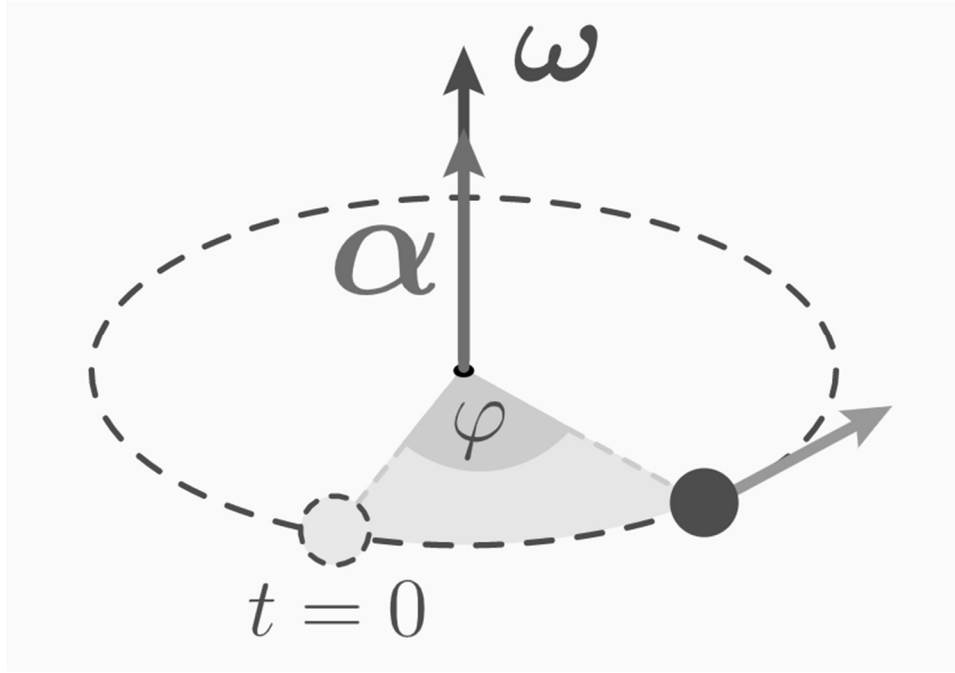


আমার ইশকুল

ক্লাস ১৭

সুষম বৃত্তীয় গতি



ইস্ট্রাক্টর

কে. এম. শরীয়াত উল্লাহ,
ইলেকট্রিক্যাল এন্ড ইলেকট্রনিক ইঞ্জিনিয়ারিং বিভাগ,
শাহজালাল বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি বিশ্ববিদ্যালয়, সিলেট।

Email: cast.shariat@gmail.com

সুষম বৃত্তাকার গতি

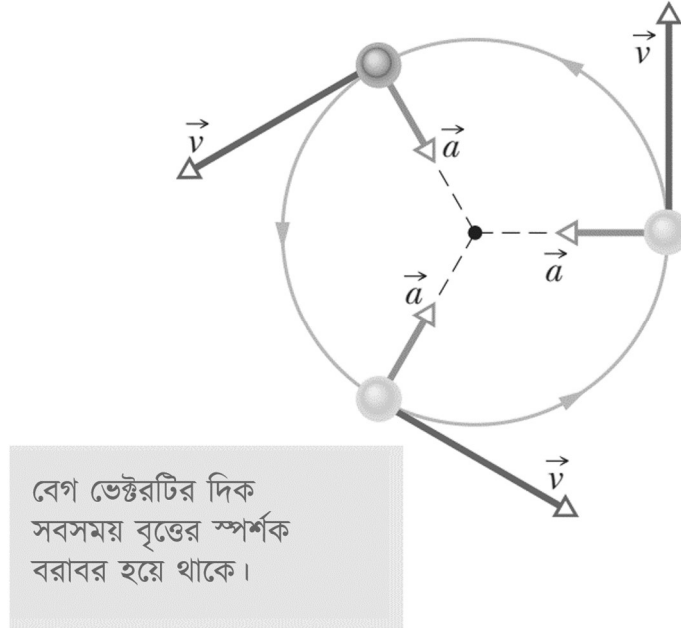
তার অবস্থানের
পরিবর্তন হচ্ছে।

দ্রুতির পরিবর্তন
হয় না

বৃত্তাকার পথে
ঘোরানো হচ্ছে

একটি বস্তুকে বৃত্তাকার পথে ঘোরানো হলে বস্তুটির অবস্থানের অবশ্যই পরিবর্তন হবে। এই মুহুর্তে বস্তুটি যেই অবস্থানে আছে পরক্ষণে অই অবস্থানে থাকবে না। যেহেতু এখানে অবস্থানের পরিবর্তন হচ্ছে তাই এটি একধরনের গতি। এধরনের বৃত্তাকার পথে ঘোরালে যে গতি পাওয়া যায় তাকে আমরা বলি বৃত্তাকার গতি। বৃত্তাকার গতিতে যদি দ্রুতির পরিবর্তন না হয় তাহলে তাকে বলে সুষম বৃত্তাকার গতি। [সমদ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান কণার গতিকে সুষম বৃত্তাকার গতি বলে।]

এখানে দ্রুতির কথা কেন বলা হলো? বেগ কেন নয়?



ধরুন একটি বস্তুকে সুতার সাথে বেধে বৃত্তাকার পথে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরানো হচ্ছে উপরের চিত্রমতে। তাহলে বস্তুটির যে বেগ হবে তার দিক হবে ঐ বৃত্তাকার গতির দিকের স্পর্শক বরাবর। এইটা হচ্ছে বস্তুটির বেগের দিক। এখন আমরা এই বেগকে সমবেগ বলতে পারি না। কেননা বেগ একটি ভেক্টর রাশি। এখানে এই বেগ প্রথম অবস্থায় আর কিছুক্ষণ পরের অবস্থায় মানের অবস্থায় সমান হলেও দিক ভিন্ন হয়ে যায়। তাই বৃত্তাকার গতিতে বেগের দিক সময়ের সাপেক্ষে ভিন্ন ভিন্ন হয়ে

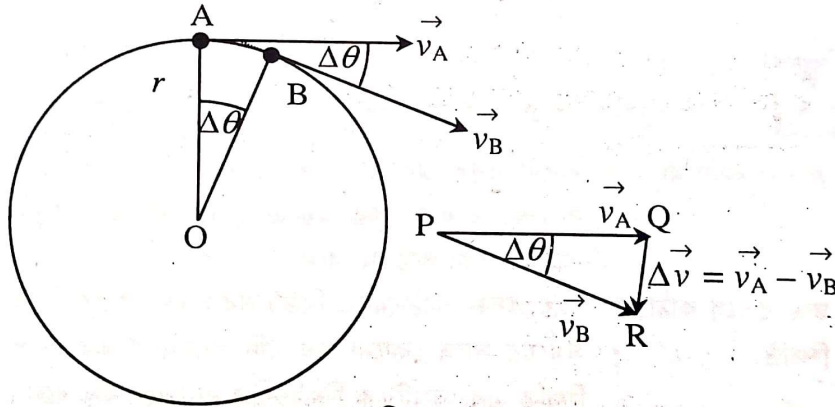
যায় বলে এধরণের বেগকে সমবেগ বলা যাবে না। কিন্তু প্রতি মুহুর্তে বেগের মান তো সমান? আর বেগের মানকে আমরা দ্রুতি বলি। তাই বলা যায় যায় এটি সমদ্রুতিতে চলে।

একটু খেয়াল করুন, এখানে সময়ের সাথে সাথে বেগের পরিবর্তন যেহেতু হচ্ছে, আর আমরা জানি **সময়ের সাথে সাথে বেগের পরিবর্তন হলে অবশ্যই একটি ত্বরণ পাওয়া যাবে** তাই এখানে একটি ত্বরণেরও সৃষ্টি হবে। সেই ত্বরণটির দিক হবে ওই বৃত্তাকার পথের কেন্দ্র বরাবর ভিতর দিকে। কেন্দ্রের দিকে এই ত্বরণ কাজ করে বলে একে **কেন্দ্রমুখী ত্বরণ (Centripetal Acceleration)** বলা হয়।

$$a = \frac{v^2}{r} \quad (17.1)$$

এখানে r হচ্ছে বৃত্তের ব্যাসার্ধ, v হচ্ছে বেগের মান।

আচ্ছা এখানে যে বেগের মান আমরা পাচ্ছি, তার মানে এখানে একটা সরণও হচ্ছে। বৃত্তাকার গতির ক্ষেত্রে যেই সরণ নিয়ে আমরা কাজ করি তা হচ্ছে কৌণিক সরণ। ধরি কণাটি আগে A অবস্থানে ছিল। কিছুক্ষণ পর তার অবস্থান পরিবর্তন করে B তে গেল। এইযে এখানে কেন্দ্রে কোণের একটি পরিবর্তন হলো একে আমরা বলছি কৌণিক সরণ। একে আমরা $\Delta\theta$ দ্বারা প্রকাশ করি।



সময়ের পরিবর্তনের সাপেক্ষে কৌণিক সরণের পরিবর্তনের হারকে আমরা বলি কৌণিক বেগ। কৌণিক বেগকে প্রকাশ করা হয়ে থাকে ω দ্বারা।

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র সময়ের পরিবর্তনের কারণে যদি ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র কৌণিক সরণ হয় তাহলে তাকে আমরা বলি তাৎক্ষণিক কৌণিক বেগ। তাকে ক্যালকুলাসের ভাষায় লেখা হয়

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \quad (17.2)$$

এটি যেহেতু একটি বৃত্তাকার কক্ষপথ তাই এর কৌণিক সরণ হবে 2π রেডিয়ান। বস্তুটি সম্পূর্ণ বৃত্তাকার কক্ষপথ একবার ঘুরে আসতে যে সময় লাগে তাকে বলে বস্তুর পর্যায়কাল। পর্যায়কালকে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

T সময়ে যায় 2π রেডিয়ান

একক সময়ে যায় $\frac{2\pi}{T}$ পরিমাণ পথ

একেই আমরা কিছুক্ষণ আগে কৌণিক বেগ নাম দিয়েছিলাম। (কৌণিক বেগ = অতিক্রান্ত কোণ/ঐ কোণ অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময়)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (17.3)$$

কৌণিক বেগের একক রেডিয়ান/সেকেন্ড।

উদাহরণ একটি ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার কৌণিক বেগ কত?

সমাধান ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটা 2π রেডিয়ান যেতে সময় লাগে 60 sec। তাহলে কৌণিক বেগ

$$\omega = 2 \times \frac{3.1416}{60} = 0.10472 \text{ rad/sec}$$

রৈখিক বেগ আর কৌণিক বেগের মাঝে একটি সম্পর্ক রয়েছে –

$$v = \omega r \quad (17.4)$$

উদাহরণ একটি 10 cm দীর্ঘ ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার রৈখিক বেগ কত?

সমাধান

$$v = \omega r = (0.10472) \left(\frac{10}{100} \right) = 10.472 \times 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$$

অনুশীলনী

[১] ১৫ সেন্টিমিটার দীর্ঘ কোনো ঘড়ির কাঁটার ঘন্টার কাঁটার রৈখিক বেগ ও কৌণিক বেগ কত?

[২] সূর্যকে কেন্দ্র করে মহাকর্ষ বলের প্রভাবে পৃথিবী বৃত্তাকার পথে ঘুরে বলে ধরে নেওয়া যায়। পৃথিবীর রৈখিক বেগ ও কৌণিক বেগ কত? [পৃথিবী থেকে সূর্যের দূরত্ব $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$]

[৩] A rotating fan completes 1200 revolutions every minute. Consider the tip of a blade, at a radius of 0.15 m. (a) Through what distance does the tip move in one revolution? What are (b) the tip's speed and (c) the magnitude of its acceleration? (d) What is the period of the motion?

[৪] An Earth satellite moves in a circular orbit 640 km (uniform circular motion) above Earth's surface with a period of 98.0 min. What are (a) the speed and (b) the magnitude of the centripetal acceleration of the satellite?