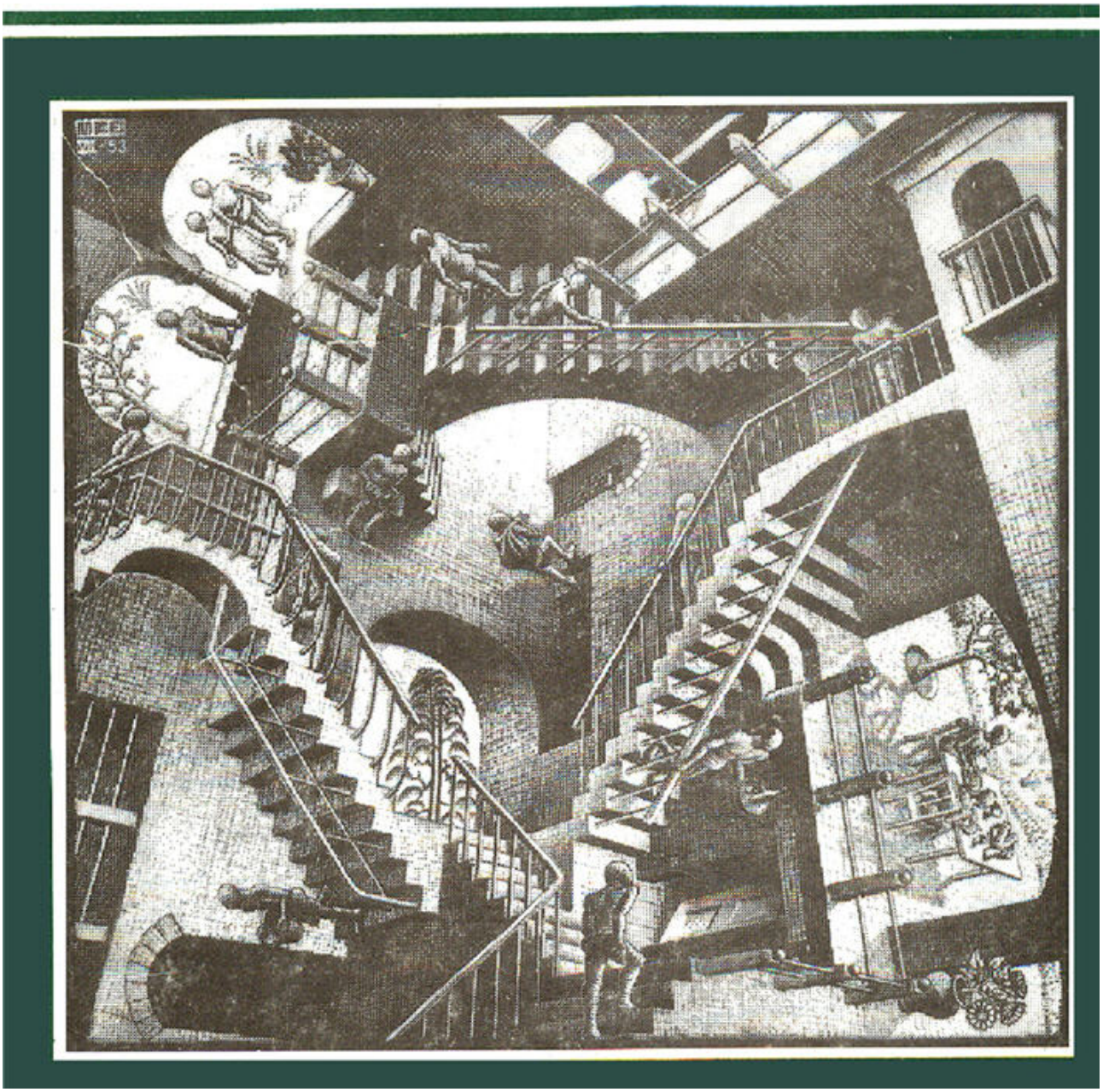
کتابخانه الکترونیکی
http://KetabFarsi.ir

این جهان سرشار از شگفتیها

(برخی جنبه‌های فلسفی فیزیک نوین)

و. س. گُت

ترجمهٔ محمد باقری



این جهان سرشار از شگفتیها

(برخی جنبه‌های فلسفی فیزیك نوین)

و. س. گُت

ترجمهٔ محمد باقری

«مباحثه بر سر مکانیك کوانتوم یکی از آخرین تحولات در مبارزهٔ کهن بین ماتریالیسم و ایده‌آلیسم است؛ منازعه‌ای که مستقیماً با منافع طبقاتی ارتباط می‌یابد.»
م. ا. اُملیانفسیکی

تصویر روی جلد از آثار موریتس اشر (۱۸۹۸ـ۱۹۷۱) نقاش هلندی است و نسبیت نام دارد. در این تصویر سه نیروی گرانش عمود بر هم، سه سطح زمین که با هم زاویهٔ قائمه تشکیل می‌دهند و مردمی که در آنها زندگی می‌کنند، نشان داده شده‌اند. ساکنان هر یك از این سه جهان تصور جداگانه‌ای از عمودی و افقی دارند و نمی‌توانند مانند یکدیگر حرکت کنند....

این جهان سرشار از شگفتیها
(بررسی برخی مسایل فلسفی فیزیك نوین)
و. س. گت
ترجمهٔ محمّد باقری
انتشارات هدهد(۸)
تهران صندوق پستی ۵۴۱ ـ ۳۴
چاپ دوم ۱۳۶۱
چاپ نقش‌جهان

یادداشت مترجم

نام اصلی کتاب حاضر، «این جهان سرشار از شگفتیها، اما قابل شناخت» است. و. س. گُت نویسندهٔ این کتاب، استاد فلسفه و سردبیر مجلهٔ «علوم فلسفی» است. وی درحل برخی مسایل ماتریالیسم دیالکتیك و فلسفهٔ علوم نقش چشمگیری داشته و رساله‌ها و مقالات علمی متعددی تألیف کرده است. او در این کتاب نشان می‌دهد که پیشرفت علوم سبب انعکاس هر چه ژرفتر تنوع بی‌پایان جهان مادی در قوانین و مقولات علمی می‌گردد.

فصلهای این کتاب نخست به‌صورت مقاله‌های جداگانه در ماهنامهٔ علمی و فرهنگی هدهد انتشار یافت و اینك که به‌صورت یك کتاب منتشر می‌شود، کوشش شده است اشکالات موجود در آن حتی‌المقدور برطرف گردد.

متن اصلی (روسی ۱۹۷۴) توسط جان بوشنل John Bushnell و کریستین بوشنل Kristine Bushnell به‌انگلیسی ترجمه شده است. و ترجمهٔ حاضر از روی متن انگلیسی صورت گرفته است. در اینجا توجه خوانندگان را به‌چند نکته جلب می‌کنم:

۱) بخشی از فصل اول که برای خوانندهٔ ایرانی متضمن بهرهٔ چندانی نبود، حذف شده است.

۲) دو فصل «قوانین بقا در فیزیك نوین» و «اصول فیزیك و اهمیت آنها در شناخت» به‌علت طولانی بودن به‌دو بخش تقسیم شده‌اند که خواننده می‌تواند آنها را به‌طور پیوسته به‌دنبال هم بخواند.

۳) برای چند اصطلاح علمی در فصول مختلف معادلهای مختلفی به‌کار رفته است ولی توضیحات مندرج در پانویسهای هر فصل این اشکال را برطرف می‌کند.

امید است با دریافت نظرات و راهنماییهای خوانندگان، اشکالات موجود در چاپهای احتمالی بعدی برطرف گردد.

