

به نام خدا

گرایش‌های فزیک

و بررسی آنها در مقطع کارشناسی ارشد

نگارنده:

مهدی عباسیان

دانشجوی کارشناسی رشته فزیک

www.Khorshidvash.com

منبع‌ها:

<http://fa.wikipedia.org/wiki/فزیک>

<http://science.sbu.ac.ir>

روند تکاملی فزیک

تا قبل از سده بیستم، با دسته‌بندی پدیده‌های مشاهده‌پذیر، طبیعت را ساخت یافته‌ی ذرات مادی می‌دانستند و دو گونه برهمکنش گرانشی و الکترومغناطیسی را به همراه مفهوم گرما (و نور که معلوم شد موج الکترومغناطیسی است) پذیرفته بودند. برای توصیف این پدیده‌ها به نظریه‌هایی در مورد برهمکنش‌ها و گرما و شیوه‌ی جنبش جسم‌های مادی (به اصطلاح دینامیک طبیعت) نیاز بود که سه نظریه‌ی

۱- مکانیک کلاسیک (گرانش و دینامیک)،

۲- الکترومغناطیس (برهمکنش‌های الکترومغناطیسی)، و

۳- ترمودینامیک (مشخص شد که گرما حرکت آماری ذرات است و با نظریه‌ی مکانیک آماری توضیح داده شد).

این پدیده‌ها را توضیح می‌دادند. به مجموع این نظریه‌ها فزیک کلاسیک گفته می‌شود.

در آغاز سده بیستم پدیده‌هایی را مشاهده کردند که با به کارگیری این نظریه‌ها توصیف نمی‌شدند. پس از پیشرفت‌های بسیار بنیادی در ۲۵ سال آغازین سده بیستم، نظریه‌های فیزیکی با نظریه‌های کامل‌تری که این پدیده‌ها را نیز توصیف می‌کردند جایگزین شدند. مهم‌ترین تغییر، تشکیل دو دینامیک ناهمسان، برای مقیاس ریز و مقیاس بزرگ، است. چون دینامیک اجسام بزرگ از نظر فلسفی به دینامیک قبلی بسیار نزدیک بود نظریه‌ها به دو گروه (۱) به کار گیرنده‌ی دینامیک بزرگ (اصطلاحاً کلاسیک) و (۲) کوانتومی دسته‌بندی شدند.

نظریه‌های فزیک نوین عبارت‌اند از:

۱- نسبیت عام (برهمکنش گرانشی و دینامیک اجسام بزرگ)

۲- مکانیک کوانتومی (دینامیک اجسام ریز)

۳- مکانیک آماری (حرکت آماری ذرات بر پایه‌ی دینامیک کوانتومی)

۴- الکترومغناطیس کلاسیک (برهمکنش الکترومغناطیسی و نسبیت خاص)

بعدها با پیدا شدن دو برهمکنش دیگر (برهمکنش هسته‌ای قوی و برهمکنش هسته‌ای ضعیف) برای فرمول‌بندی آنها هم اقدام شد و نسبیت خاص برای همه‌ی نظریه‌ها به کار گرفته شد و همه‌ی نظریه‌ها عبارت شدند از:

۱- نسبیت عام

۲- مکانیک آماری

۳- الکترومغناطیس کوانتومی QED (برهمکنش الکترومغناطیسی و دینامیک کوانتومی)

۴- کرومودینامیک کوانتمی QCD (برهمکنش هسته‌ای قوی و دینامیک کوانتمی)

۵- نظریه‌ی ضعیف کوانتمی (برهمکنش هسته‌ای ضعیف و دینامیک کوانتمی که بعداً با تلفیق با الکترو دینامیک نظریه‌ی الکترو ضعیف کوانتمی را ساخت)

همه‌ی این نظریه‌ها به جز نسبیت عام از دینامیک کوانتمی استفاده می‌کنند. به مجموعه‌ای از QED و QCD و نظریه‌ی ضعیف اصطلاحاً مدل استاندارد ذرات بنیادی گفته می‌شود.

امروزه بسیاری از فیزیکدانان به دنبال یگانگی چهار برهمکنش (نظریه‌ی یگانگی بزرگ) هستند که مشکل اصلی، وارد کردن گرانش و استفاده از دینامیک کوانتمی برای گرانش است. نظریه‌های گرانش کوانتمی و به‌ویژه نظریه‌ی ریسمان از نمونه‌های این تلاش‌ها است. همچنین بیشتر نظریه‌های تازه‌تر از مفهومی به نام میدان استفاده می‌کنند که به نظریه‌های میدان مشهور هستند.

