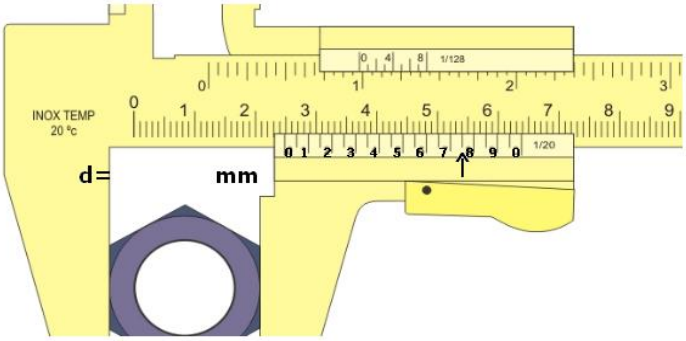
باسمه تعالی

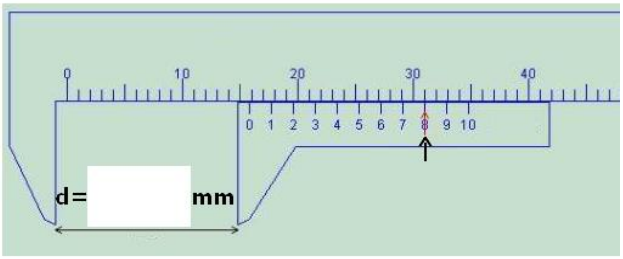
نمونه سؤال امتحان کتبی آزمایشگاه پایه ۱

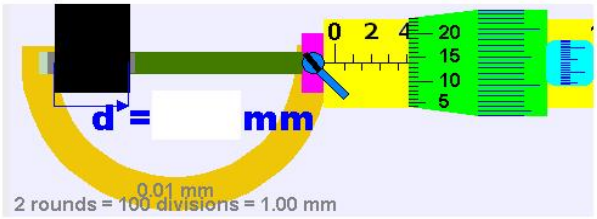
---

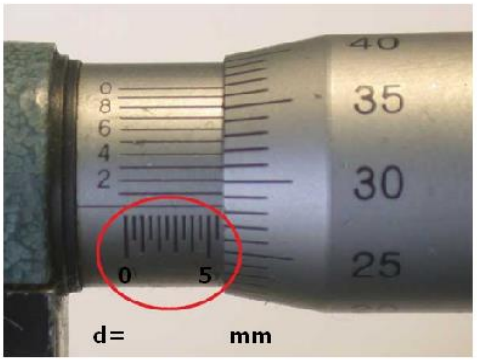
۱) **الف)** خطای سیستماتیک (ذاتی) و خطای اتفاقی را تعریف کنید. از هرکدام دو مثال بزنید. **ب)** کدام یک را می‌توان با تکرار آزمایش کاهش داد یا آن را آشکار کرد؟