مترجم

فهرست

۱ـ دربارهٔ شناخت این جهان شگفت‌انگیز..... ۵
۲ـ مفاهیم، مقوله‌ها، شناخت..... ۸
۳ـ ماده و حرکت..... ۱۹
۴ـ تاریخچه‌ای از دیدگاههای فلسفی دربارهٔ ماده..... ۳۴
۵ ـ پایان‌ناپذیری مادهٔ در حال حرکت..... ۴۴
۶ ـ قوانین بقا در فیزیك نوین (۱)..... ۵۸
۷ـ قوانین بقا در فیزیك نوین (۲)..... ۷۱
۸ ـ بازتاب پیوستگی و ناپیوستگی جهان مادی در شناخت ما..... ۸۴
۹ـ اصل تقارن و نقش آن در شناخت..... ۹۵
۱۰ـ اصول فیزیك و اهمیت آنها در شناخت (۱)..... ۱۰۸
۱۱ـ اصول فیزیك و اهمیت آنها در شناخت (۲)..... ۱۲۲
۱۲ـ مفهوم دیالکتیکی نسبی و مطلق..... ۱۳۶
۱۳ـ تأثیر متقابل فیزیك و فلسفه..... ۱۵۱

دربارهٔ شناخت این جهان شگفت‌انگیز

انسان ازنخستین لحظه‌ی تولد تاهنگام مرگ درپیرامون خویش با جهانی پهناور، شگفت‌انگیز وتاحدود زیادی ناشناخته روبروست. هرنسل بااتکاء بر دستاوردهای علمی وفرهنگی نسلهای پیشین به‌نوبه‌ی خود براین گنجینه دانش بشری چیزی می‌افزاید.

هرچه معلومات انسان بیشتر می‌شود، به‌وضوح بیشتری درمی‌یابدکه هنوز مجهولات دیگری وجود دارند که باید به‌حل وکشف آنها بپردازد. مثلا درمواردی چون هسته‌ی اتم، ساختمان ذرات بنیادی، ژرفناهای فضا، اعماق زمین، این همه برای کشف راز پیدایش حیات ازماده‌ی بی‌جان ونیز برای مقابله بامسائل حل نشده‌ی بسیار، لازم است.

وجود این مجهولات دواحساس متفاوت برمی‌انگیزد: گاه موجب یأس شده ودر مواردی منجربه خوشبینی می‌گردد. ازهمین‌جاست‌که موضوع قابل شناخت بودن جهان بصورت سئوالی پراهمیت مطرح می‌شود. این سئوال از مرز علوم طبیعی فراتر رفته پای به قلمرو فلسفه می‌نهد.

درنیم‌قرن اخیر، انسان درشناخت جهان میکروسکوپی، محیط زندگی خویش وکیهان پهناور، همچنین دربهره‌گیری ازنیروهای نهفتهٔ طبیعت، پیشرفت های چشمگیری داشته است، اماهمچنان مسایل حل نشده‌ای درپیش‌رو دارد. بهتر است مثالی دراین مورد بیاوریم: درزندگی روزمره، یابهتر بگوییم، درهر قدمی که برمی‌داریم بانیروی جاذبه مواجه هستیم، چراکه دریك میدان جاذبه قرار گرفته‌ایم. تابحال تعدادی ازقوانین مربوط به‌این پدیده‌را، که ازقانون نیوتون شروع شده و به‌نظریهٔ عمومی نسبیت اینشتین ختم می‌شود، شناخته‌ایم. اما علم امروز درمورد ماهیت جاذبه، علت برابری جرم سکون وجرم جاذبه‌ای، ماهیت ماده واینکه آیا امواج جاذبه واقعاً وجود دارند یانه، هنوز جواب قانع‌کننده‌ای نیافته است.

زندگی انسان امروز بدون وجود برق به‌سختی قابل تصور است. ولی باآنکه بشر سالهاست ازاین نیرو استفاده می‌کند هنوزبه ماهیت بار الکتریکی پی نبرده است. هنوز نمی‌دانیم‌که چرا بارهای الکتریکی باید مضرب‌هایی ازبار الکترون باشند. هنوز روشن نشده است‌که آیا الکترون خود ازاجزایی تشکیل شده یا به صورت یك نقطه است .

ریچارد فینمن R. Feynman از بزرگان فیزیك نظری در قرن حاضر دراین‌باره چنین می‌نویسد: «اگر الکترون تماماً ازیك نوع ماده ساخته شده باشد، باید هرقسمت ازآن بقیهٔ قسمتهارا دفع کند. دراین صورت چرا الکترون ازهم نمی‌پاشد؟ آیا می‌توان برای الکترون قسمتهای مختلف قایل شد؟ شاید بتوان گفت‌که الکترون فقط به‌صورت یك نقطه است وچون نیروهای الکتریکی بین بارهای نقطه‌ای متمایز عمل می‌کنند بار الکترون برخودش اثری ندارد. شاید چنین باشد، درهرحال همین‌قدر می‌توان گفت‌که مسئلهٔ وجود عاملی‌که باعث پایدارماندن الکترون می‌شود درارائهٔ یك نظریهٔ کامل دربارهٔ الکترومغناطیس مشکلات زیادی ایجاد کرده است. برای این مسئله تاکنون پاسخی نیافته‌اند.»

مشابه این مشکلات درمورد ذراتی بابار مثبت که مضربی از بار الکترون هستند ــ پوزیترون ــ یادرمورد هستهٔ اتم هیدروژن (پروتون) وجود دارد.

پروتون‌که جرمش ۱۸۳۶ برابر جرم الکترون است به‌همراه نوترون هستهٔ همهٔ عناصر شیمیائی رابه‌وجود می‌آورد وچون ذرهٔ پایداری است (مطالعهٔ تجربی پایداری پروتون حداقل عمر پروتون راحدود $۱۰^{+۲۷}$ سال نشان می‌دهد) موجب پایداری مجموعه‌های پیچیده‌تر می‌گردد.

علم تابه‌حال اطلاعات بسیار جالبی درمورد پروتون به‌دست آورده است ، بااینهمه دراین زمینه نیز هنوز سئوالات بسیاری بی‌جواب مانده است. مثلا اینکه توزیع بار درپروتون به‌چه صورتی است؟ به‌صورت بار نقطه‌ای است یابه صورت بار گسترده ؟

فینمن می‌نویسد: «مانمی‌دانیم چگونه یك نظریهٔ سازگار ــ که دربرگیرندهٔ مکانیك کوانتوم باشد ــ ارائه دهیم‌که برطبق آن انرژی درونی الکترون یاهربار نقطه‌ای دیگر بی‌نهایت نباشد. درعین حال هیچ نظریهٔ قابل قبولی برای تشریح بارهای غیرنقطه‌ای وجودندارد واین مسئله همچنان لاینحل‌برجای مانده است.

همه می‌دانیم که زمان برگشت ناپذیر است وفقط می‌توان اززمان حال به سوی آیندهٔ رفت وبازگشت به گذشته به‌مفهوم واقعی امکان ندارد. حال آنکه معادلات بنیادی فیزیك مدرن نسبت به تغییر علامت زمان (یعنی گذاشتن t ــ به جای t +) بلاتغییر می‌مانند. چطور می‌توان یك سویه بودن زمان را در جهان واقع بدون توجه به‌نقش این‌واقعیت درابزار ریاضی دانش جدید تشریح نمود؟

تعداد سئوالاتی‌که هنوز علم موفق به‌یافتن پاسخ آنها نشده زیاد است. این واقعیت دریك نظام اجتماعی یافضای فکری خاص می‌تواند موجب بی‌اعتمادی یا حتی بدبینی نسبت به‌علم بشود.

به‌کتاب «گفتارهای فینمن دربارهٔ فیزیك» اشاره کردم، زیرا به اعتقاد بسیاری ازفیزیکدانان صاحب‌نظر، این‌کتاب یکی ازبهترین مجموعه گفتارهای جدید دراین زمینه است. مؤلف کتاب که موفق به‌دریافت جایزهٔ نوبل‌گردیده است، گفتارمربوط به الکتریسیته ومغناطیس راچنین به‌پایان می‌برد: «می‌بینیدکه درقلمرو فیزیك

چه راه پرپیچ‌وخمی درپیش داریم. بحث باپدیده‌های مربوط به آهنربای طبیعی و کهربا شروع می‌شود ودرپایان کار هنوز هیچکدامشان رابطورکامل نشناخته‌ایم. بااینهمه، ازاین رهگذر اطلاعات جالب وعلمی فراوانی به‌چنگ آورده‌ایم.»

درسخنان فینمن درعین شناخت فواید علمی بی‌شماری که ازدانش فیزیکدانان حاصل می‌شود، رگه‌هایی ازبدبینی درقالب استهزا احساس می‌شود.

