نمره:

گزارش‌کار آزمایش شماره یک

اندازه‌گیری شتاب جاذبه و برآورد خطای آن با استفاده از آونگ ساده
با تأکید بر برآورد خطای اتفاقی در اندازه‌گیری زمان تناوب آونگ

نام و نام خانوادگی:	**تاریخ انجام آزمایش:**
شماره گروه درسی: -۲۲-۱۴	**نام همکاران:**

شرح آزمایش

آونگ ساده‌ای با استفاده از یک توپ فلزی و مقداری نخ سبک آماده کردیم. طول آونگ را ابتدا حدود یک متر انتخاب کردیم. بعد از نصب و با اندازه‌گیری دقیق، طول آونگ mm ..... به‌دست آمد.

مرحله اول: ابتدا زمان هر تک نوسان کامل را ۱۰۰ مرتبه با استفاده از یک زمان‌سنج با دقت صدم ثانیه اندازه گرفتیم. جدول(۱) مقادیر اندازه‌گیری شده را با فراوانی هر مقدار نشان می‌دهد. کمترین و بیشترین مقدار به ترتیب، ..... و ..... ثانیه به‌دست آمد.

میانگین این مقادیر و خطای معیار آن، به صورت زیر محاسبه شد (جزئیات محاسبات با استفاده از روابط۱۴ و ۱۷ فصل اول):

$$\overline{T} = \text{.....} \pm \text{.....}\ \text{s}$$

انحراف‌معیار مقادیر زمان تک نوسان کامل، $\sigma =$ ..... s محاسبه شد که نشان می‌دهد خطای اتفاقی حدود ..... برابرِ دقت زمان‌سنج است.

جدول(۱). نتایج اندازه‌گیری ۱۰۰مرتبه زمان تک نوسان کامل آونگ و فراوانی آنها.

زمان تک نوسان (S)												
فراوانی												
زمان تک نوسان (S)												
فراوانی												
زمان تک نوسان (S)												
فراوانی												

با توجه به رابطه $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ و مقدار میانگین زمان تناوب، مقدار شتاب جاذبه ..... و خطای معیار آن نیز با استفاده از رابطه $e_g = g\sqrt{(\frac{e_L}{L})^2 + 4(\frac{e_T}{T})^2}$، ..... متر بر مجذور ثانیه برآورد شد:

$g = \text{.....} \pm \text{.....}\ \text{ms}^{-2}$.

جزئیات محاسبه عددی شتاب جاذبه و خطای معیار آن:

با توجه به پراکندگی اعداد، رده‌هایی به طول s ..... (حدود انحراف‌معیار) حول مقادیر مرکزی (مرکز رده) که در جدول(۲) آمده است در نظر می‌گیریم. مجموع فراوانی‌ها را در هر رده نیز در جدول(۲) آورده‌ایم.

جدول(۲). رده‌بندی نتایج اندازه‌گیری ۱۰۰ مرتبه زمان تک نوسان کامل آونگ با طول رده ..... ثانیه و فراوانی آنها.

مرزهای رده	–	–	–	–	–	–	–	–
زمان تک نوسان (S) (مرکز رده)								
فراوانی								

معمولاً خطای اتفاقی دارای یک توزیع گاوسی است. شکل(۱) نمودارِ (غیرِ ستونی) این فراوانی‌ها را نشان می‌دهد. تابع گاوسی برازش یافته (با استفاده از نرم‌افزار CurveExpert) به صورت زیر است (ثابتها با سه رقم بامعنا):

محل پیوست نمودار

A5

شکل(۱). نمودار فراوانی نتایج اندازه‌گیری ۱۰۰ مرتبه زمان تک نوسان کامل آونگ با طول رده ..... ثانیه و تابع گاوسی برازش یافته.

انحراف‌معیار توزیع گاوسی s ..... $= \sigma$ است. مقدار میانگین با توجه به تابع گاوسی، s ..... ± ..... $= \overline{T}$ به‌دست می‌آید. چگونگی انطباق مقدرا میانگینِ حاصل از تعریفِ میانگین (مرحله قبل) و مقدارِ حاصل از برازشِ تابع گاوسی را می‌توان به صورت زیر توضیح داد: .

با توجه به رابطه $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$ و مقدارِ میانگین زمان تناوب، مقدار شتاب جاذبه ..... و خطای معیار آن نیز با استفاده از رابطه $e_g = g\sqrt{(\frac{e_L}{L})^2 + 4(\frac{e_T}{T})^2}$، ..... برآورد شد: $g =$ ..... ± ..... ms^{-2}

جزئیات محاسبه عددی شتاب جاذبه و خطای معیار آن:

مرحله دوم: در این مرحله زمان هر پنج نوسان کامل آونگ را ۱۰۰ مرتبه با استفاده از همان زمان‌سنج مورد استفاده در مرحله قبل اندازه می‌گیریم. جدول(۳) مقادیر اندازه‌گیری شده را با فراوانی هر مقدار نشان می‌دهد. کمترین و بیشترین مقدار به ترتیب، ..... و ..... ثانیه به‌دست آمده است.

انحراف‌معیار مقادیر اندازه‌گیری زمان پنج نوسان کامل، s ..... $= \sigma_{5T}$ است که نشان می‌دهد خطای اتفاقی حدود ..... برابرِ دقت زمان‌سنج است. میانگین این مقادیر، s ..... ± ..... $= \overline{5T}$ محاسبه شد. با تقسیم مقدار به‌دست آمده بر پنج، مقدار میانگین زمان تناوب آونگ به صورت s ..... ± ..... $= \overline{T}$ به‌دست می‌آید (جزئیات محاسبات در اینجا نیامده است).

جدول(۳). نتایج اندازه‌گیری ۱۰۰ مرتبه زمان پنج نوسان کامل آونگ و فراوانی آنها.

زمان پنج نوسان (S)										
فراوانی										
زمان پنج نوسان (S)										
فراوانی										
زمان پنج نوسان (S)										
فراوانی										

جدول(۴). رده‌بندی نتایج اندازه‌گیری ۱۰۰ مرتبه زمان پنج نوسان کامل آونگ با طول رده ..... ثانیه و فراوانی آنها.

مرزهای رده	–	–	–	–	–	–	–	–
زمان پنج نوسان (S) (مرکز رده)								
فراوانی								

مشابه با مرحله اول، رده‌هایی به طول s ..... حول مرکز رده‌های انتخابی که در جدول(۴) آمده است در نظر می‌گیریم. مجموع فراوانی‌ها را در هر رده نیز در جدول(۴) آورده‌ایم. شکل(۲) نمودار (غیرِ ستونی) این فراوانی‌ها را به همراه تابع گاوسی برازش یافته نشان می‌دهد. تابع گاوسی برازش یافته (با استفاده از نرم‌افزار CurveExpert) به صورت زیر است (ثابتها با سه رقم بامعنا):

انحراف‌معیار توزیع گاوسی s ..... $= \sigma_{5T}$ است. مقدار میانگین با توجه به تابع گاوسی، s ..... ± ..... $= \overline{5T}$ به‌دست می‌آید. با تقسیم بر پنج، میانگینِ زمان تناوب آونگ به صورت s ..... ± ..... $= \overline{T}$ گزارش می‌شود.

محل پیوست نمودار

A5

شکل(۲). نمودار فراوانی نتایج اندازه‌گیری ۱۰۰ مرتبه زمان پنج نوسان کامل آونگ با رده ..... ثانیه و تابع گاوسی برازش یافته.

با توجه به رابطه $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$ و مقدار میانگین زمان تناوب، مقدار شتاب جاذبه ..... و خطای معیار آن نیز با استفاده از رابطه $e_g = g\sqrt{(\frac{e_L}{L})^2 + 4(\frac{e_T}{T})^2}$، ..... برآورد شد: $g = \ldots\ldots \pm \ldots\ldots \text{ ms}^{-2}$

جزئیات محاسبه عددی شتاب جاذبه و خطای معیار آن:

با توجه به دو روش اندازه‌گیری، شتاب جاذبه و خطای معیار آن را در محل اندازه‌گیری به صورت زیر برآورد می‌شود؟

$$g = \ldots\ldots \pm \ldots\ldots \text{ ms}^{-2}$$