۲) کولیس و ریزسنج‌های نشان داده شده در شکل زیر چه اندازه‌هایی را نشان می‌دهند؟



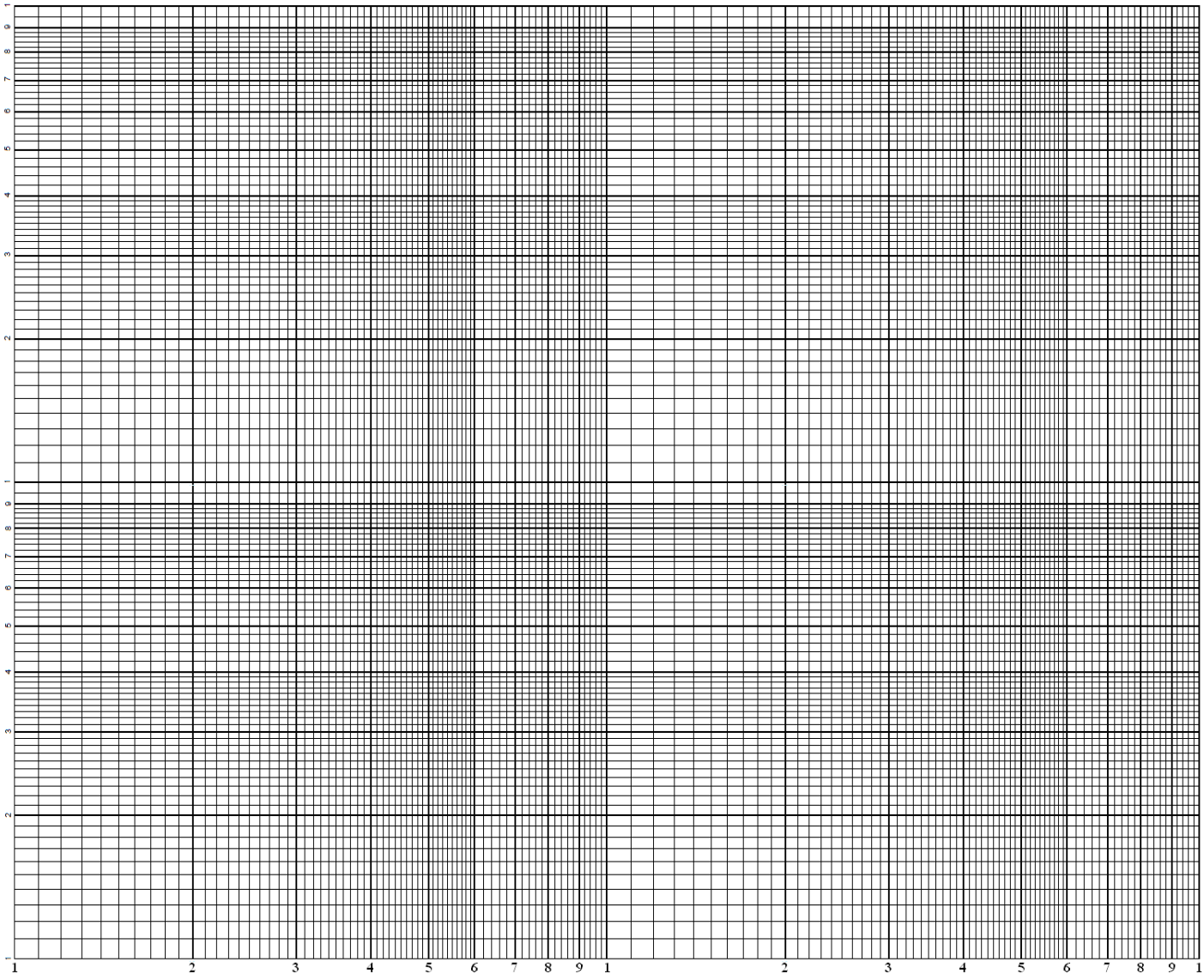






۳) در آزمایش سقوط آزاد، زمان سقوط یک گلوله فلزی را برای ارتفاع‌های سقوطِ مختلف اندازه‌گیری کرده‌ایم. ارتفاع را با دقت سانتیمتر اندازه‌گیری کرده‌ایم. **الف)** ارتفاع را بر حسب متر طوری در جدول بنویسید که دقت اندازه‌گیری آن مشخص باشد. **ب)** با رسم نموداری مناسب در برگه تمام لگاریتمی (صفحه بعد) شتاب جاذبه گرانشی را بدست آورید.