گرایش‌های اصلی فزیک

بر پایه‌ی یک دسته‌بندی کلی، فزیک دارای پنج گرایش اصلی (۱) اخترفزیک، (۲) فزیک اتمی-مولکولی و نورشناخت، (۳) فزیک ذرات، (۴) فزیک ماده چگال، و (۵) فزیک کاربردی است. حتی همین گرایش‌های اصلی هم دارای برخی بنیادهای یکسان هستند که دانستن آنها برای همه‌ی گرایش‌ها مورد نیاز است. برای نمونه، باید برای درک بخش‌هایی از بیشتر گرایش‌ها، با سازوکار موج‌ها آشنا بود.

گرایش‌های فرعی فزیک

امروزه، دانش فزیک دارای زیرشاخه‌های فراوانی شده است و بسیاری از زیرشاخه‌های آن، به طور چشم‌گیری، با یکدیگر مرتبط هستند. در گذشته، تنها چند زیرشاخه وجود داشت ولی با افزایش داده‌ها و فراهم آمدن امکان بررسی جداگانه‌ی جستارهای کوچک‌تر، رفته‌رفته آن جستارها خود را در چارچوب زیرشاخه‌های دیگری نمایانند.

در اینجا هم، زیرشاخه‌های هر گرایش اصلی دارای مفهوم‌های مشترکی هستند و در واقع نقطه‌های همبستگی آن زیرشاخه‌ها به شمار می‌آیند. البته، در موردی می‌توان یک زیرشاخه را به دو گرایش اصلی نسبت داد چرا که از دوی آنها سرچشمه می‌گیرد. در زیر، جدولی را می‌آوریم که دربردارنده‌ی فهرست گرایش‌های اصلی، گرایش‌های فرعی هر یک از آنها، و مفهومی است که در هر یک از آن گرایش‌ها بررسی می‌شوند.

جدول ۱ - گرایش‌ها و زیرشاخه‌های فیزیک

زمینه	زیرزمینه‌ها	نظریه‌های اصلی	مفاهیم
اختر فیزیک	کیهان‌شناسی، گرانش، اخترشناسی انرژی-بالا، اخترشناسی سیاره‌ای، فیزیک پلازما، فیزیک فضا، اختر فیزیک ستاره‌ای	مهبانگ، تورم کیهانی، نسبیت عام، قانون گرانش عمومی نیوتن	سیاهچاله، تابش زمینه‌ی کیهانی، ریسمان کیهانی، کیهان، انرژی تاریک، ماده تاریک، کهکشان، گرانش، موج گرانشی، تکینگی گرانشی، سیاره، منظومه شمسی، ستاره، ابرنواختر، عالم
فیزیک اتمی، مولکولی و نورشناخت	فیزیک اتمی، فیزیک مولکولی، فیزیک اتمی و مولکولی، فیزیک شیمی، نورشناخت، فوتونیک	نورشناخت کوانتمی، شیمی کوانتمی، علم اطلاعات کوانتمی	فوتون، اتم، مولکول، پراش، نور، موج الکترومغناطیسی، لیزر، قطبش، خط طیفی، اثر کازیمیر
فیزیک ذرات	فیزیک هسته‌ای، اختر فیزیک هسته‌ای، اختر فیزیک ذره‌ای، پدیدارشناسی فیزیک ذره‌ای	مدل استاندارد، نظریه‌ی کوانتمی میدان، الکترو دینامیک کوانتومی، کرومودینامیک کوانتومی، نظریه‌ی الکتروضعیف، نظریه‌ی میدان موثر، نظریه‌ی میدان شبکه، نظریه‌ی پیمانه‌ای شبکه، نظریه‌ی پیمانه‌ای، ابرتقارن، نظریه‌ی وحدت بزرگ، نظریه‌ی ریسمان، نظریه‌ی ابرریسمان، نظریه‌ی م-م	نیروهای پایه در فیزیک (گرانشی، الکترومغناطیسی، ضعیف و قوی)، ذرات بنیادی، اسپین، پادماده، شکست تقارن خودبه‌خود، نوسان نوترینو، مکانیسم الاکلنگی، پوسته، ریسمان، گرانش کوانتمی، نظریه‌ی همه چیز، انرژی خلاء
فیزیک ماده چگال	فیزیک حالت جامد، فیزیک فشاربالا، فیزیک دما پایین، فیزیک سطح، نانو اندازه، فیزیک پلیمر	نظریه‌ی بی‌سی‌اس، موج بلوخ، گاز فرمی، مایع فرمی، نظریه‌ی بس ذره‌ای	حالت‌های ماده (گاز، مایع، جامد، چگالش بوز-اینشتین، ابررسانایی، ابرشاره)، رسانایی الکتریکی، مغناطیس، خود تشکیلات، اسپین همه
فیزیک کاربردی	فیزیک شتاب‌دهنده‌ها، صوت شناسی، زیست فیزیک، فیزیک شیمی، فیزیک مکاتبه، اکونوفیزیک، مهندسی فیزیک، دینامیک سیالات، ژئوفیزیک، مهندسی و علم مواد، فیزیک پزشکی، نانو تکنولوژی، نورشناخت، شیمی فیزیکی، فیزیک شمارش، فیزیک پلازما، دستگاه‌های حالت جامد، شیمی کوانتمی، الکترونیک کوانتمی، علم اطلاعات کوانتمی، دینامیک حامل	همه	همه

واحدهای درسی گرایش‌های فیزیک در کارشناسی ارشد

با بررسی واحدهای درسی پنج گرایش «ذرات بنیادی و نظریه‌ی میدان‌ها»، «گرانش و فیزیک نجومی»، «اتمی-مولکولی (لیزر)»، «اتمی-مولکولی (پلاسما)»، و «حالت جامد» در می‌یابیم که در همه‌ی آنها:

۱. درس‌های مکانیک کوانتومی پیشرفته‌ی ۱ و ۲، الکترودینامیک ۱ و ۲، و مکانیک آماری پیشرفته‌ی ۱ الزامی هستند،
۲. گذراندن درس مکانیک آماری دوره‌ی کارشناسی برای آموختن مکانیک آماری پیشرفته‌ی ۱ سفارش شده است،
۳. یکی از دو درس فیزیک محاسباتی ۱ یا آزمایشگاه پیشرفته‌ی فیزیک باید گذرانده شود،
۴. پایان‌نامه مهم‌ترین بخش در دانش‌آموختگی مقطع کارشناسی ارشد است و به طور معمول از ترم سوم گرفته می‌شود.

به جز این واحدها، در هر گرایش دو درس، هر یک به ارزش ۳ واحد، از درس‌های همان گرایش به همراه یک درس، به ارزش ۳ واحد، با نام «موضوعات ویژه» را باید گذراند. درس «موضوعات ویژه» به درسی گفته می‌شود که صرفاً در حوزه‌ی آن گرایش نیست ولی در پیشبرد آن سودمند خواهد بود. برای نمونه، گرانش ۱ را، به عنوان این درس، برای گرایش «ذرات بنیادی و نظریه‌ی میدان‌ها» سفارش می‌کنند. در جدول زیر ۶ واحد انتخابی و ۳ واحد موضوعات ویژه‌ی گرایش‌های «ذرات بنیادی و نظریه‌ی میدان‌ها»، «گرانش و فیزیک نجومی»، و «اتمی-مولکولی (پلاسما)» را که گرفتن آنها سفارش شده است را می‌آوریم.

جدول ۲- درس‌های انتخابی و موضوعات ویژه‌ی پیشنهادی

گرایش	۲ درس انتخابی پیشنهادی	موضوعات ویژه‌ی پیشنهادی
ذرات بنیادی و نظریه‌ی میدان‌ها	نظریه‌ی میدان‌های کوانتومی ۱ نظریه‌ی میدان‌های کوانتومی ۲ (یا فیزیک ذرات بنیادی پیشرفته‌ی ۱)	گرانش ۱
گرانش و فیزیک نجومی	گرانش ۱ گرانش ۲	نظریه‌ی میدان‌های کوانتومی ۱
اتمی-مولکولی (لیزر)	فیزیک لیزر الکترونیک کوانتومی	
اتمی-مولکولی (پلاسما)	فیزیک پلاسما پیشرفته‌ی ۱ فیزیک پلاسما پیشرفته‌ی ۲	فیزیک لیزر
حالت جامد	فیزیک حالت جامد پیشرفته‌ی ۱ فیزیک حالت جامد پیشرفته‌ی ۲	

درس‌های مهم کارشناسی برای شرکت در کارشناسی ارشد

روی هم‌رفته، با توجه به آنچه در بالا گفته شد، باید در دوره‌ی کارشناسی برای درس‌های الکترومغناطیس ۱ و ۲، فیزیک کوانتومی ۱ و ۲، و مکانیک آماری ارزش و زمان بیشتری را در نظر گرفت. افزون بر این درس‌ها، فهرستی از درس‌های مورد نیاز برای برخی از گرایش‌ها، در زیر آورده شده است. درس ژئوفیزیک هم، که یکی از زیرشاخه‌های فیزیک کاربردی است، در این فهرست قرار دارد.

