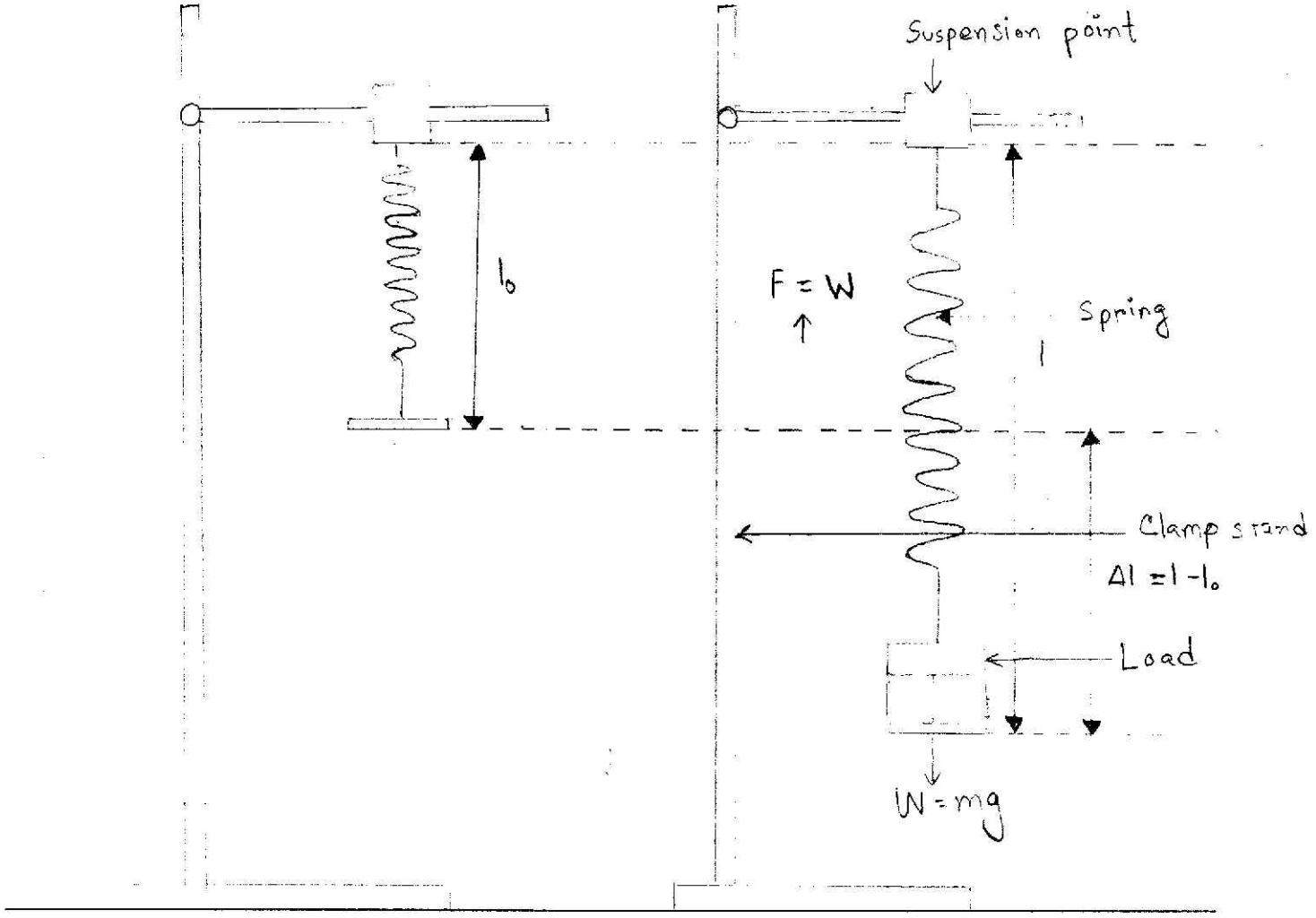
Name of the Experiment একটি (আদর্শ) স্প্রিং এর সাহায্যে স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি নির্ণয়

DATE

PAGE NO.

EXPT. NO.

Figure No.....



চিত্র : সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভবে কাজ নির্ণয়

Name of the Experiment .....

DATE .....

PAGE NO. .....

EXPT. NO. .....