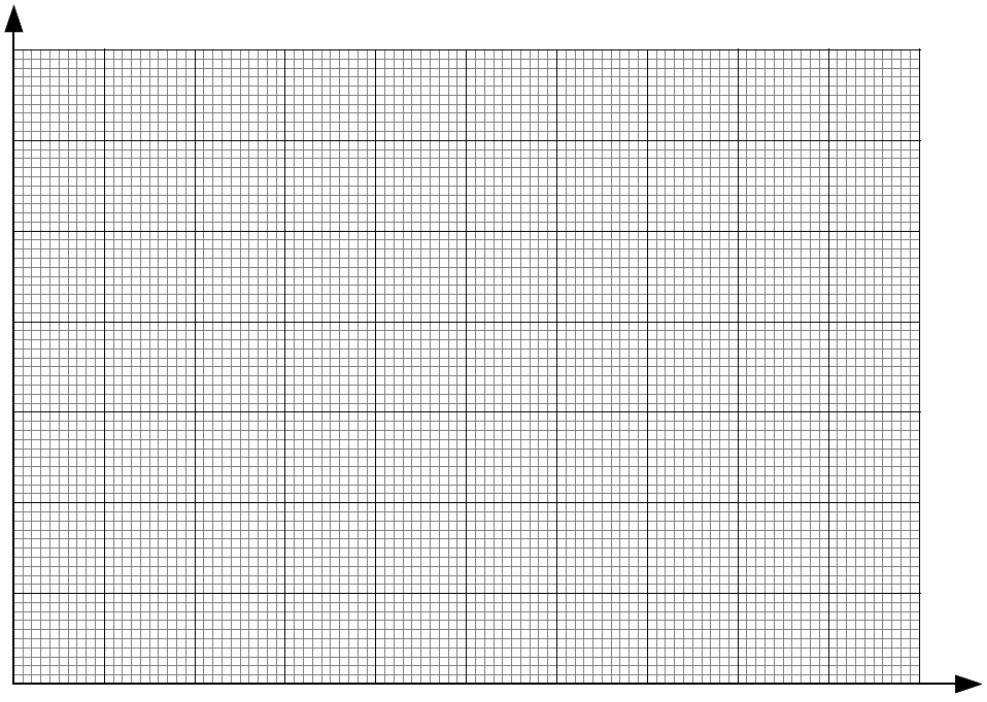
ارتفاع (cm)	۵۳	۱۱۰	۱۵۲	۱۹۸	۲۴۰	۳۱۲
ارتفاع (m)						
زمان سقوط (s)	۰٫۳۲	۰٫۴۵	۰٫۵۴	۰٫۶۲	۰٫۶۸	۰٫۷۸



محاسبات:

۴) وزنه‌ای را به انتهای نخی وصل کرده‌ایم. طول نخ (آونگ) را مطابق جدول زیر و با دقت یک میلی‌متر تغییر داده برای هر طول زمانِ ۱۰ نوسان کامل را اندازه‌گیری کردیم. نتایج در جدول زیر ثبت شده است. **الف)** مقدارِ عددی طول آونگ را بر حسب متر طوری در جدول بنویسید که دقت اندازه‌گیری (تعداد ارقام بامعنای) آن مشخص باشد. **ب)** جدول را کامل کنید و خطای اندازه‌گیری شتاب جاذبه گرانشی (e_g) را در اندازه‌گیری اول بدست آورید (جزئیات محاسبه نوشته شود). **ج)** میانگین شتاب جاذبه را با خطای آن به‌دست آورید (جزئیات محاسبه نوشته شود). **د)** با رسم نموداری مناسب در برگه ترسیم میلی‌متری شتاب جاذبه گرانشی را بدست آورید. درجه‌بندی محورها را طوری انجام دهید تا از حداکثر فضای برگه ترسیم برای رسم نمودار استفاده کنید. زمان تناوب آونگ از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ به‌دست می‌آید.

طول آونگ (cm)	۷۵	۸۵	۹۵	۱۲۰	۱۶۵
طول آونگ (m)					
زمان ۱۰ نوسان کامل (s)	۱۷٫۵	۱۸٫۰	۱۹٫۵	۲۱٫۹	۲۵٫۱
زمان تک نوسان کامل (s)					
g (m/s^2)					



محاسبات:

باسمه تعالی

نمونه سؤال امتحان کتبی آزمایشگاه پایه ۱

---

۱) حاصل عبارت‌های زیر را با توجه به ارقام بامعنی اعداد و قواعد ضرب و جمع به‌دست آورید.

$$a = 1.2\times10^{2} + 297 - 3.24\times10^{2} - 93 =$$

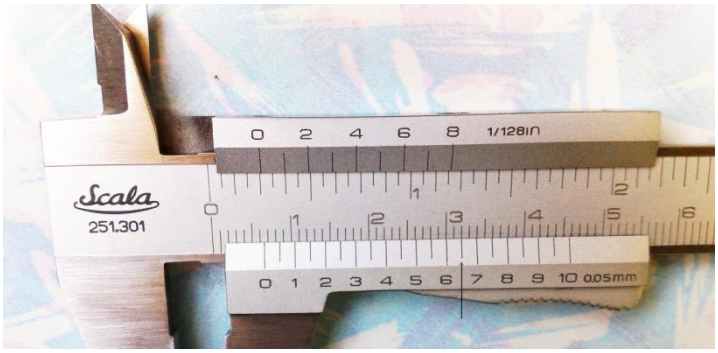
$$b = \frac{2.310\times 0.050}{5.06} =$$

