

## فهرست

پیشگفتار.....۱۳

### بخش اول: مفاهیم فیزیکی نسبیت اینشتین / ۱۵

مقدمه: ضرورت شناسایی نسبیت اینشتین و کیفیت شناسایی آن ..... ۱۷

۱. بررسی چگونگی تغییرات؛ مسئله اصلی دوران جدید غرب ..... ۱۸

۲. قرار گرفتن فیزیک در صدر علوم دوران جدید غرب ..... ۲۰

۳. ضرورت بررسی نسبیت اینشتین؛ نظریه‌ای برای رسیدن به عام‌ترین تحلیل از ماده ... ۲۶

۴. امکان فهم نظریه نسبیت از طریق بررسی مفاهیم «فلسفی، فیزیکی و ریاضی» و آثار این

نظریه ..... ۳۶

### جلسه اول: طرح برخی پیش فرض‌های علم فیزیک و بررسی مفهوم زمان و مکان در نسبیت گالیله

چکیده ..... ۴۵

مقدمه: طرح چند پیش فرض در علم فیزیک ..... ۴۷

۱. تجربی بودن علم فیزیک ..... ۴۷

۲. رابطه فیزیک و ریاضی ..... ۴۸

۳. بررسی شاخصه‌های معیار صحت برای تبیین مفهوم درست و غلط ..... ۴۹

۴. استقلال نداشتن توصیف طبیعت از نظریه ..... ۵۵

۵. تبیین غایت مدل‌های فیزیکی ..... ۶۱

۶. بررسی توان علم فیزیک در توصیف کل عالم ..... ۶۳

۷. بررسی صحت جزءنگری در شناسایی رفتار کل ..... ۶۵

۶۸	۸. مطرح شدن نسبیت عام و کوانتومی علت طرح چنین مسائلی از سوی فیزیک دانان
۷۰	اصل بحث: بررسی مفهوم فضا و زمان در نسبیت گالیه
۷۰	مقدمه: بیان نکردن نظریات کوانتومی در این مباحث
۷۱	۱. تعریف پیوستگی فضا به وجود یک نقطه میان دو نقطه دیگر
۷۱	۲. تبیین تعداد ابعاد فضا و چگونگی امکان بیشتر بودن آن با ذکر مثال
۷۲	۳. صلب بودن فضا در دستگاه نیوتونی
۷۶	۴. بررسی مفهوم اندازه‌گیری طول اشیاء
۸۰	۵. بررسی مفهوم ناظر
۸۱	۶. بررسی نحوه اندازه‌گیری اشیاء در دستگاه گالیه ای
۸۴	۷. ناممکن بودن سنجش هم‌زمان طول اشیاء، پل ورود به نسبیت خاص
	<b>جلسه دوم: بررسی مفهوم زمان و مکان و اصل علیت در نسبیت خاص اینشتین ۸۷</b>
۸۹	چکیده
۹۱	مقدمه: مسائلی در باب فضا و جایگاه مشاهده‌پذیرها در فیزیک
۹۱	۱. فضا در دیدگاه ماخ و اینشتین
۹۴	۲. تقسیم‌بندی فضا به متریک و غیر متریک
۹۴	۳. امکان پاسخ‌گویی به منشأ فضا به وسیله دو نظریه نسبیت و مکانیک کوانتومی
۹۵	۴. ناتوانی فیزیک از منحصر کردن اظهار نظرهاى خود بر مشاهده‌پذیرها، تا کنون
۹۷	اصل بحث: بررسی مفهوم زمان و مکان و اصل علیت در نسبیت خاص
۹۷	۱. اهمیت ثبات سرعت نور در اندازه‌گیری و زمان سنجی در دستگاه نسبیت خاص
۱۱۳	۲. بررسی لوازم اندازه‌گیری در دستگاه نسبیت گالیه
۱۱۶	۳. اصول حاکم بر فضا و زمان؛ تفاوت دیدگاه گالیه و اینشتین
۱۱۸	۴. بررسی مفهوم اصل علیت در دستگاه نسبیت
۱۲۸	۵. جایگاه نسبیت عام در علم فیزیک
۱۳۱	۶. ابطال پذیری نظریه، از شروط پذیرش نظریات فیزیکی
۱۳۳	۷. تأثیرگذاری مشاهده بر آزمایش، در فیزیک کوانتومی
۱۳۵	۸. نمونه‌هایی از ورود علم فیزیک در علوم دیگر
۱۳۶	۹. نمونه‌ای از تعامل با حوزه‌های مختلف معرفتی در جهان غرب
۱۳۷	۱۰. طرح دو سؤال برای فهم بیشتر مفهوم نسبیت

