

# طبیعیات کے اصول

حنالد حنان یوسفزئی

جامعہ کامیٹ، اسلام آباد

khalidyou safzai@comsats.edu.pk

۱۹/ اپریل ۲۰۲۱



# عنوان

میری پہلی کتاب کا دیباچہ

v

۱	پیش کش	
۱	۱.۱ چیزوں کی پیش کش بشمول لمبائی	
۱	۱.۱.۱ طبعیات کیا ہے؟	
۱	۱.۱.۲ چیزوں کی پیش کش	
۲	۱.۱.۳ اسی مقداریں	
۲	۱.۱.۴ اکائیوں کا بین الاقوامی نظام	
۳	۱.۱.۵ اکائیوں کی تبدیلی	
۵	۱.۱.۶ لمبائی	
۵	۱.۱.۷ با معنی اعداد اور اشاریہ	
۷	۱.۲ وقت	
۸	۱.۳ کیفیت	
۸	۱.۳.۱ معیاری کلوگرام	
۹	۱.۳.۲ دوم معیار کیفیت	
۹	۱.۳.۳ کثافت	

۱۱

جوابات



# میری پہلی کتاب کا دیباچہ

گزشتہ چند برسوں سے حکومت پاکستان اعلیٰ تعلیم کی طرف توجہ دے رہی ہے جس سے ملک کی تاریخ میں پہلی مرتبہ اعلیٰ تعلیمی اداروں میں تحقیق کا رجحان پیدا ہوا ہے۔ امید کی جاتی ہے کہ یہ سلسلہ جاری رہے گا۔ پاکستان میں اعلیٰ تعلیم کا نظام انگریزی زبان میں رائج ہے۔ دنیا میں تحقیقی کام کا بیشتر حصہ انگریزی زبان میں ہی چھپتا ہے۔ انگریزی زبان میں ہر موضوع پر لاتعداد کتابیں پائی جاتی ہیں جن سے طلب و طالبات استفادہ کرتے ہیں۔

ہمارے ملک میں طلب و طالبات کی ایک بہت بڑی تعداد بنیادی تعلیم اردو زبان میں حاصل کرتی ہے۔ ان کے لئے انگریزی زبان میں موجود مواد سے استفادہ کرنا تو ایک طرف، انگریزی زبان از خود ایک رکاوٹ کے طور پر ان کے سامنے آتی ہے۔ یہ طلب و طالبات ذہین ہونے کے باوجود آگے بڑھنے اور قوم و ملک کی بھرپور خدمت کرنے کے قابل نہیں رہتے۔ ایسے طلب و طالبات کو اردو زبان میں نصاب کی اچھی کتابیں درکار ہیں۔ ہم نے قومی سطح پر ایسا کرنے کی کوئی خاطر خواہ کوشش نہیں کی۔

میں برسوں تک اس صورت حال کی وجہ سے پریشانی کا شکار رہا۔ کچھ کرنے کی نیت رکھنے کے باوجود کچھ نہ کر سکتا تھا۔ میرے لئے اردو میں ایک صفحہ بھی لکھنا ناممکن تھا۔ آخر کار ایک دن میں نے اپنی اس کمزوری کو کتاب نہ لکھنے کا جواز بنانے سے انکار کر دیا اور یوں یہ کتاب وجود میں آئی۔

یہ کتاب اردو زبان میں تعلیم حاصل کرنے والے طلب و طالبات کے لئے نہایت آسان اردو میں لکھی گئی ہے۔ کوشش کی گئی ہے کہ اسکول کی سطح پر نصاب میں استعمال ہونے والے تکنیکی الفاظ ہی استعمال کئے جائیں۔ جہاں ایسے الفاظ موجود نہ تھے وہاں روزمرہ میں استعمال ہونے والے الفاظ چنے گئے۔ تکنیکی الفاظ کی چٹائی کے وقت اس بات کا دہان رکھا گیا کہ ان کا استعمال دیگر مضامین میں بھی ممکن ہو۔

کتاب میں بین الاقوامی نظام اکائی استعمال کی گئی ہے۔ اہم متغیرات کی علامتیں وہی رکھی گئی ہیں جو موجودہ نظام تعلیم کی نصابی کتابوں میں رائج ہیں۔ یوں اردو میں لکھی اس کتاب اور انگریزی میں اسی مضمون پر لکھی کتاب پڑھنے والے طلب و طالبات کو ساتھ کام کرنے میں دشواری نہیں ہوگی۔