۲) چگالی یک جسم، ρ، با نسبتِ جرم، m، به حجم، V، به صورتِ $\rho = \frac{m}{V}$ تعریف می‌شود. الف) با استفاده از تعریف خطای کمیت مرکب، $e_f = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(e_i \frac{\partial f}{\partial x_i})^2}$، نشان دهید e_ρ، خطای اندازه‌گیری ρ، بر حسب خطای اندازه‌گیری جرم، e_m، و حجم، e_V، به صورت زیر محاسبه می‌شود: $e_\rho = \rho\sqrt{(\frac{e_m}{m})^2 + (\frac{e_V}{V})^2}$

ب) جرم و حجم جسمی اندازه‌گیری و مقادیر اندازه‌گیری، به ترتیب، به صورت ۲۳٫۲±۰٫۱ gr و ۱۴٫۰۵±۰٫۰۵ cm^3 گزارش شده است. چگالی جسم را با خطای آن گزارش کنید.

۳) دانشجویی زمان ۲۰ نوسان کامل آونگی را ۱۰ مرتبه اندازه می‌گیرد. زمان‌های زیر توسط این دانشجو که یک آونگ و یک زمان‌سنج معین را به کار برده است، به دست آمده‌اند: ۳۶٫۶، ۳۷٫۰، ۳۶٫۹، ۳۶٫۷، ۳۶٫۸، ۳۶٫۲، ۳۶٫۶، ۳۶٫۵، ۳۶٫۷ و ۳۶٫۸ ثانیه. میانگین عددی زمان ۲۰ نوسان را با خطای آن به صورت $\bar{t} \pm e_t$ بیان کنید. راهنمایی: انحراف معیار اندازه‌گیری‌ها از رابطه مقابل بدست می‌آید: $\sigma_t = \sqrt{\frac{N}{N-1}< t^2 > - < t >^2}$. $\bar{t}$ و $< t >$ هر دو نمادی برای بیان میانگین هستند.

۴) کولیس و زیرسنج نشان داده شده در شکل زیر چه مقادیری را نشان می‌دهند؟



۵) زمان ۱۰ نوسان کامل یک آونگ ساده را برای حداقل پنج طول مختلف آونگ، L، اندازه گرفته در جدول زیر یادداشت کردیم. دقت اندازه‌گیری طول آونگ یک سانتیمتر و دقت اندازه‌گیری زمان ۱۰ نوسان کامل آن ۰٫۱ ثانیه است.

- جدول را کامل کنید. راهنمایی: $e_g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}\sqrt{(\frac{e_L}{L})^2 + 4(\frac{e_T}{T})^2}$.
- در برگه ترسیم میلی‌متری صفحه بعد، نمودار T^2، مربع زمان تناوب، بر حسب L، طول آونگ، را رسم کنید. این نمودار باید یک خط راست باشد. با یافتن شیب این خط، شتاب جاذبه را بدست آورید و آن را با مقدار میانگین مقایسه کرده درصد اختلاف نسبی آنها را بیابید.

جدول. اندازه‌گیری مربوط به بستگی زمان تناوب آونگ به طول آن.

	L (m)	$10T$ (s)	T (s)	T^2 (s^2)	$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$ (m/s^2)	خطای g e_g (m/s^2)	میانگین g g_{avg} (m/s^2)	σ_g (m/s^2)
۱	۰٫۵۵	۱۴٫۸						
۲	۰٫۶۵	۱۶٫۲						
۳	۰٫۷۵	۱۷٫۲						
۴	۰٫۸۵	۱۸٫۵					$g_{avg} = \cdots\cdots \pm \cdots\cdots\ s$	
۵	۰٫۹۵	۱۹٫۴						

جزئیات محاسبات e_g، میانگین g و خطای آن:

محاسبات نمودار:

باسمه تعالی

نمونه سؤال امتحان کتبی آزمایشگاه پایه ۱

---

۱) خطای ذاتی (سیستماتیک) و خطای اتفاقی (تصادفی) را تعریف کنید. برای هر نوع خطا یک مثال از دو آزمایشِ آونگ ساده و حرکت پرتابه بیان کنید.