তত্ত্ব (Theory) : একটি আদর্শ স্প্রিং হলো পদার্থবিজ্ঞানের একটি তাত্ত্বিক ধারণা, যা হুকের সূত্রের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ। এটি ভরহীন, ঘর্ষণহীন, পূর্ণ স্থিতিস্থাপক এবং নিখুঁতভাবে সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পাদনে সক্ষম বলে ধরা হয়।

১৬৭৮ সালে বিজ্ঞানী রবার্ট হুক পরীক্ষণের মাধ্যমে দেখান যে - স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো স্থিতিস্থাপক বস্তুতে সৃষ্ট পীড়ন তার বিকৃতির সমানুপাতিক।

অতএব, কোনো আদর্শ স্প্রিং বিকৃত হলে হুকের সূত্র অনুযায়ী - বিকৃত অবস্থায় স্প্রিং-এর মধ্যে উৎপন্ন প্রত্যয়নী বল, বিকৃতির পরিমাণের সমানুপাতিক

ধরা যাক, l_0 আদি দৈর্ঘ্যের একটি আদর্শ স্প্রিং একটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে স্থিরভাবে ঝুলানো আছে। এর মুক্ত প্রান্তে m ভরের একটি ভার যুক্ত করে ছেড়ে দেওয়া হলে স্প্রিংটির দৈর্ঘ্য প্রসারিত হয়ে l হলো।

$\therefore$ স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $\Delta l = l - l_0$

এবং সাম্যাবস্থায়, প্রত্যয়নী বল (F_r) = - প্রযুক্ত বাহ্যিক বল (F) = - ভারের ওজন (mg)

হুকের সূত্রানুযায়ী -

$$F \propto -\Delta l$$

বা, $F = -k \cdot \Delta l$

যেখানে k হলো সমানুপাতিক ধ্রুবক, যা বল ধ্রুবক (force constant) বা স্প্রিং ধ্রুবক (spring constant) নামে পরিচিত।

গাণিতিকভাবে, স্প্রিং এর ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র প্রসারণ dl-এ বাহ্যিক বল F দ্বারা সম্পাদিত কাজ -

$$dW = F\,dl = k(\Delta l)\,dl$$

$\therefore$ স্প্রিং-এর Δl প্রসারণে মোট কৃতকাজ -

$$W = \int dW = \int_0^{\Delta l} k(\Delta l)\,dl = k\left[\frac{(\Delta l)^2}{2}\right]_0^{\Delta l} = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2 = \frac{1}{2}mg(\Delta l)$$

কাজ-শক্তির সমতা নীতি অনুসারে -

প্রসারিত স্প্রিং-এ সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি U = স্প্রিং প্রসারণে কৃতকাজ W

$$\therefore U = \frac{1}{2}mg(\Delta l)$$

অর্থাৎ m ভারের দরুন Δl প্রসারিত স্প্রিং-এ সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি U উপর্যুক্ত সমীকরণ দ্বারা নির্ণয় করা সম্ভব।

Name of the Experiment .....

DATE .....

PAGE NO. .....

EXPT. NO. .....

ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি (Instrument):

১। একটি স্প্রিং ২। মিটার স্কেল ৩। ক্ল্যাম্প স্ট্যান্ড ৪। বিভিন্ন ভরের ভাড় ৫। লেখ অঙ্কনের কাগজ

কাজের ধারা (Procedure):

১। নমুনা স্প্রিংটি clamp stand-এর সাহায্যে উলম্বভাবে ঝুলিয়ে রাখা হয়েছিল এবং এর প্রাথমিক দৈর্ঘ্য l_0 মিটার স্কেলের সাহায্যে পরিমাপ করা হয়

