

باسمه تعالی

آزمون مرحله سوم المپیاد فیزیک دوره سی و چهارم

شهریور ماه ۱۴۰۰

مدت آزمون: ۹۰ دقیقه

این آزمون شامل یک سوال تجربی است و ۲۰ نمره دارد. لطفا قبل از مطالعه سوال به نکات مهم زیر توجه کنید.

* مجاز به استفاده از هیچ نوع لوازم التحریر شخصی و ابزاری که بتوان با آن اندازه گیری کرد (نظیر خط کش، ساعت، ساعت هوشمند، نقاله و...) نیستید. چنانچه هر وسیله ای از این قبیل به همراه آورده اید، آن را هم اکنون به مسئولین تحویل دهید.

* کلیه امکانات لازم برای آزمون به شما داده می شود. شما فقط مجاز به استفاده از آنها هستید. برای تنظیم زمان از ساعت دیواری موجود در اتاق استفاده کنید.

* چنانچه هر نوع مشکل پزشکی داشتید با آوردن دست به بالا مسئولین جلسه را مطلع سازید. به هیچ نوع سوال یا اشکال دیگری پاسخ داده نمی شود.

* متن این سوال شامل ۳ صفحه است. علاوه بر صورت سوال تعداد چند برگ کاغذ سفید برای چرک نویس و یک پاسخ نامه شامل ۴ صفحه برای درج پاسخ های شما داده شده است.

* همه وسایل و کاغذها را در انتهای آزمون تحویل دهید.

* در حین آزمون از شما پذیرایی خواهد شد. لطفا از آوردن خوراکی خودداری کنید.

دستگاه دو قرقره و نوار

وسایل آزمایش:

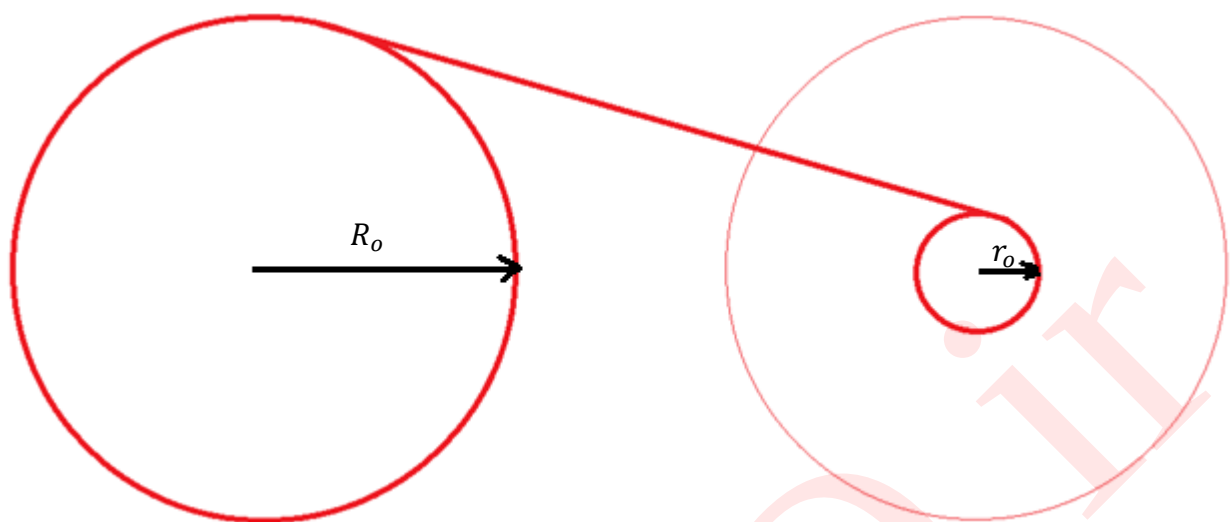
- جعبه کوچک شفاف حاوی دو عدد قرقره پلاستیکی و نوار رنگی که دو انتهای آن روی محور هر یک از قرقره‌ها متصل است.
- یک قطعه مقوای کاردتی که از آن به عنوان پایه نگهدارنده قرقره‌ها استفاده می‌شود. در ادامه مسئله به این قطعه "پایه" می‌گوییم.
- یک برگه کاغذی در قطع A6 که روی آن دو دایره مدرج در فاصله معینی چاپ شده است. این دایره‌ها برای اندازه‌گیری مقدار چرخش بکار می‌روند. محیط هر دایره به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده است و شما می‌توانید مقدار چرخش قرقره‌ها را برحسب دور (rev) اندازه‌گیری کنید. مثلاً $u = 4.65 \text{ rev}$ یعنی قرقره 4.65 دور چرخیده است.
- دو عدد پیچ برای نصب قرقره‌ها و برگه کاغذی روی پایه
- ماشین حساب

معرفی پارامترهای مسئله، مطابق شکل‌های ۱ و ۲:

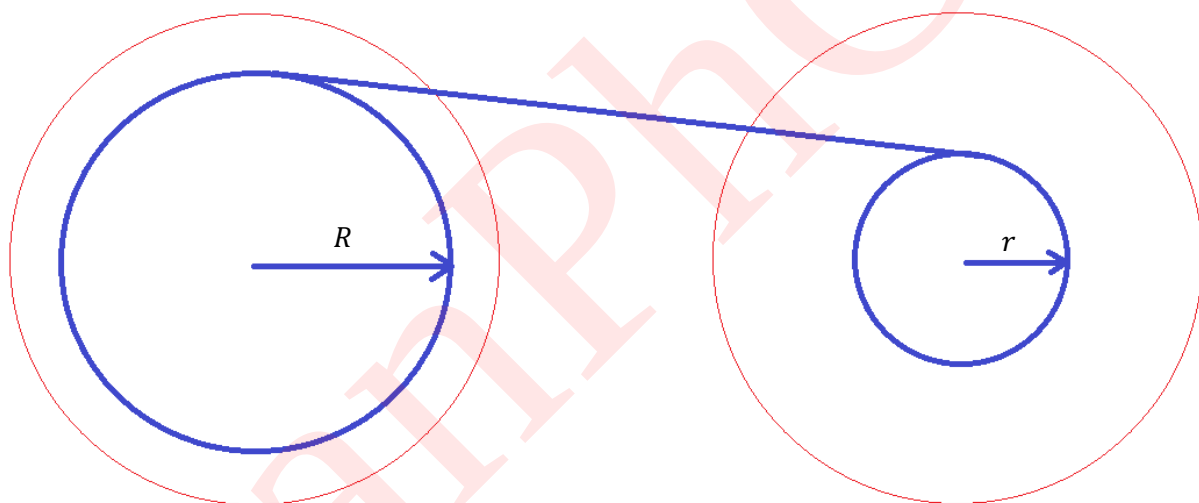
- r_0 : شعاع هر قرقره در حالت خالی، یعنی در حالتی که هیچ نواری دور آن پیچیده نشده باشد (شعاع محور قرقره).
- R_0 : شعاع هر قرقره در حالت کاملاً پر، یعنی در حالتی که تمام نوار (بجز قسمت کوتاهی که بین دو قرقره است) دور آن پیچیده شده باشد. در ادامه منظور از شعاع هر قرقره، شعاع مجموعه محور قرقره و نوار روی آن است.
- r : شعاع قرقره در حال پر شدن (قرقره شماره ۱)
- R : شعاع قرقره در حال خالی شدن (قرقره شماره ۲)
- u_1 : مقدار چرخش قرقره ۱ از حالت شروع
- u_2 : مقدار چرخش قرقره ۲ از حالت شروع
- t : ضخامت نوار

L : طول کل نوار که روی جعبه مشخص شده و برابر ۶۰۰ cm است. در طول آزمایش از طول نوار بین دو قرقره صرف نظر کنید.

توضیح: در شروع آزمایش مطابق شکل ۱، قرقره شماره ۱ خالی و شعاع آن r_0 است. قرقره شماره ۲ نیز کاملاً پر و شعاع آن R_0 است. در طی آزمایش با چرخاندن قرقره‌ها به تدریج نوار از قرقره ۲ باز می‌شود و دور قرقره ۱ پیچیده می‌شود. در حین این فرایند شعاع قرقره ۱ را در یک وضعیت دلخواه r و شعاع قرقره ۲ را R می‌نامیم. شکل ۲ چنین وضعیتی را نشان می‌دهد. برای رسیدن به این وضعیت مقدار چرخش قرقره ۱ از حالت شروع u_1 و مقدار چرخش قرقره ۲ از حالت شروع u_2 است.

