

THE
ELEMENTS
OF
NATURAL PHILOSOPHY
In Bengali.

PART II.
(*Mechanics and the Steam Engine.*)

BY
BHOODEB MOOKEJEA.

প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান।

দ্বিতীয় ভাগ।

(যন্ত্র-বিজ্ঞান এবং বাষ্পীয় যন্ত্রের বিবরণ।)

শ্রীযুক্ত ছুদেব মুখোপাধ্যায় কর্তৃক
প্রণীত।

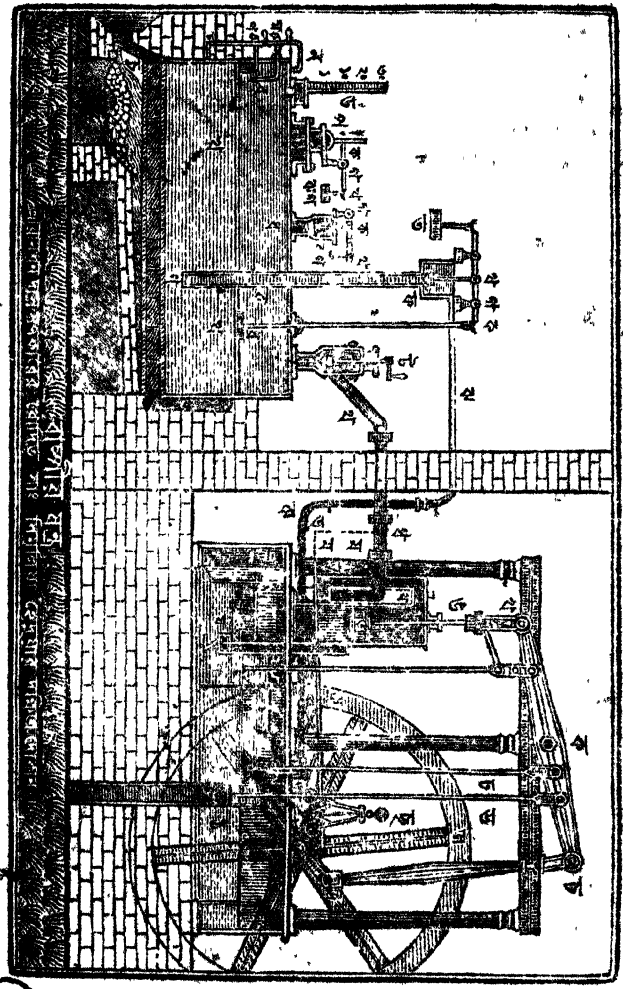
CALCUTTA:

PRINTED AT THE 'SUCHARU PRESS,' BY RAJCHAND BEHRA & CO.

NO. 13, RAJIB MANSION.

1859.

[মূল্য ১।০ আট আনা মাত্র।]



वक्राया वक्र
केन्द्राया वक्राया
केन्द्राया वक्राया

বিজ্ঞাপন।

প্রাকৃতিক-বিজ্ঞানের এই দ্বিতীয় খণ্ডে যন্ত্র-বিজ্ঞান এবং বাষ্পীয় যন্ত্রের বিবরণ লিখিত হইল। ইহার অন্তর্গত কঠিন বিষয় সমস্তকে পাঠকবর্গের বোধ-সুলভ করিবার নিমিত্ত সাধ্যানুসারে যত্ন করা গিয়াছে। এক্ষণে যদি এই দ্বিতীয় ভাগ প্রথম ভাগের ন্যায় সর্বত্র পরিগৃহীত হয় তাহা হইলেই সফল-প্রযত্ন হইবে।

যন্ত্র-বিজ্ঞান ।

প্রথম অধ্যায় ।

[যন্ত্র কি?—বল কি?—ভার কি?—বল এবং ভার পরিমাণের
রীতি কিরূপ?]

যে সকল উপায় দ্বারা এক স্থানে প্রযুক্ত বল স্থানান্তরে
ভিন্নরূপে কার্যকারী হয় তাহাকেই যন্ত্র বলা যায় ।
টেকির এক দিক্ পায়ে করিয়া চাপিলে তাহার অন্য দিক্
উঠে উঠে এবং সেই মুহূর্ত্তে ধান্যাদির উপর বল-
পূর্বক পতিত হইয়া তাহাদিগের শস্যের এবং খোসার পর-
স্পর সংযোগ বিনাশ করে । যখন হুল চালিত হয় তখন
বলীবর্দ্ধ সরল রেখায় চলিয়া যায়, যে ব্যক্তি হুল চালন
করে সে হলের মুখ-ভাগটা মৃত্তিকায় প্রোথিত করিয়া
ধরে, কিন্তু ঐ মুহূর্ত্তেই বলে মৃত্তিকা বিক্ষারিত এবং বিপ-
র্ধ্যস্ত হইয়া মুহূর্ত্তেই পার্শ্বে পড়িতে থাকে । ঘানিগাছের গুলু
অধিরত চক্রাকারে ভ্রমণ করিয়া থাকে, কিন্তু তাহার বলে

প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান

শর্ষপাদি মর্দিত হইয়া তৈল-
 কুঠার উত্তোলিত হইয়া
 কাঠ পার্শ্বের দিকে ফাটিয়া
 যায়। এই সকল স্থলে বল প্রয়োগ এক স্থানে এক
 প্রকারে হইতেছে, কিন্তু তাহার কার্য ভিন্ন স্থলে ভিন্ন
 রূপ বলের কার্যের ন্যায় প্রতীয়মান হইতেছে, সুতরাং
 যাহাদিগের আশ্রয়ে এই রূপ হইতেছে সেই টেকি,
 লাকল, ঘানিগাছ এবং কুঠার এই সকল গুলিই যন্ত্র।

যাহা দ্বারা যন্ত্র পরিচালিত হয় তাহাকে বল কহা
 যায়। বল নানা প্রকার হইতে পারে। টেকি মনু-
 ষ্যের বলে উঠে; লাকল, মনুষ্য এবং বলীবর্দ্ধ উভয়ের
 বলে চালিত হয়; গরুর বলে ঘানিগাছের শর্ষপ মর্দিত
 হয় এবং মনুষ্যের বলে কুঠার উত্তোলিত হয়। এই
 রূপ বাষ্পের বলে বাষ্পীয় শকটাদির গমন হয়—বায়ুর
 বলে বোমার জল উঠে এবং স্থিতি-স্থাপক স্প্রিংয়ের বহু
 ঘটা যন্ত্রের কাঁটা চলে।

[বহুস্থলে যেখানে বল প্রযুক্ত হয় তাহার নাম 'প্রয়োগ-স্থান'।]

যন্ত্র দ্বারা অসংখ্য প্রকার কার্য সাধন হয়, কিন্তু কার্য
 যে প্রকার হউক না কেন তাহার সাধনার্থ অবশ্যই উহার
 কোন রূপ প্রতিবন্ধক নিবারণ করিতে হয়। সেই
 প্রতিবন্ধকের নাম 'ভার'। টেকির আঁকাত দ্বারা তুলসের
 এবং তাহার তুলসের পরস্পর সংযোগ বিনাশ করা যায়।

বল-বিজ্ঞান ।

ঐ ভূমি এবং তণ্ডুল যে বলে পরস্পর সংযুক্ত হইয়া থাকে সেই সংযোগ-বলকেই 'ভার' কহা যায় । লাহর দ্বারা মৃত্তিকা উৎপাটিত হয় । যে বলে মৃত্তিকা পরস্পর সংযত হইয়া থাকে সেই বলকেই 'ভার' বলা গিয়া থাকে । ঘান্নিগাছে শর্বপ বাড়া যায় । তৈলের উপর শর্বপের খোসা যে বলে আবৃত হইয়া থাকে তাহাই 'ভার' । যখন কোন বাষ্পীয় নৌকা বাষ্পের বলে বায়ুর প্রতিকূল মুখে গমন করিতে থাকে তখন বায়ু যে বলে উহাকে পশ্চাদ্ভাগে আনিতে চেষ্টা করে এবং পৃথিবী উহাকে যত বলে আকর্ষণ করিয়া এক স্থানে বন্ধ রাখিতে চাহে আর জলের প্রতিকূল ঘর্ষণ যত, এই তিন প্রকার প্রতিবন্ধকই উক্ত বাষ্পীয় যন্ত্রের 'ভার' বলিয়া গণ্য হয় ।

কাজের যে ভাগে 'ভার' বিনাশ হয়, তাহার নাম 'কার্য-স্থান' । যন্ত্রের পরিচালক বল এবং তদ্বারা সম্পাদিত কার্যও যবিধ প্রকার হয় । কিন্তু বল এবং কার্য এ উভয়ের পরিমাপ করিতে হইলে সর্ব প্রকার বল এবং ভারকে এক জাতীয় করিতে হয় । কারণ এক জাতীয় না করিলে কোন প্রকারেই উহাদিগের পরস্পর তুলনা হইতে পারে না । তাহার দৃষ্টান্ত দেখ, সমুদ্রের দাঁড় বাহিয়া নৌকা চালাইতেছে—পাইল দ্বারাও বায়ু সংযোগে নৌকার গতি হইতেছে—এবং বাষ্পের বলেও নৌকা চলিতেছে—এই

ভিন্ন প্রকার বলের পরস্পর তুলনা করিতে হইলে ঐ তিন বলকেই এক প্রকার সঙ্কেত দ্বারা প্রকাশ করা আবশ্যিক । অর্থাৎ এমত বলিতে হয় যে, পাঁচ দিলে পাঁচটা দাঁড়ের কৰ্ম করে—বাস্পীয় যন্ত্র যোগে এক শত দাঁড়ের ফল হয়, ইত্যাদি । এই রূপ বলিলেই বুঝা যায় যে, ঐ স্থলে বায়ুর বল পাঁচ জন মনুষ্যের বলের সমান এবং বাষ্পের বল ১০০ ব্যক্তির বলের সমান । ইহারই নাম বলের একজাতি করণ ।

পশ্চিমেরা সৰ্ব প্রকার বলকে একজাতীয় করিবার অভিপ্রায়ে তাহাদিগকে পৃথিবীর মাপ্যাকর্ষণের সহিত তুলনা করিয়া থাকেন । অর্থাৎ তাহার বায়ুর বল পাঁচ জন মনুষ্যের বলের সমান, এমত না বলিয়া এই বিবেচনা করেন যে, মনুষ্যের বল বা অন্য কোন প্রাণী বল সৰ্ব সময়ে সৰ্বদেশে চিহ্ন সমান থাকে না, কিন্তু মাধ্যাকর্ষণের বল চিরকাল একই থাকে, অতএব বায়ু বা অপূর কোন বল যাহাকে কোন দিকে টানিতেছে সেই দিকে চিহ্ন কত ভারী জ্বা কোন রূপ কোণে খুলাইয়া দিলে তাহার পূর্ববৎ গতি থাকিবে; এইরূপ বিবেচনা করিয়াই সকল প্রকার বলকে একজাতীয় করা বিধেয় হইয়াছে । যত ভারী জ্বা খুলাইয়া দিলে ঐ গতি থাকিবে তাহার ভার পরিমাণই বায়ুর বা অপূর কাহার বলের পরিমাণ নির্দিষ্ট হইবে । এইরূপ বিবেচনা করিয়া দেখিলে সৰ্ব প্রকার বলকেই যে, মগ, মের, ছটাক ইত্যাদি ভার

পরিমাণ দ্বারা প্রকাশ করা যায় তাহা স্পষ্ট বোধ হহতে পারে। বোধ কর, যেন এক খানি কাঠের মেজের উপর কোন বস্তু আছে। ঐ দ্রব্যে দড়ি বাঁধিয়া টানা যাইতেছিল। যদি জিজ্ঞাস্য হয় যে, উহা কত বলে আঁকুঁই হইতে ছিল, তবে সেই প্রশ্নের প্রত্যুত্তর করিবার নিমিত্ত ঐ দড়িকে উক্ত মেজের এক পাশে মুলাইয়া তাহার অপর প্রান্তে একটা ভার বাঁধিয়া দিলে যদি ঐ ভারে উক্ত বস্তুটা সরিয়া আসিতে থাকে এবং তাহার বেগও পূর্বের সমান হয় তবে ঐ ভারকে পরিমাণ করিয়া যত সের বা মণ বা ছটাক হইবে, আমরা মেজেরা উপরিস্থিত দ্রব্যটিকে সেই পরিমিত বলে টানিতেছিলাম ইহা নিশ্চয় বলিতে পারি।

তীয় অধ্যায়

- * [যন্ত্রের প্রকৃতি বিবেচনা করিবার রীতি কেমন?—যন্ত্র সহকারে বলের লাভ হয় এই কথাই তাৎপর্য কি!]

যখন কোন বিষয়ের নীমাংসা করিতে হয়, তখন সেই বিষয়টা কঠিন হইলে, এক বারে তাহার সিদ্ধান্ত স্থির করিতে না পারিয়া, আমরা মনে ঐ বিষয়টিকে ভাগ করিয়া লই এবং ক্রমশঃ তাহার প্রত্যেক ভাগের প্রতি মনোযোগী হইয়া বিচার করত পরিশেষে সমুদায় বিষয়টা উক্তরূপে বুঝিতে পারি। যন্ত্র-বিজ্ঞান কাণ্ডেও

সেই রূপ করা আবশ্যিক। যন্ত্র সমস্তের প্রকৃতি বুঝিতে হইলে প্রথমতঃ উহারা যে২ পদার্থে জন্মে তাহাদিগের নিশ্চেষ্টতা, বন্ধুরত্ব এবং হ্রস্বম্যতা প্রভৃতি গুণের প্রতি দৃষ্টি করা যায় না, আর পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে উহাদিগের যে ভার আছে, তাহাও গণ্য করা যায় না, অপিচ বায়ুর প্রতিবন্ধিতাও তৎকালে স্বীকার্য্য হয় না। কারণ ঐ সকল লইয়া একেবারে বিবেচনা করিতে গেলে অভ্যন্তর গোলোযোগ উপস্থিত হইবার সম্ভাবনা। অতএব প্রথমে কেবল 'যন্ত্রের প্রকৃতি কি' ইহারই দিকে দৃষ্টি রাখিয়া বিবেচনা করা আবশ্যিক। তাহার পর একে২, উক্ত গুণ সকল থাকিতে ঐ প্রকৃতির কিরূপ বৈলক্ষণ্য ঘটে তাহা অনুসন্ধান করিতে হয়।

একগে যেরূপ যন্ত্রের প্রকৃতি কথিত হইবে, অবিকল তেমন যন্ত্র একটাও নির্মিত হইতে পারে না। কারণ, বিবেচনা করিতে হইবে যে, এই সকল যন্ত্রের কাঠ লৌহাদি সর্বতোভাবে ভার-বিহীন এবং ঘর্ষণ বর্জিত— ইহাতে যে সকল শৃঙ্খল এবং রজু ব্যবহৃত হয় তাহারা সর্বতোভাবে নম্য—আর এই যন্ত্র যে স্থানে চলে সেই স্থানে পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণও নাই। যদি বল এমত যন্ত্র যদি, কদাপি নির্মিতই না হইল, তবে তাদৃশ পদার্থের প্রকৃতি অনুসন্ধানের ফল কি? ইহার উত্তর, পূর্বেই বলা হইয়াছে যে, সর্ব স্থলেই প্রথমতঃ এইরূপ করিয়া বিবেচনা করিতে হয়—অর্থাৎ যে বিশ্বয়টী বুঝিতে হইবে প্রথমে তাহার স্থূল তাৎপর্য্য অবগত হইয়া পরে সুক্ষ্ম-

সুসজ্জানে প্রবৃত্ত হওয়া আবশ্যিক, নচেৎ ঐ বিষয় কদাপি বোধগম্য হয় না।

যন্ত্র সকলের দ্বারা অল্প বল প্রয়োগ করিলে অধিক বলের কার্য্য হয়, অনেকেই এই রূপ কহিয়া থাকেন। যদি বাস্তবিক তাহাই হইত তবে যন্ত্র সকলকে 'অলৌকিক পদার্থ' বলিয়া স্বীকার করিতে হয়। যেহেতু প্রাকৃতিক নিয়ম এই যে, যৎপরিমাণে কারণ প্রবল হইবে তৎপরিমাণে কার্য্যেরও আধিক্য হইবে। বল, ভার নিবারণের কারণ। সুতরাং যদি অল্প বলে অধিক ভার নিবারিত হয় তবে কারণ দুর্বল হইয়াও প্রবল কার্য্যের উৎপাদক হইতে পারে। কিন্তু বাস্তবিক কোন স্থলেই এইরূপ হয় না।

যন্ত্র মাত্রেরই কতক গুলি অবলম্ব স্থান আছে। সেই সকল অবলম্ব দ্বারা ভারের অধিকাংশই বাহিত হয়, সুতরাং বলের আপনার যে পরিমাণ উহা সেই পরিমাণ মাত্র ভারকে বহন করে, কদাপি তাহার অধিক বহন করিতে পারে না। বিশেষতঃ যন্ত্রের বিবরণ কালে এই বিষয় অধিক স্পষ্ট করা যাইবে। সম্প্রতি ইহার একটা মাত্র দৃষ্টান্ত দেওয়া যাইতেছে।—এক খানি বৃহদাকার কাঠের নীচে এক খণ্ড বাঁশের অগ্রভাগ প্রবিষ্ট করাইয়া এবং ঐ বাঁশের নীচে একটা ইট রাখিয়া যদি বাঁশের অপর প্রান্তে কেহ চাপ দেয় তবে ঐ এক জনের বলে ভীষণ বৃহৎ কাঠ খণ্ডও উন্নত হইয়া উঠে। এই স্থলে বোধ হইতেছে যেন, অল্প বলে অধিক ভার উত্তিত হইল।

কিন্তু বাস্তবিক তাহা হয় নাই। উক্ত বাঁশের অবলম্বন ইচ্ছক খানি ঐ কাঠের ভার বহন করিয়া ছিল। মনুষ্য কর্তৃক যে অতিরিক্ত বল প্রদত্ত হইল তদ্বারাই কাঠ উত্তোলিত হইল।

যদি বল যে, ঐ ইচ্ছকরূপ অবলম্বনের সাহায্যে যদিও পুরোক্ত কাঠ খণ্ড ইচ্ছকের উপরেই ভর দিয়া থাকিতে পারে এমনতর হয় বটে, কিন্তু এক জন সামান্য মনুষ্যের বলে উহা যে, উন্নত হইয়া উঠিল, অর্থাৎ উহার যে উর্দ্ধ-মুখে গতি জন্মিল তাহার কারণ কি?—তাহার কারণ অনুসন্ধান করিতে হইলে এই স্থলে কার্যের প্রতি বাস্তবিক কত বল প্রযুক্ত হইয়াছে তাহা অবগত হওয়া আবশ্যিক। কাঠ খানি যদি এক শত মন ভারী হয় এবং উক্ত বাঁশ খণ্ড সংযোগে যদি উহা এক অঙ্গুল প্রমাণ উন্নত হইয়া উঠিয়া থাকে তবে ঐ কাঠের বেগ-বল (মন 100×1 অঙ্গুলি) = ১০০ মন হইয়াছে। অতএব যে ব্যক্তি কাঠকে উন্নত করিয়াছে সে অবশ্য উহার প্রতি ১০০ মন পরিমিত বল প্রযুক্ত করিয়া থাকিবে। কিন্তু সে এত বল কোথায় পাইল ?

এই স্থলে বিবেচনা করা উচিত যে, যদি ঐ কাঠ খানি সমান এক শত অংশে বিভক্ত হইত এবং কোন ব্যক্তির সহায়তা ব্যতিরেকে উক্ত ব্যক্তির বলে ঐ এক শত খণ্ড একে একে এক শত বার একে একে অঙ্গুলি করিয়া উন্নত হইতে পারিত, তবে ঐ ব্যক্তির বেগ তিঁ ১০০ শত অঙ্গুলি স্থান

পরিমিত হইত। সুতরাং তাহার বেগ-বল (১ মণ X ১০০ অঙ্গুলি) = ১০০ মণ হইত। অতএব বোধ হইতেছে ঐ ব্যক্তির বেগ অধিক হওয়াতেই তাহার বেগ-বল তাৎক্ষণিক অধিক হইয়াছে।

ফলে তাহাই দেখা যায়, ঐ কাষ্ঠ যে সময়ে ১ অঙ্গুলি মাত্র উঠিবে সেই সময় মধ্যে যে তাহাকে উত্তোলন করিতেছে তাহার হাতও ১০০ অঙ্গুলি প্রমাণ নড় হইয়া আসিবে।

অতএব বলের এবং ভারের বেগ-বল চিরকাল সমান থাকে। বল গুরু হইলে তাহার বেগ অল্প হয় এবং বল লঘু হইলে তাহার বেগ অধিক হওয়া আবশ্যিক। ইহাই যন্ত্র-বিজ্ঞান শাস্ত্রের মূলসূত্র। ইহার তাৎপর্য কখনও এক্রূপে প্রকাশিত হয় যথা, বলের লাভ করিতে গেলে বেগের লোপ্তান এবং বেগের লাভ করিতে গেলে বলের লোপ্তান করিতে হয়।

এক্ৰূপে এই মাত্র বিবেচনা কর যে 'বেগ' বলেরই কার্য্য। সুতরাং যখন বল লঘু হইয়াছে বলিয়া বেগের আধিক্য দ্বারা সেই ক্ষতি পূরণ করা যায়, তখন বাস্তবিক বলই দেওয়া হয়। সুতরাং যন্ত্র সহযোগে বলের গতি হয় একথা সামান্যতঃ বুঝা কর্তব্য নহে। কার্য্যের বৎ কারণের বেগ-বল সর্বদা সমান থাকে এমন স্মরণ রাখা কর্তব্য। বল লঘু হইলে বেগের আধিক্য দ্বারা তাহা পূরণ করা যায় এবিষয় পরে সুস্পষ্ট হইবে।

তৃতীয় অধ্যায় ।

। যন্ত্র দ্বারা বাস্তবিক লাভ কি হয়?—সাম্যাবস্থা কি?—টবল-
ব্যবস্থা কি?]

