

# امتحان میان ترم نیست خاص-پاییزه ۱۴۰۱

دانشکده فیزیک-دانشگاه صنعتی شریف

تاریخ بازگذاری: دوشنبه ۱۴ آذر ۱۴۰۱ ساعت ۱۷:۰۰

تاریخ تحویل امتحان درحانه: آدینه ۱۸ آذر ۱۴۰۱ ساعت ۵۹:۲۳

ارسال جواب: [sh.baghram2@gmail.com](mailto:sh.baghram2@gmail.com)

- 
- لطفا نام، نام خانوادگی و شماره دانشجویی خود را بر روی برگه مرقوم فرمایید.
  - امتحان شامل ۳ سوال است. لطفا هر سوال را در برگه مجزا جواب دهید. امتیازهای سوال ها به صورت زیر است:  
سوال یک ۳۰ امتیاز، سوال دو ۱۵ امتیاز، سوال سه ۱۵ امتیاز
  - میان ترم ۶ نمره پایانی را تشکیل می دهد.
  - جواب ها را لطفا اسکن و با فرمت pdf به آدرس [sh.baghram2@gmail.com](mailto:sh.baghram2@gmail.com) ارسال بفرمایید.
- 

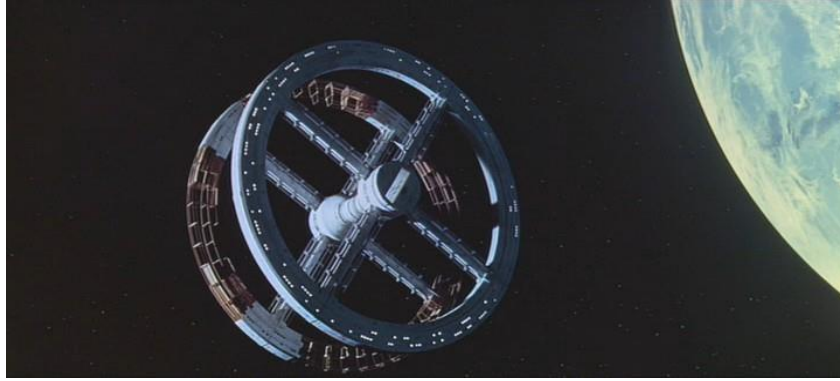
## سوال (۱) خواندن کتاب جدید!

گزارشی از مرتبه کمینه ۴ الی ۵ صفحه A4 از فصل ۱ و ۲ کتاب زیر تهیه کنید. این گزارش شامل حل مسائل داخل فصل و روابط اصلی باشد. به گونه ای که به عنوان یک درس-نامه بتوانید از آن برای تدریس استفاده کنید.

Sidney Coleman's Lectures on Relativity New Edition by David J. Griffiths, David Derbes,  
Richard B. Sohn, Cambridge University Press; New edition (2022)

## سوال (۲) ۲۰۰۱: ادیسه فضایی استنلی کوپریک و نسبیت خاص

استنلی کوپریک در سال ۱۹۶۸ فیلم سینمایی ۲۰۰۱: A Space Odyssey را بر اساس فیلم نامه آرتور سی کلارک و خودش ساخت. در این فیلم ایستگاه فضایی را مطابق شکل می بینید که از دو چرخ بزرگ متصل به هم تشکیل شده است. ایده این ایستگاه فضایی چنین است که با چرخش حول محور عمود بر چرخ ها با شتاب گریز از مرکز جاذبه گرانشی زمین را شبیه سازی کند.



الف) تخمین بزنید که ابعاد این ایستگاه فضایی و سرعت چرخشی آن به چه میزان باید باشد؟

ب) آیا ایستگاه فضایی کوبریک دستگاه لخت است؟ در صورتی که حکم به غیر لخت بودن آن می دهید، درباره عواملی که فیزیک آن را غیرلخت می کند بحث کنید، موقعیت و ویژگی های ایستگاه چه تاثیری می تواند داشته باشد.