فرد هویل Fred Hoyle کیهان شناس مشهور انگلیسی واستاد نجوم دانشگاه کمبریج طی یك سلسله سخنرانی که درسال ۱۹۶۵ دردانشگاه کمبریج ایراد کرد (بعدها متن این سخنرانی‌ها به‌صورت کتابی به‌نام «انسان‌درجهان» منتشر شد) با تأسف ازعان کردکه فلسفهٔ ایده‌آلیستی که اوبدان وابستگی دارد نفعی برای علم نمی‌تواند داشته باشد: «مازندانی قالب فکری خود وجامعهٔ فعلی خود هستیم ورهایی ازاین محدودهٔ تنك که مارا چنین سخت درخود گرفته کاری دشوار است.»

تعداد پدیده های طبیعی مهم که بتازگی کشف شده به‌مراتب بیش ازتعداد پاسخهای قابل قبول سئوالاتی است‌که تاکنون مطرح گردیده. درهرحال وجود این سئوالات وپاسخهای جدید نشانه‌ای ازاین واقعیت است‌که ما درجهانی‌پایان‌ناپذیر اماقابل شناخت به‌سر می‌بریم. راهی‌که علم تاکنون پیموده، نشان دهندهٔ قدرت اندیشهٔ بشر وامکانات بی‌پایان اودرقلمرو دانش است.

ذهن کنجکاو بشر برای دست یافتن به اسرار طبیعت وجامعه، بـرای شناخت خویشتن وبرای آشنایی باساختمان ونحوهٔ فعالیت مغز تلاش می‌کند تابتواند حاصل این تلاش رادرراه بهبودی زندگی انسان به‌کار گیرد.

بازده این‌کار بارفع اختلاف بین کشورها تاحدزیادی افزایش می‌یابد، زیرا ایـن‌امر موجب گسترش همکاری دانشمندان کشورهای مختلف برای حل مسایـل بنیادی وپیچیده‌ای می‌گردد که تمامی بشریت باآن روبروست. جستجوی منابع‌جدید انرژی، حفاظت محیط زیست، مسئلهٔ منابع معدنی، غذاوجمعیت وهمه مسایلی از این دست فقط درسایهٔ اعتماد وهمکاری روزافزون قابل حل است. پژوهشهای‌علمی باید دورازحسابگری‌های تنك‌نظرانه وخودخواهانهٔ سیاسی ونظامی باشد ویکسره در خدمت خواست‌های متعالی انسان‌ها درآید.

اساساً تأثیر علم برجامعه بدین صورت است‌که باایجاد اصول نظری مورد نیاز برای تولید اجتماعی، پیشرفت تکنولوژیکی، وخواست‌های صنعت در خدمت جامعه درمی‌آید.

علم قلمرو ویژه‌ای ازفعالیت جامعه وپدیدهٔ اجتماعی خاصی است‌که نقش آن تعمیم فعالیت‌های عملی ویافتن قوانین طبیعت وجامعه وارائهٔ روش‌هاوابزارهای استفاده ازقوانین درهمهٔ زمینه‌های فعالیت بشری، بخصوص در زمینهٔ تـولید اجتماعی است.

«انقلاب درعلم» همچنین «تبدیل علم به‌یك نیروی بلاواسطهٔ تولیدی» پایه‌های پیشرفت تکنولوژیکی هستند، وپیشرفت تکنولوژیکی هم متقابلا عاملی اساسی در انقلاب علمی وتکنولوژیکی است. یعنی علم وپیشرفت تکنولوژیکی دریکدیگر تأثیر متقابل دارند وپیشرفت هریك پیشرفت دوبارهٔ دیگری راموجب می‌گردد.

مفاهیم، مقوله‌ها، شناخت

گسترش تحقیقات نظری وعملی در زمینه‌های جدید پژوهش علمی، تفکر فراوانی را درمورد ابزارهای تحقیق علمی برانگیخته است. این ابزارها، در نهایت، علاوه بـر دانش فنی ووسایل وقطعات گوناگون دستگاه‌های تحقیقی ، شامل مجموعهٔ ابزارهای اندیشهٔ بشر نیز می‌شود که خود عبارتند از: مفهوم‌ها، مقوله‌ها، احکام، استنتاجات، قوانین، اصول وغیره.

هرکس که به‌تحقیق علمی یا فعالیت عملی روی آورد، این ابزارهای شناخت را ـ بدون آنکه مستقیماً به‌آنها بیندیشد ـ به‌کارمی‌گیرد. هرچه موضوع شناخت پیچیده‌تر باشد، کارایی ابزار تفکر محقق هم باید کامل‌تر باشد، بدین معنی که باید ازمنطق‌صوری وماتریالیسم دیالکتیك کمك بگیرد.

نقش روزافزون علم، درحیات جامعه، توسعهٔ مداوم مفاهیم علمی را ـ که چکیدهٔ دانش بشرنسبت به‌جهان خارج می‌باشند ـ روزبروز پراهمیت‌تر می‌سازد.

بدون وجود مفاهیم و مقوله‌ها، که نتایج حاصله از شناخت را تثبیت می‌کنندوابزار نفوذ هرچه بیشتر وعمیق‌تر به‌جوهر وشکل‌بندی تحولات طبیعت وجامعه هستند، وجود شناخت وتفکرانسان غیر قابل تصور است.

ساده‌ترین تعمیم‌ها، نخستین و ابتدایی‌ترین اشکال بیان نظرات (احکام، قیاس‌ها و غیره) خود نشان دهندهٔ شناخت عمیق انسان از روابط عینی جهان است. تعمیم‌پذیری واصالت یافتن شناخت، بدون اتکا برمقوله‌ها ومفاهیم وبدون ساختن تصویری علمی از جهان، ناممکن است. مفهوم‌ها، نتیجهٔ تعمیم اطلاعات تجربی وتسلط عملی برجهان و همچنین حاصل تحول درازمدت شناخت بشری هستند.

تفکر انسان‌ها ـ برخی آگاهانه وبرخی دیگر ناآگاهانه ـ به‌یاری مقولاتی فلسفی ازقبیل ماده، شعور، حرکت، فضا، زمان، شکل ومحتوی، جوهر وعرض، ضرورت و تصادف، علت ومعلول، بالقوه وبالفعل، عام وخاص وغیره صورت می‌گیرد. مقوله‌های فلسفی، مفاهیمی هستند که عام‌ترین خواص وروابط پدیده‌های جهان مادی را منعکس می‌کنند. این مفاهیم اندیشه را قادر می‌سازند که به‌تفکیك‌جهان مادی وپدیده‌های‌موجود درآن بپردازد، پدیده‌های اساسی را ازاین میان جداکند وواقعیت همهٔ انواع روابط متقابلی را که درمحیط دوروبرمان نهفته است، درك‌کند.

مقولات، همچون دیگر مفهوم ها، فاقد عینیت هستند وقالب مادی آنها توسط کلمات ارائه می‌شود.

مقوله‌های فلسفی عبارتند ازتکیه‌گاه‌هایی برای شناخت ونقاط اتصالی در شبکهٔ جهان و فعالیت‌های عملی ـ نقاط اتصالی که ما را به‌مشاهدهٔ حالات درونی حرکت‌وتحول

جهان قادر می‌سازند.

شناخت بشری نه‌تنها برپایهٔ ذخیرهٔ اطلاعات علمی وتجربی، بلکه همچنین براساس تعمیم این اطلاعات به‌وجود آمده است. این تعمیم نیازمند تفکر نظری است. تفکری‌که براساس مقولات وقوانین فلسفی ومفاهیم خاص وعام علمی بنا می‌شود.

هرعلمی دارای مفاهیم بنیادی واساسی خود است که می‌توانند عام یا خاص‌باشند. مفاهیم فیزیکی ازقبیل جرم، جسم، میدان وبارالکتریکی، در جریان مطالعهٔ موضوعات فیزیکی پدید آمدند. کلیهٔ قوانین شناخته شدهٔ فیزیك به‌کمك این مفاهیم بیان شده‌است، لذا اینها مفاهیم خاص به‌شمار می‌آیند. ازسوی دیگر مفاهیم کلی هم‌وجود دارند مثل آلگوریتم* احتمال، تغییر ناپذیری، اطلاع (انفورماسیون)، عنصر، دستگاه (سیستم) وبسیاری مفاهیم دیگر که دقیقاً درهمهٔ علوم به‌کار می‌روند.