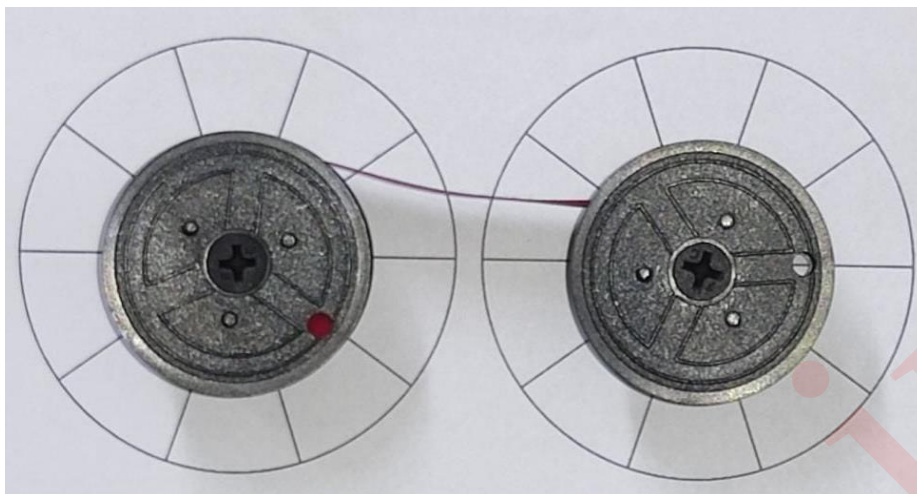


شکل ۱ (حالت اولیه قرقه‌ها)



شکل ۲ (حالت دلخواه قرقه‌ها)

آماده‌سازی آزمایش: برگه‌ای که روی آن دایره‌های مدرج چاپ شده است را روی پایه کارتنی نگه دارید. سپس قرقه‌ها را مطابق شکل ۳ با پیچ طوری روی پایه کارتنی نصب کنید که محور هر یک از آنها بر مرکز یکی از دایره‌های مدرج واقع شود. با پیچاندن قرقه‌ای که تقریباً پر است (قرقه ۲) آن را کامل پر کنید، طوری که قرقه دیگر (قرقه ۱) کاملاً خالی باشد. در تمام طول آزمایش باید نوار تا حد ممکن کشیده باشد.



شکل 3

شرح آزمایش:

الف) وقتی قرقره ۱ را به گونه‌ای می‌چرخانیم که نوار روی آن جمع شود قرقره ۲ نیز می‌چرخد و نوار از روی آن باز می‌شود. قرقره ۱ را آنقدر بچرخانید تا قرقره ۲، نسبت به حالت اولیه‌اش یک دور کامل بزند. مقدار چرخش قرقره ۱ در این فرایند را بر حسب دور (rev) در جدول ۱ پاسخ‌نامه بنویسید. این کار را ادامه دهید تا قرقره ۲ یک دور دیگر هم بزند. مجدداً مقدار چرخش قرقره ۱ از حالت شروع را به ازای دو دور چرخش قرقره ۲ بر حسب دور بسنجید و در جدول ۱ پاسخ‌نامه بنویسید. به همین ترتیب ادامه دهید و مقادیر u_1 را به ازای $u_2 = 3.00 \text{ rev}$ ، $u_2 = 4.00 \text{ rev}$ ، ... در جدول ۱ ثبت کنید. این کار را تا جایی ادامه دهید که جدول شماره ۱ پر شود. (۶ نمره)

ب) مقادیر u_1 برحسب u_2 را روی نمودار ۱ پاسخ‌نامه مشخص کنید. نقاط را پر رنگ و واضح نشان دهید و یک منحنی از آنها بگذرانید. (۴/۵ نمره)

ج) با توجه به سنجش‌های انجام شده مقدار عددی $\alpha = \frac{R_0}{r_0}$ را تا ۳ رقم معنی‌دار به‌دست آورید. روش محاسبه را دقیقاً توضیح دهید. (۱/۵ نمره)

د) در حالتی که شعاع دو قرقره برابر شوند با چرخش قرقره ۱ به اندازه Δu_1 ، قرقره ۲ هم به همان اندازه می‌چرخد، یعنی $\Delta u_2 = \Delta u_1$. در این حالت شعاع یکسان قرقره‌ها را $\bar{r}$ می‌نامیم ($R = r = \bar{r}$). رابطه $\bar{r}$ را برحسب R_0 و r_0 به‌دست آورید. در این بخش شما فقط باید یک محاسبه نظری انجام دهید. (۱ نمره)