ج) در این قسمت با تقریب فرض کنید که ایستگاه فضایی کوبریک لخت باشد. دکتر هیوود فلویید Heywood R. Floyd شخصیت اصلی داستان، قصد دارد که از محفظه ای که دو چرخ را به یکدیگر وصل می کند به عنوان ابزاری برای جوان ماندن خود نسبت به بقیه اعضای خدمه استفاده کند. دکتر فلویید در کابینی که حرکت آن شبیه به نوسانگر هماهنگ است و در این محفظه قرار دارد وارد می شود. معادله حرکت این کابین که دو چرخ را به یکدیگر وصل می کند به صورت زیر داده می شود:

$$x(t) = x_0 \sin(\omega t)$$

حاصلضرب  $\beta \equiv \frac{\omega x_0}{c}$  سرعت بهنجار نوسانگر است.

الف) زمان دیفرانسیلی  $dt$  از دید ناظر خدمه ایستگاه را که در یکی از چرخ ها به عنوان ناظر ساکن قرار دارند را بر حسب  $d\tau$  زمان ویژه دکتر فلویید بنویسید.

ب) با فرض کوچک بودن  $\beta$  میزانی را دکتر فلویید در یک دوره تناوب نسبت به خدمه جوان می ماند را محاسبه کنید.

ج) در صورتی که  $\beta = \frac{1}{4}$  باشد دکتر فلویید چه زمانی را باید نوسان کند تا یک سال نسبت به خدمه جوان تر بماند؟

### سوال ۱) نسبیت خاص و کهکشان Messier 87

**کهکشان M87** یک کهکشان غول بیضوی در صورت فلکی سنبله در فاصله ۵۴ میلیون سال نوری از ما قرار دارد. از ویژگی های مهم این کهکشان وجود جت بسیار پرانرژی از پلازما است که با سرعت نسبیتی از هسته این کهکشان تحت زاویه فضایی  $d\Omega$  به سمت خارج فرستاده می شود. امتداد این جت که در شکل زیر دیده می شود از مرتبه ۵ هزار سال نوری است. به نظر می رسد که در مرکز این کهکشان ابرسیاهچاله ای وجود دارد که تلسکوپ افق تصویری از سایه آن را به دست آورده است.



با استفاده از اثر ابیراهی نشان دهید که زاویه از دید ناظر در حال حرکت با جت  $\alpha_0$  (زاویه ویژه) با زاویه  $\alpha$  در دستگاه ناظر در زمین به صورت زیر با نسبت داپلر  $D$  ارتباط دارد:

$$\frac{\alpha_0}{\alpha} = \left( \frac{c + v}{c - v} \right)^{\frac{1}{2}} \equiv D$$

بحث کنید که چرا درخشندگی (انرژی در واحد زمان) یک منبع در حال حرکت نسبیتی  $\epsilon$ ، نسبت به یک منبع ساکن  $\epsilon_0$  با توان چهار داپلر به صورت زیر رابطه دارد:

$$\epsilon = D^4 \epsilon_0$$

با احترام

شانت باغرام

“What an astonishing thing a book is. It's a flat object made from a tree with flexible parts on which are imprinted lots of funny dark squiggles. But one glance at it and you're inside the mind of another person, maybe somebody dead for thousands of years. Across the millennia, an author is speaking clearly and silently inside your head, directly to you. Writing is perhaps the greatest of human inventions, binding together people who never knew each other, citizens of distant epochs. Books break the shackles of time. A book is proof that humans are capable of working magic.”

[*Cosmos, Part 11: The Persistence of Memory* (1980)]”

— Carl Sagan, *Cosmos*

*"I think it's rarely about what you actually learn in class . . . it's mostly about things that you stay motivated to go and continue to do on your own."*

*Maryam Mirzakhani press conference after winning Field's Medal | August 2014*