level	سطح بحر
Sinker	لنگر
Sliding (calipers)	پھسلوان (سرل چاپ)
Solid	ٹھوس - جامد
Solution	محلول
Sources (of error)	منشاء (خطا)
Specific Gravity	وزن نوعی - ثقل نوعی
Spherometer	کرویت پیما
Squared paper	مربع دار کاغذ
Stable (equilibrium)	قائم (توازن)
Standard	راسخ - سٹینڈرڈ
Steam	بھاپ
Stirrup	رکاب
Stool	گھوڑی
Stop-watch	چلرکنی گھڑی - روک گھڑی
Strain	بگاڑ
Stress	زور
Surface	سطح
Systematic (error)	ترتیبی (خطا)

T

Thermometer	تپش پیما

Trough	حوض

U

Unit	اِکائی
Unstable (equilibrium)	غیر قائم (توازن)
U-tube	لا - کی شکل کی نلی

V

Velocity	رفتار
Vernier	کسر پیما
Vertical	عمودی
Volume	حجم

W

Weight	وزن
Weights (box of)	باٹوں (کا ڈبہ یا صندوقچہ)

X

X (axis)	لا (کا محور)

Y

Y (axis)	ما (کا محور)
Young's (modulus	ینگ (کا معیار)

Z

Zero	صفر