

Established By : Dr. Md. Jahed Khan, Approved By: Government & Ctg. Education Board
College Code-3639 EIIN-135345 College Code-3613 EIIN-134628

City Biggan College

Ctg Biggan College

পড়ালেখা ও ফলাফলের মান বিচারে চট্টগ্রাম শিক্ষাবোর্ডের সেরা কলেজ।
সিটি বিজ্ঞান কলেজ : রোড-২৫, আত্রাবাদ সিডিএ, চট্টগ্রাম। 01817-291888, 01819-382477
চট্টগ্রাম বিজ্ঞান কলেজ : ২৫৪, দেব পাহাড়, কলেজ রোড, চকবাজার, চট্টগ্রাম। 01817-291888, 01819-382477

Syllabus :

পদার্থ বিজ্ঞান ১ম পত্র
৮ম অধ্যায় : পর্যায়বৃত্ত গতি

Reference Books:

Name :

Campus :

Section :

CBC এর সম্মানিত শিক্ষক-শিক্ষিকাবৃন্দ ক্লাসে অবশ্যই উক্ত নোট বিদ্যমান প্রশ্নগুলো ভালভাবে বুঝিয়ে দিবেন। অতিরিক্ত Creative Question প্রয়োজন হলে তা কলেজের মাধ্যমে সরবরাহ করবেন।

মেধাবী শিক্ষার্থীরা যে কারণে CBC তে ভর্তি হয় :

- সরকারি কলেজসমূহের মতো CBC এর শিক্ষার্থীরা ও মাধ্যমিক ও উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষাবোর্ড, চট্টগ্রাম এর অধীনে বোর্ড পরীক্ষা দেয় এবং নিজ কলেজের নামেই সার্টিফিকেট পায়। CBC = City Biggan College = Chattagram Biggan College
- সরকারি কলেজসমূহে HSC তে Golden A+/A+ নিয়ে ভর্তি হয়েও অনেক শিক্ষার্থী HSC তে কাজিত ফলাফল করতে পারে না, অথচ CBC তে যে কোন GPA নিয়ে ভর্তি হয়ে শত শত শিক্ষার্থী Golden A+/A+ পায়।
- কোন কলেজ, কোচিং বা প্রাইভেট টিউটর নোট দিয়ে পড়ায় না। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে দেখা যায়, সমস্ত বিষয় এবং সবগুলো বিষয় একসাথে নোট করা না থাকলে পড়া এবং মনে রাখা অত্যন্ত কঠিন হয়ে পড়ে (কারণ, HSC এর সিলেবাস অনেক বড়)। আমাদের প্রতিটি নোট আমাদের অক্লান্ত পরিশ্রমের ফসল। একজন ছাত্র/শিক্ষক খুব কম সময়ে একটি Chapter পড়ার জন্য আমাদের নোটের কোন বিকল্প নেই।
- পড়ানোর সময় প্রতিটি বিষয়ের Basic conception এর উপর গুরুত্ব দেয়া হয়। ফলে HSC তে A+ পাবার পর ছাত্রছাত্রীরা মেডিকেল, বুয়েট প্রভৃতি ভর্তি পরীক্ষায় চান্স পায়। যার শত শত প্রমাণ আমাদের কাছে আছে।

বিজ্ঞান কলেজ হতে বিগত HSC পরীক্ষায় A+ প্রাপ্তদের একাংশ...



ইসরাত জাহান শাবনী
SSC-5.00
HSC-5.00



সাইফুল্লাহ খান
SSC-4.69
HSC-5.00



মো: আকিব উল্লাহ
SSC-4.81
HSC-5.00



আনোয়ার হোসেন
SSC-4.81
HSC-5.00



সৈদা সুমাইয়া ফারিহা
SSC-4.81
HSC-5.00



রিহুল জান্নাত
SSC-4.81
HSC-5.00



মো: আব্বাস-উল-হক
SSC-4.88
HSC-5.00



তানজির আহমেদ
SSC-4.88
HSC-5.00



রিজওয়ান উল করিম
SSC-5.00
HSC-5.00



আব্দুল্লাহ আল মাকসুদ
SSC-5.00
HSC-5.00



রেজাউল করিম রেজা
SSC-4.25
HSC-5.00



এ. আব্দুল্লাহ-আল-মামুন
SSC-5.00
HSC-5.00



মোহাম্মদ করিম শাহেদ
SSC-5.00
HSC-5.00



মীর মোহাম্মদ মোশারফ
SSC-5.00
HSC-5.00



নাজমুন নাহার
SSC-5.00
HSC-5.00



সাজাদ হোসাইন
SSC-5.00
HSC-5.00



সাদিয়া সাবরিনা
SSC-5.00
HSC-5.00



আফছানা আক্তার
SSC-5.00
HSC-5.00



জয়া দে
SSC-5.00
HSC-5.00



এ. এ. তৈবো নগর
SSC-5.00
HSC-5.00



অনিক বড়ুয়া
SSC-5.00
HSC-5.00



মাহমুদ রায়হান
SSC-5.00
HSC-5.00



সৈদা মশরুফা রিজভী
SSC-5.00
HSC-5.00



সদিপন ধর
SSC-5.00
HSC-5.00



নাবিনা নূরাত
SSC-5.00
HSC-5.00



ইফ্রীন কামে কাম হাবী
SSC-5.00
HSC-5.00



শাওন সেন
SSC-5.00
HSC-5.00



হাফেজ আহমেদ
SSC-5.00
HSC-5.00



মোবছেরা বেগম
SSC-5.00
HSC-5.00



সুমাইয়া নাসরিন
SSC-5.00
HSC-5.00



তাবেকুল ইসলাম
SSC-4.81
HSC-5.00



আয়াশা আক্তার
SSC-4.88
HSC-5.00



জান্নাতুন নাঈম
SSC-5.00
HSC-5.00



মোহাম্মদ আদানান
SSC-5.00
HSC-5.00



আনিসুর রহমান
SSC-5.00
HSC-5.00



খালেদা
SSC-4.75
HSC-5.00



ইসরাত
SSC-4.69
HSC-5.00



রাশেদুল
SSC-5.00
HSC-5.00



জোবায়ের
SSC-5.00
HSC-5.00



তাছিব
SSC-5.00
HSC-5.00



তোফা
SSC-5.00
HSC-5.00



আতিক
SSC-5.00
HSC-5.00

আরো অনেকেই...