পূর্বাধ্যায়ের দ্বিতীয় কথিত হইয়াছে, তাহা অতি নিবেশপূর্বক বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে, যে বংশ-
খণ্ড সংযোগে যদিও বাস্তবিক বলের লাভ না হইয়া থাকে, তথাপি কাষ্ঠ উত্তোলন কার্যের অনেক সুবিধা ঘটিয়াছে। প্রথমতঃ যে ব্যক্তি ঐ রূপে কাষ্ঠ উত্তোলন করে সে নীচের দিকে বল প্রয়োগ করিলেও কাষ্ঠ উপরের দিকে উঠে—দ্বিতীয়তঃ ঐ ব্যক্তি লঘু বল দেয় তাহাতে কাষ্ঠের গুরু ভার উন্নত হয়, পরন্তু ইহা দ্বিতীয় প্রভীয়মান হইতেছে যে, বেগ গরিষ্ঠ প্রদত্ত হয়। কিন্তু কাষ্ঠের লঘু বেগ অর্থে।

এই সামান্য যন্ত্রের যেরূপ প্রকৃতি দেখা যাইতেছে তা-
দ্বারা যন্ত্র প্রকৃতি অতি অসামান্য যন্ত্র সকলেও অবিকল
এই রূপ প্রকৃতি দৃষ্ট হইবে। অতএব যন্ত্র দ্বারা
সামান্য এই অবধারিত হইল যে, উদ্ভারাদি প্রয়োজের
দ্বিতীয় পরিবর্তিত হইতে পারে আর বেগের পরিবর্তন
বল এবং বেগের পরিবর্তন বেগ প্রতিনিহিত হইতে পারে।

যদি ইহাও না হইত তবে যন্ত্র নির্মাণের কোন প্রয়োজনই থাকিত না । যে বলের দ্বারা যে কার্য সাধন করিতে হইবে তাহা সাক্ষাৎ প্রয়োগ করিলেই হইত ।

কিন্তু যন্ত্রের উক্ত কতিপয় গুণ থাকাতে লোকের কতই উপকার হইতেছে । দেখ, শর্যপকে অন্য প্রকারে মর্দন করিয়া তৈল বাহির করিতে হইলে কতই কষ্ট হইত । কিন্তু ঘানিগাছে শর্যপ ফেলিয়া দিলে, গরু সহজে চলিয়া যাইতে থাকে, অথচ তৈল নিঃসৃত হয় । বাষ্পীয় যন্ত্রের অর্গলদ্বয় সরলরেখাক্রমে এ দিক্ ও দিক্ করিতে থাকে, কিন্তু তাহারই দ্বারা যন্ত্র বিশেষ সংযোগে বাষ্পীয় শকট ও বাষ্পীয় নৌকাদির চক্র সকল ঘুরিতে থাকে এবং ঐ সকল যান দ্রুতবেগে চলিয়া যায় । ঘর্ষী-যন্ত্রের ভিতরে একটা লৌহ পিণ্ড বুলে, উহা মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে নীচে নাগিয়া, আইসে, কিন্তু যন্ত্র সংযোগ দ্বারা উহার সেই প্রাণাঙ্গতি, ঘর্ষী-যন্ত্রের কাঁটার চক্রগতির উৎপাদক হয় । চরকায় যত বেগে পাক দেওয়া যায়, টঙ্কটা স্রাবার শক্তি গুণ অধিক বেগে ঘূর্ণিত হয় এবং চরকায় যে দিকে দেওয়া যায়, টঙ্কু তাহার বিপরীত দিকে ঘূরে । এইরূপ সর্বস্থলেই দেখিতে পাওয়া যায় যে, যন্ত্রের দ্বারা বল প্রয়োগের নানাবিধ সুবিধা জন্মে এবং সেই জন্যই যন্ত্রমাত্রেয় এত প্রচীর ।

যন্ত্রের বাস্তবিক লাভ এইরূপ । যেহেতু বণিকেরা আপনাদিগের স্থানে যে দ্রব্য অধিক থাকে তাহা দিয়া যে

ক্রমের অভাব তাহা বিনিময় করিয়া লন, মনুষ্যেরাও সেই রূপ যন্ত্র সহযোগে কখন বা বেগ দিয়া বল কখন বা বল দিয়া অধিক বেগ গ্রহণ করিয়া থাকেন, আর কখন বা এক দিকে এক প্রকারে বল প্রদান করিয়া অন্য দিকে ভিন্ন প্রকার বল প্রাপ্ত হইয়েন। কিন্তু মনুষ্যদিগের পল্পর বাণিজ্য যেমন ক্রমের মূল্য চিক্ ধরা থাকে, কখন অল্প দিয়া অধিক পাওয়া যায় না এবং অধিক দিয়াও অল্প লইতে হয় না, তেমনি মনুষ্যেরা যন্ত্র সহযোগে প্রকৃতির সহিত যে বাণিজ্য করেন তাহারও দর দাম চির কাল একই প্রকার নিরূপিত থাকে। অর্থাৎ সকল যন্ত্রেরই 'কার্য্য-স্থানের' বেগ-বল এবং 'প্রয়োগ-স্থানের' বেগ-বল সর্ব সময়ে চিক্ সমান থাকে। অতএব যদি 'ব' অর্থে বল এবং 'প' অর্থে তাহার পতন বা বেগ বুঝা যায় আর 'ভা' অর্থে ভার এবং 'উ' অর্থে ভার উন্নতি কিম্ব বেগ বোধ হয়, তবে গণিত শাস্ত্রের সঙ্কেতানুসারে পুরোক্ত নিয়ম এইরূপে লেখা যাইতে পারে, যথা $v \times p = \text{ভা} \times \text{উ}$ ।

যখন কোন যন্ত্র এই অবস্থান্ধিত থাকে, অর্থাৎ উহার বেগ বল প্রযুক্ত হইয়াছে, তাহাকে সেই বলের বেগ দ্বারা গণন করিলে যাহা হয় এই যন্ত্র দ্বারা যে ভার বিনষ্ট হইতেছে সেই ভারের বেগ দ্বারা ভারকে পূরণ করিয়া যদি চিক্ তত্ত হয়, তবে যন্ত্রের সাম্যাবস্থা হইয়াছে বলা যাইতে পারে। সাম্যাবস্থায় যন্ত্র যেমন ছিল তেমনি

থাকে। যদি সচলাবস্থায় উক্ত সাম্য হইয়া থাকে তবে যন্ত্র চলিতেই থাকিবে, আর যদি অচলাবস্থায় যন্ত্রের সাম্যতাব হইয়া থাকে তবে যন্ত্র নিশ্চল থাকিবে। ইহার প্রমাণ দেখ, যদি কোন ঘোটক ১০ মণ ভারী এক খানা শকট বহন করিয়া প্রতি ঘণ্টায় ২ ক্রোশ পথ ঘাইতে থাকে তবে, ঘোড়ার বেগ-বল ঐ শকটের বেগ-বলের সমান, অর্থাৎ উভয়ই $(১০ \times ২) = ২০$ মণ পরিমিত হয়। যদি ঘোটক অবিরত ঐ কুড়ি মণ বেগ-বল প্রদান করিতে পারে তবে শকটও সমান বেগে চলিতে থাকিবে। সুতরাং সচল থাকিয়াই উহার সাম্যাবস্থা হইবে। আবার দেখ, যদি কোন এক মণ ভারী দ্রব্যকে কোন ব্যক্তি উত্তোলন করিয়া ধরিয়া থাকে তবে ঐ এক মণ ভারী দ্রব্যেরও যত বেগ-বল যে ধরিয়াছে তাহারও তত বেগ-বল, সুতরাং ঐ এক মণের অধিক বেগ-বল প্রয়োগ না করিলে ঐ এক মণ পরিমিত দ্রব্য আর অধিক উঠিতেও পারিবে না, নামিতেও পারিবে না। সুতরাং অচল থাকিয়াই উহার সাম্যাবস্থা থাকিবে।

কিন্তু পূর্কোক্ত ঘোটক যদি শকটকে পূর্কোপেক্ষা অধিক বলে টানে তাহা হইলে শকটের বৈষম্যাবস্থা হয়। কিন্ত পশুরূপেই শকটের বেগ বৃদ্ধি হইয়া পূর্কোপেক্ষা সাম্যাবস্থা ঘটে। আবার যদি ঘোটক শকটকে পূর্কোপেক্ষা অল্প বলে টানে তাহা হইলেও একবার বৈষম্য হয়। কিন্ত সেই ক্ষণে শকটের বেগ হ্রাস হইয়া সাম্যাবস্থা জন্মে।

অন্তএব সাম্যাবস্থাই যন্ত্র নাত্রের স্থায়ী ভাব । বৈষ-
ম্যাবস্থা উহাদিগের ব্যতিচারী ভাব নাত্র । এই হেতু
যন্ত্রের প্রকৃতি বর্ণন করিতে হইলে উহাদিগের স্থায়ীভাব
বর্ণন করিলেই হয় ।

চতুর্থ অধ্যায় ।

‘ যন্ত্র কত প্রকার? বিস্কন্ধ-যন্ত্র কত প্রকার? যন্ত্র-স্থল কি’

আমাদিগের দেশে পূর্ষকালাবধি যত প্রকার যন্ত্রেব
ব্যবহার ছিল আর সম্প্রতি ইংবেজেবা এই দেশে যত
প্রকার যন্ত্রেব ব্যবহার প্রচলিত করিয়াছেন, বিশেষঃঃ
ইউরোপ খণ্ডে যত প্রকার যন্ত্র এক্ষণে ব্যবহৃত হইতেছে,
আব তথায় দিনে যত সূচনং যন্ত্র নির্মিত হইতেছে,
সেই সকল গুলির সংখ্যা করা দুঃসাধ্য । ইউরোপের
অনেক দেশে এমনত অনেক যন্ত্রেব ব্যবহার আছে, বাহা
নামও তথাকার অপর দেশীয় লোকের প্রতিগোচর
নাই ।

কিন্তু যন্ত্রেব প্রকার ভেদ যতই হউক না কেন তাহার
প্রথমতঃ বিস্কন্ধ এবং বিমিশ্র এই দুই ভাগে বিভক্ত হয় ।
বিস্কন্ধ-যন্ত্র গুলির প্রকৃতি এই যে, তাহাদিগের কার্য
স্থান এবং বল-প্রয়োগ স্থান এই দুই স্থানের মধ্যে

অপর কোন যন্ত্রের কার্য হয় না, ঐ যন্ত্র একাকীই কার্য-কারী হয়। যখন এক খানা বাঁশে চাড়া দিয়া কাঠ বা অপর কোন ভারী জব্বাকে সরান যায় তখন ঐ বাঁশ একটা বিশুদ্ধ-যন্ত্রের কার্য করে। বিমিশ্র-যন্ত্রের প্রকৃতি উহার বিপরীত। উহার অনেক ভাগ থাকে। সেই একই ভাগ একইটা বিশুদ্ধ-যন্ত্র। উহারা প্রথমতঃ পরস্পরের প্রতি কার্যকারী হইয়া পরিশেষে অভিপ্রেত সাধন করে। চরকা একটা বিমিশ্র-যন্ত্র। চরকার কর্ণে পাক দিলে সেই পাকে উহার কাঠি ঘুরে, কাঠি ঘুরিলে উহার হাঁড়ি ঘুরে, সেই হাঁড়িতে যে তাঁইত বেষ্টিত পাকে তাহা হাঁড়ির সহিত ঘুরে, তদ্বারা টুকু ঘূর্ণিত হয়। পবে টুকুর ঘুরণে তুলায় পাক লাগিয়া ক্রমশঃ সূত্র হইতে থাকে।

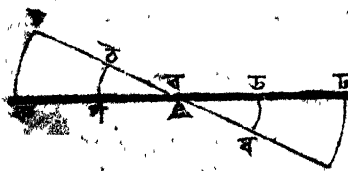
কোন বিমিশ্র-যন্ত্র দ্বারা কত কার্য হইতেছে নিরূপণ করিতে হইলে ঐ যন্ত্রটি যত গুলি বিশুদ্ধ-যন্ত্রের সংযোগে জন্মিয়াছে সেই সকল গুলির কার্য-ক্ষমতা পরিমাণ করিতে হয়। ঐ সকল গুলির কার্য-ক্ষমতা সমুদয়ে যত হয়, বিমিশ্র যন্ত্রের কার্য-ক্ষমতা ঠিক তাহারই সমষ্টি হইবে। সুতরাং সর্বপ্রথমে বিশুদ্ধ-যন্ত্রের প্রকৃতি অনুসন্ধান করাই আবশ্যিক বোধ হইতেছে।

বিশুদ্ধ-যন্ত্র সর্ব সমেত তিন প্রকার বই নাই। প্রথমন্ কোন ভাষায় যতই কেন কথা থাকুক না, সেই ভাষার যন্ত্রটি বর্ণ সেই গুলি মিলিয়াই সকল কথা হয়,

যেমন জলভেদে পদার্থ ভেদ যতই হউক না কেন, পঞ্চ-
যষ্টি প্রকার পরমাণুর দ্বারাই সকল পদার্থ উৎপন্ন হয়,
তেননি যে দেশে যত প্রকার যন্ত্র থাকুক না কেন, উৎ-
তিন প্রকার বিসৃজ-যন্ত্র ব্যতীতকে তাহার কাহাতে
কিছু অধিক থাকে না। ঐ তিনটি যন্ত্র এই

১. অবলম্ব সমন্বিত কঠিন দণ্ড।
২. নম্র বস্তুর বা শৃঙ্খল।
৩. কঠিন এবং নম্র ক্রমনিম্ন ধরা তল।

ইহাদিগের প্রথমটির প্রকৃতি এই যে, উহার এক অংশের
উপর চতুর্দিকে ঘূর্ণিত করা যায়। সুতরাং ঐ কঠিন
ঘূর্ণিত করিলে উহার সকল ভাগই বৃত্তাকার পথে ভ্র-
ম করে, এবং যে ভাগ অবলম্ব-স্থান হইতে যত দূর ভা-
গেগ তত অধিক হয়। কারণ অবলম্ব-স্থান ঐ সম-
বৃত্তেরই কেন্দ্র এবং অবলম্ব-স্থান হইতে যে ভাগ ২
দূরত্বে ভাগ তত বৃহৎ-পরিধিতে ভ্রম করে।



এই প্রতিকৃতি দেখিলেই

বোধ হইবে যদি 'ক' না-

মক দণ্ড 'ব' নামক অব-

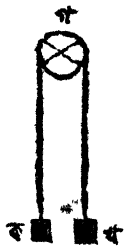
লম্বের উপর ঘুরিয়া 'ক'

হ রাখা যায় উপস্থিত

হয় তবে 'ক' এর 'গ' 'ড' 'ক' 'ড' প্রভৃতি যে স্থান 'ব'
হইতে যত দূর তাহাকে তত অধিক পথ, যথা 'গ' 'ঘ',
'ক' 'চ' এক সময়ে বাইতে হইবে। সুতরাং উহা-

দিগের দূরত্বানুসারে বেগের তারতম্য হইবে।

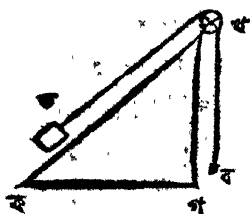
দ্বিতীয় প্রকার বিশুদ্ধ-যন্ত্র একটি রঞ্জুযন্ত্র। উহার প্রকৃতি এই যে, উহার এক স্থানে কোন বল প্রযুক্ত হইলে তাহা সর্ব স্থানে সমান লাগে। যদি ঐ রঞ্জুকে কোন কঠিন দ্রব্যের উপর বেড় দিয়া লওয়া যায় তথাপি সেই প্রকৃতির অন্যথা হইতে পারে না। কারণ উহা যে, সর্বতোভাবে নম্য এবং ঘর্ষণ-বিহীন ইহা পূর্বেই স্বীকার করিয়া লওয়া হইয়াছে।



'কগঘ' নামক একটি ঐ রূপ রঞ্জু। উহাকে 'গ' নামক কোন চক্রের উপর বেড় দিয়া এক প্রান্তে 'ক' এবং অপর প্রান্তে 'খ' নামক ভার বুলাইয়া দেওয়া হইয়াছে। 'ক' যত ভারী 'খ' চিক্ তত ভারী না হইলে ঐ

রঞ্জু কখন সাম্যাবস্থা থাকিবে না, যে দিকে অধিক ভার সেই দিক্ নামিয়া পড়িবে।

তৃতীয় প্রকার বিশুদ্ধ-যন্ত্র একটি কঠিন ক্রমনিম্ন ধরাতল। উহার উপর ভারী দ্রব্যাদি গড়াইয়া, অথবা টানিয়া তুলিতে পারা যায়। সেই দ্রব্য উত্তোলন করিতে যে বল প্রযুক্ত হয় তাহাকে গতি-বিভাগের নিয়মানুসারে দুই ভাগে ভাগ করিয়া লইতে হয়। পরপৃষ্ঠের চিত্রে 'কখগ' একটি ক্রমনিম্ন ধরাতল। উহার উপর 'ড' নামক



ভার উত্তীর্ণ করণার্থে উহাতে
একটি রজ্জু বন্ধ করিয়া 'খ'
নামক স্থানের উপর দিয়া
ঐ রজ্জু নীচে কুলাইয়া দে-
ওয়া গিয়াছে এবং সেই

প্রান্তে 'ব' নামক ভার বন্ধ হইয়াছে। 'ব' ভার 'ড' অপে-
ক্ষা মূল্য। অথচ উহা দ্বারা যে, 'ড' সাম্যাবস্থ রহিয়াছে;
তাহার কারণ এই যে, 'ড' নামক ভার পৃথিবীর মাধ্যম-
কর্ষণ প্রভাবে 'খগ' লম্ব রেখা ক্রমে ঠিক নীচে আসিতে
চাহে। কিন্তু ঐ বল গতি-বিভাগের নিয়মানুসারে দুইটি
বলের সমান। পরন্তু ঐ দুইয়ের মধ্যে একটি 'কখ'এর
উপর লম্বমান হইয়া পড়িতেছে, সুতরাং তাহা ঐ কঠিন
ক্রমনিম্ন ধরাতলের প্রতিঘাতেই সাম্যাবস্থ হইতেছে।
অতএব ঐ দুইয়ের একটি মাত্র এই স্থলে কার্যকারী হয়।
যদি সেই বলটি 'ব'এর আকর্ষণ পাইয়া সাম্যাবস্থ হয়,
তবে সুতরাং 'ড' ভার স্থির হইয়া থাকে। উপরে বা
নীচে কোন দিকেই বাইতে পারে না। ক্রমনিম্ন ধরা-
তলে যেসকল গতি-বিভাগ হইয়া থাকে তাহা প্রাকৃতিক-
বিজ্ঞানের প্রথম খণ্ডে ১৫৩ পৃষ্ঠের চিত্রে দৃষ্টিপাত
করিলে সুস্পষ্ট বোধ হইবে।

বিশেষ বিবেচনা করিয়া দেখিলে, স্পষ্টই বোধ হইবে
যে, বিস্তৃত-বস্তুর এই তিন প্রকার বই আর নাই, কিন্তু
যন্ত্র-বিজ্ঞান বেস্তারা পাঠকবর্গের বোধ-সৌকর্যের
নিমিত্ত ঐ তিনেরই প্রকার ভেদ করিয়া স্বতন্ত্র হইবে।

প্রকার বিশুদ্ধ-যন্ত্র কল্পনা করিয়া থাকেন। কিন্তু যদি ঐ রূপ কল্পনা করা আবশ্যিক হয় তবে, ছয় প্রকার না বলিয়া বিশুদ্ধ-যন্ত্র আট প্রকার বলাই অধিক যুক্তি-সিদ্ধ বোধ হইতেছে। সেই আট প্রকারকে যন্ত্র-মূল বলা যায়। তাহাদিগের একংটির বিশেষত্ব নাম এই।

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| ১. সরল-দণ্ড-যন্ত্র। | ৫. অবদ্ধ-কপি-যন্ত্র। |
| ২. বক্র-দণ্ড-যন্ত্রে। | ৬. ক্রমনিম্ন-ধরাভল-যন্ত্র। |
| ৩. অক্ষ-চক্র-যন্ত্র। | ৭. কাঙ্কলা বা ছেনি যন্ত্র। |
| ৪. বদ্ধ-কপি-যন্ত্র। | ৮. স্কু-যন্ত্র। |

এই আটটির মধ্যে ১ম ২য় ও ৩য় সর্ব প্রথমোক্ত বিশুদ্ধ-যন্ত্রের প্রকার বিশেষ মাত্র—৪র্থ এবং ৫ম দ্বিতীয় প্রকার বিশুদ্ধ-যন্ত্রের অন্তর্গত আর ৬ষ্ঠ ৭ম ও ৮ম তৃতীয়ের অন্তর্ভুক্ত।

বাঁহারা যন্ত্র-মূল ছয়টি বলেন তাঁহারা ২য় কে প্রথমের অতিরিক্ত এবং ৪র্থ ও ৫ম দুইকেই এক বোধ করেন।

এই সমস্ত যন্ত্র-মূলের প্রকৃতি ক্রমশঃ কথিত হইবে।

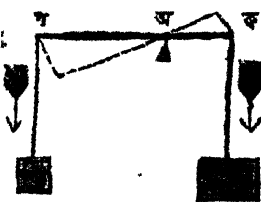
পঞ্চম অধ্যায় ।

সরল দণ্ডযন্ত্র—তুলা-দণ্ড—উদাহরণ—অবলম্বের উপর চাপ।

একটা কঠিন এবং দীর্ঘাকার দণ্ড যদি কোমি অবলম্বের উপর যুরে তাহা হইতেই দণ্ড-যন্ত্র হয়। দণ্ড-যন্ত্রের তিন অঙ্গ—একটা অবলম্ব এবং দুইটা ভুল। বাঁহার উপর নির্ভর করিয়া দণ্ড ঘূর্ণিত হয় তাহার নাম অবলম্ব, এবং ঐ অবলম্ব হইতে প্রয়োগ-স্থানের দুই-

তাকে একটা ভুজ এবং কার্য্য স্থানের দূরত্বকে আর একটা ভুজ বলা যায়। অবলম্বের, কার্য্য-স্থানের ও প্রয়োগ-স্থানের বিভিন্ন প্রকার বিনিবেশ হইতে পারে। কোন২ দণ্ড-যন্ত্রে অবলম্ব-স্থান মধ্যে এবং কার্য্য ও প্রয়োগ-স্থান উক্ত অবলম্বের দুই দিকে হয়। এই দণ্ড-যন্ত্রকে অবলম্ব-মধ্যক কহে। কোন২ দণ্ড-যন্ত্রের কার্য্য-স্থান মধ্য ভাগে এবং অবলম্ব ও প্রয়োগ-স্থান দুই প্রান্তে হয়। তাদৃশ দণ্ড যন্ত্রকে ভার-মধ্যক বলা যায়। আর কোন২ দণ্ড-যন্ত্রের প্রয়োগ-স্থান মধ্যে ও কার্য্য-স্থান এবং অবলম্ব উভয় পার্শ্বে থাকে। সেই সকল দণ্ড-যন্ত্রের নাম বল-

মধ্যক। এই প্রতিকৃতিতে



'ক অ প' একটী কঠিন দণ্ড।

'অ' উহার অবলম্ব 'ক' কা-

র্য্য-স্থান এবং 'প' প্রয়োগ-

স্থান, 'ভ' ভার এবং 'ব' বল।

এই স্থলে 'ক' এবং 'প' উ-

ভয়ের মধ্যভাগে 'অ' রহিয়াছে—অতএব ইহা প্রথম

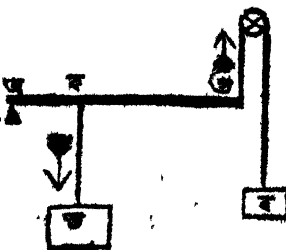
প্রকার অর্থাৎ অবলম্ব-

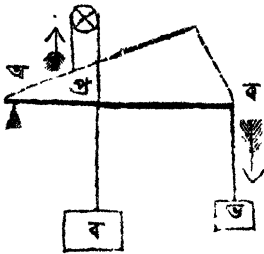
মধ্যক-দণ্ড-যন্ত্র হইল।

এই দ্বিতীয় প্রতিকৃতিতে

ভার-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের

আকার চিত্র হইতেছে।





তৃতীয় চিত্রটি বল-মধ্যক
দণ্ড-যন্ত্রের প্রতিকৃতি ।

দণ্ড-যন্ত্র যে প্রকার হুঁটক
না কেন, উহার সাম্যাবস্থায়
ভারের এবং বলের বেগ-বল
সমান থাকা আবশ্যিক ।

অতএব অবলম্ব-স্থান হইতে বলের দূরত্বকে বলের
গুরুত্ব দ্বারা পূরণ কর এবং ভারের দূরত্বকে ভারের
গুরুত্ব দ্বারা পূরণ কর, যদি ঐ দুই গুণ-ফল সমান হয়
তাহা হইলেই সাম্যাবস্থা জানিতে পারিবে ।

পূর্বেগত তিনটি চিত্রের প্রথমটির 'অপ' ভুজ যদি
৬ হাত এবং 'অক' ভুজ ২ হাত দীর্ঘ হয় আর 'ক'
স্থলে বন্ধ হইয়া যে 'ড' নামক ভার ঝুলিতেছে সে যদি
১২ সের পরিমিত হয় তবে বিবেচনা করিতে হইবে যে,
এই স্থলে ভারের উন্নতি বা বেগ 'অক' দ্বারা এবং
বলের পতন বা বেগ 'অপ' দ্বারা পরিমিত হইতে পারে ।
কারণ উহাদিগের গতি যে বৃত্ত পরিধিতে হইবে সেই
বৃত্তের একটির ব্যাসার্ধ 'অক' এবং অপরটির 'অপ' ।
অতএব এই স্থলে সাম্যাবস্থার নিয়ম এইরূপ হইতেছে,
যথা—ভা × অক = ব × অপ ।

পারন্ত 'অক' ২ হাত এবং 'অপ' ৬ হাত, আর ভার
১২ সের, সুতরাং

$$১২ \times ২ = ৬ \times ব$$

$$\therefore ব = \frac{১২ \times ২}{৬} = ৪ \text{ সের}$$

অর্থাৎ 'ব' / ৪ সের পরিমিত হইলেই ঐ বস্তু সাম্যাবস্থ থাকিবে। দেখ, এই স্থলে বেগের ক্ষতি হইয়া বলের লাভ হইল, কারণ উপরিস্থ সমীকরণের প্রথমমাংশে বেগ ২ এবং শেষে ৬; সুতরাং বল লাভ হইয়াছে বেগ অধিক যাইতেছে।

দ্বিতীয় প্রতিকৃতিতে যদি এমত কল্পনা করা যায় যে, 'অক্ষ' ২ হাত 'অক্ষ' ৬ হাত এবং 'ভা' ১২ সের ভা হা- হইলেও

$$\text{অক্ষ} \times \text{ভা} = \text{অক্ষ} \times \text{ব} =$$

$$২ \times ১২ = ৬ \times \text{ব}$$

$$\therefore \text{ব} = \frac{২ \times ১২}{৬} = ৪$$

এস্থলেও বেগের ক্ষতি হইয়া বলের লাভ হইতেছে। কিন্তু তৃতীয় প্রতিকৃতিতে যদি 'অক্ষ' ২ হাত এবং 'অক্ষ' ৬ হাত আর 'ভা' ১২ সের হয় তবে

$$\text{অক্ষ} \times \text{ব} = \text{অক্ষ} \times \text{ভা} =$$

$$২ \times \text{ব} = ৬ \times ১২$$

$$\therefore \text{ব} = \frac{৬ \times ১২}{২} = ৩৬ \text{ সের।}$$

এই স্থলে ৩৬ সের বলে ১২ সের ভার সাম্যাবস্থ হয়; অতএব বলের অনেক ক্ষতি হইতেছে। কিন্তু বলের বহু ক্ষতি হইতেছে বেগের ঠিক তদনুসারেই লাভ হইতেছে। ঐ প্রতিকৃতি দেখিলেই বোধ হইবে যে, 'প্র' আকৃষ্ট হইয়া যে সময়ে উহার উপরিস্থ রেখার উপর উপস্থিত হয়, সেই কালের মধ্যে 'কা' ও উহার উপরি

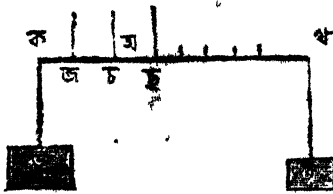
রেখায় বাইয়া পৌঁছে । কিন্তু 'প্র' যে বিন্দুতে পৌঁছিয়া যত স্থান বাইতছে তাহা অপেক্ষা 'ক' যে বিন্দুতে পৌঁছিয়া যত স্থান বাইতেছে তাহা তিন গুণ অধিক, অতএব যেমন ১২ সের ভারকে উস্তোলন করিতে তাহার তিন গুণ অধিক বল, অর্থাৎ ৩৬ সের বল দিতে হইয়াছে, তেমনি বেগেও তিন গুণ লাভ হইয়াছে, অর্থাৎ বল ১ হাত মাত্র নামিয়া ভারকে ৩ হাত উস্তোলিত করিয়াছে ।