مثلا مفهوم کلیت یا مفهوم اندازه را،که هردو مفاهیمی ریاضی هستند، در نظر بگیرید. غیر ممکن است بتوان علمی یافت که این مفاهیم درآن‌به‌کار گرفتـــه نشود. مفاهیم ریاضی، عام هستند زیرا فرایند ریاضی‌شدن اصولا همهٔ رشته‌های مختلف علوم را دربرمی‌گیرد. این‌بدان معنی است که مفاهیم ریاضی به‌صورت مفاهیم علمی عام در کلیهٔ رشته‌های جداگانهٔ علمی کاربرد دارند (یا اصولا می‌توانند کاربرد داشته باشند). باید توجه داشت برخی از مفاهیمی که آنها را مفاهیم علمی عام خواندیـــم، ریشه در ریاضیات دارند وماهیتا ریاضی هستند (مثلا الگوریتم واحتمال).

درواقع جای هیچ تعجبی نیست که مفاهیم بنیادی ریاضیات، مفاهیم عام علمی شده‌اند. اگر چنین نبود، همهٔ رشته‌های علمی بدین نحو روزافزون، رنگ ریاضی‌به‌خود نمی‌گرفتند. درعین حال ، روشن است‌که مقوله‌های ریاضی وفلسفی به‌معنای متفاوتی مفاهیم علمی عام به‌شمار می‌آیند. این مطلب ازآنجا ناشی می‌شود که اولا، مفاهیم‌فلسفی به‌تمام معنی کلمه عام هستند (زیرا هم درخود فلسفهٔ علمی وهم درتك‌تك رشته‌های‌علمی به‌کار می‌روند حال آنکه مفاهیم ریاضی تنها در رشته‌های مختلف علمی کاربرد دارند)؛ ثانیاً، مفاهیم فلسفی دارای یك‌بار روش‌شناسی کلی درهمهٔ رشته‌های علوم هستند، زیرا اساسی‌ترین ودرونی‌ترین روابط اشیا وتفکر را توضیح می‌دهند؛ حال‌آنکه مفاهیم ریاضی جنبه‌های بیرونی موضوعات مورد بررسی را دربرمی‌گیرند،که غالباً عبارت است از مشخصه‌های ظاهری وکمی آنها. بنابراین، مفاهیم ریاضی، وقتی در سایر علوم به‌کار

---

* الگوریتم مفهومی بنیادی در منطق وریاضیات است. این‌کلمه ازتلفظ لاتین «الخوارزمی»، نسبت محمدبن موسی، ریاضیدان گرفته شده است. الگوریتم مجموعهٔ دستورالعمل‌هایی برای انجام دستگاهی از عملیات دریك ترتیب معین است‌که جواب یك سری مسایل مشابه را ارائه می‌دهد. ساده‌ترین مثال‌های الگوریتم قوانینی است که درحساب برای جمع، تفریق، ضرب، تقسیم، استخراج جذر وپیدا کردن بزرگترین مقسوم علیه مشترك دوعدد طبیعی وغیره وضع شده است. الگوریتم روش حل مسایل کلی است، یعنی روشی که می‌تواند جواب یك رشته مسایل را با مفروضات مختلف به‌دست دهد. ازآنجا که الگوریتم به‌منزلهٔ دستگاهی از دستورالعمل‌ها دارای مشخصهٔ صوری است، همیشه می‌توان برنامه‌ای براساس آن برای حسابگرها تهیه کرد ومسایلی را به‌طور خودکار حل‌کرد. حل‌گروه عظیمی ازمسایل توسط الگوریتم وکارکرد نظریهٔ الگوریتم، اهمیت فراوانی در گسترش روش‌های حسابگری وسیبرنتیك دارد.

برده می‌شوند، ازجنبهٔ روش‌شناسی کارایی ندارند. ازاینجا می‌توان دریافت که چرا استفاده ازریاضیات مثلا درتحقیقات جامعه شناسی، بدون درنظرگرفتن شرایط عینی جامعه، طبقات وروابط متقابل آنها، نمی‌تواند. به‌خودی‌خود موجب واقعی‌تر شدن این تحقیقات شود. به‌علاوه ، این موضوع می‌تواند منجر به‌ایجاد اشتباه وخطا یا پیدایش سفسطه‌های غیر علمی با استفاده ازمفاهیم وروش‌های مناسب ریاضی بشود. در نتیجه، ریاضیات، وقتی درعلوم دیگر به‌کار برده می‌شود، به‌ندرت می‌تواند درستی امری را تضمین کند. دقت دربررسی یك موضوع، وقتی حاصل می‌شود که ابزار ریاضی برپایهٔ روش‌شناسی ماتریالیسم دیالکتیك وبا توجه به‌ماهیت ویژهٔ موضوع مورد مطالعه به‌کار گرفته شود. بنابراین هرچه فلسفهٔ علمی به‌سایر رشته‌های علوم بیشتر رسوخ کند،همزمان باآن، این علوم بیشتر به‌قالب ریاضی‌درمی‌آیند وکارایی عمومی بیشتری درایجاد دانش علمی نوین به‌دست می‌آورند.

اما تنها فلسفه وریاضیات منشأ مفاهیم علمی عام نیستند. بعضی ازاین مفاهیم،ابتدا به‌وسیلهٔ یك رشتهٔ خاص علمی اعم ازطبیعی، فنی یا انسانی به‌وجود می‌آیند، آنگاه در سایر علوم نیز همانندی برایشان یافته می‌شود وبه‌تدریج دارای مشخصهٔ علمی عام‌می‌شوند. واژهٔ «اطلاع» در آغاز به‌انتقال خبری ازیك شخص به‌شخص دیگر یا به‌گروهی از اشخاص، اطلاق می‌شد. این برداشت، درعلوم اجتماعی وانسانی به‌طور عادی به‌کارگرفته می‌شد ومعنای آن هیچ تحولی نیافت، تا آنکه در نظریهٔ انتقال اطلاعات، که یکی از پیشرفته‌ترین حوزه‌های علم سیبرنتیك است، دوباره مورد توجه قرارگرفت. درچارچوب سیبرنتیك، مفهوم «کمیت اطلاع» مطرح شد وتلاش خاصی برای دقیق‌تر کردن بعضی اصلاحات وابسته به «اطلاع» مانند محتوی (معنی)، ارزش وغیره به‌عمل آمد. بااستفاده ازروش‌های «نظریهٔ اطلاعات» مفهوم اطلاع، به‌قلمرو سایر علوم وارد شد واکنون رشته‌ای از علوم را نمی‌توان یافت که این اصطلاح در آن دارای کاربرد اصولی نباشد وبرقابلیت آن رشتهٔ علمی برای اکتساب دانش جدید نیفزاید.

دستگاه مقوله‌های علمی‌خاص وعام ومقولات فلسفی، ساخت تفکر نظری را تشکیل می‌دهد که یکی ازمنابع شناخت علمی وخود حاصل تحول این شناخت است. درهردوران، تفکر نظری ، یك محصول تاریخی است‌که درزمان‌های مختلف اشکال کاملا متفاوتی به‌خود می‌گیرد ودرنتیجه دارای محتوای کاملا متفاوتی می‌شود.

تحولات مقوله‌های فلسفی را نمی‌توان ازدستاوردهای تفکر نظری مجزا کرد. اشتباه خواهد بود اگر بپذیریم که مقوله‌های فلسفی خارج از فرایند کلی شناخت‌علمی وجود دارند وبا هرمحتوی وهرگونه روابط متقابل داخلی می‌توانند اساس تفکرنظری را تشکیل دهند. برعکس، تنها ازطریق تحول است که مقوله‌های فلسفی می‌توانند به‌صورت پایه‌های تفکر نظری درآیند. هرمقولهٔ فلسفی، آنگاه که به‌دیدهٔ تحجرنگریسته شود، ازحوزهٔ تفکر نظری به‌دورافکنده می‌شود ونقش خود را درروند شناخت ازدست می‌دهد. ظهور مفاهیم جدید درعلوم برپایهٔ مقولات فلسفی موجود وپیوندهای میان‌آنها صورت می‌گیرد وگسترش این مفاهیم ، نیازمند غنی‌تر شدن محتوای مقولات فلسفی

وپیوندهای میان آنها ازجنبه‌های نو وپیدایش مقولات فلسفی جدید است.

فلسفهٔ ماتریالیستی همیشه درجهت درآمیختن علوم با یکدیگر یا افزایش میزان ترکیب پذیری مقولات مربوط به‌رشته‌های متفاوت علمی، عمل کرده ودرساختن تصویری علمی ازجهان، شرکت جسته است. موضوع شناخت، درهمهٔ رشته‌های علوم جدید، ازجمله درفلسفه علمی مارکسیسم‌لنینیسم یکسان بوده وعبارت است از: طبیعت، جامعه وتفکر. درموضوع شناخت، عام وخاص باهم پیوند می‌یابند، یعنی علومی که به‌مطالعهٔ عـام موضوع شناخت می‌پردازند (وحد نهایی آنها فلسفه است) باید با علومی که به‌مطالعهٔ خاص آن می‌پردازند، مرتبط شوند. رابطهٔ عینی میان این عام وخاص نیازمند برقراری چنین رابطه‌ای در دانش نیز هست، که لزوم همکاری میان فلسفه ورشته‌های علمـی مختلف را پیش می‌کشد.

موضوع‌شناخت واحد برای همهٔ علوم، توسط رشته‌های علمی مختلف به‌بخش‌ها، جنبه‌ها ورابطه‌های جداگانه تقسیم شده است. اما برای ساختن یك تصویر علمی جامع از جهان، و برای بازسازی موضوع شناخت در قلمرو دانش، باید این بخشهای دانش که توسط علوم مختلف عرضه می‌گردد با یکدیگر مرتبط شود. ایجاد تصویری علمی وجامع ازجهان ــ که موضوع مطالعهٔ رشته‌های علمی مختلف است ازطریق تأثیر متقابل رشته‌های گوناگون علمی امکان پذیر می‌شود، اما بدون اتکا به‌فلسفهٔ علمی، هیچ‌کوششی دراین راه ثمربخش نخواهد بود.

درعلوم طبیعی قرن نوزدهم ــ ازچند مورد استثنایی که بگذریم ــ هیچ‌جا روش دیالکتیکی به‌کارگرفته نشده است. در آثار نظریه‌پردازان علوم طبیعی آن زمان، ناآشنایی کامل با دیالکتیك دیده می‌شود وریشهٔ اصلی بن‌بست روش‌شناسی در فیزیك، همین نادیده گرفتن دیالکتیك بوده است.

این بن‌بست درصورتی برطرف می‌شد که دانشمندان شیوهٔ تفکر ماوراءالطبیعی را کناربگذارند وروش دیالکتیك را بپذیرند. به‌هرحال، کوششی ازسوی فیلسوفان‌حرفه‌ای لازم بود تا دیالکتیك به‌قلمرو اندیشهٔ دانش‌پژوهان راه یابد. لنین در آغاز قرن‌حاضر این‌کاررا انجام داد. هم‌اکنون گروه عظیمی ازفلاسفهٔ حرفه‌ای مارکسیست به‌کارگسترش اندیشه‌های لنین وجنبه‌های فلسفی فیزیك وسایر علوم طبیعی وبقیهٔ رشته‌های خاص‌علمی اشتغال دارند.

مهم‌ترین دانشمندان قرن نوزدهم، نمایندگان ماتریالیسم تاریخی خودبخودی‌بودند. این ماتریالیسم ازطریق «پذیرش غریزی، ناخواسته، شکل نیافته وبدون آگاهی فلسفی، به‌توسط اکثریت عظیمی ازدانشمندان که به‌انعکاس واقعیت عینی جهان خارج درشعور ما توجه داشتند تجلی می‌یافت. فیزیك‌دانان تحت تأثیر اطلاعات علم خود ــ اطلاعاتی‌که قضیهٔ اصلی ماتریالیسم را تایید می‌کرد ــ ماتریالیست می‌شدند. اما ماتریالیسمی که به‌این ترتیب درمیان فیزیك‌دانان ظهور می‌یافت، پایدار نبود، چرا که این ماتریالیسم هنوز پیوندهای محکمی با تفکر ماوراء طبیعی داشت. فیزیك‌دانانی که خودبـخود به‌ماتریالیسم تاریخی روی می‌آوردند ــ بدون آنکه با دیالکتیك آشنایی داشته باشند ــ،

غالباً در دام تأثیرات ایده‌آلیستی می‌افتادند. لنین محدودیت‌های ماتریالیسم تاریخی خودبخودی را نشان داد وتاکید داشت که: «هیچ علم طبیعی وهیچ ماتریالیسمی‌نمی‌تواند درمقابله با هجوم سرسختانهٔ اندیشه‌های بورژوایی وبازگشت جهان بینی بورژوایی‌تاب بیاورد، مگر آنکه برزمینهٔ محکم فلسفی استوار شده باشد. برای پایداری دراین نبرد ونیل به‌پیروزی نهایی، دانشمند علم طبیعی باید مجهز به‌ماتریالیسم نوین یعنی‌ماتریالیسم ارائه‌شده ازسوی مارکس، باشد. به‌عبارت‌دیگر، او باید متعقد به‌ماتریالیسم‌دیالکتیک‌باشد.»

این مطالب را درمورد سایر نظام‌ها نیز می‌توان به‌همین‌ترتیب بیان کرد. مثلا در علوم انسانی که اگر درآن ماتریالیسم ابتدایی، با دیالکتیک همراه نباشد، بیشتر در معرض تأثیرات دیدگاه‌های ایده‌آلیستی خواهد بود. ازهمین روست که حتی‌برجسته‌ترین فلاسفهٔ ماتریالیست گذشته (قبل‌ازمارکس)، درمسایل اجتماعی نگرش ایده‌آلیستی‌داشتند.

البته، دیالکتیک می‌تواند ازطریق مطالعهٔ مستقیم، به‌حوزهٔ علوم وارد شود. انگلس براین نکته تأکید می‌ورزید که انسان می‌تواند تحت اجبار حقایق علوم طبیعی، به‌درک دیالکتیکی ازاین علوم دست یابد، اما بدون دانستن قوانین تفکر دیالکتیکی ، راه‌ورود اصول دیالکتیک به‌قلمروعلوم طولانی ودشوارخواهد بود. در چنین صورتی این راه «نه‌مستقیم بلکه پیچاپیچ، نه‌آگاهانه بلکه غریزی، نه‌با درک روش مقصد نهایی بلکه با نزدیک شدن حسی‌بدان، ناپیوسته وحتی گاهی وارونه خواهد بود.»

شاهراه پیشرفت علوم جدید ازکاربرد آگاهانه وگستردهٔفلسفهٔ ماتریالیسم‌دیالکتیک می‌گذرد.

درهیچ یك ازرشته‌های علوم طبیعی، دیالکتیك به‌طور کامل ظاهر نمی‌شود، بلکه درهررشته فقط بخش‌کوچکی ازمقولات آن، نقشی‌ــ آشکار یا پنهان‌ــ درافزایش‌دانش ایفا می‌کند. هیچ نظریهٔ واحدی درعلوم طبیعی، حتی اگر شامل عناصر خاصی از دیالکتیك باشد وبه‌شیوه‌ای دیالکتیکی گسترش یابد، به‌اندازهٔ فلسفه به‌طوراساسی‌متضمن دستگاهی ازمقولات نخواهد بود. علت این امر آن است،که برخلاف علوم طبیعی، که اطلاعات خود را منحصراً ازمطالعهٔ طبیعت به‌دست می‌آورند، فلسفه ازسایر حوزه‌های وجود، شناخت وعمل نیز بهره می‌جوید.