جدول ۳- درس‌های مهم دوره‌ی کارشناسی برای شرکت در کارشناسی ارشد

ژئوفیزیک	اتمی-مولکولی	حالت جامد	ذرات بنیادی	
×		×	×	مکانیک کلاسیک
	×			نورشناخت
×	×	×	×	ریاضی فیزیک ۱
×	×			ریاضی فیزیک ۲
		×		ریاضی فیزیک ۳
			×	نسبیت
×	×		×	امواج
	×		×	فیزیک نوین

یک نکته

می‌دانیم که برای پیشرفت در فیزیک، از بر نمودن فرمول‌ها و تمرین‌ها ارزش چندانی ندارد و فهمیدن رابطه‌ها و تعریف‌ها است که راه را برای یافتن ناشناخته‌های فیزیک هموار می‌کند. با توجه به بررسی انجام شده، در گرایش‌های ذرات بنیادی، اتمی-مولکولی، و ژئوفیزیک، ۹۰٪ کوشش دانش‌پژوه باید صرف فهمیدن رابطه‌ها و تعریف‌ها شود و ۱۰٪ زمان را برای به‌یادسپاری رابطه‌ها و تعریف‌ها صرف کند. برای گرایش حالت جامد، این نسبت به صورت ۷۰٪ به ۳۰٪ در می‌آید.

زمینه‌های کاری

فیزیک در گروه دانش‌های پایه است. در فیزیک و به‌ویژه گرایش‌های محض آن، که درصد بزرگی را تشکیل می‌دهند، کم‌تر به کاربرد پرداخته می‌شود و نمی‌توان، به طور گسترده، به ساخت ابزارهای روزمره پرداخت. با

بررسی چند نمونه این موضوع روشن تر می شود؛ ما در فیزیک به بررسی خازن ها می پردازیم ولی در ساخت خازن ها نیازی به بررسی های فیزیکی محض نیست و باید از ساختار مواد و بازدهی آن ها آگاه بود. در مکانیک کلاسیک به بررسی قرقره ها و اندازه گیری افزایش بازدهی، با به کار بردن آنها، می پردازیم ولی چیزی در این باره که طناب یا قرقره باید از چه جنسی باشند تا بازدهی بیشتر شود نمی گوئیم پس نمی توانیم از دانش فیزیکی یمان برای ساخت قرقره ی مرغوب استفاده کنیم. در گذار از مقیاس معمولی به مقیاس های بسیار کوچک یا بسیار بزرگ، شرایط بغرنج تر می شود. پس از شناخت ستارگان یا کهکشان ها یا بررسی موجی و یا ذره ای بودن نور، دست کم در مورد ابزارهای کاربردی و کم هزینه، نمی توان فعالیت عملی چندانی کرد. ساخت ابزارها در دامنه ی کاری دانش آموختگان رشته های مهندسی است، البته می توان در بخشی از یک کار مهندسی همکاری داشت. به نوعی می توان رشته ی فیزیک را نرم افزار و رشته های مهندسی را سخت افزار در نظر گرفت.

بیشترین دامنه ی کاری فیزیک، به ویژه در شرایط کنونی در ایران، تدریس است. از آنجا که پژوهشکده ها و دانشگاه های چندانی برای پشتیبانی پژوهش های علمی در ایران وجود ندارد و باید با هزینه ی شخصی به چنین کاری دست زد، نمی توان به درآمذزایی آن امید چندانی داشت. از این روی، دامنه ی کاری دانش آموختگان فیزیک محدود می شود. با این وجود، شماری از فعالیت های عملی در برخی از گرایش ها را در این بخش بررسی می کنیم.

فیزیک ذرات بنیادی: بررسی و آشکارسازی ذرات بنیادی با به کارگیری شتاب دهنده های بزرگ،

فیزیک اتمی-مولکولی: ساخت لیزرهای جدید، اپتیک کوانتومی، طیف سنجی ستاره ها و مواد

میان ستاره ای،

فیزیک حالت جامد: ساخت مواد مغناطیسی، مخابرات، نظارت کیفی شرکت ها،

ژئوفیزیک: همکاری در سازمان زمین شناسی، شهرداری، سازمان تحقیقات مسکن.