

# ۲۱

## نسبیت عام

### مقدمه:

نسبیت خاص دارای یک محدودیت اساسی بود. این محدودیت ناشی از آن بود که رویدادهای فیزیکی را در دستگاه‌های لخت مورد بررسی قرار می‌داد، در حالی که در جهان واقعی دستگاه‌ها شتاب دار هستند. هرچند برای بررسی برخی از رویدادها می‌توان به دستگاه‌های لخت بسنده کرد، اما این دستگاه‌ها برای بررسی تمام رویدادها ناتوان هستند. اینشتین در سال ۱۹۱۵ نسبیت عام را ارائه کرد و نسبیت خاص به عنوان حالت خاصی از نسبیت عام درآمد. علاوه بر آن مشاهدات نجومی نشان داد که نسبیت عام در توضیح ساختمان کلان جهان، از قانون گرانش نیوتن توانمندتر است. در نسبیت خاص فاصله‌ها به صورت تابعی از سرعت نور در آمدند و انقباض فضا، موجب نگرشی متفاوت به ابعاد هستی شد. هنوز انقباض فضا به عنوان یک مسئله‌ی بحث برانگیز بین فیزیک دانان مطرح بود که نسبیت عام بحث ساختار هندسی فضا و انحنای آن را پیش کشید. هرچه آزمایش انقباض فضا مشکل جلوه می‌کرد، مشاهده انحنای فضا ساده‌تر به نظر می‌رسید.

هنگامی که فیزیک دانان با مشاهده‌ی انحراف مسیر نور در اطراف خورشید، درستی پیشگویی نسبیت عام را تایید کردند، نسبیت خاص و دیدگاه کوانتومی اینشتین به پدیده فوتوالکتریک نیز از موقعیت بهتری برخوردار شد. جالب اینجاست که انحنای فضا در سال ۱۹۱۹ تایید شد و در سال ۱۹۲۰ ماکس پلانک به خاطر نگرش کوانتومی به انرژی و در سال ۱۹۲۱ اینشتین برای پدیده

# فیزیک از آغاز تا امروز

## چاپ دوم

فوتوالکتریک برنده جایزه نوبل فیزیک شدند. جالب تر این که بزرگ ترین چالش در دانش فیزیک در قرن بیستم، ناسازگاری مکانیک کوانتوم و نسبیت، به ویژه نسبیت عام بود و هنوز نیز ادامه دارد.

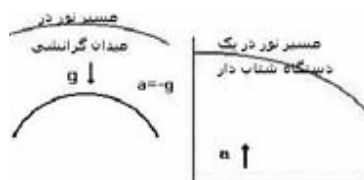
### ۲۱- ۱ نسبیت عام

اینستین سال ها قبل از ارائه ی نسبیت عام پیش بینی کرده بود که گرانش بر مسیر نور اثر می گذارد و مسیر نور را تاب می دهد. اما برای تدوین نسبیت عام سال ها به کمک گروسمان<sup>۱</sup> به مطالعه هندسه های ناقلیدسی پرداخت و سرانجام در سال ۱۹۱۵ نسبیت عام را با ارائه اصل هم ارزی مطرح کرد.

#### اصل هم ارزی:

قوانین فیزیک در یک میدان گرانشی یکنواخت و در یک دستگاه که با شتاب ثابت حرکت می کند، یکسان هستند.

فرض کنیم یک دستگاه مقایسه ای با شتاب ثابت در حرکت است. مشاهدات در این دستگاه نظیر مشاهدات در یک میدان گرانشی یکنواخت است در صورتی که شدت میدان گرانشی برابر شتاب دستگاه باشد، یعنی اگر  $a = -g$  باشد، در این صورت مشاهدات یکسان خواهد بود (شکل ۲۱-۱).



شکل ۲۱-۱: مسیر نور از دید ناظران مستقر در میدان گرانشی و یک دستگاه شتابدار

### ۲۱ - ۲ انحنای فضا

<sup>۱</sup> - Marcel Grossmann (۱۸۷۸ - ۱۹۳۶)