مقوله‌ها وقوانین فلسفی که درهمهٔ برداشت‌های دانشمندان وارد می‌شود، نقش اساسی درشناخت علمی دارد. قوانین ومقولات ماتریالیسم دیالکتیك پایهٔ آن‌گونه روش شناسی است که تضمین کنندهٔ انتخاب درست‌ترین سیرکلی پویش علمی وگزینش تکیه‌گاه های مطمئن برای گسترش نظریات علمی می‌باشد. سیر تحولات علوم جدید، به‌ویژه علوم طبیعی، تماماً مؤید این حقیقت است. بهره‌گیری‌آگاهانه‌ازمقولات‌فلسفهٔ‌مارکسیستی، دانشمند علم طبیعی را هرچه بیشتر قادر می‌سازد که جهات گسترش دانش علمی را در رشته خود ارزیابی وپیدایش زمینه‌ها ونتایج جدید تحقیقات را تشریح وپیش‌بینی‌کند.

ماتریالیسم دیالکتیك، پیش ازهرچیز به‌عنوان منطق وروش‌شناسی شناخت علمی و به‌منزلهٔ دستگاهی ازاصول شناخت‌ــ درحکم نظریه‌های بنیادی‌ــ به‌کارمی‌آید.

هدف اساسی ماتریالیسم دیالکتیك، که عبارت است ازیاری رساندن به‌رشته‌های

مختلف علمی درایجاد دانش‌جدید به‌بهترین نحو ممکن، بدون پرداختن به‌جنبه‌های منطقی آن دانش علمی خاص، به‌شکل کارآمدی حاصل نخواهد شد. کلام آخرآنکه، دانش جدید تنها در فرایند شناخت تجربی پدید نمی‌آید، بلکه حاصل تفکر نظری و تجزیه وتحلیل منطقی اطلاعات تجربی نیز می‌باشد. روش‌های منطق صوری رامی‌توان به‌نحو اساسی دردانش موجود به‌کاربرد. این روش‌ها، بخصوص وقتی که انسان‌بخواهد قسمتی ازکارهایش را به‌حسابگر (کامپیوتر) محول کند، اهمیت فراوانی می‌یابند. در اینجا، روش‌های منطق صوری، اگر کمك چندانی به‌ایجاد دانش جدید نمی‌کنند، در دقیق‌تر کردن دانش مربوط مفید واقع می‌شوند. ابزار منطقی اساسی برای ایجاد دانش جدید، منطق دیالکتیك است.

گسترش فیزیك وسایر علوم، مسایلی را در روش شناسی فلسفی مطرح می‌سازد که اگر فلاسفه موفق به‌جوابگویی آن نشوند، کارشناسان رشتهٔ فیزیك، خود مستقلا به‌حل آن خواهند پرداخت واین امرگاهی اوقات منجر به‌درهم پیچیدگی مطالب،اشتباه وسوء تفاهمات متقابل می‌شود.

تحلیل آثار اینشتین، بور، بورن وبسیاری دیگر ازفیزیکدانان برجستهٔ قرن‌بیستم نشان می‌دهد که آنان تا چه حد به‌فلسفه توجه داشته‌اند. آنها از زمینهٔ تاریخی‌ومحدودیت های نظام‌های فلسفی پیش از مارکسیسم (ماتریالیسم مکانیکی و مکتب‌های گوناگون فلسفهٔ ایده‌آلیسم) که تا آن‌زمان شناخته شده بود، آگاه بودند ولی درعین‌حال، عناصر معقولی نیز دراین تعالیم گذرا می‌یافتند. ماکس‌بورن می‌نویسد: «هردوران علمی،دارای کنش متقابلی با نظام‌های فلسفی آن‌زمان است...» بورن (همچون بسیاری دیگر از فیزیك‌دانان مترقی) به‌انتقاد ازمکتب اثبات‌گرایی (پوزیتیویسم) پرداخت واین خود نشان می‌دهد که اواین مکتب ونیز سایرانواع ایده‌آلیسم ــ را فلسفهٔ روزبه‌شمارنمی‌آورد. گرچه او به‌این شناخت نایل نیامد که تنها فلسفهٔ علمی برای زمان حاضر، ماتریالیسم دیالکتیك است.

اینشتین هم به‌مسایل فلسفی توجه زیادی مبذول می‌داشت ومعتقدبودکه:«تعمیم‌های فلسفی باید برپایهٔ نتایج علمی صورت بگیرد. این‌تعمیم‌ها ــ درصورتی که درست انجام بگیرند وپذیرفته شوند ــ غالباً می‌توانند برگسترش اندیشهٔ علمی ــ با مشخص‌کردن مسیر درست‌آن درمیان انبوه مسیرهای ممکن ــ تأثیر بگذارند.»

اینشتین که مانند بورن از نظریهٔ ایده‌آلیستی شناخت ناراضی بود، همچون او سعی‌کرد که خود نظریه‌ای دراین باب ارائه دهد. در نظریه‌ای که اینشتین بیان‌کرده است، ردپای عناصر دیالکتیك را به‌روشنی می‌توان یافت.

تحلیل دیالکتیکی ــ منطقی، در درجهٔ اول به‌مسایل عمدهٔ علم جدید تکیه می‌کند و خود را به‌بازسازی دیالکتیك تفکری که به‌نظریات فلسفی گذشته مربوط شود، محدود نمی‌کند ــ هرچند این مورد اخیر به‌نوبهٔ خود اجتناب ناپذیر است. تحلیل دیالکتیکی ــ منطقی، که ناظر به‌گذشته باشد، مسلماً بهتر از تحلیلی است که از تصورات کمك بگیرد، ولی به‌هرحال، دانشمندان به‌کنکاش دربارهٔ مسایل روز علاقه‌مندند، نه‌به‌فراگیری مسایلی

که در گذشته ــ ولو به‌صورت دیالکتیکی ــ حل شده است. در واقع، همکاری ثمربخش فیلسوفان در شکل‌پذیری رشته‌های خاص دانش علمی‌نوین، عبارت است از کمکی که براساس روش شناسی، در حل مسایل مهمی که در حال‌حاضر در هر رشتهٔ علمی پیش می‌آید، عرضه می‌دارند.

با به‌کاربستن روش دیالکتیکی ــ منطقی، فیلسوف می‌تواند به‌یك‌بعدی بودن و محدودیت‌های پیشرفت‌هایی که در یك رشتهٔ خاص علمی پیش می‌آید دقیق شود و راه‌هایی برای برطرف‌کردن آن پیشنهاد کند. این امر در صورتی مقدوراست که گسترش دانش در یك رشتهٔ علمی مورد نظر نه‌به‌صورت ایستا ــ آنچنانکه در منطق صوری رایج است ــ بلکه به‌شیوه‌ای پویا، مورد تحلیل قرار گیرد. به‌علاوه، فیلسوف می‌تواند بااستفاده از ظرفیت فراوان مقوله‌های دیالکتیکی از جنبهٔ روش‌شناسی، جهت‌های کلی گسترش مفاهیم و نظریات علمی را در یك رشتهٔ خاص، تا حد معینی تفکیك کند.

فلسفه و فیزیك تأثیر متقابلی بر یکدیگر دارند. ظاهراً این موضوع از لحظه‌ای آشکار شد که مکانیك از فلسفهٔ طبیعی جدا شد و به‌صورت علم مستقلی درآمد وبه‌نخستین پیشرفت‌های عمده دست‌یافت، که مهم‌ترین آنها کشفیات نیوتون بود (یعنی همزمان با انتشار کتاب «اصول ریاضی» در سال ۱۶۸۷). از آن پس، مکانیك تأثیر مهمی بر اسلاف فلسفی مارکس و انگلس، بخصوص برماتریالیست‌ها داشته است. این نخستین‌دوران تأثیر مکانیك و ریاضیات بر فلسفه را می‌توان دوران مکانیکی نامید.

در قرن نوزدهم، سه‌کشف بزرگ در قلمرو طبیعی، در شکل‌پذیری و ظهورفلسفهٔ مارکسیستی نقش داشته است: قانون بقا و تبدیل انرژی، ساختمان سلولی اندام‌ها و نظریهٔ تکامل داروین. این تأثیرات علوم طبیعی برفلسفه، موجب شد که انگلس وپس از وی لنین (براساس کشفیات دیگری‌درفیزیك)، نظربدهند که با هرکشف‌دوران‌ساز در علوم‌طبیعی (بدون‌درنظر گرفتن تاریخ‌زندگی‌انسان) ماتریالیسم بایدبناگزیرتغییرشکل‌بدهد.

