

৪'৩ নিউটনের গতিসূত্রগুলোর মধ্যে সম্পর্ক

Relation between Newton's Laws of Motion

নিউটনের গতিসূত্রগুলোর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করতে হলে সূত্রগুলো সম্পর্কে সম্যক ধারণা অবশ্যই থাকা হবে এবং সূত্রগুলো কী কী বিষয় নিয়ে আলোচনা করে সে সম্পর্কেও আমাদের জ্ঞান থাকা আবশ্যিক।

প্রথম সূত্র : বাইরে থেকে প্রযুক্ত বল দিয়ে অবস্থার পরিবর্তন করতে বাধ্য না করলে স্থির বা চিরকাল স্থির থাকবে ও গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে সরলরেখায় চলতে থাকবে।

দ্বিতীয় সূত্র : বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুটির উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল দিকে প্রযুক্ত হয় ভরবেগের পরিবর্তন সেইদিকে ঘটে।

তৃতীয় সূত্র : প্রত্যেক ক্রিয়ার সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

প্রথম সূত্র থেকে আমরা বুঝতে পারি যে, বাইরে থেকে কোনো প্রভাব ক্রিয়া না করলে কোনো বস্তু নিজে অবস্থার পরিবর্তন চায় না। স্থির বস্তু স্থির থাকবে আবার গতিশীল বস্তু গতিশীল অবস্থায় চলতে থাকবে। বস্তু জড়তা ধর্মের কারণে এরূপ ঘটে। এই জড়তার বিরুদ্ধে কিছু করতে হলে অর্থাৎ স্থির বস্তুকে গতিশীল করতে বা আবার গতিশীল বস্তুর গতির পরিবর্তন ঘটাতে হলে তার উপর বল প্রয়োগ করতে হবে। এই ধারণা থেকে নিউটনের গতির ২য় সূত্র প্রয়োগ করতে পারি। কোনো বস্তুর ভর যত বেশি হয় তার ভরবেগও তত বেশি হবে। মনে রাখতে গতিশীল অবস্থায় একটি বস্তুর ভর m এবং বেগ v ; আর একটি বস্তুর ভর $2m$ কিন্তু বেগ একই অর্থাৎ বেগ v তাহলে প্রথম বস্তুর ভরবেগ $= mv$ এবং দ্বিতীয় বস্তুর ভরবেগ $= 2mv$ । বাধা দিয়ে অর্থাৎ বল প্রয়োগ করে বস্তু দুটিকে যদি একই সময়ের মধ্যে থামানো হয় তবে দ্বিতীয়টির ভরবেগের পরিবর্তনের হার প্রথমটির দ্বিগুণ হবে। দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা জানি যে, প্রযুক্ত বল বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক হয়। অতএব দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা জানি যে, প্রযুক্ত বল বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক হয়। আবার যদি সর্বদা বস্তুটিকে একই সময়ের মধ্যে থামাতে গেলে প্রথম বস্তুর থেকে দ্বিগুণ বল প্রয়োগ করতে হয়। আবার যদি সর্বদা দুটি বল (F) বস্তু দুটির উপর প্রয়োগ করা হয় তাহলে প্রথম বস্তুর ত্বরণ a_1 এবং দ্বিতীয় বস্তুর ত্বরণ a_2 । নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র অনুসারে $F = ma_1$ এবং $F = 2ma_2$ হবে।

সুতরাং দেখা যায় যে, বস্তুর জড়তার সাথে ভরবেগের ও ত্বরণের মধ্যে একটি সম্পর্ক বিদ্যমান যার মাধ্যমে নিউটনের ১ম ও ২য় সূত্রের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করা যায় বা এক সূত্র হতে অন্য সূত্রে রূপান্তর করা যায়।

অন্যভাবে বস্তু দুটিকে যদি F_1 ও F_2 বলে একই সরলরেখা বরাবর প্রয়োগ করা হয়, তাহলে চলতে চলে কোনো এক সময় বস্তু দুটি সংঘর্ষে লিপ্ত হতে পারে। যখনই সংঘর্ষে লিপ্ত হয় তখন ২য় বস্তুটি ১ম বস্তুর উপর সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এক্ষেত্রে যে বলের কারণে দ্বিতীয় বস্তু আঘাতপ্রাপ্ত হয়, তাকে প্রতিক্রিয়া বল বলে আর এই বস্তুটি আঘাতপ্রাপ্তির পর বিপরীত দিকে প্রথম বস্তুর উপর যে বল প্রয়োগ করে তাকে ক্রিয়া বল বলে। নিউটনের তৃতীয় সূত্র অনুযায়ী জানা যায় এই ক্রিয়া এবং প্রতিক্রিয়া সমান।

উপরের ঘটনা থেকে লক্ষ করা যায় যে, বস্তুর জড়তা বল প্রয়োগে ত্বরণ সৃষ্টি এবং ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার সমতা কর্মকান্ডই নিউটনের গতির প্রথম, দ্বিতীয় ও তৃতীয় সূত্রের পারস্পরিক সম্পর্ক সম্বন্ধীয় ঘটনা।

■ ২য় সূত্র এবং ১ম সূত্রের মধ্যে সম্পর্ক :

নিউটনের গতির ২য় সূত্র থেকে জানি ভরবেগের পরিবর্তনের হার প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক

$$\text{অর্থাৎ } \frac{m\vec{v} - m\vec{v}_0}{t} \propto \vec{F} \quad \therefore \frac{m(\vec{v} - \vec{v}_0)}{t} \propto \vec{F}$$

বা, $m\vec{a} = k\vec{F}$, $k=1$ হলে

$\vec{F} = m\vec{a}$, এখানে \vec{F} = প্রযুক্ত বল, \vec{a} = ত্বরণ, \vec{v}_0 = আদিবেগ, \vec{v} = শেষবেগ

বাইরে থেকে বল প্রযুক্ত না হলে $\vec{F} = 0$ হয় এবং $\vec{a} = 0$ হয়।

কিছু বস্তুর ভর শূন্য হয় না তাই $m \neq 0$, সুতরাং $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 0$ অর্থাৎ $\vec{v} = \text{ধ্রুবক}$... (4.7)

তাই বলা যায় বাহ্যিক বলের ক্রিয়া না থাকলে বেগের কোনো পরিবর্তন হয় না। স্থির বস্তু স্থির আর গতিশীল বস্তুর গতির কোনো পরিবর্তন হয় না। অর্থাৎ বাহ্যিক বলের অনুপস্থিতিতে বস্তুকণার ভরবেগ সব সময় ধ্রুব থাকে।

■ ১ম সূত্র এবং ৩য় সূত্রের মধ্যে সম্পর্ক :

নিউটনের গতির ১ম সূত্র থেকে আমরা জানি বাহ্যিক বল ক্রিয়া না করলে ভরবেগ ধ্রুব থাকে।

অর্থাৎ ভরবেগ, $\vec{P} = m\vec{v} = \text{ধ্রুবক}$... (4.8)

এর সাপেক্ষে ব্যবকলন করে পাই

$$\therefore \frac{d\vec{P}}{dt} = m \frac{d(\vec{v})}{dt} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (4.9)$$

আবার দুটি বস্তুর মধ্যে একটি বস্তু যখন অপরটির উপর বল প্রয়োগ করে তখন লক্ষ্য ভরবেগের পরিবর্তনের মান সমান ও বিপরীত হয়।

$$\therefore \frac{d\vec{P}_1}{dt} = -\frac{d\vec{P}_2}{dt}$$

$$\frac{d}{dt}(m_1\vec{v}_1) = -\frac{d}{dt}(m_2\vec{v}_2) \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad [4.9(a)]$$

বা, $m_1\vec{a}_1 = -m_2\vec{a}_2$ বা, $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$, অর্থাৎ ক্রিয়া বল = প্রতিক্রিয়া বল।

\therefore [4.9(a)] এই সমীকরণ দ্বারা নিউটনের গতির ১ম ও ৩য় সূত্রের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করা যায়।

■ ২য় সূত্র এবং ৩য় সূত্রের মধ্যে সম্পর্ক :

নিউটনের গতির ২য় সূত্র থেকে আমরা জানি, ভরবেগের পরিবর্তনের হারই হলো প্রযুক্তি বল। ঘাত বল বিবেচনা করলে লেখা যায়, ঘাত বল = ভরবেগের পরিবর্তন। এক্ষেত্রে যে বলের কারণে ঘাত সৃষ্টি হয় বিপরীত ক্রমে সেই বলের কারণে প্রতিঘাত সৃষ্টি হয়। এক্ষেত্রে বলা যায় ক্রিয়া = প্রতিক্রিয়া। ইহাই নিউটনের ৩য় সূত্র।