৮ম অধ্যায় পর্যায়বৃত্ত গতি

✱ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

১। পর্যায় বৃত্ত গতি কি?

উত্তর: যখন কোন বস্তু একটি নির্দিষ্ট সময় পর অন্তর একই পথ পরিভ্রমণ করে বার বার একই দিকে চলতে থাকে তখন তার গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।

যেমন- ঘড়ির কাটার গতি, পৃথিবীর আর্হিক গতি।

২। সরল ছন্দিত গতি কাকে বলে?

উত্তর: যখন কোন স্পন্দন গতি সম্পন্ন কনার তুরন সাম্যাবস্থান থেকে এর সরনের সমাপ্তপাতিক ও বিপরীতমুখী হয় তখন তার গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে।

৩। সরল ছন্দিত গতির বৈশিষ্ট্য কী?

উত্তর: ১. এই গতি পর্যায়বৃত্ত গতি হতে হবে।

২. বস্তুর গতি সরল রৈখিক গতি হতে হবে।

৩. বস্তুর গতি স্পন্দন গতি হবে।

৪. বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল প্রত্যায়নী বল সরনের সমানুপাতিক

৫. প্রত্যায়নী বল বা তুরন চলার পথের নির্দিষ্ট বিন্দু সাম্যাবস্থা

৪। সরল দোলক কাকে বলে?

উত্তর: একটি ক্ষুদ্র ভারী বস্তুকে ওজনহীন পাকহীন অপ্রসারণশীল নমনীয় সুতার সাহায্যে কোন অবলম্বন হতে বুলিয়ে দিলে যদি তা বিনা বাধায় অল্প বিস্তারে এদিক ও ওদিক দুলাতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলে।

৫। কার্যকরী দৈর্ঘ্য

উত্তর: ঝালন বিন্দু হতে ববেব ভার কেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্বকে সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বলে।

৬। কৌণিক বিস্তার

উত্তর: দোলনের সময় যে কোন এক দিকে তা সাম্যাবস্থান হতে সর্বোচ্চ যে কৌণিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কৌণিক বিস্তার বলে।

৭। সেকেন্ডে দোলক কাকে বলে?

উত্তর: যে সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ডে তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

৮। সেকেন্ডে দোলকের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

উত্তর: সেকেন্ডে দোলকের দোলনকাল $T = 2s$ সরল দোলকের দোলন কাল

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$L = \frac{g}{\pi^2}$$

✱ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও উত্তর

১। সরল ছন্দিত স্পন্দনের অন্তরক সমীকরণ ও এর সমাধান

উত্তর: আমরা জানি, সরল ছন্দিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে কণার তুরণ সাম্যাবস্থান থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী। সুতরাং, এক্ষেত্রে কণার ওপর ক্রিয়াশীল বলও সরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী হবে। সাম্যাবস্থান হতে কণার সরণ x হলে যদি এর ওপর ক্রিয়াশীল বল F হয় তবে,

$$F \propto -x$$

৯। কালিক পর্যায়ক্রম কি?

উত্তর: একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর একই ঘটনার পুনরাবৃত্তি-ঘটার ঘটনাকে কালিক পর্যায়ক্রম বলে।

১০। সমবেগে চলন্ত লিফটে সরল দোলকের দোলনকালের কীরূপ পরিবর্তন হবে?

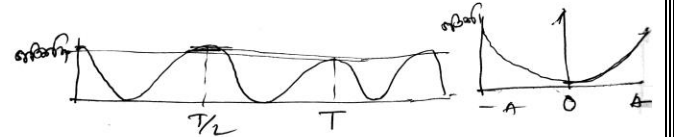
উত্তর: আমরা জানি

$$\text{সরল দোলকের দোলনকাল } T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

সমীকরণ হতে দেখা যায় T এর মান অভিকর্ষ তুরনের উপর নির্ভর করে। ভূ-পৃষ্ঠ হতে লিফট যতই উপরে উঠে g এর মান ততই কমতে থাকে। অর্থাৎ T এর মান বাড়তে থাকে। অন্যদিকে লিফট ভূ-পৃষ্ঠ যতই কাছাকাছি আসে ততই g এর মান বাড়তে থাকে অর্থাৎ T মান কমতে থাকে।

১১। সময় ও সরনের সাপক্ষে গতিশক্তির লেখচিত্র ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: সরল ছন্দিত গতি-সম্পন্ন কনার সময় ও সরনের সাপক্ষে গতিশক্তির লেখ হলো,



১২। গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে এবং শীতকালে দ্রুত চলে কেন?

উত্তর: আমরা জানি সোরন দোলকের সমীকরণ $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

L বৃদ্ধি পেলে T বৃদ্ধি পায় এবং L হ্রাস পেলে T হ্রাস পায়, দোলন ঘড়ি সাধারণ সময়ে প্রতি ঘন্টায় 30টি দোলন দেয়। দোলন কাল $T = 2\pi$ । গ্রীষ্ম কালে তাপমাত্রা বেশি থাকায় L বাড়ে তাই T বাড়ে অন্যদিকে শীতকালে L হ্রাস পায় তাই T ও হ্রাস পায়। অর্থাৎ গ্রীষ্মকালে T এর মান 2 সেকেন্ডে বেশি, এবং শীতকালে 2 সেকেন্ড বেশি, এবং শীতকালে 2 সেকেন্ড কম হয়, এই জন্য গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে আর শীতকালে দ্রুত চলে।

১৩। স্প্রিং ধ্রুবক কি?