অতএব নিশ্চিত হইল যে, অবলম্ব-স্থান হইতে বলের দূরত্ব যত অধিক এবং ভারের দূরত্ব যত অল্প হয় ততই বলের লাভ এবং বেগের ক্ষতি হয়, আর বলের দূরত্ব যত অল্প এবং ভারের দূরত্ব অধিক হয় ততই বলের ক্ষতি এবং বেগের জাত হইয়া থাকে । যদি বলের এবং ভারের দূরত্ব সমান হয় তবে লাভ লোক্‌মান কিছুই হয় না । এক দিকে যত ভার দেওয়া যায় অপর দিকে চিক্তা হার সমান বল দিতে হয়, নচেৎ যন্ত্র সাম্যাবস্থ থাকে না । নিক্তি এই রূপ সম-ভুজ-দণ্ড-যন্ত্র । উহার মধ্যে অবলম্ব এবং দুই দিকের দুই ভুজ সমান । সুতরাং এক দিকে যত ভার দেওয়া যায় অপর দিকে চিক্তা তত ভার না দিলে ঐ যন্ত্র সাম্যাবস্থ হয় না ; যে দিক ভারী সেই দিক বুলিয়া পড়ে ।

অতএব নিক্তি যন্ত্রেই দুই ভুজ সমান ভারী এবং সমান দীর্ঘ হওয়া আবশ্যিক । তাহা হইলেই ওজন চিক্ত হইতে পারে । পরন্তু যদি তাহা না হয়, তথাপি একবার

এক পাল্লায় এবং দ্বিতীয় বার অপর পাল্লায় রাখিয়া
 দ্রব্যাদি পরিমাণ করিয়ালইলেও ঠিক ওজন পাওয়া
 যায়। লোকে যখন একেবারে অধিক দ্রব্য ক্রয় করে
 তখন প্রায়ই ঐ রূপে 'পাল্লা-বদল' করিয়া লয়। কিন্তু
 যদি অল্প দ্রব্য ক্রয় করিতে হয় তখন পুনঃ ২ ওজন ক-
 রিতে হয় না বলিয়া প্রথমে নিজের দুই দিক্ সমান
 ভারী আছে কি না পরীক্ষা করিয়া দেখে এবং যে দিক্
 লঘু বোধ হয় সেই দিকে অপর কোন ভার দিয়া, অর্থাৎ
 'পাষণ ভাঙ্গিরা' উভয় দিক্ সমান করিয়া লয়। কিন্তু
 'পাষণ ভাঙ্গা' অপেক্ষা একটা আবণ্ড উত্তম উপায়
 আছে তাহা অবলম্বন করিলে অতি নিকৃষ্ট ভুল-দণ্ড
 দ্বারাও পরিমাণ ঠিক হইতে পারে। প্রথমে যে দ্রব্যের
 ওজন করিবে তাহা এক পাল্লায় রাখিয়া অপর পাল্লায়
 বালুকা ইটক বা যাহা কিছু দিয়া দুই দিক্ সমান
 করিয়া লইবে, পরে ঐ দ্রব্যকে নামাইয়া সেই পাল্লায়
 বাটখারা তুলিয়া দিবে। যে পরিমাণ বাটখারা তুলিলে
 অপর পাল্লার ইটকাদির ঠিক্ সমান হইবে তাহাই ঐ
 দ্রব্যের পরিমাণ। ভুল-দণ্ড যেমন হটক না কেন, যদি
 বাটখারা ঠিক্ থাকে তবে এইরূপ করিলে অবশ্য প্রকৃত
 পরিমাণ জানা যাইবে।

দণ্ড-যন্ত্রে ভুল হয় সমান না হইলেও ঐ যন্ত্রের প্রকৃতি
 জানা থাকিলে তদ্বারা দ্রব্যাদির ভার পরিমাণ হইতে
 পারে। পরবর্তী চিত্রে 'ক' দণ্ডের যদি অবলম্বন



'অ' হইবে এবং 'অক'
তুল্য ৪ অঙ্কুলি আর
'অখ' তুল্য ২০ অ-
ঙ্কুলি প্রমাণ হয়
তবে, 'খ' হইতে 'ব'

নামক $\frac{1}{2}$ সের ভার ঝুলাইয়া দিলে 'ক' হইতে $(\frac{2 \times 2}{9}) = 10$ সের ভার ঝুলাইতে হইবে, নচেৎ দণ্ড সাম্যাবস্থ থাকিবে না। সুতরাং যদি এই দণ্ডে 'ব' এবং 'ত' সাম্যাবস্থ থাকে তবে 'ব' কত জানিলেই 'ত' কত আছে জানিতে পারা যায়, অস্ত্র এবং ইহা দ্বারাও তার নিশ্চয় হইতে পারে।

কিন্তু যদি এইরূপ না হইয়া 'ব' সর্কদা সমান থাকে আর 'অ'কে যথা ইচ্ছা সরাইতে পারা যায় তাহা হইলে শুলেও পরিমাণ হয়। কারণ দেখ যদি অবলম্ব 'অ' হইতে 'হ' স্থানে সরিয়া আইসে এবং 'অহ' ছই অঙ্কুল প্রমাণ হয় তবে এই স্থলে ভারের দূরত্ব ৬ অঙ্কুল এবং বলের দূরত্ব ১৮ অঙ্কুল হইবে। সুতরাং 'ব' $\frac{1}{2}$ সের হইলে 'ত' $(\frac{18 \times 2}{9}) = ৬$ সের হওয়া আবশ্যিক। যদি অবলম্ব স্থান আরও 'খ' এর দিকে ছই অঙ্কুল আসিয়া উপস্থিত হয় তবে, ভারের দূরত্ব ৮ অঙ্কুল এবং বলের দূরত্ব ১৬ অঙ্কুল হইবে। সুতরাং 'ব' যদি সেই $\frac{1}{2}$ সের থাকে তবে 'ত' $(\frac{16 \times 2}{9}) = \frac{1}{8}$ সের পরিমিত হইবে। পরন্তু যদি অবলম্ব স্থান 'ক' এর দিকে ছই অঙ্কুল প্রমাণ সিয়া 'ক' স্থানে উপস্থিত হয় তবে, 'ত' এর দূরত্ব ২ অঙ্কুল।

এবং 'ব'এর দূরত্ব ২২ অবলম্ব হইয়া উঠে। সুতরাং 'ব' পূর্ববৎ $\frac{১}{২}$ সের থাকিলে 'অ' $(\frac{২২ \times ২}{২}) = ২২$ সের হওয়া আবশ্যিক।

এই রূপ তুলাদণ্ডের লাভ এই যে, অনেক বাটখারা লইয়া বেড়াইতে হয় না। আর যদি 'ব'কে স্বতন্ত্র না রাখিয়া 'খ'এর সহিত যুড়িয়া দেওয়া যায় অথবা ঐ দণ্ডের 'খ' স্থান কিঞ্চিৎ স্থল করা যায় তাহা হইলে 'ব'কেও বুলাইয়া দিবার আবশ্যিকতা থাকে না।



আমাদিগের দেশে অতি প্রাচীন কালাব-ধিয়ে তুলনাড়ির ব্যাবহার হইত তাহার প্রকৃতি অবিকল এই রূপ।

যখন কাঠের কুন্দার নীচে বসি প্রবিস্ত করিয়া এবং সেই বসির নীচে এক পানি প্রস্তর বা ইস্টক রাখিয়া অপর প্রান্ত ধরিয়া চাপ দেওয়া যায়, তখন এই প্রকার বিষম ভুল অবলম্ব-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রেরই ব্যবহার হয়। কাঁচি দুইটি অবলম্ব-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের যোগে জন্মে। কাঁচির ঝিল ঐ দুইটি যন্ত্রের অবলম্ব স্থান, হাত দিয়া বে চাপ দেওয়া যায় তাহাই বল এবং উহাতে যে জল কাটা যায় তাহার প্রতিবন্ধকতা ভারি চেকে কিও একটা অবলম্ব-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্র। উহার পোয়া অবলম্ব, নম্বুর পায়ের চাপ বল এবং খান্যান্নি খোলায় সংযোগ তারি।

এই রূপ অবলম্বন-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের উদাহরণ স্থল শত ২
 আছে । ভার-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের একটি উদাহরণ যাঁতি ।
 যাঁতির এক প্রান্তে যে খিল থাকে তাহাই অবলম্ব, উহার
 মধ্যে যে গুবাকাদি দ্রব্য থাকে তাহাই ভার, এবং অপর
 প্রান্তে যে চাক দণ্ডের বায় তাহাই বল । ভারমধ্যক দণ্ডের
 আর একটি উদাহরণ নৌকার দাঁড় । দাঁড়ের মুখে জলের
 যে প্রতিঘাত হয় তাহা অবলম্ব, দাঁড়ের মধ্য ভাগে যে
 নৌকা বন্ধ থাকে তাহা ভার এবং দাঁড়ের অপর প্রান্তে
 মনুষ্য কর্তৃক যে আকর্ষণ প্রদত্ত হয় তাহাই বল । হাইল্ড
 এইরূপ দণ্ড-যন্ত্র । কবাটও এইরূপ । কবাট যে কবজা বা
 হাঁস্কলে স্ক্রান থাকে তাহাই উহার অবলম্ব, উহার
 ভার মধ্যে থাকে এবং অপর প্রান্তে যখন হাত দিয়া
 টেলা যায় তখন হস্তের 'বল' প্রযুক্ত হয় । হাত-গাড়িরও
 মধ্যে ভার এক পাখের চক্র অবলম্ব এবং অন্য প্রান্তের
 মনুষ্যের হস্ত বল । বগি গাড়ি প্রভৃতি যত দ্বিচক্র শকট
 আছে সকলই এই রূপ । মই দিয়া যখন উপরে উঠা
 যায় তখন যে উঠে তাহার ভার উক্ত মইএর মধ্যে থাকে,
 নীচে মৃত্তিকা অবলম্ব হয় এবং বাহাতে মই ঠেকিয়া
 থাকে, সেই প্রাচীরাদি বলের কার্য্য করে । বেহারাদিগের
 স্কন্ধের পালকিকেও এইরূপ দণ্ড-যন্ত্র বলা যাইতে পারে ।
 কারণ উহাতেও ভার-মধ্যে থাকে এবং এক পাখের
 বেহারাদিগের স্কন্ধ অবলম্বের কার্য্য করে ও অপর
 পাখ বেহারাদিগের স্কন্ধ বলের কার্য্য করে ।

পুঙ্খোক্ত দুই প্রকার দণ্ড যন্ত্রের উদাহরণ যত অধিক পাওয়া যায় বল-মধ্যক দণ্ড যন্ত্রের উদাহরণ তত পাওয়া যায় না। পূর্বেই কথিত হইয়াছে যে, এই প্রকার দণ্ড যন্ত্রের আশ্রয়ে বর্জ্য বস্তু কঠিনতা বেগ লাভ হয়। অতঃপর যে স্থলে বেগের প্রয়োজন নহে সেই স্থলে এই বস্তু ব্যবহৃত হইয়া থাকে। প্রাণীদিগের সর্কদা নানা স্থানে বিচরণ করা আবশ্যিক, স্তরাং তাহাদিগের শরীরে বেগের বিলক্ষণ প্রয়োজন আছে। এই হেতু জগদীশ্বর তাহাদিগের অনেক অঙ্গে এইরূপ বল-মধ্যক দণ্ড যন্ত্রের প্রয়োগ করিয়াছেন। মনুষ্যের হস্ত পদ তাহার অতি উৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত স্থল। আগানের হাতেব কনুই অবলম্ব, সেই কনুইর নীচে যে মাংসপেশী আছে তাহারই সঙ্কোচ্যতা এবং বিস্তার্যতা বল, এবং হাতে করিয়া তাহা তুলি যায় বা ফেলা যায় তাহাই ভাণ। দেখ, তখন আমরা হাত শুড়াইয়া লই, তখন কফোণির সমিহিত ভাগ অতি অল্প মাত্র সরে, কিন্তু তাহাতেই হস্তের অগ্রভাগ অনেক দূর সরিয়া যায়। অতঃপর এই স্থলে বেগের লাভ হইতেছে বিলক্ষণ বুঝিতে পারা যায়। পায়েও সিবলক্ষণ হয়। স্নাঁটু অবলম্ব তাহার নীচের মাংস পেশী অতি অল্প মাত্র সঙ্কুচিত বা বিস্তৃত হইলেই প্রাকের অগ্রভাগ অনেক দূর সরে।

দণ্ড যন্ত্রের অবলম্বের উপর কিরূপে কতটা পড়ে তাহা আবশ্যিক। অবলম্ব-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রের ভার এবং বল

উভয়েই দণ্ডটিকে এক দিকে আকর্ষণ করে, সুতরাং দণ্ড সাম্যাবস্থ থাকিলে ঐ দুইয়ের চাপ মিলিত হইয়া যে, অবলম্বের উপর পড়িবে ইহা অনায়াসেই বুঝিতে পারা যায় ।

[২০ পৃষ্ঠের প্রথম প্রতিকৃতিতে যে দিকে শরের মুখ সেই দিকে চাপ বুঝিতে হইবে ।]

ভার-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রে বল এবং ভার উভয়ে একাভিমুখে চাপ দেয় না । যদি বল, নীচের দিকে যায় তবে ভার উপরের দিকে উঠিতে চেষ্টা করে । অতএব এই স্থলে ঐ দুই চাপের পদস্পর্ষ বিভিন্নতা বা ব্যবকলন-ফল যত অবলম্বের উপরে তত চাপ পড়িয়া থাকে [২০ পৃষ্ঠের দ্বিতীয় প্রতিকৃতিতে ইহা সপ্রমাণ করিয়া লওয়া]

যদি 'ভ' ১২ সের এবং 'অব' হাত আর 'অ' ৬ হাত হয় তবে 'ব' $(\frac{12 \times 2}{6}) = 8$ সের হওয়া আবশ্যিক । সুতরাং সাম্যাবস্থায় 'অ'এর উপর (ভা—ব==১২—৪==) ৮ সের ভার পড়ে ।

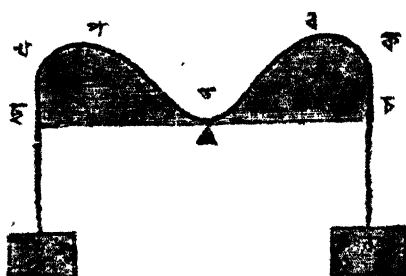
যখন দুই জন মুটে কোন ভারী দ্রব্য বাঁশে বান্ধিয়া লইয়া যায়, তখন তাহারা ঐ ভার ঠিক মধ্য স্থলে বাঞ্জে । নচেৎ যাহার নিকট হয় তাহাকে অধিক ভার সহ্য করিতে হয় ।

বল-মধ্যক দণ্ড-যন্ত্রেও ঠিক এই রূপ বিবেচনা করিলেই ভারের এবং বলের ব্যবকলন-ফল যে অবলম্বের উপরের চাপ হইবে ইহা নিশ্চয় বোধ হইতে পারে ।

ষষ্ঠ অধ্যায় ।

[বক্র দণ্ড-যন্ত্র — মিল দণ্ড-যন্ত্র - উদাহরণ ।]

যদি দণ্ড-যন্ত্র চিক্ সরল না হয় তাহা হইলেও উহার পূর্ক প্রকৃতির কিঞ্চিৎ পরিবর্তন ঘটে না। কিন্তু উহার ভারের এবং বলের পরস্পর সম্বন্ধ নিরূপণার্থে অবলম্ব্য হইতে উহাদিগের দূরত্ব বত তাহা কিঞ্চিৎদূবে-
চনা করিয়া বুঝা আবশ্যিক।



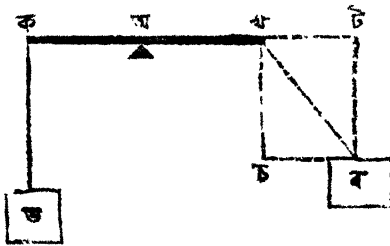
'কখ' নামক
এক খামি বক্র
দণ্ড যন্ত্র 'অ' নাম
নক দণ্ডলের
উপর অবস্থিত
আছে। যদি 'ক'
এবং 'খ' হইতে

দুই দিকে দুইটা ভার কুলাইয়া দেওয়া যায়, তবে ঐ
ভার ছয়ের পরস্পর সম্বন্ধ কি রূপ হইবে? ইহা জিজ্ঞাস্য
হইলে এই ক্ষেত্রে প্রথমতঃ বিবেচনা কর যেন, ঐ কাঠের
উপরিভাগ ক্রমশঃ চাঁড়িয়া কেল গেল। উহাতে কুলা-
কার যে 'প' এবং 'ব' ভাগ ছিল তাহা আর রহিল না।
সুতরাং ঐ বক্র কাঠ যন্ত্র 'চতচ' এর অনুরূপ একটা
সরল দণ্ড-যন্ত্র হইল। এইক্ষণে সরল দণ্ডের যে প্রকৃতি

যন্ত্র-বজ্ঞান ।

ইহারও সেই প্রকৃতি হইল। অর্থাৎ সাম্যাবস্থায় তহু \times ভা = তচ \times ব হইল। সকল বক্র দণ্ডেরই এইরূপ। বলের এবং ভারের যে দিকে কার্য্য হইতেছে অবলম্ব স্থান হইতে তাহার উপর লম্বপাত করিতে হয়। এবং সেই লম্বদ্বয়ের পরিমাণ করিয়া লইলেই ভারের এবং বলের সম্বন্ধ বুঝিতে পারা যায়।

যদি কোন দণ্ড-যন্ত্রের প্রতি এমনতরূপে ভার এবং বল প্রযুক্ত হয় যে, তাহাদিগের প্রয়োগাভিমুখ পরস্পর সমান না থাকে, তাহা হইলে গতি-সংঘাত এবং গতি-বিভাগের সূত্র স্মরণ করিয়া ভার এবং বলের সম্বন্ধ নিশ্চয় করা আবশ্যিক।

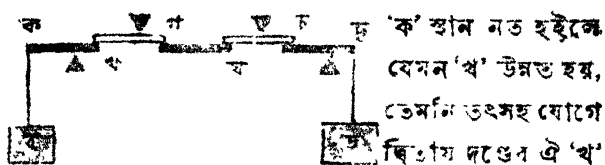


এই প্রতিকৃতি-তে 'ভ' ব' নামক ভার 'ক' হইতে লম্ব বেখা ক্রমে যুলিতেছে, কিন্তু 'ব' নামক

বল 'খ' নামক বক্র রেখাযুসারে আকর্ষণ করিতেছে, এই স্থলে কিরূপ কার্য্য হইতেছে বিবেচনা করিতে হইলে ঐ 'খ' বলকে দুই ভাগে বিভাগ করিতে হয়। ঐ বিভক্ত বক্রদ্বয়ের এক ভাগ 'ক'ত'র সমান্তরাল এবং সমান হইবে যেহেতু ঐ বল দ্বারাই উক্ত ভার সাম্যাবস্থ

হইতে পারে। 'গেই' ভাগ যেন 'খচ'। তাহা হইলেই
 অপর ভাগ 'খট' হইবে, অতএব বোধ হইতেছে যে, ঐ বল-
 ভাগ সমুদায় বস্তুকে 'খট' অভিমুখে আকর্ষণ করিতেছে।
 স্তত্রায় উদ্ভারী অবলম্বের উপর পাশ্বে টানু পড়িতেছে।

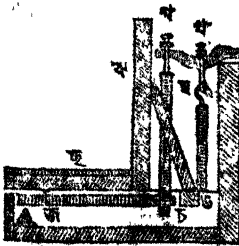
অনেক গুলি দণ্ড-যন্ত্রকে একত্রে মিলিত করিলে,
 বিমিশ্র দণ্ড-যন্ত্র হয়। নিম্নবর্তী চিত্রে 'কখ' 'গঘ'
 'ঘচ', এবং 'চছ' এই পাঁচটি দণ্ড-যন্ত্র একত্রে
 সন্নিবেশিত হইয়া আছে, যে 'ব' দ্বারা প্রথম দণ্ডের



'ক' স্থান নত হইলে
 যেমন 'খ' উন্নত হয়,
 তেমনি তৎসহ যোগে
 দ্বিতীয় দণ্ডের ঐ 'খ'
 ভাগ উন্নত হওয়াতে 'গ' নত হইয়া পড়ে এবং 'গ' নত
 হইলেই 'ঘ' উন্নত হয় কারণ 'ঘ'এর উত্থানে 'চ'এর অব-
 নতি ও তৎসহ যোগে 'ছ'এর উন্নতি হইয়া থাকে। এস্থলে
 বিবেচনা করা আবশ্যিক যদি সমুদয় দণ্ড গুলির অবলম্বের
 বান ভাঙ্গল প্রত্যেক ভুজগুলি ১০ অঙ্গুলি পরিমিত হয়,
 আর দক্ষিণ ভাগস্থ ভুজগুলি প্রত্যেকে দুই অঙ্গুলি করিয়া
 হয়, তবে 'ক' স্থানে 'ব' ১ সের পরিমিত হইলে 'খ' স্থানে
 উহার বল $(\frac{১ \times ১০}{২}) = ৫$ সের হইবে; 'খ' স্থানে ৫ সের
 হইলে উহা 'গ' স্থানে $(\frac{৫ \times ১০}{২}) = ২৫$ সের হইবে, আবার
 'গ' স্থানের ২৫ সের বল 'ঘ' স্থানে $(\frac{২৫ \times ১০}{২}) = ১২৫$ সের

হইবে, 'ঘ' এখ ১২৫ 'চ' স্থানে ৬২৫ আর এ ৬২৫ 'হ' স্থানে ৩১২৫ হইবে। অথবা ক্রিয়া লাঘব করিবার নিমিত্ত ঐ অক্ষ এমত করিয়া কল্পিলেও হইতে পারে; যথা, $\frac{১ \times ১০ \times ১০ \times ১০ \times ১০}{২ \times ২ \times ২ \times ২ \times ২} \times ১০ = ১ \times ৫ \times ৫ \times ৫ \times ৫ \times ৫ = ৩১২৫$ সের। যদি ঐ সকল যন্ত্র প্রত্যেকেই দশ অঙ্গুলি এবং দুই অঙ্গুলি না হইয়া পরস্পর বিভিন্ন হয়, তাহা হইলেও এই নিয়মানুসারে যন্ত্র-সিদ্ধি কল স্থির হইতে পারে। মিশ্র দণ্ড-যন্ত্রের গুণ এই যে, উহা দ্বারা শুল্ক স্থান মধ্যে অধিক বলের কার্য করা যায়। একটি বিশুদ্ধ দণ্ড-যন্ত্র দ্বারা অধিক বল লাভ করিতে গেলে, দণ্ডকে অত্যন্ত বৃহৎ করিতে হয়, সুতরাং তাহার নিমিত্ত সুদীর্ঘ স্থান করিবার আবশ্যকতা হয়, কিন্তু বিমিশ্র দণ্ড গুলিকে উপরে নীচে পাখের ন্যায় প্রকারে বাঁকাইয়া রাখা যায়। সুতরাং অল্প স্থানেই উহা-দিগের কার্য সম্পন্ন হইয়া থাকে। অতি গুরুত্বের দ্রব্য সকল অনায়াসে ওজন করিবার জন্য রেইলওয়ে আফিসে যে

• তুলাযন্ত্র থাকে তাহা কেবল একটি মিশ্র দণ্ড-যন্ত্র মাত্র।



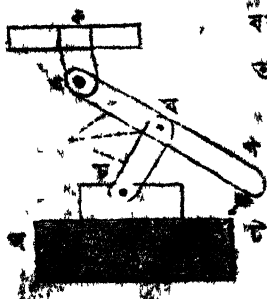
'হ'এর উপরে কোন ভার স্থাপিত করিলে, যে চাপ পড়ে তাহার কতক 'জ'এর উর্দ্ধবর্তী ক্ষুদ্র অবলম্ব দ্বারা 'জ' দণ্ডের উপর পতিত হয়। তদ্বারা 'জ'কিঞ্চিৎ হইলেই 'গ' দণ্ড দ্বারা 'গ'

স্থানে টান পড়ে। আবার ঐ ভারের কতক চাপে 'ক' স্থান নত হয়, তখনই 'ক' নামিয়া আসিবার কারণে এবং সেই বলে 'ক' অবনত হয়। সুতরাং সেই চাপও 'ক' 'ঘ' দণ্ড দ্বারা গিয়া 'গ' নামক দণ্ডে উপস্থিত হয়।

একপে বিবেচনা করিতে হইবে যে, 'হ' স্থানে যে চাপ পড়ে তাহা 'জ' স্থানে এবং তথা হইতে 'চ' ও 'গ' স্থানে অনেক স্থান হইয়া যায়। আর 'ক' স্থানে যে চাপ পড়ে তাহাও স্থান হইয়া 'গ' নামক দণ্ডে কাষাকারী হয়। এই রূপে 'হ' স্থানের চাপ কত স্থান হইয়া আসিয়াছে জানা থাকে। অতএব যে বলের দ্বারা যন্ত্রের সান্যাবস্থা হয় তাহার পরিমাণ করিয়া তাহাতে তত বৃদ্ধি করিয়া লইলেই প্রকৃত পরিমাণ জানা যাইতে পারে।

বিশিষ্ট দণ্ড-যন্ত্রের আর একটা ব্যবহার মুদ্রা যন্ত্রে দেখিতে পাওয়া যায়। মুদ্রা-যন্ত্রে একেবারে অধিক চাপের

স্বাভাবিক। অর্থাৎ ঐ যন্ত্র
বল সংকীর্ণ স্থান ব্যাপক হয়।
তাই উত্তম।



'ক' নামক এক স্থান কাঠ
দণ্ড স্থানে বদ্ধ আছে, উহা কো-
ন দিকেই সরে না। ঐ কাঠ
দণ্ডে 'খ' নামক একটা দণ্ড
কীলক দ্বারা এমন রূপে বদ্ধ

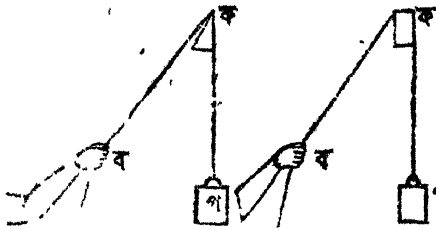
আছে যে, তাহাকে 'গ' স্থান ধরিয়া টানিলে ঐ কীলকের উপর ঘুরিয়া আইবে। 'খগ' দণ্ডের মধ্য ভাগে 'ঘ' নামক আর একটা কীলক দ্বারা 'ঘচ' নামক আর একটা দণ্ড সংযুক্ত আছে, ঐ দণ্ডের অপর প্রায়ে 'চ' নামক কীলক দ্বারা একটা কঠিন এবং মসৃণ তাম্র বা লৌহ কলক আছে। 'গ' স্থান ধরিয়া শরাতিমুখে আকর্ষণ করিলে 'ঘ' সম্মুখের দিগে ঋজুভাবে সরিয়া যায় সুতরাং 'চঘ' দণ্ড ক্রমশঃ লম্বমান হইয়া উঠিতে থাকে, তাহা হইলেই উহার চাপ উপদে 'ক'এর দিকে এবং নীচে 'চ'এর অভিমুখে হয়। কিন্তু 'ক' স্থানে বন্ধ, সুতরাং কিছু দূর সরিতে পারে না, অতএব উহার প্রতিঘাতও 'চ'এর উপর লম্বরেখাক্রমে হয়। তাহাতে 'চ' স্থানে বন্ধ যে ধাতু কলক আছে তাহা অত্যন্ত নলে নীচে সরিয়া যায়। উৎকৃষ্ট মুদ্রা যন্ত্র সকলে এইরূপ মিশ্র দণ্ডের ব্যবহৃত হয়। ইহাতে যে কেমন শীঘ্র কত অধিক চাপ পড়ে তাহা সহজেই অনুভব করা যাইতে পারে।

সপ্তম অধ্যায় ।

[কপি-কল—বন্ধ-কপি—অবদ্ধ-কপি—কপি-সংহতি ।]

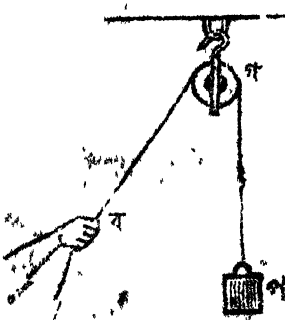
১। যদি ব্রহ্ম পুস্ত্রাদি দ্রব্য সমুদায় সর্বভেদভাবে নম্য এবং ঘর্ষণ বিহীন হইত তবে এক্ষণে কপি-কলে যে প্রকার একটী চক্র দেখা যায় তাহা দিবার আবশ্যিক হইত

না। যে কোন প্রকার স্রবাহ উক ক্রমিক ভাবে দেও
দিয়া এক পাশে ধরিয় টানিলেই অন্য পাশে টান পড়িত
অর্থাৎ তাহা হইলে 'ক'এর ন্যায় স্থান বা 'ক'এর ন্যায়
স্থল মুখ কাষ্ঠাদির উপর দিয়া ও 'ব'প' দড়ির যোগে বল



প্রয়োগ হই-
তে পারিত।
কিন্তু বাস্ত-
বিক কোন
রকমই সর-
তোভাবে ন-
'ব্য এবং ম-

স্থল নহে। সুতরাং কপি-যন্ত্রে ঘর্ষণাদি দোষ পরিহার
করিবার অভিপ্রায়ে রকমকে একই খানি চাকা উপরে
বেড় দিয়া রাখা যায়। তাহাতে কপি-যন্ত্রের আকার

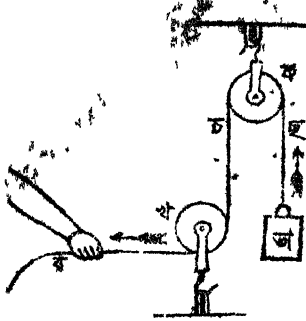


এই রূপ হয়। 'গ' নামক
এক খানি ক্ষুদ্র চক্র, উহার
ধারের মধ্য ভাগ কিঞ্চিৎ
তাহাতে বসিয়া যায়।
এবং 'ব' হইলে টান দিলে
এই চক্র আপন কীলকের
উপর বেগে ঘুরিতে থাকে;
তাহাতে রকমের উপর ঘর্ষণ

অধিক হইতে পারে।

কপি-যন্ত্র দ্বারা এই দিকে বল প্রয়োগ করিয়া অন্য

কোন দিকে বল প্রয়োগ করিলে যে কল হইতে সেই কল উৎপন্ন করা বাহিরে পারে। তাহার চুক্তান্ত দেখ, 'ক'

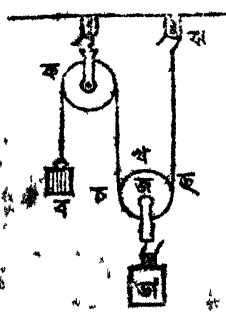


'খ' দুইটা কপির যোগে বল প্রয়োগ 'ব' বর্নিত শরের অভিমুখে হইতেছে, কিন্তু 'ভা' নামক তার উন্নত হইয়া উঠিতেছে।

এই খানে কত বলে কত ভার উঠিতেছে বি-

বেচনা করিয়া দেখিলেই বোধ হইবে যে, এইরূপ কপি কলের দ্বারা বল বা বেগ কিছুই লাভ হয় না। যত বল দ্বারা 'ব' টানিবে 'চ' স্থানেও ঠিক তত বল পড়িবে, এবং 'ছ' স্থলেও সেই বল লাগিবে। আর যদি 'ব' এক হাত সরিয়া যায় তবে 'বচছ' দড়ির অপর প্রান্ত ও এক হাত সরিবে। অতএব 'ভা'ও ঠিক সেই এক হাত উঠিবে। তবে এই প্রকার কপিকল ব্যবহার করিবার ফল এই যে, ইহা দ্বারা বল প্রয়োগের দিক পরিবর্তন করিয়া অনেক কার্যের সুবিধা করিয়া লওয়া যায়। কিন্তু ইহাও সামান্য উপকার নহে। কপিকল না থাকিলে 'ভা'কে উন্নত করিয়া তুলিবার নিমিত্ত 'ছক'রজু দ্বারা উর্দ্ধ হইতে আকর্ষণ করিতে হইত। তাহাতে অনেক প্রকার বিয়ের সম্ভাবনা। আর সেই রূপে বল প্রয়োগ করিতে

পরিষ্কার করিয়া নাই। কিন্তু কপিকর দ্বারা দড়ি বেরূপে লংঘিত হইয়াছে, এক্ষণে 'ব' স্থানে কোন অশ্ব বা বলী-বর্দ্ধকে নিযুক্ত করিয়া দিলেও অনায়াসে ভার উত্তোলিত হইতে পারে। এইরূপ কপি স্বস্থানে বন্ধ থাকে। বল এবং ভারের স্থানান্তর ঘটিলেও ইহার কোন দিকে গতি হয় না। এই জন্য ইহার নাম বন্ধ কপি। আর এক প্রকার কপিকর আছে, তাহা ইহার ন্যায় বন্ধ নহে এবং তৎকর্তৃক বলের লাভ হইতে পারে। তাহা পাখ-বর্তী প্রতিকৃতির এক ভাগে দৃষ্ট



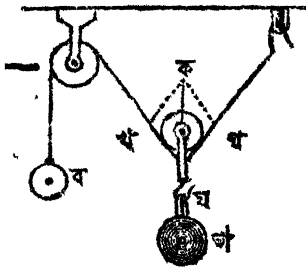
ইহবে। 'ক'টি বন্ধ কপি, অতএব উহা কর্তৃক বেগের বা বলের কিছুই সাহায্য হইতেছে না। 'খ' কপিটি অবক্ষ আছে। তদ্বারা প্রযুক্ত বলের দ্বিগুণ্য লাভ হইতেছে। কারণ এই 'খ' কপিটিকে একটি দণ্ড-যন্ত্র স্বরূপে বোধ করা যাইতে পারে। সেই দণ্ড

যন্ত্রের এক পাশে অর্থাৎ 'চ' স্থানে বল, 'জ' স্থানে ভার এবং 'হ' স্থানে অবলম্ব। সুতরাং কপির চক্রীয় বতাই ছোট বা বড় হউকনা কেন, উহা বৃত্তাকার হইলে 'হ' হইতে 'জ' বত দূরে আছে 'চ' তাহার অবশ্যই দ্বিগুণ দূরে হইবে। তাহা হইলেই দণ্ড যন্ত্রের নিয়মামুসারে বলের লাভও দ্বিগুণ হইবে।

কিন্তু যেমন বলের লাভ দ্বিগুণ, তেমনি বেগের অপচয়ও দ্বিগুণ হয়। কারণ সর্বদাই বোধ হইতেছে যে 'ব'

এক হাত নামিলে 'ভা' পূর্ণ এক হাত উর্ধ্বে উঠিবে না 'ছ'এর দিকের $\frac{1}{2}$ হাত আর 'চ'এর দিকের $\frac{1}{2}$ হাত এই দুইটো এক হাত দড়ি কমিবে। সুতরাং ভারের উন্নতি অর্দ্ধ হস্ত পরিমিত হইবে।

যদি কোন অবস্থকপি যন্ত্রে বল এবং ভারের সম্বন্ধে ঠিক পরস্পর সমান্তরাল না হয়, অর্থাৎ উহারা কোনাকোনী হইয়া টানে তাহা হইলে বল ঠিক দ্বিগুণ লব্ধ হয়না। সেই স্থলে গতি সংঘাতের নিয়মাবলম্বন করিয়া একটা সমান্তরাল চতুর্ভুজ প্রস্তুত করত বলের এবং ভারের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। নিম্নবর্তী প্রতিকৃতিতে, যদি 'ব' / ৪ সের হয় তবে 'ঘ' হইতে 'খ' স্থল পর্যন্ত ৪ ইঞ্চি বা অঙ্গুলি পরিমাণ করিয়া লও এবং 'ঘগ'এর দিকের টান 'ঘখ'এর দিকের



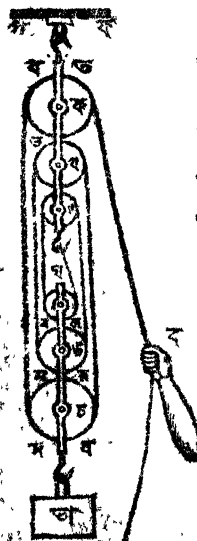
সমান হয় বলিয়া 'ঘগ' কে ৩ ঐ ৪ ইঞ্চি বা অঙ্গুলি পরিমিত কর। তাহার পর 'ক-খগঘ' নামক সমান্তরাল চতুর্ভুজ প্রস্তুত করিয়া, উহার 'ঘক' কর্ণরেখার পরিমাণ কর। সেই কর্ণরেখা বত অক্ষরীপ্রমাণ, 'ভা' নামক

ভারও ততসের হইলে ঐদূর্যকপি-যন্ত্র সাম্যাবস্থ থাকিবে।

যদি ভার পরিমাণ জানা থাকে এবং কত বলে ঐ ভার সাম্যাবস্থ হইরে জানিবার প্রয়োজন হয়, তবে ঐ 'ভা'

যত সের 'ঘ' হইতে উর্দ্ধদিকে তত অল্পলি বাইপি প্রমাণ
 একটি 'ক' রেখা পাতি কর, পরে এই 'ক' হইতে দুই
 দিকের দুই রজ্জুর সমান্তরাল করিয়া 'কখ' এবং 'কগ'
 নামক দুইটি রেখা টান, 'ঘখ' বা 'ঘগ' বন্ধ অল্পলি বা
 ইপি হইবে বল তত সের হওয়া আবশ্যিক।

একটি অবদ্ধ কপিতে যে রূপ বলের লাভ হয় বলা
 গিয়াছে তাহা বিবেচনা করিলেই বোধ হইবে যে একে-
 ব্যয়ে দুইটি তিনটি এই রূপ কপির প্রয়োগ করিতে পারিলে
 ততোধিক বল লাভের সম্ভাবনা। এই জন্যই অনেক
 স্থলে কপি-সংহতি ব্যবহৃত হইয়া থাকে। তন্মধ্যে সর্বদা
 ব্যবহৃত কতিপয়ের প্রতিকৃতি প্রদর্শন করা যাইতেছে।

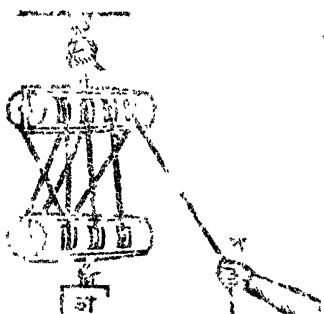


'ক' 'খ' 'গ' এই তিনটি কপিকে
 একত্রিত করিয়া যে কপি-সংহতি হই-
 য়াছে তাহা 'কখ' স্থানে বন্ধ, আর 'ঘ'
 'ঙ' 'চ' নামক যে তিনটিতে মিলিয়া
 আর একটি কপি-সংহতি হইয়াছে
 তাহা অবদ্ধ। বদ্ধ তিনটি ও যেমন পর-
 স্পরে সম্বন্ধ হইয়া এক 'ফেমের'
 ভিতর যুবে অবদ্ধ তিনটি ও সেই রূপ
 ব এক ফেমের ভিতরে থাকিয়া যুরে।

বদ্ধ কপিতে বলের পূর্বাংশই রাখে;
 অতএব বল 'বঙ' রজ্জু ভাগে ও যে রূপ
 আছে 'ঘদ' রজ্জু ভাগেও ঠিক সেই
 রূপ থাকে; কিন্তু 'খ' স্থানে উহা দ্বিগুণ

হয়। আবার 'খ'য়েও যেকোন 'ভ'ম'তেও সেই রূপ-থাকিয়া
 বায়ু কিংবা 'র' স্থলে দ্বিগুণ হয়, আবার তাহাও 'ল'
 স্থানে দ্বিগুণ হয় এবং সেই বনেই ল'র উঠে অতএব এই
 কপি বর্ণসংহতিতে যত গুলি অক্ষর কপি থাকে
 তত গুলি বর্ণ দ্বিগুণ হয়। সূত্রকঃ এই স্থলে
 কপিভেদে সংক্ষেপিতকার $১ \times ২ \times ২ \times ২ = ৮$, অথবা
 $১ \times ২ = ২$ তা সূত্রক্রমে যদি '২' / ৪ পের হয়, তবে 'ভা'
 $১ \times ৮ = ৮$ সের হইবে।

অন্য এক প্রকার কপি সংহতি প্রতিকৃতি এই



একসঙ্গে উপর কার ৪টা
 কপি করা হয়। নীচের
 ৪টা বস্তুক অতএব
 বলের এবং তাহাদের
 দ্বারা পূর্ণ স্থান
 মাঝে নিশ্চিত হইতে
 পারে।

• কপিং $১ \times ২ \times ২ \times ২ \times ২ = ৮$, অথবা $১ \times ২ = ২$ - তা
 কপি যন্ত্রটি অতি অল্পমতে অল্প সময়মতে প্রকৃত
 আব চৈত্রা এতদ্রূপে ভাটী বা বৃহদাকার নহে যে, এত
 স্থান হইতে অন্য স্থানে লইয়া যাইতে বিশেষ কষ্ট হয়।
 এই সকল কারণে কপি বর্ণ ব্যবহার সচরাচরই হইয়া
 থাকে। গুণাদি নির্মাণে কালে বৃহৎ কড়িকাঠ এই যন্ত্র

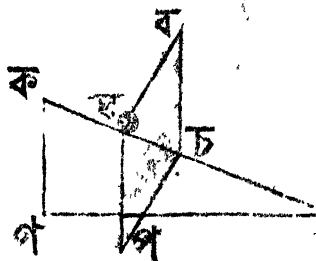
দ্বারা উল্লেখিত হয়। জাহাজের পাইপে বিতুল বা স্কুইজ
কন্সিবার নথয়ে কপির অন্ত্যস্ত প্রয়োজন।

কিন্তু কপি দ্বারা যত বন্ধ লাভ হইবে গণনা করিয়া
নির্ধারিত করা যায়, কার্যে কখনই তত লাভ দেখিতে
পাওয়া যায় না। তত কি? স্বর্গাদি নানা কারণে সমু-
দ্র বলের প্রায় তিন ভাগের ভাগ নিষ্ফল হইয়া যায়।

স্বর্গম অধ্যায়ঃ

১০০ নিম্নপত্রিকা।

১। প্রথম এক খানি তক্তা অথবা অন্য কোন সমতল
দ্রব্যের উপর কোন ভারী বস্তু থাকে, তখন সেই দ্রব্য
পৃথিবীর বায়ুকণ-বলে নিম্নগামী হইতে চাহে, কিন্তু
উক্ত তক্তার প্রতিঘাত পাইয়া ঠাটতে পারে না সুতরাং
উহার সামান্যতম থাকে; কিন্তু যদি ঐ তক্তা এক
দিক ধরিয়া কিঞ্চিৎ উত্থালন করা যায়, তাহা হইলে
উহার প্রত্যেক কিঞ্চিৎ পরিনর্ভিত হইবে। তখন উ-
ক্ত ভার-মধ্য স্থলে পৃথিবীর যে আকর্ষণ পাড়িতেছে তাহা
পূর্ববৎ মন্থ রেখাক্রমেই পড়ে কিন্তু তক্তার প্রতিঘাত সি-
মেই রেখায় প্রতিকূল মুখে হয় না। তখন পর পৃষ্ঠের
প্রতিক্রিয়াতে আকর্ষণ 'ঘপ' অভিমুখে এবং প্রতিঘাত



'ঘব' অভিযুখে হইতে
 গণকিবে। স্মৃতরাং এ
 চই বনের দ্বারা 'ঘ
 নামক ক্রব্যের 'ঘচ' রে-
 খা ক্রমে গতি জন্মিবে।
 এই স্থানে একটি দে-

খিতে পাওয়া যায় যে, 'ঘপ' যতবড় 'ঘচ' কন্যা তত বড়
 ন্যা। অতএব 'ঘ' এর नीচে 'কখ' তক্তাটী না থাকিলে ঐ
 ক্রব্য যতবলে পড়িয়া যাইত, তা তক্তা থাকিলে উহা তত
 বলে পড়িতে পারে না। স্মৃতরাং 'ঘ' যতভারী তক্তা তা
 সেক্ষেত্র অনেক অল্প ভারী কোন ক্রব্য 'ঘক' রেখার দ্বারা
 সেই 'ঘ' স্থানে থাকে। অর্থাৎ উহা 'ঘচ' অভিযুখে
 গতি নিবারণিত হয়।

অতএব বোধ হইতেছে, কোন দ্রব্যকে ঐ ক্রমের ন্যায়
 ক্রম-নিম্ন ধরাতলের উপর তুলিয়া তুলিতে-অথবা
 উহার উপর হইতে যে ক্রমা পড়িতেছে তাহাণে আট
 কাইয়া রাখিতে অপেক্ষা কৃত অল্প বল নাহে। বহুর
 ঐদাহরণ অনেক স্থলে সর্বদাই দৃষ্টিগোচর করা
 যাইতেছে। যখন গাভীস্বামীর কৃষ্ণিচুম্বক স্থানে গাড়ি
 তুলিবার চেষ্টা করে তখন সহজে না পারিলে যে খান দিয়া
 গাড়ির চাকা যাইবে সেই স্থানে তক্তা পাতিয়া দেয় তাহা
 কবিলেই গাড়ি তুলিতে পারে। যখন আমরা কোন
 উচ্চস্থানে উঠিবার চেষ্টা করি তখন একেবারে অ'পনা

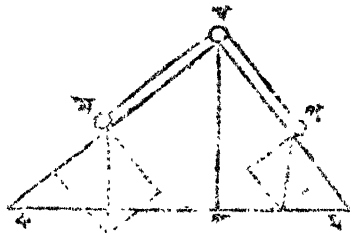
নিপের শরীরকে তত উন্নত করিতে পারিব না। এই
 মইকে প্রযত্নক্রমে রাখিয়া তদ্বারা উচ্চ উন্নত থাকি। এই
 মই একটা কম-নিম্ন-ধরাতলের কার্য করে। গরু
 গাভিতে বড় পিপা তুলিবার সময় ঐ গাভির পশুচা
 য় করা যায়, তাহাতে ঐ গাভি কম-নিম্ন-ধরাতলে
 গাভি এবং উহাতে অন্যদলে অতি উচ্চ-ভাব তব্য সকল
 উন্নত হইতে পারে।

কম-নিম্ন-ধরাতলে যেত অল্প উচ্চ, এবং অধিক দীর্ঘ
 হয় উচ্চ দ্বারা তদ্যে বনের লাভ হইতে পারে। গরু
 প্রতিষ্ঠাতে 'মচ' 'ম' 'ম' এই তিনটা রেখা পনিমা
 করিয়া দে তলেই যোগ হইতে পারে, 'ম' 'ক' 'ক' এর সমান
 আক্রমণ বা যে কোন ভাগ হইবে, 'ম' ও 'ক' এর
 সমান বা দ্বিগুণ ভাগ হইবে। কিন্তু 'ম' হইলে
 ভাগ স্থানীয়, 'ম' উহাও বল স্থানীয়। অতএব মিত্র
 হইতেছে যে কই কম-ভাব; অর্থাৎ যদি 'ক' 'ক'
 নাম উচ্চ এবং গাহার শব্দক 'ট' হয় 'গার' 'ক' 'ক'
 নাম উচ্চতা এবং তাহার সম্বন্ধে 'ম' হয় তবে উচ্চতা
 = উচ্চতা।

এই নিয়ম অরণ করিয়া, বিরূপ কম নিম্ন-ধরাতলে
 কতবে কি পনিমাণ ভাগ সামান্য হইয়া তাহা নি
 করা হইতে পারে। কোন কম-নিম্ন-ধরাতলে ১০ ম
 দীর্ঘ এবং ৪ হাত উচ্চ, তাহার উপরে ১৫ মের ভাব
 সামান্য হইয়া রাখিতে কত বনের জাবশ্যক? এই হ

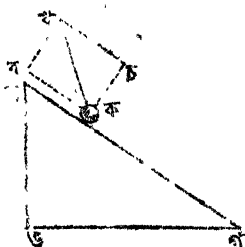
দেখা যাইতেছে যে, $১২ \times ১ = ৮ \times ১৬$ ∴ $১ = \frac{৮ \times ১৬}{১২} = ১৩\frac{১}{৩}$
 অর্থাৎ ১ সের বলের প্রয়োজন।

কোথাও কোথাও
 দুইটি ক্রম-নিম্ন পত্রী
 ভল্ভের কার্য এক কা
 লেই নিম্পন্ন হইয়া
 গায়ে, এই প্রতিরূতি
 প্রদৃষ্টি করিয়া দেখ



এই মকল স্থলে যেমন এক দিকে 'ক'র ভার নানিতে
 থাকে, তেমনি অপর দিকে 'খ'র এতটা ভার উঠিয়া
 গাইবে। 'প' এবং 'ম' পরিমাণ কত হইলে উহা
 দিগের সাম্যাবস্থা হইবে তাহা পূর্বোক্ত নিয়মসূত্রানু
 সারে দ্বারা অনায়াসে সিদ্ধ হয়। এই স্থলে 'ম'কে সা-
 ম্যাবস্থা করিতে $\frac{খ \times প}{ক \times ম}$ এত বলের প্রয়োজন হয়। 'খ'
 এবং 'প'কে সাম্যাবস্থা রাখিতে $\frac{খ \times ম}{ক \times প}$ এত বলের প্র-
 য়োজন। অতএব $\frac{ম}{ক \times ম}$ আর $\frac{প}{ক \times প}$ সমান হইলেই সা-
 ম্যাবস্থা হইবে। যদি 'ম' ১৬ সের 'ক' ও 'খ' হাত এবং
 'প' ৮ হাত হয় তবে $\frac{১৬}{৮} = \frac{৮}{৮}$ ∴ $১৬ \times ১৬ = ৮ + প$ ∴ ১৬
 $\frac{১৬}{৮} = ৩২$ সের, অর্থাৎ 'ম' ১৬ সের হইলে 'প' ৩২ সের
 হওয়া আবশ্যিক।

যদি ক্রম-নিম্ন ধরাতলের উপর কোন ভারী দ্রব্য কুলি-
বার সময় বল ঐ ধরাতলের সমান্তরাল রেখাক্রমে
প্রযুক্ত না হইয়া অথু কোন দিকে বক্রভাবে প্রযুক্ত হয়
তাহা হইলে গতি-বিভাগের নিম্নমাফল্যে ঐ বলের কল
নিকূপন করা আবশ্যিক।



‘গ’ নামক ধরাতলের উপর
‘ক’ নামক একটি ভারী-দ্রব্য
‘ক’ অভিমুখে তৎপরিষ্ক
বল দ্বারা সাম্যাবস্থ হইয়া আ-
ছে এমন সময়ে একটি ‘ক’
নামক সমান্তরাল চতুর্ভুজ

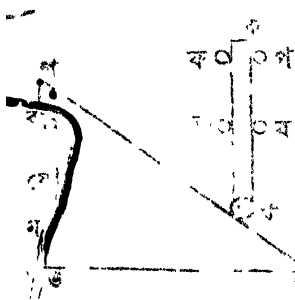
ল্লনা করিয়া উক্ত ‘ক’ বলকে ‘ক’ ও ‘ক’ এই দুই
ভাগে বিভক্ত করাগেল। ঐ দুইয়ের মধ্যে ‘ক’ যে বল
তাহা দ্বারাই দ্রব্যটি ক্রম-নিম্ন ধরাতলের উপর ঠিক
ধাকিবে আর ‘ক’ বলের দ্বারা ঐ ধরাতলের উপর তহা
যে ভার পড়িতেছিল, তাহার কতক দান হইবে।

যদি ‘ক’ বল নিম্নাভিমুখে অর্থাৎ ‘ক’ অভিমুখে
প্রযুক্ত হয়, তবে উহাকে ভাগ করিয়া ‘ক’ ‘ক’
দুইটি বলের কার্য দেখিতে পাওয়া যায়। তন্মধ্যে ‘ক’
দ্বারা দ্রব্য নামে আর ‘ক’ দ্বারা উহা ঐ ধরাতলের উপ
চাপিয়া বইবে।

নবম অধ্যায় ।

কাজলা বা ছেনি ।

যদি ক্রম-নিম্ন ধরাতলের উপর কোন জব্যাকে বা তুলিয়া দ্রব্যটা যথা কার তথা স্থির করিয়াই রাখা যায় এবং এরাতলকে তাহার নীচে বল দারা প্রতিক্রিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলেই ঐ ক্রম-নিম্ন ধরাতলের নাম কাজলা অথবা ছেনি হয় । এই প্রকার ক্রম-নিম্ন ধরাতল কাঠে নির্মিত হইলে কাজলা এবং ধাতু নির্মিত হইলে ছেনি নামে অভিহিত হয় ।

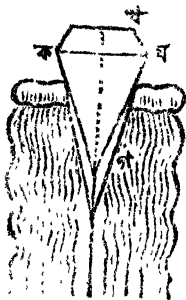


কখন একটি বস্তু গড় উহা 'গ' 'খ' বা 'ঙ' প্রভৃতি ইসকপেব দারা দুই দিকে এমনত বল আছে যে উহা কদাচিৎ ঐ দুই দিকে বিক্ষিপ্ত হইতে পারে না । কিন্তু উহার উন্নতি

শক্তির অর্থাৎ 'ক'এর বা 'ঙ'এর দিকে গাইবার কোনো প্রতিলব্ধক নাই । এক্ষণে যদি 'গ'ঘঙ নামক একটি

কাজ্লা লইয়া তাহার স্বল্প মুখের দিক্ অর্থাৎ পশ্চিম দিক্‌ এই অঙ্গলের নিম্নে প্রবিষ্ট করাইয়া পশ্চাৎপাশ হইতে অর্থাৎ 'গঙ'র উপর হাতুড়ির আঘাত করা যাইতে পারে এই 'গঘঙ' ক্রমশঃ 'কথ'র নীচে প্রবিষ্ট হইতে থাকে সুতরাং 'খক' উন্নত হইয়া উঠে।

সচবচার লোকে কাজলার আকার যেরূপ করিবার থাকে তাহাতে দুইটী ক্রম-নিয়ম পরাতল পরস্পর তলতলে সংযুক্ত হইলে গেরূপ হয় যিহ সেই রূপ দেখায়।



দেখ, এই 'কগঘ' নামক সে কাজলা সে কেবল 'কগঘ' এবং 'ঘগঘ' এই দুইটির সংযোগে জন্মিয়াছে দেখ হয়।

কাজলার ব্যবহার অনেক কক্ষে দেখিতে পাওয়া যায়। কাষ্ঠটি যিহে কাজলা রসাইয়া চিরে কাজ হাজ প্রভৃতি অতি গুরুতর ক্রম

সমস্বক উন্নত করিতে হইলে তাহাদিগের নীচে কাজলা প্রবিষ্ট করে; কঠিন ধাতু সকলকে কঠিতে ছানির উপর আঘাত করিয়া কাটে। ফলতঃ কঠনের যত প্রকার উপায় আছে সকলই এই যন্ত্র মূলের প্রকার-ভেদ মাত্র। ছুরী, কাটা, কাটার হুঁটা প্রেক প্রভৃতি যত যন্ত্র সকলেরই মুখ প্রকার এবং ক্রমে স্থল। উহারা সকলেই কাজলা।

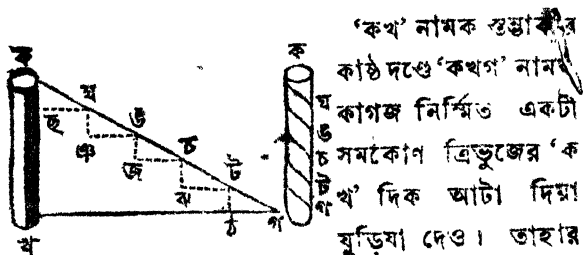
কার্য্য বিশেষে কাজলার মুখ-কোণ স্ক্রল বা স্থগ্ন করিতে হয়। যে সকল বাটালি দিয়া কাঞ্চি কাটা যায় তাহাদিগের মুখ কোণ ৩০ ত্রিশ অংশ। লৌহ কাটিবার ছেন্নির মুখ ৫০ হইতে ৬০ অংশ পরিমিত ৩৫. বাহাতে পিকল কাটা যায় তাহাদিগের মুখ ৮০ হইতে ৯০ অংশ পর্য্যন্ত হয়। কাজলা-সন্ত্রের সামান্যতম বৃত্ত বসে এত গুণে উৎপন্ন হয় তাহা অত্যাধিক উত্তপ্তরূপে নিকপিত হয় নাই; এই কারণেই সেসকলের প্রকৃতি এই যে ইহাদেব তাহা আঘাতরূপে বসই আশঙ্ক্যক হয়, অত্যাধিকতায় প্রযুক্ত বল ইহাদেব মর্দনস্থানে কাষ্য্য করিয়া দেয় না। আরও ইহার বিশেষ গুণ এই যে, যত আঘাতে কার্য্য করিতেছে সেই আঘাতের বল নিকপণ করিয়া ঐ বলের সম-চাপ দিলেও কাজলা পূর্বরূপে কার্য্য কবে না। অতএব চাপকে যেকণ ককন প্রকার বলের প্রতিনিধি বিবেচনা করিয়া অন্যান্যস্তল পদার্থান করিতে পার, যাহ এই স্ক্রল ভাঙা-পারো যায় না। এই জন্য এই সন্ত্রেবনা পদার্থ নিকপণ করা অতি চরিত্র হইয়াছে। উক্ত অত্যাধিক কেহ নিশ্চিত করিতে পারেন নাই। ইহাদেব কুটাল দেখ, কুটার দ্বারা কাঞ্চি বিদীর্ণ হয় যে স্থলে বোধ কর যেন কোন কুটার দশ সেব ভারী ভার তাহা প্রতি সেকেণ্ডে ৫০ হাত স্থান নাশিয়া তাদশ বেগে প্রযুক্ত হইয়া কাঞ্চির ভিতর ইহাও বসিয়া যায়। তবে ঐ কুটারের বল চিক্ ৫০ X .০ = ৫০০ সের বা

১২ $\frac{১}{২}$ মণ। কিন্তু যদি ঐ কুঠারকে কাষ্ঠের উপর বসাইয়া তাহার উপরিভাগে ১২ $\frac{১}{২}$ মণ ভারী কোন দ্রব্যকে হাত উর্দ্ধ হইতে চাপাইয়া দেওয়া যায় তাহাতে উক্ত কুঠার কখনই হাত প্রবেশ করিতে পারে না। ইহা যে কি জল্য পারে না তাহা বলা অতি কঠিন। কিন্তু এ স্থলে যে, চাপ আঘাত-বলের প্রতিনিধি হইতে পাবে না তাহা স্পষ্টই দেখাইতেছে।

দশম অধ্যায়

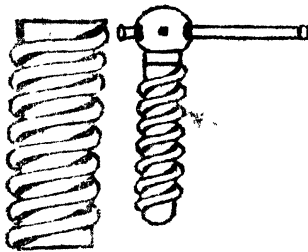
(স্ক্র বস্ত্র ।)

[স্ক্র বস্ত্র ও ক্রম-নির-পর্যায়ের প্রকার ভেদ মাত্র ।]



পর ঐ কাগজ খানিকে 'কথ'য়ের গায়ে ঘড়াইয়া দেখি-
লেই সোপ হইবে যে, উহা চিক্‌পার্শ্ববর্তী অপর প্রাচী-
কৃতির স্তায় হইয়াছে। উহাই ক্ষু-বস্ত্রের প্রতিক্রিয়া।
এই স্থলে দেখা গাইতেছে যে সমুদায় কাগজ নির্মিত
বস্তুগুলি সমান পাঁচ ভাগে বিভক্ত হইয়া স্ত্রের গায়ে
পাঁচটা সূত্রাকারে পরিণত হইয়াছে। সেই সূত্রের এক-
পাক 'কথ' 'ঘড়' 'জট' 'চট' ইত্যাদি সবলেই পরস্পর
সমান, আর সেই সূত্রদ্বিগুণ পরস্পর দুগুণ 'কছ' বা
'মণ' 'জ' বা 'উজ' কিম্বা 'চ' ইত্যাদিও পরস্পর সমান।
অতএব এতাদৃশ বস্ত্রে এক-পাক ঘূর্ণিত্য গাইলে বাস্ত-
বিক 'কথ' প্রভৃতি স্থান গমন করা হয়, কিন্তু তদ্ব্যতী
'কছ' প্রভৃতি স্থান মাত্র উন্নত হওয়া হয়। অতএব
ক্রম-নিম্ন গরাক্রমে যেমন দৈর্ঘ্যকে বলা দ্বারা, এবং
উচ্চতাকে ভাষা দ্বারা পূরণ করিয়া গুণ-ফল সমান হই-
লেই সাম্যাবস্থা নিরূপিত হয়। এই স্থলেও অস্পষ্ট
সেইরূপ হইবে। অর্থাৎ সূত্র-দ্বয় দ্বারা পূরণ দ্বারা গুণ,
আর সূত্রের বেটনকে বলা দ্বারা পূরণ করিয়া ঐ দুই
গুণ-ফল সমান করিলেই ক্ষু-বস্ত্রের সাম্যাবস্থা অব-
শ্যায়িত হইবে।

পরন্তু ক্ষু-বস্ত্রের ব্যবহারে প্রায়ই উহার সঞ্চিত এক-
টা দণ্ড যন্ত্রের সংযোগ থাকে তাহা হইলে বস্ত্রের আরও
লাভ হয়। ঐ দণ্ড যন্ত্রের ঘুরণে যে পারিধি চক্রে সেই



পরিধি-পরিমাণ দ্বারা
বল গুণিত হয় আন
সূত্র-দূরত্ব দ্বারা তার
গুণিত হয়। সতরাং
দশু-যন্ত্রকে যত বড় করা
যাইবে আন সূত্র দূরত্ব
কে যত অল্প করা যাইবে
এই যন্ত্র দ্বারা ততই

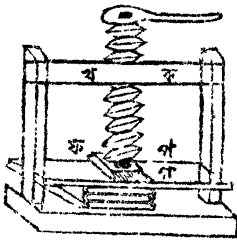
বলের লাভ হইতে পারে।

পবন কার্য কালে এইরূপ হইয়া উঠে না। কারণ
দশু-যন্ত্রকে অধিক দীর্ঘ করিতে গেলে তাহাকে সচল
করা দুষ্কর হয় আর স্ক্রু সূত্র দিগকে অধিক সূক্ষ্ম না
করিলে পরস্পর নিকটবর্তী করা যায় না। কিন্তু আপেক
সূক্ষ্ম করিতে গেলেই ঐ সূত্র গুলি দুর্বল হইয়া পড়ে,
সতরাং অল্প চাপ পড়িলেই ভাঙ্গিয়া যায়।

স্ক্রু ব্যবহারে প্রায়ই দুইটি স্ক্রু ব্যবহার হয়। তন্মধ্যে
একটির সূত্র স্ক্রু উপরিভাগে কাটা থাকে, আন একটা
ঠিক তাহার বিপরীত-রূপ হয়। সেই দ্বিতীয় স্ক্রু নাম
আবরণ স্ক্রু। ঐ আবরণ স্ক্রু শূন্য-গর্ত এবং তাহার সূত্র
সকল ভিতরের দিকে থাকে। উহার যে স্থান উচ্চ
প্রকৃত স্ক্রু সেই স্থান নত। এইরূপে উহার পরস্পর
কামড়াইয়া বইসে। কোন কাষ্ঠে স্ক্রু বিদ্ধ করিয়া পুন-

লায় তুলিয়া লইলে ঐ কাঠ-ছিদ্রে চিক্‌স্কুর দাগ পড়িয়া থাকে দেখতে পাওয়া যায় । ঐ দাগ যেমন দেখায় আৱরণ স্কুব ভিতরে অবিকল ঐ রূপ সূত্র কাটা থাকে ।

স্কুলযোগের প্রথা নানা প্রকার । কোথাও আৱরণটি স্থির থাকে প্রকৃত স্কুটি তাহার ভিতর দিয়া যায় । কোথাও বা প্রকৃত স্কু ঘুরে না, কিন্তু আৱরণটিকে ঘুরাইলেই উহা নামিতে উচ্চিতে পারে । এই উভয়বিধ স্কুব যন্ত্রভাগে প্রতিক্রম প্রদর্শিত হইতেছে । এহার



‘ক’ স্থানে আৱরণ স্কু আছে । ঐ স্থান সরে না, কিন্তু দণ্ড-যন্ত্র দ্বারা স্কুতে পাক দিলে উহা স্বয়ং নামিয়া আইসে, সূত্রবা ঐ স্কুর মুখস্থিত ‘প’ ফলকের নিম্নস্থিত তাৎবৎ

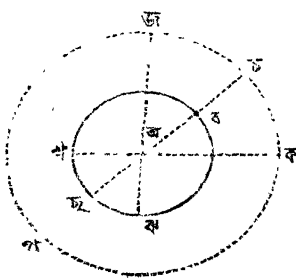
বস্তুতে চাপ পড়ে ।

প্রাকৃতিক-বিজ্ঞান ।

ষষ্ঠ অধ্যায় ।

। অক্ষ চক্রে বিষম অক্ষ—বক্রনী—দক্ষর চক্রে—মুকুট দক্ষর—
পাখ—দক্ষর—সরল দক্ষর—ধারক দক্ষর ।]

দণ্ড-যন্ত্র অবলম্বের উপর ঘুরে ইহা পূর্বেই বল। হই-
যাচ্ছে । সূত্রের দণ্ড যন্ত্রের প্রয়োগ কালীন তাহার
দীর্ঘ ভুজ দ্বারা একটি বৃহৎ বৃত্ত, এবং ক্ষুদ্র ভুজের দ্বারা
একটি অপেক্ষা-রূত ক্ষুদ্র বৃত্ত জন্মে । ঐ দুই বৃত্ত দি-
ত্রিত করিলে, কি রূপ হয় নিম্নে তাহার প্রতিকৃতি প্রদ-
হইল। এই স্থলে বা

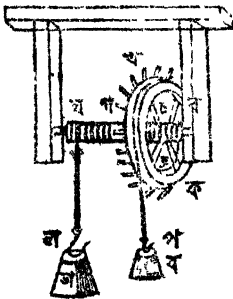


ব হইতেছে যে, 'খক'
দণ্ড 'অ'এর উপর ঘু-
রিয়া কখন 'বাজ' ই-
ত্যাকারে 'অ'এর চতু-
র্দিকে অবস্থিত হইয়া-
ছিল। আর 'ক' স্থানে
বল প্রয়োগ করাতে

ভাব এবং বলের যে সম্বন্ধ হইয়াছিল যখন 'ঐ' 'ক' 'চ'
স্থানে এবং 'খ' 'ছ' স্থানে বাইরা উপস্থিত হইল, তখন ও
সেই সম্বন্ধের কিছু মাত্র অক্ষা হয় নাই। অতএব যদি
'খক' একটি মাত্র দণ্ড না থাকিয়া 'অ' নামক অবলম্বের
উপর 'খক'এর সমান যথা, 'ছচ' 'বাজ' প্রভৃতি অনেক

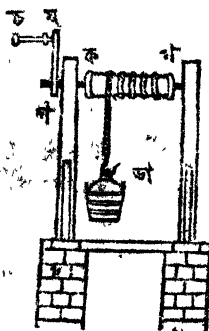
গুলি দৃশ্য থাকে এবং বল প্রয়োগ কালীন তাহার কখন একটিকে কখন অপরটিকে ধরিয়া বল প্রযুক্ত করা যায় তাহা হইলেও ফলের অন্যথা হইতে পারে না।

এই প্রকার যন্ত্রের নাম অক্ষ-চক্র। এই স্থলে দীর্ঘ ভূ-ক্ষেত্র দ্বারা যে বৃত্ত ক্ষেত্রে তাহাই চক্র, যথা 'কচক্র' এবং ক্ষুদ্র ভূক্ষেত্র দ্বারা যে বৃত্ত ক্ষেত্রে তাহাই অক্ষ; যথা 'খচক্র' বলাইয়া এই যন্ত্রের সাম্যাবস্থা নিরূপণ করিতে হইলে দীর্ঘ ভূক্ষেত্র ব্যাসার্ধের ব্যাসার্ধ লইয়া বলের সহিত গুণ করিতে হয়, আর ক্ষুদ্র ভূক্ষেত্র বা অক্ষের ব্যাসার্ধ লইয়া ভারের সহিত গুণ করিতে হয়। এই দুই গুণ-ফল সমান হইলেই যন্ত্রের সাম্যাবস্থা জ্ঞান যায়। যেমন দণ্ড-যন্ত্রকে বল-মধ্যাক করিলে বলের ক্ষতি হইয়া বেগের লাভ হয়, আর ভার-মধ্যাক করিলে তাহার বিপরীত ঘটে অর্থাৎ বেগের ক্ষতি হইয়া বলের লাভ হয়, এই যন্ত্রেও অবিকল সেই রূপ ঘটে। অক্ষে বল এবং চক্রে ভার থাকিলে বেগের লাভ আর চক্রে বল এবং অক্ষে ভার থাকিলে বলের লাভ হয়।



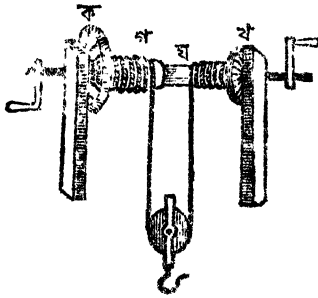
এই একটি অক্ষ-চক্র যন্ত্রের প্রতিকৃতি। 'কখগ' নামক চক্রের এক স্থানে এক গাছি রজ্জুর এক দিক জড়াইয়া বন্ধ আছে। সেই রজ্জুর অন্য প্রান্ত 'প' নামক স্থান হইতে বল প্রদত্ত হয়। 'গ' বল নামক অপর এক গাছি রজ্জুর

'ঘগচ' নামক অক্ষেতে 'বখর' রজ্জুর বিপরীত ভাবে জড়ান আছে। অতএব ঐ রজ্জু দ্বারা যে 'ভা' নামক ভার ঝুলিতেছে তাহা যদি যন্ত্রের বাম পার্শ্বে থাকে তবে চক্র বন্ধ 'বখর' রজ্জু 'ব' নামক বলবদ্ধ সমেত যন্ত্রের দক্ষিণ পার্শ্বে ঝুলিবে। এইরূপ হইলে যখন 'ব' আপন ভারে নানিবে তখন চক্র 'খগহ' অভিমুখে ঘুরিবে, অক্ষও ঐ চক্রের সহিত ঘুরিবে, সুতরাং 'ঘল' রজ্জু তাইহাতে গুটাইয়া যাইবে এবং তাহা হইলেই 'ভা' উঠিতে থাকিবে। যদি এই স্থলে চক্রের ব্যাসার্ধ ২ হাত অক্ষের আধহাত এবং বলের পরিমাণ ৮ সের হয় তবে ভার $(২ \times ৪ = ৮)$ সের হইবে। এক্ষেত্রে যদি 'ব' কত নামিল এবং 'ভা' কত উঠিল ইহা পরিমাণ করিতে হয় তবে স্পষ্ট দেখা যাইবে যে, 'ব'য়ের দড়ি ৪ হাত খুলিয়া আসিলে 'ভা'য়ের দড়ি ১ হাত মাত্র খুলিবে। অতএব দেখ যেমন বলে চতুর্গুণ লাভ হইতেছে তেমনি বেগ চারি ভাগ মাত্র পাওয়া যাইতেছে।



ইটিও একটা অক্ষ-চক্র যন্ত্রের প্রতিকৃতি। 'চঘ' নামক দণ্ড পরিয়া ঘুরাইলে 'গঘ' দণ্ডটা ঘুরিতে থাকে, তদ্বারা 'কখ'ও ঐ ঘর্ণনা-ভিমুখে ড্রানিত হয়, সুতরাং যদি 'ভা' নামক ভারে বদ্ধ রজ্জু 'কখ' অক্ষে জড়ান থাকিয়া ঘর্ণনের বিপরীত দিক্ হইতে লম্বমান

বলে। এই যন্ত্রে কত বলে কতলার সাম্যাবস্থা হয় বিবেচনা করিতে হইলে যত গুলি লোকে যত বল দিয়া দণ্ড সকলে থাকে দেয় তাহার সমষ্টি লইতে হয়। যদি কোন কাপ্তান-যন্ত্রের দণ্ড ৪ হাত পরিমিত হয় ও তাহার মধ্যস্থলেব, অর্থাৎ অক্ষের ব্যাসার্ধ $\frac{১}{২}$ হাত হয় আর তাহাকে ৫ জনে, প্রতি ব্যক্তি ৬ মণ পরিমিত বল দিয়া খুলাইয়া থাকে, তবে বলের পরিমাণ $৫ \times ৬ = ৩০$ মণ অবধারিত হইল। সুতরাং ভার $(৩০ \times ৪) \div \frac{১}{২} = ২৪$ মণ হইবে। সুড়ি উড়াইবার লাটাই, স্ত্রী গুটাঁইবার চরকি, এ সমুদায়ই অক্ষ চক্র সন্ত্র। উহাদিগের লাট অক্ষ এবং পেট চক্র। চরকাও একটা অক্ষ-চক্রের উদাহরণ স্থল। চরকার কাণ চক্রের কাঁথা করে, উহার ব্যাস সেই চক্রের অক্ষ হয় ঐ অক্ষ ঘুরিলে পাখি সমেত হাঁড়ি ঘুরে, সেই হাঁড়িও বাস্তবিক একটা চক্র মাত্র। পক্ষে যাহা, কথিত হইল তদ্বাদি অবশ্য বোধ হইয়া থাকিবে যে, এই যন্ত্রে চক্রকে যত বড় এবং অক্ষকে যত সরু করা যায়, ততই বেগের ক্ষতি ও বলের লাভ হয়। কিন্তু চক্র নিতান্ত বৃহৎ হইয়া উঠিলে উহা লইয়া কোন কার্যই করা যায় না। আর অক্ষও নিতান্ত সূক্ষ্ম হইলে কিছু মাত্র ভার সহিতে পারে না, অথবা অত্যন্ত মাত্র ভারে ভাঙ্গিয়া পড়ে। এই বৈষম্য নিবারণার্থে একটা অতি সুন্দর উপায় অবধারিত হইয়াছে।



‘কখ’ অক্ষের, এক ভাগ ‘কগ’কে স্থূল করিতে হয় এবং অপর ভাগ ‘ঘখ’কে অপেক্ষা-কৃত সূক্ষ্ম করিতে হয়। এই রূপ করিয়া এক গাছি দড়ি এমত রূপে যড়া-

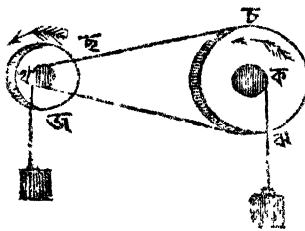
ইয়া দিতে হইবে। তাহার এক দিক ‘কগ’ মে গুটা-ইয়া লইতে থাকিলে ‘ঘখ’ হইতে কিঞ্চিৎ খুলিয়া আইসে। এক্ষণে দেখ যুরিবার সময়ে সমুদায় অক্ষ একবারে পাক নাগিবে, কিন্তু সেই এক পাকে ‘কগ’য়ে যত দড়ি জড়াইয়া যাইবে ‘ঘখ’ হইতে কদাপি তত খুলিবে না, সতরাং কপি-বদ্ধ ভাব কিঞ্চিৎ উন্নত হইবে। ফলতঃ ‘কগ’ ভাগের পরিধি-প্রমাণ ঐ ভাগের উন্নতি, আর ‘ঘখ’য়ের পরিধি-প্রমাণ উহার অবনতি হইতে থাকিবে। অতএব ‘কগ’ ভাগের ব্যাসার্ধ যত তাহা হইতে ‘ঘখ’ ভাগের ব্যাসার্ধ পবিনান বিষুক্ত করিলে যে সংখ্যা হয় সেই পবিনান ব্যাসার্ধ একটী অক্ষ ব্যবহারেব যে ফল, আর এই বিষয়াক্ষ ব্যবহার করাতেও চিক্ সেই ফল হইবে। অতঃ দেখ অক্ষকে অধিক সরু করিয়া অশক্ত করিতে হয় নাহি।

যেমন অনেক গুলি দণ্ড-যন্ত্রকে একত্রিত করিয়া মিশ্র

দণ্ড-যন্ত্র প্রস্তুত করা যায় এবং তাহা করিলে অনেক প্রকার কার্যের সুবিধা হয়, সেই রূপ অনেক গুলি অক্ষ-চক্রের মিলনে মিশ্র অক্ষ-চক্র জন্মে, তাহার দ্বারাও কার্যের বথেই সৌকর্য্য ঘটিয়া থাকে। বিশেষ এই যে, দণ্ড-যন্ত্রের দ্বারা একেবারে অতি শীঘ্র অতি প্রবলতর চাপ গড়ে, মিশ্র-অক্ষ চক্র দ্বারা বহুক্ষণ ধরিয়া সমভাবে বল প্রয়োগ হয়, কিন্তু সেই বলের পরিমাণ নিয়ম মিশ্র-দণ্ড-যন্ত্র হইতে স্বতন্ত্র নহে। অর্থাৎ যত গুলি চক্র থাকে তাহাদিগের ব্যাসার্দ্ধ সমস্তের গুণ-ফলকে বল দ্বারা পূরণ করিয়া এবং যত গুলি অক্ষ থাকে তাহাদিগেরও ব্যাসার্দ্ধ সমস্তের গুণ-ফলকে তার দ্বারা পূরণ করিয়া এই দুই পূরণ-ফল সমান হইলেই যন্ত্রের সাম্যাবস্থা জানা যায়। মিশ্র অক্ষ-চক্র প্রস্তুত করিবার নানাবিধ উপায় আছে; তন্মধ্যে কএকটির উল্লেখ করা যাইতেছে।

