گزارش کار آزمایشگاه فیزیک مکانیک

آونگ ساده

بدست‌آوردن دوره‌ی نوسان برای یک آونگ ساده

۷ آبان‌ماه ۱۳۸۵

به نام خدا

تئوری آزمایش

هدف از انجام این آزمایش بدست‌آوردن دوره نوسان (، یعنی، مدت زمانی که طول می‌کشد تا نوسان‌گر یک دورکامل بزند،) است. همان‌گونه که می‌دانیم، در در یک دستگاه آونگ ساده، بین طول آونگ و دوره‌ی آن رابطه‌ی زیر برقرار است: $T = 2p\sqrt{l/g}$؛ که در آن l، طول آونگ، g، شتاب گرانش و T، دوره‌ی نوسان آونگ است. اکنون، طبق این رابطه و با داشتن l و g می‌توان دوره‌ی نوسان را به دست‌آورد. در این رابطه $T \propto \sqrt{l}$ است؛ یعنی، داریم: $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$.

شرح آزمایش

همان‌گونه که می‌دانیم، دوره ،یعنی، مدت زمانی که در آن نوسان‌گر یک دور کامل نوسان می‌کند؛ یعنی، اگر t مدت زمان نوسان و n تعداد نوسان باشد، T=t/n. در این آزمایش نیز می‌توانیم با شمارش n و بدست‌آوردن t، دوره‌ی آونگ را بدست‌آوریم. اما، برای این کار، آزمایش را در دو مرحله انجام می‌دهیم:

أ- **نوسان کم‌دامنه:**

در یک نوسان کم‌دامنه، یعنی، حالتی که θ ، زاویه‌ی انحراف آونگ از خط قایم، کمتر °۶ باشد، رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$\sin\theta \equiv \tan\theta \equiv \theta$$

یعنی، این نوسان‌ها هم‌زمانند؛ در این صورت می‌توان با در نظرگرفتن مثلاً۱۰ نوسان کامل (n=۱۰) و تغییر θ، در حالت‌های کمتر از °۶، T را محاسبه‌کرد.

ب- **نوسان‌هایی با دامنه‌ی بیشتر از °۶**

برای نوسان‌های بیشتر از °۶، می‌توان با ثابت گرفتن θ و n و تغییردادن l، طول آونگ، دوره‌ی نوسان را بدست‌آورد.

نکته‌ای که در انجام این آزمایش باید در نظر داشت، این است که نوسان آونگ باید تنها در یک صفحه رخ‌دهد.

محاسبه‌ها

داده‌ها و محاسبه‌های هر آزمایش در زیر آمده‌است:

•آزمایش اول:

l (m)	θ (°)	t (s)	T = t/n (s)
۰/۹۰	۴	۱۸/۹۰	۱/۸۹
۰/۹۰	۵	۱۹/۰۴	۱/۹۰۴
۰/۹۰	۵	۱۹/۱۰	۱/۹۱۰

با بهره‌گیری از رابطه‌ی $T = 2p\sqrt{l/g}$ نیز به محاسبه‌ی T برای l=۰/۹۰ پرداخته‌ایم:

$$T = 2p\sqrt{0.90/9.8} = 1.904$$

•آزمایش دوم:

				آزمایش		رابطه	
n	θ(°)	l (m)	t (s)	T=t/n (s)	$T^۲$	$T = 2p\sqrt{l/g}$	$T^2=4\pi(l/g)$
۲۰	۶°	۰/۹۰	۳۸/۲۶	۱/۹۱۳	۳/۶۵۹	۱/۹۰۴	۳/۶۲۵
		۱/۰۰	۴۰/۴۸	۲/۰۲۴	۴/۰۹۶	۲/۰۰۷	۴/۰۲۸
		۱/۱۰	۴۲/۴۰	۲/۱۲	۴/۴۹۴	۲/۱۰۵	۴/۴۳۱

در این‌جا T و $T^۲$ را با بهره‌گیری از رابطه‌های $T = 2p\sqrt{l/g}$ و $T^2=4\pi^2(l/g)$ بدست آورده‌ایم.