উত্তর: কোনো স্প্রিং এর যুক্ত পাতের একক সরন ঘটালে স্প্রিং টির সরনের বিপরীত দিকে যে বল প্রয়োগ করে তাকে ঐ স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক বলে।

$$\text{বা, } F = -kx$$

এখানে, k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে বল ধ্রুবক বলে। কণাটির ভর m হলে,

$$F - ma$$

$$\therefore ma = -kx$$

তরগ a কে ব্যবকলনের সাহায্যে লিখলে পাই,

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\therefore m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$\text{বা, } \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0 \dots\dots \dots \dots \dots \dots \dots (১)$$

$$\text{এখানে, } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

(১) নং সমীকরণটিই সরল ছন্দিত স্পন্দনের অন্তরক সমীকরণ। এর একটি সমাধান,

$$x = A \sin(\omega t + \delta) \dots\dots \dots \dots \dots \dots \dots (২)$$

x এর পরম মান সর্বোচ্চ হবে যদি $\sin(\omega t + \delta)$ এর মান সর্বোচ্চ হয় অর্থাৎ যদি $\sin(\omega t + \delta) = \pm 1$

$$\text{সুতরাং, } X_{\max} = A$$

কিন্তু X_{\max} হচ্ছে সাম্যাবস্থান হতে যেকোনো একদিকে কণাটির সর্বোচ্চ সরণ বা বিস্তার। সুতরাং, A হচ্ছে সরল ছন্দিত স্পন্দনের বিস্তার।

আবার, যখন $t = 0$ তখন $x = A \sin \delta$ । সুতরাং δ হচ্ছে সরল ছন্দিত স্পন্দনের আদি দশা বা দশা ধ্রুবক।

উল্লেখ্য যে, এখানে (১) নং সমীকরণের সমাধান প্রক্রিয়া দেখানো হয়নি। কিন্তু (২) নং যে (১) এর একটি সমাধান তা নিম্নোক্ত উপায়ে যাচাই করা যায়। (২)নং সমীকরণকে সময়ের সাপেক্ষে অন্তরকলন করে পাই,

$$\frac{dx}{dt} = \omega A \cos(\omega t + \delta)$$

পুনরায় সময়ের সাপেক্ষে অন্তরকলন করলে,

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A \sin(\omega t + \delta) = -\omega^2 x$$

$$\therefore \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

২। সরল ছন্দিত গতি সংক্রান্ত রাশি মান লেখ।

উত্তর:

সরণ: যেকোনো সময় সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি সম্পন্ন কণা সাম্যাবস্থান থেকে কত দূরে অবস্থান করছে তা হচ্ছে সময় কণাটির সরণ। এটি সময়ের সাথে সাথে পরিবর্তিত হয়। যেকোনো সময়ে সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি সম্পন্ন কণার সরণের সমীকরণ হচ্ছে,

$$x = A \sin(\omega t + \delta)$$

এখানে, A = বিস্তার, ω = কৌণিক কম্পাঙ্ক এবং δ = আদি দশা।

পর্যায়কাল: আমরা জানি, সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি সম্পন্ন কণার সরণের সমীকরণ হচ্ছে,

$$x = A \sin(\omega t + \delta)$$

এ সমীকরণে সময় t কে $\frac{2\pi}{\omega}$ পরিমাণ বৃদ্ধি করলে অর্থাৎ $t + \frac{2\pi}{\omega}$ সময়ে সরণ,

$$x = A \sin \left[\omega \left(t + \frac{2\pi}{\omega} \right) + \delta \right] = A \sin(\omega t + 2\pi + \delta) = A \sin(\omega t + \delta)$$

সুতরাং, দেখা যাচ্ছে যে $\frac{2\pi}{\omega}$ সময়, পরপর সরণের মান একই, হচ্ছে অর্থাৎ $\frac{2\pi}{\omega}$ সময় পরপর রাশিটির পুনরাবৃত্তি ঘটছে। তাহলে $\frac{2\pi}{\omega}$

হচ্ছে সরল ছন্দিত স্পন্দনের পর্যায়কাল T ।

$$\text{আবার যেহেতু } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \dots \dots \dots (৩)$$

সমীকরণ থেকে দেখা যায়, সরল ছন্দিত স্পন্দনের পর্যায়কাল, স্পন্দনশীল কণার ভর m এবং ধ্রুবক k -এর ওপর নির্ভরশীল কিন্তু বিস্তার A -এর ওপর নির্ভর করে না।

কম্পাঙ্ক: কোনো কম্পমান কণা প্রতি সেকেন্ডে যে কয়টি পূর্ণদোলন সম্পন্ন করে তাকে তার কম্পাঙ্ক বলে। আমরা জানি, কম্পাঙ্ক f ও পর্যায়কাল T -এর মধ্যে সম্পর্ক হচ্ছে,

$$f = \frac{1}{T}$$

সুতরাং, সরল ছন্দিত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক,

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \dots \dots \dots (৪)$$

$$\text{আবার, } \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

ω কে কৌণিক কম্পাঙ্ক বলা হয়। এটি কম্পাঙ্কের 2π গুণ। কৌণিক কম্পাঙ্কের মাত্রা ও একক যথাক্রমে T^{-1} ও রেডিয়ান/সেকেন্ড (কৌণিক বেগের অনুরূপ)

বেগ: ২নং সমীকরণকে সময় সাপেক্ষে ব্যবকলন করে সরল ছন্দিত স্পন্দনসম্পন্ন কণার বেগ পাওয়া যাবে।

