E-Content

Instructional Media Centre
Maulana Azad National Urdu University
Gachibowli, Hyderabad - 32
T.S. India

Subject / Course – Physics

Paper : Mekaniyaat

Module Name/Title : Newton's Law of Motion

DEVELOPMENT TEAM	
CONTENT	Dr. Rizwanul Haq Ansari
PRESENTATION	Dr. Rizwanul Haq Ansari
PRODUCER	Mohd. Mujahid Ali

Instructional Media Centre
Maulana Azad National Urdu University
Gachibowli, Hyderabad - 32
T.S. India
//imcmanuu

فریم کہلاتے ہیں۔ان فریموں میں ایسے اجسام جو بیرونی قوتوں کے زیرِاثر نہ ہوں یا تو حالت سکون میں ہوں گے یا پھر ہموار رفتار سے متحرک ہوں گے۔یعنی جمودی حوالے کے فریم میں بیرونی قوت کی غیر موجودگی میں ایک جسم حالت سکون میں ہوگا یا ہموار رفتار سے خط مستقیم میں متحرک ہوگا۔

2.4 غیر جمودی حوالے کا فریم (نان انرشیل فریم آف ریفرنس) Non-Inertial Frame of Reference

حوالے کا ایسا فریم جس میں ایک جسم بلا کسی بیرونی قوت کی عمل آوری کے اسراع کے ساتھ حرکت کرتا ہے' غیر جمودی حوالے کا فریم کہلاتا ہے۔ایسے کسی حوالے کے فریم میں نیوٹن کے کلیات حرکت کی پابندی نہیں ہوتی۔

آئزک نیوٹن (Isaac Newton) 1642ء میں انگلینڈ کے وولس تھارپے نام کے شہر میں پیدا ہوئے' اتفاق سے اسی سال گیلیلیو کا انتقال ہوا۔ان کی ریاض اور طبیعیات کی بنیادی دریافتیں ہیں۔منفی اور کسری قوت نماؤں کی بائی نومیل تھیورم' کیل کولس (احصاء) کی ابتداء تجاذید کا مقلوب مربعی کلیہ' سفید روشنی کے اسپیکٹرم وغیرہ۔

1684ء میں اپنے دوست ایڈمنڈ ہیلی کی حوصلہ افزائی پر نیوٹن نے اپنے سائنسی کاموں کو رکھنا شروع کیا اور ''دی پرنسپیا میتھیمیٹیکا'' (The Principia Mathematica) نام کی عظیم کتاب کی تخلیق کی جو کسی بھی دور میں تخلیق کی گئی عظیم کتابوں میں سے ایک مانی جاتی ہے۔ اس کتاب میں انھوں نے حرکت کے تینوں کلیات اور تجاذبہ کے آفاقی کلیہ کو واضح طور پر پیش کیا جو کیپلر کے سیاری مداروں کے تین کلیات کی باقاعدہ تشریح کرتے ہیں۔

1704ء میں نیوٹن نے ایک دیگر منفرد کتاب آپٹکس (Optics) پیش کی جس میں ان کے روشنی اور رنگ سے متعلق کام کا خلاصہ پیش کیا گیا تھا۔کاپرنکس نے جس سائنسی انقلاب کو حرکت دی اور جسے کیپلر اور گیلیلیو نے تیزی سے آگے بڑھایا اسی کو نیوٹن نے شاندار تکمیل کی۔ نیوٹنی میکانیات نے ارضی اور ملکیاتی مظاہر کو یکجا کیا۔ایک نئی ریاضی مساوات زمین پر سیب کے گرنے اور زمین کے چاروں طرف چاند کے طواف کرنے کو معین کرسکتی تھی۔

خلاصہ کے طور پر اگر بیرونی قوت صفر ہے تو حالت سکون میں واقع جسم حالت سکون میں ہی رہتا ہے اور حرکت پذیر جسم متواتر ہموار رفتار سے متحرک رہتا ہے۔اشیاء کی اس خصوصیت کو جمود (Inertia) کہتے ہیں۔جمود سے مراد ہے' تبدیلی کے لیے مزاحمت' کوئی جسم اپنی حالت سکون یا ہموار حرکت کی حالت میں تب تک کوئی تبدیل نہیں کرتا جب تک کوئی بیرونی قوت ایسا کرنے کے لیے اسے مجبور نہیں کرتی۔

نیوٹن کے گیلیلیو کے تصورات کی بنیاد پر حرکت کے تین کلیات پر مشتمل جوان کے نام سے جانے جاتے ہیں' ایک میکانیت کی بنیاد رکھی۔گیلیلیو کے جمود کا کلیہ اس کا ابتدائی نقطہ تھا جس کو نیوٹن نے حرکت کے پہلے کلیہ کے طور پر پیش کیا۔

2.5 نیوٹن کا حرکت کا پہلا کلیہ (Newston's First Law of Motion):

''ہر ایک جسم تب تک اپنی حالت سکون میں یا خط مستقیم میں ہموار حرکت کی حالت میں رہتا ہے جب تک کوئی بیرونی قوت اسے اس کے خلاف کرنے پر مجبور نہیں کرتی۔''

اب حالت سکون یا ہموار خطی حرکت دونوں ہی میں صفر اسراع اثر انداز ہوتا ہے۔لہذا حرکت کے پہلے کلیہ کو آسان الفاظ میں بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

''اگر کسی جسم پر لگنے والی کل بیرونی قوت صفر ہوتو اس کا اسراع بھی صفر ہوتا ہے۔غیر صفر اسراع تبھی ہوسکتا ہے جب جسم پر کوئی بیرونی قوت عمل کرتی ہو۔''

جب ہم ایک کار کی حرکت پر غور کرتے ہیں جس میں وہ کار سکون کی حالت سے حرکت شروع کر کے اپنی چال میں اضافہ کرتی ہے اور پھر ہموار سیدھی سڑک پر پہنچ کر ہموار رفتار سے حرکت کرتی ہے جب یہ حالت سکون میں ہوتی ہے تب اس پر کوئی مجموعی قوت نہیں ہوتی۔ چال میں اضافہ کے وقت اس میں اسراع ہوتا ہے۔کل بیرونی قوت کے سبب ایسا ہونا چاہیے۔ کار کے اسراع کی وضاحت کسی بھی طریقہ سے اندرونی قوت کے ذریعہ نہیں کی جاسکتی۔لیکن ایہ حقیقت ہے اگر یہاں سڑک پر کسی بیرونی قوت کے بارے میں غور کیا جاتا ہے تو یہ رگڑ کی قوت ہے۔ جب اسی پر غر کیا جاتا ہے تو کار کی حرکت میں اسراع کا سبب رگڑ کی قوت ہے۔ جب کار ہموار رفتار سے حرکت کرتی ہے تب بھی اس پر کوئی مجموعی بیرونی قوت نہیں ہوتی۔

حرکت کے پہلے کلیہ میں شامل جمود کی خاصیت بہت ہی عیاں نظر آتی ہے۔فرض کرو کہ ہم کسی رکی ہوئی بس میں غیر محتاط طور پر کھڑے ہیں اوراچانک بس کا ڈرائیور بس کو چلادیتا ہے تو ہم جھٹکے کے ساتھ پیچھے کی طرف گر پڑتے ہیں۔اسی طرح کا واقعہ تیزی کے ساتھ چلتی بس کے اچانک رکنے پر بھی ہوتا ہے۔ ہمارے پیر رگڑ کی وجہ سے رک جاتے ہیں کیونکہ قوت رگڑ پیروں اور بس کے فرش کے درمیان اضافی حرکت نہیں ہونے دیتی لیکن جسم کا باقی حصہ جمود(Inertia) کی وجہ سے آگے کی طرف حرکت کرتا رہتا ہے۔نتیجاً ہم آگے کی طرف پھینک دیئے جاتے ہیں۔ بحالی عضلاتی قوتیں پھر فعال ہوجاتی ہیں اور جسم کو حالت سکون میں لے آتی ہیں۔