اکنون نسبت $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$ را بررسی می‌کنیم:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1.913}{2.024} = 0.945 \qquad \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \sqrt{\frac{0.90}{1.00}} = \sqrt{0.9} = 0.948 \qquad \Rightarrow \qquad \frac{T_1}{T_2} \approx \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$$

محاسبه‌ی خطا

§ آزمایش اول:

- میانگین:

$$\bar{T} = \frac{\sum_1^3 T_i}{3} = \frac{1.89 + 1.904. + 1.910}{3} = \frac{5.704}{3} = 1.901$$

- خطاهای مطلق:

$$e(T) = \left|\bar{T} - T_i\right|$$

$e(T_1)=|1.901-1.904|=0.003$ $e(T_2)=|1.901-2.007|=0.106$ $e(T_3)=|1.901-2.105|=0.204=e(T)_{max}$

- خطای نسبی (بیشینه):

$$d(T)_{max} = \frac{e(T)_{max}}{\bar{T}} = \frac{e(T_3)}{\bar{T}} = \frac{0.204}{1.901} = 0.107$$

§ آزمایش دوم:

- میانگین:

$$\bar{T} = \frac{\sum_{1}^{3} T_i}{3} = \frac{1.913+1.024+1.120}{3} = \frac{4.570}{3} = 1.352$$

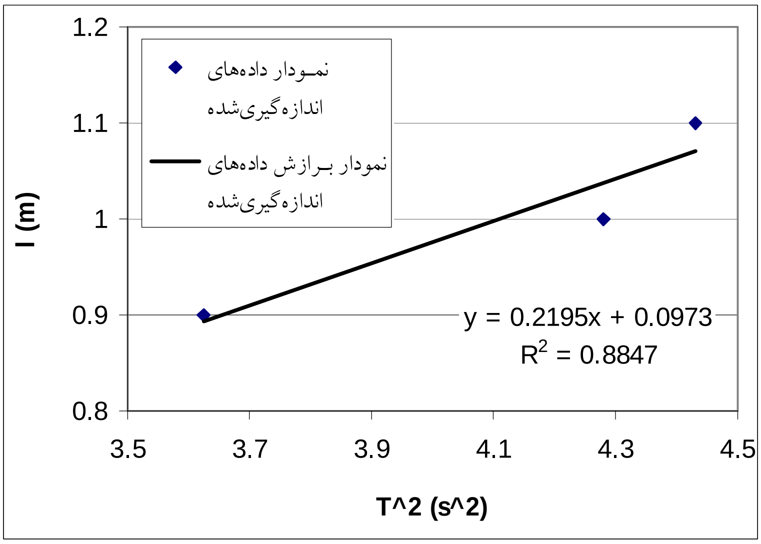
- خطاهای مطلق:

$e(T_1)=|1.352-1.913|=0.560=e(T)_{max}$ $e(T_2)=|1.352-1.024|=0.328$ $e(T_3)=|1.352-1.120|=0.232$

- خطای نسبی (بیشینه):

$$d(T) = \frac{e(T)_{max}}{\bar{T}} = \frac{e(T_1)}{\bar{T}} = \frac{0.560}{1.352} = 0.414$$

نمودار داده‌ها



همان‌گونه که پیشتر به آن اشاره شد، $T \propto \sqrt{l}$؛ یا به بیانی دیگر $T^2 \propto l$؛ بنابراین، می‌توان نمودار T^2 را برحسب l رسم کرد:

در این نمودار ابتدا نمودار مربوط به داده‌های آزمایش رسم شده است، سپس نمودار برازش این داده‌ها معین شده است. لازم به یادآوری است که شیب این نمودار (tanθ) برابر l/T^2 است.

نتیجه‌ها

از بررسی داده‌های بدست‌آمده از آزمایش و نمودار آزمایش دوم می‌توان دریافت که رابطه‌ی بین T و l خطی است. همان‌گونه که می‌دانیم این رابطه به صورت $T = 2p\sqrt{l/g}$ است.

همچنین می‌دانیم $T^2=4\pi^2(l/g)$ و $\tan\theta=l/T^2$ (شیب نمودار $l-T^2$)؛ یعنی، $T^2=l/\tan\theta$ و از جایگذاری T^2 در فرمول قبل بدست می‌آید:

$g=۴\pi^۲\tan\theta$

پس می‌توان مقدار g را بدست آورد:

$g=۴\pi^۲(۰/۲۱۹۵)=۸/۶۵$

پایان