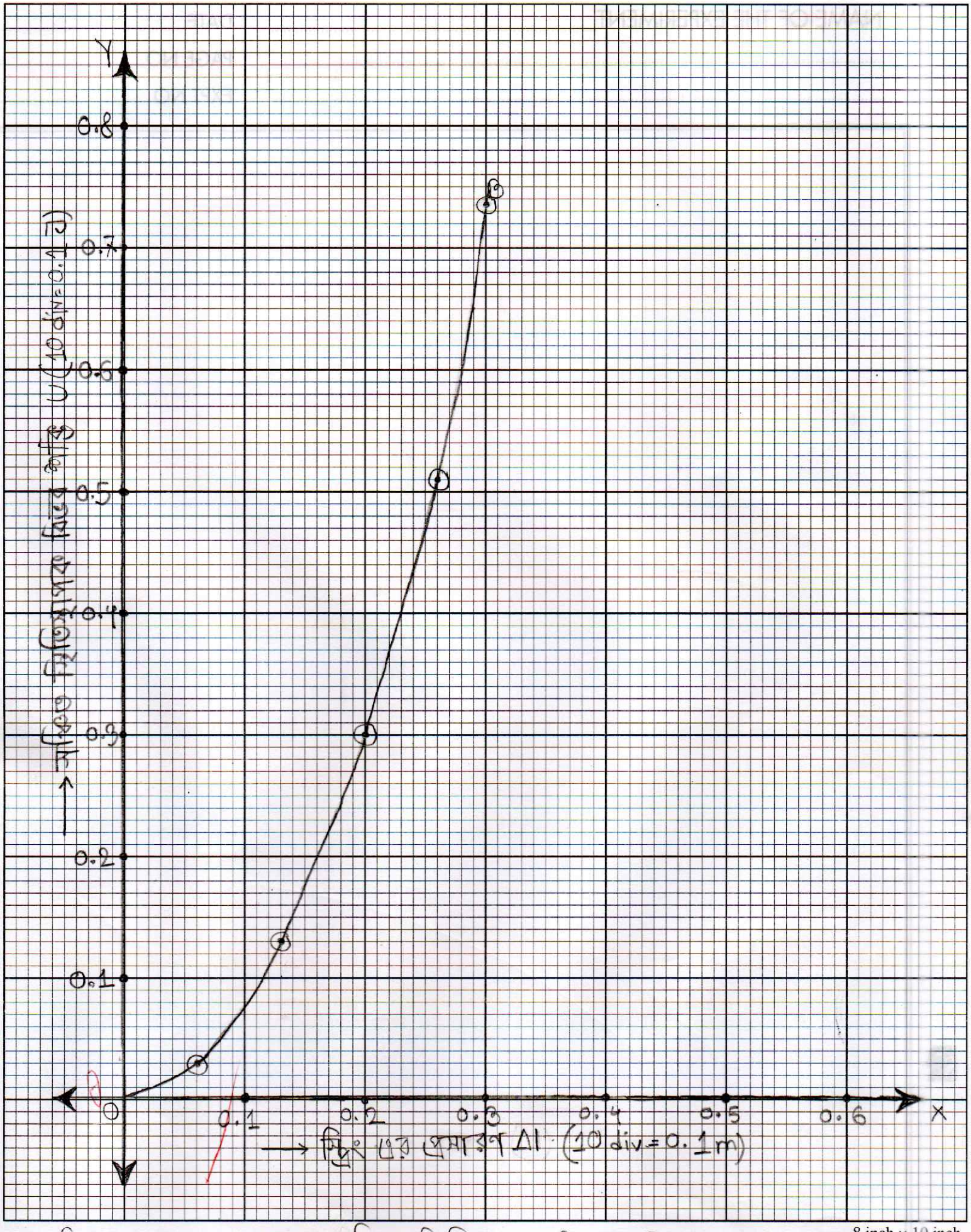
২। উপযুক্ত ভরের একটি ভাড় স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তে যুক্ত করা হয় যাতে একটি দৃশ্যমান বিকৃতি সৃষ্টি হয় এবং স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্য l_1 আবার পরিমাপ করা হয়

৩। দ্বিতীয় ধাপ আরও চারবার পুনরাবৃত্তি করা হয়, প্রতিবার স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তে সমান পরিমাণ ভাড় সংযুক্ত করা হয়।

৪। এরপর ভাড়গুলো বিপরীতক্রমে অপসারণ করা হয় এবং স্প্রিং-এর পরিবর্তিত দৈর্ঘ্যগুলো আবার পরিমাপ করা হয়। প্রতিটি ধাপে দৈর্ঘ্যের গড় মান l_1 নির্ণয় করা হয়। এভাবে স্প্রিং-এর গড় প্রসারণ $\Delta l_1 = l_1 - l_0$ নির্ণয় করে প্রস্তুতকৃত তথ্য সারণিতে লিপিবদ্ধ করা হয়। গড় প্রসারণ এবং সংযুক্ত ভাড় থেকে স্প্রিং-এ সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি U নির্ণয় করা হয়।

৫। গ্রাফ পেপারে স্প্রিং-এর প্রসারণ (Δl) বনাম সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি (U) এর একটি লেখ অঙ্কন করা হয়। গাণিতিকভাবে, এই লেখের সহায়তায় যে কোনো প্রসারণের বিপরীতে স্প্রিং-এ সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি U পরিমাপযোগ্য।

FIGURE NO .....