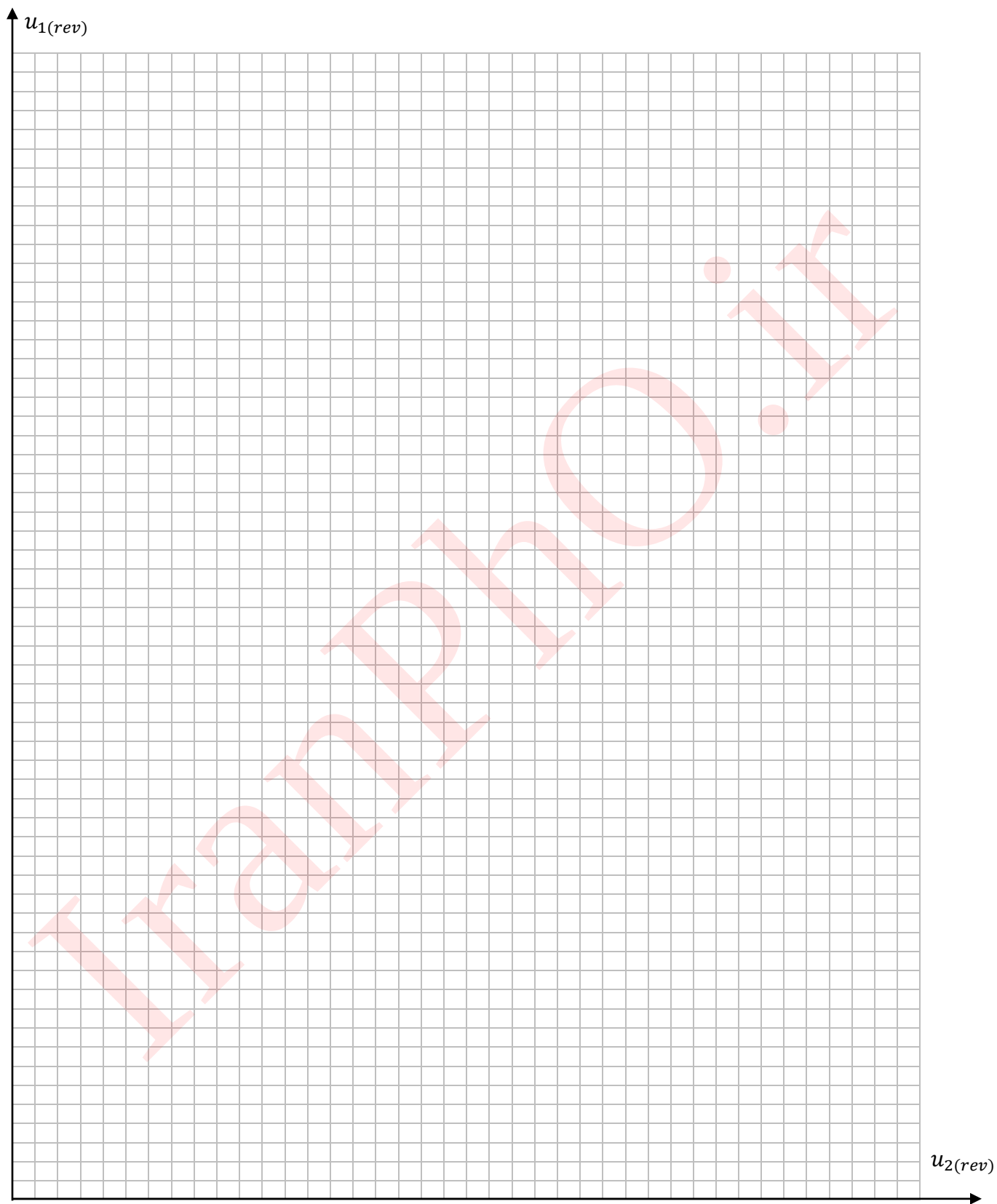
ه) در شرایط مذکور در بخش "د" مقدار چرخش قرقره‌ی ۱ از حالت شروع را $\bar{u}_1$ و مقدار چرخش قرقره‌ی ۲ از حالت شروع را $\bar{u}_2$ می‌نامیم. کمیت‌های t ، R_0 و r_0 را بر حسب $\bar{u}_1$ ، $\bar{u}_2$ و L و α بیابید. در این بخش نیز شما باید محاسبه نظری انجام دهید. معادلات اصلی را بنویسید. (۳ نمره)

و) مقادیر سنجش شده‌ی $\bar{u}_1$ و $\bar{u}_2$ را در پاسخ‌نامه بنویسید. سپس با محاسبات عددی و با استفاده از اندازه‌ی L و α ، مقادیر t ، r_0 و R_0 را تا ۲ رقم معنی‌دار به دست آورید. (۴ نمره)

پاسخ نامه :

(الف)

$u_2(\text{rev})$	$u_1(\text{rev})$	$u_2(\text{rev})$	$u_1(\text{rev})$
1.00			
2.00			
3.00			
4.00			



ج) توضیح روش:

$\alpha = \frac{R_0}{r_0} =$	
------------------------------	--

(د)

$\bar{r} =$	
-------------	--

(ه)

$t =$	
$R_0 =$	
$r_0 =$	

$\bar{u}_1 =$	
$\bar{u}_2 =$	
$t =$	
$R_0 =$	
$r_0 =$	