2.6 نیوٹن کے حرکت کا دوسرا کلیہ(Newston's Second Law of Motion)

نیوٹن کا پہلا کلیہ اس سادہ صورت سے تعلق رکھتا ہے جس میں کسی جسم پر جملہ بیرونی قوت صفر ہوتی ہے۔حرکت کا دوسرا کلیہ اسی صورت سے تعلق رکھتا ہے جس میں جسم پر ایک مجموعی قوت لگ رہی ہو۔یہ کلیہ جملہ بیرونی قوت اور جسم کے اسراع میں رشتہ بتاتا ہے۔

کسی جسم کے معیار حرکت (Momentum) کو اس کی کمیت m اور رفتار V کے حاصل ضرب کے ذریعہ معلوم کی جاتی ہے اور اسے p سے ظاہر کیا جاتا ہے جیسے

$$P = mv \rightarrow \qquad (1)$$

جہاں معیار حرکت ایک سمتیہ ہے۔عام تجربات سے اجسام کی حرکات پر قوتوں کے اثر پر غور کرتے وقت ہمیں معیار حرکت کی اہمیت کا پتہ چلتا ہے۔

اگر دو پتھر' ایک ہلکا اور دوسرا بھاری ایک ہی عمارت کی چوٹی سے گرائے جاتے ہیں تو زمین پر کھڑے کسی شخص کے لیے بھاری پتھر کے مقابلے ہلکے پتھر کو لپکنا آسان ہوتا ہے۔اسی طرح کسی جسم کی کمیت ایک اہم پیرامیٹر ہے جو حرکت پر قوت کے اثر کو متعین کرتا ہے۔

اس مشاہدہ سے اس بات کا پتہ چلتا ہے کہ کمیت اور رفتار کا حاصل ضرب یعنی معیار حرکت ہی حرکت پر قوت کے اثر کے لیے بنیادی اہمیت رکھتا ہے۔

فرض کرو کہ' مختلف کمیتوں کے دو اجسام پر جو ابتداء میں سکون کی حالت میں ہیں' ایک fixed قوت ایک fixed وقفہ وقت کے لیے لگائی جاتی ہے تو ہلکا جسم نسبتاً بھاری جسم کے مقابلے زیادہ رفتار اختیار کرلیتا ہے۔لیکن وقفہ وقت کے آخر میں تجربہ یہ ظاہر کرتا ہے کہ ہر ایک جسم

ہموار معیارِ حرکت حاصل کرتا ہے۔اس طرح ''ہموار وقت کے لیے لگائی گئی ہموار قوت مختلف اجسام میں ہموار معیارِ حرکت کی تبدیلی کرتی ہے۔ یہ حرکت کے دوسرے کلیہ کے لیے اہم مرحلہ ہے۔ یہ کیفیتی تجربہ ہمیں نیوٹن کے حرکت کے دوسرے کلیہ کی طرف اشارہ کرتا ہے جسے نیوٹن نے کچھ اس طرح پیش کیا تھا

''کسی جسم میں معیارِ حرکت کی تبدیلی کی شرح لگائی گئی قوت کے راست متناسب ہوتی ہے اور اس سمت میں ہوتی ہے جس سمت میں قوت کام کرتی ہے۔''

اگر m کمیت کے کسی جسم پر کوئی قوت f وقفہ وقت Δt تک لگانے پر اس جسم کی رفتار میں v سے $\Delta \upsilon$ کی تبدیلی ہوتی ہے یعنی جسم کے ابتدائی معیارِ حرکت $P = mv$ میں ($\Delta p = m\Delta \upsilon$) کی تبدیلی ہو جاتی ہے۔ تب حرکت کے دوسرے کلیہ کے مطابق

یعنی $F \alpha \dfrac{\Delta p}{\Delta t}$

یہاں k ایک مستقل ہے $F = k\dfrac{\Delta p}{\Delta t}$

اگر $\Delta t \to 0$ ، تب $\dfrac{\Delta p}{\Delta t}$ ، t کی نظر سے p کا تفرقی ضریب (Differential Co-efficient) بن جاتا ہے۔ جسے $\dfrac{dp}{dt}$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

اس طرح سے $F = K\dfrac{dp}{dt} \to 2$

کسی (fixed) کمیت m کے لیے

$$\frac{dp}{dt} = \frac{d(mv)}{dt} \qquad (\because p = mv)$$

$$= m\frac{dv}{dt} = ma \qquad (\because a = \frac{dv}{dt})$$

$$(\therefore \frac{dp}{dt} = ma) \to 3$$

یعنی دوسرے کلیہ کو اس طرح بھی لکھ سکتے ہیں۔

$$F = k.ma \to 4$$

اگر ہم k=1 چنتے ہیں تب دوسرا کلیہ اس طرح ہو جاتا ہے۔

$$F = \frac{dp}{dt} = m.a \to 5$$

S1 اکائیوں میں، ایک اکائی قوت وہ ہوتی ہے جو 1kg. کے جسم میں $1 m/s^2$ کا اسراع پیدا کر دیتی ہو۔ اس اکائی قوت کو نیوٹن کہتے ہیں۔ اس کی علامت N ہے۔

$$1N = 1kg.m/s^2$$

2.7 جھٹکا (Impulse):

مثال کے طور پر جب کوئی گیند کسی دیوار سے ٹکرا کر واپس آتی ہے تب دیوار کے ذریعہ گیند پر لگنے والی قوت بہت کم وقت کے لیے عمل پذیر رہتی ہے تو بھی یہ قوت گیند کے معیار حرکت کی سمت بدلنے کے لیے کافی ہوتی ہے۔ اکثر ان حالات میں قوت اور قوت کا حاصل ضرب جو جسم کے معیار حرکت کی تبدیلی ہے، جھٹکا یا دھکا کہتے ہیں۔

6 → قوت x مدت = جھٹکا = معیار حرکت میں تبدیلی

معیاد حرکت میں ایک تبدیلی پیدا کرنے کے لیے کم وقت کے لیے عمل پذیر رہنے والی بڑی قوت کو جھٹکا پیدا کرنے والی قوت کہتے ہیں۔ دیگر قوتوں کی طرح جھٹکا پیدا کرنے والی قوت بھی قوت ہی ہے مگر یہ بڑی قوت ہوتی ہے اور کم وقت کے لیے عمل کرتی ہے۔

2.8 نیوٹن کے حرکت کا تیسرا کلیہ (Newton's Third Law of Motion)

ہم جانتے ہیں کہ حرکت کا دوسرا کلیہ کسی جسم پر لگی بیرونی قوت اور اس میں پیدا اسراع میں رشتہ بتاتا ہے۔ کونسا ذریعہ بیرونی قوت فراہم کرتا ہے۔ اس سوال کا سادہ جواب یہ ہے کہ کسی جسم پر لگنے والی قوت ہمیشہ ہی کسی دوسرے جسم کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔

فرض کرو جسم B، جسم A پر کسی بیرونی قوت کو پیدا کرتا ہے۔ تب یہ سوال بھی اٹھتا ہے کہ کیا جسم A بھی جسم B پر کسی بیرونی قوت کو پیدا کرتا ہے۔ کچھ مثالوں میں جواب واضح طور پر معلوم ہوتے ہیں۔ اگر آپ کسی لچھے دار کمانی کو اپنی ہاتھوں سے دبائیں تو وہ کمانی آپ کے ہاتھوں پر قوت لگائی ہے۔ آپ اسی قوت کو محسوس کر سکتے ہیں۔

جب کبھی تجاذبی کشش کے سبب زمین کسی پتھر کو نچلی سمت میں کھینچتی ہے، کیا پتھر زمین پر کوئی قوت لگاتا ہے۔ اس کا جواب واضح نہیں ہے کیونکہ پتھر کے ذریعہ زمین پر لگی قوت کے اثر کو نہیں دیکھ سکتے۔ لیکن نیوٹن کے مطابق اس کا جواب ہے ہاں پتھر بھی زمین پر ایک مساوی مخالف قوت لگاتا ہے۔ ہمیں اس قوت کا احساس نہیں ہو پاتا، اس کی وجہ نہایت بھاری ہونے کے سبب زمین کی حرکت پر پتھر کے ذریعہ لگنے والی کم قوت کا اثر نا قابل لحاظ ہوتا ہے۔

اسی طرح نیوٹن میکانیات کے مطابق، قدرتی ماحول میں قوت کبھی بھی اکیلی نہیں پائی جاتی۔ دو اجسام کے درمیان واقع باہمی بین عمل (Interaction) کو ہی قوت کہا جاتا ہے۔ قوت ہمیشہ جوڑوں میں واقع ہوتی ہے۔ ساتھ ہی دو اجسام کے درمیان باہمی قوتیں ہمیشہ مساوی اور مخالف سمتوں میں ہوتی ہیں۔ نیوٹن نے اس تصور کو حرکت کے تیسرے کلیہ کے طور پر پیش کیا۔

''ہر ایک عمل کا ہمیشہ ایک مساوی اور مخالف ردعمل ہوتا ہے''۔

2.9 آیئے اس کلیہ کے اہم نکات پر غور کریں۔

1۔ تیسرے کلیہ کو آسان اور واضح الفاظ میں اس طرح بھی کہا جا سکتا ہے۔

''قوت ہمیشہ جوڑوں (pairs) میں واقع ہوتا ہے۔ جسم A پر B کے ذریعہ لگائی گئی قوت جسم B پر A کے ذریعہ لگائی گئی قوت کے مساوی اور مخالف ہوتی ہے۔

2۔ تیسرے کلیہ کے مطابق، عمل۔ ردعمل سے پہلے آتا ہے۔ یعنی عمل سبب ہے اور اسی سے ہونے والا ردعمل اس کا اثر۔ A پر B کے ذریعہ لگائی گئی قوت اور A کے ذریعہ B پر لگائی گئی قوت ایک ہی ساعت میں عمل پذیر ہوتی ہے۔ اس بنیاد پر ان میں سے کسی بھی ایک کو عمل اور دوسرے کو

ردعمل کہا جا سکتا ہے۔

3۔ عمل اور ردعمل قوتیں دو مختلف اجسام پر عمل کرتی ہیں اس لیے دو اجسام A اور B کے جوڑے پر غور کیجئے۔ تیسرے کلیہ کے مطابق

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

(B پر A کے ذریعہ لگائی گئی قوت)۔ = (A پر B کے ذریعہ لگائی گئی قوت)

اس طرح، اگر ہم کسی ایک جسم (A یا B) کی حرکت پر غور کرتے ہوں تو دونوں قوتوں میں سے جسم کے لیے صرف ایک ہی قوت بامعنی ہوتی ہے۔

2.10 نمونہ سوالات:

1۔ نیوٹن کے حرکت کے کلیات پر نوٹ لکھیں۔

2۔ حوالے کے فریم (Frame of Reference) سے کیا مراد ہے؟

3۔ جمودی حوالے کے فریم کی تعریف کیجئے۔

4۔ معیار حرکت (momentum) کی تعریف کیجئے اور اس کی مساوات کو اخذ کیجئے۔

5۔ جھٹکا (Impluse) سے کیا مراد ہے؟

6۔ نیوٹن کا دوسرا کلیہ بیان کیجئے۔ اس کے ذریعہ F= ma کو اخذ کیجئے۔

7۔ نیوٹن کا تیسرا کلیہ بیان کیجئے۔

8۔ معیار حرکت اور دھکہ کی تعریف کیجئے۔