پاسخ:

۲) یک لوله مویین به قطر ۲٫۵۲ mm را درون یک لیوان آب قرار داده و به صورت عمودی و به آرامی از آب خارج می‌کنیم. مقداری آب به ارتفاع ۱۱٫۲ mm درون لوله مویین باقی می‌ماند. با این اطلاعات مقدار کشش‌سطحی آب را محاسبه و بر حسب واحدی مناسب بیان کنید. $g = 9.80 \frac{m}{s^2}$, $\rho = 1.0 \frac{gr}{cm^3}$.

پاسخ:

۳) در آزمایش حرکت شتاب ثابت، برای تنظیم Δx، کلید شاخص اول را جابه‌جا نمی‌کنیم. توضیح دهید چرا؟

پاسخ:

۴) کمیت فیزیکی Z به دو کمیت فیزیکی x و y به صورت $Z = kx^m y^n$ بستگی دارد (k یک ثابت است). **الف)** با استفاده از تعریفِ "خطای کمیت مرکب" خطای اندازه‌گیری Z، یعنی e_Z را بر حسب خطای اندازه‌گیری دو کمیت دیگر، e_x و e_y، بدست آورید. رابطه را به ساده‌ترین شکل بنویسید.

محاسبات:

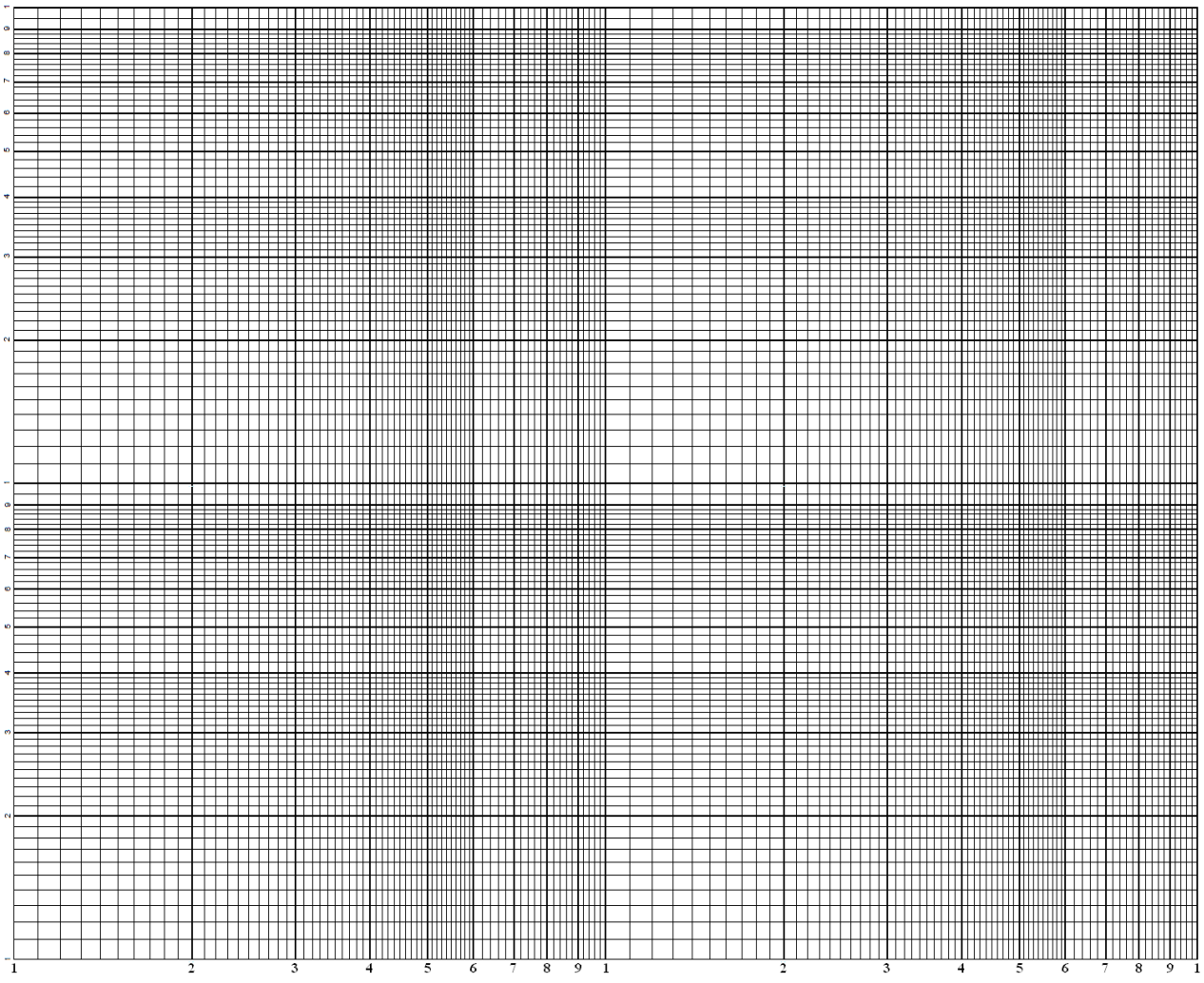
ب) جدول زیر را کامل کنید. در تمام موارد به تعداد ارقام با معنی نتیجه توجه شود.

ضریب اصطکاک	$\mu_k = \frac{P}{R}$	$P = 0.85 \pm 0.05 \quad N$ $R = 2.50 \pm 0.05 \quad N$	$\mu_k =$, $e_{\mu_k} =$
شتاب جاذبه	$g = \frac{2H}{t^2}$	$H = 1.350 \pm 0.005 \quad m$ $t = 0.523 \pm 0.001 \quad s$	$g =$ $\frac{m}{s^2}$, $e_g =$ $\frac{m}{s^2}$
شتاب جاذبه	$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$	$L = 1.12 \pm 0.02 \quad m$ $T = 2.12 \pm 0.02 \quad s$	$g =$ $\frac{m}{s^2}$, $e_g =$ $\frac{m}{s^2}$
حجم استوانه	$V = \frac{\pi D^2 h}{4}$	$D = 12.85 \pm 0.05 \quad mm$ $h = 26.3 \pm 0.1 \quad mm$	$V =$ mm^3 , $e_V =$ mm^3
چگالی استوانه	$\rho = \frac{m}{V}$	$m = 24.7 \pm 0.1 \quad gr$ $V = 7.8 \pm 0.2 \quad cm^3$	$\rho =$ $\frac{gr}{cm^3}$, $e_\rho =$ $\frac{gr}{cm^3}$

جزئیات محاسبات دو سطر دوم و چهارم را بنویسید.

۵) در یک آزمایشِ حرکت شتاب ثابت بدون سرعت اولیه، زمان حرکت ارابه (متحرک) را برای جابه‌جایی‌های مختلف اندازه‌گیری کرده‌ایم. جابه‌جایی‌ها را با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری کرده‌ایم. با رسم نموداری مناسب در مختصات تمام لگاریتمی زیر، شتاب حرکت را بدست آورید. ثابتهای معادله خط رسم شده را معرفی کنید. از رابطه $\Delta x = \frac{1}{2}at^2$ استفاده کنید.

جابه‌جایی: Δx (cm)	۵ر۰	۱۱ر۰	۲۰ر۰	۴۰ر۰	۵۶ر۰
زمان حرکت: t (s)	۰ر۴۲	۰ر۶۴	۰ر۸۶	۱ر۱۱	۱ر۴۲



محاسبات نمودار:

باسمه تعالی

نمونه سؤال امتحان کتبی آزمایشگاه پایه ۱

---

۱) در دستورکار دو تعریف برای کشش‌سطحی آمده است آن دو را بیان کنید. مطابق با آن دو تعریف، کشش‌سطحی با چه واحدهایی اندازه‌گیری و گزارش می‌شود؟

پاسخ:

۲) یک خط‌کش به طول یک متر (۱٫۰۰ m) و جرم ۰٫۲۲۰ kg را از نقطه‌ای به فاصله ۲۰٫۰ cm از مرکز خط‌کش آویزان می‌کنیم تا نوسان کند. الف) زمان تناوب آن را محاسبه کنید. ب) از چه نقطه‌ای دیگر آن را آویزان کنیم تا زمان تناوب همان مقدار قبلی باشد؟ کافی است فاصله نقطه دوم را از مرکز خط‌کش بیابید.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I_d}{mgh}} \quad , \quad I_{cm} = \tfrac{1}{12}mL^2 \quad , \quad g = 9.80\ \frac{m}{s^2}$$

پاسخ:

۳) با توجه به رابطه زمان تناوب یک آونگ ساده ($T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$)، رابطه‌ای برای خطای e_g را بدست آورید.

پاسخ: