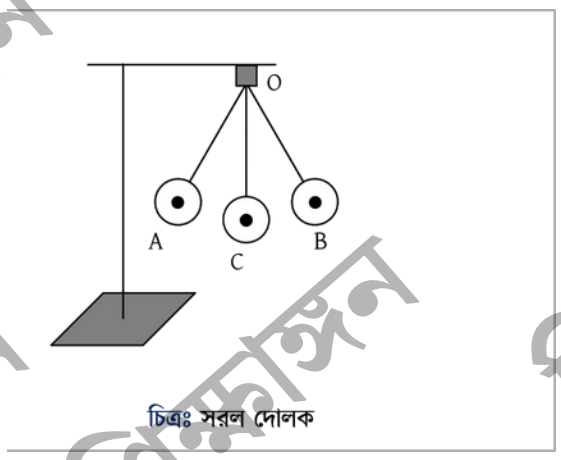
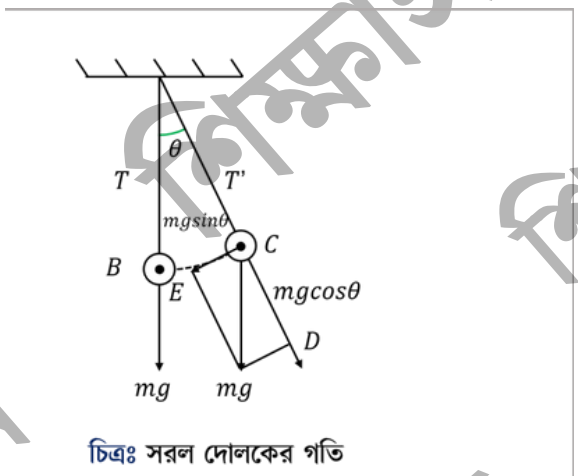
দোলন

- **সরল দোলক :** একটি ভারী আয়তনহীন বস্তুকণাকে ওজনহীন, নমনীয় ও অপ্রসারণশীল সুতা দিয়ে ঝুলিয়ে দিলে এটি যদি ঘর্ষণ এড়িয়ে স্বাধীনভাবে একটি উলম্ব তলে দুলতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলে।



চিত্রঃ সরল দোলক

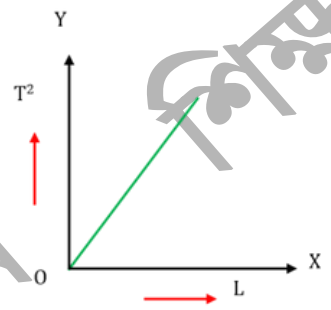
- কিন্তু বাস্তবে এ রকম কোনো সরল দোলক সম্ভব নয়। কতগুলো গাণিতিক সুবিধার জন্য এরূপ দোলক কল্পনা করা হয়। একটি হালকা সুতার সাহায্যে কোনো দৃঢ় অবলম্বন থেকে একটি ভারী বস্তু ঝুলিয়ে দিলে এটি স্বাভাবিক অবস্থায় সোজা হয়ে ঝুলে থাকবে। সুতাসমেত বস্তুটিকে সরল দোলক বলা হয় (চিত্র)।
- বব: যে ভারী বস্তুটিকে সুতার সাহায্যে ঝুলিয়ে সরল দোলক তৈরি করা হয় তাকে বব বা পিণ্ড বলে। চিত্রে C হচ্ছে বব।
- ঝুলন বিন্দু (Hanging point): যে বিন্দু থেকে সুতার সাহায্যে ববকে ঝুলানো হয় তাকে ঝুলন বিন্দু বলে। চিত্রে O হচ্ছে ঝুলন বিন্দু।
- কার্যকরী দৈর্ঘ্য (Functional length): ঝুলন বিন্দু থেকে ববের ভারকেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্বকে সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বা দোলক দৈর্ঘ্য বলে। চিত্রে $OCOC$ কার্যকরী দৈর্ঘ্য LL। ববটি সুষম গোলক হলে ঝুলন বিন্দু থেকে ববের পৃষ্ঠ পর্যন্ত দূরত্বের (l) সাথে ববের ব্যাসার্ধ (r) যোগ করলে কার্যকরী দৈর্ঘ্য পাওয়া যায়। $\therefore L=l+r \therefore L=l+r$
- সরল দোলকের গতি ও দোলনকালের রাশিমালা