## جلسه سوم: بررسی مفهوم وحدت و کثرت در فیزیک، اصل هم‌ارزی و اصل ماخ ۱۴۱

چکیده .....	۱۴۳
مقدمه: وحدت و کثرت در فیزیک و تحلیل مثال‌هایی برای فهم نظریه نسبیت خاص ..	۱۴۵
۱. بررسی مفهوم وحدت و کثرت در فیزیک .....	۱۴۵
۲. نفی وجود نیروی پنجم در جهان پایدار .....	۱۵۰
۳. تبیین اهمیت نفی هم‌زمانی و شتاب‌دار نبودن ناظرها در نسبیت خاص .....	۱۵۳
۴. یکی شدن دو مفهوم فضا و زمان در واژه فضا-زمان .....	۱۵۷
اصل بحث: بررسی اصل‌های «هم‌ارزی» و «ماخ» و نتایج حاصل از آن دو .....	۱۵۸
۱. تبیین مفهوم هم‌ارزی، به معادل بودن جرم لختی و جرم گرانشی .....	۱۵۸
۲. بررسی نتایج اصل هم‌ارزی .....	۱۶۸
۳. موج گرانشی یکی از نقاط ابهام نظریه نسبیت اینشتین .....	۱۷۷
۴. بررسی مفهوم اصل ماخ و نتایج آن .....	۱۸۰
۵. دلیل تعارض قانون سوم نیوتن با ایده فضای مطلق .....	۱۸۷

## جلسه چهارم: تبیین مفهوم ناظر لخت در نسبیت عام و نتایج آن، تعریف گرانش به

### خمیدگی فضا-زمان ۱۸۹

چکیده .....	۱۹۱
مقدمه: بررسی جایگاه و کارایی نظریات اینشتین در فیزیک، کیفیت پاسخ‌گویی به مسئله وحدت و کثرت در فیزیک و میزان نفوذ فیزیک در موضوعات علوم دیگر .....	۱۹۳
۱. بررسی جایگاه و کارایی نظریه نسبیت عام اینشتین .....	۱۹۳
۲. احتمال پاسخ به سؤال وحدت و کثرت و نسبت بین آنها با بررسی مشاهده‌پذیرها و نسبت بین آنها در فیزیک .....	۱۹۵
۳. بررسی نظریه‌های وحدت در فیزیک .....	۲۰۰
۴. گسترده شدن موضوعات مورد بررسی در فیزیک معاصر به دلیل مستقل بودن برخی خصوصیات سیستم‌های پیچیده از خصوصیات اجزایش .....	۲۰۴
۵. جایگاه نسبیت عام در فیزیک معاصر .....	۲۰۹
۶. جایگاه آینده‌پژوهی در فیزیک معاصر .....	۲۱۰
۷. اهمیت نسبیت عام و دلیل آن از نگاه دکتر لران .....	۲۱۲
اصل بحث: تبیین مفهوم ناظر لخت در نسبیت عام و نتایج آن و تعریف گرانش به خمیدگی فضا-زمان .....	۲۱۶

۱. بررسی مفهوم ناظر لخت و غیر لخت ..... ۲۱۶
۲. حاکم بودن اصولی دیگر، بر نسبیت عام ..... ۲۲۰
۳. اثر گرانش در انتقال طیف نور ..... ۲۲۱
۴. تبیین مفهوم گرانش به وسیله خمیدگی فضا زمان ..... ۲۲۶
۵. تفاوت مفهوم ناظر لخت و غیر لخت در نسبیت عام با نظریات قبل آن ..... ۲۳۰
۶. بررسی تأثیر ویژگی های انسانی در تولید علم ..... ۲۳۲
۷. تبیین مسئله سیاه چاله، با استفاده از مفاهیم نسبیت عام ..... ۲۳۵
۸. بررسی فرمول نسبیت عام ..... ۲۳۶

### جداول تلخیص ۲۴۵

#### بخش دوم: مفاهیم هندسی نسبیت اینشتین / ۲۵۹

- مقدمه: ضرورت پرداختن به مفاهیم ریاضی در نظریه نسبیت عام ..... ۲۶۱
- جلسه اول: بررسی ابزارهای ریاضی و خصوصیات نظریه نسبیت عام اینشتین ۲۶۷**
- چکیده ..... ۲۶۹
  - مقدمه ..... ۲۷۱
  ۱. مقایسه نسبیت عام و نسبیت خاص اینشتین ..... ۲۷۱
  ۲. اعتبار نسبیت عام اینشتین از منظر فیزیک نظری و فیزیک تجربی ..... ۲۷۴
  ۳. ابزارهای ریاضی نسبیت عام اینشتین ..... ۲۷۷
  ۴. وجود مفروضات کمتر در نظریه ریمان نسبت به نظریه نسبیت عام ..... ۲۹۷
  ۵. وحدت هندسه و فیزیک در نسبیت عام اینشتین ..... ۲۹۸
  ۶. تعریف خمش فضا زمان به چگالی انرژی ..... ۲۹۸
  ۷. امکان پیش بینی تغییرات به وسیله نسبیت عام اینشتین ..... ۳۰۰

#### جلسه دوم: آشنایی با هندسه نسبیت عام اینشتین ۳۰۳

- چکیده ..... ۳۰۵
- مقدمه: بررسی مطالب جلسه گذشته ..... ۳۰۷
۱. تعیین کیفیت انتقال موازی بردار بر روی سطح خمیده، به منظور مشاهده تغییر زاویه ..... ۳۰۷
۲. خلاصه ای از مطالب جلسه گذشته ..... ۳۰۸
۳. لحاظ مفهوم پیچش در نسبیت عام، یکی از راه های توسعه نظریه ..... ۳۰۹
- اصل بحث: ادامه بررسی ریاضیات نسبیت اینشتین و تحلیل آثار این نظریه ..... ۳۱۳

۱. بررسی نسبت خط راست با اصل اول گاليله ..... ۳۱۳
۲. وجود زمان در مفهوم فضا زمان، عامل ورود فضا زمان در فیزیک ..... ۳۱۶
۳. بررسی نسبت بین نیرو، انرژی و فضا زمان ..... ۳۱۸
۴. جمع بندی مفاهیم هندسی مرتبط با نظریه نسبیت عام ..... ۳۲۴
۵. بیان اصول موضوعه حاکم بر نسبیت عام ..... ۳۲۷
۶. تعریف اصل هم ارزی به برابری ناظر آزاد افتان با ناظر بدون شتاب ..... ۳۲۷
۷. بررسی اثرات اینشتین بر مفاهیم ریاضی ..... ۳۲۹
۸. GPS فناوری ای برآمده از نسبیت عام اینشتین ..... ۳۳۴
۹. ایجاد شدن نسبت بین وحدت و کثرت در فیزیک، به دلیل پیوستگی انرژی در نسبیت اینشتین و ناپیوستگی آن در نظریات کوانتومی ..... ۳۳۴
۱۰. رد امکان درون و بیرون داشتن انرژی مانند فضا زمان ..... ۳۳۷
۱۱. نیاز به مفهوم جدید در فیزیک، برای جمع کردن تمام نیروها ..... ۳۳۷
۱۲. نظریه ریسمان، نظریه ای برای بیان علت خواص بنیادین جهان ..... ۳۴۱
۱۳. بررسی کارایی توصیف میدانی از طبیعت ..... ۳۴۵
۱۴. دلایل نظری علت پرداختن فیزیک دانان به توسعه نسبیت عام ..... ۳۵۰
۱۵. بررسی اجمالی نظریه ریسمان ..... ۳۵۲

۳۵۹

پیوست‌ها

۳۷۱

کتابنامه

۳۷۳

نمایه اعلام

۳۷۵

نمایه اصطلاحات

۳۸۳

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

۳۸۷

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی