

فترکس

از

ڈاکٹر نسیم الدین

طبع اول
2025

www.thermal-engineering.net

پہلی اشاعت 2025

جملہ حقوق محفوظ ہیں

اس کتاب یا اس کے اجزاء کو کسی اور شکل میں شائع کرنے کو اجازت نہیں ہے۔ اس کتاب کی فروخت سخت ممنوع ہے

فہرست عنوانات

تعارف

- سائنسی طریقہ کار
- پیمائش
- Prefix پریفیکس
- سمتی و غیر سمتی متغیرات
- سوالات

مادہ اور اس کی حالتیں

- Mass کیت
- ڈینسٹی
- Center of Mass مرکز کیت
- سیال یا فلوئڈ کی خصوصیات
- Hooke's Law ہک کا قانون
- فلوئڈ کی خصوصیات
- Density کثافت
- Compressibility دباؤ پذیری
- Viscosity گراؤی / لزوجة
- Surface Tension توڑ سطحی
- Jurin's law جورن کا قانون
- دباؤ، درجہ حرارت اور حجم

کنیمٹکس

- تعریف: سرعت (ایکسپلریشن)
- سیاروں پر سرعت
- Displacement سمتی منتقلی
- ریڈیکل سرعت
- پروجیکٹائل
- مزید سوالات

نیوٹن کے قوانین حرکت

- نیوٹن کا پہلا قانون
- نیوٹن کا دوسرا قانون
- نیوٹن کا تیسرا قانون
- مزید سوالات

طاقت اور توازن

- کونسلٹ اور باڈی طاقتیں
- مرکز مائل اور مرکز مفر طاقت
- فری بوڈی ڈیاگرام
- کام Work اور قوت Power
- ٹارک Torque یا موڑتی طاقت
- میکائیٹک توازن
- رگڑ کی طاقت

بنیادی قوانین فطرت

- ماس Mass یا کمیت کی بقا کا قانون
- مومینٹم Momentum یا رفت کی بقا کا قانون
- انرجی Energy یا توانائی کی بقا کا قانون
- غیر قابل تبدیل توانائی
- قابل تبدیل توانائی
- Work کام کیا انرجی کی قسم ہے؟
- حرکی توانائی یا کینٹیک انرجی Kinetic Energy
- مکانی توانائی یا پوٹنشل انرجی Potential Energy
- تھر موڈا نیمنیکس کے دو قوانین

سطری اور گردشی حرکت

- گول دائرہ میں گردش
- یکساں دائرہ وار حرکت Uniform Circular Motion
- غیر یکساں دائرہ وار حرکت Non-Uniform Circular Motion
- دائراتی گردش میں طاقت
- سخت جسم

فلکیاتی اجسام کے درمیان کشش ثقل

- نیوٹن کا قانون کشش ثقل
- جیواسٹرنری سیٹلائٹ
- خلا کہاں سے شروع ہوتی ہے؟
- سیٹلائٹ کو خلائی مدار میں پہنچانا
- فلکی رفتار - آر بیٹل اسپید Orbital Speed

Vocabulary = لفظیات

اردو	English
سرعت / شتاب / تجات	Acceleration
مرکز مائل طاقت	ForceCentripetal
مرکز مفر / گریز طاقت	ForceCentrifugal
سمتی منتقلی	Displacement
فاصلہ	Distance
توانائی	Energy
حرکی انرجی	Kinetic Energy
انتھالپی	Enthalpy
تھر موڈائینمیکس	Thermodynamics
طاقت	Force
جمود	Inertia
غیر قابل ضغط	Incompressible
کمیت	Mass
رفت، الزخم، مقدار حرکت	Momentum
عمودی	Normal
تناؤ	Stress
کھلا نظام	Open System
نوعیت حرارتیں	Specific Heat
مقامی انرجی	Potential energy
قوت	Power
نظام	System
رفتار	Speed
بند نظام	Close System
مماسی (غیر عمودی لیکن چھوتی)	Tangential
وقت	Time
سمتی رفتار	Velocity
حجم	Volume
متغیر	Variable
آزاد متغیر	Independent Variable
منحصر متغیر	Dependent Variable
گراؤ وی / لزوجة	Viscosity

تعارف

طبیعیات کا مطالعہ بہت اہم ہے کیونکہ یہ کائنات جن قوانین پر چل رہی ہے ان کا علم دیتا ہے۔ طبیعیات یا فزکس قدرت کے کام کرنے کے طریقہ کار کے بارے میں گہری تفہیم فراہم کرتا ہے۔ اس کی بدولت طاقتوں، توانائی اور مادے کے بنیادی میکا نزم کا علم ہوتا ہے۔ یہ علم نہ صرف فکری تجسس کو ابھارتا بلکہ تکنیکی جدت کو بھی جلا بخشتا ہے۔ بہت سی جدید ٹیکنالوجیز، جیسے میڈیکل امیجنگ ڈیوائسز، سیکنڈ کٹر، اور مواصلاتی نظام، طبیعیات سے اخذ کردہ اصولوں پر مبنی ہیں۔ مزید برآں، طبیعیات مسائل کو حل کرنے اور تجزیاتی مہارتوں میں اضافہ کرتی ہے اور پیچیدہ مسائل سے نمٹنے کے لئے ایک فکری بنیاد فراہم کرتی ہے۔ طبیعیات دیگر سائنسی مضامین، جیسے کیمسٹری اور انجینئرنگ کے لئے بھی بنیاد کے طور پر کام کرتا ہے۔

باب ۱

تعارف

اس کائنات کی ہر چیز مادہ Matter سے بنی ہے۔ مثلاً ٹھوس اجسام جن میں پتھر و دھاتیں آتیں ہیں یا مائع جن میں پانی یا مشروب ہیں یا گیس جس میں ہوا یا دیگر گیسز شامل ہیں۔ سائنس میں ان تمام حالتوں کو سمجھاؤ پر کھا جاتا ہے اس باب کو مکمل کرنے کے بعد آپ اس کو اس قابل ہونا چاہئے کہ:

- مادہ کی حالتوں میں تفرق کر سکیں
- ٹھوس اور مائع حالت میں موجود دھاتوں کو جان سکیں

فطرت یا نیچر مشاہدے میں حرکت سب سے پہلے نظر میں آ جاتی ہے۔ دنیا میں جو کچھ بھی ہوتا ہے وہ کسی نہ کسی قسم کی حرکت ہے۔ قدیم یونان میں پانچویں صدی قبل مسیح میں نوٹ کیا گیا کہ حرکت ہمارے مشاہدات کا بنیادی حصہ ہے اور انہوں نے حرکت کے مطالعہ کو اہم قرار دیا

لفظ ”فزک“ کی اصل یونانی ہے۔ یہ یونانی لفظ $\phi\upsilon\sigma\iota\kappa\eta$ (phusik) سے آیا ہے، جس کا مطلب ہے ”قدرت“۔ فزکس کا مطالعہ دراصل قدرتی دنیا اور قدرتی مظاہر کے مطالعے کو ظاہر کرتا تھا۔ قدیم یونان میں، اصطلاح physik کو قدرتی علوم کی وضاحت کے لیے استعمال کیا جاتا تھا، خاص طور پر علم کی وہ شاخ جو مادی دنیا، جیسے حرکت، قوتوں، اور مادے کی نوعیت سے متعلق تھی۔ وقت کے ساتھ ساتھ، یہ اصطلاح جدید لفظ ”فزکس“ میں تبدیل ہو گئی، جو قدرتی دنیا کے بنیادی قوانین کو سمجھنے پر توجہ مرکوز رکھتا ہے۔

اردو میں فزکس کو طبیعیات کہا جاتا ہے اور عربی زبان میں شروع میں یونانی سے عربی میں ترجمہ کرتے وقت اس علم کو طبیعیہ کہا گیا جس کا مطلب ہے فطرت یا فطری۔ آجکل جدید عربی میں الفیزیاء کا لفظ جو یونانی فزیکا سے اخذ کیا گیا ہے طبیعیات کے لئے استعمال ہوتا ہے

سائنسی طریقہ کار

سائنسی طریقہ ایک منظم نقطہ نظر ہے جو قدرتی مظاہر کی تحقیقات کرنے، نیا علم حاصل کرنے، یا پچھلے علم کو درست اور مربوط کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ یہ سائنس کی مشق کے لئے بنیادی ہے اور اس میں کئی اہم اقدامات شامل ہیں:

مشاہدہ: یہ عمل قدرتی دنیا کے محتاط مشاہدے سے شروع ہوتا ہے۔ اس میں نمونوں، بے قاعدگیوں، یا دلچسپ مظاہر کو نوٹ

کرنا شامل ہو سکتا ہے جو سوالات یا تجسس کو جنم دیتے ہیں۔

سوال: مشاہدات کی بنیاد پر ایک مخصوص سوال یا مسئلہ تیار کیا جاتا ہے۔ یہ سوال واضح، مرکوز اور قابل تحقیق ہونا چاہئے مفروضہ: سائنس میں مفروضہ Hypothesis بھی قائم کئے جاتے ہیں اور پھر ان کو تجربات و سمولیشن کی مدد سے مزید سمجھا جاتا ہے کہ آیا یہ مفروضہ کس حد تک درست ہیں تجربات: تجربات کنٹرول شدہ حالات کے تحت مفروضے کی جانچ کرنے کے لئے ڈیزائن کیے گئے ہیں۔ اس میں متغیرات کو منظم طریقے سے جوڑنے اور اعداد و شمار جمع کرنے کے لئے ایک طریقہ کار بنانا شامل ہے۔ عام طور پر متغیرات کی دو قسمیں ہوتی ہیں:

- آزاد متغیر: وہ عنصر جو تجربے میں تبدیل یا کنٹرول کیا جاتا ہے۔
- منحصر متغیر: وہ عنصر جو آزاد متغیر میں تبدیلیوں کے جواب میں مایا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔

اعداد و شمار جمع کرنا اور تجزیہ کرنا: تجربے کے دوران، اعداد و شمار جمع اور تجزیہ کیا جاتا ہے تاکہ اس بات کا تعین کیا جاسکے کہ آیا یہ مفروضے کی حمایت کرتا ہے یا مسترد کرتا ہے۔ اعداد و شمار کے طریقوں کو اکثر اعداد و شمار کی تشریح کرنے اور اس بات کو یقینی بنانے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے کہ نتائج قابل اعتماد اور اہم ہیں۔

نتائج: تجربے کی بنیاد پر، مفروضے کے بارے میں ایک نتیجہ اخذ کیا جاتا ہے۔ اگر اعداد و شمار مفروضے کی حمایت کرتے ہیں تو، اسے قبول کیا جاسکتا ہے۔ اگر نہیں، تو مفروضے پر نظر ثانی یا مسترد کیا جاسکتا ہے۔ نتیجہ نتائج اور ان کے مضمرات کا خلاصہ کرتا ہے۔ اشاعت: نتائج سائنسی مقالوں، پریزنٹیشنز، یا رپورٹس کے ذریعے بتائے جاتے ہیں۔ یہ قدم دوسرے سائنس دانوں کو نتائج کا جائزہ لینے، نقل کرنے اور توثیق کرنے کی اجازت دیتا ہے، سائنسی علم کے جسم میں حصہ ڈالتا ہے۔

جائزہ اور تکرار: سائنس تکرار ہے۔ نئے سوالات پیدا ہو سکتے ہیں، جس سے نظریات کے مزید تجربات اور اصلاح ہو سکتی ہے۔ یہ عمل جاری ہے اور مسلسل پچھلے کام پر مبنی ہے۔

پیمائش

انسانی محض دیکھ کر صرف جان پاتا ہے کہ چیز چھوٹی ہے بڑی ہے۔ مزید جاننے کے لئے اس کو پیمائش کرنا پڑتی ہے۔ انسان نے سب سے پہلے فاصلوں کو ناپنے کے حوالے سے الفاظ ایجاد کیے مثلاً فلاں مقام اتنے میل پر ہے۔ شروع میں بارٹر ٹریڈ ہوتی تھی یعنی ایک چیز کے بدلے دوسری چیز۔ سونے کی چھوٹی ڈلی کے بدلے چاندی کی بڑی ڈلی یا کھجور کے بدلے چھوہارے وغیرہ۔ آہستہ آہستہ اس میں وزن کرنا شامل ہوا۔

میٹرک سسٹم فرانس میں فرانسیسی انقلاب کے دوران تیار کیا گیا تھا، جس کا آغاز 18 ویں صدی کے آخر میں ہوا تھا۔ اس کا مقصد پیمائش کا ایک معیاری، منطقی نظام تشکیل دینا تھا جو اس وقت موجود متعدد اور متضاد اکائیوں کی جگہ لے سکے۔ میٹرک نظام کو سرکاری طور پر 1795 میں فرانس میں اپنایا گیا تھا۔ انقلاب فرانس کے بعد جب نپولین کی افواج مصر میں داخل ہوئیں تو اہرام مصر نے ان کو ورطہ حیرت میں ڈال دیا کہ کس طرح یہ عمارت وجود میں آئیں۔ فرانسیسی سوانٹس یا مفکروں نے پیمائش کے نظام کو مزید بہتر کیا اور نپولین نے اپنے دور حکومت میں فرانس کے زیر کنٹرول علاقوں میں میٹرک نظام کو نافذ کر دیا۔ اس کے مقابلے پر انگریزی حکومت تھی جو فیٹ پاؤنڈ کے سسٹم پر چل رہی تھی۔ روس نے پہلی بار 1918 میں روسی انقلاب کے فوراً بعد میٹرک نظام اپنایا۔

میٹرک سسٹم میں کچھ تبدیلیوں کے بعد اس کو سسٹم انٹرنیشنل کہا گیا۔ فرانس میں رائج اس پیمائش کے نظام کو اس کی آسانی کی وجہ سے بیشتر ملکوں میں پسند کیا جانے لگا اور لوگ چیزیں پاؤنڈ کی بجائے کلو گرام میں پیمائش لگے اور فاصلوں کو فیٹ کی بجائے میٹر

میں درج کرنے لگے۔ اگرچہ انگریزوں کے زیر تسلط علاقوں میں ان کا پیمائش کا نظام ہی چلتا رہا مثلاً ہندوستان و عرب ممالک میں۔ سن 1960 میں فرانس میں رائج سسٹم انٹرنیشنل مخفف ایس آئی سسٹم کو بہت سے ملکوں نے قبول کیا اور اس کو باضابطہ طور پر اپنانے کے لئے اسے عالمی سطح پر قبول کرنے پر زور ڈالا گیا تاکہ پیمائش کو معیاری بنایا جاسکے۔ انٹرنیشنل سسٹم آف یونٹس (SI) کو امریکہ میں جزوی طور پر قبول کیا گیا۔ امریکہ میں آج بھی برٹش سسٹم رائج ہے خاص طور پر ان کی انڈسٹری میں اور چونکہ تحقیق و ریسرچ میں امریکی حیثیت مسلمہ ہے لہذا انفرکس کے طالب علموں کے لئے ضروری ہے کہ ان کو برٹش اور سسٹم انٹرنیشنل کے پیمائش کے نظاموں کی آگاہی حاصل ہو

نیچے ٹیبل میں اہم مقداروں مثلاً Length لمبائی، Mass کمیت، Time وقت، Temperature درجہ حرارت، Force طاقت، Energy انرجی، Pressure دباؤ، Volume حجم، Power قوت کے یونٹس کا ذکر ہے

جدول ۱۰۱: مختلف عوامل اور ان کے یونٹ

Quantity	SI Unit	British (Imperial) Unit
Length لمبائی	(m) Meter	(ft) Foot
Mass کمیت	(kg) Kilogram	(lb) Pound
Time وقت	(s) Second	(s) Second
Temperature حرارت درجہ	(K) Kelvin	(°F) Fahrenheit degree
Force طاقت	(N) Newton	(lbf) Pound-force
Energy انرجی	(J) Joule	(BTU) Unit Thermal British
Pressure دباؤ	(Pa) Pascal	(psi) inch square per Pound
Volume حجم	(m ³) meter Cubic	(ft ³) foot Cubic
Power قوت	(W) Watt	(hp) Horsepower

دنیا میں صرف 14 چوٹیاں ہیں جن کی بلندی 8000 میٹر سے زیادہ ہے۔ یہ دنیا کی سب سے بلند چوٹیاں ہیں اور انہیں ”آٹھ ہزار میٹر سے بلند چوٹیاں“ کہا جاتا ہے۔

Prefix پریفیکس

بسا اوقات ہم پیمائش کے یونٹ کے ساتھ کوئی سابقہ لگا دیتے ہیں جن کو انگریزی میں پریفیکس Prefix کہا جاتا ہے مثلاً گرام ایک یونٹ ہے لیکن سسٹم انٹرنیشنل میں کلو گرام کو لیا گیا ہے اور کلو ایک پریفیکس ہے جو ہزار کے برابر ہے یعنی کلو گرام کا مطلب ہوا کہ یہ چیز کمیت میں ہزار گرام ہے۔ اسی طرح ہم لمبائی کو ملی میٹر میں بھی بیان کرتے ہیں کہ یہ تختہ لمبائی میں 200 ملی میٹر کا ہے۔ ملی کے سابقہ لگنے کا مطلب ہے ایک ہزار، اس طرح 200 ملی میٹر کا مطلب ہوا کہ یہ لمبائی $\frac{200}{1000}$ ہے۔ مختلف پریفیکس کو اس طرح لکھا جاتا ہے: ملی میٹر mm، سینٹی میٹر cm، ڈیسی میٹر dm وغیرہ

$$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m} \quad 1 \text{ dm} = 10^{-1} \text{ m} \quad 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m} \quad 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m} \quad 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} \quad 1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$$

سن 60 کی دہائی تک میٹر کی پیمائش اس طرح کی گئی تھی کہ ایک ایکس کی شکل کے کراس سیکشن کی پلائیم ایریڈیم سے بنی ایک سلاخ یا راڈ کو معیار مقرر کیا گیا تھا اور، جسے پیرس میں ”بیورو آف ویٹ اینڈ میزرنمنٹ“ میں ایک مخصوص درجہ حرارت میں

جدول ۱۰۲: دنیا کی بلند ترین چوٹیاں

اونچائی (فٹ)	اونچائی (میٹر)	ملک	چوٹی
29035	8850	نیپال	ماؤنٹ ایورسٹ
28251	8611	پاکستان	کے 2
28169	8586	نیپال	کانگچنجنگا
27940	8516	نیپال/چین	لہوٹسے
27766	8462	نیپال/چین	ماکالو
26906	8201	نیپال/چین	چو او یو
26795	8167	نیپال	دھاو لگیری
26781	8156	نیپال	مانسلو
26658	8125	پاکستان	نانگا پربت
26545	8091	نیپال	اناپورنا
26469	8068	پاکستان	گاشر برم اول
26401	8047	پاکستان	براڈ پیک
26362	8035	پاکستان	گاشر برم دوم
26289	8013	چین	شیشا پنگا

جدول ۱۰۳: دنیا کی بلند ترین چوٹیاں، اونچائی (میٹر) اور (فٹ) میں

رکھا گیا تھا۔ اس کی ایک نقل ہر اس ملک کو دی گئی تھی جس نے میٹر کنونشن میں حصہ لیا ہو اور یہ راڈ، کیلیبریشن دفاتر کے لئے ”پروٹونائپ“ کے طور پر کام کرتی تھی۔ لیکن اکتوبر 1983 میں وزن اور پیمائش پر 17 ویں جنرل کانفرنس نے بنیادی یونٹ میٹر کی ایک نئی تعریف کا فیصلہ کیا۔ یہ نئی تعریف خلا یا کیویم میں روشنی کی رفتار $c_0 = 299792458 \text{ m/s}$ پر مبنی ہے

میٹر کی تعریف

میٹر اس راستے کی لمبائی ہے جسے روشنی $\frac{1}{299792458}$ سیکنڈ کے وقفے کے دوران خلا میں سفر کے دوران طے کرتی ہے۔

وقت سے ہمیں مدت کا علم ہوتا ہے اور فزکس میں وقت پر نظر رکھنے والے تمام آلات کو ٹائم کیپنگ آلات یا گھڑیاں کہا جاتا ہے اب چاہے وہ پینڈولم (کلاک پینڈولم) ہوں یا وہیل بیلنس یا کوآرڈز کرشل (کوآرڈز کلاک) ہوں۔ سسٹم انٹرنیشنل میں وقت کو سیکنڈز میں درج کیا جاتا ہے البتہ پر فیکس کے ساتھ بھی لکھا جاتا ہے مثلاً ملی سیکنڈ یا نیکرو سیکنڈ وغیرہ

سیکنڈ کی تعریف

ایک سیکنڈ تابکاری کے $9,192,631,770$ ادوار کا دورانیہ ہے جو ^{133}Cs کے گراؤنڈ اسٹیٹ کی دو ہائپر فائن لیولس کے درمیان منتقلی سے مطابقت رکھتا ہے

سیکنڈ کی تعریف اس وقت کے طور پر کی جاتی ہے جب کسی خاص قسم کی تابکاری (توانائی کی ایک شکل جو خلا میں سفر کرتی ہے) کو

9192631770 سائیکلوں کو مکمل کرنے میں وقت لگتا ہے۔ یہ تابکاری اس وقت پیدا ہوتی ہے جب ایک سیسیئم-133 ایٹم دو توانائی کی حالتوں کے درمیان سوچ کر رہتا ہے۔ ان توانائی کی حالتوں کو ”ہائیر فائن لیولز“ کہا جاتا ہے۔ جب سیسیئم اپنی سب سے مستحکم حالت میں ہوتا ہے تو اس کو ”گراؤنڈ حالت“ کہا جاتا ہے

قدیم بابل میں دن کو 12 برابر حصوں میں تقسیم کیا گیا اور قدیم مصر میں دن کو 24 حصوں میں تقسیم کیا گیا تھا۔ بعد میں منٹ اور سیکنڈ کے تصور کو انسان نے ایجاد کیا۔ جس طرح ایک گھنٹے میں 60 منٹ اور ایک منٹ میں 60 سیکنڈ ہوتے ہیں قدیم دور میں، وقت کی پیمائش سورج گھڑیوں، پانی کی گھڑیوں اور کئی دوسرے موزوں آلات کے ذریعے کی جاتی تھی۔ جدید گھڑیوں کی مدد سے، یہ سمجھنا آسان ہے کہ سال میں مختلف اوقات و مقامات پر دن بالکل ایک جیسے نہیں ہوتے۔ لہذا، یہ فیصلہ کیا گیا کہ وقت کی پیمائش کے لیے اوسط شمسی دن کو ایک معیار کے طور پر لیا جائے۔ سال کے دوران وقت کے اس اوسط وقفے کی چوبیسویں حصے کو ایک گھنٹہ کہا جاتا ہے۔

لیکن، وقت کی اکائیوں کا تعین کرتے ہوئے — گھنٹے، منٹ، سیکنڈ — دن کے چوبیسویں حصے کے طور پر، ہم فرض کرتے ہیں کہ زمین مستقل ایک ہی رفتار سے گھوم رہی ہے۔ یہ جاننا ضروری ہے کہ چاند سورج ایک معمولی حد تک، زمین کی گردش کو سست کرتے ہیں۔ اس کا مطلب ہے کہ وقت کی ہماری اکائی دن آہستہ آہستہ لمبا ہو رہا ہے۔ زمین کی گردش کی یہ سست رفتاری اتنی معمولی ہے کہ اسے ایٹمی گھڑیوں کی ایجاد کے بعد براہ راست ناپا جاسکا ہے، جو وقت کی پیمائش کو انتہائی درستگی کے ساتھ ناپتی کرتی ہیں — ملی سیکنڈ کے دس لاکھویں حصے تک۔ دن کی لمبائی میں تبدیلی ہر 100 سال میں 1-2 ملی سیکنڈ تک پہنچ جاتی ہے۔

موجودہ دور میں وقت کی انتہائی دقیق اور درست پیمائش ممکن ہے اور آلات کی مدد سے معلوم ہوا ہے کہ ایک سیکنڈ ایک سال کا

$$1s = 1/31556925.9747 \text{ year}$$

حصہ ہے۔

یہ تعریف اب روایتی شمسی دن پر مبنی نہیں ہے، جو کہ زمین کی گردش پر منحصر ہوتا تھا۔ زمین کی گردش کی رفتار میں معمولی تبدیلیوں کی وجہ سے، روایتی شمسی دن کی بنیاد پر وقت کی پیمائش میں معمولی فرق آسکتا ہے۔ لہذا، ایک سیکنڈ کی اس نئی تعریف نے ان معمولی فرقوں کو ختم کر دیا ہے اور ایک سال کے انتہائی درست حصے کی بنیاد پر ایک سیکنڈ کو متعین کیا ہے۔

سمتی و غیر سمتی متغیرات

فزکس میں سمتی vector و غیر سمتی scalar متغیرات variables ہوتے ہیں۔ سمتی یا ویکٹر متغیر کو سمت درکار ہوتی ہے جبکہ غیر سمتی اور سکالر متغیرات کو سمت کی ضرورت نہیں ہوتی مثلاً رفتار ایک سمت میں ہو تو اس کو سمتی متغیر سمجھا جائے گا۔ اس کے برعکس ماس یا کمیت غیر سمتی متغیر ہے۔

جدول . میں مختلف عوامل و متغیرات کے سکالر یا ویکٹر ہونے کی نشاندہی کی گئی ہے

سوالات

سوال: اگر جھیل سیف الملوک کی لمبائی 1.7 km، چوڑائی 1 km، اور اوسط گہرائی 50 m ہے، تو جھیل کا کل حجم m^3 میں معلوم کریں۔

جدول ۱۰۴: اسکالر اور ویکٹرز کی فہرست

قسم	علامت	مقدار
اسکالر	m	کمیت
اسکالر	T	حرارت درجہ
اسکالر	E	توانائی
اسکالر	ρ	کثافت
اسکالر	t	وقت
اسکالر	p	دباؤ
اسکالر	ℓ	فاصلہ
ویکٹر	$\vec{s}$	ڈسپلسمینٹ
ویکٹر	$\vec{v}$	رفتار سمتی
ویکٹر	$\vec{a}$	سرعت
ویکٹر	$\vec{F}$	طاقت
ویکٹر	$\vec{E}$	میدان برقی
ویکٹر	$\vec{B}$	میدان مقناطیسی
ویکٹر	$\vec{A}$	علاقہ

باب ۲

مادہ اور اس کی حالتیں

مادہ کائنات کی وہ بنیادی حقیقت ہے جو ہر چیز میں موجود ہوتی ہے اور جگہ گھیرتی ہے۔ مادہ مختلف حالتوں میں پایا جاتا ہے، اور یہ حالتیں درجہ حرارت اور دباؤ کی مختلف سطحوں پر تبدیل ہو سکتی ہیں۔ بنیادی طور پر مادہ کی تین حالتیں مشہور ہیں: ٹھوس، مائع، اور گیس۔ تاہم، جدید سائنس نے مادہ کی مزید حالتیں بھی دریافت کی ہیں، جیسے پلازما اور بوس-آئن سٹائن کنڈینسیٹ۔

ٹھوس (Solid):

ٹھوس مادہ کی خاصیت یہ ہے کہ اس کی شکل اور حجم مقرر ہوتے ہیں۔ اس کے ذرات ایک دوسرے کے بہت قریب ہوتے ہیں اور مضبوط بانڈز کی وجہ سے اپنی جگہ پر مقید ہوتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ٹھوس اشیاء کا ایک مخصوص شکل ہوتا ہے، جیسے کہ لکڑی، لوہا، یا پتھر۔

مائع (Liquid):

مائع کی خاصیت یہ ہے کہ اس کا حجم مقرر ہوتا ہے لیکن اس کی شکل مقرر نہیں ہوتی۔ مائع مادہ اپنی جگہ برقرار رکھنے کے بجائے جس برتن میں ڈالا جائے، اس کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ مائع کے ذرات ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں لیکن وہ آزادانہ حرکت کر سکتے ہیں، جیسے پانی، دودھ، یا تیل۔

گیس (Gas):

گیس کی نہ کوئی مقررہ شکل ہوتی ہے اور نہ ہی مقررہ حجم۔ گیس کے ذرات بہت زیادہ آزاد ہوتے ہیں اور وہ ہر سمت میں حرکت کر سکتے ہیں، جس کی وجہ سے گیس ہر جگہ پھیل جاتی ہے جہاں تک اسے جانے کا موقع ملے۔ مثال کے طور پر، ہوا، آکسیجن، یا ہائیڈروجن۔

پلازما (Plasma):

پلازما ایک ایسی حالت ہے جس میں گیس کے ذرات اتنی زیادہ توانائی حاصل کر لیتے ہیں کہ وہ الیکٹرانز سے الگ ہو جاتے ہیں، اور یوں پلازما میں آزاد الیکٹرانز اور آئونز کی بڑی تعداد موجود ہوتی ہے۔ یہ حالت زیادہ تر ستاروں اور شمسی ہوا میں پائی جاتی ہے۔

بوس-آئن سٹائن کنڈینسیٹ Condensate: Bose-Einstein

یہ حالت مادہ کی سب سے کم توانائی کی حالت ہے، جو انتہائی سرد درجہ حرارت پر حاصل کی جاتی ہے۔ اس میں ذرات آپس میں مل کر ایک ہی توانائی کی حالت اختیار کر لیتے ہیں، اور یہ مادہ کی پانچویں حالت ہے جو جدید سائنسی تحقیق میں دریافت ہوئی ہے۔ مادہ کی ان حالتوں کا مطالعہ فزکس اور کیمسٹری کے بنیادی موضوعات میں شامل ہے، اور یہ ہمیں سمجھنے میں مدد دیتا ہے کہ کائنات میں موجود چیزیں کیسے کام کرتی ہیں اور مختلف حالات میں ان کی خصوصیات کیسے تبدیل ہوتی ہیں۔

Mass کمیت

مادہ کو کمیت میں بیان کیا جاتا ہے مثلاً یہ 5 کلو گرام ہے اور مائع کو اکثر حجم میں بیان کیا جاتا ہے کہ دودھ ایک لیٹر ہے وغیرہ کمیت اور جمود (Inertia) طبیعیات میں ایک دوسرے سے گہرا تعلق رکھتے ہیں، خاص طور پر حرکت کے مطالعے میں۔ جمود ایک جسم کی وہ خاصیت ہے جو اس کی حرکت کی حالت میں تبدیلی کی مزاحمت کرتی ہے، یعنی ایک جسم جو ساکن ہو، وہ ساکن رہنا چاہتا ہے، اور جو جسم حرکت میں ہو، وہ اسی رفتار اور سمت میں حرکت جاری رکھنا چاہتا ہے جب تک کہ اس پر کوئی بیرونی قوت عمل نہ کرے۔ دوسری طرف، کمیت ایک جسم میں موجود مادے کی مقدار کی پیمائش ہے اور یہ عام طور پر کلو گرام میں ناپی جاتی ہے۔ جمود اور کمیت کے درمیان اہم تعلق یہ ہے کہ کمیت ایک جسم کی جمود کا مقداری پیمانہ ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ جتنا زیادہ کسی جسم کی کمیت ہوگی، اتنی ہی زیادہ اس کا جمود یا انرشیا ہوگا اور اس کے حرکت کی حالت میں تبدیلی لانے کے لیے اتنی ہی زیادہ طاقت درکار ہوگی۔ آسان الفاظ میں، زیادہ کمیت والے اجسام کو حرکت دینا یا روکنا کم کمیت والے اجسام کے مقابلے میں زیادہ مشکل ہوتا ہے۔ مثلاً، ایک کار، جس کی کمیت زیادہ ہے، اسے دھکیلنا یا روکنا ایک سائیکل کے مقابلے میں بہت زیادہ مشکل ہوتا ہے، کیونکہ کار کا جمود یا انرشیا زیادہ ہے۔

ماس یا کمیت کی تعریف

کمیت ہمیں بتاتی ہے کہ کسی چیز میں کس قدر مادہ ہے کمیت اس بات کی پیمائش کرتی ہے کہ کسی چیز کو حرکت دینے میں کتنی دشواری ہوتی ہے۔ بڑی کمیتوں کو حرکت دینا چھوٹی کمیتوں کے مقابلے میں زیادہ مشکل ہوتا ہے۔

ڈینسٹی

بہت سی اشیاء کی کمیت کا حساب ان کی کثافت یا ڈینسٹی کی مدد سے کیا جاتا ہے۔ کثافت یا ڈینسٹی (ρ) سے مراد ہے

$$\rho = \frac{m}{V}$$

یہاں m سے مراد کمیت ہے اور V سے مراد حجم ہے

مشق

زمین کو ایک کرہ مانتے ہوئے اس کا وزن کیسے معلوم کیا جاسکتا ہے؟
حل زمین کا وزن معلوم کرنے کے لیے ہم درج ذیل فارمولا استعمال کر سکتے ہیں:

$$m = \rho \cdot V$$

جہاں:

- m زمین کا وزن (یاماس) ہے،
- ρ زمین کی اوسط کثافت ہے (جو تقریباً 5.51 g/cm^3 یا $5.51 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ہے)،
- V زمین کا حجم ہے۔

چونکہ زمین کو ہم کرہ مان رہے ہیں، کرہ کا حجم کا فارمولا:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

جہاں R زمین کا اوسط رداس ہے (جو تقریباً $R = 6.371 \times 10^6 \text{ m}$ ہے)۔
اب ہم حجم کا حساب کرتے ہیں:

$$V = \frac{4}{3}\pi (6.371 \times 10^6)^3 = 1.08321 \times 10^{21} \text{ m}^3$$

اب وزن کا حساب لگانے کے لیے کثافت کا استعمال کرتے ہیں:

$$m = (5.51 \times 10^3) \times (1.08321 \times 10^{21}) = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

لہذا زمین کا اندازاً وزن $5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$ ہوگا، جو کہ زمین کے اصل وزن $5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ کے بہت قریب ہے۔

شے	وزن (کلوگرام)
مشاہداتی کائنات	$\sim 10^{52}$
ملکی وے	$\sim 10^{42}$
سورج	1.99×10^{30}
زمین	5.98×10^{24}
چاند	7.36×10^{22}
شارک	$\sim 10^3$
انسان	$\sim 10^2$
مینڈک	$\sim 10^{-1}$
پچھر	$\sim 10^{-5}$
بیکٹیریا	$\sim 1 \times 10^{-15}$
ہائی ڈروجن ایٹم	1.67×10^{-27}
الیکٹران	9.11×10^{-31}

جدول ۲۰۱: مختلف اشیاء کے تقریباً وزن

مرکز کیت Center of Mass

مرکز کیت طبیعیات کا ایک بنیادی تصور ہے جو اس مرکز کی نمائندگی کرتا ہے جہاں کسی جسم یا نظام کی تمام کیت کو مرکز سمجھا جاتا ہے، تاکہ حرکت کے تجزیے کو آسان بنایا جاسکے۔ کسی ایک جسم کے لئے، مرکز کیت وہ نقطہ ہوتا ہے جہاں بغیر کسی گھماؤ کے اسے

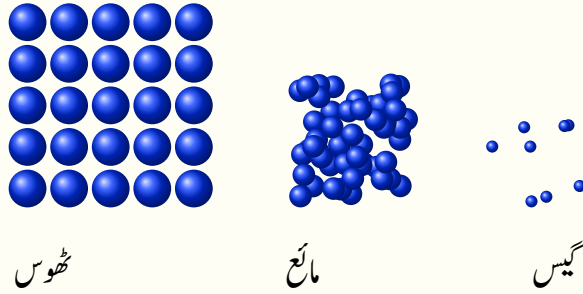
متوازن کیا جاسکتا ہے۔ اگر نظام متعدد ذرات پر مشتمل ہو، تو مرکزِ کمیت درج ذیل فارمولے کے ذریعے معلوم کیا جاتا ہے:

$$\vec{R} = \frac{1}{m_T} \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i$$

جہاں m_T نظام کی کل کمیت ہے، m_i انفرادی ذرات کی کمیت ہے، اور $\vec{r}_i$ ان کے متعلقہ مقامات کے ویکٹر ہیں۔ عملی اطلاق میں، مرکزِ کمیت کا علم وسیع پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے، جیسے کہ مستحکم ڈھانچے اور گاڑیاں ڈیزائن کرنے میں، یا فلکیات میں مداری حرکات کو سمجھنے کے لیے۔ مثال کے طور پر، یہ کسی ڈھانچے کی استحکام کا تعین کرنے یا خلا میں اجسام کی کشش ثقل کے تحت حرکت کی وضاحت میں مدد دیتا ہے۔ مرکزِ کمیت کو سمجھنا پیچیدہ نظاموں کے رویے کو پیش گوئی کرنے کے لئے بھی ضروری ہے، جہاں کئی قوتیں موجود ہوتی ہیں، اور یہ روزمرہ کے مظاہر سے لے کر سائنسی مسائل تک میں گہری بصیرت فراہم کرتا ہے

سیال یا فلوئڈ کی خصوصیات

فلوئڈ میکینکس طبیعیات کا ایک اہم جز ہے۔ سیال یا فلوئڈ سے مراد مادہ کی مائع یا گیس حالت ہے۔ یہ حالت سیال کو ٹھوس مادوں سے الگ کرتی ہے۔ ٹھوس مواد میں مالیکیول اپنے مقام پر ہی رہتے ہیں اور حالت ارتعاش میں ہوتے ہیں یا vibrate کرتے ہیں۔



شکل ۲۰۱: ٹھوس، مائع اور گیس حالتوں میں میکینکس کی حالتیں۔

Hooke's

Law

قانون

کا

ہک

جب ٹھوس مواد پر طاقت لگائی جائے تو مادہ کی شکل کچھ تبدیل ہوتی ہے یا ٹھوس ٹوٹ جاتا ہے۔ اس کو ہک کے قانون Hooke's Law سے بیان کیا جاتا ہے جس کے مطابق

$$\sigma = E\epsilon$$

یہاں

σ سے مراد stress یا طاقت بٹا علاقہ ہے اور

ϵ سے مراد strain یا جسم کی تبدیلی ہے۔ جو تبدیل زدہ لمبائی بٹا اصل لمبائی ہے۔

E کو ایلاسٹک کونسٹنٹ یا اردو میں لچکدار مستقیم کہا جاسکتا ہے۔ E-چک کے موڈولس یا Young Modulus ینگ کے مواد کے موڈولس کی نمائندگی کرتا ہے۔ یہ ایک عدد ہے جو کسی مواد کی اندرونی سختی کی پیمائش کرتا ہے۔ یہ کسی دیئے گئے مواد کے لئے مستقل ہے اور پاسکل Pa میں پیمائش کی جاتی ہے۔

$$\sigma = \frac{F}{A} = E \left(\frac{\Delta \ell}{\ell_i} \right)$$

یہاں Δl سے مراد اصل لمبائی ہے اور Δl سے مراد لمبائی کی تبدیلی ہے۔
یہ جدول مختلف دھاتوں اور غیر دھاتوں کے لیے ینگ کے ماڈیولس (E) کی تقریباً قدریں فراہم کرتا ہے، جو مواد کی سختی کو ظاہر کرتا ہے۔

جدول ۲۰۲: دھاتیں

جدول ۲۰۳: غیر دھاتیں

مواد	(GPa) ماڈیولس ینگ	مواد	(GPa) ماڈیولس ینگ
ریٹ	1.0--01.0	ایلو مینیم	69
شیشہ	90--50	اسٹیل	200
ہیرہ	1050	ٹائٹانیئم	116
گرافائٹ	15--1	تانبہ	110
(اوک) لکڑی	11	پیتل	125--100
کنکریٹ	50--30	لوہا	210--190
سی وی پی	1.4--4.2	نکل	170
کوارٹز	71	ٹنگسٹن	410
ٹیفلون	5.0	سونا	78
ایپوکسی	3--2	چاندی	83

اب ہم سیال مادوں پر بات کرتے ہیں جو اس باب کا موضوع ہیں۔ سیال کی تعریف کی جاتی ہے کہ ہر بہتی چیز سیال ہے۔ بادی انظر میں یہ درست ہے البتہ یہ ایک عامی شخص کی جانب سے دی گئی تعریف ہے جو اکثر فزکس کے اصولوں سے ناواقف ہوتا ہے۔

سیال کی تعریف

سائنس میں ہم سیال کی تعریف کچھ اس طرح کرتے ہیں
سیال وہ مادہ ہے جو tangential مماسی (یا غیر عمودی لیکن سطح کو چھوتی) طاقت کے عمل کرنے پر اپنی شکل برقرار نہیں رکھ پاتا اور بہنے لگتا ہے

خصوصیات

کی

فلوئڈ

Density

کثافت

کثافت یا ڈینسٹی سے مراد کمیت بٹا حجم ہے

$$\rho = \frac{mass}{volume}$$

اس کو یونانی حرف ρ سے ظاہر کیا جاتا ہے

سیال میکانیات میں بعض اوقات ہم کثافت کے الٹ کا استعمال کرتے ہیں جسے مخصوص حجم یا specific volume کہا جاتا ہے۔ زیادہ تر گیسوں کی کثافت درجہ حرارت اور دباؤ کے ساتھ تبدیل ہو جاتی ہے۔ دوسری طرف، مائع اور ٹھوس میں عموماً درجہ حرارت یا دباؤ میں تبدیلی کے ساتھ کثافت میں زیادہ تبدیلی نہیں دکھائی دیتی ہے۔ انجینئرنگ یا صنعتی اپلیکیشنز میں

استعمال ہونے والے مائع کو غیر قابل للضغط مائع سمجھا جاتا ہے، یعنی ان کی کثافتیں دباؤ اور درجہ حرارت کے ساتھ تبدیل نہیں ہوتیں۔

پانی کی کثافت میں صرف 2 سے 3 فیصد تبدیلی دیکھنے میں آتی ہے جب درجہ حرارت کو 20°C سے 100°C تک تبدیل کیا جاتا ہے۔

کثافت کی اکائیاں ایس آئی (سیستم انٹرنیشنل) میں کلو گرام فی مکعب میٹر (kg/m^3) ہیں۔ برطانوی شاہی پیمائشی نظام اور امریکی روایتی پیمائشی نظام میں، کمیت (m) کو سلگس میں ناپا جاتا ہے۔ کمیت کو پاؤنڈ-ماس (lb_m) کی اکائیوں میں بھی ظاہر کیا جاتا ہے، جو سلگس کے ساتھ اس طرح متعلق ہے:

$$1 \text{ slug} = 1 \text{ lb}_m \cdot 32.174$$

ایک پاؤنڈ-فورس (lb_f) کی قوت اس قوت کے طور پر معرف ہے جو ایک سلگ کی کمیت کو 1 ft/s^2 کی سرعت سے حرکت دینے کے لیے درکار ہے۔ ایک پاؤنڈ-فورس کی قوت پاؤنڈ-ماس کے ساتھ اس طرح متعلق ہے:

$$1 \text{ lb}_f = 32.174 \text{ lb}_m \text{ ft/s}^2$$

Compressibility

پذیری

دباؤ

کمپریسیبیلٹی Compressibility دباؤ پذیری سے مراد ہے کہ مادہ کی کوئی قسم دباؤ کو کتنا برداشت کر پاتی ہے۔ کمپریسیبیلٹی کا بلک موڈولس یا سیال کی پک کا بلک موڈولس اس طرح بیان کیا گیا ہے:

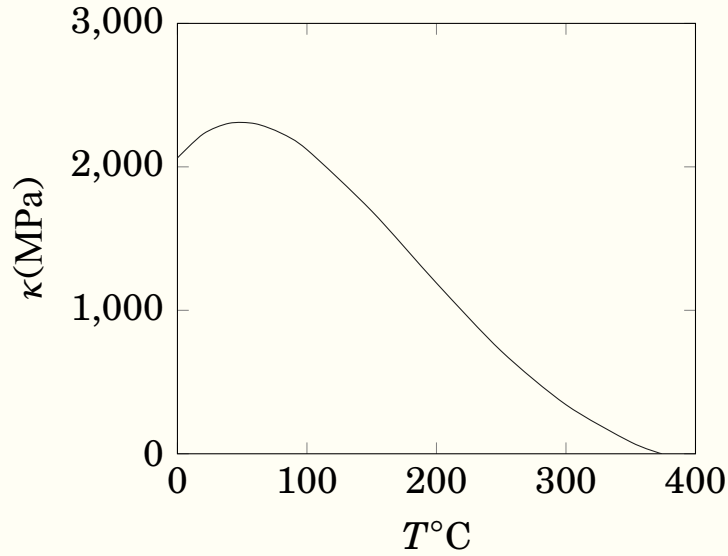
$$\kappa = \rho \left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_T \quad (2.1)$$

یہ بتاتا ہے کہ دباؤ پذیری کا بڑا ماڈیولس دباؤ کی اکائیوں میں ہوتا ہے۔ ایس آئی نظام میں κ عموماً پاسکل کی اکائیوں میں ظاہر کیا جاتا ہے اور ایف پی ایس نظام میں κ کو psi کی اکائیوں میں پیش کیا جاتا ہے۔ دباؤ پذیری کا بڑا ماڈیولس کا مطلب ہے کہ حجم میں تھوڑی سی تبدیلی لانے کے لئے دباؤ میں بڑی تبدیلی درکار ہوتی ہے۔ عموماً مائع میں دباؤ پذیری کے اوپر دیے گئے ماڈلز کا بڑا حجم ہوتا ہے۔

فرض کریں کہ آپ پانی کو 1 فیصد تک دبانا چاہتے تھے۔ اس مقصد کو حاصل کرنے کے لئے، معیاری فضا میں پانی کے دباؤ کو 212 bar تک بڑھانا ہو گا تاکہ اسے صرف ایک فیصد دبایا گیا جاسکے، جو 15960000 ton کے برابر کمپریسیبیلٹی مقدار کے کو انمنسٹ مستقیم سے مطابقت رکھتا ہے۔

جدول ۲.۴: ٹھوس، مائع اور گیس مواد کے لیے بلک ماڈیولس کی قدریں

مواد ٹھوس		مواد مائع	
مادہ	ماڈیولس (GPa)	مادہ	ماڈیولس (GPa)
اسٹیل	160	پانی	2.2
ہیرا	443	پارہ	28
ایلو مینیم	75	ایتھانول	0.9
شیشہ	50	گلیسرول	4.6
لوہا	170	موٹر ائل	1.6
مواد گیس			
مادہ	ماڈیولس (MPa)		
ہوا	0.101		
ہیلیم	0.12		
ہائیڈروجن	0.128		
کاربن ڈائی آکسائیڈ	0.125		
آکسیجن	0.127		



شکل ۲.۲: پانی کا بلک موڈلس

نوعیۃ

حرارتیں

سیال مادے حرارتی توانائی کو ذخیرہ کرنے کی صلاحیت رکھتے ہیں اور یہ خصوصیت مخصوص حرارت یا نوعیۃ حرارت کی قیمت کے ذریعے ظاہر ہوتی ہے، جس کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے:

$$c_p = \left(\frac{\partial h}{\partial T} \right)_p$$

یہاں، c_p مستقل دباؤ پر مخصوص حرارت ہے، h انتھالپی ہے، p دباؤ ہے اور T مطلق درجہ حرارت ہے۔

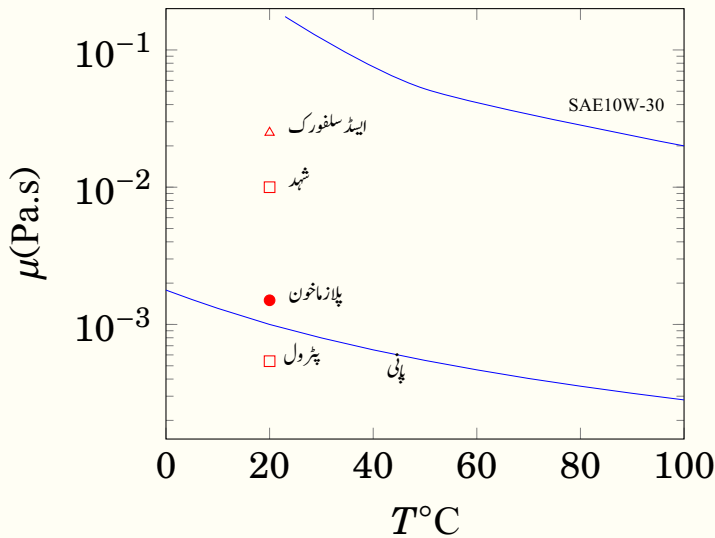
$$c_v = \left(\frac{\partial u}{\partial T} \right)_v$$

یہاں، c_v مستقل حجم پر مخصوص حرارت ہے، u یونٹ کمیت فی داخلی توانائی ہے، v حجم ہے۔

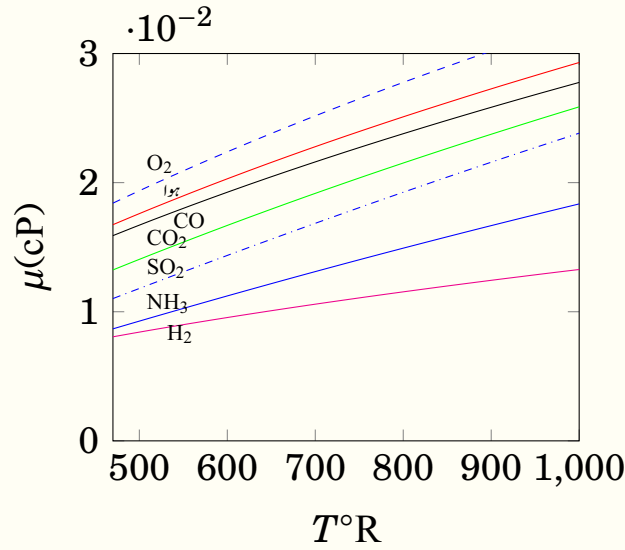
گرانروی / لزوجة

Viscosity

عربی میں وسکوسٹی Viscosity کو لزوجة کہتے ہیں اور فارسی میں گرانروی کہتے ہیں۔ چونکہ اردو میں ابھی تک اس کے کوئی لفظ نہیں ہے ہم اس کتاب میں اس کو انہی دو الفاظ سے بیان کریں گے۔ رواں ہونا اردو میں آسانی کو کہا جاتا ہے اور گراں مطلب مشکل ہے یہ دونوں الفاظ فارسی کے ہیں اور فارسی میں ان کو ملا کر لفظ بنایا گیا ہے گرانروی یعنی مشکل سے چلنا یا سیال کے تناظر میں مشکل سے بہنا۔ اس طرح یہ لفظ وسکوسٹی کے لئے مناسب ہے



شکل ۲۰۳: مائع حالت میں کچھ سیال مادوں کی وسکوسٹی۔



شکل ۲۰۴: تین عددی سد رلیئنڈ مساوات کا استعمال کرتے ہوئے گیس کی حالت میں کچھ سیال مادوں کی وسکوسٹی

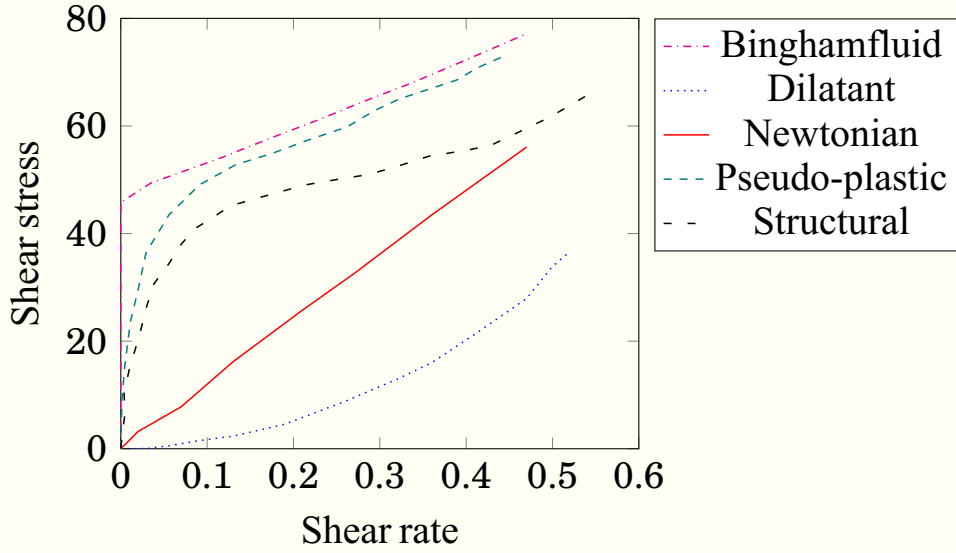
سیال مادوں میں، سیال کے مالیکیولز کے درمیان مومینٹم کے تبادلے کی وجہ سے قص تناؤ shear stress موجود ہوتا ہے۔ سطح کے قریب سیال کی تھیں شیئر تناؤ کا زیادہ تجربہ کرتی ہیں بمقابلہ ان سیال تھوں کے جو سطح سے دور ہوتی ہیں۔ مالیکیولر کے درمیان مومینٹم کی منتقلی وجہ سے طاقت پیدا ہوتی ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ فی یونٹ رقبہ طاقت کو شیئر تناؤ shear stress کہا جاتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ سیال کی تھوں میں shear stress کی تقسیم یکساں نہیں ہوتی اور اس سے سیال کی تھوں کی مختلف شروں پر حرکت ہوتی ہے یا رفتار کی تدریج پیدا ہوتی ہے۔ مختلف سیالات شیئر تناؤ کی کارروائی کے تحت مختلف طریقے سے برتاؤ کرتے ہیں۔ کچھ سیالات میں لاگو شیئر تناؤ اور رفتار کی تدریج کے درمیان براہ راست تعلق دکھائی دیتا ہے، جنہیں نیوٹنی سیال مادے کہا جاتا ہے۔

بہاؤ کے لیے ہم لکھ سکتے ہیں:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (2.2)$$

مذکورہ بالا مساوات کو نیوٹن کا لزوجت کا قانون کہا جاتا ہے۔ ساکن سیال مادہ میں شیئر تناؤ موجود نہیں ہوتا، اور صرف عمودی تناؤ موجود ہوتا ہے

جن سیال میں شیئر تناؤ اور strain کے ساتھ لکیری طور پر تناسب نہیں ہوتا انہیں غیر نیوٹنی سیال کہا جاتا ہے۔ شکل میں کچھ عام غیر نیوٹنی سیال دکھائے گئے ہیں۔



شکل ۲۰۵: شیر تناؤ اور اس کے نتیجے میں پیدا شدہ اسٹریٹین

Surface

Tension

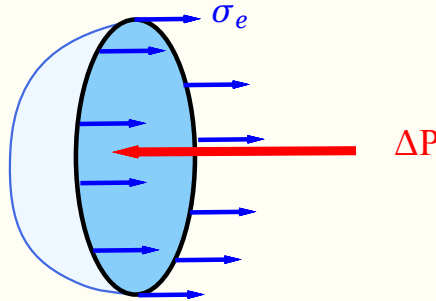
سطحی

توتر

عربی میں سرفیس ٹینشن Surface Tension کو التوتر سطحی کہتے ہیں اور فارسی میں کشش سطحی کہتے ہیں۔ چونکہ اردو میں ابھی تک اس کے کوئی لفظ نہیں ہے ہم اس کتاب میں اس کو انہی دو الفاظ سے بیان کریں گے اور اس کو سطحی تناؤ کا بھی نام دیں گے۔
سطحی توانائی free energy وہ مقدار مابقی ہے جو فی یونٹ رقبہ سطح کو بڑھانے کے لئے کی گئی محنت ہے۔ اس طاقت کی مقدار جو کہ فی یونٹ لمبائی سطح کی ہوتی ہے، التوتر سطحی کہلاتی ہے۔ التوتر سطحی کی اکائیاں N/m (یا lbf/ft) ہیں، جبکہ سطحی توانائی کی اکائیاں فی یونٹ رقبہ جول ہیں۔
بعدی طور پر، التوتر سطحی اور سطحی توانائی برابر ہوتی ہیں جیسا کہ:

$$\frac{W}{A} = \frac{F \cdot s}{A} = \frac{F}{\ell}$$

جہاں، F طاقت ہے، s منتقلی ہے، A رقبہ ہے اور ℓ کی جہتیں لمبائی کی ہیں۔ لہذا، دونوں مقداریں ایک جیسی ہوتی ہیں۔
سیال میں ساکن مائع کی سطح کو فری سرفیس free surface کہا جاتا ہے اس کو اردو میں آزاد سطح کہہ سکتے ہیں۔



شکل ۲۰۶: قطرہ پر التوتر سطحی •

جدول ۲۰۵: چند مائع کی توتر سطحی

مائع	$10^{-3}(\text{N/m})$	مائع	$10^{-3}(\text{N/m})$
گلیسرین	63	پانی:	
تیل SAE 30	35	0°C	76
پارہ	440	20°C	73
الکحل اتھائل	23	100°C	59
خون 37°C	58		
پٹرول	22	20°C بینزین-ہوا	88.28
امونیا	21	محلول کا صابن	25
مٹی کا تیل	28	1000°C نمک	98

جدول ۲۰۶: ہوا میں کچھ مائع ٹھوس کے لئے جامد رابطے کا زاویہ

ٹھوس	مائع	(ڈگری) زاویہ رابطہ
شیشہ	پانی	0
شیشہ	پارہ	128 - 148
شیشہ	ہائیڈروجن	0
شیشہ	نائٹروجن	0
شیشہ	آکسیجن	0
سٹیل	پانی	70 - 90
سٹیل	ہائیڈروجن	0
سٹیل	نائٹروجن	0
سٹیل	آکسیجن	0
پیرافن	ہائیڈروجن	106
ایلومینیم	نائٹروجن	7
پلائیم	آکسیجن	105

تو تر سطح یا سطحی تناؤ سر کمفیرنس کے ساتھ عمل میں آتا ہے اور دباؤ رقبہ پر عمل کرتا ہے، افقی قوت قطرے کو توازن دیتی ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔

$$\sigma_e \ell_p \approx \Delta p A_c$$

جہاں ℓ_p محیط کی لمبائی ہے اور A_c عرضی رقبہ ہے۔

$$\sigma_e (\pi D) \approx \Delta p \left(\frac{\pi}{4} D^2 \right)$$

$$\sigma_e \approx \Delta p \left(\frac{D}{4} \right)$$

$$\Delta p \equiv \frac{4\sigma_e}{D}$$

ایک قطرے کے لئے ہمارے پاس ہے

$$p_i - p_o \equiv \frac{4\sigma_e}{D}$$

جہاں، p_i اور p_o قطرے کے داخلی اور بیرونی دباؤ ہیں۔ اوپر دیا گیا نتیجہ ینگ-لاپلاس قانون کہلاتا ہے۔ یہ نوٹ کریں کہ ایک قطرے کی صورت میں، صرف ایک مائع۔ گیس انٹرفیس موجود ہوتا ہے جہاں سطحی تناؤ کی قوتیں اہم ہوتی ہیں۔ تاہم، اگر ہم ایک کروئی بلبلہ کا جائزہ لیں، تو دو مائع۔ گیس انٹرفیس موجود ہوتے ہیں جہاں سطحی تناؤ اہم ہوتا ہے؛ اندر بلبلہ میں گیس یا بخارات کے ساتھ رابطے میں ہوتا ہے اور سطح بلبلہ کے باہر ہوتی ہے۔ کروئی بلبلہ کے کیس میں، قوتوں کا توازن ہمیں نتیجہ دیتا ہے

$$p_i \equiv \frac{8\sigma_e}{D} + p_o = \frac{4\sigma_e}{r} + p_o$$

Jurin's

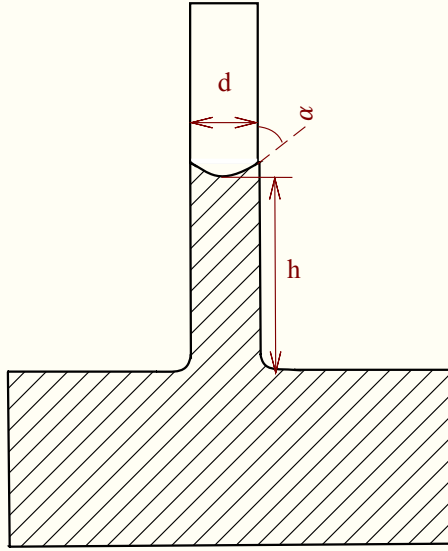
law

قانون

کا

جورن

کیپلری میں مائع کی مقدار بڑھنے کی صورت میں، سطح مینسکس کو تشکیل دے گی، جو ٹھوس سطح کے قریب مائع کی اوپری سطح میں ایک موڑ جیسی نظر آتی ہے، جیسا کہ نیچے دی گئی تصویر میں دکھایا گیا ہے۔



شکل ۲۰۷: ایک کالم کے اندر مائع کا عروج اور مینسکس کی تشکیل۔

شکل ایک عمودی کالم کے اندر مینسکس کی تشکیل دکھاتی ہے جس کا داخلی قطر d ہے۔ مائع کی سطح کی اونچائی h ہے اور مینسکس چپکنے والی قوتوں اور سطحی تناؤ کی وجہ سے مڑی ہوئی ہے۔
قوتوں کا توازن ہے:

$$F_1 = 2\pi r \sigma_e \cos \alpha$$

$$F_2 = h\pi r^2 \rho g$$

$$F_1 = F_2$$

$$h = \frac{4\sigma_e \cos \alpha}{\rho g d}$$

جہاں α ٹیوب کی دیوار پر مائع کا رابطہ زاویہ ہے۔

یہ تعلق جورن کے قانون کے نام سے جانا جاتا ہے، جسے جیمز جورن نے 1718 اور 1719 کے درمیان بیان کیا تھا۔

دباؤ، درجہ حرارت اور حجم

دباؤ، درجہ حرارت اور حجم وہ بنیادی خصوصیات ہیں جن کی پیمائش براہ راست کی جاسکتی ہے۔ دباؤ کو ہم پریشر گج کی مدد سے جان سکتے ہیں۔ درجہ حرارت یا تھرمسٹر کو ہم تھرمومیسٹر سے معلوم کرتے ہیں اور حجم کا ہم حساب لگا سکتے ہیں۔ اس کے برعکس دیگر خصوصیات کو ان کی مدد سے جانا جاتا ہے قابل غور ہے کہ stress یا تناؤ کو ہم دباؤ یا پریشر ہی کی طرح حاصل کرتے ہیں

دباؤ کو ہم اس فارمولا کی مدد سے حاصل کرتے ہیں

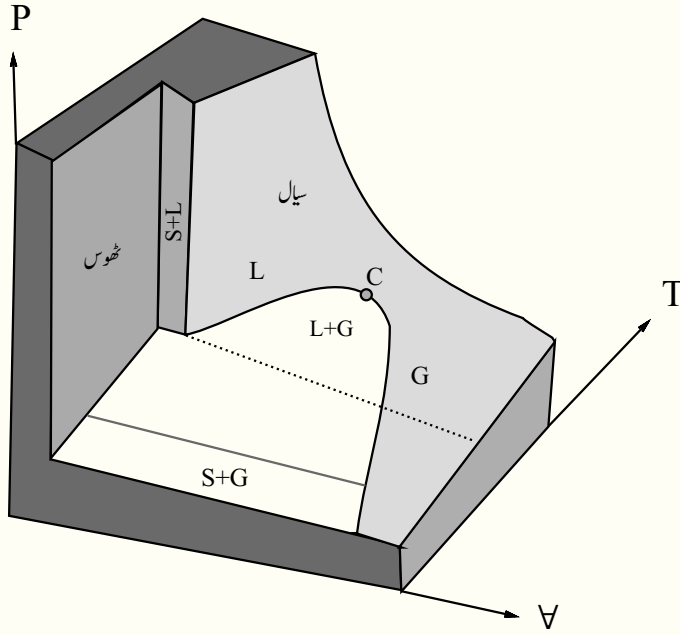
$$\sigma = \frac{F_{Ni}}{A}, \tau = \frac{F_{para}}{A}$$

F_N جسم کے اندر پیدا ہونے سے لگنے والی عمودی طاقت ہے اور F_{para} وہ طاقت ہے جو سطح پر مماسی لگ رہی ہے

دباؤ کو ہم اس فارمولا کی مدد سے حاصل کرتے ہیں

$$P = \frac{F_N}{A}$$

F_N جسم کے باہر سے لگنے والی عمودی طاقت ہے



شکل ۲۰۸: دباؤ، حجم، اور درجہ حرارت کو آرڈینیٹس اور ان کی تھرموڈائنامک سطح

کنیمٹکس

علم حرکت یا میکانکس Mechanics سے مراد متحرک جسموں کا علم ہے کہ آخر یہ حرکت میں کیوں ہیں اور کس چیز نے ان کو متحرک کر رکھا ہے؟ حرکت کو ہم سمتی منتقلی یا رفتار اور سرعت و تعجیل سے بتاتے ہیں حرکت کو بیان کرنے کے لئے ان وریبلز variables یا متغیرات کو علم میکانکس میں کنیمٹکس Kinematics کہا جاتا ہے۔ اس میں تین اہم ہیں

Displacement سمتی منتقلی □

Velocity سمتی رفتار □

Acceleration سرعت □

سمتی رفتار کی تعریف

تعریف: سمتی رفتار وہ مقدار ہے جو فاصلہ کو درکار وقت سے تقسیم کرنے پر حاصل ہوتا ہے جس دوران یہ فاصلہ طے کیا گیا ہے۔

$$\text{سمتی رفتار} = \frac{\text{فاصلہ}}{\text{مطلوبہ وقت}} = \frac{s}{t}$$

دفرنشیل فارم میں ہم سمتی رفتار کو لکھ سکتے ہیں

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$v = \frac{ds}{dt}$$

سمتی رفتار کی تعریف میں یہ فرض کیا جاتا ہے کہ قدرت میں انتہائی چھوٹے وقت کے وقفے موجود ہیں۔ سمتی رفتار کی یہ دفرنشیل Differential تعریف صرف اس لیے ممکن ہے کیونکہ مقامات Space اور وقت Time دونوں کو ایسے ٹکڑوں کے ذریعے بیان کیا گیا ہے جو مسلسل (continuous) ہیں، یا ریاضی کی زبان میں، مربوط (connected) اور مکمل (complete) ہیں۔

Relative Velocity نسبتی سمتی رفتار

تعریف: نسبتی سمتی رفتار وہ رفتار ہے جو ایک جسم کی دوسرے حرکت کرتے ہوئے جسم سے دیکھی جاتی ہے۔ مثلاً دو گاڑیوں کے درمیان نسبتی رفتار معلوم کرنے کے لیے، ہم تیز رفتار گاڑی کی رفتار سے سست رفتار گاڑی کی رفتار کو منفی کرتے ہیں۔ اس سے ہمیں یہ معلوم ہوتا ہے کہ دونوں کاروں کے درمیان فاصلہ کتنی تیزی سے کم ہو رہا ہے۔

جب دو اجسام ایک ہی سمت میں حرکت کر رہے ہوں تو ایک جسم کو دوسرے جسم تک پہنچنے میں جتنا وقت لگتا ہے، وہ ان کی انفرادی رفتاروں پر نہیں بلکہ ان کی نسبتاً رفتار پر منحصر ہوتا ہے۔

جدول ۳۰۱: مختلف اشیاء کی اوسط رفتار

رفتار (m/s)	شے
0014.0	گھونگھا
14.0-05.0	کچھوا
5	گھر کی مکھی
3.1	پیدل والا چلنے
20	اسٹارلنگ پرندہ
22	شتر مرغ
332	آواز ہوا میں 0°C پر
760	کلاشنکوف رائفل گولی خارج ہونے وقت
1000	زمین کے گرد چاند
1693	ہائیڈروجن مالیکیول 0°C پر
1770	ہائیڈروجن مالیکیول 25°C پر
8000	زمین کا مصنوعی سیارہ
30000	سورج کے گرد زمین
300,000,000 تقریباً	روشنی اور ریڈیو لہریں

(ایکسپریشن)

سرعت

تعریف:

چیزیں مسلسل ایک ہی رفتار سے نہیں چلتیں بسا اوقات ہم رفتار بڑھا دیتے ہیں یا کم کر دیتے ہیں۔ فزکس میں سمتی رفتار بڑھنے کو Acceleration کہا جاتا ہے اور اس میں کمی کو Deceleration کہا جاتا ہے۔ سرعت یا ایکسپریشن کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے

سرعت کی تعریف

تعریف: سمتی سرعت وہ مقدار ہے جو سمتی رفتار کو درکار وقت سے تقسیم کرنے پر حاصل ہوتی ہے۔

$$\text{سمتی سرعت} = \frac{\text{سمتی رفتار}}{\text{مطلوبہ وقت}} = \frac{v}{t}$$

ریاضی میں ہم اس کو لکھتے ہیں

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

جب ہم گاڑی کی رفتار بڑھاتے ہیں تو ہم سرعت یا ایکسلریشن کو محسوس کرتے ہیں یا جب ہم ایک رولر کوسٹر میں اوپر سے ایک دم نیچے آتے ہیں تو بھی ہم سرعت کو محسوس کر سکتے ہیں۔ ان دونوں صورت حال میں سمتی رفتار وقت کے ساتھ بدل رہی ہوتی ہے۔

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{s}}{dt} = \ddot{\vec{s}}$$

$$\vec{a} = \frac{d}{dt}(\vec{v}_x + \vec{v}_y + \vec{v}_z) = \dot{\vec{v}}_x + \dot{\vec{v}}_y + \dot{\vec{v}}_z = \vec{a}_x + \vec{a}_y + \vec{a}_z$$

سرعت کے اجزاء کے ساتھ مکمل سرعت کی مقدار ہوگی

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

جدول ۳.۲: مختلف سرعتوں کا اندازہ

مقدار	سرعت
فطرت میں ممکنہ سب سے زیادہ رفتار	10^{52} m/s^2
نیوکلئس کے اندر پروٹون کی سرعت	10^{31} m/s^2
بڑے ایکسلریٹر میں پروٹون کی سرعت	90 Tm/s^2
سب سے تیز سینٹری فیوج	1.0 Gm/s^2
رائفل میں گولی کی سرعت	2 Mm/s^2
دیوار کے خلاف ٹینس بال کی سرعت	1.0 Mm/s^2
کار میں بیگ ایئر کی سرعت	360 m/s^2
مکھی کی سرعت	100 m/s^2 تقریباً
خلائی راکٹوں کی ٹیک آف کے وقت سرعت	$20 \text{ to } 90 \text{ m/s}^2$
چیتے کی سرعت	32 m/s^2
سطح مشتری پر ثقل کشش کی سرعت	25 m/s^2
انجن گاڑی یا موٹر سائیکل کی سب سے زیادہ سرعت	15 m/s^2
زمینی کشش ثقل کی سرعت	80665.9 m/s^2
زمین کی سطح پر ثقل کشش کی سرعت	$8.9 \pm 0.3 \text{ m/s}^2$
جدید خشک اسفالٹ پر کار کی کم سے کم ڈیسلیپریشن	-5.5 m/s^2
چاند پر کشش ثقل کی سرعت	6.1 m/s^2
زیر زمین تیز رفتار ٹرین کی سرعت	3.1 m/s^2

”g“ ایک اصطلاح ہے جو زمین کی سطح پر موجود کشش ثقل کی سرعت کو ظاہر کرتی ہے، جو تقریباً 9.8 m/s^2 ہے۔ یہ وہ سرعت ہے جو زمین کی سطح کے قریب آزادانہ گرنے والے اجسام پر اثر انداز ہوتی ہے، اور یہ سرعت کو ناپنے کے لیے ایک معیاری اکائی کے طور پر استعمال ہوتی ہے۔ جب ہم یہ کہتے ہیں کہ کوئی چیز ”2g“ یا ”3g“ کی سرعت سے حرکت کر رہی ہے، تو اس کا مطلب ہے کہ اس کی سرعت زمین کی معمولی کشش ثقل کی رفتار سے دو یا تین گنا زیادہ ہے۔ مثال کے طور پر، 1g کا مطلب ہے 9.8 m/s^2 ، 2g کا مطلب ہے 19.6 m/s^2 ، اور 3g کا مطلب ہے 29.4 m/s^2 ۔ یہ سرعت کی سطحیں انسانی جسم پر بڑے اثرات مرتب کرتی ہیں، خاص طور پر جب یہ قوتیں قدرتی کشش ثقل کی سمت کے برعکس ہوتی ہیں۔

جب کسی شخص کو ایسی سرعت کا سامنا ہوتا ہے جو اس کے سر کی سمت میں ہو (منفی g قوتیں)، جیسے کہ تیزی سے اوپر کی طرف حرکت کرتے وقت، تو خون جسم کے اوپری حصے اور سر سے دور ہو جاتا ہے۔ اس کے نتیجے میں آنکھیں صحیح طور پر کام نہیں کر پاتیں کیونکہ انہیں مناسب مقدار میں خون نہیں ملتا، جس کے باعث نظر دھندلی ہو سکتی ہے یا مکمل طور پر ختم ہو سکتی ہے۔

مسل 3g سے 5g کی سرعت یا مختصر مدت کے لیے 7g سے 9g کی سرعت کے باعث ایک شخص بیہوش ہو سکتا ہے۔ یہ اس وقت ہوتا ہے جب دماغ کو آکسیجن والا خون نہیں ملتا، جس کے باعث عارضی بیہوشی ہو سکتی ہے۔ انتہائی حالات میں، یہ نچلے جسم میں خون کی رگوں کے پھٹنے کا باعث بن سکتا ہے، جس سے خون ٹانگوں میں جمع ہو سکتا ہے یا باہر نکل سکتا ہے، کیونکہ جسم کا نظام گردش ان بڑی قوتوں کا مقابلہ کرنے میں ناکام ہوتا ہے۔ اگر کوئی شخص ایسی سرعت کا سامنا کرتا ہے جو اس کے پیروں کی سمت میں ہو (مثبت g قوتیں)، تو خون دماغ کی طرف زیادہ دباؤ کے ساتھ پہنچتا ہے، جس سے ہیمریجک اسٹروک ہو سکتے ہیں۔ یہ وہ حالت ہوتی ہے جب دماغ میں خون کی رگیں پھٹ جاتی ہیں، جس سے دماغی ٹشو میں خون بہنے لگتا ہے، جو ایک سنگین طبی حالت ہے۔

جیٹ پائلٹ خاص طور پر بڑی g قوتوں کے خطرے سے دوچار ہوتے ہیں کیونکہ پرواز کے دوران ان کے انجام دیے جانے والے انتہائی حرکتیں انہیں شدید سرعت کا سامنا کراتی ہیں۔ ان خطرات سے بچاؤ کے لیے پائلٹس خاص سوٹ پہنتے ہیں جنہیں G-suits کہا جاتا ہے۔ یہ سوٹ کمپریسڈ ہوا کا استعمال کرتے ہوئے جسم کے خاص حصوں، خاص طور پر ٹانگوں اور پیٹ پر دباؤ ڈالتے ہیں، جس سے خون نچلے حصوں میں جمع ہونے سے روکا جاسکتا ہے اور اس بات کو یقینی بنایا جاسکتا ہے کہ خون صحیح طور پر گردش میں رہے، چاہے بڑی g قوتوں کا سامنا ہو۔ یہ دماغ اور دیگر اہم اعضا تک خون کی فراہمی کو برقرار رکھنے میں مدد دیتا ہے، جس سے G-LOC اور دیگر سرعت سے متعلقہ چوٹوں کا خطرہ کم ہو جاتا ہے۔

انسان جس سطح کی سرعت کو برداشت کر سکتا ہے، اس کا انحصار اس مدت پر ہے جس کے دوران وہ اس کے زیر اثر ہوتا ہے۔ اگر مدت صرف ایک دسویں حصے سیکنڈ کی ہو، تو 30 g یا 300 m/s^2 کی سرعت، جیسا کہ ہوائی جہاز کے ایجیکٹر سیٹ سے پیدا ہوتی ہے، قابل قبول ہے۔ (وہ ریکارڈ سرعت جسے انسان نے برداشت کیا ہے تقریباً 80 g یا 800 m/s^2 ہے۔) لیکن عموماً کہا جاتا ہے کہ 15 g یا 150 m/s^2 یا اس سے زیادہ کی سرعت مہلک ہوتی ہے۔

سرعت

پر

سیاروں

مختلف سیاروں کی g ویلیو الگ الگ ہے ان کو جدول میں دیکھا جاسکتا ہے

عطارد اور مریخ کی کشش ثقل کی رفتار ایک جیسی ہے، جو کہ زمین کی نسبت بہت کم ہے۔ مشتری کی کشش ثقل کی رفتار سب سے زیادہ ہے، جو زمین کی رفتار سے دو گنی سے زیادہ ہے۔ زہرہ اور یورینس کی کشش ثقل کی رفتار ایک جیسی ہے، جو زمین کی

جدول ۳.۳: نظام شمسی کے سیاروں کی کشش ثقل کی رفتار

Planet / سیارہ	Gravitational Acceleration (g) / رفتار کی ثقل کشش
Mercury / عطارد	3.7 m/s ²
Venus / زہرہ	8.87 m/s ²
Earth / زمین	9.81 m/s ²
Mars / مریخ	3.71 m/s ²
Jupiter / مشتری	24.79 m/s ²
Saturn / زحل	10.44 m/s ²
Uranus / یورینس	8.69 m/s ²
Neptune / نیپچون	11.15 m/s ²

رفتار سے تھوڑی کم ہے۔ زحل اور نیپچون کی کشش ثقل کی رفتار بھی کافی زیادہ ہے، جہاں زحل کی رفتار زمین کی رفتار سے تھوڑی زیادہ ہے اور نیپچون کی رفتار زمین کی رفتار سے تقریباً 14.1 گنا زیادہ ہے۔ حرکت کو جتنا ممکن ہو درست طریقے سے بیان کرنے کے لیے، یہ مناسب ہے کہ ہم ان اجسام سے شروع کریں جو جتنا ممکن ہو سادہ ہوں۔ عام طور پر، جتنا جسم چھوٹا ہوگا، اتنا ہی وہ سادہ ہوگا۔ ایک جسم جو اتنا چھوٹا ہو کہ اس کے حصوں کو مزید شمار کرنے کی ضرورت نہ ہو، اسے ذرہ (particle) کہا جاتا ہے۔ اگر ہم ابتدائی لمحے میں مستقیم حرکت کی رفتار کو v_1 اور کسی بعد کے لمحے میں رفتار کو v_2 سے ظاہر کریں، تو سرعت a کے حساب کا اصول مندرجہ ذیل فارمولے سے بیان کیا جاتا ہے:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

جہاں t وہ وقت ہے جس کے دوران رفتار بڑھی ہے۔ رفتار cm/s (یا m/s وغیرہ) میں ناپی جاتی ہے، اور وقت سیکنڈز میں ناپا جاتا ہے۔ اس طرح، سرعت کو cm/s^2 فی سیکنڈ میں ناپا جاتا ہے۔ یعنی، سینٹی میٹر فی سیکنڈ کو سیکنڈز پر تقسیم کیا جاتا ہے۔ لہذا، سرعت کی اکائی cm/s^2 (یا m/s^2 وغیرہ) ہوگی۔ یقیناً، حرکت کے دوران سرعت میں تبدیلی ہو سکتی ہے۔ تاہم ہم فرض کرتے ہیں کہ حرکت کے دوران رفتار یکساں طور پر بڑھتی ہے۔ ایسی حرکت کو ”یکساں طور پر بڑھتی ہوئی حرکت“^۱ کہا جاتا ہے۔

منتقلی

سمتی

Displacement

جب آپ ایک جگہ سے دوسری جگہ جاتے ہیں تو آپ اپنے آپ کو کسی چیز کو منتقل کرتے ہیں۔ اس کو فنرکس میں ڈسپلیسمنٹ یا سمتی منتقلی کہہ سکتے ہیں اور یہ vector ہے کیونکہ اس میں سمت اور فاصلہ دونوں آجاتے ہیں۔ صرف فاصلہ یا distance فنرکس میں سکیلر مقدار ہے سمتی منتقلی کا حساب بھی لگایا جاسکتا ہے مثلاً سادہ مساوات ہے

$$s = v \times t \quad (3.1)$$

وقت t کے لحاظ سے رفتار v

$$v = v_0 + a \cdot t$$

جہاں $a > 0$ تیز ہونے کی صورت میں اور $a < 0$ سست ہونے کی صورت میں ہوتا ہے۔

فرض کریں کہ سرعت a مستقل ہے۔ differential form میں، اسے یوں لکھا جاسکتا ہے:

$$a = \frac{dv}{dt}$$

اس کا مطلب یہ ہے کہ سرعت وقت کے لحاظ سے سمتی رفتار (velocity) میں تبدیلی کی شرح ہے۔
رفتار v کو حاصل کرنے کے لیے، ہم دونوں اطراف کا وقت t کے لحاظ سے انٹیگریشن کریں:

$$v = \int a dt = at + C_1$$

یہاں C_1 انٹیگریشن کی مستقل مقدار ہے۔ اگر ہم فرض کریں کہ ابتدائی رفتار $t = 0$ پر صفر ہے (یعنی $v(0) = 0$)، تو $C_1 = 0$ ہوگا۔ لہذا:

$$v = at$$

یہ مستقل سرعت میں رفتار کا فارمولہ ہے۔
اب، رفتار کو وقت کے لحاظ سے انٹیگریٹ کر کے فاصلے s کو حاصل کرتے ہیں:

$$s = \int v dt = \int at dt = \frac{1}{2}at^2 + C_2$$

یہاں C_2 دوسری انٹیگریشن کی مستقل مقدار ہے۔ اگر ہم فرض کریں کہ ابتدائی فاصلے $t = 0$ پر صفر ہے (یعنی $s(0) = 0$)، تو $C_2 = 0$ ہوگا۔ لہذا:

$$s = \frac{1}{2}at^2$$

اگر کوئی جسم سرعت سے حرکت کر رہا ہے تو کے لئے سمتی منتقلی کی مساوات ہے

$$s = v_i \cdot t + \frac{1}{2}at^2 \quad (۳.۲)$$

□ یہ حصہ اس فاصلے کو ظاہر کرتا ہے جو شے طے کرتی اگر وہ پورا وقت t اپنی ابتدائی رفتار v_i کے ساتھ بغیر کسی تبدیلی کے چلتی رہتی۔ یہ وہ ”سیدھی لائن“ کا فاصلہ ہے جو بغیر کسی رفتار کی تبدیلی کے طے کیا جاتا۔

□ $\frac{1}{2}at^2$: یہ حصہ اس اضافی فاصلے کو ظاہر کرتا ہے جو شے نے سرعت a کی وجہ سے وقت t کے دوران طے کیا۔ چونکہ سرعت مستقل ہوتی ہے، اس لیے یہ حصہ وقت کے مربع (t^2) اور سرعت کے تناسب ہوتا ہے۔ یہاں $\frac{1}{2}$ کا عنصر اس لیے شامل ہے کیونکہ رفتار میں تبدیلی کو معلوم کرنے کے لیے سرعت کو انٹیگریٹ کیا جاتا ہے اور پھر سمتی منتقلی معلوم ہوتی ہے۔

جب کوئی شے ایک ابتدائی رفتار v_i کے ساتھ حرکت شروع کرتی ہے اور پھر مستقل رفتار a کے ساتھ تیز ہوتی ہے، تو اس کی رفتار وقت کے ساتھ لکیری طور پر بڑھتی ہے۔ اس رفتار میں اضافے کا مطلب یہ ہے کہ شے وہ فاصلہ طے کرتی ہے جو اس سے زیادہ ہوتا ہے جو وہ مستقل رفتار پر طے کرتی۔ یہ مساوات ابتدائی رفتار کی وجہ سے طے ہونے والے فاصلے (پہلا حصہ) اور سرعت کی وجہ سے طے ہونے والے اضافی فاصلے (دوسرا حصہ) دونوں کو یکجا کرتی ہے۔

عملی مثال

آئیے ایک عددی مثال کے ذریعے اس مساوات کو استعمال کرنے کا طریقہ سمجھتے ہیں۔ فرض کریں کہ ایک گاڑی 5 میٹر فی سیکنڈ ($v_i = 5 \text{ m/s}$) کی ابتدائی رفتار کے ساتھ حرکت شروع کرتی ہے اور 2 میٹر فی سیکنڈ مربع ($a = 2 \text{ m/s}^2$) کی رفتار سے تیز ہوتی ہے۔ ہمیں معلوم کرنا ہے کہ 10 سیکنڈ ($t = 10 \text{ seconds}$) کے بعد گاڑی نے کتنا فاصلہ طے کیا۔

Solution حل

$$s = v_i \cdot t + \frac{1}{2}at^2$$

اب ان عددی اقدار کو مساوات میں ڈال کر فاصلہ s معلوم کرتے ہیں:

$$s = 5 \text{ m/s} \cdot 10 \text{ seconds} + \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ m/s}^2 \cdot (10 \text{ seconds})^2$$

$$s = 50 \text{ meters} + 100 \text{ meters} = 150 \text{ meters}$$

لہذا، 10 سیکنڈ کے بعد گاڑی نے 150 میٹر کا فاصلہ طے کیا ہوگا۔

عملی مثال

ایک فاختہ کو 300 کلومیٹر کا فاصلہ طے کرنے میں $3/4$ دن لگتا ہے۔ ایک کار ایک ٹیسٹ میں 800 میٹر کو 5.0 منٹ میں طے کرتی ہے۔ کار کتنی بار زیادہ تیز ہے؟

Solution حل

پہلے فاختہ کی رفتار معلوم کریں:

$$\text{فاصلہ} = \frac{\text{فاختہ کی رفتار}}{\text{وقت}}$$

فاختہ کے لیے:

$$\text{فاختہ کی رفتار} = \frac{300 \text{ km}}{\frac{3}{4} \text{ دن}} = \frac{300 \times 4}{3} \text{ km/day} = 400 \text{ km/day}$$

اب کار کی رفتار معلوم کریں:

کار کے لیے:

$$\text{کار کی رفتار} = \frac{800 \text{ m}}{0.5 \text{ minutes}} = \frac{800}{0.5 \times 60} \text{ m/s} = \frac{800}{30} \text{ m/s} \approx 26.67 \text{ m/s}$$

کار کی رفتار کو کلومیٹر فی گھنٹہ میں تبدیل کریں:

$$26.67 \text{ m/s} \times \frac{3600 \text{ s}}{1000 \text{ m}} = 96 \text{ km/h}$$

اب دونوں رفتاروں کا موازنہ کریں:

$$\text{کار کتنی بار زیادہ تیز ہے؟} = \frac{96 \text{ km/h}}{16.67 \text{ km/h}} \approx 5.76$$

لہذا، کار فاختہ سے تقریباً 5.76 گنا زیادہ تیز ہے۔

عملی مثال

700 میٹر کا فاصلہ $v = 60 \text{ km/h}$ کی رفتار سے طے کرنے میں کتنے سیکنڈ لگیں گے؟

Solution حل

فاصلہ $s = 700 \text{ m}$ اور رفتار $v = 60 \text{ km/h}$ دیے گئے ہیں۔
سب سے پہلے، رفتار کو میٹر فی سیکنڈ میں تبدیل کریں:

$$v = 60 \text{ km/h} \times \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 16.67 \text{ m/s}$$

اب وقت معلوم کریں:

$$t = \frac{\text{فاصلہ}}{\text{رفتار}} = \frac{700 \text{ m}}{16.67 \text{ m/s}} \approx 42 \text{ seconds}$$

لہذا، 700 میٹر کا فاصلہ طے کرنے میں 42 سیکنڈ لگیں گے۔

مشق

ایک جسم کو $y_i = 5 \text{ m}$ کی ابتدائی بلندی سے اوپر کی طرف $v_{y_i} = 15 \text{ m/s}$ کی رفتار سے پھینکا جاتا ہے۔
2 seconds کے بعد جسم کی بلندی معلوم کریں، جب کہ زمین کی کشش ثقل $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ہو۔

حل

ہمیں دیا گیا ہے: - ابتدائی بلندی $y_i = 5 \text{ m}$

- ابتدائی رفتار $v_{y_i} = 15 \text{ m/s}$
 - وقت $t = 2 \text{ seconds}$
 - کشش ثقل کی مقدار $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

حرکت کے فارمولے کا استعمال کریں:

$$y_f = y_i + v_{y_i}t + \frac{1}{2}a_y t^2$$

$$a_y = -g$$

$$y_f = y_i + v_{y_i}t - \frac{1}{2}gt^2$$

معلوم مقداریں فارمولا میں ڈالیں:

$$y_f = 5 + 15(2) - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (2)^2$$

پہلے ہر حصے کا حساب لگائیں:

$$y_f = 5 + 30 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 4$$

$$y_f = 5 + 30 - 19.6$$

$$y_f = 15.4 \text{ m}$$

جسم کی بلندی 2 سیکنڈ کے بعد 15.4m ہوگی

سوالات

1. ایک ٹرک جو 70 کلو میٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے چل رہا ہے، ایک کار جو 100 کلو میٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے چل رہی ہے، اس کو اوور ٹیک کرتی ہے۔ اگر ٹرک کے 15 میٹر آگے سے لے کر 15 میٹر پیچھے تک کے فاصلے کو شمار کیا جائے تو اوور ٹیکنگ کا عمل کتنا وقت لے گا؟ ٹرک کی لمبائی 7 میٹر ہے اور کار کی لمبائی 4 میٹر ہے۔

حل:

مکمل اوور ٹیکنگ کا فاصلہ:

$$\text{میٹر} = 41 = \text{میٹر (کار کی لمبائی)} + 4 + \text{میٹر (ٹرک کی لمبائی)} + 7 + \text{میٹر (پیچھے)} + 15 + \text{میٹر (آگے)} = 15 \text{ مکمل فاصلہ}$$

رفتار کا فرق:

$$\text{رفتار کا فرق} = 100 \text{ km/h} - 70 \text{ km/h} = 30 \text{ km/h} = \frac{30 \times 1000}{3600} \text{ m/s} = 8.33 \text{ m/s}$$

اوور ٹیکنگ کا وقت:

$$t = \frac{41 \text{ میٹر}}{8.33 \text{ m/s}} \approx 4.92 \text{ seconds}$$

لہذا، اوور ٹیکنگ کا وقت تقریباً 4.92 سیکنڈ ہوگا۔

2. ایک کار جو 60 کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے چل رہی ہے، 800 میٹر آگے ہے اس کار کے جو 80 کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے چل رہی ہے۔ کتنے وقت اور کتنے فاصلے کے بعد پہلی کار دوسری کار تک پہنچ جائے گی؟

حل:
رفتار کا فرق:

$$v_{\text{رفتار کا فرق}} = 80 \text{ km/h} - 60 \text{ km/h} = 20 \text{ km/h} = \frac{20 \times 1000}{3600} \text{ m/s} = 5.56 \text{ m/s}$$

وقت:

$$t = \frac{800 \text{ میٹر}}{5.56 \text{ m/s}} \approx 144 \text{ seconds}$$

فاصلہ:

$$s = v \times t = \frac{80 \times 1000}{3600} \text{ m/s} \times 144 \text{ seconds} = 3200 \text{ میٹر} = 3.2 \text{ km}$$

لہذا، 144 سیکنڈ اور 3.2 کلومیٹر کے بعد پہلی کار دوسری کار تک پہنچ جائے گی۔

3. ایک نشانہ باز کو ایک ہدف کو مارنا ہے جو 30 میٹر فی سیکنڈ کی رفتار سے فائر کی لکیر کے عمود پر حرکت کر رہا ہے اور 100 میٹر دور ہے۔ گولی کی رفتار 800 میٹر فی سیکنڈ ہے۔ نشانہ باز کو کتنے میٹر آگے نشانہ لگانا ہوگا؟

حل:
گولی کا وقت:

$$t = \frac{100 \text{ میٹر}}{800 \text{ m/s}} = 0.125 \text{ seconds}$$

ہدف کی حرکت کا فاصلہ:

$$s = 30 \text{ m/s} \times 0.125 \text{ seconds} = 3.75 \text{ میٹر}$$

لہذا، نشانہ باز کو ہدف کے 3.75 میٹر آگے نشانہ لگانا ہوگا۔

4. ایک ٹرین 45 منٹ میں 50 کلومیٹر کا فاصلہ طے کرتی ہے۔ اس فاصلے کا ایک حصہ 80 کلومیٹر فی گھنٹہ کی مستقل رفتار سے اور باقی 60 کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے طے کیا جاتا ہے۔ دونوں حصوں کی لمبائی کتنی ہے؟

حل:
فرض کریں کہ s_1 فاصلہ ہے جو 80 کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے طے ہوتا ہے اور s_2 وہ فاصلہ ہے جو 60 کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے طے ہوتا ہے۔ ہمیں یہ معلوم ہے:

$$s_1 + s_2 = 50 \text{ کلومیٹر}$$

وقت کی مساوات:

$$\frac{s_1}{80} + \frac{s_2}{60} = \frac{45}{60} \text{ گھنٹے}$$

اب ان مساواتوں کو حل کرتے ہیں:

$$s_2 = 50 - s_1$$

$$\frac{s_1}{80} + \frac{50 - s_1}{60} = 0.75$$

$$\frac{3s_1}{240} + \frac{4(50 - s_1)}{240} = 0.75$$

$$3s_1 + 200 - 4s_1 = 180$$

$$-s_1 = -20$$

$$s_1 = 20 \text{ کلومیٹر}, \quad s_2 = 30 \text{ کلومیٹر}$$

لہذا، ٹرین 20 کلومیٹر کا فاصلہ 80 کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے اور 30 کلومیٹر کا فاصلہ 60 کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے طے کرتی ہے۔
5. ایک گیند ایک ڈھلوان سطح پر نیچے کی طرف لڑھکتی ہے۔ درج ذیل سمتی منتقلی ہوتی ہے:

سیکنڈ میں t	سنٹی میٹر میں s
0.2	5
0.8	20
1.4	45
1.9	80
2.3	125

سرعت معلوم کریں

حل: یہ مسئلہ رفتار (velocity) معلوم کرنے کے لیے ہے جس میں گیند ایک ڈھلوان سطح پر نیچے کی طرف لڑھکتی ہے۔ رفتار معلوم کرنے کے لیے، ہم کسی بھی دو نقطوں کے درمیان تبدیلی کے فاصلے Δs کو تبدیلی کے وقت Δt پر تقسیم کرتے ہیں:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

اب ہم ہر وقت کے وقفے کے دوران رفتار کا حساب لگاتے ہیں:

$$v_1 = \frac{20 \text{ cm} - 5 \text{ cm}}{0.8 \text{ s} - 0.2 \text{ s}} = \frac{15 \text{ cm}}{0.6 \text{ s}} = 25 \text{ cm/s}$$

$$v_2 = \frac{45 \text{ cm} - 20 \text{ cm}}{1.4 \text{ s} - 0.8 \text{ s}} = \frac{25 \text{ cm}}{0.6 \text{ s}} = 41.67 \text{ cm/s}$$

$$v_3 = \frac{80 \text{ cm} - 45 \text{ cm}}{1.9 \text{ s} - 1.4 \text{ s}} = \frac{35 \text{ cm}}{0.5 \text{ s}} = 70 \text{ cm/s}$$

$$v_4 = \frac{125 \text{ cm} - 80 \text{ cm}}{2.3 \text{ s} - 1.9 \text{ s}} = \frac{45 \text{ cm}}{0.4 \text{ s}} = 112.5 \text{ cm/s}$$

لہذا، مختلف وقفوں کے دوران گیند کی رفتار درج ذیل ہے:

$$2.0 \text{ s} \text{ سے } 8.0 \text{ s} \text{ تک: } 25 \text{ cm/s}$$

$$8.0 \text{ s} \text{ سے } 4.1 \text{ s} \text{ تک: } 67.41 \text{ cm/s}$$

$$4.1 \text{ s} \text{ سے } 9.1 \text{ s} \text{ تک: } 70 \text{ cm/s}$$

$$9.1 \text{ s} \text{ سے } 3.2 \text{ s} \text{ تک: } 112.5 \text{ cm/s}$$

یہ رفتار کی مختلف وقفوں میں حساب کی گئی مقدار ہے۔ ان رفتاروں کی بنیاد پر، آپ گیند کی رفتار کے بارے میں مزید تجزیہ کر سکتے ہیں۔

یہاں گیند کے مختلف وقفوں کے دوران رفتار میں تبدیلی کی بنیاد پر سرعت (acceleration) کا حساب اردو میں دیا گیا ہے:

سرعت a کا حساب درج ذیل فارمولے سے کیا جاسکتا ہے:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

جہاں: Δv رفتار میں تبدیلی ہے۔ Δt وقت میں تبدیلی ہے۔

اب ہم ہر وقفے کے دوران سرعت کا حساب لگاتے ہیں:

$$\Delta v_1 = v_2 - v_1 \text{ تک: } t_2 = 0.8 \text{ s} \text{ سے } t_1 = 0.2 \text{ s}$$

$$\Delta v_1 = 41.67 \text{ cm/s} - 25 \text{ cm/s} = 16.67 \text{ cm/s}$$

وقت میں تبدیلی $\Delta t_1 = 0.8 \text{ s} - 0.2 \text{ s} = 0.6 \text{ s}$ ہے۔

لہذا، سرعت a_1 ہے:

$$a_1 = \frac{16.67 \text{ cm/s}}{0.6 \text{ s}} = 27.78 \text{ cm/s}^2$$

$$\Delta v_2 = v_3 - v_2 \text{ تک: } t_3 = 1.4 \text{ s} \text{ سے } t_2 = 0.8 \text{ s}$$

$$\Delta v_2 = 70 \text{ cm/s} - 41.67 \text{ cm/s} = 28.33 \text{ cm/s}$$

وقت میں تبدیلی $\Delta t_2 = 1.4 \text{ s} - 0.8 \text{ s} = 0.6 \text{ s}$ ہے۔

لہذا، سرعت a_2 ہے:

$$a_2 = \frac{28.33 \text{ cm/s}}{0.6 \text{ s}} = 47.22 \text{ cm/s}^2$$

$\Delta v_3 = v_4 - v_3$ تبدیلی رفتار میں: $t_4 = 1.9 \text{ s}$ سے $t_3 = 1.4 \text{ s}$

$$\Delta v_3 = 112.5 \text{ cm/s} - 70 \text{ cm/s} = 42.5 \text{ cm/s}$$

وقت میں تبدیلی $\Delta t_3 = 1.9 \text{ s} - 1.4 \text{ s} = 0.5 \text{ s}$ ہے۔
لہذا، سرعت a_3 ہے:

$$a_3 = \frac{42.5 \text{ cm/s}}{0.5 \text{ s}} = 85 \text{ cm/s}^2$$

$\Delta v_4 = v_5 - v_4$ تبدیلی رفتار میں: $t_5 = 2.3 \text{ s}$ سے $t_4 = 1.9 \text{ s}$

$$\Delta v_4 = 112.5 \text{ cm/s} - 70 \text{ cm/s} = 42.5 \text{ cm/s}$$

وقت میں تبدیلی $\Delta t_4 = 2.3 \text{ s} - 1.9 \text{ s} = 0.4 \text{ s}$ ہے۔
لہذا، سرعت a_4 ہے:

$$a_4 = \frac{42.5 \text{ cm/s}}{0.4 \text{ s}} = 106.25 \text{ cm/s}^2$$

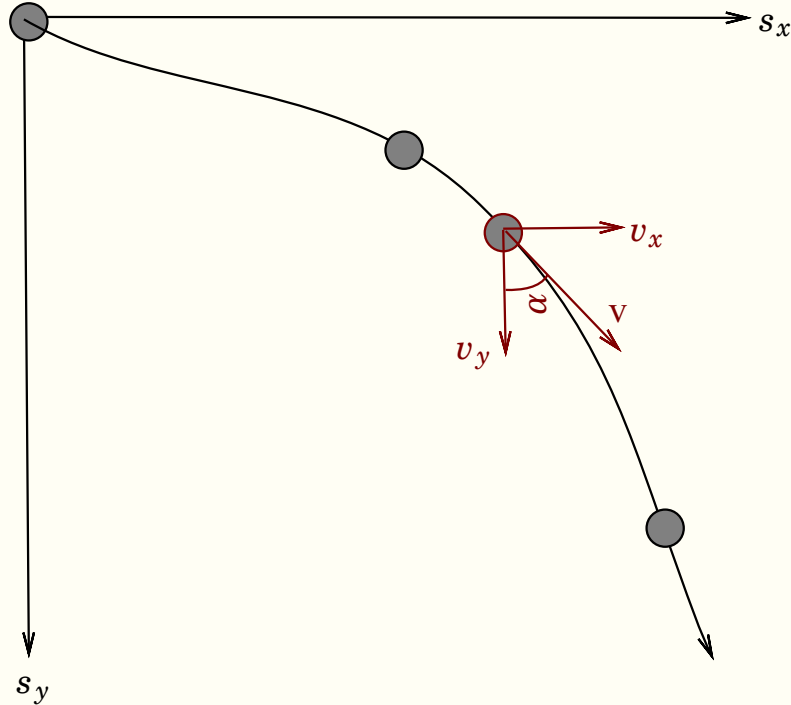
سرعت کا خلاصہ: $t_1 = 0.2 \text{ s}$ سے $t_2 = 0.8 \text{ s}$: $a_1 = 27.78 \text{ cm/s}^2$ تک: $t_3 = 1.4 \text{ s}$ سے $t_2 = 0.8 \text{ s}$: $a_2 = 47.22 \text{ cm/s}^2$ تک:

$t_4 = 1.9 \text{ s}$ سے $t_3 = 1.4 \text{ s}$: $a_3 = 85 \text{ cm/s}^2$ تک: $t_5 = 2.3 \text{ s}$ سے $t_4 = 1.9 \text{ s}$: $a_4 = 106.25 \text{ cm/s}^2$ تک:

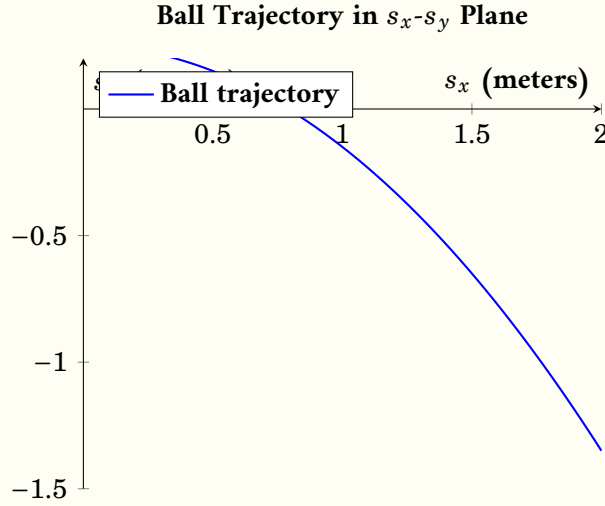
یہ سرعت کی مقداریں گیند کی ڈھلوان سطح پر نیچے کی طرف حرکت کے دوران رفتار میں اضافے کو ظاہر کرتی ہیں۔

6. بعض اوقات ہم کو یہ معلوم کرنا ہوتا ہے کہ جسم کسی خاص وقت میں کتنی تیزی سے اور کس سمت میں حرکت کر رہا ہے۔

اس صورت میں سرعت اور سمت دونوں وقت کے ساتھ بدلتے ہیں۔ مثال کے طور پر افقی طور پر پھینکی گئی گیند تھوڑی دیر میں نیچے گر جاتی ہے لیکن اس کا گرناسیدھی سطر میں نہیں ہوتا بلکہ غیر سیدھی سطر میں ہوتا ہے جس دوران سرعت بدلتی رہتی ہے



شکل ۳.۱: گیند کی حرکت



شکل ۳۰۲: s_x vs s_y plane ٹراجیکٹوری یا رستہ کا گیند.

تصور کرتے ہیں کہ ایک گیند کو افقی طور پر 3 میٹر فی سیکنڈ کی رفتار سے پھینکا جاتا ہے اس کے بعد ہم مندرجہ ذیل سوالات پر غور کرتے ہیں

a) گیند $s_y = 1.25$ m نیچے زمین پر کب پہنچتی ہے؟

b) یہ کتنی دور افقی سمت میں پہنچتی ہے؟ $s_x = ?$

c) زمین پر پہنچنے پر اس کی فوری رفتار کی مقدار کتنی ہے؟ $v_1 = ?$

d) یہ کس زاویے α پر زمین سے ٹکراتی ہے؟

حل:

اگر افقی سمت x رخ ہے y اس کے عمود ہے تو

a) گیند اس طرح گرتی ہے جیسے کہ افقی حرکت کا جزو موجود نہ ہو۔ لہذا $t_1^2 = (1/2) g t_1^2$ سے $s_y = 1.25$ m ہے۔ اس سے $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ کے ساتھ نتیجہ نکلتا ہے:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2s_y}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.25 \text{ m}}{9.81 \text{ m/s}^2}} = 0.505 \text{ seconds}$$

b) افقی حرکت کا جزو ایک ہی وقت میں ہونے والی عمودی حرکت سے آزاد ہوتا ہے۔ لہذا:

$$s_x = v_x \times t_1 = (3 \text{ m/s}) \times 0.505 \text{ seconds} = 1.515 \text{ meters}$$

c) فوری عمودی رفتار کا جزو ہے:

$$v_y = g \times t_1 = (9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.505 \text{ seconds} = 4.95 \text{ m/s}$$

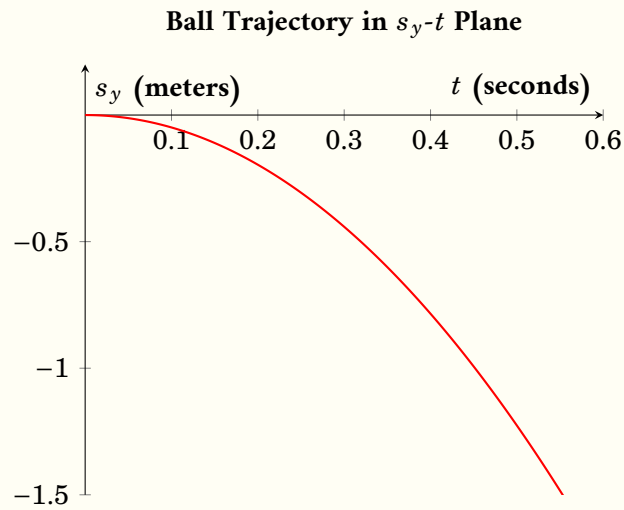
سے نتیجہ نکلتا ہے کہ کل رفتار ویکٹر کی مقدار:

$$v^2 = v_y^2 + v_x^2 = (4.95^2 + 3^2) \text{ m}^2/\text{s}^2 = 34.5025 \text{ m}^2/\text{s}^2 \quad v = \sqrt{34.5025} \text{ m/s} = 5.87 \text{ m/s}$$

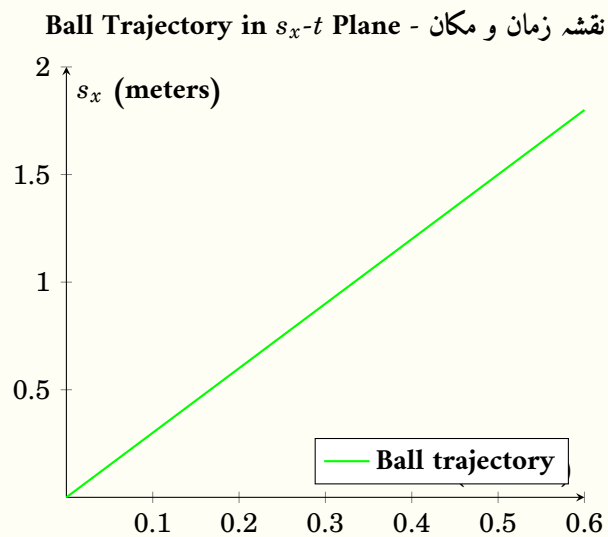
d) زاویے کو اس طرح نکال سکتے ہیں

$$\tan \alpha = \frac{v_x}{v_y} = \frac{3 \text{ m/s}}{4.95 \text{ m/s}} = \frac{3}{4.95} = 0.606; \quad \alpha \approx 31.1^\circ$$

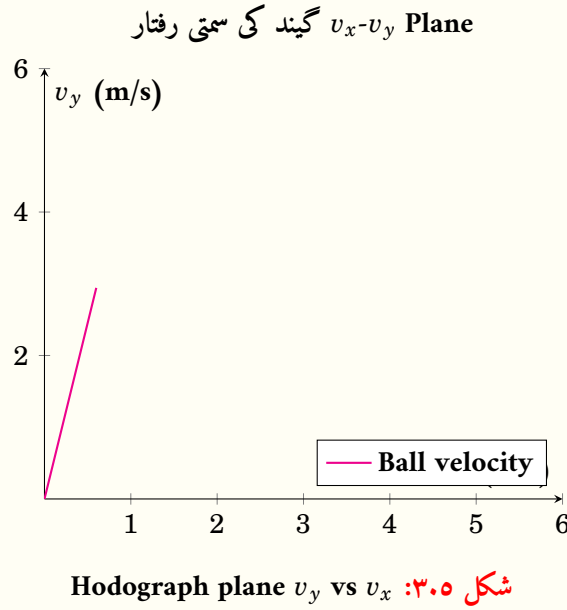
میکانکس میں مختلف پلاٹس بنا کر حرکت کو سمجھا جاتا ہے۔ طبعیات دان راستے کو مختلف پلاٹس یا شکل میں پیش کر کے حرکت کو سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔ مثلاً اوپر سوال میں گیند کے رستہ اور اس کی سمتی رفتار کا حساب لگایا گیا ہے۔ شکل . اور . میں گیند کا رستہ دکھایا گیا ہے۔



شکل ۳.۳: s_y vs t plane ٹراجکٹوری •



شکل ۳.۴: s_x vs t plane, for the ball trajectory



افق کی طرف پھینکی گئی چیز کشش ثقل کی وجہ سے نیچے جاتی ہے۔ اگر y عمودی رخ ہے اور x افقی رخ ہے تو سمتی منتقلیاں ہوں گی

$$x = v_0 t \quad \text{اور} \quad -y = \frac{1}{2} g t^2.$$

$t = x/v_0$ کو t میں ڈال کر ختم کیا جاتا ہے اور $-y = \frac{1}{2} g t^2$ میں ڈالا جاتا ہے، اور پھر ہمیں ملتا ہے:

$$-y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2}.$$

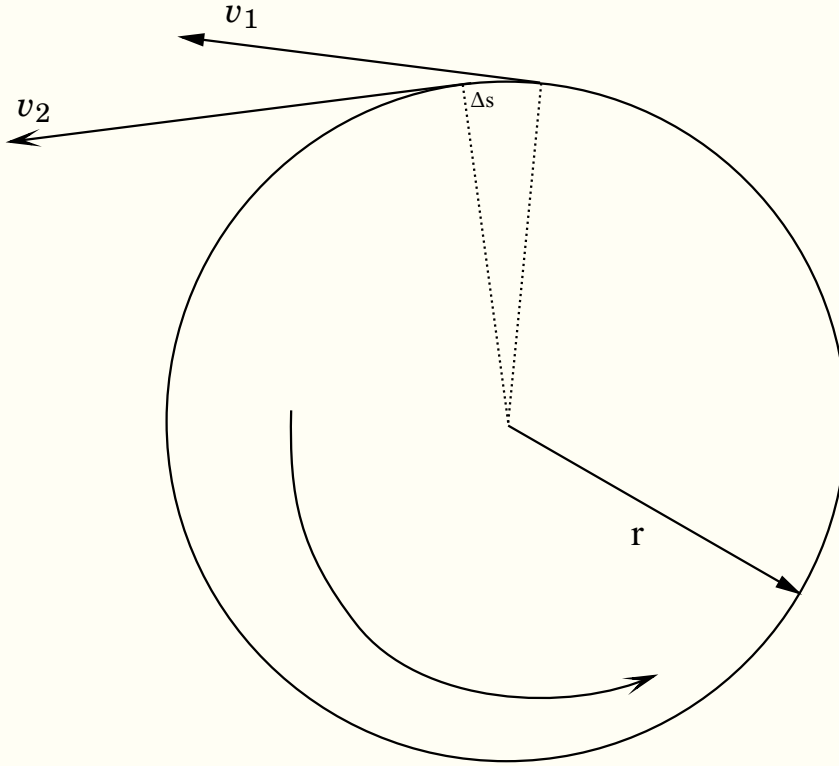
سرعت

ریڈیٹل

یکساں دائرے کی حرکت، سرعت والی حرکت ہوتی ہے۔ اگر ہم سمتی رفتار میں تبدیلی کو ویکٹرز $\vec{v}_1$ اور $\vec{v}_2$ کی مدد سے سمجھنے کی کوشش کریں تو ہم دیکھتے ہیں کہ رفتار مسلسل بدلتی ہے

$\vec{v}_2$ کو $\vec{v}_1$ سے حاصل کرنے کے لیے، وقت dt کے دوران رفتار میں $\Delta \vec{v}$ کی تبدیلی ہونی چاہیے۔ یوں $\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \Delta \vec{v}$ یہاں $\vec{v}_1$ اور $\vec{v}_2$ کی مقدار برابر ہے، یعنی $v_1 = v_2 = v$ ۔ اگر ہم dt اور اس کے ساتھ $\Delta \vec{v}$ کو صفر کے قریب لے جائیں، تو ہمیں ریڈیکل سرعت کی مساوات ملتی ہے:

$$\vec{a}_r = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$



یہاں ”ریڈیئل“ کی اصطلاح کا مطلب یہ ہے کہ سرعت کا ویکٹر دائرے کے مرکز کی طرف اشارہ کرتا ہے۔ لہذا سرعت ہمیشہ موجودہ رفتار کے عمودی ہوتی ہے۔ اگر ایسا نہ ہو تو سرعت ویکٹر میں ایک جزو دائرے کی سمتی رفتار کی سمت میں ہوگا اور اس کی مقدار magnitude کو بھی بدلے گا، یعنی جسم کی سمتی رفتار بدلے گی اور سمت رفتار میں یا تو تیزی ہوگی یا سست روی ہوگی۔ ایک چھوٹے وقت کے وقفے Δt پر غور کریں۔ اس وقت کے دوران، جسم دائرے کی قوس Δs کے ساتھ تھوڑا سا سفر کرتا ہے۔ وقت t_1 اور $t_2 = t_1 + \Delta t$ پر جسم کی رفتار مختلف ہوگی کیونکہ اس کی سمت تبدیل ہو چکی ہوگی، لیکن چونکہ جسم یکساں رفتار سے حرکت کر رہا ہے، اس کی مقدار یکساں رہے گی۔

وقت کے ساتھ رفتار میں تبدیلی Δv اس بات سے جڑی ہے کہ جسم کتنی قوس Δs طے کرتا ہے۔ چھوٹے وقت کے وقفے میں، ہم رفتار میں تبدیلی کو قوس Δs کے ساتھ منسلک کرتے ہیں:

$$\Delta v \approx \frac{v}{r} \Delta s$$

یہاں: v جسم کی رفتار ہے، r دائرے کا رداس ہے، Δs وہ قوس ہے جو جسم وقت Δt میں طے کرتا ہے۔ یہ مساوات بتاتی ہے کہ رفتار میں تبدیلی Δv قوس Δs کے متناسب ہے اور رداس r کے الٹ متناسب ہے۔ ریڈیئل سرعت حاصل کرنے کے لیے، ہم رفتار کی تبدیلی کو وقت کے وقفے سے تقسیم کرتے ہیں:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} \approx \frac{v}{r} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

یہ مساوات بتاتی ہے کہ رفتار میں تبدیلی کی شرح $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ (جو کہ سرعت ہے) رفتار v ، رداس r ، اور قوس کی شرح $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ کے ساتھ جڑی ہوئی ہے۔

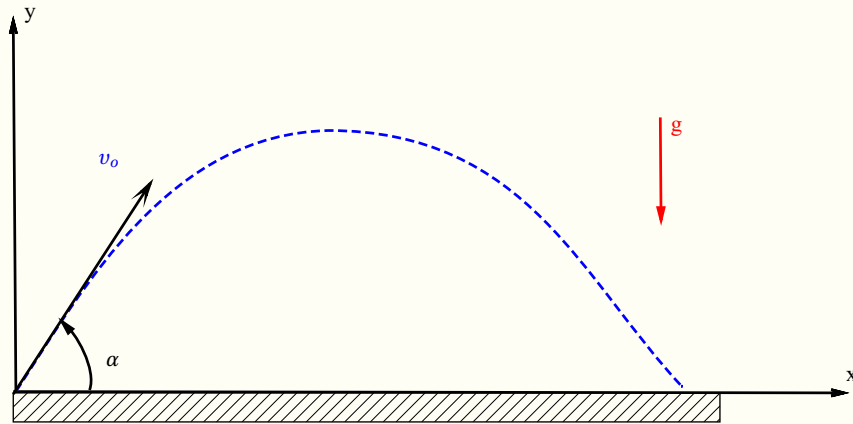
لیکن ہمیں معلوم ہے کہ $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ جسم کی رفتار v کے برابر ہے (کیونکہ رفتار فاصلے کو وقت پر تقسیم کر کے حاصل کی جاتی ہے)۔
اس لیے ہم $\frac{\Delta s}{\Delta t} = v$ کو مساوات میں ڈال دیتے ہیں:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} \approx \frac{v}{r}$$

$$a_r = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{r}$$

Linear	Angular
$v_{av} = \frac{1}{2}(v_i + v_f)$	$\omega_{av} = \frac{1}{2}(\omega_i + \omega_f)$
$s = v_{av}t$	$\theta = \omega_{av}t$
$v_f = v_i + at$	$\omega_f = \omega_i + \alpha t$
$v_f^2 = v_i^2 + 2as$	$\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\alpha\theta$
$s = v_i t + \frac{1}{2}at^2$	$\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

پروجیکٹائل



شکل ۳۰۶: پروجیکٹائل کی حرکت

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}, \quad y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}$$

• $x_0 = 0$ اور $y_0 = 0$ (جسم اصل نقطے سے حرکت شروع کر رہا ہے)؛

• $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ (ابتدائی افقی رفتار کا جزو)؛

• $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$ (ابتدائی عمودی رفتار کا جزو)؛

• $a_x = 0$ (افقی سمت میں کوئی قوت نہیں)؛

• $a_y = -g$ (عمودی سمت میں کشش ثقل کی قوت ہے)۔

ان اقدار کو عمومی مساوات میں ڈال کر:

$$x = (v_0 \cos \alpha)t$$

$$y = (v_0 \sin \alpha)t - \frac{gt^2}{2}$$

یہ مساوات متوازی حرکت کا کلیہ ہیں۔

مکمل پرواز کا وقت T عمودی حرکت سے متعین ہوتا ہے۔ جب جسم اپنے اصل مقام پر واپس آتا ہے (یعنی $y = 0$)، تو:

$$T = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

افقی فاصلہ L وہ فاصلہ ہے جو جسم طے کرتا ہے:

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$y = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

یہ ایک پرابولا (Parabola) کی مساوات ہے جو جسم کی حرکت کی نمائندگی کرتی ہے۔

سوالات

مزید

سوال 1: ایک آدمی ریلوے پٹری کے ساتھ کھڑا ہے۔ ایک ٹرین 40 میٹر فی سیکنڈ کی رفتار سے چل رہی ہے اور آدمی کے پاس سے گزرنے میں 0.2 سیکنڈ لیتی ہے۔ ٹرین کی لمبائی کیا ہے؟

جواب: 80m

سوال 2: ایک اسپرنگ بیلنس کا استعمال ایک جسم کی زمین اور چاند پر پیمائش کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ زمین پر کشش ثقل کی طاقت 9.8 N/kg ہے، اور چاند پر یہ طاقت 1.6 N/kg ہے۔ جسم کا اصل وزن 5 کلو گرام ہے۔

. اسپرنگ بیلنس زمین پر کیا ریڈنگ (گرام میں) دکھائے گا؟

. اسپرنگ بیلنس چاند پر کیا ریڈنگ (گرام میں) دکھائے گا؟

جواب: 5000g کمیت زمین پر

نیوٹن کے قوانین حرکت

یونانی فلاسفہ نے کشش ثقل اور حرکت کے بارے میں کئی غلط نظریات پیش کیے، جو بعد میں سائنس میں غلط ثابت ہوئے۔ ارسطو کے نزدیک بھاری اجسام ہلکے اجسام سے زیادہ تیزی سے گرتے تھے، ارسطو یہ بھی تصور کرتا تھا کہ اجسام اپنی فطری جگہ کی طرف حرکت کرتے ہیں، جس کا انحصار ان کے عناصر پر ہوتا ہے مثلاً زمین اور پانی نیچے کی طرف جبکہ ہوا اور آگ اوپر کی طرف حرکت کرتے ہیں۔ مزید برآں، وہ یہ سمجھتا تھا کہ آسمانی اجسام زمین کے ارد گرد کامل دائروں میں حرکت کرتے ہیں اور ان پر کشش ثقل کا کوئی اثر نہیں ہوتا۔ ارسطو کے نزدیک زمین شمسی نظام کا مرکز تھی

گیلیلیو گیلیلی نے کشش ثقل کے بارے میں ارسطو کے اس نظریے کو رد کر دیا کہ بھاری اجسام ہلکے اجسام کی نسبت زیادہ تیزی سے گرتے ہیں۔ جھکی ہوئی سطحوں پر اپنے تجربات کے ذریعے گیلیلیو نے یہ ثابت کیا کہ تمام اجسام، چاہے ان کا وزن کچھ بھی ہو، ہوا کی مزاحمت کے بغیر ایک ہی رفتار سے گرتے ہیں۔ گیلیلیو نے یہ مشاہدہ کیا کہ گرتے ہوئے اجسام یکساں سرعت $uniform\ acceleration$ سے گزرتے ہیں، یعنی کشش ثقل کی وجہ سے ان کی رفتار مسلسل بڑھتی رہتی ہے۔ انہوں نے حرکت کو ریاضیاتی طور پر بیان کیا اور دکھایا کہ جو فاصلہ کوئی جسم طے کرتا ہے، وہ اس کے گرنے کے وقت کے مربع کے متناسب ہوتا ہے۔ یہ تعلق یوں ظاہر کیا جاتا ہے:

$$d \propto t^2$$

یہاں d فاصلہ اور t وقت ہے۔

گیلیلیو نے جمود (inertia) کا تصور بھی متعارف کرایا، جس کے مطابق کوئی جسم اپنی حرکت کو سیدھے خط میں مسلسل رفتار سے جاری رکھتا ہے جب تک کہ اس پر کوئی بیرونی قوت عمل نہ کرے۔ بعد میں یہ بات نیوٹن کے حرکت کے پہلے قانون کی بنیاد بنی۔ اگرچہ گیلیلیو نے کشش ثقل کا مکمل نظریہ پیش نہیں کیا، لیکن ان کا یہ نظریہ کہ کشش ثقل تمام اجسام پر یکساں اثر انداز ہوتی ہے، نیوٹن کی عالمی کشش ثقل کے قانون کی بنیاد بنا۔

قانون

پہلا

کا

نیوٹن

جو جسم جتنا بھاری ہوگا اتنا ہی اس کا جمود یا انرشیا بھی ہوگا یعنی اس بھاری متحرک جسم کو روکنا اتنا ہی مشکل ہوگا۔ جمود و انرشیا کا اندازہ جسم کی کمیت سے لگایا جاسکتا ہے

نیوٹن کا حرکت پر پہلا قانون

ہر جسم اپنی موجودہ کیفیت میں تبدیلی پر مزاحمت کرے گا مثلاً اگر وہ حرکت میں ہے تو حرکت میں ہی رہنا چاہے گا اور اگر ساکن ہے تو ساکن ہی رہنے کی کوشش کرے گا اور جسم کی اس خاصیت کا نام جمود و آرتھیا ہے

قانون

دوسرا

کا

نیوٹن

نیوٹن کا حرکت پر دوسرا قانون

کسی بھی جسم پر لگنے والی طاقت اس میں حرکت و سرعت پیدا کرے گی اور طاقت و پیدا شدہ سرعت کا تناسب ہمیشہ یکساں رہے گا جو اس کی کمیت کے برابر ہوگا

$$m = \frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} \dots$$

اگر ایک ہی جسم پر دو قوتیں لگائی جائیں جو مختلف سرعتیں پیدا کریں، تو قوتوں کا تناسب متعلقہ سرعتوں کے تناسب کے برابر ہوتا ہے۔

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2}$$

مشق

ایک جسم کو تین مختلف مستقل طاقتوں کے زیر اثر سکوت کی حالت سے حرکت دی جاتی ہے اور ساتھ ہی اس کی سرعتوں کا تعین درکار وقت کی پیمائش سے کیا جاتا ہے جو جسم کو 1 میٹر کا فاصلہ طے کرنے میں لگتا ہے۔ حاصل کردہ اوقات $t_1 = 1.155 \text{ s}$ ، $t_2 = 0.816 \text{ s}$ ، اور $t_3 = 0.667 \text{ s}$ ہیں اس جسم پر لگنے والی طاقتوں کا تناسب کیا ہوگا؟

حل

ایک جسم کو تین مختلف مستقل طاقتوں کے زیر اثر سکوت کی حالت سے حرکت دی جاتی ہے اور ساتھ ہی اس کی سرعتوں کا تعین درکار وقت کی پیمائش سے کیا جاتا ہے جو جسم کو 1 میٹر کا فاصلہ طے کرنے میں لگتا ہے۔ سمتی رفتار کا فارمولا ہے

$$s = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

چونکہ ابتدائی رفتار صفر ہے

$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

سرعت کو ہم اس فارمولا کی مدد سے حاصل کر سکتے ہیں

$$a = 2s/t^2$$

اس سے
 $a_1 = 1.5 \text{ m/s}^2$ ، $a_2 = 3 \text{ m/s}^2$ اور $a_3 = 4.5 \text{ m/s}^2$ حاصل ہوتی ہیں۔ یہ سرعتیں 1:2:3 کے تناسب میں ہیں۔ لہذا، تین طاقتیں جنہوں نے ان سرعتوں کو پیدا کیا، بھی اسی تناسب 1:2:3 میں ہوں گی۔

گیلیلیو نے اپنے تجربات سے نتیجہ اخذ کیا تھا کہ اگر ہوا کی مزاحمت کو نظر انداز کیا جائے تو زمین کی سطح کے قریب گرنے والی تمام اشیاء تو ایک ہی رفتار سے گریں گی۔ وہ قوت جو اس رفتار کا سبب بنتی ہے، اسے ثقلی قوت یا کشش ثقل کی قوت کہا جاتا ہے۔ زمین اپنے اوپر موجود اجسام پر طاقت لگاتی ہے جو کشش ثقل کی وجہ سے بنتی ہے۔ یہ طاقت عمودی طور پر لگتی ہے اور زمین کے مرکز کی طرف عمل کرتی ہے۔ نیوٹن کے دوسرے قانون کو استعمال کرتے ہوئے، کسی بھی جسم پر کشش ثقل کے اثر پر غور کرتے ہیں جو آزادانہ طور پر گر رہا ہو۔

جسم پر کشش ثقل کی طاقت کو یوں لکھا جاسکتا ہے:

$$F = mg$$

یہاں g کشش ثقل کی وجہ سے سرعت (acceleration) ہے۔
 اس طاقت کو فنر کس میں وزن Weight کہا جاتا ہے اور اس کو اکثر W سے ظاہر کیا جاتا ہے

$$W = mg$$

قانون

تیسرا

کا

نیوٹن

نیوٹن کا حرکت پر تیسرا قانون

ہر طاقت کے لگنے پر اس کے برابر طاقت سے مخالف رد عمل ہوگا۔

ایک راکٹ گیس کو زبردست طاقت سے خارج کرتا ہے؛ اور گیسیں راکٹ پر مساوی اور مخالف قوت لگاتی ہیں اور اسی وجہ سے راکٹ آگے کی جانب بڑھتا رہتا ہے۔ جیٹ طیارے بھی اس لئے تیز رفتاری حاصل کرتے ہیں کیونکہ جو گیسیں وہ پیچھے باہر دھکیلتے ہیں، وہ جیٹ انجن پر نیوٹن کے تیسرا قانون کے تحت آگے کی طرف طاقت لگاتی ہیں۔
 اس قسم کی مثال ہر انسان کو معلوم ہے۔ سوچیں کہ ہم کیسے چلتے ہیں؟ ایک انسان جب چلنا شروع کرتا ہے تو وہ اپنے پیر سے زمین پر پیچھے کی طرف زور ڈالتا ہے۔ زمین بھی اس انسان پر مساوی اور مخالف قوت آگے کی طرف طاقت لگاتی ہے، اور یہی طاقت، انسان کو آگے کی طرف حرکت دیتی ہے۔ اسی طرح، ایک پرندہ آگے کی طرف اڑتا ہے جب وہ ہوا پر پیچھے کی جانب زور ڈالتا ہے، اور بدلے میں پرندے کے پروں پر آگے کی طرف ہوا کی طاقت نیوٹن کے تیسرے قانون کے تحت لگتی ہے جو پرندے کو اڑنے میں مدد کرتی ہے۔

کشش ثقل کی قوت کسی جسم پر اس وقت بھی عمل کرتی ہے جب وہ زمین پر ساکن ہو۔ اگر ہم اس جسم کو اسپرنگ اسکیل پر تولیں، تو اس کی وزن کی موجودگی اس قوت کو ظاہر کرتی ہے۔ لیکن پھر یہ جسم حرکت کیوں نہیں کرتا؟ نیوٹن کے دوسرے

قانون کے مطابق، ساکن جسم پر تمام لگنے والی طاقتوں کا مجموعہ صفر ہونا چاہیے۔ لہذا، کوئی اور طاقت بھی ہونی چاہیے جو کشش ثقل کی طاقت کے برابر ہو۔ زمین پر موجود کسی بھی جسم کے لیے، یہ متوازن طاقت میز یا سطح فراہم کرتی ہے، جو جسم پر اوپر کی جانب قوت لگاتی ہے۔ سطح تھوڑی دہتی ہے، اور اپنی لچک کی وجہ سے جسم کو اوپر کی طرف دھکیلتی ہے۔

سوالات

مزید

سوال 1: چاند پر کشش ثقل کی طاقت 1.6 N/kg ہے۔ ایک خلا باز 12 کلو گرام وزنی ایک پتھر کو چاند کی سطح سے 10 میٹر کی بلندی سے گراتا ہے۔

- پتھر کا چاند پر وزن معلوم کریں۔
- پتھر کے گرنے کے دوران اس کی سرعت (acceleration) کیا ہوگی؟
- پتھر کو چاند کی سطح تک پہنچنے میں کتنا وقت لگے گا؟

جواب: $t = 3.54 \text{ s}$

طاقت اور توازن

طاقت ایک بنیادی تصور ہے جو طبیعیات میں اس تعامل کو بیان کرتا ہے جو کسی شے کی حرکت کو تبدیل کر دیتا ہے۔ زیادہ تکنیکی اصطلاحات میں، طاقت کو دو اشیاء کا باہمی تعامل کی وجہ سے پیدا ہونے والا دھک یا کھینچاؤ سمجھا جاسکتا ہے۔ طاقت ایک سمتی مقدار ہے، یعنی اس میں مقدار اور سمت دونوں شامل ہیں۔

طاقت کی سائنسی اکائی نیوٹن (N) ہے، جو سر اسحاق نیوٹن کے نام پر موسوم ہے۔ ایک نیوٹن وہ مقدار ہے جو ایک کلو گرام کے وزن کو ایک میٹر فی سیکنڈ مربع (m/s^2) کی شرح سے سرعت دینے کے لئے درکار ہے۔ طاقت، وزن، اور تیزی کے درمیان تعلق کو نیوٹن کے دوسرے قانون حرکت سے بیان کیا جاتا ہے:

$$F = m \cdot a$$

یہاں: F - لاگو طاقت ہے، m - شے کا وزن ہے، a - شے کی سرعت ہے۔
چند طاقتیں یہ ہیں جو اکثر تجربوں میں پیش آتی ہیں:

- کشش ثقل طاقت: وہ طاقت جو کسی بھی دو جسموں کو کشش دیتی ہے۔ زمین کی کشش ثقل طاقت کی وجہ سے اشیاء میں وزن پیدا ہوتا ہے۔
- برقیاتی طاقت: وہ طاقت جو چارج شدہ ذرات کے درمیان عمل کرتی ہے۔ یہ طاقت مختلف نوعیت کے چارج پر منحصر ہو کر دھکیل سکتی ہے یا کھینچ سکتی ہے۔
- جوہری طاقتیں: ان میں مضبوط جوہری طاقت شامل ہے، جو ایٹم کے نیوکلیس کو اکٹھا رکھتی ہے، اور کمزور جوہری طاقت، جو ریڈیو ایکٹیو تنزلی میں کردار ادا کرتی ہے۔
- رگڑ طاقت: وہ طاقت جو ایک سطح کی جانب سے اس وقت مشتعل ہوتی ہے جب کوئی شے اس پر حرکت کرتی ہے یا حرکت کرنے کی کوشش کرتی ہے۔
- کشید طاقت: وہ طاقت جو ایک دھاگے، رسی، کیبل یا تار کو کھینچنے پر منتقل ہوتی ہے۔
- عمودی طاقت: ایک شے کی طرف سے دوسری شے پر رابطہ کی سطح کے عمودی سمت میں لگنے والی طاقت۔
- ہوائی مزاحمت طاقت: ایک قسم کی رگڑ طاقت جو ہوا کسی حرکت پذیر شے کے خلاف پیدا کرتی ہے۔ اس طاقت کو drag ڈریگ کہا جاتا ہے۔

طاقتیں

باڈی

اور

کوئیکٹ

فزکس میں دو طرح کی طاقتوں کا بیان ہوتا ہے

• طاقت لامسہ یا وہ جو چھونے پر پیدا ہو۔ اس کو کہا Contact Force جاتا ہے

• وہ جو کسی فیلڈ کی وجہ سے پیدا ہو۔ اس کو کہا Body Force جاتا ہے

طاقت لامسہ Contact Force وہ طاقت ہے جو دو اجسام کے درمیان براہ راست چھونے یا رابطے کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ یہ طاقت ہمیشہ ان اجسام کے سطحی تعامل کی وجہ سے وجود میں آتی ہے جو ایک دوسرے کے ساتھ جسمانی طور پر چھوتے ہیں۔ جب کوئی دو اجسام ایک دوسرے کے ساتھ رابطے میں ہوتے ہیں، تو وہ ایک دوسرے پر یا تو کھینچنے یا دھکیلنے کی صورت میں طاقت لگاتے ہیں۔
طاقت لامسہ کی مثالیں:

1. عمودی طاقت Normal Force جب کوئی جسم کسی سطح پر پڑا ہوتا ہے، جیسے میز پر رکھی کتاب، تو میز کتاب کے وزن کی مخالفت میں ایک اوپر کی جانب طاقت لگاتی ہے۔ یہ عمودی طاقت کی ایک مثال ہے۔ عمودی طاقت (F_N): ایک طاقت جو چھونے کی سطح پر عموداً عمل کرتی ہے۔ مثال کے طور پر، جب کوئی کتاب میز پر رکھی ہوتی ہے، تو میز کتاب پر اوپر کی جانب عمودی طاقت لگاتی ہے، جو کتاب کے وزن کو متوازن کرتی ہے۔

2. رگڑ کی طاقت Frictional Force جب آپ کوئی چیز دھکیلتے ہیں، جیسے زمین پر ایک ڈبہ، تو زمین ڈبے کی حرکت کی مخالفت میں ایک رگڑ کی طاقت لگاتی ہے۔ رگڑ کی طاقت (F_f): ایک طاقت جو چھونے کی سطح کے متوازی عمل کرتی ہے اور دو سطوح کے درمیان ہونے والی حرکت یا حرکت کے رجحان کی مخالفت کرتی ہے۔ مثال کے طور پر، جب آپ کسی ڈبے کو کھر دری سطح پر دھکیلتے ہیں، تو رگڑ کی طاقت اس حرکت کی مخالفت کرتی ہے۔

3. تناؤ کی طاقت Tension Force جب کوئی رسی کھینچی جاتی ہے، تو اس کے اندر تناؤ کی طاقت پیدا ہوتی ہے جو رسی کے دونوں سروں پر برابر عمل کرتی ہے۔ تناؤ کی طاقت (T): جب کسی رسی، دھاگے یا تار کو اس کے سروں سے کھینچا جاتا ہے، تو اس میں تناؤ پیدا ہوتا ہے اور یہ تناؤ پورے دھاگے یا رسی کے طول میں یکساں طور پر موجود ہوتا ہے۔

4. دباؤ کی طاقت Compression Force جب کوئی اسپرنگ دبا یا جاتا ہے، تو اس میں دباؤ کی طاقت پیدا ہوتی ہے، جو اسپرنگ کے اندرونی سالموں پر عمل کرتی ہے۔ ہوا کی مزاحمت / ڈریگ: ایک مزاحمتی طاقت جو کسی سیال (ہوا یا پانی) کے اندر حرکت کرنے والے جسم پر عمل کرتی ہے۔ یہ حرکت کی مخالفت کرتی ہے اور چھونے کی طاقت سمجھی جاتی ہے کیونکہ یہ جسم اور ہوا کے سالموں کے آپس میں ٹکراؤ کے نتیجے میں پیدا ہوتی ہے۔

طاقت لامسہ دراصل وہ تمام طاقتیں ہیں جو جسمانی رابطے یا چھونے کی وجہ سے پیدا ہوتی ہیں اور ان کے بغیر اجسام کے درمیان کوئی تعامل نہیں ہو سکتا۔

سطحی یا چھونے والی طاقتیں وہ طاقتیں ہیں جو کسی جسم پر اس وقت عمل کرتی ہیں جب وہ براہ راست کسی دوسرے جسم یا سطح کے ساتھ جسمانی طور پر چھوتا ہے۔ یہ طاقتیں اس وقت پیدا ہوتی ہیں جب دو اجسام آپس میں جڑتے ہیں اور باہمی تعامل کے ذریعے

دھکا یا کھینچاؤ پیدا کرتے ہیں۔ یہ طاقتیں ہمیشہ اس سطح کے ساتھ موجود ہوتی ہیں جہاں چھونا ہوتا ہے۔ کچھ عام مثالیں درج ذیل ہیں:

میدانی / حجمی طاقتیں Body Forces

حجمی طاقتیں، سطحی طاقتوں کے برعکس، جسم پر براہ راست جسمانی چھونے کے بغیر عمل کرتی ہیں اور جسم کے پورے حجم یا کمیت پر اثر انداز ہوتی ہیں۔ یہ طاقتیں دور سے عمل کرنے والے میدانوں جیسے کہ ثقلی اور برقی مقناطیسی فیلڈز یا میدانوں کی وجہ سے پیدا ہوتی ہیں۔ کچھ عام مثالیں درج ذیل ہیں:

1. ثقلی طاقت W زمین (یا کسی بڑے جسم) کی طرف سے کسی جسم پر لگائی جانے والی کشش کی طاقت۔ یہ جسم کی ہر ذرہ پر عمل کرتی ہے اور زمین کے مرکز کی طرف رخ کرتی ہے۔ کسی جسم کا وزن ثقلی طاقت کا نتیجہ ہے۔

$$W = mg$$

جہاں m جسم کی کمیت ہے اور g کشش ثقل کی وجہ سے سرعت (acceleration) ہے۔

2. برقی مقناطیسی طاقت: چارج شدہ ذرات یا مقناطیسوں کے درمیان طاقتیں۔ یہ طاقتیں جسم کی ہر کمیت یا چارج پر عمل کرتی ہیں، چاہے ان کے درمیان کوئی براہ راست چھونا نہ ہو۔

مرکز مائل اور مرکز مفر طاقت

• Centripetal Forces مرکز مائل طاقت

• Centrifugal Forces مرکز مفر طاقت

مرکزی مائل اور مرکز مفر طاقتوں کو نیوٹن کے قوانین حرکت کے تناظر میں سمجھا جاسکتا ہے۔ مرکز مائل طاقت ایک حقیقی طاقت ہے جو کسی جسم کو دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور رکھتی ہے۔ نیوٹن کے پہلے قانون کے مطابق، کوئی بھی جسم سیدھی لکیر میں حرکت کرتا رہے گا جب تک اس پر کوئی بیرونی طاقت عمل نہ کرے۔ لہذا، جب کسی جسم کو دائرے میں حرکت دی جاتی ہے، تو مسلسل اندر کی طرف ایک طاقت درکار ہوتی ہے جو اس کی سمت کو بدلتی رہتی ہے۔ اس طاقت کو مرکز مائل طاقت کہا جاتا ہے اور یہ ہمیشہ دائرے کے مرکز کی طرف ہوتی ہے۔ نیوٹن کے دوسرے قانون کی رو سے، مرکز مائل طاقت F_c کی مقدار یوں لکھی جاسکتی ہے

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

یہاں m جسم کی کمیت، v رفتار tangential velocity اور r دائرے کا رداس ہے۔

دوسری جانب، مرکز مفر طاقت ایک حقیقی طاقت نہیں ہے بلکہ ایک خیالی طاقت ہے جو گھومتے ہوئے (غیر جمودی) حوالہ جاتی فریم Non-inertial Frame of reference میں ظاہر ہوتی ہے۔ اس فریم میں اجسام باہر کی طرف جاتے محسوس ہوتے ہیں، جو کہ مرکز مائل طاقت کے مخالف سمت میں ہوتی ہے۔ اس کا سبب جسم کی جمودی خاصیت (inertia) ہے، جو سمت کی تبدیلی کی مخالفت کرتی ہے، جیسا کہ نیوٹن کے پہلے قانون میں بیان کیا گیا ہے۔ حقیقت میں، کوئی بیرونی طاقت

جسم پر عمل نہیں کر رہی ہوتی، بلکہ گھومتے ہوئے فریم میں بیٹھے ناظرین کو یہ طاقت محسوس ہوتی ہے۔ اس خیالی طاقت کو مرکزی مفر طاقت کہا جاتا ہے اور اس کی مقدار مرکزی مائل طاقت کے برابر ہوتی ہے، یعنی:

$$F_{\text{centrifugal}} = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

نیوٹن کے تیسرے قانون کی رو سے، مرکزی مفر طاقت مرکزی مائل طاقت کے مخالف ردِ عمل کے طور پر نہیں آتی، بلکہ یہ جسم کی جمودی خاصیت کی وجہ سے ظاہر ہوتی ہے جو مرکزی مائل طاقت کے خلاف مزاحمت کرتی ہے۔ مثال کے طور پر، جب گاڑی تیزی سے موڑ کاٹتی ہے، تو مسافر کو یوں محسوس ہوتا ہے جیسے وہ باہر کی طرف دھکیلا جا رہا ہے۔ لیکن درحقیقت، یہ مرکزی مفر طاقت ہے جو غیر جمودی فریم میں گاڑی کے اندر موجود مسافر کو محسوس ہوتی ہے، جبکہ اصل میں گاڑی مسافر پر اندر کی جانب مرکزی مائل طاقت لگا کر موڑ کاٹنے پر مجبور کرتی ہے۔

جب ہم کسی پتھر کو رسی سے باندھ کر گھماتے ہیں تو رسی میں مرکز مائل طاقت پیدا ہوتی ہے۔ اسی طرح چاند اور زمین کا تعلق ہے۔ ”رسی“ ایک طرح کشش ثقل کا کردار ادا کرتی ہے۔ چاند کی جانب سے ایک طاقت زمین پر لگتی ہے لیکن زمین کے بڑے حجم کی وجہ سے، یہ ہمارے سیارے کی حرکت پر بہت کم اثر کرتی ہے۔

فرض کریں کہ زمین سے 300 کلومیٹر دور مدار میں مصنوعی سیارہ بھیجا ہے۔ اس مدار پر کشش ثقل کی طاقت زمین کی سطح سے کچھ کم ہوتی ہے، جو کہ 8.9 m/s^2 کے برابر ہے۔ مدار میں چلنے والے سیارے کی رفتار v^2/R کے سے پروپورشنل ہے، اس R زمین کے مرکز سے فاصلے کی نمائندگی کرتی ہے، جو تقریباً 6600 یا 6.6×10^6 میٹر ہے۔ دوسری طرف، یہ طاقت کشش ثقل کی طاقت g کے برابر ہے۔ لہذا، $g = v^2/R$ سے ہمیں مدار کی رفتار ملتی ہے:

ہم تصور کرتے ہیں کشش ثقل کی طاقت اور مرکز کی طرف متحرک طاقت کو برابر قرار دیتے ہیں۔ مرکزی طرف متحرک طاقت $\frac{v^2}{R}$ ہے، اور کشش ثقل کی طاقت g ہے۔

اس لئے:

$$\frac{v^2}{R} = g \Rightarrow v^2 = gR$$

$$v = \sqrt{gR}$$

$$R = 6.6 \times 10^6 \text{ m اور } g = 8.9 \text{ m/s}^2 \text{ سے:}$$

$$v = \sqrt{8.9 \times 6.6 \times 10^6} \approx 7700 \text{ m/s} = 7.7 \text{ km/s.}$$

وہ کم از کم رفتار جو کسی چیز کو مصنوعی سیارہ بننے کے لئے درکار ہوتی ہے، اسے پہلی کاسمک رفتار کہا جاتا ہے۔ اس مثال سے، یہ تقریباً 8 کلومیٹر/سیکنڈ کے برابر ہے۔

فریم آف ریفرنس

انرشیل فریم آف ریفرنس وہ احاطہ ہوتا ہے جہاں کوئی شے یا تو ٹھہری رہتی ہے یا بغیر کسی بیرونی قوت کے ایک مستقل رفتار سے حرکت کرتی ہے۔ بہترین انرشیل فریم آف ریفرنس وہ مقام ہے جو دور کے ستاروں کے مقابلے میں مستقل

رفتار سے حرکت کر رہا ہو اور طبیعیات کے قوانین کو سمجھنے کے لیے مثالی حالت فراہم کرتا ہے۔ تاہم، زمین، جو عموماً ایسے حسابات کے لیے استعمال ہوتی ہے، اصل میں ایک انرشیل فریم آف ریفرنس نہیں ہے کیونکہ اس پر سورج کے گرد اپنی مداری حرکت اور خود اپنے محور پر گھومنے کی وجہ سے ایکسٹریکشن کا اثر ہوتا ہے۔ یہ ایکسٹریکشن اگرچہ مقدار میں کم ہے اور اکثر ان کو نظر انداز کیا جاسکتا ہے۔ اس لیے، عملی مسائل حل کرتے وقت زمین کو ایک انرشیل فریم آف ریفرنس کے طور پر مانا جاتا ہے، اور اس کے ساتھ جو بھی فریم زمین سے جڑا ہوا ہو، اسے بھی ایسے ہی سمجھا جاتا ہے۔ یہ طریقہ زیادہ تر معاملات میں کافی درست ہوتا ہے، سوائے ان حالات کے جہاں بہت زیادہ درستگی کی ضرورت ہو، جیسے کہ سیٹلائٹ نیویگیشن یا خلائی مہمات میں۔

ڈیاگرام

بوڈی

فری

جب نیوٹن کے قوانین اور طاقتوں پر مبنی مسائل حل کیے جائیں، تو ہر جسم پر عمل کرنے والی تمام طاقتوں کا خاکہ diagram بنانا بہت ضروری ہے۔ اس طرح کے خاکے کو آزاد جسمانی خاکہ free-body diagram یا طاقت کا خاکہ کہا جاتا ہے۔ اس کے لیے، ایک جسم منتخب کریں اور اس پر عمل کرنے والی ہر طاقت کو تیر arrow کی شکل میں ظاہر کریں۔ اس منتخب جسم پر عمل کرنے والی ہر طاقت شامل کریں، لیکن ان طاقتوں کو نہ دکھائیں جو منتخب جسم دوسرے اجسام پر لگاتا ہے۔ اس بات کا تعین کرنے کے لیے کہ منتخب جسم پر کون سی طاقتیں عمل کر رہی ہیں، اپنے آپ سے یہ سوال کریں کہ کون سے دوسرے اجسام اس پر طاقت لگا سکتے ہیں۔ اگر مسئلے میں ایک سے زیادہ اجسام شامل ہوں، تو ہر جسم کے لیے الگ آزاد جسمانی خاکہ درکار ہوگا۔ فی الحال، وہ طاقتیں جو ممکنہ طور پر عمل کر سکتی ہیں، ان میں کشش ثقل gravity اور چھونے کی طاقتیں شامل ہیں۔ آزاد جسمانی خاکے میں شامل اہم طاقتیں ہیں

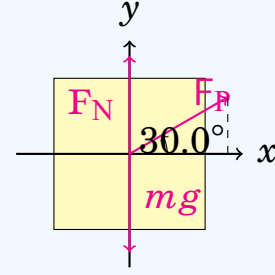
- (الف) کشش ثقل کی قوت Gravity Force ہمیشہ نیچے کی طرف، یعنی زمین کے مرکز کی طرف ہوتی ہے۔
- (ب) عمودی قوت Normal Force وہ قوت جو سطح جسم کو اوپر کی جانب لگاتی ہے اور کشش ثقل کی قوت کا توازن قائم کرتی ہے۔
- (ج) رگڑ کی قوت Friction Force سطح کی طرف سے جسم کی حرکت کی مخالفت میں عمل کرتی ہے۔
- (د) تناؤ کی قوت Tension Force جب جسم رسی یا تار سے جڑا ہوتا ہے، تو تناؤ کی قوت جسم پر عمل کرتی ہے۔

مشق

ایک شخص رسی کے ذریعے ایک ڈبے کو 30.0° کے زاویے پر کھینچ رہا ہے، جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ شخص کی طرف سے لگائی جانے والی قوت کو F_p سے ظاہر کیا گیا ہے۔ سطح ہموار ہے، یعنی رگڑ کی قوت کو نظر انداز کیا جاسکتا ہے۔ ہمیں معلوم کرنا ہے:

• ڈبے کی سرعت acceleration

• میز کی طرف سے ڈبے پر عمودی قوت F_N



حل ڈبے پر لگنے والی طاقتیں ہیں
[i] شخص کی طرف سے لگائی جانے والی طاقت (F_P): اس قوت کو دو حصوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے:

• افقی جز: $F_P \cos 30^\circ$

• عمودی جز: $F_P \sin 30^\circ$

[ii] ڈبے کا وزن mg یہ قوت ہمیشہ نیچے کی جانب، یعنی زمین کے مرکز کی طرف عمل کرتی ہے۔

[iii] عمودی طاقت F_N یہ میز کی جانب سے ڈبے پر اوپر کی طرف لگائی جانے والی طاقت ہے، جو وزن اور کھینچنے والی طاقت کے عمودی جز کو متوازن کرتی ہے۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کو افقی سمت میں استعمال کریں:

$$F_{\text{horizontalnet}} = F_P \cos 30^\circ = ma$$

سرعت a کے لیے:

$$a = \frac{F_P \cos 30^\circ}{m}$$

نیوٹن کے دوسرے قانون کو عمودی سمت میں استعمال کریں:

$$F_N + F_P \sin 30^\circ = mg$$

عمودی طاقت کے لیے:

$$F_N = mg - F_P \sin 30^\circ$$

رابرٹ ہک اور اسپرنگ کا قانون

رابرٹ ہک، جو کہ ایک انگلش سائنسدان تھے اور 17 ویں صدی میں سرگرم تھے، ہک کے قانون کے لئے مشہور ہیں جسے انہوں نے 1678 میں وضع کیا تھا۔ یہ قانون اسپرنگ اور دیگر لچکدار مواد کے رویے کو سمجھنے کے لیے بنیادی ہے۔ ہک کے قانون کے مطابق، اسپرنگ کی طرف سے لگائی گئی قوت اس فاصلے کے متناسب ہوتی ہے جتنا اسے اس کی آرام دہ حالت سے کھینچا یا دبایا جاتا ہے۔^۱

ہک کا قانون: اس قانون کو ریاضیاتی طور پر اس طرح بیان کیا جاتا ہے:

$$F = -ks$$

جہاں:

- F وہ قوت ہے جو اسپرنگ پر لگائی گئی ہے۔
 - k اسپرنگ کا مستقل ہے، جو اسپرنگ کی سختی کو ناپتا ہے۔
 - s اسپرنگ کی اصل حالت سے اس کی تبدیلی ہے (مثبت اگر کھینچا گیا ہو، منفی اگر دبایا گیا ہو)۔
 - منفی نشان دکھاتا ہے کہ اسپرنگ کی طرف سے لگائی گئی قوت اس کی تبدیلی کی مخالف سمت میں ہوتی ہے۔
- اسپرنگ، spring ایک لچکدار ڈیوائس ہے جو میکانکس اور مختلف مشینوں میں استعمال ہوتی ہے۔ اسپرنگ کا اصل کام قوت کو جذب کرنا اور اسے بعد میں خارج کرنا ہے، جس سے یہ مختلف طریقوں سے کام کرتی ہے جیسے کہ وزن کو سہارا دینا، چیزوں کو واپس اصل حالت میں لانا، یا ارتعاشات کو کم کرنا۔

مشق

ایک فورس گیج ایسے کیلیبرٹ کیا گیا ہے کہ پانچ سینٹی میٹر کھینچنے پر اس سے دس نیوٹن کی طاقت حاصل ہوتی ہے۔ اس کا اسپرنگ کانسنٹ کیا ہے؟

حل

دی گئی معلومات کے مطابق، نیوٹن $F = 10$ کی سختی کو سینٹی میٹر $s = 5$ تک پھیلاتی ہے۔ اسپرنگ کانسنٹ k معلوم کرنے کے لئے ہم ہک کے قانون کا استعمال کرتے ہیں، جو کہ اس طرح سے ترتیب دیا گیا ہے:

$$F = k \cdot s$$

جہاں:

F - وہ قوت ہے جو اسپرنگ پر لگائی گئی ہے نیوٹن میں، N

k - اسپرنگ کا مستقل ہے نیوٹن فی میٹر میں، N/m

s - وہ بدلاؤ ہے جو طاقت کی وجہ سے ہوا ہے میٹر میں، m

پہلے، ہمیں بدلاؤ کو سینٹی میٹر سے میٹر میں تبدیل کرنا ہوگا:

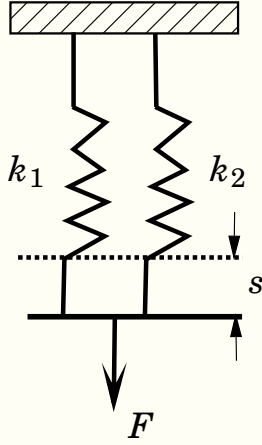
$$s = 5 \text{ سینٹی میٹر} = 0.05 \text{ میٹر}$$

اب، ہم ہک کے قانون کو دوبارہ ترتیب دے کر k کے لئے حل کر سکتے ہیں:

$$k = \frac{F}{s} = \frac{10 \text{ نیوٹن}}{0.05 \text{ میٹر}}$$

اس کی حساب سے:

$$k = 200 \text{ N/m}$$



شکل ۵.۱: اسپرنگ برابر حالت میں

جب دو اسپرنگ جن کے مستقل k_1 اور k_2 ہیں، شکل کے مطابق سیریز میں جڑے ہوتے ہیں تو نتیجہ خیز اسپرنگ کا مستقل k کیا ہوگا؟
جب اسپرنگ کو سیریز میں جوڑا جاتا ہے تو نتیجہ خیز اسپرنگ کا مستقل k تلاش کرنے کے لیے استعمال کیا جانے والا فارمولا یہ ہے:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

یہ فارمولا اس حقیقت سے آتا ہے کہ سیریز میں اسپرنگ کی کل توسیع s انفرادی توسیعات کا مجموعہ ہوتی ہے، اور لاگو کی گئی قوت دونوں اسپرنگ میں یکساں ہوتی ہے۔ لہذا، مجموعی اثر یہ ہوتا ہے کہ مجموعی اسپرنگ کا مستقل ہر انفرادی اسپرنگ کے مستقل سے کم ہوتا ہے۔

k کا حساب لگانے کے لیے، بس دی گئی اسپرنگ کے مستقلات k_1 اور k_2 استعمال کریں:

$$k = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$$

Power

قوت

اور

Work

کام

فزکس میں کسی بھی کام کو طاقت ضرب سمتی منتقلی سے جانا جاسکتا ہے

$$W = F \cdot s$$

قوت یا پاور سے مراد ہے کہ یہ کام کتنی دیر میں کیا جائے گا یعنی

$$P = \frac{W}{t} = \dot{W}$$

فزرکس میں کسی بھی مقدار کو جو وقت کے ساتھ بدل رہی ہو اس کو اس کے اوپر ایک نقطہ یا ڈاٹ لگا کر دکھایا جاتا ہے مزید یہ کہ قوت کو ہم طاقت ضرب سمتی رفتار سے بھی جان سکتے ہیں یعنی

$$P = F \cdot u$$

یہاں u سے مراد سمتی رفتار ہے

کام **کی** **مختلف** **اکائیاں**

طبیعیات میں، کام اُس توانائی کی مقدار کو بیان کرتا ہے جو ایک قوت کی وجہ سے کسی شے کو منتقل کی جاتی ہے جب وہ شے حرکت کرتی ہے۔ بین الاقوامی نظام اکائیات (SI) میں کام کی معیاری اکائی جول (J) ہے۔ ایک جول وہ کام یا توانائی ہوتی ہے جو ایک نیوٹن کی قوت سے ایک میٹر کی دوری پر ایک شے کو منتقل کی جاتی ہے۔ ان اکائیوں میں کام کا فارمولا $W = F \cdot d$ ہے، جہاں F نیوٹن میں قوت اور d میٹر میں فاصلہ ہے۔

سینٹی میٹر-گرام-سیکنڈ (CGS) نظام میں کام کی ایک اور اکائی ایرگ ہے، جہاں 1 ایرگ 10^{-7} جول کے برابر ہوتی ہے۔ CGS نظام میں کام کی حساب کتاب اُسی فارمولا $W = F \cdot d$ سے کی جاتی ہے، جس میں قوت ڈائن میں (1 ڈائن 10^{-5} نیوٹن) اور فاصلہ سینٹی میٹر میں ناپا جاتا ہے۔

برطانوی شاہی اور امریکی روایتی نظاموں میں، کام عموماً فٹ-پاؤنڈ میں ناپا جاتا ہے۔ ایک فٹ-پاؤنڈ تقریباً 1.356 جول کے برابر ہوتا ہے۔ یہ اکائی امریکہ میں کمینیکل انجینئرنگ کے ماحول میں کثرت سے استعمال ہوتی ہے۔

کلو واٹ-گھنٹہ (kWh)، جو برقی توانائی کے استعمال کی پیمائش میں عام ہے، $3,600,000$ جول (یا 3.6 میگا جول) کے برابر ہوتا ہے اور یہ برقی آلات کی توانائی کی کھپت اور بجلی کے بلوں کی پیمائش میں مرکزی کردار ادا کرتا ہے۔

کیلو ری ایک اور اکائی ہے جو خاص طور پر خوراک کی توانائی میں استعمال ہوتی ہے۔ ایک کیلو ری (چھوٹی کیلو ری) کو 4.184 جول کے طور پر بیان کیا جاتا ہے، اور ایک کیلو ری (خوراک کی کیلو ری یا کلو کیلو ری) $1,000$ چھوٹی کیلو ریوں کے برابر ہوتی ہے، جو کہ $4,184$ جول ہوتی ہے۔

قوت **کی** **مختلف** **اکائیاں** **تیاں**

طبیعیات میں، قوت سے مراد ہے کہ کام کتنی جلدی مکمل کیا جاسکتا ہے۔ اس کو کام بٹا وقت سے حاصل کیا جاسکتا ہے یعنی یہ ایک طرح سے کام کرنے کی رفتار ہے

یہاں قوت کو ماپنے کے لیے استعمال ہونے والی کچھ عام اکائیاں دی گئی ہیں:

• واٹ (W):

- بین الاقوامی نظام اکائیات (SI) میں طاقت کی معیاری اکائی۔
- ایک جول فی سیکنڈ (جول/سیکنڈ 1) کے طور پر معین کی جاتی ہے۔
- برقی آلات، انجنوں، اور بلب وغیرہ میں توانائی کی تبدیلی یا منتقلی کی شرح کو ظاہر کرنے کے لیے عام طور پر استعمال ہوتا ہے۔

• ہارس پاور (hp):

- بھاپ کے انجنوں کی طاقت کو گھوڑوں کی طاقت سے موازنہ کرنے کے لئے استعمال ہوتا تھا۔
- ایک ہارس پاور تقریباً 746 واٹ کے برابر ہوتی ہے۔

- اس کی مختلف قسمیں ہیں جیسے کہ میکانیکل ہارس پاور، میٹرک ہارس پاور، اور الیکٹریکل ہارس پاور۔
- کلواٹ (kW):
 - ایک ہزار واٹ کو ظاہر کرتا ہے (واٹ 1000 = کلواٹ 1)۔
 - بجلی کے استعمال، گاڑیوں کے موٹرز کی طاقت آؤٹ پٹ اور بیٹریوں کی طاقت کی گنجائش کے سیاق میں استعمال ہوتا ہے۔
 - کیلوریز فی سیکنڈ:
 - کیلوری ایک توانائی کی اکائی ہے، اور جب اسے فی سیکنڈ کے حساب سے استعمال کیا جاتا ہے، تو یہ طاقت کی پیمائش کرتا ہے۔
 - یہ اکائی عام طور پر بائیوانر جینٹکس اور خوراک کی توانائی کی تبدیلی کے سائنسی سیاق میں دیکھی جاتی ہے۔
 - گیگا واٹ (GW):
 - ایک ارب واٹ کے برابر ہوتی ہے (واٹ 10^9 = گیگا واٹ 1)۔
 - بڑے پاور پلانٹس اور قومی بجلی کے گرڈوں کی طاقت کی گنجائش کو بیان کرنے کے لئے اکثر استعمال ہوتی ہے۔
 - میگا واٹ (MW):
 - ایک ملین واٹ کے برابر ہوتی ہے (واٹ 10^6 = میگا واٹ 1)۔
 - پاور پلانٹس کی آؤٹ پٹ کی گنجائش یا بڑی مشینری کی طاقت کے استعمال کو بیان کرنے کے لئے عام طور پر استعمال ہوتی ہے۔
 - ولٹ-ایمپیر (VA):
 - بدلتی رو (AC) کے الیکٹریکل سسٹمز کے سیاق میں استعمال ہوتا ہے۔
 - ظاہری طاقت کو ظاہر کرتا ہے، جو حقیقی طاقت اور ری ایکٹیو طاقت کو شامل کرتا ہے۔
 - اے سی سرکٹس میں اہم ہے جہاں وولٹیج اور کرنٹ کے درمیان فیزکس فرق طاقت کے حساب کو متاثر کرتا ہے۔

ٹارک Torque یا موڑتی طاقت

بسا اوقات یہ ضروری ہوتا ہے کہ جاناجائے کہ طاقت کے نتیجے میں چیز گھومے گی یا نہیں۔ اس مقدار کو فنرکس میں ٹارک کا نام دیا گیا ہے۔ عربی میں اس کا ترجمہ عزم کیا جاتا ہے اور فارسی میں اس کو گشتاور کہا جاتا ہے یعنی چیز کو گشت میں لانے کے لئے کتنی طاقت درکار ہے۔ اس کو اس طرح حاصل کیا جائے گا:

$$\tau = F \cdot r$$

ٹارک یا گھومنے والی طاقت کو اکثر یونانی کے حرف τ سے ظاہر کیا جاتا ہے یہاں r سے مراد وہ فاصلہ ہے جو طاقت کے بازو کو ظاہر کرتا ہے یعنی جہاں سے طاقت کا اجراء ہوا وہاں سے لے کر جہاں طاقت کا اثر ہوا

میکانیکی

توازن

میکانیکی توازن وہ حالت ہے جس میں کوئی جسمانی نظام مستحکم ہوتا ہے، جس پر کوئی مجموعی قوت یا ٹارک عمل نہیں کرتا۔ اس حالت کی خصوصیات دو اہم شرائط سے ظاہر ہوتی ہیں: انتقالی توازن اور گردشی توازن۔

جب ایک چیز ایک مقام سے دوسرے مقام پر منتقل ہو تو اس کو انتقال Translation کہا جاتا ہے۔ انتقالی توازن اس وقت حاصل ہوتا ہے جب کسی نظام پر عمل کرنے والی تمام طاقتوں کا مجموعہ صفر بنتا ہے؛ ریاضیاتی طور پر، اسے $\sum \vec{F} = 0$ کے طور پر اظہار کیا جاتا ہے۔ یہ شرط یقینی بناتی ہے کہ نظام system کی سرعت نہیں بڑھی اور نظام یا تو ساکن ہے یا مستقل رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔

گردشی توازن اس وقت حاصل ہوتا ہے جب کسی بھی محور کے گرد تمام ٹارکوں کا مجموعہ صفر ہوتا ہے، جسے $\sum \vec{\tau} = 0$ کے طور پر بیان کیا جاسکتا ہے۔ یہ یقینی بناتا ہے کہ نظام کوئی زاویائی تیزی حاصل نہیں کرتا اور یا تو بغیر کسی گردش کے ساکن رہتا ہے یا بالکل نہیں گھومتا۔ ایک نظام کے مکمل میکانیکی توازن میں ہونے کے لئے دونوں شرائط کا پورا ہونا ضروری ہے، جو کہ ایک اہم تصور ہے، خاص طور پر Statics ساکنیات میں، جہاں انجینئرز قوتوں اور ٹارکوں کا تجزیہ کرتے ہیں تاکہ ڈھانچے کی استحکام اور کارکردگی کو بغیر کسی ناخواستہ حرکت کے یقینی بنایا جاسکے۔

طاقت

کی

رگڑ

رگڑ ایک بنیادی طاقت ہے جو وزمرہ کی سرگرمیوں اور مختلف ٹیکنالوجیکل ایپلیکیشنز میں اہم کردار ادا کرتی ہے۔ یہ اُس وقت پیدا ہوتی ہے جب دو سطحیں ایک دوسرے کے خلاف حرکت کرتی ہیں، اور مائیکروسکوپک سطح پر ان کی سطح ایک دوسرے سے رگڑ کھاتی ہے۔ اس طرح ایک مزاحمت پیدا ہوتی ہے۔ یہ مزاحمت چلنے، دوڑنے یا ڈرائیونگ جیسے عملی فنکشنز کے لیے ضروری ہے کیونکہ یہ پھسلنے سے روکتی ہے۔ مثال کے طور پر، جب کسی کنکریٹ پر ڈبے کو سرکانے کی کوشش کی جاتی ہے، رگڑ ہی وہ طاقت ہوتی ہے جو ڈبے کو سرکنے سے روکتی ہے۔

ریاضیاتی مساوات

$$F_f = \mu F_N$$

رگڑ کی طاقت کی حساب کتاب کو ظاہر کرتی ہے۔ اس مساوات میں، F_f رگڑ کی طاقت ہے، μ رگڑ کا کوئفیشنٹ ہے (جو کہ رابطہ کی سطحوں کے درمیان رگڑ کی مقدار کو بیان کرتا ہے)، اور F_N عمودی رد طاقت ہے (یہ وہ طاقت ہے جو ایک سطح کسی اوپر رکھی ہوئی شے پر لاگو کرتی ہے)۔

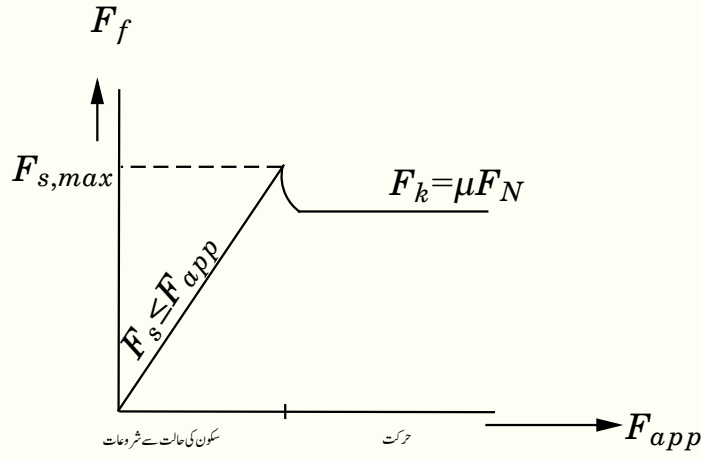
رگڑ کی طاقت F_f : یہ وہ طاقت ہے جو دو سطحوں کے درمیان حرکت کی مخالفت کرتی ہے جب وہ ایک دوسرے کے خلاف رگڑتی ہیں۔ رگڑ کی یہ طاقت دونوں سطحوں کی خاصیت اور ان کے درمیان کوئٹکٹ کے نتیجے میں پیدا ہوتی ہے۔ رگڑ کا کوئفیشنٹ μ : یہ ایک بے بعدی مقدار ہے جو دو سطحوں کے درمیان رگڑ کی شدت کو بیان کرتا ہے۔ کوئفیشنٹ کی قدر زیادہ ہونے کا مطلب ہے کہ رگڑ زیادہ ہوگی اور اس کے برعکس۔ کوئفیشنٹ کی قدر عموماً مواد اور سطح کی حالت پر منحصر ہوتی ہے۔

عمودی رد طاقت F_N : یہ وہ طاقت ہے جو ایک سطح کسی اوپر رکھی ہوئی شے پر عمودی طور پر لاگو کرتی ہے۔ عموماً یہ طاقت شے کے وزن کے برابر ہوتی ہے اگر کوئی دوسری بیرونی طاقت لاگو نہ ہو۔

یہ مساوات بتاتی ہے کہ رگڑ کی طاقت کا تعین کیسے کیا جاتا ہے اور یہ کس طرح دونوں سطحوں کی خصوصیات اور ان کے درمیان قائم رابطہ کی نوعیت پر منحصر ہوتا ہے۔ اس مساوات کا استعمال کر کے مختلف سطحوں پر شے کی حرکت کو سمجھنے اور تجزیہ کرنے

میں مدد ملتی ہے۔

ساکن اور حرکی حالتوں میں رگڑ الگ الگ ہوتا ہے اور یہ ہم کو عام روزمرہ کے کاموں سے معلوم ہے لہذا اس پر مزید بحث کی ضرورت ہے



شکل ۵.۲: رگڑ کی طاقت بمقابلہ لگائی جانے والی طاقت کا گراف۔ غور کریں کہ $F_{s,max} > F_k$ ۔

فرض کریں کہ ایک ڈبے پر آپ طاقت لگا رہے ہیں کہ وہ حرکت شروع کرے لیکن زمین پر رکھے اس ڈبے پر رگڑ کا بھی اثر ہے۔ فرض کریں کہ لگائی جانے والی طاقت F_{app} ہے

اگر ہم F_{app} کی مقدار میں اضافہ کریں جیسا کہ گراف میں دکھایا گیا ہے، تو آخر کار ڈبہ پھسل جاتا ہے۔ جب ڈبہ پھسلنے کے قریب ہوتا ہے، تو F_s اپنی زیادہ سے زیادہ قیمت $F_{s,max}$ تک پہنچ جاتا ہے جیسا کہ گراف میں دکھایا گیا ہے۔ جب $F > F_{s,max}$ سے زیادہ ہو جاتا ہے، تو ڈبہ حرکت کرتا اور تیزی سے چلتا ہے۔

ہم حرکت میں موجود رگڑ کی طاقت کو F_k کہتے ہیں۔

جب ڈبہ حرکت میں ہوتا ہے، تو حرکی رگڑ کی طاقت $F_{s,max}$ سے کم ہوتی ہے۔ نیٹ فورس $F_{app} - F_k$ نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق سرعت پیدا کرتی ہے۔

اگر $F_{app} = F_k$ ہو، تو تیزی صفر ہے اور ڈبہ مسلسل رفتار سے حرکت کرتا ہے۔ اگر لاگو طاقت F_{app} حرکت میں موجود ڈبہ سے ہٹا دی جائے، تو رگڑ کی طاقت F_k ، مخالف سمت میں عمل کرتی ہے، ڈبہ کو سرعت فراہم کرتی ہے اور آخر کار ڈبے کو ساکن کر دیتی ہے

ساکن حالت میں رگڑ کی مساوات

$$F_s = \mu_s F_N$$

متحرک حالت میں رگڑ کی مساوات

$$F_k = \mu_k F_N$$

جدول ۵.۱: ساکن اور حرکی رگڑ کے بعض اندازا کو فیشنٹ

امتزاج کا مواد	μ_s	μ_k
کنکریٹ پر رگڑ	0.1	8.0
فولاد پر فولاد	74.0	57.0
فولاد پر ایلومینیم	61.0	47.0
شیشہ پر شیشہ	94.0	4.0
فولاد پر تانبہ	53.0	36.0
لکڑی پر لکڑی	5.0--25.0	2.0
دھات پر دھات لبریکیٹڈ	15.0	06.0
ٹیفلان پر ٹیفلان	04.0	04.0
برف پر برف	1.0	03.0

بنیادی قوانین فطرت

مادہ کے حوالے سے انسان کو جو معلومات ملی ہیں ان کے تحت پتا چلا ہے کہ مادہ چند قوانین پر چلتا ہے۔ ان کو لاز آف نیچر Laws of Nature یا فطرت کے قوانین بھی کہا جاتا ہے مثلاً تین بنیادی قوانین ہیں

□ ماس Mass یا کمیت کی بقا کا قانون

□ مو مینٹم Momentum یا رفت کی بقا کا قانون

□ انرجی Energy یا توانائی کی بقا کا قانون

ماس **Mass** **یا** **کمیت** **کی** **بقا** **کا** **قانون**
کمیت کے تحفظ کا قانون سب سے پہلے 18 ویں صدی میں انٹونی لیوئیسیئر نے دریافت کیا تھا اور کیمیائی رد عمل اور اسٹوکیومیٹری کو سمجھنے میں ایک کلیدی تصور ہے۔

ماس کی بقا کا قانون کہتا ہے کہ ایک نظم میں، مادوں کی کل کمیت مستقل رہتی ہے، اس سے قطع نظر کہ نظم کے اندر ہونے والے عمل کیا ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ کیمیائی رد عمل یا دیگر تبدیلیوں کے دوران کمیت پیدا یا تباہ نہیں ہو سکتی ہے۔

اسے اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے:

اندر جانے والا ماس = باہر نکلنے والا ماس

یا کسی کیمیکل ریکٹیشن میں

کیمیکل ریکٹیشن سے قبل کا ماس = کیمیکل ریکٹیشن کے بعد والا ماس

دوسرے لفظوں میں، رد عمل کرنے والے مادوں (وہ مادے جو رد عمل شروع کرتے ہیں) کی کمیت مصنوعات کی کمیت (وہ مادے جو رد عمل سے تشکیل پاتے ہیں) کے برابر ہوتی ہے۔ یہ اصول کیمیا اور طبیعیات میں بنیادی ہے اور کیمیائی رد عمل، جوہری رد عمل اور جسمانی تبدیلیوں سمیت تمام عملوں پر عالمگیر طور پر لاگو ہوتا ہے۔

مثال کے طور پر، جب کسی بند کنٹینر میں کیمیائی رد عمل ہوتا ہے تو، کنٹینر کی کمیت اور اس کے مواد رد عمل سے پہلے اور بعد میں یکساں رہتے ہیں، یہ فرض کرتے ہوئے کہ کوئی کمیت نظام میں داخل یا خارج نہیں ہوتی ہے۔

مومینٹم Momentum یا رفت کی بقا کا قانون

مومینٹم یا رفت اصل کمیت ضرب سمتی رفتار ہے یعنی

$$M = m \cdot v$$

نیوٹن نے کمیت ضرب سمتی رفتار کو مقدار حرکت کا نام دیا تھا
عربی میں مومینٹم کو الزخم کہتے ہیں اور فارسی میں اس کو اندازہ حرکت کہا جاتا ہے۔ ہم نے یہاں پر رفت کا لفظ مومینٹم کے لئے استعمال کیا ہے

توانائی کی بقا کا قانون

کسی بھی نظم یا سسٹم میں داخلی و خارجی مومینٹم ایک ہی ہوں گے

$$M_1 = M_2$$

$$m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$$

مومینٹم ایک ویکٹر مقدار ہے
طاقت کو ایک تعریف مومینٹم کے تناظر میں بھی کی جاتی ہے کہ مومینٹم کی تبدیلی کی شرح طاقت ہے۔ اس کو انگریزی میں امپلس بھی کہا جاتا ہے

$$F = \frac{m \cdot \Delta u}{\Delta t}$$

فزکس میں، امپلس اُس تبدیلی کو کہتے ہیں جو کسی جسم کے مومینٹم میں اُس وقت آتی ہے جب اُس پر کچھ وقت کے لیے کوئی طاقت لگائی جاتی ہے۔ امپلس کا مطلب طاقت (F) اور وقت کے دورانیے (Δt) کا حاصل ضرب ہوتا ہے، جس دوران طاقت لگائی جاتی ہے۔ امپلس مومینٹم تھیورم کے مطابق، کسی جسم پر لگنے والی امپلس اُس کے مومینٹم کی تبدیلی کے برابر ہوتی ہے۔
امپلس (J) کا فارمولا کچھ یوں ہے:

$$J = F \cdot \Delta t$$

یہاں:

F لگائی گئی طاقت ہے،

Δt وہ وقت کا دورانیہ ہے جس کے دوران طاقت لگائی جاتی ہے۔

$$J = m \cdot \Delta u$$

امپلس کے یونٹس مومینٹم جیسے ہی ہوتے ہیں (کلو گرام۔ میٹر فی سیکنڈ یا نیوٹن۔ سیکنڈ)، اور یہ طاقت کا وقت کے دوران جسم کی حرکت میں تبدیلی کو ظاہر کرتا ہے۔

جدول ۶.۱: رفت یا مومینٹم کی مقدار کے مختلف مشاہدات

مشاہدہ	مقدار کی رفت
تیز بلیئرڈ بال	3 Ns
اڑتی ہوئی رائفیل کی گولی	10 Ns
مگنا مارنا	50 Ns سے 15
آرام سے چلتا ہوا انسان	80 Ns
شیر کے پنجے کا وار	2.0 kNs تقریباً
وہیل کی دم کا وار	3 kNs تقریباً
ہائی وے پر کار	40 kNs
2 کلومیٹر قطر والے ناقب شہاب کا ٹکراؤ	100 TNs
کھکشاؤں کے تصادم میں کھکشاں حرکت کی مقدار	تک 10^{46} Ns

کمیت کی تعریف کل رفت یا مومینٹم کی مقدار $\sum mv$ کے تحفظ کو ظاہر کرتی ہے۔ مومینٹم کے تحفظ کو تجرباتی طور پر جانچا نہیں جاسکتا۔ کمیت کو اس طرح سے متعین کیا گیا ہے کہ مومینٹم کی مقدار کا تحفظ برقرار رہے۔

مشق

ایک دیوار سے فی سیکنڈ 200 سٹیل کی گیندیں، جن کا ماس 2 گرام ہے، ٹکراتی ہیں۔ یہ گیندیں $v_1 = 4 \text{ m/s}$ کی رفتار سے ٹکراتی ہیں اور $v_2 = 3 \text{ m/s}$ کی رفتار سے واپس پلٹتی ہیں۔ دیوار پر اوسط طاقت کتنی ہے؟ ہم پہلے ایک گیند کی مومینٹم میں تبدیلی ΔJ کا حساب کرتے ہیں:

حل

$$\Delta J = J_2 - J_1 = m(v_2 - v_1) = 2 \text{ g} [4 \text{ m/s} - (-3 \text{ m/s})]$$

$$\Delta J = 200 \cdot \Delta J = 200 \cdot 14 = 2800 \text{ m/s g}$$

$$\Delta t = 1 \text{ s کے ساتھ، ہم پھر حاصل کرتے ہیں:}$$

$$F = \frac{\Delta J}{\Delta t} = \frac{2.8 \text{ mkg}}{1 \text{ s}} = 2.8 \text{ N}$$

انرجی Energy یا توانائی کی بقا کا قانون

توانائی کی بقا کا اصول پہلی بار 1842 میں جو لیس رابرٹ میسر نے عوام کے سامنے پیش کیا۔ میسر ایک تربیت یافتہ ڈاکٹر تھے، لیکن جب انہوں نے اپنا مقالہ اشاعت کے لیے Annalen der Physik کو بھیجا تو اسے مسترد کر دیا گیا بعد میں

ہیلمولٹز، کیلون، جول^۱ اور کئی دیگر ماہرین نے میسر کی ذہانت کا اعتراف کیا۔

توانائی کی بقا کا قانون

توانائی کو نہ تو خلق کیا جاسکتا نہ اس کو تباہ کیا جاسکتا ہے بلکہ یہ اپنی ہیئت تبدیل کر لیتی ہے

انرجی

کی

انرجی کی مختلف اقسام ہیں۔ بعض عناصر جلنے کے بعد توانائی خارج کرتے ہیں جن کو ایندھن یا فیول کہا جاتا ہے۔ اس میں تیل پر مبنی ایندھن ہیں مثلاً پٹرول، ڈیزل یا مٹی کا تیل وغیرہ۔ اسی طرح انسان کو معلوم ہے بعض اجسام انرجی خارج کرتے ہیں مثلاً گرم چشمے یا سورج وغیرہ۔ اسی طرح ہم کو معلوم ہے کہ سمندری لہریں اور ہوائیں بھی بہت طاقت رکھتی ہیں اور ان سے بھی انرجی حاصل کی جاسکتی ہے جیسے سولر انرجی، ہوائی انرجی، لہری انرجی وغیرہ۔ اس طرح انرجی کی ان اقسام کو رینو ابل Renewable یا نوں رینو ابل Non-Renewable میں تقسیم کیا جاتا ہے

توانائی

تجدید

قابل

غیر

غیر تجدیدی توانائی کے ذرائع ان وسائل سے حاصل کی جاتی ہیں جو مختصر وقت میں دوبارہ تیار نہیں کیے جاسکتے۔ ان ذرائع نے روایتی طور پر دنیا بھر میں توانائی کی پیداوار پر حکمرانی کی ہے، کیونکہ ان میں توانائی کی زیادہ مقدار موجود ہوتی ہے اور یہ بھروسہ مند ہیں۔ فوسل ایندھن جیسے کہ کوئلہ، جو قدیم پودوں اور درختوں کے باقیات سے مل کر بنتا ہے، بھاری مقدار میں کاربن خارج کرتا ہے اور ہوائیں آلودگی کا سبب بنتا ہے۔ تیل، جو پیٹرولیم کے طور پر بھی جانا جاتا ہے، بنیادی طور پر ٹرانسپورٹیشن میں استعمال ہوتا ہے اور اس کی تلاش اور تصفیہ ماحولیاتی اثرات رکھتی ہیں۔ قدرتی گیس، جو کہ میتھین کی بڑی مقدار پر مشتمل ہوتی ہے، کا استعمال بھی ماحولیاتی تحفظات کا سبب بنتا ہے۔ جوہری توانائی، جو جوہری شقاق سے حاصل کی جاتی ہے، آپریشن کے دوران صفر کاربن خارج کرتی ہے لیکن اس کے ریڈیو ایکٹیو فضلہ کی محفوظ تلفی ایک بڑا مسئلہ ہے۔

توانائی

تجدید

قابل

قابل تجدید توانائی کے ذرائع وہ ہیں جو قدرتی عمل سے حاصل ہوتے ہیں اور یہ مسلسل دوبارہ پیدا ہوتے رہتے ہیں، جیسے کہ:

• شمسی توانائی Solar Energy: فوٹو وولٹیک سیلز اور شمسی حرارتی نظاموں کے ذریعے حاصل کی جاتی ہے، اور اس کی وسیع پوٹینشل اور ٹیکنالوجی کی لاگت میں کمی کی وجہ سے یہ سب سے زیادہ نمایاں ذریعہ ہے۔

• ہوا کی توانائی Wind Energy: ہوا کی طاقت کو ٹربائنز کے ذریعہ بجلی میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ لیکن اس میں بھی ہر مقام پر ان ذریعوں کو استعمال نہیں کیا جاسکتا، مثلاً ہوا کی رفتار ایکویٹور کے قریب کم ہوتی ہے اور قطبین کے قریب زیادہ ہے۔

• پانی کی طاقت Hyrdokinetic Energy: بہتے پانی کی توانائی کو ٹربائن کی مدد سے بجلی میں تبدیل کر کے حاصل کیا جاتا ہے اور یہ قابل تجدید توانائی کی سب سے قدیم شکل ہے، جو خاص طور پر پانی کے وافر وسائل والے علاقوں میں عالمی

^۱ جیمز پریسکاٹ جول (1818-1889)، ہرمن لڈوگ فرڈیننڈ وون ہیلمولٹز (1821-1894)، اور ولیم تھامسن، فرسٹ بارون کیلون (1824-1907)

توانائی کی ضروریات کا ایک بڑا حصہ فراہم کرتی ہے۔

• حیاتیاتی مواد کی توانائی Biomass Energy: پودوں کے فضلہ اور گوبر جیسے نامیاتی مواد کو استعمال کرتی ہے، اور انہیں ایندھن یا بجلی میں تبدیل کرتی ہے۔

• زمینی حرارتی توانائی Geothermal Energy: زمین کی اندرونی حرارت کو استعمال کرتی ہے۔ زمین پر چند ملکوں میں گرم چشمے ہیں جن سے اس توانائی کو حاصل کیا جاسکتا ہے

جدول ۶.۲: قابل تجدید اور غیر قابل تجدید توانائی کے ذرائع کا موازنہ

غیر قابل تجدید توانائی	قابل تجدید توانائی
وسائل محدود، جغرافیائی طور پر غیر متوازن، توانائی کی سیکیورٹی کے مسائل پیدا کر سکتے ہیں۔	دستیابی اور رسائی کثیر اور قدرتی طور پر پیدا ہونے والی، جغرافیائی طور پر مختلف۔
گرین ہاؤس گیسز کا زیادہ اخراج، عالمی حدت اور آلودگی میں اضافہ۔ نیوکلیر انرجی میں فضلہ کی تلفی کے خطرات۔	ماحولیاتی اثرات کم اثرات، آپریشن کے دوران گرین ہاؤس گیسز کا اخراج بہت کم۔ پیداوار اور تلفی کے کچھ اثرات۔
تاریخی طور پر کم لاگتیں مگر بنیادی ڈھانچے کی وجہ سے۔ مارکیٹ کی اتار چڑھاؤ اور جغرافیائی تنازعات کی وجہ سے لاگت متاثر ہو سکتی ہے۔	لاگت اور معیشت ابتدائی لاگت زیادہ لیکن آپریشنل لاگت کم۔ وقت کے ساتھ لاگت میں کمی۔ ملازمتوں کی فراہمی سے اقتصادی فوائد۔
مستقل اور قابل کنٹرول توانائی آؤٹ پٹ، بیس لوڈ کی مانگ کے لئے بہت قابل اعتماد۔	قابل اعتمادی اور توانائی کی ذخیرہ کاری موسمی حالات پر منحصر متغیر آؤٹ پٹ؛ توانائی کی ذخیرہ کاری کی ضرورت۔
وسائل کی کمی اور ماحولیاتی ضوابط کے چیلنجوں کا سامنا، کاربن اخراج میں کمی کی عالمی کوششوں کے ساتھ۔	پائیداری اور مستقبل کا نقطہ نظر پائیدار، ناختم ہونے والی فطرت، مستقبل کے توانائی نظاموں کی ریڑھ کی ہڈی بننے کی توقع۔

گلوبل وارمنگ

گلوبل وارمنگ Global Warming کاربن فٹ پرنٹ Carbon Foot-print عالمی حرارت یا گلوبل وارمنگ زمین کی اوسط درجہ حرارت میں اضافہ کو کہتے ہیں، جو انڈسٹریل پروسیس میں ان گیسوں کے اخراج سے ہوتی ہیں جو حرارت جذب کر لیتی ہیں مثلاً کاربن ڈائی آکسائیڈ یا میتھین وغیرہ۔ ان گیسوں کو گرین ہاؤس گیسیں کہا جاتا ہے۔ اکثر انڈسٹریل کاموں میں یہ فضا میں خارج ہو جاتی ہیں۔ بڑھی ہوئی گرین ہاؤس گیسوں کی وجہ سے فضا کا درجہ حرارت مسلسل بڑھ رہا ہے، جس سے مختلف موسمی تبدیلیاں اور شدید موسمی حالات پیدا ہوتے ہیں مثلاً یکدم شدید بارش ہو جانا وغیرہ

کاربن کا نشان کیا ہے ؟

کاربن فٹ پرنٹ وہ مجموعی مقدار ہے جس میں گرین ہاؤس گیسیں، خاص طور پر کاربن ڈائی آکسائیڈ، براہ راست یا بالواسطہ طور پر خارج ہوتی ہیں، جو کہ CO₂ کے برابر مقدار میں اظہار کی جاتی ہیں۔

الیکٹرک ویکل Electric Vehicle مخفف EV میں بیٹری لگی ہوتی ہے اور قدرتی فیول مثلاً پٹرول پر مبنی گاڑیوں کی طرح یہ گرین ہاؤس گیس خارج نہیں کرتیں البتہ بیٹری کو تیار کرنے والی فیکٹریاں ان کو کثیر مقدار میں خارج کرتی ہیں اور مستقبل میں ان کی وجہ سے گلوبل وارمنگ کا مسئلہ مکمل حل نہ ہوگا بلکہ کسی نہ کسی شکل میں باقی رہے گا

Work کام کیا انرجی کی قسم ہے ؟

کام کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے

$$W = F \cdot s$$

اکثر وزن کو W سے اور کام کو W سے ظاہر کیا جاتا ہے

کام بھی انرجی کی ہی ایک قسم ہے کیونکہ تمام انرجی کی اقسام کو کام میں تبدیل کیا جاتا ہے اور معلوم ہے کہ انرجی جب اپنی ہیئت تبدیل کرتی ہے تو انرجی ہی رہتی ہے۔ اگر ہم کام کو اس کے بنیادی یونٹ میں دیکھیں تو اس سے یہ نکلتا ہے

$$W = N \cdot m = J$$

یہاں J سے مراد Joule کا یونٹ ہے جو بنیادی طور پر انرجی کے لئے ہی استعمال ہوتا ہے

حرکی توانائی یا کائینیٹک انرجی Kinetic Energy

اشیاء و اجسام اپنی حرکت کی وجہ سے توانائی حاصل کرتے ہیں اس کو حرکی توانائی یا کہا جاتا ہے اور اس کو فارمولا کی مدد سے حاصل کیا جاسکتا ہے

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

یہاں v سے مراد سمتی رفتار یا velocity ہے۔ اس طرح، حرکی توانائی کے فارمولے میں اکائیاں داخل کرتے ہوئے:

$$[E_k] = \frac{1}{2} [\text{کلو گرام}] \left[\frac{\text{میٹر}}{\text{سیکنڈ}} \right]^2 = \frac{1}{2} \text{کلو گرام} \cdot (\text{سیکنڈ}^2 / \text{میٹر}^2) = \text{کلو گرام} \cdot \text{میٹر}^2 / \text{سیکنڈ}^2$$

یہ جول (J) میں تبدیل ہو جاتا ہے، جو کہ توانائی کی بین الاقوامی اکائی ہے:

$$1 \text{ جول} = 1 \text{ کلو گرام} \cdot \frac{\text{میٹر}^2}{\text{سیکنڈ}^2}$$

لہذا، حرکی توانائی کی اکائیوں کا تجزیہ دکھاتا ہے کہ یہ واقعی میں ایک توانائی کی پیمائش ہے، جو کہ بین الاقوامی نظام اکائیوں کی تعریف کے مطابق جول کی تعریف سے مطابقت رکھتی ہے۔

مکانی توانائی یا پوٹنشل انرجی Energy Potential

اشیاء و اجسام میں مقام یا مکان کی مناسبت سے بھی توانائی یا انرجی ہوتی ہے اس کو پوٹنشل انرجی کا نام دیا گیا ہے اور اس کا فارمولا ہے

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

یہاں m کمیت ہے، h سے مراد مقام و مکان کی بلندی ہے اور g سے مراد ایکسلریشن ثقلی ہے مکانی توانائی کے لئے یونٹس کی تصدیق کرنے کے لئے کہ وہ توانائی کی نمائندگی کرتے ہیں، ہم یونٹوں کو آپس میں ضرب دیتے ہیں:

$$[E_p] = \frac{\text{میٹر}^2}{\text{سیکنڈ}^2} \cdot \text{کلو گرام} = \left(\frac{\text{میٹر}^2}{\text{سیکنڈ}^2} \right) \cdot \text{کلو گرام}$$

حاصل شدہ یونٹ $\frac{\text{میٹر}^2}{\text{سیکنڈ}^2} \cdot \text{کلو گرام}$ توانائی کے یونٹ ہیں، جو بین الاقوامی یونٹ سسٹم (SI) میں جول (J) کے طور پر معروف ہیں:

$$1 \text{ جول} = 1 \text{ کلو گرام} \cdot \frac{\text{میٹر}^2}{\text{سیکنڈ}^2}$$

یہ تصدیق دکھاتی ہے کہ مکانی توانائی یا پوٹنشل انرجی کے فارمولے کی بنیادی یونٹوں کے اعتبار سے توانائی کی نمائندگی ہوتی ہے۔

تھرموڈائنامکس کے دو قوانین

تھرموڈائنامکس فزکس کی وہ بنیادی شاخ ہے جو حرارت اور دیگر توانائی کی شکلوں کے مابین تعلقات سے متعلق ہوتی ہے۔ اس کا اصل مقصد یہ سمجھنا ہے کہ توانائی کس طرح تبدیل ہوتی ہے اور ان تبدیلی کے عملوں کو کنٹرول کرنے والے اصول مختلف عملی ایپلی کیشنز میں کیسے لاگو کیے جاسکتے ہیں، جیسے کہ انجنوں، فریجی، حیاتیاتی نظاموں اور مواد کی سائنس میں۔

تھرموڈائنامکس کا پہلا قانون، توانائی کے تحفظ کا قانون کہلاتا ہے، اس کے مطابق توانائی نہ تو خلق کی جاسکتی ہے اور نہ ہی تباہ کی جاسکتی ہے، صرف ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل ہو سکتی ہے۔ یہ قانون میکینک، حرارتی، اور کیمیائی توانائی کے تبادلوں کو سمجھنے میں لاگو کیا جاتا ہے

تھرموڈائنامکس کا دوسرا قانون اس مسئلے پر بات کرتا ہے کہ انرجی کی کوالٹی کیا ہے یعنی آیا ایک قسم سے دوسری قسم میں تبدیل ہونے پر اس نئی قسم کی انرجی کی کیا حالت ہوگی۔ آیا اس سے کام حاصل کیا جاسکے گا یا نہیں۔ قابل غور ہے کہ کائنات کی ہر شے میں انرجی موجود ہے حتیٰ کہ مٹی و راکھ میں بھی انرجی موجود ہے لیکن انرجی کی مقدار اتنی نہیں ہے جتنی کہ انسان کے بنائے گئے ڈیوائسز کو درکار ہے۔ یہ نظریہ انرجی کی کوالٹی کہلاتا ہے

یہ قوانین سائنسدانوں اور انجینئروں کو نظام کی توانائی کی موثریت کا تعین کرنے، کیمیائی رد عمل کی سمت کی پیشین گوئی کرنے، اور حتیٰ کہ مشینوں کی جوازیت کی تعریف کرنے میں مدد دیتے ہیں۔ اس طرح، تھر موڈائٹنمیکس نہ صرف فنرکس کا ایک بنیادی علاقہ ہے بلکہ انجینئرنگ کے شعبہ جات، ماحولیاتی سائنس، اور نئے ٹیکنالوجیکل ترقیات کا ایک لازمی جزو بھی ہے۔

سطری اور گردش حرکت

• سیدھی سطر میں حرکت Translational motion

• گول دائرہ میں گردش Circulatory motion

• محور پر گردش Rotational motion

□ Translational motion سطر میں حرکت اُس وقت ہوتی ہے جب کوئی شے ایک سیدھی راہ پر حرکت کرتی ہے۔ اس قسم کی حرکت میں شے کے ہر حصہ کا ایک ہی فاصلہ، ایک ہی سمت، اور ایک ہی وقت کے انٹرویول میں حرکت کرنا شامل ہوتا ہے۔ عام مثال میں ایک گاڑی کا سیدھی سڑک پر چلنا شامل ہے۔ طبیعیات میں، شے کی منتقلی، سمتی رفتار، اور سرعت سب کے سب ویکٹرز حرکت کی سمت میں ہوتے ہیں۔ حرکت کا راستہ سیدھی لکیر میں، یا منحنی خطوطی ہو سکتا ہے، بشرطیکہ حرکت ایک مقررہ راہ پر ایک مقام سے دوسرے مقام تک منتقل ہو۔

□ Circulatory motion دائری حرکت میں کسی شے کا ایک دائری راہ پر حرکت کرنا شامل ہوتا ہے۔ حرکت ایک مقررہ نقطہ کے گرد مرکوز ہوتی ہے، جہاں مرکز سے فاصلہ (رداس) مستقل رہتا ہے۔ دائری گردش میں موجود شے ایک مرکزی طاقت محسوس کرتی ہے جو مرکز کی طرف مرکوز ہوتی ہے اور یہ اسے ایک ہی راستے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔ عام مثال میں ایک پتھر کو ایک دھاگے سے باندھ کر گول دائرہ میں گھمانا شامل ہے۔ دائری گردش میں ویلو سٹی ویکٹر ہمیشہ دائرہ کے مماسی پر ہوتا ہے، جو کسی بھی نقطہ پر حرکت کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔

□ Rotational motion محوری گردش اُس وقت ہوتی ہے جب کوئی شے اپنے ہی محور کے گرد گھومتی ہے۔ سطر میں حرکت کے برعکس جہاں پوری شے ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہوتی ہے، محوری حرکت میں شے اپنے ہی محور پر گھومتی ہے۔ اس قسم کی حرکت کو زاویاتی منتقل، زاویاتی ویلو سٹی، اور زاویاتی سرعت سے بیان کیا جاتا ہے۔ گھومنے کی رفتار محور کے قریب اور دور کے نقاط پر مختلف ہوتی ہے، محور سے دور نقاط تیزی سے حرکت کرتے ہیں۔ ایک عملی مثال میں ایک گھومتا ہوا ٹو شامل ہے، جہاں ہر نقطہ، محور کے گرد حرکت کرتا ہے۔

گردش

میں

دائرہ

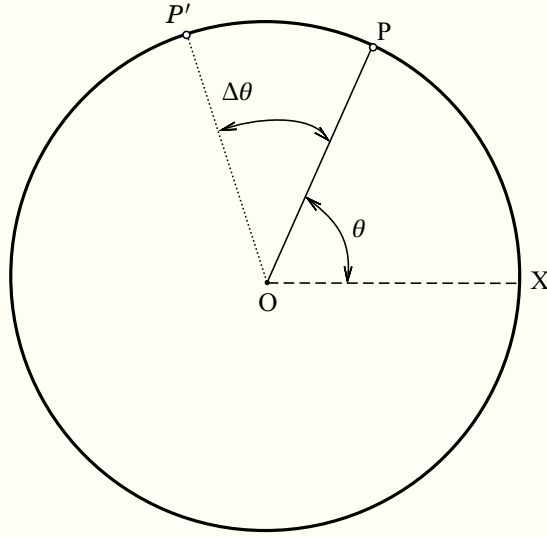
گول

فرض کریں کہ ایک ذرہ P ایک دائرے کے رداس r میں حرکت کر رہا ہے۔ دائرے کا مرکز O ہے اور اصل نقطہ O اور OX دونوں X -axis پر ہے۔ کسی بھی لمحے میں ذرہ P کی پوزیشن کو OP اور OX کے درمیان زاویہ θ سے بیان کیا جا سکتا ہے۔ ہم θ کو زاویاتی پوزیشن کہتے ہیں۔ جیسے ہی ذرہ دائرے پر حرکت کرتا ہے، اس کی زاویاتی پوزیشن θ تبدیل ہوتی ہے۔

فرض کریں کہ ذرہ وقت Δt میں قریبی نقطہ P' پر چلا جاتا ہے تاکہ θ سے $\theta + \Delta\theta$ ہو جائے۔ زاویاتی پوزیشن کی تبدیلی کی شرح کو زاویاتی رفتار کہتے ہیں۔ اس طرح، زاویاتی رفتار ہوتی ہے:

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

یہ مواد زاویاتی حرکت کے بنیادی تصور کو واضح کرتا ہے جو کہ کسی بھی دائری حرکت میں ذرہ کی رفتار کو سمجھنے کے لئے ضروری ہے۔



زاویاتی رفتار کی تبدیلی کی شرح کو زاویاتی ایکسلریشن کہا جاتا ہے۔ اس طرح، زاویاتی ایکسلریشن ہوتی ہے:

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}.$$

اگر زاویاتی ایکسلریشن α مستقل ہو، تو ہمارے پاس ہے:

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$$

جہاں ω_0 اور ω زاویاتی رفتاریں ہیں جو کہ وقت $t = 0$ اور وقت t پر ہیں اور θ زاویاتی مقام ہے جو کہ وقت t پر ہوتا ہے۔ ذرہ کے ذریعہ وقت Δt میں طے کی گئی لکیری فاصلہ PP' ہوتا ہے۔ چونکہ

$$\Delta s = r \Delta\theta$$

ہوتا ہے۔ یا،

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = r \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

یا،

$$v = r\omega$$

جہاں v ذرہ کی لکیری رفتار ہے۔ مساوات کو وقت کے لحاظ سے تفرق کرتے ہوئے، رفتار کی تبدیلی کی شرح ہے:

$$a_t = \frac{dv}{dt} = r \frac{d\omega}{dt}$$

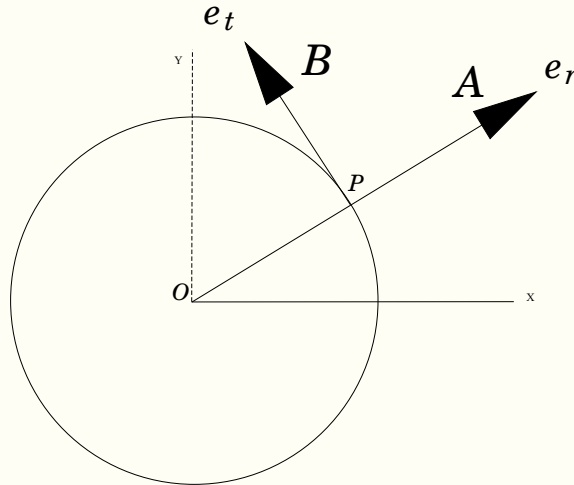
یا،

$$a_t = r\alpha$$

یاد رہے کہ $a_t = \frac{dv}{dt}$ رفتار کی تبدیلی کی شرح ہے اور رفتار کی تبدیلی کی شرح نہیں ہے۔ اس لیے، یہ کل ایکسٹریشن کے برابر نہیں ہے۔ ہم دکھائیں گے کہ a_t مماس کے ساتھ ایکسٹریشن کا جزو ہے اور اس لیے ہم نے اس کے ساتھ مختصر t کا استعمال کیا ہے۔ اسے مماسی سرعت یا تنجنشیل ایکسٹریشن Tangential acceleration کہا جاتا ہے۔

جدول ۷.۱: سیدھی سطر اور محوری گردش حرکت کی اصطلاحات کا موازنہ

سیدھی سطر حرکت	دائری حرکت
s سمتی راستہ	θ زاویہ
$\vec{v}$ سمتی رفتار	$\vec{\omega}$ زاویاتی رفتار
$\vec{a}$ سرعت	$\vec{\alpha}$ زاویاتی سرعت
m کمیت	J جمودی رفت
$\vec{F} = m\vec{a}$ طاقت	$\vec{M} = J\vec{\alpha}$ طاقت دورانی
$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$ کام	$W = \vec{M} \phi$ کام
$P = \vec{F} \cdot \vec{v}$ قوت	$P = \vec{M} \cdot \vec{\omega}$ قوت
$W_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$ حرکی توانائی	$W_{\text{rot}} = \frac{1}{2}J\omega^2$ دورانی توانائی
$\vec{p} = m\vec{v}$ رفت	$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ دورانی معیار حرکت



شکل میں دکھائی گئی صورت حال میں، ہم ایک ذرہ کی حرکت پر غور کرتے ہیں جو ایک مخصوص لمحے میں دائرے کے ایک نقطہ P پر چل رہا ہے۔ دائرے کا مرکز O پر ہے

یکائی ویکٹر $\hat{e}_r$ ، کو دائرے کے مرکز O سے باہر کی طرف ذرہ P کی طرف کے ساتھ یکائی ویکٹر کے طور پر تعریف کیا گیا ہے۔ یہ ویکٹر بنیادی طور پر دائرے کے مرکز کے حوالے سے سمت کو بیان کرتا ہے اور ریاضیاتی طور پر اسے

$$\hat{e}_r = \cos(\theta)\hat{i} + \sin(\theta)\hat{j}$$

کے طور پر بیان کیا گیا ہے۔ یہاں

$\cos(\theta)$ اور $\sin(\theta)$ ویکٹر کو cartesian محوروں پر، بالترتیب $\hat{i}$ اور $\hat{j}$ یکائی ویکٹروں کے ساتھ منصوب کرتے ہیں۔ $\hat{e}_r$ کے عمودی یکائی ویکٹر، $\hat{e}_t$ ، نقطہ P پر دائرے کے مماس پر واقع ہوتا ہے۔ یہ ویکٹر θ کے بڑھتے ہوئے سمت میں اشارہ کرتا ہے، جو اگر ذرہ گھڑی کی مخالف سمت میں حرکت کر رہا ہو تو حرکت کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔ $\hat{e}_r$ کے ساتھ عمودی تعلق کی بنا پر، $\hat{e}_t$ کو $\hat{e}_r$ کو 90 درجے گھڑی کی مخالف سمت میں گھما کر حاصل کیا گیا ہے:

$$\hat{e}_t = -\sin(\theta)\hat{i} + \cos(\theta)\hat{j}$$

ان تفصیلات سے یہ واضح ہے کہ وقت t پر ذرہ کا مقامی ویکٹر کس طرح بیان کیا جاسکتا ہے۔ دائرے کے رداس r کے ساتھ ذرہ X-Y سطح پر اپنی مقام تک پہنچتا ہے، جس کا آغاز دائرے کے مرکز O سے ہوتا ہے اور ذرہ کی مقام P تک جاتا ہے۔ چونکہ ذرہ دائرے کی محیط پر حرکت کر رہا ہے، اس لئے مقام کو محور X کے ساتھ بنائے گئے زاویہ θ کے استعمال سے بیان کیا جاسکتا ہے:

$$\vec{r}(t) = r \cos(\theta(t))\hat{i} + r \sin(\theta(t))\hat{j}$$

یہاں، $\theta(t)$ وقت t پر ذرہ کا زاویاتی مقام ظاہر کرتا ہے، جو وقت کے ساتھ تبدیل ہوتا ہے اگر ذرہ کسی خاص زاویاتی رفتار سے حرکت کر رہا ہو۔ r دائرے کا مستقل رداس ہے مساوات $\vec{r}(t)$ کو وقت کے لحاظ سے دفرنشیٹ کرتے ہوئے، وقت t پر ذرہ کی رفتار $\vec{v}$ ہے:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}[r(\hat{i} \cos \theta + \hat{j} \sin \theta)]$$

یہاں پر،

$$= r \left[\hat{i} \left(-\sin \theta \frac{d\theta}{dt} \right) + \hat{j} \left(\cos \theta \frac{d\theta}{dt} \right) \right]$$

$$= r\omega [-\hat{i} \sin \theta + \hat{j} \cos \theta]$$

اس تفرق کے ذریعہ، ہم θ کے وقت کے ساتھ تبدیلی کی شرح کو ω (زاویاتی رفتار) کے طور پر معلوم کرتے ہیں، جو کہ $\frac{d\theta}{dt}$ کے برابر ہے۔ رفتار کا یہ مساوات ظاہر کرتی ہے کہ رفتار کا ویکٹر $\hat{i}$ اور $\hat{j}$ دونوں محوروں کے ساتھ کس طرح متعلق ہے، جس میں $\hat{i}$ کا جز منفی ہے کیونکہ یہ زاویہ θ کے ساتھ سائن تفاعل کے منفی تغیرات کو ظاہر کرتا ہے۔

رفتار $r\omega$ کی اصطلاح وقت t پر ذرہ کی رفتار ہے اور مربع بریکٹ میں ویکٹر $\hat{e}_t$ ، جو مماس کے ساتھ یکائی ویکٹر ہے۔ اس طرح، ذرہ کی رفتار کسی بھی لمحے پر دائرے کے مماس کے ساتھ ہوتی ہے اور اس کی مقدار $v = r\omega$ ہے۔

وقت t پر ذرہ کی تیزی $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ ہے۔ مساوات سے،

$$\vec{a} = r\omega \left[\frac{d}{dt} (-\hat{i} \sin \theta + \hat{j} \cos \theta) + \frac{d\omega}{dt} (-\hat{i} \sin \theta + \hat{j} \cos \theta) \right]$$

یہ ہوگا:

$$\begin{aligned} &= \omega r \left[-\hat{i} \cos \theta \frac{d\theta}{dt} - \hat{j} \sin \theta \frac{d\theta}{dt} \right] + r \frac{d\omega}{dt} \hat{e}_t \\ &= -\omega^2 r [\hat{i} \cos \theta + \hat{j} \sin \theta] + r \frac{d\omega}{dt} \hat{e}_t \\ &= -\omega^2 r \hat{e}_r + r \frac{d\omega}{dt} \hat{e}_t \end{aligned}$$

جہاں $\hat{e}_r$ اور $\hat{e}_t$ بالترتیب ریڈیل اور تنجشیل سمتوں میں یکائی ویکٹر ہیں اور v وقت t پر ذرہ کی رفتار ہے۔ ہم نے $\frac{d\omega}{dt} = \frac{d}{dt}(r\omega) = \frac{dv}{dt}$ کا استعمال کیا ہے۔

یہ تفریقی عمل ذرہ کی رفتار کے ریڈیل اور مماسی اجزاء کو واضح کرتا ہے، جس میں $\omega^2 r$ کی اصطلاح ریڈیل ایکسلریشن (مرکز کی طرف کشش) کو ظاہر کرتی ہے اور $r \frac{d\omega}{dt}$ کی اصطلاح مماسی تیزی (رفتار میں تبدیلی) کو ظاہر کرتی ہے۔

یکساں دائرہ وار حرکت Uniform Circular Motion

اگر ذرہ دائرے کے ساتھ ایک یکساں رفتار کے ساتھ حرکت کرتا ہے، تو ہم اسے یکساں دائرہ وار حرکت کہتے ہیں۔ اس صورت میں، $\frac{dv}{dt} = 0$ ہے اور مساوات دیتی ہے:

$$\vec{a} = -\omega^2 r \hat{e}_r$$

اس طرح، ذرہ کی سرعت $\hat{e}_r$ کی منفی سمت میں ہوتی ہے، یعنی مرکز کی طرف۔ سرعت کی مقدار ہے:

$$\begin{aligned} a_r &= \omega^2 r \\ &= \frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{r} \end{aligned}$$

لہذا، اگر کوئی ذرہ r کے دائرے میں مستقل رفتار v کے ساتھ حرکت کرتا ہے، تو اس کی سرعت $\frac{v^2}{r}$ ہوتی ہے جو کہ مرکز کی طرف جاتی ہے۔ اس سرعت کو مرکز مائل سرعت کہا جاتا ہے۔ یہ نوٹ کریں کہ رفتار مستقل رہتی ہے، صرف سمت مسلسل تبدیل ہوتی ہے اور اس طرح سمتی رفتار تبدیل ہوتی ہے اور حرکت کے دوران سرعت ہوتی ہے۔

غیر یکساں دائرہ وار حرکت Non-Uniform Circular Motion

اگر دائرے میں حرکت کرنے والے ذرہ کی رفتار مستقل نہیں ہے، تو سرعت میں ریڈیل اور مماسی دونوں اجزاء شامل ہوتے ہیں:-

$$\begin{aligned} a_r &= -\omega^2 r = -\frac{v^2}{r} \\ a_t &= \frac{dv}{dt} \end{aligned}$$

اس طرح، مرکز کی طرف سرعت کا جزو $\omega^2 r = \frac{v^2}{r}$ ہے اور مماس کی سمت (حرکت کی سمت میں) میں سرعت کا جزو $\frac{dv}{dt}$ ہے۔ سرعت کی مقدار یہ ہے:

$$a = \sqrt{a_r^2 + a_t^2} = \sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + \left(\frac{dv}{dt}\right)^2}$$

یہ بیان کرتا ہے کہ غیر یکساں دائرہ دار حرکت میں ذرہ کی سرعت کیسے مرکز کی طرف اور مماسی اجزاء میں تقسیم ہوتی ہے، اور اس کی کل مقدار کیسے حساب کی جاتی ہے۔

دائراتی گردش میں طاقت

اگر کوئی ذرہ ایک بیرونی فریم سے دیکھنے پر دائرے میں حرکت کرتا ہے، تو اس پر ایک غیر صفر طاقت عمل کرنی ضروری ہے۔ یہ اس لیے ہے کیونکہ دائرے میں حرکت کرنے والا ذرہ متحرک ہوتا ہے اور سرعت صرف اُس صورت میں پیدا ہو سکتی ہے جب ایک بیرونی فریم میں کسی غیر متوازن طاقت کا اثر ہو۔ اگر ذرہ کی رفتار مستقل رہتی ہے، تو ذرہ کی سرعت مرکز کی طرف ہوتی ہے اور اس کی مقدار $\frac{v^2}{r}$ ہوتی ہے۔ یہاں v ذرہ کی رفتار ہے اور r دائرے کا رداس ہے۔ طاقت مرکز کی طرف عمل کرنی چاہیے اور اس کی مقدار درج ذیل ہونی چاہیے:

$$a = \frac{F}{m}$$

یا،

$$\frac{v^2}{r} = \frac{F}{m}$$

یا،

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

یہ طاقت اس بات کو یقینی بناتی ہے کہ ذرہ دائرے میں متحرک رہے اور اس کی سرعت کا حساب مستقل رفتار کے ساتھ مرکز کی طرف ہونے والی سرعت سے لگایا جاسکتا ہے۔

جدول ۷.۲: سیدھی سطری حرکت اور محوری گردش حرکت کے دینامکس

حرکت سطری $\vec{F} = \frac{d\vec{I}}{dt}$	حرکت گردشی $\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$
• $\vec{I}$ کی مقدار تبدیل ہوتی ہے۔ $\vec{I}$ کی سمت برقرار رہتی ہے۔ $d\vec{I} = \vec{F}dt$	• $\vec{L}$ کی مقدار تبدیل ہوتی ہے۔ $\vec{L}$ کی سمت برقرار رہتی ہے۔ $d\vec{L} = \vec{M}dt$
• اگر $\vec{F} = 0$ ، تو $\vec{I}$ اپنی مقدار اور سمت میں مستقل رہتا ہے (خطی معیار حرکت کا تحفظ)۔ مستقل $\vec{I}$	• اگر $\vec{M} = 0$ ، تو $\vec{L}$ اپنی مقدار اور سمت میں مستقل رہتا ہے (زاویاتی معیار حرکت کا تحفظ)۔ مستقل $\vec{L}$
• $\vec{I}$ کی مقدار تبدیل ہوتی ہے۔ $\vec{I}$ کی سمت برقرار رہتی ہے۔ دائری حرکت $d\vec{I} = \vec{F}dt$	• $\vec{L}$ کی مقدار تبدیل ہوتی ہے۔ $\vec{L}$ کی سمت برقرار رہتی ہے۔ پریسیشن $d\vec{L} = \vec{M}dt$

مشق

بھاپ ٹربائن کا ایک بلیڈ 1 میٹر داس کے ساتھ روٹر کے گرد 3000 چکر فی منٹ کی رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔ بلیڈ کو اس کے دائرے میں مجبور کرنے والی مرکز مائل قوت اس کے وزن سے کتنی زیادہ ہونی چاہیے؟
حل

$$= 2Pin$$

$$\frac{F_{cp}}{F_G} = \frac{m\omega^2 r}{mg} = \frac{\omega^2 r}{g} = \frac{4\pi^2 n^2 r}{g} = \frac{4\pi^2 \cdot 2500 \cdot 1 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{9.81 \text{ m}} = 10000$$

لہذا، تمام فکسچرز کو بلیڈ کے وزن سے 10,000 گنا زیادہ مرکز مائل قوت برداشت کرنے کے قابل ہونا چاہیے!

سخت

جسم

ایسی حرکات کو بیان کرنے کے لیے جہاں ایک جسم اپنی محور کے گرد گھومتا ہے، نقطہ ماس کا ماڈل، جو ہم نے اب تک استعمال کیا، مزید کافی نہیں ہے۔ لہذا، ہم اپنے ماڈل کو بڑھا کر سخت جسم تک لے جاتے ہیں۔

ہم ایک سخت جسم کو بہت سے انفرادی ماس پوائنٹس پر مشتمل سمجھتے ہیں جو ایک دوسرے کے مقابلے میں اپنی پوزیشن کو تبدیل نہیں کرتے، چاہے جسم پر جو بھی اثرات ہوں۔

اس طرح، ہم مکمل طور پر جسم کی بگڑنے (Deformation) کو نظر انداز کرتے ہیں۔ ایسے ماڈلز کا استعمال، جیسے نقطہ ماس یا سخت جسم کا ماڈل، اکثر پیچیدہ مسائل کو مناسب حسابی محنت کے ساتھ حل کرنے کا واحد طریقہ ہوتا ہے۔ اس کی مدد سے ہم عام طور پر اتنا سمجھ سکتے ہیں کہ اضافی اثرات جیسے کہ حقیقی جسم کی معمولی بگڑنے، جو ہمارے ماڈل مفروضات سے مختلف ہوتی ہیں (مثال کے طور پر گیر، پروپیلا وغیرہ)، نسبتاً آسان تصحیحی حسابات یا تجرباتی طور پر معلوم کردہ قدروں کے ذریعے شامل کی جاسکتی ہیں۔ تاہم، زیادہ تر معاملات میں، ماڈل ہی کافی ہوتے ہیں۔

فلکیاتی اجسام کے درمیان کشش ثقل

سیارے مسلسل سورج کی کشش ثقل کے اثر میں رہتے ہوئے اس کے گرد گھومتے ہیں۔ اسی طرح، چاند اور انسانی بنائے ہوئے خلائی سیارے بھی زمین کی کشش ثقل کی وجہ سے اپنے مدار میں برقرار رہتے ہیں۔ یہ سب حرکتیں کیپلر کے تین قوانین کے تحت ہوتی ہیں، جنہیں J. Kepler نے پہلی مرتبہ دریافت کیا تھا، اسی لیے ان قوانین کا نام ان کے نام پر رکھا گیا ہے۔ کیپلر کے قوانین:

1 جب ایک چھوٹا جسم کسی دوسرے بڑے جسم کی کشش ثقل کے علاقے میں گھومتا ہے، تو اس کا مدار بیضوی شکل کا ہوتا ہے اور اس بیضوی کے ایک فوکل پوائنٹ پر وہ بڑا جسم ہوتا ہے۔ یہ دو فلکیاتی اجسام جب ایک ساتھ ایک مشترکہ مرکز کشش ثقل کے زیر اثر گھومتے ہیں، تو اس کشش کا اجزاء زیادہ بڑے جسم کے مرکز کے قریب ہوتا ہے، خاص طور پر جب ایک جسم دوسرے سے کافی بھاری ہو مثلاً جیسے زمین و سورج ہیں اس کو Law of Orbits بھی کہا جاتا ہے

2 جب کوئی سیارہ سورج کے گرد حرکت کرتا ہے، تو اس کے جڑتی خط کا سورج کے ساتھ ملانے والا حصہ برابر وقت میں برابر رقبہ کاٹتا ہے اس کو Law of Areas بھی کہا جاتا ہے

3 اگر دو اجسام ایک ہی کشش کے مرکز کے گرد مختلف بیضوی مداروں پر حرکت کرتے ہیں جن کے بڑے نصف محور r_1 اور r_2 ہیں، تو ان کے چکر لگانے کے اوقات T_1 اور T_2 کے مربع کا تناسب ان بڑے نصف محوروں کے مکعب کے تناسب کے برابر ہوتا ہے:

$$T_1^2 : T_2^2 = r_1^3 : r_2^3$$

اس کو Law of Periods بھی کہا جاتا ہے

نیوٹن کا قانون فرس کا ایک بنیادی اصول ہے جو بیان کرتا ہے کہ کائنات میں ہر ذرہ دوسرے ذرہ کو ایک قوت

سے کھینچتا ہے جو ان کے کمیتوں کے حاصل ضرب کے متناسب اور ان کے مراکز کے درمیان فاصلے کے مربع کے الٹ متناسب ہوتی ہے۔ یہ قانون سر آئزک نیوٹن نے 17 ویں صدی کے آخر میں پیش کیا تھا اور یہ کلاسیکل فرس کی ایک اہم بنیاد ہے۔

نیوٹن کے کشش ثقل کے قانون کی ریاضیاتی تشکیل یہ ہے:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

یہاں: F - دو اشیاء کے درمیان کشش ثقل کی قوت کی مقدار ہے،

m_1 اور m_2 اشیاء کی کمیتیں ہیں،

r - دو اشیاء کے مراکز کے درمیان فاصلہ ہے،

G - کشش ثقل کا مستقل ہے، جو تقریباً $6.674 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ ہے۔

نیوٹن کا کشش ثقل کا قانون مخصوص حالات یا ماحول تک محدود نہیں ہے۔ یہ سیبوں سے لے کر سیاروں یا ستاروں جتنی بڑی اشیاء کے درمیان کشش ثقلی کشش کو بیان کرتا ہے۔ اس قانون کی مدد سے: - سیاروں اور سیٹلائٹوں کے مداروں کا حساب لگایا جاسکتا ہے۔ ان کے کشش ثقلی اثرات کو دیکھ کر فلکی اجسام کی کمیتوں کا تخمینہ لگایا جاسکتا ہے۔ سمندری لہروں میں قوتوں، مداری میکائکس، اور خلا میں فلکی اجسام کی راہوں کو سمجھا جاسکتا ہے۔

نیوٹن کے کشش ثقل کے قانون کی تشکیل انقلابی تھی کیونکہ اس نے فلکی اور زمینی کشش ثقل دونوں کی مشترکہ وضاحت فراہم کی تھی۔ اس نے وضاحت کی کہ سیب زمین پر کیوں گرتا ہے اور چاند زمین کے گرد کیوں چکر لگاتا ہے، ایک ہی یکجا اصول کے تحت۔

مشق

ایک خلائی سیٹلائٹ جو زمین کے گرد اپنے مدار میں چکر لگا رہا ہے، اس پر زمین کی طرف سے لاگو ہونے والی کشش ثقل کی قوت کا حساب کتاب کرنے کا ارادہ ہے۔ اس حساب کتاب کے لیے، ہم نیوٹن کے عالمگیر کشش ثقل کے قانون کو استعمال کریں گے۔ زمین کی کمیت $M_{\text{Earth}} = 5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$ اور سیٹلائٹ کی کمیت $m_{\text{satellite}} = 1,000 \text{ kg}$ ہے، جو کہ ایک چھوٹے یا درمیانے درجے کے سیٹلائٹ کے لیے معمولی سمجھی جاتی ہے۔ سیٹلائٹ کا مداری رداس، جو زمین کے مرکز سے $r = 7 \times 10^6 \text{ m}$ (زمین کی سطح سے تقریباً 700 کلومیٹر اوپر) ہے، اور کشش ثقل کا مستقل $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ ہے۔ یہ تمام معلومات کو مد نظر رکھتے ہوئے ہم کشش ثقلی قوت کا حساب لگا سکتے ہیں۔

حل

نیوٹن کے کشش ثقل کے قانون کا استعمال کر کے ہم طاقت کا تخمینہ لگا سکتے ہیں:

$$F = G \frac{M_{\text{Earth}} \times m_{\text{satellite}}}{r^2}$$

$$F = 6.674 \times 10^{-11} \frac{5.972 \times 10^{24} \times 1,000}{(7 \times 10^6)^2}$$

$$F = 6.674 \times 10^{-11} \times 121.877 \times 10^{14}$$

$$F = 8.135 \times 10^3 \text{ N}$$

زمین کی جانب سے سیٹلائٹ پر عائد کشش ثقلی قوت تقریباً 8,135 Newtons ہے۔ یہ قوت سیٹلائٹ کو زمین کے گرد اپنے مدار میں قائم رکھتی ہے، جو نیوٹن کے کشش ثقل کے قانون کی عملی اطلاق کو ظاہر کرتی ہے اور سیٹلائٹ کے مداروں کو سمجھنے اور ڈیزائن کرنے میں مدد کرتی ہے۔

مشق

ایک خلائی سیٹلائٹ جو زمین کے گرد اپنے مدار میں چکر لگا رہا ہے، اس کی مداری مدت T کا حساب لگانے کا ارادہ ہے۔ اس حساب کتاب کے لیے، ہم نیوٹن کے عالمگیر کشش ثقل کے قانون اور کیپلر کے تیسرے قانون کو استعمال کریں گے۔

$$M_{\text{Earth}} = 5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$m_{\text{satellite}} = 1,000 \text{ kg}$$

$$r = 7 \times 10^6 \text{ m}$$

$$G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

حل کیپلر کے تیسرے قانون کے مطابق، کسی بھی دو جسموں کے مداری دورانیے کے مربع کا تناسب ان کے مداری رداسوں کے مکعب کے تناسب کے برابر ہوتا ہے:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$$

ہم اس فارمولے کو استعمال کرتے ہوئے سیٹلائٹ کی مداری مدت T کا حساب لگا سکتے ہیں۔

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2}{GM_{\text{Earth}}} r^3}$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2}{6.674 \times 10^{-11} \times 5.972 \times 10^{24}} (7 \times 10^6)^3}$$

$$T = 5828.73 \text{ s}$$

زمین اور چاند کے درمیان کشش ثقل :

$$m_1 = 7.4 \times 10^{22} \text{ kg} \text{ (چاند کی کمیت)}$$

$$m_2 = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg} \text{ (زمین کی کمیت)}$$

$$r = 38 \times 10^7 \text{ m} \text{ (زمین اور چاند کے درمیان فاصلہ)}$$

کشش ثقلی قوت کا حساب:

$$F = 6.7 \times 10^{-11} \times \frac{7.4 \times 10^{22} \times 6.0 \times 10^{24}}{(38 \times 10^7)^2}$$

$$F \approx 2 \times 10^{20} \text{ N}$$

زمین اور سورج کے درمیان کشش ثقل :

$$m_1 = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg (زمین کی کمیت)}$$

$$m_2 = 2.0 \times 10^{30} \text{ kg (سورج کی کمیت)}$$

$$r = 15 \times 10^{10} \text{ m (زمین سے سورج تک اوسط فاصلہ)}$$

کشش ثقلی قوت کا حساب:

$$F = 6.7 \times 10^{-11} \times \frac{6.0 \times 10^{24} \times 2.0 \times 10^{30}}{(15 \times 10^{10})^2}$$

$$F \approx 3.6 \times 10^{22} \text{ N}$$

سیٹلائٹ

اسٹشنری

جیو

جیو اسٹشنری سیٹلائٹ ایک ایسا سیٹلائٹ ہوتا ہے جو زمین کے مدار میں ایک مقررہ نقطہ پر زمین کی سطح کے مقابل میں ساکن رہتا ہے اور سیارہ کی گردش کے ساتھ ہم آہنگ ہوتا ہے۔ یہ براہ راست خط استوا کے اوپر واقع ہوتا ہے اور تقریباً 35,786 کلو میٹر (22,236 میل) کی بلندی پر مدار میں چکر لگاتا ہے، جو زمین کی گردش کے عرصہ کے برابر ہے، یعنی ٹھیک 24 گھنٹے میں ایک چکر مکمل کرتا ہے۔ اس منفرد مداری خصوصیت کی بدولت جیو اسٹشنری سیٹلائٹ ایک ہی جغرافیائی مقام پر مسلسل رہتا ہے، جو اسے ٹیلی کمیونیکیشن، موسمی پیش گوئی، اور جاسوسی نگرانی کے لیے مثالی بناتا ہے۔

جیو اسٹشنری سیٹلائٹ کے تکنیکی عمل میں ضروری ہے کہ ایک ہی مدار میں برقرار رہے اور اس کے لیے درست پوزیشننگ ضروری ہے

اس مدار کو، جو کہ Clarke Belt کہلاتا ہے، جو کہ Arthur C. Clarke کے نام پر منسوب ہے، محدود سلاٹس کی دستیابی کے پیش نظر مداری ہجوم سے بچنے کے لیے بہت محتاط پوزیشننگ کی ضرورت ہوتی ہے۔ سیٹلائٹ کو اپنی بورڈ پر دھکیل پیدا کرنے والے آلات کا ہونا ضروری ہے تاکہ وہ چاند، سورج، یا زمین کی کشش ثقل کے غیر یکساں میدان کی وجہ سے پیدا ہونے والی کسی بھی قسم کی ہٹاؤ کو درست کر سکے۔

Clarke Belt کی پوزیشن اس بلندی سے طے کی جاتی ہے جہاں سیٹلائٹ کی مداری مدت زمین کی گردشی مدت کے تقریباً 24 گھنٹے کے برابر ہوتی ہے۔ یہ ہم آہنگی سیٹلائٹ کو خط استوا پر ایک ہی نقطہ پر ثابت رہنے دیتی ہے۔ اس خاص بلندی کا حساب لگانے کا طریقہ یہ ہے:

مداری مدت کا میلان: سیٹلائٹ کی مداری مدت T کو Kepler کے تیسرے قانون سے دیا جاتا ہے:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$$

جہاں: T - مداری مدت ہے۔ G - کشش ثقل کا مستقل ہے۔ M - زمین کی کمیت ہے۔ r - مدار کا رداس (زمین کے مرکز سے فاصلہ) ہے۔

T کو ایک Sidereal Day میں سیٹ کرنا: جغرافیائی طور پر ثابت مدار کے لیے، T کو ایک sidereal day (تقریباً 93.23 گھنٹے، سولر دن سے تھوڑا کم کیونکہ زمین سورج کے گرد گھومتی ہے) میں سیٹ کیا جاتا ہے۔
 r کے لئے حل کرنا: Kepler کے فارمولے کو دوبارہ ترتیب دے کر r ، زمین کے مرکز سے سیٹلائٹ تک کا رداس حل کریں:

$$r = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2} \right)^{1/3}$$

زمین کی کمیت $M = 5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$ اور $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg}/\text{s}^2$ کا استعمال کرتے ہوئے، آپ r کا حساب لگا سکتے ہیں۔

زمین کی سطح سے بلندی کا حساب: چونکہ رداس میں زمین کا رداس

$$R_{Earth} \approx 6,371 \text{ km}$$

شامل ہے، r سے زمین کا رداس منفی کر کے بلندی معلوم کریں:

$$\text{Altitude} = r - R_{Earth}$$

سائنس فکشن اور سائنسی ترقی

آر تھر سی۔ کلارک، ایک برطانوی سائنس فکشن مصنف تھے۔ انہوں نے 1945 میں شائع ہونے والی اپنی ایک تحریر ”ایکسٹرا-ٹیریسٹریل ریلیز“ کیا راکٹ اسٹیشنز ورلڈ وائیڈ ریڈیو کوریج دے سکتے ہیں؟“ میں جغرافیائی طور پر مدار میں سیٹلائٹ کمیونیکیشن کے تصور کو پیش کیا تھا۔ یہ تصور انقلابی تھا اور اس نے جدید مواصلاتی سیٹلائٹس کے لیے نظریاتی بنیاد فراہم کی جو جغرافیائی طور پر ثابت مدار میں استعمال ہوتے ہیں۔ کلارک کی تجویز میں زمین کی سطح کے کوریج کی وجہ سے مدار میں تین الگ الگ سیٹلائٹس کے استعمال کی بات کی گئی تھی۔

نیوٹن کے کشش ثقل کا قانون کہتا ہے کہ دو جسموں کے درمیان کشش ثقلی قوت دی جاتی ہے:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

جہاں:

• F دو جسموں کے درمیان کشش ثقلی قوت ہے۔

• G کشش ثقلی مستقل ہے۔

• m_1 اور m_2 دو جسموں کی کمیتیں ہیں۔

• r دو جسموں کے مراکز کے درمیان فاصلہ ہے۔

فرض کریں کہ ایک جسم زمین ہے اور دوسرا سیٹلائٹ ہے۔ معلوم ہے کہ سیٹلائٹ کا وزن اس کی کیت ضرب ثقلی سرعت ہے۔ وہ مقام جہاں سیٹلائٹ ہے وہاں کشش ثقل کو ہم g' سے ظاہر کریں تو اس سیٹلائٹ پر لگنے والی وزن کی طاقت

$$F = m g'$$

ہوگی

$$F = G \frac{M_{\text{Earth}} m}{r^2}$$

$$m g' = G \frac{M_{\text{Earth}} m}{r^2}$$

جب ہم کسی جسم کو زمین کی سطح سے ایک خاص بلندی پر r میں رکھتے ہیں، تو اس جسم پر کشش ثقل کی سرعت کو g' سے ظاہر کرتے ہیں:

$$g' = G \frac{M_{\text{Earth}}}{r^2}$$

$$g' = \left(G \frac{M_{\text{Earth}}}{R_{\text{Earth}}^2} \right) \frac{R_{\text{Earth}}^2}{r^2}$$

$$g' = g \frac{R_{\text{Earth}}^2}{r^2}$$

یہ اظہار g' ، بلندی r پر کشش ثقل کی سرعت کو g ، زمین کی سطح پر کشش ثقل کی سرعت سے موازنہ کرتا ہے، جو کہ زمین سے دوری بڑھنے کے ساتھ کم ہوتی جاتی ہے، اور یہ سیٹلائٹ کے مداروں اور ان پر عمل کرنے والی طاقتوں کی حساب کتاب کے لیے ضروری ہے۔

جغرافیائی طور پر ثابت سیٹلائٹ زمین کے گرد اسی رفتار سے چکر لگاتا ہے جس رفتار سے زمین گھومتی ہے۔ یہ ہم آہنگی کا مطلب ہے کہ سیٹلائٹ کا مداری دورانیہ T ہوتا ہے، جو کہ 24 گھنٹے ہے، بالکل زمین کے گردشی دورانیہ کے برابر۔ یہ خاص مدار سیٹلائٹ کو زمین کی سطح کے ایک نقطہ کے مقابل میں ثابت دکھائی دینے کی اجازت دیتا ہے۔

سیٹلائٹ کی مدار میں رفتار v

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

یہاں: r - مدار کا رداس ہے جو زمین کے مرکز سے سیٹلائٹ تک ناپا جاتا ہے۔ T - مداری دورانیہ ہے۔ ایک جسم کو دائرے میں حرکت کرتے وقت مرکز گریزی ایکسلریشن a کی ضرورت ہوتی ہے تاکہ وہ اس راہ پر حرکت کر سکے۔ یہ ایکسلریشن دائرے کے مرکز کی طرف ہوتی ہے (اس معاملے میں، زمین کے مرکز کی طرف)۔ یہ سیٹلائٹ کی رفتار کا استعمال کر کے حساب کی جاسکتی ہے:

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{v^2}{r} = \frac{1}{r} \left(\frac{2\pi r}{T} \right)^2$$

کشش ثقلی کھینچ $\frac{GM}{r^2}$ ، جو کہ زمین کی وجہ سے سیٹلائٹ پر محسوس کی جانے والی فی یونٹ ماس کی طاقت ہے، سیٹلائٹ کے مدار کو برقرار رکھنے کے لیے درکار مرکز گریزی ایکسلریشن کے برابر ہونی چاہیے:

$$\frac{GM}{r^2} = g \frac{R^2}{r^2}$$

یہاں، g زمین کی سطح پر کشش ثقل کی سرعت ہے (9.8 m/s^2)، جسے آسانی کے لیے 10 m/s^2 کے طور پر تخمینہ لگایا گیا ہے، اور R زمین کا رداس ہے۔
مرکز گریزی ایکسلریشن کو کشش ثقلی کھینچ کے برابر سیٹ کر کے، ہمیں ملتا ہے:

$$\frac{4\pi^2 r}{T^2} = g \frac{R^2}{r^2}$$

اسے دوبارہ ترتیب دے کر مدار کا رداس r نکالا جاسکتا ہے:

$$r^3 = \frac{gR^2T^2}{4\pi^2}$$

ہوئے، r کا حساب لگایا جاسکتا ہے۔
ان قیمتوں کو استعمال کر کے ہم r کے لیے حل نکال سکتے ہیں، جو کہ زمین کے مرکز سے سیٹلائٹ تک کی فاصلہ ہے، جو کہ

جغرافیائی طور پر ثابت مدار کے لیے ضروری ہے۔ حساب کردہ فاصلہ سیٹلائٹ کو زمین کے ماحول سے کہیں اوپر رکھتا ہے، جس سے ماحولی کشش کو ختم کرتا ہے اور سیٹلائٹ کو ایک مستحکم مدار میں برقرار رکھنے کی اجازت دیتا ہے۔ یہ مدار، جو کہ زمین کے مرکز سے تقریباً $42,226 \text{ km}$ دور کی دوری پر ہے، سیٹلائٹ کو کلا راک بیلٹ میں رکھتا ہے، جو کہ جغرافیائی طور پر ثابت سیٹلائٹس کے لیے موزوں خطہ ہے۔

خلاء کہاں سے شروع ہوتی ہے ؟

ایک عام شخص یہ سوچ سکتا ہے کہ خلاء کب شروع ہوتی ہے؟ کیا ہوائی جہاز میں اڑ کر خلاء میں داخل ہوا جاسکتا ہے؟ اس سوال کا جواب ہے کہ خلاء زمین سے سو کلو میٹر بلندی پر شروع ہوتی ہے۔ اس حد کو کارمان لائن کہا جاتا ہے۔ یہ حد زمین کے ماحول اور خلا کے درمیان بین الاقوامی طور پر تسلیم شدہ سرحد کی طرح ہے، جو تقریباً 100 km (62 میل) زمین کی سطح سمندر سے اوپر واقع ہے۔ یہ وہ مقام منتہی ہے جہاں ماحولیاتی اثرات اتنے کمزور ہو جاتے ہیں کہ ہوائی جہازوں کے ذریعے ہوائی پرواز کرنا ممکن نہیں رہتا۔ اس لائن یا حد کے آگے کسی بھی جہاز کو اپنے آپ پر کافی ایروڈائنامک لفٹ پیدا کرنے کے لیے مداری رفتار سے زیادہ تیزی سے سفر کرنا پڑتا ہے۔ کارمان لائن کا نام تھیوڈور وان کارمان کے نام پر انتساب کیا گیا ہے، جو ایک ہنگرین-امریکی انجینئر تھے اور طبیعیات کے میدان میں خاص کر سیال مادہ (فلوئڈز) پر ان کی کافی تحقیق ہے۔

سیٹلائٹ کو خلائی مدار میں پہنچانا
 کسی بھی سیٹلائٹ کو خلا میں بھیجنے کے لئے ایک مخصوص سمتی رفتار کی ضرورت ہوتی ہے۔ اگر ہم سیٹلائٹ کے وزن اور اس کی مرکز مفرطاًقت کا توازن کریں تو ہم کو ملے گا

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$W = m \cdot g$$

اگر ہم کو معلوم ہے کہ سیٹلائٹ کا مدار زمین کی سطح سے دور h ہے

$$m \cdot g = \frac{m \cdot v^2}{h + R_{Earth}}$$

اس سے ہم سمتی رفتار کا تخمینہ لگا سکتے ہیں

$$v = \sqrt{g(h + R_{Earth})}$$

اس کو فرکس میں اسکیپ ویلوٹی Escape velocity بھی کہا جاتا ہے یعنی زمینی کشش ثقل سے فرار کی رفتار

مشق

فرض کریں کہ آپ ایک جیو اسٹیشنری سیٹلائٹ کو خلا میں بھیجنا چاہتے ہیں اور اس کا مدار زمین کے مرکز سے 42 ہزار میٹر کی بلندی پر ہے آپ اس مصنوعی سیٹلائٹ کی لانچ سپیڈ کا اندازہ لگانا چاہتے ہیں

حل
 ہم سیٹلائٹ کی سمتی رفتار کا تخمینہ لگا سکتے ہیں

$$v = \sqrt{g(r)}$$

$$v = \sqrt{9.81(42000 \times 10^3)} = 20,298 \text{ m/s}$$

فرار کی رفتار کا ایک اندازہ انرجی کی مدد سے بھی لگایا جاتا ہے۔ ایک سیٹلائٹ کو مدار میں بھیجنے کا مقصد اصل میں اس کی پوٹینشل انرجی کو بڑھانا ہے۔ اس کے لئے پہلے اس کو حرکی توانائی دی جائے گی یعنی

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

جو پوٹینشل انرجی

$$PE = mg'(h + R_{Earth})$$

میں تبدیل ہوگی۔ یہاں h سے مراد زمین کی سطح سے بلندی ہے۔ سیٹلائٹ پر کشش ثقل کا تخمینہ ہم لگا چکے ہیں

$$g' = \left(G \frac{M_{\text{Earth}}}{r^2} \right)$$

لہذا

$$\frac{1}{2}mv^2 = m \left(G \frac{M_{\text{Earth}}}{(h + R_{\text{Earth}})^2} \right) (h + R_{\text{Earth}})$$

$$v = \sqrt{2 \left(\frac{GM_{\text{Earth}}}{(h + R_{\text{Earth}})} \right)}$$

فراری رفتار ایک فلکی جسم (مثلاً زمین وغیرہ) کی خاصیت ہے (جو کہ اس کی کمیت M اور رداس r سے متعین ہوتی ہے) اور یہ اس جسم (مثلاً سیٹلائٹ وغیرہ) کی خاصیت نہیں ہے جو اس کی کشش ثقل سے فرار ہو رہا ہے۔ اس میں جب ہم ڈیٹا کو ڈالتے ہیں تو رفتار بنتی ہے

$$v = 11,182 \text{ m/s}$$

ہم دیکھ سکتے ہیں ان فارمولہ کی مدد سے دو مختلف فرار کی رفتار ملتی ہیں جن میں کافی فرق ہے۔ سوال ہے کہ کون سا طریقہ درست ہے؟ اصل میں پہلی مساوات،

$$v = \sqrt{g(h + R_{\text{Earth}})}$$

غلط طور پر یہ تجویز کرتی ہے کہ زمین کے رداس میں لکیری بلندی کا اضافہ براہ راست زمین کی سطح کی کشش ثقل g کے ذریعہ ماپا جاتا ہے۔ یہ آسانی اصل میں کشش ثقل کے بلندی کے ساتھ کم ہوتے اثر کو درست طور پر بیان نہیں کرتی اور اس طرح سے فرار رفتار کا درست حساب نہیں لگاتی۔ لب لباب ہوا کہ صحیح سمتی رفتار کا تعین مندرجہ ذیل فارمولہ سے کرنا بہتر ہے

$$v = \sqrt{2 \left(\frac{GM_{\text{Earth}}}{(h + R_{\text{Earth}})} \right)}$$

فلکی رفتار - آریٹل اسپید Orbital Speed

فلکی رفتار وہ رفتار ہے جو کسی سیٹلائٹ یا شہاب کو کسی سیارہ کے گرد مستحکم مدار کو برقرار رکھنے کے لئے ضروری ہوتی ہے۔ یہ مدار میں گردش کرنے والے جسم پر سیارہ کی کشش ثقل کی طاقت اور دونوں اجسام کے درمیان فاصلے (مدار کے دائرے) پر منحصر ہے۔ مدار کی رفتار اس بات کو یقینی بناتی ہے کہ سیٹلائٹ کو اس کی گول یا بیضوی راہ میں رکھنے کے لئے درکار مرکزی طاقت سیارہ کی کشش ثقل کے ذریعہ فراہم کی جاتی ہے۔

مداری رفتار کا تعین کرنے کے لیے، ہم ان طاقتوں کا توازن کریں گے جو کسی سیٹلائٹ کو مستحکم دائری مدار یا فلک میں برقرار رکھنے کے لیے ضروری ہیں۔ دواہم قوتیں ہیں: زمین کی طرف سے پیدا کردہ کشش ثقل کی طاقت اور دائری حرکت کے لیے

جدول ۸.۱: مختلف فلکی اجسام سے فرار کی رفتار

فلکی جسم	فرار رفتار کلومیٹر فی سیکنڈ
زمین	11.2
چاند	2.38
مریخ	5.03
مشتری	59.5
عطارد	4.25
زھرہ	10.36
زحل	35.5
یورینس	21.3
نپچون	23.5
پلوٹو	1.3

درکار مرکز مائل طاقت جس کو سینٹر پیٹل طاقت بھی کہا جاتا ہے۔
مرکزی جسم کی طرف سے مدار میں موجود جسم پر کشش ثقلی طاقت (F_{gravity}) نیوٹن کے کشش ثقل کے قانون سے دی جاتی ہے:

$$F_{\text{gravity}} = \frac{GMm}{r^2}$$

یہاں:

• G کشش ثقلی مستقل ہے،

• M زمین کی کمیت ہے

• m سیٹلائٹ کی کمیت ہے

• r زمین کے مرکز سے سیٹلائٹ تک کا فاصلہ ہے

سیٹلائٹ کو دائری راہ میں برقرار رکھنے کے لیے درکار مرکز مائل طاقت ($F_{\text{centripetal}}$) ہے:

$$F_{\text{centripetal}} = \frac{mv^2}{r}$$

یہاں v مداری رفتار ہے

سیٹلائٹ کو مستحکم دائری مدار میں رکھنے کے لیے، یہ طاقتیں برابر ہونی چاہئیں:

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

دونوں طرف سے کمیت m کو منسوخ کر کے اور رفتار v کے لئے حل کرتے ہیں:

$$GM = v^2 r$$

$$v^2 = \frac{GM}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

یہ رفتار سیٹلائٹ کو مدار میں برقرار رکھنے کے لئے درکار فلکی رفتار یا آر بیٹل اسپید Orbital Speed ہے
نوٹ: آر بیٹل اسپید اور اسکیپ اسپید مختلف رفتاریں ہیں

ایک بار جب کوئی سیٹلائٹ مناسب رفتار کے ساتھ صحیح اونچائی پر پہنچ جاتا ہے تو اس کے مدار کو برقرار رکھنے کے لئے کسی اضافی توانائی کی ضرورت نہیں ہوتی ہے۔ چونکہ خلاء میں عموماً کوئی بیرونی طاقت سیٹلائٹ پر کام نہیں کرتی ہے اس کی رفتار مستقل رہتی ہے

مدار میکائکس میں، مستحکم مدار میں سیٹلائٹ کی رفتار محفوظ رہتی ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ بیرونی ٹارک کی غیر موجودگی میں، اس کے کی رفتار مستقل رہتی ہے۔

بعض اوقات مدار مختلف خلل سے متاثر ہوتے ہیں جیسے کوئی اور سیارہ یا فلکی جسم اپنی کشش ثقل سے اثر کرے، یا شمسی طوفان کا دباؤ، وغیرہ۔ یہ عوامل سیٹلائٹ کو اس کے مطلوبہ راستے سے انحراف کرنے کا سبب بن سکتے ہیں۔

سیٹلائٹس تھر سٹرز سے لیس ہوتے ہیں تاکہ اسٹیشن رکھنے کی مشقیں انجام دی جاسکیں۔ یہ ایڈجسٹمنٹ مطلوبہ مدار سے کسی بھی انحراف کا مقابلہ کرنے کے لئے ضروری ہیں۔ سیٹلائٹس کی نگرانی زمینی اسٹیشنوں کے ذریعہ کی جاتی ہے جو ان کی پوزیشن اور رفتار کو ٹریک کرتے ہیں تاکہ یہ یقینی بنایا جاسکے کہ وہ صحیح مدار میں رہیں۔ مدار کو درست کرنے کے لئے سیٹلائٹ کو اپنے تھر سٹرز فائر کرنے کا حکم دے کر ضرورت کے مطابق ایڈجسٹمنٹ کی جاتی ہے۔

مشق

خلائی شٹل ایک سیٹلائٹ کو زمین سے 780 کلومیٹر اوپر ایک گول مدار میں چھوڑتی ہے۔ شٹل کی رفتار کتنی ہونی چاہئے جب سیٹلائٹ کو یہ خارج کرے؟

حل

اس مسئلے کو حل کرنے کے لئے، ہم اس رفتار کا حساب لگائیں گے جو ایک سیٹلائٹ کو زمین سے 780 کلومیٹر کی بلندی پر مستحکم دائری مدار میں برقرار رکھنے کے لئے درکار ہے۔ یہ رفتار وہ ہوگی جو شٹل کو سیٹلائٹ کو چھوڑتے وقت ہونی چاہئے۔

$$r = R_{\text{earth}} + \text{altitude} = 6,371,000m + 780,000m = 7,151,000m$$

$$G = 6.674 \times 10^{-11} \frac{m^3}{kg s^2}$$

$$M_{\text{زمین}} = 5.972 \times 10^{24} kg$$

$$v = \sqrt{\frac{GM_{\text{earth}}}{r}}$$

$$v = \sqrt{\frac{6.674 \times 10^{-11} \times 5.972 \times 10^{24}}{7,151,000}} m/s$$

$$v = 7465.68 m/s$$

سائنس اور ٹیکنالوجی کے تعلق کی ایک روشن تصدیق خلا کے مطالعے کے میدان میں ایک بڑی پیش رفت تھی۔ اسی طرح، 4 اکتوبر 1957 کو روس میں دنیا کا پہلا مصنوعی سیارہ زمین کے مدار میں بھیجا گیا، اور 12 اپریل 1961 کو یوری الیکسیوویچ گاگارین پہلے خلا باز بنے۔ ان کی پرواز 1 گھنٹہ 48 منٹ تک جاری رہی۔ چار سال بعد، 1965 میں، سوویت خلا باز الیکسی آرخیپوویچ لیونوویچ پہلے انسان بنے جو خلا میں چہل قدمی کرنے والے تھے۔ ان کی چہل قدمی کی مدت 12 منٹ 9 سیکنڈ تھی۔ سائنسی اور تکنیکی ترقی میں خلائی پروازوں کی تحقیق و ترقی میں ایک بڑا حصہ سرگئی پاولوویچ کورولیوف 1907 سے 1966 نے ڈالا۔ وہ ابتدائی جنگی اور خلائی راکٹوں، زمین کے مصنوعی سیاروں، اور پائلٹ شدہ خلائی جہازوں کے مرکزی ڈیزائنر تھے۔ سرگئی پاولوویچ کورولیوف نے عملی خلا نوردی کے بانی کے طور پر شہرت پائی۔