امید کی جاتی ہے کہ یہ کتاب ایک دن حوالہ اردو زبان میں انجینئرنگ کی نصابی کتاب کے طور پر استعمال کی جائے گی۔ اردو زبان میں برقی انجینئرنگ کی مکمل نصاب کی طرف یہ پہلا قدم ہے۔

اس کتاب کے پڑھنے والوں سے گزارش کی جاتی ہے کہ اسے زیادہ سے زیادہ طلب و مطالبات تک پہنچانے میں مدد دیں اور انہیں جہاں اس کتاب میں غلطی نظر آئے وہ اس کی نشاندہی میری ای۔ میل پر کریں۔ میں ان کا نہایت شکر گزار ہوں گا۔

اس کتاب میں تمام غلطیاں مجھ سے ہی سرزد ہوئی ہیں البتہ انہیں درست کرنے میں بہت لوگوں کا ہاتھ ہے۔ میں ان سب کا شکریہ ادا کرتا ہوں۔ یہ سلسلہ ابھی جاری ہے اور مکمل ہونے پر ان حضرات کے تاثرات یہاں شامل کئے جائیں گے۔

میں یہاں کامیٹ یونیورسٹی اور ہائر ایجوکیشن کمیشن کا شکریہ ادا کرنا چاہتا ہوں جن کی وجہ سے ایسی سرگرمیاں ممکن ہوئیں۔

حنالد حنان یوسفزئی

28 اکتوبر 2011

# باب ۱

## پیمائش

### ۱.۱ چیزوں کی پیمائش بشمول لمبائی

#### ۱.۱.۱ طبیعیات کیا ہے؟

سائنس اور انجینئری پیمائش اور موازنہ پر مبنی ہے۔ یوں چیزوں کی پیمائش اور موازنہ کے لیے ہمیں قواعد کی ضرورت پیش آتی ہے، اور ان پیمائش اور موازنوں کے بعد تعین کرنے کے لیے ہمیں تجربات کا سہارا لینا پڑھتا ہے۔ طبیعیات اور انجینئری کا ایک مقصد ان تجربات کی بناوٹ اور تجربہ کرنا ہے۔

#### ۱.۱.۲ چیزوں کی پیمائش

طبیعیات میں ملوث مقداروں کی پیمائش کی طریقہ جان کر ہم طبیعیات دریافت کرتے ہیں۔ ان مقداروں میں لمبائی، وقت، کمیت، درجہ حرارت، دباؤ، اور برقی روشناس ہیں۔

ہم ہر طبیعتی مقدار کا موازنہ ایک معیار کے ساتھ کر کے اسکو اپنی اکائیوں میں ناپتے ہیں۔ اس مقدار کی ناپ کو ایک منفرد نام دیا جاتا ہے جسے اکائی کہتے ہیں۔ مثلاً لمبائی کی ناپ کو میٹر میں ناپا جاتا ہے۔ معیار سے مسرہ مقدار کی ٹھیک ایک اکائی ہے۔ جیسا آپ دیکھیں گے لمبائی کا معیار جو ٹھیک ایک میٹر کے برابر ہے۔ اس فاصلہ کو کہتے ہیں جو حائل میں حرکت کرتے ہوئے کسی ایک مخصوص دورانیہ میں ایک شواغ طے کرتا ہے۔ ہم ایک اکائی اور اس کے معیار کی تعریف جیسا چاہیں کر سکتے ہیں۔ تاہم، یہ ضروری ہے کہ دنیا کے باقی سائنسدان بھی اس تعریف کو معنی خیز اور قابل عمل کہیں۔

ایک معیار مثلاً لمبائی کے لیے طے کرنے کے بعد ہمیں وہ طریقہ کار واضح کرنے ہو گئے جن سے ہم کسی بھی لمبائی چاہے وہ ہائڈروجن جوہر کا رداس ہو یا دور ستارے تک کا فاصلہ ہو اس معیار کی صورت میں ظاہر کر سکیں۔ یہی ایک