8 inch × 10 inch

স্প্রিং-এর প্রসারণ বনাম সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি (Δl - U) লেখচিত্র

Name of the Experiment .....

DATE .....

PAGE NO. .....

EXPT. NO. .....

পর্যবেক্ষণ (Observation):

উপাত্ত সারণি : সংযুক্ত ভরের বিপরীতে স্প্রিং-এর বিকৃতি নির্ণয় :

পর্যবেক্ষণ নং	মুক্ত প্রান্তে সংযুক্ত ভর m_i (kg)	স্প্রিং এর আদি দৈর্ঘ্য l_0 (c.m)	স্প্রিং এর পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য l_i (c.m)	l_i' (c.m)	স্প্রিং-এর গড় দৈর্ঘ্য $\bar{l}_i = \frac{l_i + l_i'}{2}$ (c.m)	স্প্রিং এর প্রসারণ $\Delta\bar{l}_i = \bar{l}_i - l_0$ (m)	সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি, $U = \frac{1}{2} m_i g (\Delta\bar{l}_i)$ (J)
1	0.1	28.8	34.7	34.8	34.75	0.0595	0.0291
2	0.2	28.8	41.8	41.9	41.85	0.1305	0.1279
3	0.3	28.8	48.8	48.9	48.85	0.2005	0.2947
4	0.4	28.8	55	55.1	55.05	0.2625	0.5145
5	0.5	28.8	58.8	58.9	58.85	0.3005	0.7362

হিসাব (Calculation):

১ম পর্যবেক্ষণ থেকে, স্প্রিং এর গড় দৈর্ঘ্য $\bar{l}_1 = \frac{l_1 + l_1'}{2} = \frac{34.7 + 34.8}{2} = 34.75$ c.m

স্প্রিং এর প্রসারণ $\Delta\bar{l}_1 = \bar{l}_1 - l_0 = 34.75 - 28.8 = 5.95$ c.m

$= 0.0595$ m

এবং সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি $U_1 = \frac{1}{2} m_1 g (\Delta l_1) = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 9.8 \times 0.059$

$= 0.0291$ J

২য় পর্যবেক্ষণ থেকে, স্প্রিং এর গড় দৈর্ঘ্য, $\bar{l}_2 = \frac{l_2 + l_2'}{2} = \frac{41.8 + 41.9}{2} = 41.85$ c.m

স্প্রিং এর প্রসারণ $\Delta\bar{l}_2 = \bar{l}_2 - l_0 = 41.85 - 28.8 = 13.05$ c.m

$= 0.1305$ m

এবং সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি $U_2 = \frac{1}{2} m_2 g (\Delta l_2) = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 9.8 \times 0.1305$

$= 0.1279$ J

৩য় পর্যবেক্ষণ থেকে, স্প্রিং এর গড় দৈর্ঘ্য $\bar{l}_3 = \frac{l_3 + l_3'}{2} = \frac{48.8 + 48.9}{2} = 48.85$ c.m

স্প্রিং এর প্রসারণ $\Delta\bar{l}_3 = \bar{l}_3 - l_0 = 48.85 - 28.8 = 20.05$ c.m

$= 0.2005$ m

এবং সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি $U_3 = \frac{1}{2} m_3 g (\Delta l_3) = \frac{1}{2} \times 0.3 \times 9.8 \times 0.2005$

$= 0.2947$ J

৪র্থ পর্যবেক্ষণ থেকে, স্প্রিং এর গড় দৈর্ঘ্য $\bar{l}_4 = \frac{l_4 + l_4'}{2} = \frac{55 + 55.1}{2} = 55.05$ c.m

স্প্রিং এর প্রসারণ, $\Delta\bar{l}_4 = \bar{l}_4 - l_0 = 55.05 - 28.8 = 26.25$ c.m

$= 0.2625$ m

এবং সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি $U_4 = \frac{1}{2} m_4 g (\Delta l_4) = \frac{1}{2} \times 0.4 \times 9.8 \times 0.2625$

Name of the Experiment ..... DATE .....

..... PAGE NO. .....

..... EXPT. NO. .....