চিত্রঃ সরল দোলকের গতি

- AB একটি সরল দোলক। BB এর ভারকেন্দ্র। mm এর ভর। দোলকটিকে দুলতে দিলে ধরা যাক, যেকোনো এক সময় সাম্যাবস্থান থেকে $\theta\theta$ কোণে $ACAC$ অবস্থানে আসে। এখন CC বিন্দুতে এর ওজন $mgmg$ খাড়া নিচের দিকে ক্রিয়া করে। এ ওজনকে দুটি লম্ব উপাংশে ভাগ করা যায়। একটি সুতার দৈর্ঘ্য বরাবর $CDCD$-এর দিকে $mg\cos\theta mg\cos\theta$ এবং অপরটি এর সাথে লম্বভাবে স্পর্শক বরাবর $CECE$-এর দিকে $mg\sin\theta mg\sin\theta$
- $mg\cos\theta mg\cos\theta$ উপাংশটি সুতার টান $T'T'$ দ্বারা নিষ্ক্রিয় হয়, সুতরাং একমাত্র কার্যকরী বল FF হচ্ছে $mg\sin\theta mg\sin\theta$ এবং এর দিক সাম্যাবস্থান বা মধ্যাবস্থানের দিকে।
- $\therefore F=-mg\sin\theta \therefore F=-mg\sin\theta$, যেহেতু কার্যকর বল সরণের বিপরীত দিকে তাই ঋণাত্মক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়েছে। এই কার্যকরী বলের জন্য ত্বরণ aa হলে
- $F=maF=ma$
- $\therefore ma=-mg\sin\theta \therefore ma=-mg\sin\theta$
- বা, $a=-g\sin\theta a=-g\sin\theta$
- $\theta\theta$ এর মান খুব কম হলে, $4^\circ4^\circ$ এর বেশি না হলে $\sin\theta=\theta\sin\theta=\theta$ রেডিয়ান লেখা যায়।

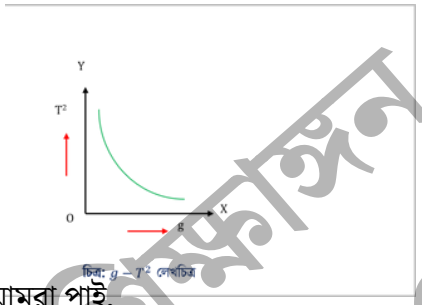
- ফলে aa এর সমীকরণ দাঁড়ায় $a=-g\theta$a=−gθ বা, $a=-gBCACa$=−gACBC
- যেহেতু BCBC হচ্ছে সরণ xx এবং ACAC হচ্ছে কার্যকরী দৈর্ঘ্য LL
- $\therefore a=-gLx\therefore$a=−Lgx
- কিছু নির্দিষ্ট স্থানে নির্দিষ্ট দোলকের জন্য gLLg একটি ধ্রুবক। একে $\omega 2$ω2 দ্বারা প্রকাশ করলে,
- $\therefore a=-\omega 2x\therefore$a=−ω2x
- বা, $a\propto x$a∝x
- একটি সরল দোলন গতির শর্ত। সুতরাং স্বল্প বিস্তারে সরল দোলকের গতি সরল দোলন গতি, যেক্ষেত্রে
- $\omega 2=gL\omega 2=$Lg বা, $\omega=gL\omega=$Lg
- সুতরাং সরল দোলকের দোলনকাল বা পর্যায়কাল $T=2\pi\omega=2\pi Lg$T=ω2π=2πgL
- **সরল দোলকের সূত্রাবলি (Formulas of Simple Pendulum)**
- কৌণিক বিস্তার $4°$ এর বেশি না হলে সরল দোলকের ক্ষেত্রে নিম্নোক্ত সূত্র চারটি প্রযোজ্য।
- প্রথম সূত্র—সমকাল সূত্র : কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে এবং দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে একটি সরল দোলকের প্রতিটি দোলনের জন্য সমান সময় লাগে। দোলনকাল কৌণিক বিস্তারের ওপর নির্ভর করে না।
- দ্বিতীয় সূত্র—দৈর্ঘ্যের সূত্র : কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল (TT)-এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য (LL)-এর বর্গমূলের সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়।
- অর্থাৎ $T\propto L$T∝L যখন gg ধ্রুব।
- তৃতীয় সূত্র—ত্বরণের সূত্র : কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে এবং সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য (LL) অপরিবর্তিত থাকলে এর দোলনকাল (TT) অভিকর্ষজ ত্বরণ (gg)-এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।
- অর্থাৎ $T\propto 1g$T∝g1 যখন LL ধ্রুব।
- চতুর্থ সূত্র—ভরের সূত্র : কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে এবং কার্যকরী দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল ববের ভর, আয়তন, উপাদান ইত্যাদির ওপর নির্ভর করে না। বিভিন্ন ভর, আয়তন বা উপাদানের ববের জন্য দোলকের দোলনকাল একই হয়।



চিত্র: $L-T^2$ লেখচিত্র

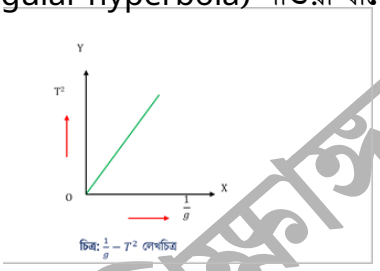
- L–$T2$ লেখচিত্র
- সরল দোলকের দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা পাই,
- $T\propto LT\propto L$বা, $T2\propto LT2\propto L$
- বা, $T2=T2=$ধ্রুব $\times L\times L$
- একটি ছক কাগজের XX-অক্ষের দিকে LL এর বিভিন্ন মান এবং YY-অক্ষের দিকে $T2T2$ এর আনুষঙ্গিক মান স্থাপন করে একটি লেখচিত্র অঙ্কন করলে লেখচিত্রটি একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হবে। কেননা, $T2=y,L=xT2=y,L=x$ এবং ধ্রুবক $=m=m$ ধরা হলে উপরিউক্ত সমীকরণ দাঁড়ায় $y=mxy=mx$। এটি মূলবিন্দুগামী একটি সরলরেখার সমীকরণ।

- L−T2 লেখচিত্র
- সরল দোলকের দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা পাই,
- $T \propto L$T∝Lবা, $T2 \propto L$T2∝L
- বা, $T2$=T2=ধ্রুব ×L×L
- একটি ছক কাগজের XX-অক্ষের দিকে LL এর বিভিন্ন মান এবং YY-অক্ষের দিকে $T2$T2 এর আনুষঙ্গিক মান স্থাপন করে একটি লেখচিত্র অঙ্কন করলে লেখচিত্রটি একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হবে। কেননা, $T2=y, L=x$T2=y,L=x এবং ধ্রুবক $=m$=m ধরা হলে উপরিউক্ত সমীকরণ দাঁড়ায় $y=mx$y=mx। এটি মূলবিন্দুগামী একটি সরলরেখার সমীকরণ।



চিত্র: $g - T^2$ লেখচিত্র

- সরল দোলকের তৃতীয় সূত্র থেকে আমরা পাই,
- $T \propto 1g$T∝g1বা, $T2 \propto 1g$T2∝g1
- বা, $T2$=ধ্রুব×$1g$T2=ধ্রুব×g1
- একটি ছক কাগজে X-অক্ষের দিকে বিভিন্ন স্থানে gg-এর মান এবং YY-অক্ষের দিকে $T2$T2-এর আনুষঙ্গিক মান স্থাপন করে লেখচিত্র আঁকলে আয়তাকার অধিবৃত্ত (Rectangular hyperbola) পাওয়া যাবে (চিত্র)।



চিত্র: $\frac{1}{g} - T^2$ লেখচিত্র

- আবার x-অক্ষের দিকে $1g$g1 এবং Y-অক্ষের দিকে আনুষঙ্গিক T2 এর মান নিয়ে লেখচিত্র আঁকলে (৮.১০) চিত্রের ন্যায় মূল বিন্দুগামী সরল রেখা পাওয়া যাবে।
- অল্প বিস্তারে দোলায়মান সরল দোলকের গতিপথ সরলরৈখিক তথা অনুভূমিক। এখন একটি দোলায়মান সরল দোলকের সুতা হঠাৎ করে ছিঁড়ে গেলে অর্থাৎ সুতার টান শূন্য হয়ে যাওয়ায় ববটি অনুভূমিকভাবে নিক্ষিপ্ত প্রাসের ন্যায় চলে ভূমিতে পতিত হবে।
- ঘূর্ণায়মান কৃত্রিম উপগ্রহে একটি সরল দোলকের দোলনকাল অসীম হবে। কারণ কৃত্রিম উপগ্রহ একটি অজড় কাঠামো হওয়ায় পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে নিট ত্বরণ শূন্য হবে, ফলে দোলকটি দুলবে না।

শিক্ষাঙ্গন