## باب ۱. پیمائش

ترکیب فیتہ کا استعمال ہے جو ہماری لمبائی کے معیار کو تخمینہ طور پر ظاہر کرتا ہے۔ بہتر حال، بہت سارے موازنوں میں پایا واسطہ طریقہ استعمال کیے جاتے ہیں۔ مثلاً ایک جوہر کارڈ اس یا میٹر ہی ستارے تک کا فاصلہ فیتہ استعمال کر کے نہیں ناپا جاسکتا۔

### ۱.۱.۳ اساسی مقداریں

اتنی زیادہ طبی مقداریں پائی جاتی ہیں کہ انہیں منظم کرنا ایک مسئلہ ہے۔ ہماری خوش قسمتی ہے کہ یہ تمام غیر تابع نہیں ہیں، مثلاً رفتار در حقیقت لمبائی اور وقت کا تناسب ہے۔ یوں بین الاقوامی متفقہ معاہدہ کے تحت چند طبی مقدار مثلاً لمبائی اور وقت منتخب کر کے صرف انہی کو معیار مختص کیے جاتے ہیں۔ اس کے بعد باقی تمام طبی مقداروں کو انہی اساسی مقداروں اور اساسی معیاروں کے روپ میں ناپا جاتا ہے۔ مثال کی طور پر لمبائی اور وقت کی اساسی قیمتیں اور ان کے اساسی معیار کی روپ میں رفتار تعین کیا جاتا ہے۔

ضروری ہے کہ اساسی معیار قابل رسائی اور غیر متغیر ہوں۔ اگر ہم بازو کی لمبائی کو معیار لمبائی لیں تب یہ قابل رسائی ضرور ہوگا۔ البتہ ہر شخص کے لیے یہ لمبائی مختلف ہوگی۔ سنس اور انجینئرنگ میں زیادہ سے زیادہ درستگی مطلوب ہونے کے پیش نظر ہم پہلے غیر متغیریت پر زور ڈالتے ہیں۔ اس کے بعد اساسی معیار کی بہتر سے بہتر فضل بن کر انہیں فراہم کیا جاتا ہے جنہیں انکی ضرورت ہو۔

### ۱.۱.۴ اکائیوں کا بین الاقوامی نظام

سن ۱۹۷۱ میں ناپ و تول کے عمومی اجلاس میں سات مقداروں کو بطور اساسی مقدار منتخب کر کے بین الاقوامی نظام اکائی کے اساس چنے گئے۔ جدول ۱.۱ میں تین اساسی مقدار لمبائی، کمیت اور وقت دیکھائے گئے ہیں۔ ان اکائیوں کی تعریف انسانی جسامت کو مد نظر رکھتے ہوئے کی گئی ہے۔

جدول ۱.۱: بین الاقوامی نظام اکائی کے تین اساسی مقداروں کی اکائیاں

مقدار	اکائی کا نام	اکائی کی علامت
لمبائی	میٹر	m
وقت	سیکنڈ	s
کمیت	کلوگرام	kg

کئی ماحوذ اکائیوں کی تعریف ان اساسی اکائیوں کی صورت میں کی جاتی ہے۔ مثلاً طاقت کی SI اکائی جسے واٹ کہتے ہیں۔ کمیت، لمبائی اور وقت کی اساسی اکائیوں کی صورت میں کی جاتی ہے۔ یوں جیسا باب ۷ میں آپ دیکھیں گے درج ذیل ہوگا۔

$$(۱.۱) \quad 1 \text{ W} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \text{ s}^{-3}$$

جہاں آخر میں اکائیوں کو کلوگرام مربع میٹر فی مکعب سیکنڈ پڑھا جائے گا۔



بہت بڑی یا بہت چھوٹی مقداروں کو جن سے ہمیں طبیعیات میں عموماً واسطہ پڑھتا ہے جن کو سائنسی علاقیت میں لکھا جاتا ہے، جو دس کی طاقت استعمال کرتا ہے۔ یوں درج ذیل ہوں گے۔

$$(۱.۲) \quad 3\,560\,000\,000\,m = 3.56 \times 10^9\,m$$

$$(۱.۳) \quad 0.000\,000\,492\,s = 4.92 \times 10^{-7}\,s$$

کیوٹرز پر سائنسی علاقیت اس سے بھی مختصر لکھی جاتی ہے۔ مثلاً  $3.56E9$  اور  $4.92E-7$  جہاں دس کی طاقت کو  $E$  سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ کئی کیلو لیٹر میں اس سے بھی مختصر انداز میں لکھتے ہوئے  $E$  کو حتمی جگہ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