= 0.5145 J

তৃতীয় পর্যবেক্ষণ থেকে, স্প্রিং এর গড় দৈর্ঘ্য $\bar{l}_5 = \frac{l_5 + l_5'}{2} = \frac{58.8 + 58.9}{2}$ = 58.85 c.m

স্প্রিং এর প্রসারণ $\Delta\bar{l}_5 = \bar{l}_5 - l_0 = 58.85 - 28.8$ = 30.05 c.m

= 0.3005 m

এবং সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি $U_5 = \frac{1}{2} m_5 g (\Delta l_5) = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 9.8 \times 0.30$

= 0.7362 J

লেখচিত্র অঙ্কন: ছক কাগজের x-অক্ষের দিকে বর্গাকৃতি 10 ঘর = 0.1 m ধরে স্প্রিং এর প্রসারণ $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3 \ldots$ এর বিভিন্ন মান ও y-অক্ষের দিকে বর্গাকৃতি 10 ঘর = 0.1 J ধরে সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি $U_1, U_2, U_3 \ldots$ এর বিভিন্ন মান বসিয়ে লেখচিত্র অঙ্কন করলে মূলবিন্দুগামী পরাবৃত্তাকার বক্ররেখা OB পাওয়া যায়।

ফলাফল (Result): স্প্রিং-এর প্রসারণ (Δl) বনাম সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি (U) এর অঙ্কিত লেখ একটি পরাবৃত্ত। গাণিতিকভাবে, ওই লেখের সাহায্যতায় যে কোনো প্রসারণের বিপরীতে স্প্রিং-এ সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি U পরিমাপযোগ্য।

ফলাফলের ব্যাখ্যা (Result Analysis): অঙ্কিত গ্রাফের অধিকাংশ বিন্দু একটি বক্ররেখা বরাবর / অতি নিকটে অবস্থান করায়, স্প্রিং-এর স্থিতিস্থাপক সীমা (elastic limit) এর মধ্যে যেকোনো ভারের জন্য স্প্রিং-এ সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি U নির্ণয় করা যায়। এছাড়া, স্প্রিং সংকোচনের সময় সংশ্লিষ্ট ভারের বিপরীতে পরিমাপযোগ্য দৈর্ঘ্যে কোনো উল্লেখযোগ্য তারতম্য দেখা যায়নি, যা নিশ্চিত করে যে পরীক্ষার সময় স্প্রিং-এর বিকৃতি তার স্থিতিস্থাপক সীমা (elastic limit) এর মধ্যেই ছি। সম্পাদিত পরীক্ষণ হতে এই অনুসিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায় যে, প্রসারিত স্প্রিং এ সঞ্চিত বিভব শক্তি স্প্রিং-এর প্রসারণের বর্গের সমানুপাতিক। গাণিতিকভাবে -

$$U \propto (\Delta l)^2$$

সতর্কতা (Precaution):

১। স্প্রিংটি স্বাধীনভাবে এবং উল্লম্বভাবে ঝুলিয়ে রাখা হয়েছিল।

২। ভর যুক্ত করার জন্য সর্বদা খেয়াল রাখা হয়েছিল যেন ভার স্প্রিং-এর স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্রম না করে।

Name of the Experiment .... DATE ....

PAGE NO. ....

EXPT. NO. ....

৩। স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তে ভর মুক্ত বা যুক্ত করার সময় হাত বা আঙুলের স্পর্শের মাধ্যমে কোনো বাহ্যিক বল প্রয়োগ না হয় সে বিষয়ে বিশেষ যত্ন নেওয়া হয়েছিল কারণ এতে স্প্রিং উলম্বভাবে দোলন শুরু করতে পারে এবং এর উলম্ব অবস্থান ব্যাহত হতে পারে।

৪। স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্য মিটার স্কেল দিয়ে পরিমাপ করার সময় লম্বন ত্রুটি এড়ানোর সর্বোচ্চ করা হয়েছিল।

৫। তথ্য সংগ্রহে ত্রুটির পরিমাণ কমানোর জন্য একই পর্যবেক্ষণে একাধিক পাঠ নেওয়া হয়েছিল।

৬। স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্য পরিমাপ করার সময় মিটার স্কেল যেন স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্যের সাথে সমান্তরালে থাকে, তা নিশ্চিত করতে বিশেষ যত্ন নেওয়া হয়েছিল।

আলোচনা (Discussion):

১। অবলম্বন দৃঢ় ছিল না।

২। ভারগুলো কিছুটা নড়বড়ে অবস্থায় ছিল।

16.11.15