فلسفهٔ مارکسیستی را بنیان‌گذاران آن اساساً برپایهٔ تحلیل تحولات اجتماعی، یعنی براساس علم جامعه به‌وجود آوردند. در کتاب کاپیتال، تعالیم ماتریالیسم‌دیالکتیك دربارهٔ تحول، به‌بهترین شکل، نمودار شد. در همان زمان پایه‌گذاران مارکسیسم، به اطلاعات ناشی از علوم طبیعی نیز توجه داشتند.

فیزیك و زیست‌شناسی در قرن حاضر نیز همچنان برتحولات فلسفهٔ مارکسیسم ــ لنینیسم تأثیر می‌گذارند و از نیمهٔ این قرن، علم سیبرنتیك نیز به‌این‌دو پیوسته است. اکنون که گسترش انقلاب علمی و صنعتی نوین باشتاب به‌پیش می‌رود، دیگر نمی‌توان از تأثیر یك کشف بزرگ سخن گفت، بلکه در حال‌حاضر، تأثیر کلی و نظام یافتهٔ همهٔ علوم جدید برفلسفه مطرح است. و علاوه برعلوم طبیعی، همهٔ علوم اجتماعی ــ فنی و سایر رشته‌های کاربردی و اختصاصی علوم نیز در این میان نقش دارند. در این‌رابطه، مجموعهٔ علومی که با انسان و محیط سروکار دارد، اهمیت فوق‌العاده‌ای می‌یابد.

این اثرگذاری بر فلسفه، موجب تحول و غنای مجموعهٔ مقوله‌های ماتریالیسم دیالکتیك و تغییرپذیری آن به‌مقتضای شرایط نوین می‌شود. با تکیه براطلاعات نویافتهٔ

علوم طبیعی و اجتماعی و با تعمیم این اطلاعات، فلسفه محتوای مقولات سنتی خود را غنا می‌بخشد و با پیدایش مقوله‌های جدید، کامل‌تر می‌شود. منظور، تعمیم و تعمیق محتوی و تشخیص اساسی‌ترین جنبه‌های معرفت علمی در یك رشتهٔ خاص و بررسی گرایش های منطقی وشناختی، در تحولات مفاهیم مربوط به‌آن است.

با درنظر داشتن شناخت به‌عنوان یك فرایند تاریخی، که جهان را هرچه‌عمیق‌تر و فعالانه‌تر در اندیشهٔ انسان منعکس می‌کند، باید مقولات شناخت راهم در سیرتحولات تاریخی‌شان در نظر بگیریم. جوهر تاریخی مقولات شناخت، از جهات مختلف آشکار است: مثلا در قابلیت کلی مقوله‌های علمی برای تبدیل به‌مقولات فلسفی و در محدود بودن اهمیت برخی مقولات فلسفی خاص، به‌حالت‌های خاصی از جهان و جنبه‌های ویژه‌ای از فرایندهای دگرگونی جهان. مثلا در گذشته، مقوله‌هایی چون «جسم» و «جرم»، مقولات فلسفی تلقی می‌شدند و عقیده براین بود که محتوای این مقولات، همان محتوای مقولهٔ «ماده» است. اکنون می‌دانیم که مقولهٔ «جسم»، فقط به‌حالت ویژه‌ای از مادهٔ در حال حرکت مربوط می‌شود. اکنون در فیزیك، مقولهٔ «میدان» همپای مقولهٔ «جسم» وجود دارد.

تحلیل فلسفی مسایل فیزیك نوین به‌هیچ‌وجه نمی‌تواند جانشین تحقیقات ویژهٔ علمی شود. فقط در توضیح مسایلی که فراتر از محدودهٔ نظریه‌های علمی یك رشتهٔ‌خاص و فراتر از قلمرو مسایل قابل حل یك رشتهٔ علمی خاص توسط منابع خودآن‌علم‌باشند، فلسفه می‌تواند مفید واقع شود. تحقیقات فلسفی، در رابطه با یك علم خاص، به‌منزلهٔ تحقیقاتی «ماوراء نظری» عمل می‌کند. تحقیق فلسفی عبارت است از تحلیل زندگی واقعی پررشتهٔ خاص علمی، از یك دید خاص، یعنی از دید فلسفی. این تحلیل، برای متخصصی که بخواهد از حوزهٔ بلاواسطهٔ خود فراتر رود، شدیداً مورد نیاز است.

علاوه بر چند جنبه‌ای که از پیوند میان فیزیك و فلسفه ذکر شد، این پیوند به‌اشکال گوناگون دیگر نیز متجلی می‌شود. کاملا روشن است که مطالعهٔ این مسئله و نتایج حاصل از آن، دارای ارتباط مستقیمی با تحولات شناخت علمی و مرحلهٔ فعلی مبارزه با فلسفهٔ ایده‌آلیستی است. در زمان ما نیز، همچون زمان لنین، مخالفان مابرای مبارزه، در صدد استفاده از پیشرفت‌ها و کشفیات علوم جدید برمی‌آیند.

در آغاز قرن بیستم، برخی از فلاسفهٔ ایده‌آلیست و عده‌ای از فیزیك‌دانان، با نگرشی همانند، ادعا کرده‌اند که پیشرفت علم، ماتریالیسم را رد می‌کند. درآن زمان آنها به«انقلاب فیزیك» اشاره می‌کردند. انقلاب فیزیك به‌دنبال چند کشف علمی(پرتو ایکس ، تلاشی رادیوآکتیواتم و غیره) مطرح شد، که عام بودن تعدادی از نظریه‌های فیزیك را مورد تردید قرار می‌داد.

در چنین شرایطی، تحلیل علمی واقعی و تعمیم فلسفی درست کشفیات فیزیك، با نگرش ماتریالیسم دیالکتیك، اهمیت فوق‌العاده‌ای در نظریه و عمل انقلابی به‌دست آورد. لنین در کتاب ماتریالیسم و امپریوکریتیسیسم (ماده‌گرایی و نقد تجربی)، دیالکتیك مارکسیستی را به‌شیوه‌ای خلاق به‌کارگرفت و از پیشرفت‌های فیزیك درعصر

خود، نتایجی دربارهٔ شناخت، برپایه‌ای علمی ارائه کرد. او نشان داد که کوشش ایده‌آلیست‌ها برای اثبات «فروپاشی ماتریالیسم»، فاقد اساس علمی است. وی همچنین تناقضات عمیقی را که مشخصهٔ این دوره از تحول ایده‌آلیسم است، مشخص کرد وفلسفهٔ مارکسیسم را با اندیشه‌های نوینی غنا بخشید. لنین ثابت کرد که کشفیات جدید فیزیك، نه‌تنها تناقضی با فلسفهٔ ماتریالیسم دیالکتیك ندارد، بلکه مؤید آن نیز هست.

جالب اینکه بسیاری از فیزیك‌دانانی که برموضع ماتریالیسم ابتدایی پامی‌فشردند، از دیدگاه‌های رایج ایده‌آلیستی انتقاد می‌کردند، مثلا وقتی که تلاشی رادیوآکتیو نشان داد که اتم دارای ساختمانی پیچیده است، ن.آ.اوموف فیزیك‌دان مشهور روسی نوشت: «اوضاع جهان دوران اتم، خواص و قوانینی را آشکار خواهد ساخت که شاید با خواص و قوانین فیزیك قدیم ــ که دیگر کهنه شده است ــ متفاوت باشد. آیا ازلابلای این سخنان نغمهٔ ناامیدی شنیده نمی‌شود؟ درست به‌قلهٔ حقیقت دست‌یافته بودیم؛ که‌ناگهان آنچنان از ما دور شد که حتی نمی‌توانیم فاصلهٔ آن را تخمین بزنیم! آری، همین‌طور است، ولی ما دریافته‌ایم که هدف علم فیزیك، تنها توضیح پدیده‌ها و جستجوی روابط میان آنها ــ یعنی قوانین فیزیکی ــ نیست. علم فیزیك به‌پشتوانهٔ روش‌های تجربی و نظری خود، مارا با واقعیت یگانه‌ای که فراتر از محدودهٔ حواس وجود دارد، آشنا می‌کند. بدین ترتیب یك باردیگر به‌عظمت و تسخیرناپذیری قلهٔ حقیقت پی‌می‌بریم و این آگاهی ضامن گسترش پیگیر و حیات ناپژمردنی اندیشهٔ علمی است.»