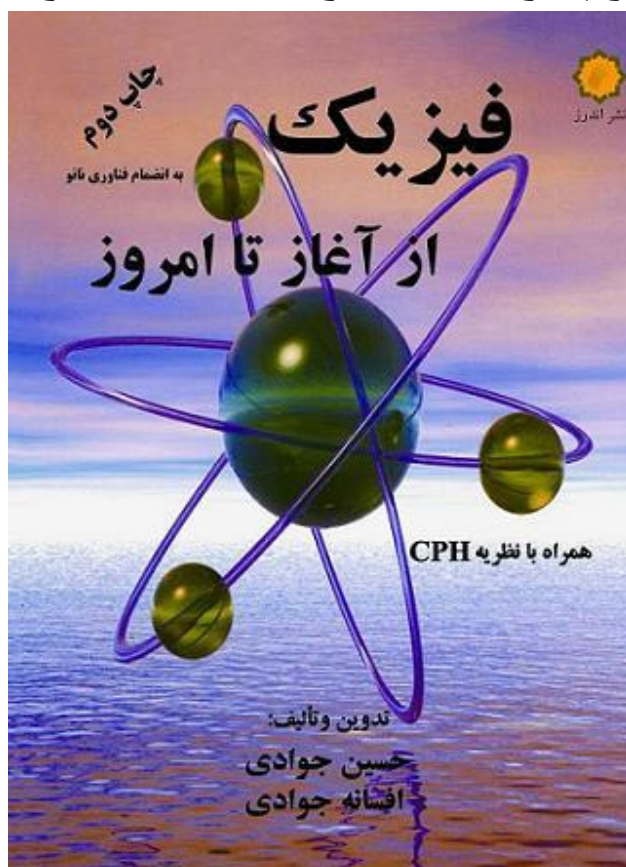
# فیزیک از آغاز تا امروز

چاپ دوم

اینشتین در نسبیت خاص ثابت کرده بود که نور(انرژی) جرم دارد. بنابراین رفتار نور در میدان گرانشی نظیر سیارات به دور خورشید شبیه پرتابه در سطح زمین است. اگر نور را یک بسته انرژی در نظر بگیریم که جرم دارد، می توان اثر گرانشی را روی آن بررسی کرد. فرض کنیم یک پرتو نوری وارد میدان گرانشی خورشید شده است(شکل ۲۱-۲).

چاپ دوم، به انضمام فناوری نانو

فرم خرید کتاب فیزیک از آغاز تا امروز



<http://cph-theory.persianging.com>

# فیزیک از آغاز تا امروز

چاپ دوم

## کتاب آماده تحویل است

از دوستانی که مایل به خرید کتاب «فیزیک از آغاز تا امروز» هستند، خواهشمند است با توجه به جدول قیمتها، پس از واریز مبلغ به یکی از حساب های:

بانک ملی ایران	تهران، شعبه شاهین	کد شعبه ۹۶۲ 962	حساب قرض الحسنه شماره ۷۵۲۵۳۱ - بنام جوادی 752531
----------------	-------------------	--------------------	--

ملی کارت - بنام فرشید فروزبخش	۶۰۳۷۹۹۱۰۱۰۳۹۱۲۱۱ 6037991010391211
-------------------------------	--------------------------------------

شماره فیش را با اطلاعات مندرج در جدول زیر را تکمیل کرده و به آدرس:

[Javadi\\_hossein@hotmail.com](mailto:Javadi_hossein@hotmail.com)

ارسال کنند.

نام و نام خانوادگی	شماره فیش واریزی	آدرس گیرنده کتاب و تلفن

پس از تایید بانک ذینفع، بلافاصله کتاب از طریق پست ارسال خواهد شد. هزینه پست کتاب (در ایران) بر عهده ناشر است. این کتاب در کتاب فروشیها نیز توزیع شده است.

قیمت پشت جلد ۱۱۵۰۰ تومان

تعداد خرید	قیمت هر جلد ریال
یک جلد	۱۱۵,۰۰۰

<http://cph-theory.persianguig.com>

# فیزیک از آغاز تا امروز

## چاپ دوم

۱۱۰,۰۰۰	بین ۲ تا ۵ جلد
۱۰۰,۰۰۰	بیش از ۵ جلد
۹۰,۰۰۰	دبیرستانها، دانشگاه ها، کتابخانه ها و سایر مراکز آموزشی و فرهنگی و خرید ۳ جلد به بالا

**توجه:** کتابهای خریداری شده توسط دبیرستانها، کتابخانه ها و مراکز آموزشی در صورتی از تخفیف داده شده برخوردار خواهد شد که به آدرس دبیرستان، کتابخانه یا مرکز آموزشی ارسال شود و به آدرس اشخاص ارسال نمی گردد.

شاد و پیروز باشید،

حسین جوادی

[Javadi\\_hossein@hotmail.com](mailto:Javadi_hossein@hotmail.com)