সুতরাং বেগ,

$$v = \frac{dx}{dt} = \omega A \cos(\omega t + \delta) \dots \dots \dots (৫)$$

$$= \omega A \sqrt{1 - \sin^2(\omega t + \delta)} = \omega \sqrt{A^2 - A^2 \sin^2(\omega t + \delta)}$$

$$\therefore v = \omega \sqrt{A^2 - x^2} \dots \dots \dots (৬)$$

সমীকরণ ৫ ও ৬ হতে দেখা যায় যে, সরল ছন্দিত স্পন্দনসম্পন্ন কণার বেগ পর্যাবৃত্ত এবং তা সরণ x -এর ওপর নির্ভরশীল।

ত্বরণ: ৫নং সমীকরণকে পুনরায় সময় সাপেক্ষে ব্যবকলন করে সরল ছন্দিত স্পন্দনসম্পন্ন কণার ত্বরণ পাওয়া যায়। সুতরাং, ত্বরণ-

$$a = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 A \sin(\omega t + \delta) \dots \dots \dots (৭)$$

$$\therefore a = -\omega^2 x \dots \dots \dots (৮)$$

৩। সরল দোলকের গতি সমীকরণ

উত্তর: ধরা যাক, একটি সরল দোলকের দৈর্ঘ্য L এবং এর ববের ভর m । দোলকটি দুলতে দুলতে কোনো এক সময় সাম্যাবস্থান SA হতে θ কোণে SB অবস্থানে এলো। এ অবস্থায় B বিন্দু দিয়ে খাড়া নিচের দিকে ক্রিয়াশীল ববের ওজন mg দুটি উপাংশে বিভাজিত হবে। একটি উপাংশ সুতা SB বরাবর BC -এর দিকে $mg \cos \theta$ যা সুতার টান T দ্বারা প্রশমিত হবে। অপরটি BC -এর সমকোণে BE -এর দিকে $mg \sin \theta$ যা ববকে সাম্যাবস্থানে আনার চেষ্টা করবে। এ বলের ক্রিয়ায় ববের ত্বরণ a হলে,

$$ma = -mg \sin \theta$$

বল সরণের বিপরীত বলে চিহ্ন ঋণাত্মক হয়েছে।

$$\therefore a = -g \sin \theta$$

θ ক্ষুদ্র (4° -এর কম) এবং তা রেডিয়ানে পরিমাপিত হলে $\sin \theta = \theta$ লেখা যায়।

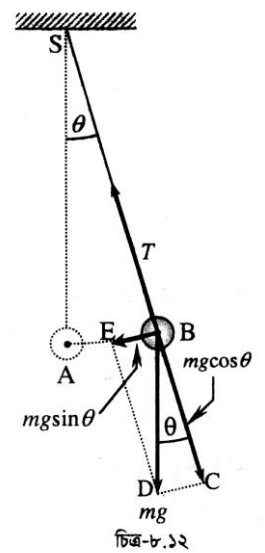
$$\text{আবার, } \theta = \frac{AB}{SB}$$

θ ক্ষুদ্র বলে চাপ AB -কে সরলরেখা ধরা যায়। কিন্তু AB হচ্ছে সাম্যাবস্থান হতে ববের সরণ x এবং SB হচ্ছে কার্যকরী দৈর্ঘ্য L ।

$$\therefore a = -\frac{g}{L} x = -\omega^2 x \quad \text{এখানে, } \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

এটি সরল ছন্দিত স্পন্দনের সমীকরণ। সুতরাং, সরল দোলকের গতি সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি। এর দোলনকাল-

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$



৪। সরল দোলন গতির ব্যবহার

উত্তর: সরল দোলন গতির বিভিন্ন ব্যবহার লক্ষ করা যায়। যেমন-

১. অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মান নির্ণয়
২. পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয়
৩. স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয়
৪. সময় নির্ণয়

অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মান নির্ণয়:

অভিকর্ষজ বলের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর যে ত্বরণ হয় তাকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। আমরা জানি, সরল দোলকের দোলনকাল,

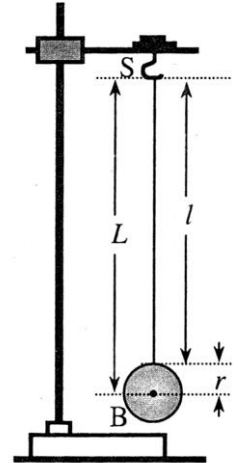
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\therefore g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (৮.১৬)$$

পরীক্ষার সাহায্যে দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য L এবং কোনো স্থানে দোলকের দোলনকাল T নির্ণয় করে (৮.১৬) নং সমীকরণ থেকে ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ g নির্ণয় করা হয়।

সরল দোলক: একটি ক্ষুদ্র ভারী ধাতব গোলক সুতায় বেঁধে স্ট্যান্ডের হুক থেকে ঝুলিয়ে সরল দোলক তৈরি করা হয়। গোলকটিকে বব বলে।

L নির্ণয়: একটি মিটার স্কেলের সাহায্যে ঝুলন বিন্দু S থেকে ববের ওপর পৃষ্ঠ পর্যন্ত সুতার দৈর্ঘ্য l নির্ণয় করা হয় এবং একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে ববের ব্যাস মেপে ব্যাস থেকে ব্যাসার্ধ r নির্ণয় করা হয়। সুতার দৈর্ঘ্য l এবং ববের ব্যাসার্ধ r যোগ করে দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য L নির্ণয় করা হয়।

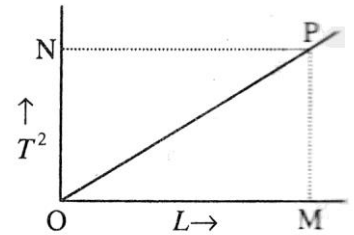


চিত্র-৮.১৪

T নির্ণয়: দোলনটিকে একপাশে সামান্য টেনে ছেড়ে দিলে এটি দুলতে থাকে। লক্ষ্য রাখা প্রয়োজন যেন এর কৌণিক বিস্তার 400-এর চেয়ে বেশি না হয়। একটি থামা ঘড়ির সাহায্যে 20টি বা 25টি দোলনের সময় নির্ণয় করে ঐ সময়কে দোলন সংখ্যা দ্বারা ভাগ করে একটি দোলনের সময় তথা দোলনকাল T নির্ণয় করা হয়। সুতার দৈর্ঘ্য পরিবর্তন করে কার্যকরী দৈর্ঘ্য L পরিবর্তন করা হয় এবং বিভিন্ন কার্যকরী দৈর্ঘ্যের জন্য একইভাবে দোলনকাল T নির্ণয় করা হয়।

g নির্ণয়: প্রতিক্ষেত্রে L/T^2 বের করে গড় L/T^2 নির্ণয় করা হয়। এ গড় মান (৮.১৭) নং সমীকরণে বসিয়ে g -এর মান নির্ণয় করা হয়।

লেখচিত্রের সাহায্যে g নির্ণয়: L -কে ভূজ এবং T^2 -কে কটি ধরে লেখচিত্র অংকন করলে মূলবিন্দুগামী একটি সরলরেখা পাওয়া যায়। এ সরলরেখার যেকোনো বিন্দু P থেকে অক্ষদ্বয়ের ওপর দুটি লম্ব PM ও PN টানা হয়। তাহলে $OM = L$ -এর জন্য $ON = T^2$ পাওয়া যায়। লেখচিত্র থেকে প্রাপ্ত L ও T^2 -এর মান (৮.১৬) নং সমীকরণে বসিয়ে g -এর মান নির্ণয় করা হয়।



চিত্র-৮.১৫

পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয়:

ভূ-পৃষ্ঠে ও পাহাড়ের ওপরে অভিকর্ষজ ত্বরণ যথাক্রমে g ও g' এবং দোলকের দোলনকাল যথাক্রমে T ও T' হলে দোলকের তৃতীয় সূত্রানুসারে পাই,

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}}$$

পৃথিবীর ভর M এবং ব্যাসার্ধ R হলে ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

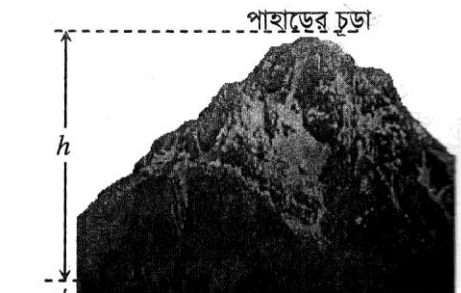
ভূ-পৃষ্ঠ হতে পাহাড়ের উচ্চতা h হলে পাহাড়ের চূড়ায় অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g' = G \frac{M}{(R+h)^2}$$

সুতরাং,

$$\frac{g}{g'} = \left(\frac{R+h}{R}\right)^2 = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2$$

$$\text{বা, } 1 + \frac{h}{R} = \sqrt{\frac{g}{g'}}$$



চিত্র-৮.১৬

$$\text{বা, } \frac{h}{R} = \frac{T'}{T} - 1$$

$$\therefore h = \left(\frac{T'}{T} - 1 \right) R \dots \dots \dots (৮.১৭)$$

এখন সরল দোলকের সাহায্যে ভূ-পৃষ্ঠে অর্থাৎ পাহাড়ের পাদদেশে দোলনকাল T এবং পাহাড়ের চূড়ায় T' নির্ণয় করে (৮.১৭) নং সমীকরণে সাহায্যে পাহাড়ের উচ্চতা h নির্ণয় করা হয়।

স্প্রিংয়ের বল ধ্রুবক নির্ণয়:

স্প্রিংয়ের এক প্রান্ত দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে অপর প্রান্তে একটি ভর ঝুলিয়ে সামান্য টেনে ছেড়ে দিলে তা ওপর-নিচে সরল দোলন গতিতে স্পন্দিত হতে থাকে। একে কাজে লাগিয়ে আমরা স্প্রিংয়ের বল ধ্রুবক নির্ণয় করতে পারি।

৮.১৭ (ক) চিত্রে ভর ঝুলানোর পূর্বে স্প্রিংটির অবস্থা দেখানো হয়েছে। এ অবস্থায় স্প্রিংটির মুক্ত প্রান্ত P অবস্থানে ছিল। স্প্রিংটির মুক্ত প্রান্তে m ভরের একটি বস্তু ঝুলানোর ফলে এটি e পরিমাণ প্রসারিত হয়ে Q বিন্দুতে এসে স্থির হলো। এ অবস্থায় বস্তুর ওজন স্প্রিংয়ের প্রত্যয়নী বল F_0 দ্বারা প্রশমিত হবে। সুতরাং,

$$F_0 = -mg$$

স্প্রিংটি স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে টানা হলে হকের সূত্রানুসারে,

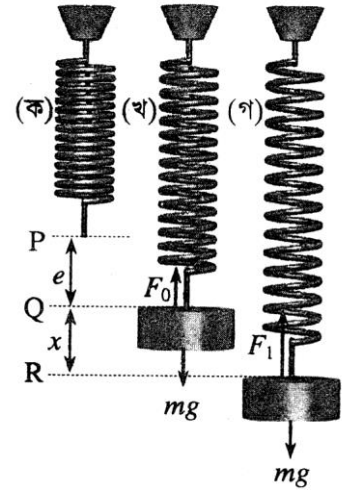
$$F_0 = -ke$$

এখানে, $k =$ স্প্রিংটির বল ধ্রুবক।

$$\therefore mg = ke$$

এখন, m ভরটিকে A ($A < e$) পরিমাণ নিচের দিকে টেনে ছেড়ে দিলে ভরটি Q -কে মধ্যবস্থানে রেখে A বিস্তার নিয়ে ওপর-নিচে স্পন্দিত হতে থাকবে। ধরা যাক, কোনো এক সময় t -তে মধ্যবস্থান থেকে ভরটির সরণ x । এ অবস্থায় স্প্রিংটির প্রত্যয়নী বল-

$$F_1 = -k(x=e)$$



চিত্র-৮.১৭

সময় নির্ণয়:

আমরা জানি, সরল দোলকের একটি নির্দিষ্ট দোলনকাল আছে। একে ব্যবহার করে দোলক ঘড়ি

তৈরি করা হয়েছে। দোলক ঘড়িতে ধাতু নির্মিত একটি বিশেষ ধরনের দোলক ব্যবহার করা হয়েছে। এটি দোলার সময় ঘড়ির কাঁটাকে ঘুরায়। দোলক ঘড়িতে ব্যবহৃত দোলকটি একটি সেকেন্ড দোলক অর্থাৎ এটি প্রতি দুই সেকেন্ডে একটি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করে। দোলকটি এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তে যাওয়ার সময় একবার টিক শব্দ করে এবং ঘড়ির কাঁটা এক সেকেন্ড সরে যায়। ঘড়ির কাঁটা ঘুরাতে ব্যয়িত শক্তি একটি সর্পিলাকার স্প্রিং থেকে সরবরাহ করা হয়। স্প্রিংটিকে প্রথমে পৌঁচিয়ে রাখা হয়। একে দম দেয়া বলে। এতে স্প্রিংটিতে বিভব শক্তি সঞ্চিত হয়। এ বিভব শক্তিই দোলকটিকে অনবরত শক্তি সরবরাহ করে অবিরাম দুলতে সাহায্য করে। স্প্রিংয়ের সঞ্চিত বিভব শক্তি শেষ হয়ে গেলে পুনরায় দম দিতে হয়।

দোলক ঘড়ির দোলকের সাথে একটি স্ক্রু যুক্ত থাকে। এ স্ক্রুটিকে ঘুরিয়ে দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য পরিবর্তন করা যায়। ঘড়িটি যেখানে ব্যবহার করা হবে সে স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণের সাথে মিলিয়ে কার্যকর দৈর্ঘ্য এমন করা হয় যেন দোলনকাল দুই সেকেন্ড হয়। তবে শীতকালে দোলক ঘড়ির দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য হ্রাস পায় ফলে দোলনকাল কমে যায় এবং ঘড়ি দ্রুত চলে, আবার গ্রীষ্মকালে দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় ফলে দোলনকাল বেড়ে যায় এবং ঘড়ি ধীরে চলে। তাই শীতকাল ও গ্রীষ্মকালে দোলকের সাথে যুক্ত স্ক্রু ঘুরিয়ে কার্যকর দৈর্ঘ্য সমন্বয় করে নিতে হয় যাতে দোলনকাল ঠিক থাকে।

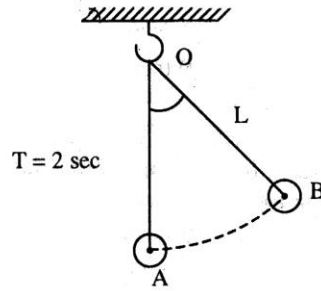
গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমস্যা

- ১। একটি সরল দোলক ভূ-পৃষ্ঠে $\frac{3}{4}$ sec এ একবার টিক দেয়। দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য কত?
- ২। একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 1% হ্রাস করা হলে দোলকটি একদিনে মোট কতগুলো পূর্ণ দোলন হারাবে?
- ৩। একটি স্প্রিং এর এক প্রান্তে 3kg ভর ঝুলালে এটি 6cm প্রসারিত হয়। স্প্রিংটিকে দোল দিলে পর্যায়কাল কত?
- ৪। একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য হ্রাস পেলো। এর ফলে দোলনকাল এমন হলো যে, দোলকটি দিনে 10 sec দ্রুত চলে। দোলকটির দোলনকাল কত?
- ৫। একটি কণা সরল দোলগতিতে দুলছে। যখন এটি মধ্যবস্থান হতে 2cm এবং 3cm দূরে তখন এর গতিবেগ যথাক্রমে 4cm.s^{-1} এবং 3cm.s^{-1} । দোলকটির বিস্তার ও দোলনকাল কত?
- ৬। স্প্রিং বলের প্রভাবে 2kg ভরের একটি বস্তু 18s-এ 10 বার দোল দেয়। স্প্রিংয়ের বল ধ্রুবক নির্ণয় কর। যখন বস্তুর সরণ সাম্যবিন্দু থেকে 4cm তখন এর ত্বরণ ও এর ওপর ক্রিয়াশীল বল কত হবে?
- ৭। একটি সরল দোলকের দৈর্ঘ্য 99cm এবং পরীক্ষার স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8m.s^{-1} হলে দোলনকাল নির্ণয় কর।

- ৮। একটি সরল দোলকের সুতার দৈর্ঘ্য 96cm এবং ববের ব্যাস 2.6cm। কোনো স্থানে এর দোলনকাল 1.98s হলে ঐ স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয় কর।
- ৯। কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8m.s^{-1} । ঐ স্থানে একটি সরল দোলক প্রতি মিনিটে 32টি দোল দেয়। দোলকটির সুতার দৈর্ঘ্য 0.86m হলে ববের ব্যাস কত?
- ১০। দুটি সরল দোলকের দোলনকালের অনুপাত 5 : 4। এদের কার্যকর দৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় কর।
- ১১। অভিকর্ষজ ত্বরণের মান বিষুবীয় অঞ্চলে 9.78039 m.s^{-1} এবং মেরু অঞ্চলে 9.83217 m.s^{-1} । বিষুবীয় অঞ্চলের একটি সেকেন্ড দোলক মেরু অঞ্চলে নিয়ে গেলে এর দোলনকাল কত হবে?
- ১২। অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ঢাকায় 9.79m.s^{-1} এবং চট্টগ্রামে 9.8m.s^{-1} । একটি দোলক ঘড়ি ঢাকায় সঠিক সময় দেয়। ঘড়িটিকে চট্টগ্রামে নেওয়া হলে তা প্রতিদিন কত সময় এগিয়ে যাবে বা পিছিয়ে পড়বে?
- ১৩। 40cm দীর্ঘ একটি সরল দোলক প্রতি মিনিটে 40 বার দোল দেয়। যদি এর দৈর্ঘ্য 160cm করা হয় তবে 60 বার দোল দিতে কত সময় লাগবে?
- ১৪। কোনো একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 2.5 গুণ বাড়ালে এর দোলনকাল কত হবে বের কর।
- ১৫। কোনো একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 225% বৃদ্ধি করলে এর দোলনকাল কত হবে?
- ১৬। ভূ-পৃষ্ঠ ও চন্দ্রপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের অনুপাত 81:16। ভূ-পৃষ্ঠ ও চন্দ্রপৃষ্ঠে সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় কর। দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে পর্যায়কালের অনুপাত কত হবে?

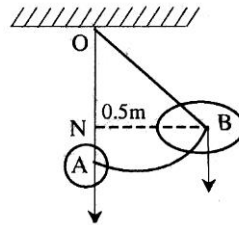
গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল নমুনা প্রশ্ন

১।



- গ) উদ্দীপকের দোলকের দোলনকাল ৫০% বাড়ালে কার্যকরী দৈর্ঘ্যের কীরূপ পরিবর্তন হবে?
- ঘ) দেখাও যে, অল্প বিস্তারে সরল দোলকের গতি সরল দোলন গতি।

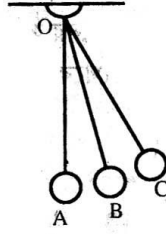
২।



- চিত্রে একটি সেকেন্ড দোলক দেখানো হলো। যা ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। $OA = 2\text{m}$ এবং $BN = 0.5\text{m}$ । B দোলকটির সর্বোচ্চ অবস্থান ববের ভর 5g ।
- গ) চিত্রে B বিন্দুতে দোলকের বিভব শক্তি নির্ণয় কর।
- ঘ) উদ্দীপকে উল্লেখিত দোলককে চন্দ্র পৃষ্ঠে নিয়ে যাওয়া হলে দোলকটি একদিনে কত সেকেন্ড শ্লো হয়ে যাবে? [পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধের 81 গুণ ও 4 গুণ]

টেস্ট পেপারস গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল

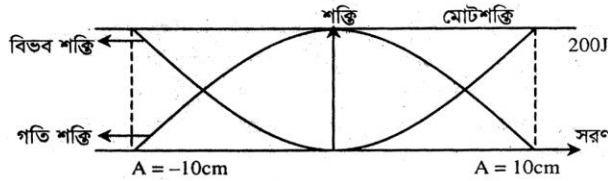
১।



চিত্রে একটি সেকেন্ড দোলক দুলাতে দুলাতে সর্বোচ্চ বিন্দু C তে গিয়ে আবার সাম্যাবস্থা A তে ফিরে আসে।

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

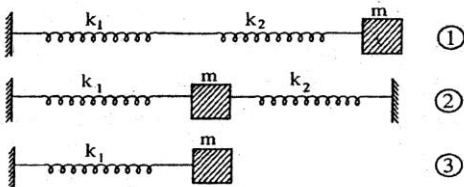
- ক) স্প্রিং ধ্রুবক কাকে বলে? ১
- খ) বল ও সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে- ব্যাখ্যা কর। ১
- গ) দোলকটি চন্দ্রে নিয়ে গেলে দোলনকালের পরিবর্তন কত হবে? চন্দ্রের ভর ও ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধের ৪১ গুণ এবং ৪ গুণ। ৩
- ঘ) উদ্দীপকের সরল দোলকের A ও C এর মধ্যবিন্দু B তে গতিশক্তি ও বিভব শক্তি সমান হবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণসহ যাচাই কর। ৪
- ২। একটি রশির মধ্য দিয়ে অগ্রসর হওয়া একটি আড় তরঙ্গের সমীকরণ $y = 0.1\sin(2\pi t - \pi x)$, এখানে x এবং y মিটারে এবং t সেকেন্ডে প্রকাশিত। [শহীদ বীর উত্তম লে: আনোয়ার গার্লস কলেজ, ঢাকা]
- ক) তীব্রতা লেভেল কী? ১
- খ) অনুনাদ একটি বিশেষ ধরনের আরোপিত কম্পন-ব্যাখ্যা কর। ২
- গ) তরঙ্গটির কম্পাংক, বেগ ও তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
- ঘ) তরঙ্গের উপরিস্থিত কণার সর্বোচ্চ বেগ এবং সর্বোচ্চ ত্বরণ কত হবে? ৪
- ৩। চিত্রে একটি সরল ছন্দিত স্পন্দকের অবস্থানের পরিবর্তনে শক্তির পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।



[চট্টগ্রাম কলেজিয়েট স্কুল এন্ড কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক) দশা কী? ১
- খ) সেকেন্ড দোলক মানেই সরল দোলক কিন্তু সরল দোলক মানেই সেকেন্ড দোলক নয়- ব্যাখ্যা কর। ২
- গ) $x = 5\text{cm}$ অবস্থানে বিভবশক্তি ও গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ) অর্ধপর্যায়কাল সময় পরে স্পন্দনটির বিভবশক্তি ও গতিশক্তি পুনরাবৃত্তি ঘটে- উদ্দীপকের আলোকে এর সত্যতা যাচাই কর। ৪
- ৪। শরিফ ঢাকায় মামার বাড়িতে বেড়াতে এসে ধাতব পেডুলাম সহ একটি দেয়ালঘড়ির দোলন প্রত্যক্ষ করল। এ সময় পেডুলামটি একবার বাম থেকে ডানে গিয়ে পুনরায় বামে ফিরে আসতে ২ সেকেন্ড সময় লাগে। এটি দেখে সে বিস্মিত হলো। [সরকারী হাজী মুহাম্মদ মহসিন কলেজ, চট্টগ্রাম।]
- ক) সেকেন্ড দোলক কাকে বলে? ১
- খ) সরল ছন্দিত গতির বৈশিষ্ট্য লিখ। ২
- গ) শরীফের মামার বাড়ির পেডুলামটি শীতকালে দিনে ৬ সেকেন্ড দ্রুত গেলে পরিবর্তিত দোলনকাল কত হবে? ৩
- ঘ) সরল দোলকের সাহায্যে পাহাড়ের উচ্চতা কীভাবে নির্ণয় করা যায় বর্ণনা কর। ৪
- ৫। একটি সেকেন্ড দোলক ভূপৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। দোলকটিকে পাহাড়ের উপরে নিয়ে গেলে প্রতিদিন ২০ সেকেন্ড সময় হারায়। ভূপৃষ্ঠে $g = 9.81\text{ms}^{-2}$ । [ফেনী সরকারি কলেজ, ফেনী]

- ক) স্থিতিস্থাপক গুণাংক কী? ১
- খ) টানা তারে আড় কম্পনের ভরের সূত্র বিবৃতিসহ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ) পাহাড়ের উচ্চতা কত? ৩
- ঘ) কী ব্যবস্থা নিলে দোলকালের কোনো পরিবর্তন হবে না? ৪
- ৬। 1,2 ও 3 নং চিত্রে $m = 5\text{kg}$ ভরের একটি বস্তু দুটি স্প্রিং $K_1 = 1000\text{Nm}^{-1}$ এবং $K_2 = 2000\text{Nm}^{-1}$ দ্বারা যুক্ত আছে এবং তারা ঘর্ষনবিহীন তলে মুক্তভাবে স্পন্দিত হতে পারে।



[রাজশাহী বিশ্ববিদ্যালয় স্কুল ও কলেজ, রাজশাহী]

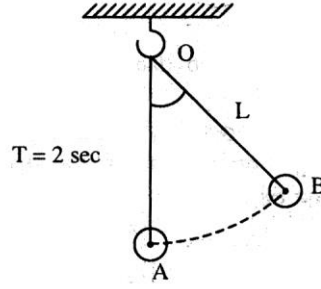
- ক) স্প্রিং ধ্রুবক কাকে বলা হয়? ১
- খ) “বেগ শূন্য হলে ত্বরণ থাকতে পারে” উক্তিটির সত্যতা ব্যাখ্যা কর। ২
- গ) 1 নং স্প্রিং ব্যবস্থার স্প্রিং ধ্রুবকের রাশিমালা প্রতিপাদন কর। ৩
- ঘ) 1,2 এবং ৩নং চিত্রে দোলনকালের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

৭। $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0$ সরল দোলন গতির অন্তরক সমীকরণ; এর সমাধান লিখতে বলায় রহিম লিখলেন $x = P \cos t(\omega t + \Phi)$ এবং লিখলেন $x = Q \tan(\omega t / \phi)$

[ইম্পাহানী পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, কুমিল্লা]

- ক) সরল দোলন গতি কাকে বলে? ১
 খ) সরল দোলকের দশা বলতে কী বোঝ? ২
 গ) দেখাও যে, $x = A \sin(\omega t + \delta)$ সরল দোলন গতির অন্তরক সমীকরণের একটি সমাধান। ৩
 ঘ) গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে রহিম ও করিমের সমাধান যথার্থ কি না যাচাই কর। ৪

৮।



[নোয়াখালী সরকারি মহিলা কলেজ, নোয়াখালী]

- ক) সেকেন্ড দোলক কী? ১
 খ) সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বের কর। ২
 গ) উদ্দীপকের দোলকের দোলনকাল ৫০% বাড়ালে কার্যকরী দৈর্ঘ্যের কীরূপ পরিবর্তন হবে? ৩
 ঘ) দেখাও যে, অল্প বিস্তারে সরল দোলকের গতি সরল দোলন গতি। ৪
- ৯। বিশ তলা হতে একটি লিফট a সমত্বরণে নিচে নামছিল। কবির সাহেব লিফটের ছাদে 1m কার্যকরী দৈর্ঘ্যের একটি সরল দোলক নিয়ে পরীক্ষা শুরু করলেন। নগণ্য ব্যাসার্ধ ও 2gm ভরের ববটি তিনি সামান্য বিচ্যুত করে ছেড়ে দিলেন, ফলে দোলকটি নির্দিষ্ট কম্পাঙ্কে দুলতে থাকলো।

[যশোর সরকারি মহিলা কলেজ, যশোর]

- ক) পর্যায়কাল কী? ১
 খ) প্রযুক্তি বল নয়, প্রত্যয়নী বলের কারণে সরল ছন্দিত স্পন্দনের উদ্ভব হয়- ব্যাখ্যা কর। ২
 গ) লিফট স্থির ধরে ববটিকে সাম্যবস্থা থেকে 30° কোণে বিচ্যুত করে ছেড়ে দিলে, সাম্যাবস্থা অতিক্রমের সময় এর গতিশক্তি কত হবে? ৩
 ঘ) ভূ-পৃষ্ঠে সরল দোলকের দোলনকাল অপেক্ষা a গুণ ত্বরণে নিম্নমুখী গতিশীল লিফটে দোলকটির দোলনকালের বৈসাদৃশ্য-ব্যাখ্যা কর। ৪

===== সমাপ্ত =====