

بسمه تعالی



امتحان نهائی آزمایشگاه فیزیک پایه 1

24001

وقت امتحان 2/5 ساعت

1387/10/5

نام و نام خانوادگی	
شماره دانشجویی	
گروه	

تذکرات:

- 1- جواب سوال ها را در پاسخنامه بنویسید.
- 2- فقط استفاده از ماشین حساب معمولی مجاز است.
- 3- محاسبات باید به طور پیوسته و با جزئیات نوشته شود.
- 4 - باتوجه به جدول زیر، شماره گروه خود را در پاسخنامه و جدول فوق بنویسید.

15:30 – 17:30	13:30 – 15:30	10-12	8 - 10	
4	3	2	1	شنبه
8	7	6	5	یکشنبه
		10	9	دوشنبه
14	13	12	11	سه شنبه
		16	15	چهارشنبه

1- الف: فرض کنید که کولیزی در اختیار شماست که هر درجه ی ورنیه ی آن به اندازه  $\frac{1}{20}$  از درجه خط کش ثابت کوچکتر است. با این فرض به سؤالات زیر پاسخ دهید: (دقت خط کش ثابت را 1mm فرض کنید)

الف-1) طول ورنیه برابر با چه طولی از خط کش ثابت خواهد بود؟

الف-2) در آزمایشگاه با دستگاه دقیقی طول جسمی را برابر 2/4391 mm اندازه گیری کرده ایم. این کولیس همین اندازه گیری را چقدر نشان می دهد؟

ب - حال فرض کنید که با داشتن همین دقت برای کولیس از شما خواسته شده است که جرم یک پوسته استوانه ای فلزی را با توجه به چگالی و حجم آن محاسبه کنید. شما باید قطر داخلی و خارجی پوسته را اندازه بگیرید. با فرض اینکه قطر خارجی 5/35 mm باشد و اختلاف بین قطر داخلی و خارجی به اندازه 7 درجه ورنیه باشد بگویید که :

ب-1) کولیس شما هنگام اندازه گیری قطر خارجی روی چه عددی از ورنیه و خط کش ثابت است؟

ب-2) کولیس چه عددی برای قطر داخلی نشان می دهد؟

2- دانشجویی قادر است در آزمایش حرکت پرتابه ارتفاع اوج گلوله را بادقت 1 سانتی متر تعیین کند. این دانشجو از دستگاه پرتابه ی شش حالته ای که قادر است گلوله را با شش سرعت اولیه ی متفاوت پرتاب کند، استفاده می کند. این دانشجو زاویه ی پرتاب را نسبت به افق 30 درجه انتخاب می کند و در طول آزمایش آن را تغییر نمی دهد. در طی یک آزمایش داده های زیر برای سرعت اولیه و ارتفاع اوج گلوله بدست آمده است. دقت وسیله ی اندازه گیری سرعت اولیه  $0.01 \frac{m}{s}$  است .

6/40	5/67	4/88	4/63	4/00	3/02	سرعت اولیه $(\frac{m}{s})$	$30^\circ$	$q$
0/82	0/71	0/60	0/32	0/50	0/41	ارتفاع اوج (m)	0/30 m	(ارتفاع اولیه)

الف: با استفاده از داده های این دانشجو و رسم نمودار تمام لگاریتمی  $\Delta h = (h_{\text{پایانی}} - h_0)$  بر حسب  $v_0$ ، شتاب گرانش را محاسبه کنید. (شیب و عرض از مبدأ را در صورت لزوم از روی نمودار به دست بیاورید)

ب: اگر دقت اندازه گیری ارتفاع اوج و سرعت اولیه برای دو گلوله ی کوچک و بزرگ یکسان باشد (یعنی برای هر دو گلوله، دقت اندازه گیری ارتفاع اوج 3 سانتی متر و دقت اندازه گیری سرعت اولیه  $0.01 \frac{m}{s}$  باشد) با کدام گلوله (کوچک یا بزرگ)، شتاب گرانش اندازه گیری شده به مقدار واقعی نزدیکتر است. چرا؟

ج- مهمترین خطاهای سیستماتیک (یک مورد) و کاتوره ای (یک مورد) این آزمایش را ذکر کنید.

3- آونگی به طول  $L = 56.10 \pm 0.05 \text{ cm}$  در اختیار آزمایشگر قرار داده شده است. این شخص زمان 50 نوسان آونگ را چندین بار اندازه گیری کرده و نتایج زیر را گزارش داده است:

t(s)	75/430	75/780	75/620	75/633	101/250	75/592	75/411	75/723	75/336	75/685
------	--------	--------	--------	--------	---------	--------	--------	--------	--------	--------

الف: زمان متوسط یک نوسان این آونگ را به دست آورید؟

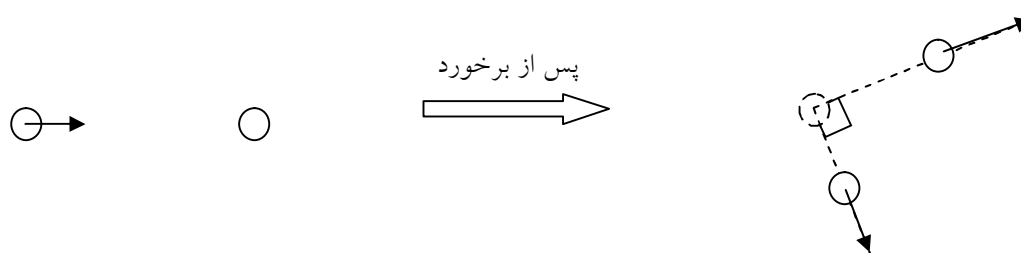
ب: انحراف معیار استاندارد برای زمان تناوب آونگ را به دست آورید؟

ج: شخص آزمایشگر برای زمان یک نوسان آونگ، چه عددی را بایستی گزارش کند؟

د: اگر هدف این آزمایش، اندازه گیری شتاب گرانش در محل انجام آزمایش باشد، در این صورت خطای نسبی شتاب گرانش را با استفاده از خطای کمیت های ثانویه محاسبه کنید؟ آزمایشگر برای شتاب گرانش در محل انجام آزمایش چه عددی را باید گزارش کند؟ ( $p = 3.14159265$ )

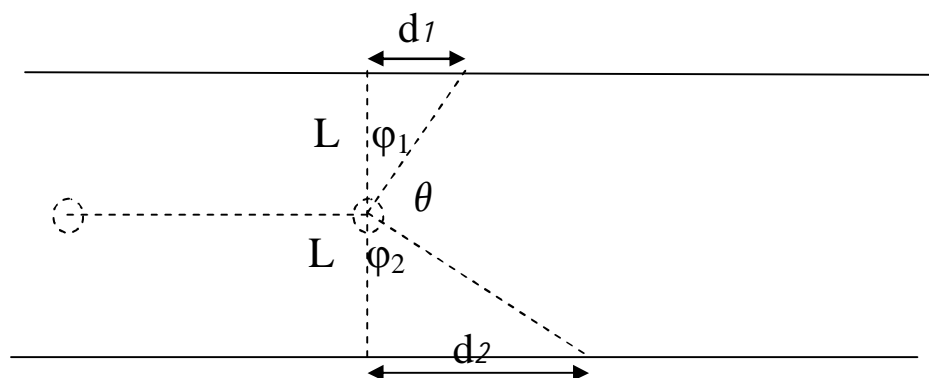
از خطای ناشی از زمان عکس العمل شخص صرف نظر کنید.

4 - بنابر مکانیک نیوتونی در برخورد ایده آل (کشسان) بین دو توپ بیلیارد مشابه، حتی با در نظر گرفتن دوران غلتشی، توپها پس از برخورد، مستقل از اینکه سرعت و زاویه برخورد چه باشد، با زاویه 90 درجه از هم جدا میشوند.



در یک آزمایش میخواهیم این پیش بینی را تحقیق کنیم:

برای این کار آزمایشی به این ترتیب انجام داده‌ایم. تونلی ساخته‌ایم به عرض  $2L$  و توپ بیلیاردی را در حالت سکون در وسط آن قرار داده‌ایم. توپ مشابه دیگری را در مقابل آن قرار داده و فرایند برخورد را مطابق شکل زیر انجام می‌دهیم. در دو سوی دیواره‌های تونل کاغذ کاربن نصب شده به طوری که توپها پس از برخورد با دیواره اثری از خود به صورت یک نقطه بر جا می‌گذارند، و در این حالت می‌توان طولهای  $d_1$  و  $d_2$  را برای هر برخورد به شکل زیر خواند.  $\varphi_1$ ،  $\varphi_2$  و  $\theta$  زوایای بین خطوط نشان داده شده در شکل هستند.



پس از انجام آزمایش، جدولی به شکل زیر به دست آمده است. فرض کنید  $L = 0.5 \pm 0.01 (m)$  است.

شماره برخورد	1	2	3	4	5	6
$d_1 (m)$	0/20	0/35	0/50	0/70	1/10	1/60
$d_2 (m)$	1/75	0/90	0/58	0/45	0/30	0/20

برای تحقیق عمود بودن مسیر حرکت توپها پس از برخورد و اینکه آزمایش تا چه حد ایده‌آل است مراحل زیر را انجام دهید

الف) برای هر آزمایش مقادیر  $\varphi_1$  و  $\varphi_2$  را بدست آورید و در جدولی ثبت کنید. (بر حسب رادیان)

ب) نمودار  $\varphi_2$  بر حسب  $\varphi_1$  را رسم کرده، شیب و عرض از مبدا نمودار را از روی نمودار ترسیم شده به دست آورید و توضیح دهید که انتظار داشتید شیب و عرض از مبدا این نمودار چه باشند؟ در صد خطای نسبی عرض از مبدا و شیب را نسبت به مقداری که انتظار دارید به دست آورید.

ج) خطای عرض از مبدا نمودار را با استفاده از روش کمترین مربعات محاسبه کنید. (از شیب و عرض از مبدا خوانده شده در قسمت ب استفاده نمایید)

د) با مقایسه ی خطای نسبی عرض از مبدأ در بند (ب) و خطای عرض از مبدأ نمودار بند (ج)، آیا جدول داده‌های داده شده دارای خطای سیستماتیک است؟ به طور کامل توضیح دهید.

ه) خطاهای کاتوره‌ای و احتمالا سیستماتیک این آزمایش را نام ببرید .

اطلاعاتی که ممکن است مفید باشد:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}, b = \bar{y} - a\bar{x}, \Delta a \approx \sqrt{\frac{1}{D} \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N-2}}, \Delta b \approx \sqrt{\left(\frac{1}{N} + \frac{\bar{x}^2}{D}\right) \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N-2}}$$

$$d_i = y_i - ax_i - b, D = \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N x_i y_i}{\sum_{i=1}^N x_i^2}, \Delta a \approx \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^N x_i^2} \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N-1}}$$