পড়ন্ত ব্যাটম্যানের গতিপথ

(মূল আর্টিকেল - D.A. Marshall, T.O. Hands, I. Griffiths, G. Douglas)
(অনুবাদক – কে. এম শারিয়াত উল্লাহ)

বিমূর্ত

'Batman Begins' চলচ্চিত্রে দেখা যায় ব্যাটম্যান তার একটি শক্ত মজবুত চাদর (Cape) ব্যবহার করে উঁচু থেকে লাফ দিয়ে নিচে ধীরগতিতে উড়ে (Glide) আসে । এই পত্রে উড়তে পারার এ সম্ভাবনা পরিমাপ করা হয়েছে এবং দেখানো হয়েছে একটি যুক্তিসঙ্গত পরিমাণ দূরত্ব পারি দিলে ব্যাটমেনের গতি এতো বেশি হয়ে যাবে যে কোনো প্রকার আলাদা যন্ত্র ছাড়া তাকে থামানো মুশকিল।

পরিচয়

'Batman Begins' চলচ্চিত্রে দেখানো হয়েছে, উড়ার সময় ব্যাটমেনের যে 'স্মৃতি চাদর' (Memory Cloth) তার ভিতর দিয়ে একটি বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং তা শক্ত হয়ে যায়। [1] এই পদ্ধতিটি ডানাসহ পোশাকপরিহিত বিএএসই জাম্পারদের সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ, যেখানে চাদরটি একটি পাখির ডানার মতো কাজ করে যা দিয়ে একটি আনুভূমিক বল লাভ করা যায় যা জাম্পারদের সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যেতে সাহায্যে করে। [2]

এই পত্রে আলোচনা করা হয়েছে ব্যাটম্যান উড়ার জন্য যথেষ্ট পরিমাণ উত্তোলন বল লাভ করতে পারবে কিনা।

তত্ত্ব

$\vec{v}$ বেগে গতিশীল কোনো স্কাইডাইভারের উপর কার্যকরী বলগুলো চিত্র-১ এ দেখানো হলো। ফলে স্কাইডাভারের উপর কার্যকর উত্তোলনকারী (Lift) ও বায়ুজনিত ঘর্ষণ বলের উপাংশগুলো হবে,

$$D_x = D\cos\theta \tag{1}$$
$$D_y = D\sin\theta \tag{2}$$
$$L_x = L\cos\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right) = L\sin\theta \tag{3}$$
$$L_y = L\sin\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right) = L\cos\theta \tag{4}$$

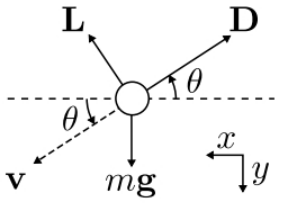
যেখানে L এবং D হলো উত্তোলনকারী (Lift) ও বায়ুজনিত ঘর্ষণ (Drag) বলের মান। x অক্ষ ও y অক্ষ বরাবর স্কাইডাইভারের উপর কার্যকর বল হবে,

$$F_x = L\sin\theta - D\cos\theta \tag{5}$$
$$F_y = mg - L\cos\theta - D\sin\theta \tag{6}$$

উত্তোলনকারী (Lift) ও বায়ুজনিত ঘর্ষণ (Drag) বলের মান (দেখুন [3] ও [4])

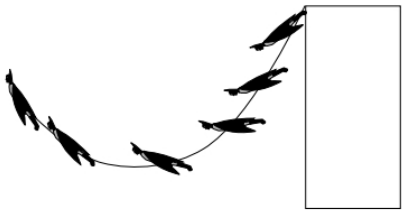
$$L = \frac{1}{2}C_L\rho A v^2 \tag{7}$$
$$D = \frac{1}{2}C_D\rho A v^2 \tag{8}$$

যেখানে C_L এবং C_D হলো যথাক্রমে উত্তোলন গুণাঙ্ক (Lift Co-efficient) ও বায়ুজনিত ঘর্ষণ গুণাঙ্ক (Drag Co-efficient) ρ হচ্ছে বায়ুর ঘনত্ব ও A হচ্ছে চাদরের ক্ষেত্রফল। ধরে নেওয়া হলো, আনুভূমিকের সাপেক্ষে স্কাইডাইভারের গতির দিকের মধ্যবর্তী কোণ ধ্রুব থাকে যেভাবে চিত্র ২ এ দেখানো হয়েছে, C_L এবং C_D ও ধ্রুব থাকবে।



চিত্র ১ - একজন স্কাইডাইভারের উপর কার্যকরী বলগুলো। সলিড রেখাগুলো দ্বারা বল বুঝানো হচ্ছে এবং ডট রেখাগুলো দ্বারা স্কাইডাইভারের গতির দিক দেখানো হয়েছে। $\vec{L}$,$\vec{D}$ ও $m\vec{g}$ হলো যথাক্রমে উত্তোলনকারী (Lift) বল, বায়ুজনিত ঘর্ষণ (Drag) বল ও অভিকর্ষ বল যেখানে m হলো স্কাইডাইভারের ভর এবং g =

$9.8\,ms^{-2}$ হলো মহাকর্ষের ফলে সৃষ্ট ত্বরণ। স্কাইডাইভার আনুভূমিকের সাথে θ কোণে যাত্রা শুরু করে।



চিত্র ২ - ব্যাটম্যান তার গতির দিকের সাথে একটি নির্দিষ্ট কোণে উড়ে।

বেগের উপাংশ বিভাজন ব্যবহার করে স্কাইডাইভারের x অক্ষ ও y অক্ষ বরাবর ত্বরণ নির্ণয় করা সম্ভব,

$$a_x = \frac{\rho A}{2m} v \left(C_L v_y - C_D v_x\right) \quad (9)$$

$$a_x = g - \frac{\rho A}{2m} v \left(C_L v_x + C_D v_y\right) \quad (10)$$

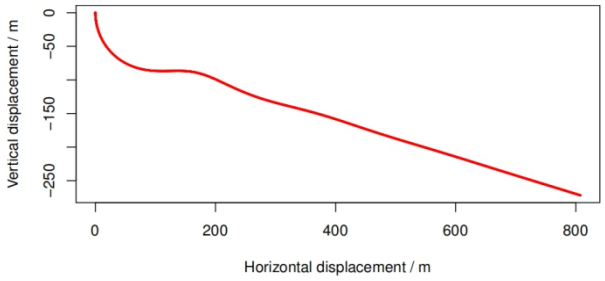
যেখানে $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

ব্যাটম্যানের উড্ডয়ন

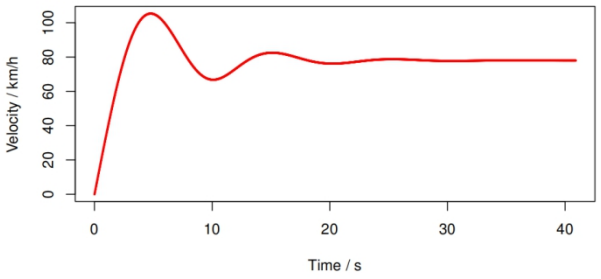
প্রতিবিন্দুতে x অক্ষ এবং y অক্ষ বরাবর ত্বরণের উপাংশগুলো বারবার হিসাব করে আমরা ব্যাটম্যানের গতিপথটি অনুমান করতে পারি। এরপর এর বেগের উপাংশগুলো বারবার হিসাব করে সময় দিয়ে গুন করলে আমরা অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করতে পারি।

চিত্র ৩ - Batman Begins [1] থেকে একটি ফ্রেম যা ব্যটমেনের উড্ডয়নের সময় তার চাদরের ক্ষেত্রফল দেখাচ্ছে। চাদরটির ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা হয়েছে একটি ত্রিভুজের ক্ষেত্রফলে সাহায্যে যার উচ্চতা ব্যটমেনের উচ্চতার অর্ধেক যেখানে ব্যাটমেনের উচ্চতা ৬'২" বা 1.88 m [5], তাহলে ত্রিভুজটির উচ্চতা হবে 0.94 m এবং ভূমি হবে 4.69 m। সুতরাং ত্রিভুজটির ক্ষেত্রফল হবে 2.20 m^2 .

চিত্র ৩ এ উড্ডয়নের সময় ব্যাটমেনের চাদরের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা হয়েছে যা থেকে আমরা পাই, A = 2.20 m^2। কক্ষ তাপমাত্রায় $\rho = 1.20\,\mathrm{kg}\,m^{-3}$ [6] ব্যটমেনের ভর m = 95 kg [5] উত্তোলনকারী বল গুণাঙ্ক একটি পাখির জন্য যত হয় তত ধরা হয়েছে $C_D \approx 0.4$ [7], ব্যাটমেনের চাদরটিকে একটি সমতলীয় তল ধরে $C_L \approx 1.45$ [8]. এই মানগুলো ব্যবহার করে একটি সিমুলেশন তৈরি করা হয় যেখানে প্রতি 0.02 s সময়ের পার্থক্যের জন্য গতিপথ দেখানো হয়েছে। ফলাফলগুলো প্রথম 40 সেকেন্ডের জন্য চিত্র ৪ এবং চিত্র ৫ এ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৪ উড্ডয়নকালে ব্যাটম্যানের অবস্থান



চিত্র ৫ উড্ডয়নকালে ব্যাটম্যানের বেগ

আলোচনা

ব্যাটম্যান যখন অবতরণ করবে, তখন উত্তোলনকারী বল গুণাঙ্ক বেশি ধরেও এর বেগ অত্যন্ত বেশি হয়ে যাচ্ছে। প্রায় 150 m উচু একটি দালান থেকেও যদি ব্যাটম্যান লাফ দেয় তবে সে প্রায় ৩৫০ মিটার দূরে গিয়ে অবতরণ করবে। কিন্তু সে যখন ভূমির কাছাকাছি যাবে তখন তার বেগ ঘন্টায় 80 km থেকে বেড়ে ঘন্টায় প্রায় 110 km হবে। এই বেগ সামলানো খুবই কষ্টকর।

এই পত্রটিতে শুধুমাত্র একটি সাধারণ অবস্থায় চিন্তা করা হয়েছে। বাস্তবে উড্ডয়ন কোণকে পরিবর্তন করে বস্তুর এই উচ্চ বেগকে নিয়ন্ত্রন করা সম্ভব। প্রযুক্তিগত সমস্যাগুলো এখানে আলোচনায় আনা হয়নি।

অবশেষে আমরা পরিষ্কারভাবে বলতে পারি, ব্যাটম্যানের চাদর উড্ডয়নের জন্য সুরক্ষিত না, যদিনা এর বেগ কোনো পদ্ধতিতে (যেমন - প্যারাস্যুট) কমানো যায়।

তথ্যসূত্র

[1] Nolan. C (Director), Batman Begins (2005) [DVD] (Warner Bros. Pictures)

[2] http://www.phoenix-fly.com/userfiles/PF_Wingsuit%20flying%20and%20Basic%20Aerodynamics_1.pdf (28/11/2011)

[3] http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/liftco.html (28/11/2011)

[4] http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/dragco.html (28/11/2011)

[5] http://www.dcuguide.com/who.php?name=BATMAN (09/12/2011)

[6] http://www.engineeringtoolbox.com/air-properties-d_156.html (28/11/2011)

[7] http://www.engineeringtoolbox.com/drag-coefficient-d_627.html (28/11/2011)

[8] http://www.mp.haw-hamburg.de/pers/Scholz/dimensionierung/st_cl.htm (28/11/2011)

নোট – লেখকদের সাথে যোগাযোগ করার সূত্র পাওয়া সম্ভব হয়নি।

অনুবাদককে টুইটারে ফলো করতে

https://twitter.com/Shariat13738724