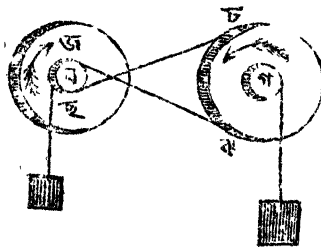
একটি চক্র ঘুরিতেছে, যদি এক গাছি দীর্ঘ রজ্জ্ব বা চর্ম্ম, অথবা শৃঙ্খল এই চক্রের গাত্রে বেষ্টিত করিয়া আর একটা চক্রের অক্ষে পরিবেষ্টিত করিয়া বন্ধন করা যায়, তাহা হইলে এই দ্বিতীয় চক্রও ঘুরিতে আরম্ভ করে। চরকার টুকু যে প্রকারে ঘুরে তাহা বিবেচনা করিলেই ইহা স্পষ্ট বোধ হইতে পারিবে। চরকার হাঁড়ি ঘুরে এবং সেই হাঁড়িকে বেষ্টিত করিয়া এক গাছি তাঁইত টুকুতে পরিবেষ্টিত হয়, সেই তন্তু যোগেই টুকুর ভ্রমণ হইতে থাকে।

এইরূপে যে রজ্জ্বাদি ব্যবহৃত হয় তাহার নাম 'বন্ধনী'। বন্ধনী সরল ভাবে দেওয়া যায় এবং ফের দিয়াও দেওয়া যায়। সরল ভাবে বন্ধনী পরিহিত করাইলে উভয় চক্রের গতি এক দিকে হয়, ফেরদিয়া দিকে চক্রদ্বয় পরস্পর বিপরীত মুখে চলে।



'ক' এবং 'খ' নামক দুই চক্র 'চক্র' নামক একটা সরল-বন্ধনী দ্বারা পরিবেষ্টিত হইয়াছে। যদি 'ক' নামক চক্রের গতি উঠন অর্থাৎ শরাস্তি-

মুখে উঠিতে থাকে তবে 'খ' চক্রের গতি উঠন অর্থাৎ শরাস্তিমুখে গমন করিবে। সুতরাং উভয় চক্রের গতি এক দিকেই হইবে।



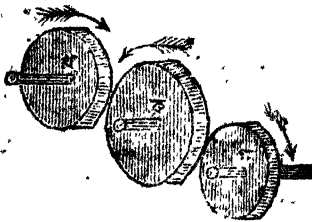
কিন্তু 'খ' নামক যে এই অপরাধ চক্র বিপরীত বন্ধনী কতক পরিবেষ্টিত হইয়াছে তাহা-দিগের গতি পরস্পর বিপরীত দিকে চল-

শরাস্তিমুখে হয়। বন্ধনী দ্বারা গতি দূর হইতে গতি সংক্রমণ হইয়া থাকে। কোন বস্তুর গতির হ্রাসের নিয়মটি

যদি একটি চক্র বা অক্ষ-দণ্ড ঘুরিতে থাকে, বন্ধনী যোগে সেই গৃহের নীচের চক্রকেও তদ্বারা ঘূর্ণিত করিতে পারা যায়—প্রাচীরাদিতে ছিদ্র করিয়া এক ঘর হইতে অন্য ঘরে ও ঐ গতি সংক্রামিত করা যায়—আর বন্ধনী সংযোগের প্রকার ভেদ করিলে এক প্রকার গতি হইতে নানা প্রকারের গতি উৎপাদন করা যায় ।

কিন্তু যেখানে অল্প স্থানের মধ্যেই কার্য সম্পন্ন করা আবশ্যিক হয়, সে স্থলে বন্ধনীর ব্যবহার অধিক হইতে পারে না। তথায় কার্য বুঝিয়া চক্রের প্রকার ভেদ করিতে হয়। যদি অধিক দলের আবশ্যিকতা না থাকে তাহা হইলে চক্র গুলির ধার চর্মাবৃত করিয়া গায়ে গায়ে লাগাইয়া রাখিলেই একটি ঘুরিলে সকল গুলি ঘুরে। চর্ম দ্বারা আবৃত করিবার তাৎপর্য এই যে, চর্মেই ঘর্ষণ হয়, ঘর্ষণ না হইলে কেবলমাত্র গায়ে ঠেকিয়া থাকিলেই একটি ঘুরিলে সকল চক্রগুলি ঘুরিতে পারে না।

স্থতার কলে এইরূপ করে। তাহার প্রতিকৃতি এই।



'ক' একটি বৃহৎ চক্র।

উহার পাশ্বে চর্মে

মোড়া। উহা ঘুরিলেই

উহার পাশ্বে যে, 'খ'

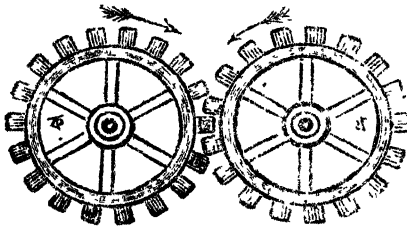
'খ' প্রভৃতি চক্র থাকে

উহার ও ঘুরে। ঐ সক-

ল চক্রের মধ্য ভাগে

একই টুকু থাকে । তদ্বারা সূত্র প্রস্তুত হয় ।

কিন্তু গাড়ি সংক্রমণের সর্বাপেক্ষা প্রসিদ্ধ উপায় দন্তর-চক্র । এক প্রকার দন্তর-চক্রের প্রতিকৃতি এই । এই প্রতিকৃতি দর্শনে বিশেষণ বোধ হইবে যে 'খ' চক্র

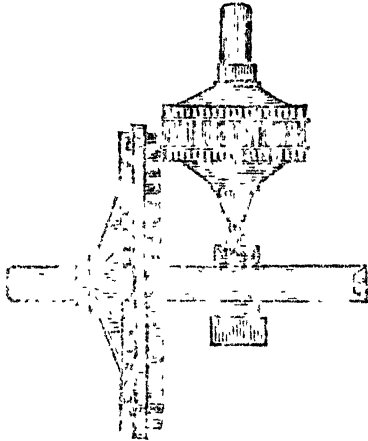


শরাতিমু-
খে ঘুরিলে
উহার 'প'
দন্ত 'ক' চ
ক্রের 'চ' দ-
ন্তকে নীচে

চেলিয়া দিবে তাহাব পর কখনই তাহাব 'ফ' আসিয়া 'ছ'কে চেলিয়া দিবে, এ-ই ক্রমান্বয়ে এইরূপ হইয়াতে 'ক' চক্রটিও নিজ শরাতি-মুখে জামিত হইবে । দন্ত গুলির আকার এমন বরা, আবশ্যিক যোগে পরস্পর ঘর্ষণে ভগ্ন বা শীঘ্র ক্ষয় হইয়া না যায় । এত জন্য অধিক মূলেই দন্তের আকার এমনত করিয়া যেন, তাহাব পরস্পরে অধিক ঘর্ষণ না করিয়া গাড়ির চাকা রাখার উপর দিয়া ষেরূপ গড়াইয়া যায়, সেই রূপ উপরে উপরে গড়াইয়া পড়ে ।

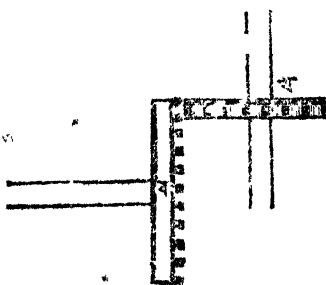
কিন্তু ঐ প্রতিকৃতিতে চক্র দুয়ের দন্তগুলি যে প্রকার তাহা দেখিলেই বোধ হইবে যে, উহার উভয়ে এক সমতলে থাকিলেই পরস্পর যোগে ঘূর্ণিত হইতে পারে । অর্থাৎ যদি ঐ দুই চক্র, গাড়ির চাকা যেমন গড়া হইয়া

থাকে, সেই প্রকার, অথবা কুম্ভকারের চক্র যেনন শুইয় থাকে সেইরূপে, পরস্পর নিকটবর্তী হইয়া সান্নিবেশিত হইতাহা হইলেই ঐ রূপ দন্তর চক্রের কার্যা হইতে পারে।



নিম্ন যদি এক খামি চক্রে গাড়ির চাকার ন্যায় লম্বা লম্বা ভাবে, এবং অপর চক্রের কুম্ভকারের চক্রের ন্যায়, অর্থাৎ সমতলে ঘূর্ণিত করিবার প্রয়োজন হয়, তাহা হইলে উক্ত প্রকার চক্র

দ্বারা কার্যা নির্বাহ হইতে পারে না। তৎকাল্য যে প্রকার দন্তর চক্রের প্রয়োজন তাহার নাম 'মুকুট দন্তর'।

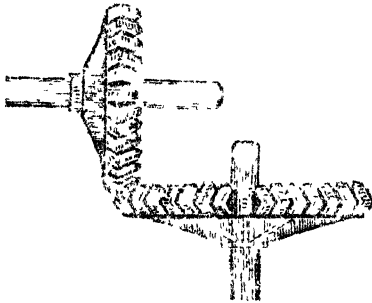


তাহার প্রতিকৃতি এই 'ক' নামক চক্র মুকুট-দন্তর, 'খ' সামান্য দন্তর। 'ক' গাড়ির চাকার ন্যায় লম্বা লম্বা ঘূর্ণিত হইছে। তাহার দন্ত যোগে 'খ' নামক চক্র কুম্ভকারের চ

ক্রম নানা সমন্বয়ে স্থাপিত হইতেছে।

পূর্ব-র্তী দুই প্রতিক্রিয়া বিবেচনা করিয়া দেখিলেই যন্ত্র-যন্ত্রের ভিতর মুকুট-চক্র বিকল্প চক্রকে সমন্বয় প্রাপ্ত করে তাহা স্পষ্ট প্রত্যক্ষ হইবে।

কিন্তু যেখানে এক লক্ষ্যে যুগ্মিত কোন এক দ্বারা এক সমন্বয়ে যুগ্মিত চক্রের গতি উৎপাদন করিতে না হয়, প্রত্যুত এই চক্রের পরস্পর বাহ্যিক ভাবে থাকে। তাহায় মুকুট-চক্রও কোন কার্য হয় না। সেই ক্ষেত্রে চক্র দুয়ের দ্বন্দ্ব গুণিত উচিত ক্রমে চক্র কথিয়া গানে দ্বিগুণে হয়। তাহাশ এক একজের নাম, বিক্র-

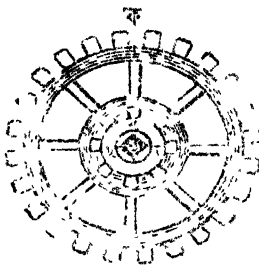


দ্বন্দ্ব-চক্র নামে
 একই চক্রের
 গতি প্রদান
 করা যায়।
 এই চক্রের
 গতি প্রদান
 করা যায়।
 এই চক্রের
 গতি প্রদান
 করা যায়।

একল নামাধি হয় এবং সেই বিবিধ সমন্বয়ে যন্ত্রের গতিকে বিবিধ প্রকারে সংস্থাপিত করিয়া গণেশের কার্য নিৰ্দ্ধারিত হইতে পারে।

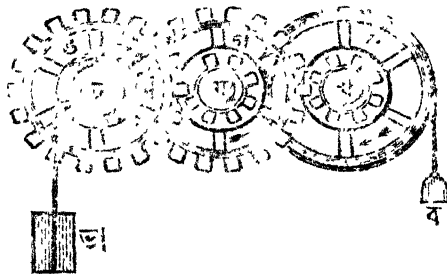
যদি চক্রের অক্ষটি দৃষ্টির হয় তাহা হইলে উহার গতি পরিবর্তিত হইয়া যায়। 'দ্রব-অক্ষ' নামে এই কার্য

‘প’ক’ বলা গিয়া থাকে, এবং তাহার দশ সমস্তকে দশ
নাম বলা যাইবে। ‘ক’ দস্তুর চক্র, ‘খ’ উহার



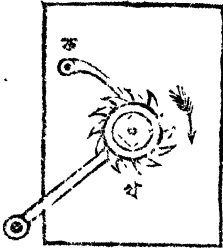
‘প’ক’ এবং ‘চ’ ‘ছ’ প্রভৃতি
দশই পদের ‘প’ক’। দশব চক্র
এবং পঞ্চাদি সংযোগে তার
এবং বনের মান্যবস্থা কিঙ্ক-
প নিরূপিত হইতে পারে। এক্ষণে
কথিত হইতেছে। পরবর্তী
প্রতিকৃতিতে ‘ক’ নামক চ-

ক্রমে ‘খ’ পদকে ‘খ’ দস্তুর চক্র সংলগ্ন হইয়াছে, আবার
সেই ‘খ’ এর ‘ঘ’ নামক পদে ‘ঙ’ নামক দস্তুর চক্র লগ্ন
হইয়াছে। সেই ‘ঙ’র ‘চ’ নামক অক্ষে রক্ষণ বক্র ‘ভা’
নামক তার মুলিত হইবে। যদি ‘ক’ এর ব্যাসার্ধ ১ হইত



‘ক’ এর ব্যাসার্ধ ১ হইত, ‘খ’ এর ব্যাসার্ধ ২ হইত, ‘ঘ’ এর
ব্যাসার্ধ ৩ হইত, ‘ঘ’ এর ব্যাসার্ধ ৪ হইত, ‘চ’ এর ব্যাসার্ধ ৫ হইত,
হয়, আর ‘ব’ / ৪ মের পক্ষে হবে : $১ : ২ : ৩ : ৪ : ৫$ \times $১ : ২ : ৩ : ৪ : ৫$

তাঁহার গমনের কোন প্রতিবন্ধকতা করে না, কিন্তু চক্রট
অন্য দিকে ফিরিতে গেলেই ঐ দন্ত দ্বারা ধৃত হয়, সূত
বাং উহা কোন প্রকারেই ফিরিতে পারে না।



‘ক’ একটি উক্ত রূপ ধারক-
দন্ত; ‘খ’ নামক দন্তের চক্র যখন
শর্যতিমুখে ঘুরিতে থাকে ত
খন ‘ক’ তাহার ঘূর্ণন নিবারণ
করে না, কিন্তু উহা বিপরীত
দিকে ঘুরিতে গেলেই ‘ক’ এর মুখ
‘খ’ এর দন্তে বন্ধ হইয়া যায়

বাষ্পীয়-যন্ত্র।

প্রথম অধ্যায়।

ইয়ুরোপীয়দিগের নির্মিত সর্ব প্রকার যন্ত্র অপেক্ষা
বাষ্পীয় যন্ত্র অধিক কার্যে লাগে, বাষ্পীয় যন্ত্রের প্রয়োগ
প্রায় সকল কর্মেই হইতে পারে। জলভূলা, গাড়িটানা,
জাহাজ টানা, সূত্র প্রস্তুত করা, সস্ত্র বুনী পুস্তকাদি মু-
দ্রিত করা, প্রভৃতি যাবতীয় কর্ম এক বাষ্পীয় যন্ত্র দ্বা-
রাই সম্পন্ন হইয়া থাকে। সুতরাং বাষ্পীয় যন্ত্রকে যেমন
কার্যে নিযুক্ত করা যায় ইহার প্রকৃতিও সেই রূপে
কিঞ্চিৎ পরিবর্তিত করিতে হয়। কিন্তু সেই সকল

উষ্ণতা অনুসূত্র ভেদ মাত্র । বাষ্পীয় বল নামেরই মূল প্রকৃতি এক প্রকার । এই প্রকরণে তাহাই বর্ণিত হইবে ।

কিন্তু এই যন্ত্রের যে কএকটি প্রধান অঙ্গ আছে তাহাব বিবরণ অগ্রে অগবত না হইলে সমুদায়টি একবারে হৃদয়ত করা কঠিন হয়, অতএব ক্রমশঃ একটা ক্রিয়াকে এই যন্ত্রের সকল অঙ্গ প্রত্যঙ্গের বিবরণ কবাবাইতেছে ।

[বাষ্প কি ?]

তাপ-বিজ্ঞানে এই প্রশ্নের উত্তর সবিশেষ করা যাইতে পারে, এইক্ষণে এইমাত্র বক্তব্য যে, তাপের একটি প্রধান ধর্ম বিস্তারণ । যে দ্রব্য তাপসংযুক্ত করা যায় সেই বিস্তৃত হয় । কত তাপে কোন্ দ্রব্য কত বিস্তৃত হইতে পারে, তাহা পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা নিরূপিত করিয়াছেন; এবং তাহারা এপ্রকার এক যন্ত্রের সৃষ্টি করিয়াছেন যে, তদ্বারা কোন্ দ্রব্যে কখন কত তাপ আছে তাহা নিশ্চয় বলিতে পারেন । সেই যন্ত্রের নাম 'তাপমান-যন্ত্র' । তাপমান-যন্ত্র দ্বারা অবধারিত হয় যে, জলে ২১২ অংশ তাপ প্রবেশিত হইলেই জলের যোগ্যকর্মণ শক্তি এমনত ন্যূন হইয়া যায় যে, উহা তারল্য ভাব পরিহার পূর্বক বায়বীয় ভাব ধারণ করে । জল সেই বায়বীয় ভাব প্রাপ্ত হইলেই তাহার নাম বাষ্প হয় ।

জল যখন বাষ্প হয় তখন পূর্বাপেক্ষা অধিক আয়তন সম্পন্ন হইয়া থাকে । ইহা নিরূপিত হইয়াছে যে,

জল বাষ্প হইলে পুরস্কারভনের ১৭২৮ গুণ অধিক বিস্তৃত হয়। সুতরাং যে পাত্রে জল থাকে তাহার সমুদায় জল বাষ্প হইলে উহা কদাপি আর সেই পাত্রে নিরুদ্ধ থাকিতে পারে না। তাহার বিস্তৃতি অধিক হওয়াতে বাষ্প ঐ পাত্ৰকে বিদীর্ণ করিয়া বাহির হইবার চেষ্টা পায়। এই জন্যই কখনও 'ভাপ্রার-হাঁড়ী' ফাটিয়া যায়—ভাতের হাঁড়ীর মুখে কিয়ৎকণ শরা চাপা থাকিলে সেই শরা উদ্ঘাটন করিয়া বাষ্প বাহির হইতে থাকে—এবং বাষ্পের এইরূপ বলকেই অবলম্বন করিয়া ইউরোপীয়দিগের বাষ্পীয় যন্ত্র নির্মিত হইয়াছে।

পরন্তু ২১২ তাপাংশে জল বাষ্প হয় বটে। কিন্তু যদি যেমন বাষ্প জন্মে অমনি বাহির হইয়া যাইতে পায়—তাহা হইলে বাষ্পের বল অধিক হয় না। বাষ্পকে পাত্ৰের মধ্যে বদ্ধ করিয়া যদি জলে জ্বাল দেওয়া যাইতে থাকে তাহা হইলেই বাষ্পের বল অধিক হয়। ইহার কারণ এই যে, জলের উপর যত অধিক চাপ থাকে তত অধিক তাপাংশে তাহার বাষ্পোদ্গম হয় এবং যত অল্প চাপ থাকে তত অল্প তাপাংশে বাষ্প জন্মে। অল্প তাপাংশে যে বাষ্প জন্মে তাহার বিস্তারণ-শক্তি কখনই অধিক তাপাংশজাত বাষ্পের তুল্য হইতে পারে না। যেহেতু তাপের বিস্তারণ ধর্মই বাষ্পের বিস্তারণ গুণ করে। সুতরাং তাপাংশের তারতম্যানুসারে বাষ্পেরও বিস্তারণ গুণের স্থানাধিক্য হইবে, ইহাতে আশ্চর্য্য কি?।

[হাঁড়ি ।]

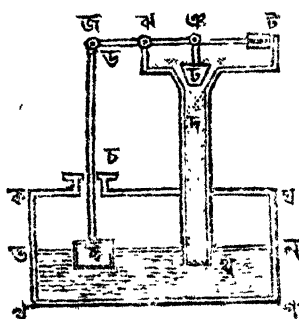
যে পাত্রে জল রাখিয়া অগ্নিসংযোগ দ্বারা সেই জলকে বাষ্প করা যায়, সেই পাত্রের নাম হাঁড়ি । বাষ্পীয় যন্ত্রের হাঁড়ির গঠন নানা প্রকার হয় । কিন্তু গোলাকার হইলে জলের অধিক স্থানে তাপ পায় বলিয়া হাঁড়ির আকার শূন্য-গর্ত গোল হৃদয়ের ন্যায় করাই সর্বত্র প্রসিদ্ধ হইয়াছে ।

লৌহের বা তাম্বুর অতি মৃদু পাত প্রস্তুত করিয়া সেই সকল পাত যুড়িয়া বাষ্পীয় যন্ত্রের হাঁড়ি নির্মাণ করিয়া থাকে । কিন্তু হাঁড়ি যতই শক্ত হউকনা কেন তাহার নীচে যে রূপ জ্বাল পায়, তাহাতে উহা অতি শীঘ্রই নষ্ট হইয়া যাইবার সম্ভাবনা । সকলেরই সিদ্ধি আছে, কোন যুগ্ম পাতকে চুল্লীর উপর সংস্থাপিত করিয়া যদি উহাতে কিয়ৎক্ষণ জ্বলাদি কোন পদার্থই না দেওয়া যায়, তাহা হইলে পাত্রটী অতি শীঘ্রই কাটিয়া যায় । পাত্রে পাত্রেও এইরূপ ঘটিতে পারে । ধাতু যাত্রেরই অধিক উত্তপ্ত হইলে তাহার সহিত ভূবায়ুস্থিত অক্সিজেন-বায়ুর রাসায়নিক সংযোগ হয় । সেই সংযোগবশতঃ ধাতু যাত্রেরই মড়িচা পড়ে এবং উহার ক্ষয় হইয়া যায় । কিন্তু যদি ধাতু পাত্রে জল থাকে, তবে পাত্রটা যতই কেন উত্তপ্ত হউক না, তাহার অধিকাংশ তাপ জলে যায়, এবং জলও বাষ্প হইয়া ঐ তাপকে অন্তর্হিত

করিতে থাকে। সুতরাং জল-পূর্ণ থাকিলে পাত্র বিদৌহ হয় না।

[কল-নিয়ামক ।]

অতএব বাষ্পীয় যন্ত্রের হাঁড়ি য'হাতে সর্বদা জল-পূর্ণ থাকে এমন কোন উপায় করা নিতান্ত আবশ্যিক। ভিন্ন-ভিন্ন অতি সুকৌশল পূঙ্কক বাষ্পীয় হাঁড়িতে একটা যন্ত্র-বিশেষ সংযুক্ত থাকে। তাহার নাম 'জল-নিয়ামক'। উহার প্রকৃতি নিম্ন বস্তু প্রতিকৃতি দর্শনে স্পষ্টরূপে বোধগম্য হইবে।



'কখগঘ' যেন বাষ্পীয় যন্ত্রের হাঁড়ি। উহার উপরি দাগে 'চ' নামক একটা ছিদ্র আছে। সেই ছিদ্রের ভিতর দিয়া 'জচছ' নামক একটা দণ্ড প্রবিষ্ট থাকে। দণ্ডটী এই ছিদ্রে এমন চিক হইয়া বইসে যে, কি বা-

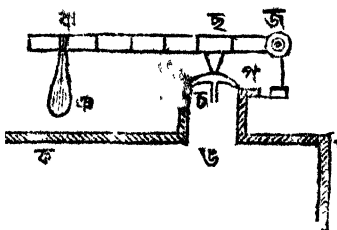
হিরের বায়ু, কি হাঁড়ির ভিতরের বাষ্প, কিছুই উহা দ্বারা গমনাগমন করিতে পারে না। এই দণ্ডের নিম্ন-ভাগে খাতু নির্মিত যে 'হ' নামক শূন্যগর্ভ বস্তুটী আছে, তাহা হাঁড়ির জলে ভাসিতে থাকে। যখন জল কমিয়া যায় তখন ঐ 'হ' ভারী হওয়াতে 'জচছ' নামক দণ্ডে

টান পড়ে। তাহা হইলেই 'জ্বাঞট' নামক দণ্ড-যন্ত্রের 'জ্বা' ভুক্ত অধিক ভারী হওয়াতে অপর ভুক্ত 'ঝঞট' কিঞ্চিৎ উঠে। পবন ঐ ভুক্ত উন্নত হইলেই উহার 'ঞ' স্থানে যে 'ঢ' নামক সিপি বন্ধ থাকে তাহাও উন্নত হয়। সুতরাং 'দখ' নামক প্রণালীর মুখ উন্মুক্ত হওয়াতে সেই প্রণালীর দ্বারা 'ঢ'এর উদ্ধবস্তী-পত্রিহিত জল গিয়া হাঁড়ির তিতবে পড়ে।

জল হাঁড়ির তিতর পড়িলেই আবার 'ছ' ভাসিয়া উঠে, 'ছ' ভাসিয়া উঠিলেই 'চজ' দণ্ড উন্নত হয়, এবং উহা উন্নত হইলেই 'ঝাট' ভুক্ত নামে, আর সেই ভুক্ত নামিলেই সিপি নামিয়া 'দখ' প্রণালীর মুখ বন্ধ হইয়া যায়। আর অধিক জল হাঁড়ির তিতর যায় না।

[আরক্ষ কবাটী ।]

বাষ্পীয় হাঁড়ি কেবল অগ্নিতাপেই নষ্ট হইতে পারে এমন নহে। উহার তিতর যে বাষ্প জন্মে তাহার বিস্তারণ শক্তি সমধিক হইয়া উঠিলে হাঁড়ি বিদীর্ণ হইয়া যাইবার সম্ভাবনা। যেমন অগ্নিতাপ নিবারণের নিমিত্ত জল-নিয়ামক যন্ত্র প্রস্তুত হইয়াছে সেই রূপ এই দ্বিতীয় আশঙ্কা নিরাকরণার্থ আর এক প্রকার যন্ত্র নিষ্পন্ন হইয়াছে। সেই যন্ত্রের নাম আরক্ষ-কবাটী।



‘কঙ’ হাঁড়ি; ‘ঙ’
উহার একটি ছিদ্র,
সেই ছিদ্রের মুখে ‘চ’
নামক কবাটরুদ্ধ আ-
ছে। আর ‘জহ্ব’ একটি
দণ্ড-যন্ত্র উহার অব-

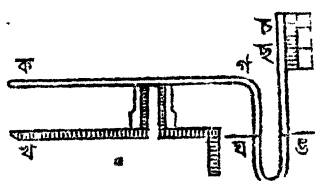
লয়স্থান ‘জ’ এবং ‘হ’ স্থানে একটি বিপর্যাস্ত ত্রিকোণ-
সূচী আছে যদ্বারা দণ্ড যন্ত্রটি ‘চ’ নামক কবাটের উপর
ভার দিয়া থাকে। দণ্ডের অপর প্রান্তে ‘ঞ’ নামক
কোন ভারী জৈব্য ঝুলিয়া আছে।

যখন হাঁড়ির অন্তর্গত বাষ্পের বল অধিক হয়, তখন
উহা ‘চ’ নামক কবাটকে ঠেলিয়া তুলে, এবং সেই পথ
দিয়া বাহির হইয়া যায়। ‘জহ্ব’ দণ্ডটি তুলায়ন্ত্রের
ন্যায় অঙ্কিত আছে। ‘ঞ’ ভারকে তাহার যেমন স্থানে
আনা যায় সেই পরিমাণ বাষ্পের চাপ হইলে কবাট
খুলে। এইরূপে যত বলের বাষ্প প্রস্তুত করা আবশ্যিক
সেই পরিমিত বলেরই বাষ্প জন্মাইতে পারে যায়।

সুতরাং এমত বলা যাইতে পারে যে এই আরক্ষ-
কবাটের দ্বারা বাষ্পীয় হাঁড়ির রক্ষা হয় এবং তদনাত বা-
ষ্পের বলও কখন কত থাকে তাহা জানিতে পারা যায়।
পরন্তু এই দুইয়ের মধ্যে হাঁড়ির রক্ষাই এই কবাটের মুখ্য
তাৎপর্য—বাষ্পের বল জানিবার উপায়ান্তর আছে।

সেই যন্ত্রের নাম বাষ্প-মাপক; উহার প্রতিক্রম নিম্ন-
ভাগে প্রদর্শিত হইতেছে।

[বাষ্প-মাপক :]



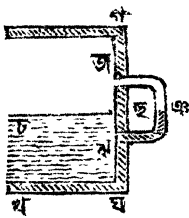
'খ' বাষ্পীয় হাঁড়ি।
উহা হইতে 'গঘঙচ'
নামক একটা কাচ
নির্মিত বক্রনল বাহির
হইয়া আসিয়াছে। সেই

নল পারদে পরিপূর্ণ এবং তাহার উপরেব দিক খোলা।
যদি হাঁড়ির ভিতর হইতে যে বাষ্প আইসে তাহার চাপ
বাহিরের বায়ুর চাপের সমান হয় তাহা হইলে উক্ত পারদ
'গঘ' নল ভাগে যত উন্নত হইয়া থাকে 'চঙ' নল ভাগেও
ঠিক তত উচ্চ হইয়া থাকিবে। কিন্তু ক্রমে বাষ্পের চাপ
যত অধিক হইতে থাকে ততই 'গঘ'এর দিকে পারা
নত হইয়া আইসে এবং 'চঙ'এর দিকে উন্নত হইয়া
উঠে। 'ঘ' অপেক্ষা 'ঙ'এর দিকে পারা যত ইঞ্চি অধিক
উন্নত হইয়া উঠে প্রতি বর্গ ইঞ্চি স্থানের উপর বাষ্পের
চাপ তত পোয়া হইতেছে জানিতে পারা যায়।

[জল-মাপক ।]

পূর্বে যে 'জল-নিয়ামক' যন্ত্রের বিবরণ করা গিয়াছে
তদ্বারা বোধ হইয়া থাকিবে, যে বাষ্পীয় হাঁড়িতে আ-

পমা হইতেই জল যোগায়, সূতরাং হাঁড়ি কখনই জল-শূন্য হইতে পারে না। বাস্তবিক তাহাই হয় বটে; ঐ যন্ত্র দ্বারা হাঁড়ির ভিতর সর্বদাই উপযুক্ত পরিমাণে জল থাকে। কিন্তু বিজ্ঞ যন্ত্রকরেবা, পাছে জল-নিয়ামক যন্ত্রে কোন ব্যাঘাত বটে, এই শঙ্কা প্রযুক্ত হাঁড়ির ভিতরে জল কখন কত আছে ইহা প্রত্যক্ষ করিবার আর একটা উপায় করিয়াছেন। তাহার নাম 'জল-মাপক'। উহার প্রতিকৃতি নিম্নে প্রদর্শিত হইতেছে।



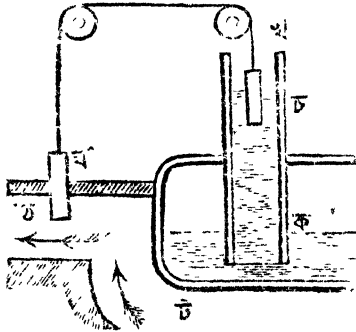
'খগঘ' বাষ্পীয় হাঁড়ি। উহাতে যেন 'চ' পর্যন্ত জল থাকা আবশ্যিক, তাহার কিঞ্চিৎ নিম্নে 'ঝ' নামক একটা ছিদ্র আছে আর কিঞ্চিৎ দূর্বে 'জ' নামক আর একটা ছিদ্র আছে। ঐ দুই ছিদ্রে 'জঞ্জব

নামক একটা কাচ-নির্মিত বক্র নল বসাইয়া দিলে, হাঁড়ি ভিতরে জল যে পর্যন্ত উন্নত হইয়া আছে কাচের নলেও ঠিক তত উচ্চ হইয়া থাকিবে। সূতরাং হাঁড়িতে কত দূর পর্যন্ত জল আছে তাহা বাহিরের কাচ নল দেখিয়াই জানিতে পারা যায়। ঐ 'জঞ্জব' নলেরই নাম 'জল মাপক'।

[তাপ-নিয়ামক।]

বাষ্প, সকল সময়ে সমান পরিমাণে প্রস্তুত করিবার প্রয়োজন হয় না। কখন অধিক কখন অল্প বাষ্পের আবশ্যিকতা হয়। এই নিমিত্তে মধ্যে মধ্যে চুল্লীর তাপ কখন ব-

ক্ষিত আর কদাপি ক্রম করা আবশ্যিক হইয়া থাকে। সেই কার্য সাধনার্থে যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাহার নাম 'তাপ-



নিয়ামক'। 'কট' হাঁড়ি, 'ষ্ট' চুল্লী। হাঁড়ির তিতর 'কচ' নামক একটী নল প্রবেশিত আছে। হাঁড়ির তিতরে জলের উপর বাষ্পের চাপ যত অধিক হয়, জল ঐ নলেব তিতর

দিয়া ততই উচ্চ হইয়া উঠে। কিন্তু ঐ জলের উপরি-ভাগে 'ঘথথ' রজ্জু দ্বারা বন্ধ ইহয়া কোন শূন্য-গর্ভ-পাত্র-পাত্র ভাসমান আছে। জল উত্তীর্ণ হইলে তাহাব সহিত ঐ পাত্রও উত্থিত হয় এবং উহা উঠিলেই 'থথথ' রজ্জু শ্রথ হইয়া যায়, সুতরাং ঐ রজ্জুর অপর প্রান্তে যে 'ট' নামক ধাতুগয় পীঠ আছে তাহা নামিয়া চুল্লীর মুখ বন্ধ করে। চুল্লীর মুখ বন্ধ হইলেই আর তাহার তিতর অধিক বায়ু প্রবেশ করিতে পারে না। বায়ু প্রবেশ অল্প হইলেই চুল্লীর জ্বলনও ক্রম হয়। এই রূপে চুল্লী ক্ষণকাল স্তিমিত-তেজঃ হইয়া থাকিলেই হাঁড়ির তিতর অল্প বাষ্প জন্মে তাহাতে উহার অন্তর্গত জলের উপর নাপ কমিয়া যায়, সুতরাং নলের তিতরকার জনও নামিয়া আ-

ହିମେ ଏବଂ ତାହାର ସହିତ 'ତାମ୍ବାନ ଧାତୁ-ପାତ୍ର' ଓ ନାନେ, ଆଉ 'ଏ ପାତ୍ର' ନାନିଲେ 'ଠ' ଉଚ୍ଚିଆ ଚୂର୍ଣ୍ଣର ମୁଖ ଉନ୍ମୁକ୍ତ କରିয়া ଦେয়—ସୁତରାଂ ତାହାତେ ପୁନର୍ବାର ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ ହୋଇଲେ ଉହା ଅଧିକ ପରିମାଣେ ଜ୍ୱାଳିଆ ପୁନର୍ବାର ସମ୍ପଦିକ ବାଷ୍ପ ଜନ୍ମାୟ ।

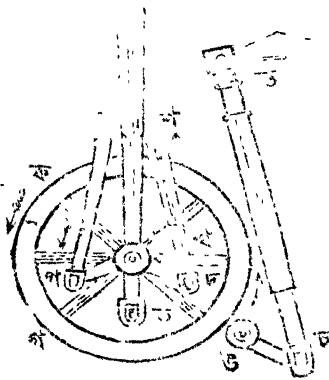
ଦ୍ୱିତୀୟ ଅଧ୍ୟାୟ ।

ବାଷ୍ପୀୟ ହାଁଡ଼ିର ପ୍ରଧାନତଃ ତାହା ପ୍ରତ୍ୟାକ୍ଷର ସୂଚକ ବିବରଣ କଥିତ ହୁଅଇ, ଏକ୍ଷଣେ ଏ ବାଷ୍ପୀୟ ହାଁଡ଼ି-ଜାତ ବାଷ୍ପକେ ମେ, ବିରୂପ କବିଆ କାର୍ଯ୍ୟ-ସାଧନୋପବୋଧୀ କରା ଯାଏ ତାହା ସଂକ୍ଷେପେ ବଳ' ବାହିତେଛୁ :

କୋନ ଯନ୍ତ୍ର ଦ୍ୱାରା ଯେ ରୂପ କାର୍ଯ୍ୟ ସାଧନ କରା ଆବଶ୍ୟକ ହୁଅଇ ନା କେନ, ତଦ୍ୱାରା ଏକ ବାର ଚକ୍ର-ଗତି ଉତ୍ପାଦନ କରିତେ ପାରିଲେଇ ଅପର ସକଳ କ୍ରିୟା ସହଜେଇ ସମ୍ପନ୍ନ ହୁଅିତେ ପାରେ । ଅତଏବ ବାଷ୍ପର ବିସ୍ତାରଣ ଶକ୍ତିକେ ଆବଲମ୍ବନ କରିଆ କି ପ୍ରକାରେ ଚକ୍ରଗତି ଉତ୍ପାଦିତ ହୁଅିଯାଉ ଶ୍ରେଣ୍ଡଲେ ତାହାହି ବଳା ସାହିବେ । କିନ୍ତୁ କେବଳ ଚକ୍ରଗତି ଉତ୍ପାଦନ ହୁଅିଲେଇ ହୁଏ ନା । ସେହି ଚକ୍ରଗତିର ସର୍ବସଂସ୍କାରେ ସମାନ ବେଗ କରିଷା ରାଖାଓ ଆବଶ୍ୟକ, କାରଣ ସମବେଗ ନା ହୁଅି । ଏକବାର ଅଧିକ ବେଗ ଏବଂ ଏକବାର ଅଳ୍ପ ବେଗ ହୁଅିଲେ କୋନ କାର୍ଯ୍ୟାହି ସୁନିର୍ବାହିତ ହୁଏ ନା; ଆଉ ଯନ୍ତ୍ରଟିଓ ଅତି ନୀଞ୍ଚ ଜୀନ ଏବଂ ଭଗ୍ନ ହୁଅିଆ ଯାଏ । ଅତଏବ ବାଷ୍ପୀୟ ଯନ୍ତ୍ରର 'ଗତି-ନିୟାମକ' ସେ ଅତି ଉତ୍କୃଷ୍ଟ ଉପାୟ ସମସ୍ତ ଆବଲମ୍ବିତ ହୁଅିରାଉ ଶ୍ରେଣ୍ଡଲେ ତାହାରହି ସୂଚକ ବିବରଣ ପ୍ରକାଶ କରା ବାହିବେ ।

[চাক বা ঘূর্ণন দণ্ড ।]

চক্রগতি নানা প্রকারে উৎপাদিত হইতেছে দেখিতে পাওয়া যায় । গাড়ির চাকা, কুমারের চক্র, চড়ক গাছের মাচ্ প্রভৃতি অনেক স্থলে চক্র-গতির উদাহরণ প্রাপ্ত হওয়া যাইতেছে । কিন্তু বাষ্পীয় যন্ত্রের চক্র-গতি উৎপাদনার্থ এই প্রকার কোন উপায়ই অবলম্বিত হয় নাই । যখন ঘূর্ণাইবার সময়, লোকে যে প্রকারে পবিয়া পুর য বাষ্পীয় যন্ত্রেও সেই প্রথা দৃষ্ট হইতে থাকে । যখন ঘূর্ণাইতে হইলে একটী কাম্বিকাকে এই যন্ত্রের পার্শ্ববর্তী হিঁজে বদ্ধ করিয়া হস্ত দ্বারা সেই কাম্বিকার অপর প্রান্ত পবিয়া টানিতে হয় । কিন্তু চক্রাকাৰে অসংখ্য কাম্বিক আবশ্যক তা হয় না । হস্তকে সবল রাখা এনে পীড়ন ক্রম বার অপ্রয়োজী ও পরকাল পশ্চাদ্ধরা কবিতেই যত্ন ঘূর্ণিত হইয়া থাকে ।



বাষ্পীয় যন্ত্রে চক্র রূপ যন্ত্রের আঁঠি এবং ইহের কাণ্ড যে যন্ত্র দ্বারা চক্রগতিতে চলিবার নাম 'চাক' । এই 'চাক' যন্ত্রের গতি-ক্রম পাইবার্থে অধিক বিস্তারিত হইবে ।

এই প্রান্তরিত '৩' চাক-যন্ত্রের কা-

ষ্টিকা এবং 'চভ' উহার 'যোজক-দণ্ড'। ঐ কাষ্টিকা এবং যোজক-দণ্ড একটী সুবৃহৎ চক্রে সংযুক্ত হয় এবং ভাঙ্গা হইলে যে রূপ দেখায় তাহাও ঐ প্রতিকৃতিতে দৃষ্ট হইবে।

সেই স্থলে 'দশ' নামক ক্রান্তির যোজক-দণ্ড শরাতি-মুখে উখিত হইলেই 'কথগ' নামক চক্রটী স্বপার্শ্বস্থ শরাতিমুখে ভ্রামিত হয়; আবার 'ক্রান্তী' 'হপম' আকারে অবস্থিত হইলে 'হপ' যোজক-দণ্ডের শরাতি-মুখে নিম্ন গতি হওয়াতে চক্রও স্বপার্শ্ববর্তী শরাতিমুখে ঘুরে।

এইরূপে যোজক-দণ্ডের গতি ক্রমশঃ উপর নীচে হইলেই চক্র ভ্রামিত হয়। কিন্তু ঐ ভ্রমণের মধ্যে ক্রান্তি দুইবার এমত দুই স্থানে উপস্থিত হয় যে তথায় 'ক্রান্তির' বল কোন কার্য্য-কারী হইতে পারে না। তাহার এক স্থান, যখন ক্রান্তির কাষ্টিকা যোজক-দণ্ডের ঠিক নীচে আইসে এবং অপর স্থান, যখন উহা বা উভয়ে এক সরলারেখায় আসিয়া চক্রের বাস স্বরূপে অবস্থিত হয়। ঐ দুই সময় 'ক্রান্তির' টানে চক্র না ঘুরিয়া উহার অক্ষে, অর্থাৎ মধ্য স্থানে সমুদায় বল পড়ে। হাতে করিয়া একটী যাঁতা ঘুরাইয়া দেখিলেই ইহা স্পষ্ট প্রত্যক্ষ হইবে। যদি হাত না ঘুরাইয়া কেবল কাষ্টিকে ঠেলিয়া এবং টানিয়া অল্পে যাঁতা ঘুরাইবার চেষ্টা করা যায় তাহা হইলে, যে দুইবার যাঁতার কীলক এবং কাষ্টিকার মাথা ও হস্তের কোনোনি সমসূত্র পাতে হয় সেই দুইবার হাতের টান

শীতের কেন্দ্র-স্থিত কীলকের উপরে পড়ে, ঐ টানে যাঁতা ঘূর্ণিতে পাবে না । 'ক্রাস্কে'ও এইরূপ হইতে পাবে । এবং এই জন্যই ক্রাস্কে'র উক্ত দুই অবস্থাকে 'অকর্মণ্য-বাস্থ্য' বলা গিয়া থাকে । যাঁতাকে অল্পেই ঘুরাইতে গেলে এইরূপ হয় বটে, কিন্তু যদি উক্ত যাঁতাকে অত্যন্ত বেগে ঘূর্ণিত করা যায় তাহা হইলে, বালকের প্রতি আকর্ষণ হয় না । অর্থাৎ যাঁতা এক পরেও অকর্মণ্য-বাস্থ্যে অবস্থিত না হইয়া গা দুই স্থান হইতে বেগে বাহির হইয়া পড়ে । জড় পদার্থের নিশ্চেষ্টতা গুণই এইরূপ হইবার এক মাত্র কারণ ।

কোনও বাষ্পীয় যন্ত্রে দুইটি 'ক্রাস্ক' সংযুক্ত থাকে । তাহারো একটা ভাবে অবস্থিত হয় যে, একটার অকর্মণ্য-বাস্থ্যে অপরটী কার্য্যকরী হইয়া চক্রের ঘূর্ণন সম্পাদন করে । ক্রাস্কদ্বয় পরস্পর ৯০ অংশ অন্তর থাকিলেই এইরূপ ঘটিতে পাবে ।

(মডালা)

'ক্রাস্ক' যন্ত্রটী উর্দ্ধাঙ্গভাবে সঞ্চালিত হইলেই চক্রের জর্ষণ হয় তাহা বোধগম্য হইয়া থাকিবে । এই ক্ষণে ক্রাস্কে'র গতি কি প্রকারে সিদ্ধ হয় তাহার বিবরণ লব্ধ আবশ্যিক ।

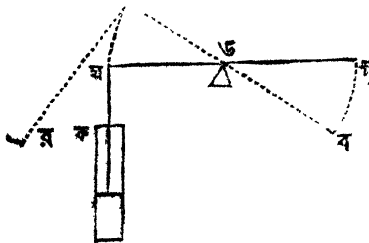
সকলেই দেখিয়া থাকিবেন যে, টেকির একদিক পাথে করিয়া চাপিয়া ধরিলে তাহার অপর দিক উন্নত হইয়া উঠে । বস্তুতঃ অবলম্ব-মধ্যক-দণ্ড-যন্ত্র নামেরই এই

প্রকৃতি যে, উহার এক দিক নত হইলে অপর প্রান্ত উন্নত হয়। ক্রান্তক-দণ্ড ঐ রূপ একটী অতি বৃহৎ দণ্ড-যন্ত্রের এক প্রান্তে সংলগ্ন থাকে। সেই দণ্ডের নাম 'আড়া'। ক্রান্ত এবং চক্র সমন্বিত আড়ার প্রতিকৃতি ৮৫ পৃষ্ঠে প্রদর্শিত হইয়াছে।

'ক' আড়া; 'গ' উহার অবলম্ব; 'খ' ক্রান্তক-দণ্ড এবং 'চ' চক্র আর 'ঝ' সেই চক্রের অক্ষ। আড়ার 'ক' এর দিক নত হইলে 'খ' এর দিক উঠে আর 'ক' উন্নত হইলে 'খ' নত হয়। সুতরাং পর্যায়ক্রমে 'খ' নতোগত হইলেই 'ক্রান্ত' সংযোগে 'চ' চক্র এবং 'ঝ' তাহার অক্ষ ঘুরিতে থাকে। আড়ার অপর দিক, অর্থাৎ 'ক' এর দিক ক্রান্তে সঞ্চালিত হয় তাহা পরে বলা যাইবে।

[সমান্তরাল-গতি-নিয়ামক ।]

বল-মধ্যক-দণ্ডযন্ত্রের দুই প্রান্ত সরল রেখাক্রমে সঞ্চালিত হয় না। উহার উভয় দিকই ধলুরাকার পথে গমন করে। দেখ 'ঙ' দণ্ড-যন্ত্র যদি 'ঙ' অবলম্বের উপর পরি-

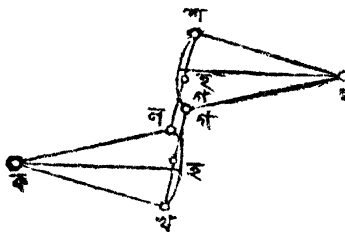


চালিত হইয়া 'ব' ভাবে অবস্থিত হয়,

তাহা হইলে উহার দুই প্রান্ত অবশ্য ধলুরাকার পথে গমন করিবে। অর্থাৎ ঐ দুই পথ

সরল বেখা হইবে না—ছুইটাই বৃত্ত-পরিধির অংশ হইবে।
অতএব যদি 'ঘ'এর দিকে একটী যষ্টি বন্ধন করিয়া
দেওয়া যায় তবে সেই যষ্টিও কদাপি অক্ষরেখাক্রমে
উপস্থিত বা পতিত হয় না। 'ঘ' উপস্থিত হইলে ঐ যষ্টির
প্রান্ত 'র' স্থানে আসিয়া উপস্থিত হয়।

বাস্পীয় যন্ত্রে একটী চূঙ্গীর ভিতর অর্গল সঞ্চালিত
হওয়া আবশ্যিক; কিন্তু যেরূপ কথিত হইল তাহাতে অবশ্য
বোধ হইয়া থাকিবে যে, সেই অর্গলকে ~~ক~~ বল আড়'র
মুখে বাঁধিয়া দিলেই কার্য্য নিৰ্বাহ হইতে পারে না। এই
হেতু বিজ্ঞবর ওয়াট্ সাহেব 'সমান্যরাল-গতি-নিয়ামক'
নামে একপ্রকার অতি বিচিত্র উপায় সৃষ্ট করেন। নিম্ন-
বর্তী প্রতিকৃতি দেখিলে তাহার প্রকৃতি স্পষ্ট বোধ
হইবে।

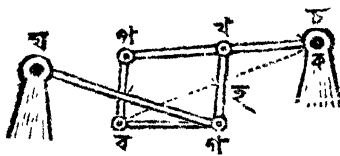


'কখ' এবং 'গঘ' দুই
দণ্ড, উহার পরস্পর
সমান এবং আপনা-
পন কীলকের অর্থাৎ
'ক' এবং 'ঘ' এর চতু-
র্দিকে ঘুরিতে পারে

আর তাহাদিগের উভয়ের 'খ' এবং 'গ' প্রান্ত ভাগ 'গখ'
দণ্ড দ্বারা সংযুক্ত আছে, 'হ' ঐ যোজক-দণ্ডের মধ্য
স্থান। দেখ, যদি 'কখ' এবং 'গঘ' উভয়েই একেবারে
ঘুরিয়া প্রথমটীর মুখ 'ল' পর্য্যন্ত এবং দ্বিতীয় টীর মুখ
'শ' পর্য্যন্ত উঠে তাহা হইলে 'গখ' দণ্ডও উহাদিগের

সহিত উঠিয়া 'লশ' রেখাক্রমে অবস্থিত হইবে। তাহাতে স্পষ্টই বোধ হইতেছে যে, 'গখ'এর 'খ' প্রান্ত 'ল' স্থানে যাইয়া পূর্বাংশে কিঞ্চিৎ দক্ষিণ দিকে আসিয়াছে, কিন্তু 'গ'ও 'শ' স্থানে যাব্যাপ্তে চিক সেই পরিমাণে বাম দিকে গিয়াছে। সুতরাং 'গঘ' দণ্ডের মধ্য ভাগ অর্থাৎ 'হ' স্থান সরল রেখাক্রমেই চালিত হইয়াছে। ফলতঃ ঐ স্থান পার্শ্বের দিকে সরে না, কেবল নতোরস্ত তাবেই চলিত থাকে।

একণে বাস্তবিক যন্ত্র আঁড়াতে কি প্রকারে উক্ত



দণ্ড সকল সংযুক্ত হইয়া থাকে তাহা স্পষ্ট করা যাইতেছে। এই পার্শ্ব-বর্তী প্রতিকৃতিতে 'কখ' এবং 'ঘগ'

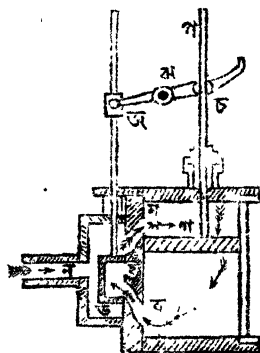
স্বয়ং কীলকের উপর চালিত হইলে 'খগ' যোজক-দণ্ডের মধ্যস্থান 'হ' চিকসরল রেখায় চালিত হয়। পরন্তু 'পর' 'খগ' রেখার সমান এবং সমান্তরাল আর 'বগ'ও 'গখ'এর সমান এবং সমান্তরাল আর 'পর' যে দিকে যেমন সরে 'খগ'ও সেই দিকে তেমনি সরে, সুতরাং 'পরগখ' চতুর্ভুজ-ক্ষেত্রটি সকল সময়েই সমান্তরাল থাকিয়া যায়, সুতরাং 'হ' স্থানের গতি সরল হয় 'র' স্থানের গতিও সেইরূপ হয়। পরন্তু 'হ'এর গতি সরল রেখাক্রমে হয় ইহা পূর্বেই বলা গিয়াছে, অতএব 'র'এরও তাহাই হয়। ফলতঃ ঐ 'র'

বাহিরে বা বাহির হইতে ভিতরে যাইতে পারে না ।
 পুরস্কৃত যে বাষ্পীয় হাঁড়ির বিবরণ কর। গিয়াছে সেই হাঁড়ি
 হইতে একটা নল আসিয়া চূর্ণীত ভিতর প্রবিষ্ট হয় ।
 বাষ্প ঐ নল দিয়া হাঁড়ি হইতে চূর্ণীতে আইসে এবং
 একবার অর্গলেব নীচে যাইয়া আপন প্রবলতর বিস্তারণ
 শক্তি প্রভাবে অর্গলকে ঠেলিয়া তুলে, আবার অর্গল
 কিয়দূর উঠিলেই বাষ্প উহার উপরের দিকে যাইয়া
 অর্গলকে নানাউয়া দেয় । এইরূপে অর্গলটা এক বার
 উঠে এবং একবার নীচে আসিতে থাকে । সুতরাং
 অর্গল মুখ ও হৃদয়ে নতোগত হয় ।

[পিচ্ছিলকবাট এবং হি-কবাট ।]

বাষ্প কি প্রকারে একবার অর্গলের নীচের দিকে যায়
 এবং কেনন কনিয়াই বা তৎপব অর্গে উহার উপরের দিকে
 আসিবে ইহা বিশেষ মনোযোগ পূর্বক বুঝা আবশ্যিক ।
 বাষ্পীয় কব্জির সর্ব বয়সই অতি সু-কৌশল-সম্পন্ন বটে ।
 কিন্তু অন্ত্যাপেক্ষা এই ভাগটির বিশেষ চমৎকারিত্ব আছে
 এবং ইহাকে কেনন চিত্র দ্বারা স্পষ্ট করাও অতি কঠিন ।
 বাষ্পের উৎপাদনগতি দুইটা কবাট সংযোগে সম্পন্ন হয় :
 তাহার একটির নাম, 'পিচ্ছিল-কবাট' এবং দ্বিতীয়টির
 নাম 'হি-কবাট' । উহাদিগের চিত্র পর পৃষ্ঠে প্রদর্শিত
 হইতেছে ।

অর্গলের মুখের উপরিভাগে চাপ দেয়। সুতরাং অর্গল নামিয়া আসিতে থাকে। আবার অর্গল নামিতে 'চ' নত এবং 'জ' উন্নত হয় সুতরাং পিচ্ছিল-কবাট সেই সহযোগে উর্দ্ধে উঠে। কিয়দূর উঠিলেই 'র' প্রণালী মুক্ত এবং 'ম' প্রণালী রুদ্ধ হয়। অতএব প্রথম প্রতিকৃতিতে



যে প্রকাবকার্য্য প্রদর্শিত হই-
য়াছে সেই রূপ ক্রিয়া হইতে
থাকে। এইরূপ পর্যায় ক্রমে
পুনঃ হওয়াতে অর্গলের
উর্দ্ধাধোগতি সম্পাদিত হয়।

পরন্তু যখন অর্গলের মুখ
যে দিকে উঠিবে সেই সময়
যদি উহার বিপরীত দিকে
বাষ্প বন্ধ থাকে তবে সেই বা-

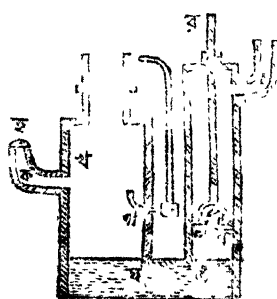
ষ্পের প্রতিবন্ধকতা প্রযুক্ত অর্গলের কোন দিকেই গতি
হইতে পারে না। এই বৈষম্য নিবারণের জন্য অতি
সূক্ষ্ম পূর্বক বাষ্প বহির্গমনের একটা পথ প্রস্তুত হইয়া
থাকে। পূর্ব প্রতিকৃতিটি (৮৭ পৃষ্ঠের) দেখিলেই ইহা-
স্পষ্ট বোধ হইবে যে, যখন অর্গল উপরের দিকে
উঠিতেছে, তখন উহার উর্দ্ধ ভাগে স্থিত বাষ্প শরাভি-
মুখে বাইয়া পিচ্ছিল-কবাট এবং ডি-কবাটের পশ্চাৎভাগে
উপস্থিত হয়; কিন্তু পিচ্ছিল কবাটের দ্বারা চতুর্দিক
আবৃত থাকতে অন্য কোন দিকে পথ না পাইয়া ঐ
ডি-কবাটে যে 'হ' নামক ছিদ্র আছে তাহারই দ্বারা

বাহির হইতে থাকে। আবার যখন স্ফূর্ণন নামিয়া আইসে (৮৮ পৃষ্ঠের) তখন ও নীচের বাষ্প 'র' প্রণালী দিয়া ডিকবাটের পশ্চাদ্ভাগে যায় এবং তথা হইতে 'হ' ছিদ্র দ্বারা বাহির হয়।

বাষ্প চূর্ণী হইতে বাহির হইয়া কি হয় তাহা পরে কথিত হইবে।

(বাষ্প-সংঘাতক) ।

পূর্বেই বর্ণনাগিয়াছে যে বাষ্পীয় যন্ত্রের অসহস্র ভেদ অনেক আছে। কিন্তু তন্মধ্যে প্রধান ভেদ দুইটি। এক প্রকার যন্ত্রে বাষ্প, চূর্ণী হইতে বাহির হইয়া বায়ুতে যায় আর এক প্রকার যন্ত্রে বাষ্পের তাৎক্ষণিক অপব্যয় হয় না— বাষ্প চূর্ণী হইতে বাহির হইয়া একটা বৃহৎ পাত্রে বন্দন্বিত হয় এবং সেখানে সংকুচিত হইয়া পুনঃবার জল হইয়া থাকে। এই পাত্রের নাম বাষ্প সংঘাতক।



'ক' নামক প্রণালী দ্বারা চূর্ণী বাষ্প ঐ নামক একটি বৈচিত্র্যময় বৃহৎ পাত্রে প্রবিষ্ট হয়। এই পাত্রের চতুর্দিকে শীতল জল থাকে এবং 'গ' নামক প্রণালী দ্বারা উহার

ভিতরেও শীতল জল প্রবিষ্ট হইতে থাকে। বাষ্প সেই

শীতল জল সংস্পর্শে তৎক্ষণাৎ ঘনীভূত হইয়া জল হইয়া যায়। 'খ' নামক বাষ্প-সংঘাতকের তলভাগে 'দ' নামক একটা কবাট সংস্থাপিত আছে। সেই কবাট এরূপ যে, কেবল বাহিরের দিকেই খুলে, কদাপি ভিতরের দিকে খুলে না। বাষ্প ঘনীভূত হইয়া জল হইলে 'ঘ' কবাট উন্মুক্ত হয় এবং জল তৎক্ষণাৎ ঐ দ্বার দিয়া 'ঙ' নামক চূর্ণীর ভিতরে প্রবেশ করে।

[বোমায়ক ।]

উক্ত 'ঙ' নামক চূর্ণীর ভিতর (৮৯ পৃষ্ঠে) 'পফর' নামক একটা অর্গল আছে। সেই অর্গলের মুখে 'প' এবং 'ফ' নামক দুইটা কবাট থাকে। তাহারা কেবল উর্দ্ধদিকেই খুলিতে পারে নীচের দিকে খুলে না। 'পফর' অর্গলের অগ্রভাগ বাষ্পীয় বাল্লে। আড়ার এক স্থানে সংযুক্ত থাকে। আড়ার সেই দিক উঠিলেই ঐ অর্গল উঠে। উহা উঠিলেই 'ঘ'এর পশ্চাদ্ভাগ শূন্য হয়। সুতরাং ভিতরকার জল-বাষ্পাদির চাপে ঐ কবাট খুলিয়া যায় এবং তৎক্ষণাৎ 'ঙ' স্থান ঐ সকল পদার্থে পরিপূর্ণ হয়। আবার যখন আড়ার নিম্নগতি বশতঃ বোমার অর্গল নামিয়া আসিতে থাকে তখন 'ঙ' পাত্রস্থিত জল-বাষ্পাদির প্রতি উপর হইতে চাপ পড়াতে বোমার মুখের 'প' এবং 'ফ' নামক দুইটা কবাট খুলিয়া যায়। সুতরাং 'ঙ' স্থিত তাবৎ দ্রব্য উপরে উঠে। উপরে উঠিয়া উহা 'চ' নামক প্রাণালী দ্বারা চলিয়া যায়। ঐ 'চ'ই বাষ্পীয় হাঁড়ির জল-বোজক

প্রণালী । সূত্রাং ইহাতে যে জল পড়ে তাহা পুন-
 র্কার বাষ্পীয় হাঁড়িতেই যায় । কি চমৎকার ! একবার
 য জলকে বাষ্প করাতে সেই বাষ্পের বিস্তারণ-শক্তি
 প্রভাবে চুল্লীর অর্গল পরিচালিত হইয়াছিল, সেই জলই
 পুনর্কার বাষ্প সংঘাতক-যন্ত্র মধ্যে আসিয়া জল হইল
 এবং বোমা দ্বারা উত্তোলিত হইয়া প্রণালী সহকাৰে
 পুনর্ধান হাঁড়ির ভিতর প্রবেশ করিল । এইরূপ বার-
 দ্বার হইতে থাকিল । অতএব যদি শীতল-জল-সেক
 ব্যতিরেকে বাষ্প সংঘাতের উপায়ান্তর থাকিত তবে এই
 রূপ বাষ্পীয় যন্ত্রে একবার জল লইলে পুনর্কার জল
 গ্রহণ করিবার কোন প্রয়োজন হইত না ।

তৃতীয় অধ্যায় ।

পূর্বে যাহা কথিত হইয়াছে তৎসমুদায় স্মরণ থাকিলে
 অবশ্যই বোধ হইবে যে, বাষ্পীয় যন্ত্র উক্ত সমুদায়
 তন্ত্র প্রত্যক্ষ সমন্বিত হইলেই কার্যসাধনোপযোগী হয় ।
 দেখ, চুল্লীর তাপে হাঁড়ির মধ্যে বাষ্প হইতে থাকিল,
 জলনিয়ামক-যন্ত্র এই হাঁড়িতে প্রয়োজনানুরূপ জল
 যোগাইতে লাগিল, বাষ্প-বাহিনীদ্বারা বাষ্প, চুল্লীতে
 প্রেরিত হইল এবং সেই চুল্লীর পিচ্ছিলকবাট এবং ডিকবা-
 টের দ্বারা বাষ্প একবার চুল্লীর উপরের দিকে এবং পরে
 নিম্নভাগে যাইয়া চাপ প্রদান করিল । তাহাতেই চুল্লীর অ-
 র্গল উপর দীর্ঘ করিয়া পরিচালিত হইল, ও তৎসহযোগে

আড়ার এক দিকের উর্দ্ধাধোগতি সম্পাদিত হওয়াতে উহার অপর দিকও চালিত হইল, স্তূতরাং যোজক এবং ঘূর্ণন দণ্ড সহকারে অক্ষের ও তৎসম্বন্ধ চক্রের ভ্রমণ হইতে লাগিল; আর বাষ্পও চূর্ণী হইতে বাহির হইয়া সংঘাতক-যন্ত্রে গিয়া পুনর্বার জলরূপে পরিণত হইয়া বোমাযন্ত্র দ্বারা উত্তোলিত হইলেই পুনর্বার জলযোজক প্রণালী দ্বারা বাষ্পব হুঁড়িতে আগমন করিল।

তবে আর বাকী কিছুই নাই বোধ হয়। ফলতঃ তাহা নহে। বাষ্পীয় যন্ত্রের গতিনিয়ামক আর প্রধান তিনটি অঙ্গ আছে। তাহাদিগের প্রকৃতি অবগত হওয়া আবশ্যিক। না হইলে এই অতি সূক্ষ্মশল-সম্পন্ন যন্ত্রের সকল আশ্চর্য্য কৌশল অবগত হওয়া হয় না।

সেই তিনটির মধ্যে একটির নাম বিষম বৈল্ল-চক্র—দ্বিতীয়টির নাম 'গবর্ণর' এবং তৃতীয়টির নাম উড্ডীনচক্র। এই তিনটির বিবরণ ক্রমশঃ প্রকাশিত করা গাইবে।

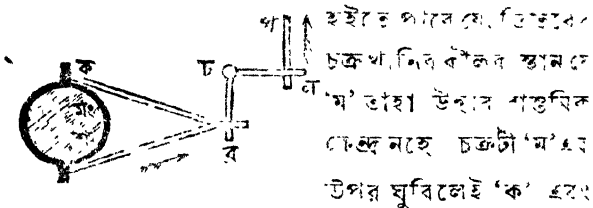
[বিষম-বৈল্ল-চক্র ।]

একটি চক্রাকার কাঠ খণ্ড লও, সেই কাঠ-খণ্ডের কেন্দ্রের কিয়দূরে একটি ছিদ্র কর। পরে এই চক্রের চতুর্দিকে একটি অক্ষুরীয় পরিহিত করিয়া দেও। অক্ষুরীয়টি যেন চক্রের গায়ে অধিক আঁটিয়া না বইসে অথচ পার্শ্বের দিকে এমন রূপে বন্ধ থাকে যেন কোন প্রকারে খসিয়া না পড়ে। পরে এই অক্ষুরীয়ের দুই দিকে দুইটি দণ্ড বন্ধ করিয়া সেই দণ্ড দুয়ের মুখ একত্র সংযুক্ত কর। এইরূপ

করিয়া যদি চক্রের ছিদ্রে একটা কীলক বদ্ধ করিয়া তাৎ
সহযোগে ঐ চক্রকে ঘূর্ণিত করিতে থাকি তাহা হইলেই
দেখিতে পাইবে যে, চক্রটা যত ঘুরিতে থাকিবে পার্ব্বোক্ত
দণ্ড দ্বয়ের মুখও সঞ্চালিত হইয়া একবার চক্রের দিকে
কিঞ্চিং সরিয়া আসিবে আবার তাহার পর কঞ্চিদূরে
গমন করিবে। সুতরাং চক্রটা ক্রমাগত এক দিকে
ঘুরিলেও উক্ত দণ্ড দ্বয়ের মুখ ভাগ সরলরেখা ক্রমে
গমনাগমন করিতে থাকিবে।

এইরূপ যন্ত্রকে বিষম-কৈন্দ্র চক্র বলা যায়। এই চক্র
বাস্পীয় যন্ত্রের অক্ষে নিবেদিত থাকে এবং সেই অক্ষের
সহিত ঘূরে। ইহা দ্বারা ই পিচ্ছিল কবাটের গতি সম্পা-
দিত হয়। উহার প্রতিকৃতি নিম্নে প্রদর্শিত হইতেছে।

এই চিত্র দেখি লও



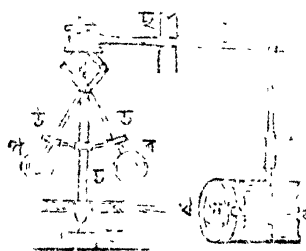
হইতে পারে যে, ত্রিকোণ
চক্রখানিও বঁকিব স্থানকে
'ম' তাহা উহার শক্তিক
কেন্দ্র নহে চক্রটা 'ম' এবং
উপর ঘুরিলেই 'ক' এবং

তলিম্ববর্তী স্থানে যে দণ্ডদ্বয়ের দুই প্রান্ত সংস্পর্গে আছে
তাহা এক বার নীচে এবং তাহার পর উপরে গিয়া
উঠিতে থাকে, সুতরাং দণ্ডদ্বয়ের মুখ অর্থাৎ 'র' স্থান এক
বার সরিয়া আসিবে আবার চলিয়া যায়, তাহা হইলেই 'ক'
'লপ' মিশ্র-দণ্ড যন্ত্রের 'লপ' ভাগের উল্লম্বগতির সম্পাদনা

দিক হইতে থাকে। ঐ 'লপ' স্থানেই বাষ্পীয় চক্ষীর অন্তর্গত গিঞ্জিল-কবাট সংযুক্ত হয়। সুতরাং উহাও তৎসহযোগে চলিবে থাকে।

[গবর্ণর ।]

গতি-নিয়ামক গবর্ণর নামক দ্বিতীয় যন্ত্রের প্রকৃতি ইহা অপেক্ষাও অধিক চমৎকারজনক। গবর্ণর শব্দের অর্থ শাসনকর্ত্তা। বস্তুতঃ এই যন্ত্রটি সমুদায় বাষ্পীয় যন্ত্রের



শাসনকর্ত্তৃ স্বরূপই হইয়া থাকে। উহা দ্বারা বাষ্পীয় যন্ত্রটির পরিমাণে চক্ষীর তিহন সাম—এক বার অধিক এবং এক—এক বার অল্প যাইতে পারে না, সুতরাং বাষ্পীয়

যন্ত্রের গতিও বিধমবোধে নিষ্পন্ন হয় না। পাশ্চাত্যের ইহার একটি প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল।

এই চিত্রের দক্ষিণভাগে 'গবর্ণর' এবং বামভাগে 'বখ' নামক বাষ্প-বাহিনী নলী দৃষ্ট হইতেছে, ঐ নলীর মুখে 'গ' নামক একটি কবাট এমন ভাবে নিবেশিত আছে যে 'উ' নামক দণ্ডের উর্দ্ধ গতি হইলে সেই কবাট ঐ নলীর মুখে ক্রমশঃ বন্ধ হইয়া যায় এবং 'উ'এব নিম্নগতি হইলে উহা অল্পেই খুলিতে থাকে। ঐ 'উ' নামক দণ্ড 'চ' নামক অপর একটি দণ্ডের এক দিকে সংলগ্ন আছে

এবং যে 'চ' দণ্ডের অপর প্রান্ত চিত্রের দক্ষিণভাগে যে পদবি' যন্ত্র দৃষ্ট হইতেছে তাহার শীর্ষদেশে সম্বন্ধ রহিয়াছে। সুতরাং যদি গবর্ণরের শিরোদেশ কোন কারণে নতোল্লত হইতে থাকে তবে 'ছ' দণ্ডের যোগে 'ত' দণ্ডও তদ্বিপরীতভাবে পরিচালিত হইবে, সুতরাং তৎসংশ্লিষ্ট 'গ' নামক কবাটও তা পনাই হইতেই কখন বা বন্ধ এবং কখন বা উন্মুক্ত হইবে। পরন্তু 'গ' নামক কবাট বন্ধ হইলেই বাষ্পের পথ রুদ্ধ হইয়া যন্ত্রের ক্রম-বেগ নিবারণিত হয় এবং ঐ বরাট উন্মুক্ত থাকিলেই বাষ্পের পথ প্রশস্ত হওয়াতে যন্ত্রের গতিও ক্রমবেগে সম্পাদিত হইতে পারে। এক্ষণে বিবেচনা করিতে হইবে যে গবর্ণরের নিম্নভাগে যে চক্রটি আছে তাহাকে এবং বাষ্পীয় যন্ত্রের অক্ষকে এই উভয়কে পরিবেষ্টন করিয়া একটা রন্ধ্র আছে, সুতরাং অক্ষের ঘর্ণনে ঐ রন্ধ্র সংযোগে চক্র এবং তৎসহ গবর্ণরের 'চ' নামক মেরুদণ্ডও ঘুরিতে থাকে। অতএব অক্ষটি অধিক বেগে ঘুরিলে উক্ত মেরুদণ্ডও সাতিশষ বেগসংকারে ঘর্ণিত হয়। পরন্তু তাহা হইলেই 'প' এবং 'ব' নামক দুইটা লৌহময় গোলাও ঘুরিতে চক্রভ্রমণ-জনিত কেন্দ্রবিমুখ-বলের প্রাতিভাবে মেরুদণ্ডের নিকট হইতে দুবে অপসৃত হইতে থাকে। কিন্তু যেমন কাঁচের মুখদ্বয় পরস্পর দূরবর্তী হইলে তাহাদিগের শিরোভাগ নত হইয়া কীলকের নিকটে আইসে গবর্ণরের ঐ দুই গোলা পরস্পর দূরীভূত হইতে থাকিলেও উহাদিগের শীর্ষদেশ দেখ

রূপে নীচ হইয়া আইসে। সুতরাং 'চ' দণ্ডেব যে প্রাক-
সেই শীর্ষদেশে সম্বন্ধ আছে, তাহাও নামিয়া পড়ে এবং
তদ্বারাই বাষ্পীয় নলীর মুখ 'গ' কবাট দ্বারা বন্ধ হইয়া
যায়। কিয়ৎক্ষণ সেই কবাট রুদ্ধ থাকিলে চূঙ্গীর
ভিতর বাষ্প অল্প হয়, সুতরাং অর্গলের এবং তৎসহ
আড়ার ও তদ্বারা কান্ধের এবং কান্ধের যোগে অক্ষের
বেগ কমিয়া আইসে। অনন্তর অক্ষের বেগ রজ্জু দ্বারা
সংক্রামিত হইয়া 'গবণরের' যেরূপ বেগ জন্মিয়াছিল
তাহাও নূন হয়, সুতরাং 'প' এবং 'ব' নামক গোলা
দুইটা পরস্পর নিকটবর্তী হয়, এবং তাহা হইলেই
গবণরের শীর্ষদেশ উন্নত হইয়া উঠে, আর তাহা উঠি-
লেই 'চ' দণ্ডের যোগে পুনর্বার 'গ' খুলিয়া যায় এবং
বাষ্পের পথ মুক্ত হইয়া যন্ত্রের বেগ বৃদ্ধি হইতে থাকে।

[উড্ডীনচক্র ।]

গতি-নিয়ামক তৃতীয় যন্ত্রের নাম উড্ডীন-চক্র। ইহা
একটা লৌহময় সুবৃহৎ চক্র মাত্র। ইহা বাষ্পীয় যন্ত্রের
অক্ষে সংলগ্ন থাকে এবং তাহার সহযোগে জামিত হয়।
বাষ্পীয় যন্ত্রের অর্গলের গতি যদিও সর্ব্ব সময়ে সমবেগে
নিম্পাদিত না হইবার নানা কারণ উপস্থিত হয়, তথাপি
এই সুবৃহৎ উড্ডীন-চক্রটী একবার ঘূর্ণিত হইলে তাহার
গুণেই অক্ষের ভ্রমণ সর্ব্বদা সমবেগে সম্পাদিত হইয়া
থাকে। বস্তুতঃ এই চক্রটীই বাষ্পীয় যন্ত্রের 'বল-তাণ্ডার'
রূপ হইয়া আছে। যখন বাষ্পীয় যন্ত্রে বল অধিক

এই উহার অনেক ভাগ যেন এই স্তর চক্রের চক্রের জ্ঞানার্থেই
 নীতি হইয়া থাকে, আবার যখন বাষ্পীয় যন্ত্রের বস্তু ক্রম
 হইয়া আইসে, তখন এই চক্রের সম্বন্ধিক-কর্তা প্রযুক্ত
 উহার বল হঠাৎ ক্রম না হওয়াতে তাহা হইতেই প্রয়ো-
 জনাত্মক বল অক্ষে সঞ্চিত হয়। কসতঃ জড় পদার্থের
 যে স্বভাবসিদ্ধ নিশ্চেষ্টতা গুণ আছে তাহাই এই যন্ত্রের
 কার্যকারিত্য একমাত্র কারণ। উদ্ভূত চক্রের প্রতি-
 কৃতি উহার পৃষ্ঠে (৮৫ পৃষ্ঠে) আড়ার প্রতিকৃতির সহিত
 প্রদর্শিত হইয়াছে।

। উপসংহত ।

। বাষ্পীয় যন্ত্রের সমুদায় অক্ষ প্রত্যক্ষের বিবরণ
 যন্ত্রের রূপে বলা হইয়াছে, এক্ষণে সম্মুখ ভাগে উক্ত
 যন্ত্রের এতটা সম্পূর্ণ প্রতিকৃতি প্রদত্ত হইল। উহার 'চ'
 স্থানে চক্ৰ 'খ' স্থানে বাষ্পীয় হাড়ি, 'গ' জল মাপক 'ঘ'
 বাষ্প-মাপক, 'ঙ' স্থানে রক্ষক কবাট, 'চ' জল-নিয়ামক
 'খ' বাষ্পীয় নলী, 'ঘ' জল-প্রণালী, 'গ' চুল্লী, 'ঙ' অগ্নি-
 কলের মুখ, 'ঙ' স্থানে সঙ্গ লবাল-গতি-নিয়ামক বস্তু,
 'খ' বাষ্প সংঘ তক, 'গ' বোমা 'খকচ' আড়া, 'চ'
 কাক, 'জজ' উদ্ভূত চক্র, 'ছ' গবর্ণর, ইত্যাদি।

দ্বিতীয় অধ্যায় সমাপ্ত।