ہم اپنی آسانی کے لیے بہت بڑی یا بہت چھوٹی پیمائشوں کو جدول ۱.۲ میں دی گئی سابقہ کی مدد سے لکھتے ہیں۔ جیسا آپ دیکھ سکتے ہیں ہر ایک سابقہ دس کی کسی مخصوص طاقت کو ظاہر کرتا ہے۔ جس کو بطور جز ضربی استعمال کیا جاتا ہے۔ بین الاقوامی نظام اکائی کے ساتھ ایک سابقہ منسلک کرنے سے مراد اس اکائی کو مدد دہتی جز ضربی سے ضرب دینا ہے۔ یوں ہم کسی ایک مخصوص برقی طاقت کو

$$(۱.۴) \quad 1.27\,GW = 1.27\,گیگاواٹ = 1.27 \times 10^9\,واٹ$$

یا کسی مخصوص وستی دورانیہ کو درج ذیل لکھ سکتے ہیں۔

$$(۱.۵) \quad 2.35\,ns = 2.35\,نیونوسیکنڈ = 2.35 \times 10^{-9}\,سیکنڈ$$

چند سابقہ جو ملی لیٹر، سنٹی میٹر، کلوگرام یا میگا بائٹ میں استعمال ہوتے ہیں ان سے آپ ضرور واقف ہوں گے۔

### ۱.۱.۵ اکائیوں کی تبدیلی

ہمیں بعض اوقات طبعی مقداروں کی اکائی تبدیل کرنے کی ضرورت پیش آتی ہے۔ اس ترکیب میں ہم اصل پیمائش کو ایک تبدیلی جز جو اکائی کے برابر اکائیوں کا نسبت ہوتا ہے سے ضرب دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر چونکہ ایک منٹ اور ساٹھ سیکنڈ ممشل دورانیہ کو ظاہر کرتے ہیں لحاظ درج ذیل ہوگا۔

$$\frac{1\,min}{60\,s} = 1$$

یا

$$\frac{60\,s}{1\,min} = 1$$

یوں  $\frac{60\,s}{1\,min}$  یا  $\frac{1\,min}{60\,s}$  کے نسبت کو تبدیلی جز کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔ ہم ہرگز  $1 = \frac{1}{60}$  یا  $60$  نہیں لکھ سکتے۔ ہر عدد اور اس کی اکائی کو اکٹھے رکھنا ہوگا۔ چونکہ اکائی سے ضرب دینے سے مقدار کی قیمت تبدیل نہیں ہوتی لحاظ ہم جہاں چاہیں تبدیلی جز کا استعمال کر سکتے

جدول ۱.۲: بین الاقوامی نظام اکائی کے سابقہ

علامت	سابقہ	جزو ضربی
Y	yotta-	$10^{24}$
Z	zetta-	$10^{21}$
E	exa-	$10^{18}$
P	peta-	$10^{15}$
T	tera-	$10^{12}$
G	giga-	$10^9$
M	mega-	$10^6$
k	kilo-	$10^3$
h	hecto-	$10^2$
da	deka-	$10^1$
d	deci-	$10^{-1}$
c	centi-	$10^{-2}$
m	milli-	$10^{-3}$
$\mu$	micro-	$10^{-6}$
n	nano-	$10^{-9}$
p	pico-	$10^{-12}$
f	femto-	$10^{-15}$
a	atto-	$10^{-18}$
z	zepto-	$10^{-21}$
y	yocto-	$10^{-24}$

ہیں۔ ایسا کرتے ہوئے ہم غیر ضروری اکائیوں کو منسوخ کر سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر دو منسوخ کو سیکنڈوں میں تبدیل کرتے ہوئے درج ذیل لکھا جائے گا۔

$$(۱.۶) \quad 2min = (2min)(1) = (2min)\left(\frac{60s}{1min}\right) = 120s$$

اگر تبادلہ جذب ضرب متعارف کرنے سے غیر ضروری اکائیاں ایک دوسرے کے ساتھ منسوخ ہوتی ہوں تب جذب ضربی کو اُلٹ کر دوبارہ کوشش کریں۔ اکائیوں کی تبادلہ میں اکائیوں پر متغیرات اور اعداد کے الجبرائی قواعد لاگو ہوں گے۔

## ۱.۱.۶ لمبائی

سن 1972 میں فرانس کے نوازیدہ جمہوریہ نے ناپ اور تول کا ایک نیا نظام قائم کیا۔ اسی کا نگر بنیاد میٹر تھا جو قطب شمال سے خط استوا کے فاصلے کا کروڑواں حصہ لیا گیا بعد میں عملی وجوہات کے بنا اس زمینی معیار کو ترک کرتے ہوئے سپر س شہر کے قریب ناپ اور تول کے ایک بین الاقوامی محکمہ میں رکھے گئے پلانٹیم، آزیڈیم کے ڈنڈے پر لگائے گئے دو باریک لکیروں کے بیچ فاصلے کو میٹر کہا گیا۔ اس ڈنڈے کے بہترین نقل پوری دنیا کے معیار سازی تجربہ گاہوں کو پیش گئے۔ ان ثانوی معیاروں سے مزید زیادہ فاصلے رسائی معیار تیار کیے گئے حتیٰ کہ آخر کار ہر پیمائشی آلہ اس معیاری میٹر ڈنڈے پر مبنی تھا۔

کچھ عرصہ کے بعد ایک دھاتی ڈنڈے پر دو باریک لکیروں کے بیچ فاصلہ سے زیادہ بہتر معیار کی ضرورت در پیش آئی۔ سن 1960 میں شواخ کی طول موج پر مبنی میٹر کے ایک نئے معیار پر اتفاق کیا گیا۔ یہ معیار کرپٹن 86 جو کرپٹن کا ایک مخصوص ہم حسابے کے جوہروں سے خارج ایک مخصوص سرخ-نارنگی شواخ کی  $1650763.73$  طول موج کے برابر فاصلہ لیا گیا۔ یہ شواخ دنیا میں کہیں پر بھی گیس کے اخراج کی نلی سے حاصل کی جاسکتی ہے۔ طول موج کی یہ تعداد اس لیے منتخب کی گئی تاکہ نیا معیار پورا نئے میٹر کے قریب سے قریب تر ہو۔

زیادہ سے زیادہ مطلوب درستگی کو آخر کار کرپٹن 86 کا معیار پورا نہیں کر سکتا تھا لحاظ سے سن 1983 میں ایک نذر فیصلہ کیا گیا۔ ناپ اور تول کے سترویں عمومی اجلاس میں درج ذیل تہ کیا گیا۔

”خلاء میں ایک سیکنڈ کے  $\frac{1}{299792458}$  حصہ میں روشنی کے تہ شدہ فاصلہ کو ایک میٹر قرار دیا گیا۔“

وقت کا یہ دورانیہ یوں منتخب کیا گیا کہ روشنی کی رفتار  $c$  ٹھیک ٹھیک درج ذیل ہو۔

$$c = 299792458 \text{ m/s}$$

روشنی کی رفتار کی انتہائی درست پیمائش کرنا ممکن ہوا تھا لحاظ سے روشنی کی رفتار کو استعمال کرتے ہوئے میٹر اخذ کرنا ایک بہتر قدم تھا۔

جدول 1.3 میں لمبائیوں کی ایک بڑی ذات دیکھائی گئی ہے۔ جو کائنات سے لے کر انتہائی چھوٹی چیزوں کی لمبائیاں دیتا ہے۔

## ۱.۱.۷ بامعنی اعداد اور اشاریہ

مثال کے طور پر آپ ایک مسئلے پر کام کر رہے ہیں جس میں ہر قیمت دو ہندسوں پر مشتمل ہوتی ہے۔ ان ہندسوں کو بامعنی ہندسے کہتے ہیں۔ اپنا جواب پیش کرتے ہوئے آپ اتنے ہی ہندسے استعمال کریں گے اگر آپ کا مواد دو ہندسوں میں دیا گیا ہو تب آپ کا جواب بھی دو ہندسوں پر مشتمل ہونا چاہیئے۔ اگر چہ آپ کے کیلو لیٹر میں زیادہ ہندسے نظر آئیں گے یہ ہندسے بے معنی ہوں گے۔

اس کتاب میں دیئے گئے مواد میں کم سے کم بامعنی ہندسوں کے برابر حساب کے اختتامی نتائج کو پور پور کر کے پیش کیا جائے گا۔ ہاں بعض اوقات ایک اضافی ہندسہ بھی رکھ جائے گا۔ اگر ضائع کیئے جانے والے ہندسوں میں بالیاں ترین ہندسہ پانچ کے برابر یا اس سے بڑا ہو تب آخری رہنے دیا گیا ہندسے کو اوپر جانب پور پور کیا جاتا ہے۔ دیگر

## جدول ۱.۳: چند تخمیناتی لمبائیاں

Measurement	Length in Meters
Distance to the first galaxies formed	$2 \times 10^{26}$
Distance to the Andromeda galaxy	$2 \times 10^{22}$
Distance to the near by star Proxima Centauri	$4 \times 10^{16}$
Distance to Pluto	$6 \times 10^{12}$
Radius of Earth	$6 \times 10^6$
Height of Mt. Everest	$9 \times 10^3$
Thickness of this page	$1 \times 10^{-4}$
Length of a typical virus	$1 \times 10^{-8}$
Radius of a hydrogen atom	$5 \times 10^{-11}$
Radius of a proton	$1 \times 10^{-15}$

صورت۔ اس کو اپنے حال میں ہی رکھا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر  $11.3516$  کو تین یا معنی ہندسوں تک پور پور کر کے  $11.4$  جبکہ  $11.3279$  کو تین یا معنی ہندسوں تک پور پور کرتے ہوئے  $11.3$  لکھا جائے گا۔ اس کتاب میں نتائج ہمیش کرتے ہوئے پور پور استعمال کیئے گئے ہونے کے باوجود  $\sim$  کے بجائے  $=$  کی علامت استعمال کی جائے گی۔

ایک عدد مثلاً  $3.15 \times 10^3$  یا  $3.15$  میں یا معنی ہندسوں کی تعداد صاف ظاہر ہے البتہ عدد  $3000$  میں یا معنی ہندسے کتنے ہوں گے؟ کیا یہ صرف ایک یا معنی ہندسے تک  $3 \times 10^3$  معلوم ہے یا یہ ہمیں چار یا معنی ہندسوں تک  $3.000 \times 10^3$  تک معلوم ہے؟ اس کتاب میں  $3000$  کی طرح اعداد میں تمام صفروں کو یا معنی عدد تصور کیا جائے گا۔

یا معنی ہندسے اور اشاریہ معتمات دو علیحدہ علیحدہ چیزیں ہیں۔ چاند ذیل لمبائیاں  $35.6$  ملی میٹر،  $3.56$  میٹر اور  $0.00356$  میٹر پر غور کریں۔ ان تمام میں تین یا معنی ہندسے جبکہ بلترتیب ایک، دو اور پانچ اشاریہ معتمات پائے جاتے ہیں۔

## مثال 1.01 دھانگے کا گیند، مقدار کا انداز اُڑ طے

دنیا میں دھانگے کے سب سے بڑے گیند کاردا  $2$  میٹر ہے اس دھانگے کی کل لمبائی  $L$  کتنی ہوگی؟ اگر چہ ہم گیند سے دھانگہ کھول کر لمبائی  $L$  ناپ سکتے ہیں تاہم ہم ایسا نہیں کرنا چاہتے ہیں۔ ہم حساب کے ذریعہ اس کی لمبائی کا تخمینہ لگانا چاہتے ہیں۔

ح

فرض کریں یہ گیند کروبی ہو جس کا رداس  $R=2$  میٹر ہے۔ دھانگہ لپیٹتے ہوئے فتر ہی حصوں کے بیچ حنائی جگہ پائی جاتی ہے۔ ان حنائی جگہوں کو مد نظر رکھتے ہوئے ہم دھانگے کا عمودی تراش ذرا زیادہ تصور کرتے ہیں۔ ہم کہتے ہیں کہ دھانگے کا عمودی تراش چکور ہے جس کی زلی لمبائی  $d=4$  ملی میٹر ہے۔ یوں اس کا رقبہ عمودی تراش  $d^2$  اور لمبائی

L ہوگا، دھماکے کا کل حجم درج ذیل ہوگا۔

$$v = ()() = d^2 L$$

جو گیند کے حجم  $\frac{4}{3}\pi R^3$  کے برابر ہوگا اور چونکہ  $\pi$  تقریباً 3 کے برابر ہے لہذا اس حجم کو  $4R^3$  لکھا جاسکتا ہے۔ یوں درج ذیل ہوگا۔

$$d^2 L = 4R^3$$

یا

$$L = \frac{4R^3}{d^2}$$

$$L = \frac{4(2m)^3}{(4 \times 10^{-3}m)^2}$$

$$L = 2 \times 10^6 m \approx 10^6 m = 10^3 km$$

(ا) تین سادہ حساب کے لئے کیلکولیٹر کی ضرورت پیش نہیں آتی چاہیے۔ (ب) قدر کی قدر ہی رطب تک اس گیند میں تقریباً 1000 کلومیٹر دھماکا پایا جاتا ہے۔

## ۱.۲ وقت

وقت کے دو پہلو ہیں۔ روزمرہ زندگی میں ہم وقت جاننا چاہتے ہیں تاکہ دن کے کام کاج کو کسی ترتیب سے رکھنا ممکن ہو۔ سائنس کی دنیا میں ہم عموماً یہ جاننا چاہتے ہیں کہ ایک واقعہ کتنے دیر کے لیے وقوع پذیر ہوا۔ یوں وقت کے کسی بھی معیار کو دو سوالات کا جواب دینا ہوگا: کب ہوا؟ اسکا دورانیہ کتنا تھا؟ جہدول 1.4 میں چند وقتی وقفوں کو پیش کیا گیا ہے۔

جہدول ۱.۴: چند تخمینی دورانیے

ش	سیکنڈ میں وقتی وقفہ	پیمائش	سیکنڈ میں وقتی وقفہ
ندگی (پیش نبی)	$3 \times 10^{40}$	انسانی دل کی دھڑکنوں کے بیچ وقت	$8 \times 10^{-1}$
کی عمر	$5 \times 10^{17}$	مومن کی عرصہ زندگی	$2 \times 10^{-6}$
ام کی عمر	$1 \times 10^{11}$	مختصر ترین تجربہ گاہ کی شعاع کی دھڑکن	$1 \times 10^{-16}$
کی کی متوقع	$2 \times 10^9$	سب سے زیادہ غیر مستحکم ذرے کی عرصہ زندگی	$1 \times 10^{-23}$
بائی	$9 \times 10^4$	پلینک وقت	$1 \times 10^{-43}$

ایک ایسا مظہر جو اپنے آپ کو دہراتا ہو وقت کا مکمل معیار بن سکتا ہے۔ اپنے محور کے گرد زمین کا ایک چکر جو دن کی لمبائی تعین کرتا ہے کو یوں صدیوں تک استعمال کیا گیا۔ ایک کوارٹز گھڑی جس میں ایک کوارٹز چملا کو مسلسل ارتعاش پذیر رکھا جاتا ہے کی پیماںہ بندی زمین کے گھومنے کے ساتھ فلکیاتی مشاہدات کے ذریعہ تجربہ گاہ میں وقتی وقفوں کو ناپنے کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ تاہم جدید سائنس و انجینئرنگ میں درکار درستگی کی حد تک ایسی پیماںہ بندی ممکن نہیں ہے۔

## باب ۱. پیمائش

بہتر معیار وقت کی ضرورت کے درپیش جوہری گھڑیاں تیار کی گئیں۔ سن 1967 میں ناپ و طول کے تیروں عمومی اجلاس میں سیزیم گھڑی پر مبنی معیاری سیکنڈ پر اتفاق کیا گیا۔

سیزیم 133 جوہر سے خارج ایک مخصوص طول موج کی شعاع کے 9 192 631 770 ارتعاش کو درکار وقت کو ایک سیکنڈ کہا گیا۔

جوہری گھڑیاں اتنی بلا تصاد ہوتی ہیں کہ دو سیزیم گھڑیوں کو چھ ہزار سال چلنا ہو گا تا کہ ان میں ایک سیکنڈ کا مندرق پیدا ہو۔ اس وقت تیار کی جانے والی گھڑیوں کی درستگی  $10^{18}$  میں ایک حصہ کے برابر ہے یعنی  $10^{18}$  سیکنڈ میں صرف ایک سیکنڈ کا مندرق ہو سکتا ہے۔

## ۱.۳. کمیت

### ۱.۳.۱. معیاری کلوگرام

فرانس کے شہر پیرس کے قریب ناپ و طول کے بین الاقوامی مہکمہ میں رکھے گئے پلانٹینم اور آئرڈیم کے ایک شلڈر کو بین الاقوامی معاہدہ کے تحت ایک کلوگرام کمیت منتخب کیا گیا۔ اس کی بہترین نقلیں دنیا کی بیشتر معیار سازی تحریکوں کو بھیجی گئی ہیں جن کو استعمال کرتے ہوئے ترازو کی مدد سے کسی بھی جسم کی کمیت ناپی جاسکتی ہے۔ جدول 5.1 میں 83 قدری رتبہ تک کلوگرام کی صورت میں چند کمیتیں پیش کی گئی ہیں۔

چیز	کلوگرام میں کمیتیں
معروف کائنات	$1 \times 10^{53}$
ہماری کہکشاں	$2 \times 10^{41}$
سورج	$2 \times 10^{30}$
حبانہ	$7 \times 10^{22}$
سیارچہ ایروز	$5 \times 10^{15}$
چھوٹے پہاڑ	$1 \times 10^{12}$
بحر لائسنر	$7 \times 10^7$
ہاتھی	$5 \times 10^3$
انگور	$3 \times 10^{-3}$
دھول کی سپیک	$7 \times 10^{-10}$
پینسلن سال	$5 \times 10^{-17}$
یورینیم جوہر	$4 \times 10^{-25}$
پروٹان	$2 \times 10^{-27}$
الیکٹران	$9 \times 10^{-31}$

جدول 5.۱: کچھ تخمینی کمیتیں

## ۱.۳.۲ دوم معیار کیفیت

جوہروں کی کیفیت کا موازنہ معیاری کلوگرام کی بجائے زیادہ درستگی کے ساتھ دیگر جوہروں کے ساتھ کیا جاسکتا ہے۔ اسی کی بنا ہم دوم معیار کیفیت بھی رکھتے ہیں۔ یہ کاربن 12 جوہر ہے جس کو بین الاقوامی معاہدہ کے تحت 12 جوہری کمیتی اکٹیاں کی کیفیت مختص کی گئی ہے۔ ان دو اکٹیوں کے پچرشتہ درجہ ذیل ہے۔

$$(1.4) \quad 1u = 1.66053886 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

جس کے آخری دو ہندسوں میں عدم یقینیت  $\pm 10$  ہے۔ سائنس دان کافی درستگی کے ساتھ تجربہ کے ذریعہ کسی بھی جوہر کی کیفیت کو کاربن 12 کی کیفیت کی لحاظ سے تعین کر سکتے ہیں۔ اس وقت کیفیت کی عام اکٹیاں مثلاً کلوگرام کو استعمال کرتے ہوئے ہم اتنی درستگی حاصل کرنے سے قاصر ہیں۔

## ۱.۳.۳ کثافت

کثافت  $\rho$  سے مراد اکائی حجم میں کیفیت ہے۔

$$(1.8) \quad \rho = \frac{m}{V}$$

اس پر باب 14 میں مزید تبصرہ کیا جائے گا۔ کثافت کو عام طور پر کلوگرام فی مربع میٹر یا گرام فی مربع سنٹی میٹر میں ناپا جاتا ہے۔ پانی کی کثافت ایک گرام فی مربع سنٹی میٹر یا ایک ہزار کلوگرام فی مربع میٹر کے عموماً موازنہ کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ پانی کی کثافت کے لحاظ سے پلاسٹیم کی کثافت تقریباً کیس گناہ جبکہ لکڑی کی کثافت صرف چونسٹھ فیصد ہوتی ہے۔





جوابات