سخنان م.ی. گلداشتاین، درکتاب «مبانی فلسفهٔ شیمی» بیانگر نگرشی متضاد با اوموف، می‌باشد. این مؤلف در بخش نخست کتاب خود می‌نویسد: «فلسفهٔ نوین (فلسفهٔ ماخیستی)* با دلایل درست به‌ما می‌گوید که هرگز نمی‌توانیم به‌مطالعهٔ جهان خارج بپردازیم، زیرا هرمطالعه‌ای در وهلهٔ اول از برداشت‌هایی تشکیل می‌شود و هربرداشت ما، یك فرایند روانی است که در درون خودمان صورت می‌گیرد. بنابراین، ما جهان خارج را نمی‌شناسیم، بلکه ادراکات خود را برجهان خارج تصویر می‌کنیم. پس موضوع مطالعات ما، چیزی جز همان ادراکات خودمان نیست. و اینکه آیا واقعاً، علت‌ها ــ پدیده‌های خارجی‌که موجب پیدایش این برداشت‌ها می‌شوند ــ چه‌هستند، سؤالی است که پاسخ آن را نه‌می‌دانیم و نه می‌توانیم بدانیم.» مؤلف پس از این اظهار نظر، چنین ادامه می‌دهد: «در این مورد جای هیچ تردید نیست. اولا، خودمابه این مطالب اعتقاد داریم‌وثانیاً، اگرهم‌بااین‌نظرمخالفت‌کنیم، هیچ‌گونه‌بحثی، نتیجه‌ای درپی‌نخواهدداشت.»

* مکتب منسوب به‌ارنست‌ماخ، (۱۹۱۶ــ۱۸۳۸) فیزیك‌دان‌وفیلسوف اتریشی که ایده‌آلیست ذهنی وازبنیان‌گذاران امپریوکریتیسیسم بود. اواشیا را به‌منزلهٔ «مجموعه‌ای از احساسات» دانست وبه‌مقابله با ماتریالیسم فلسفی برخاست. با تکیه برفلسفهٔ هیوم، به‌نفی ایده‌های علت، ضرورت وذات قایل بود، زیرا اینها ازطریق تجربه حاصل نمی‌شوند. بنابه‌اصل «اقتصاد تفکر» در فلسفهٔ ماخیستی، تبیین جهان باید تنها شامل «عناصر خنثای تجربه» باشد. فقط این عناصر (که به‌نظر ماخ‌همان‌حواس بودند) وروابط کارکردیشان واقعی است. به‌نظر ماخ تحقیقات جسمانی شامل تحلیل روابط داخلی این عناصر وتحقیقات روان‌شناسی تحلیل روابط اندام انسان یا عناصر مذکور است. ماخ مفاهیم و نهادها را مجموعه‌ای از احساسات وعلم را مجموعه‌ای کلی از فرضیاتی می‌دانست که مشاهدهٔ عینی می‌تواند جانشین آن شود. لنین درکتاب ماتریالیسم وامپریوکریتیسیسم، ایده‌آلیسم ذهنی ماخ را ردکرده است. م.

بدین ترتیب ما بادونگرش متفاوت مواجه هستیم. گذشت زمان، درستی نظرات ن.آ.اوموف را به‌ثبوت رسانده است و ماتریالیسم بدوی طبیعت‌گرایان را با سلاح ماتریالیسم دیالکتیك، از گردونه خارج کرده است.

یکی از مهم‌ترین گرایش‌ها در علوم جدید، به‌کارگرفتن دیالکتیك در تلاش نظری و تجربی برای اکتشاف جهان پیچیده و پرتناقض ماست. اتفاقاتی رخ می‌دهد که از دید ماوراء طبیعی، مطلقاً باور نکردنی است، ولی درچارچوب‌ماتریالیسم‌دیالکتیك، قابل درك و امکان‌پذیر است. مثلا، «خلاء کامل»، فضای مطلق نیوتون، که اجرام درون آن درحرکتند، از سوی علم رد شده؛ به‌جای آن، جهان یگانهٔ اینشتین ظهور یافته، و آن ناپیوستگی که در گذشته میان جرم و زمان وجود داشت ازمیان رفته و معلوم شده است که این‌دو، در یك کل تجزیه‌ناپذیر، با یکدیگر مرتبطند که در آن کل، خواص هندسی فضا را جرم‌ها تعیین می‌کنند.

غرابت ماوراء طبیعی که در فیزیك قدیم، میان ناپیوستگی و پیوستگی، میان ذره و موج، در کار بود، به‌وسیلهٔ مکانیك کوانتوم کنار گذاشته شده است و ازدیدفیزیك‌دان امروزی، این پدیده‌ها با یکدیگر تضاد و وحدت دیالکتیکی دارند.

ترکیب گستردهٔ دانش علمی ایجاب می‌کند که دانشمندان درك عمیقی از فرایند پیدایش نظریه‌های جدید و دلایل محدودیت‌های موجود در نظریه‌های قدیم، داشته‌باشند. بدین‌سان، طالب علم چه بخواهد و چه نخواهد، با فلسفه نیز سروکار دارد. علوم‌طبیعی با چنان سرعتی گسترش می‌یابند و دستخوش چنان تحولات و دگرگونیهای عمیق و انقلابی در همهٔ زمینه‌ها می‌شوند که ناگزیر باید به‌نتایج فلسفی متوسل شوند.

هر دانشمندی در هر رشته، هنگام تحلیل نتایج کارش ــ غالباً بی‌آنکه خودبداند ــ سؤالی در مورد رابطهٔ بین مفاهیم و نظریه‌های موجود در دانش خود از یك‌سو وواقعیت عینی، از سوی دیگر، در برابر خویش قرار می‌دهد، و اگرچه حتی ممکن است‌صادقانه معتقد باشد که توجهی به‌فلسفه ندارد، ولی این سؤال دارای ماهیت فلسفی عمیقی است و گسترش هر رشتهٔ دانش، نیازمند یافتن پاسخی بدین سؤال است.

بعضی فیزیك‌دانان برآنند که در پاسخ‌دادن به‌این مسئلهٔ اساسی فلسفه، از مرز ماتریالیسم و ایده‌آلیسم فراتر می‌روند و خود را بالاتر از این «محدودیت‌ها» و دور از دسته‌بندی‌های فلسفی می‌دانند.

ولفگانگ پائولی، فیزیك‌دان برجسته، در یك گردهمایی بین‌المللی در زوریخ، اظهار داشته است: «برای روشن شدن فیلسوفان، باید بگویم که من به‌هیچ‌جریان خاص فلسفی که با این یا آن «ایسم»... نامیده می‌شود، تعلق ندارم... گرایش کلی من آن‌است که حد واسطی را میان جریان‌های افراطی حفظ کنم.»

ولی او به‌نیت درونی خود واقف نبود، چرا که این امر قابل وقوف نبوده است. در واقع، پائولی، برخلاف‌آنچه‌اظهارکرده، پیوسته‌بین‌ماتریالیسم و ایده‌آلیسم‌درنوسان‌بود.»

می‌دانیم که اصولا دوجواب برای مسئلهٔ اساسی فلسفه وجوددارد:جواب‌ماتریالیستی که بنابرآن، واقعیت عینی و خواص و نظم‌های موجود در آن، در نظریه‌ها و مفاهیم

موجود در کلیهٔ علوم انعکاس می‌یابد، و پاسخ ایدآلیستی که براساس آن، نظریه‌ها و مفاهیم، هیچ ارتباطی با واقعیت ندارند و محصول فعالیت آزادانهٔ ذهن هستند و منعکس کنندهٔ واقعیت عینی و خواص و فرایندهای آن نیستند. جواب سومی در کار نیست.

نظریهٔ نسبیت عمومی و نسبیت خصوصی، مکانیك کوانتوم، نظریهٔ ذرات بنیادی و سایر دستاوردهای فیزیك نوین، با نام اینشتین، بور، بورن، هایزنبرگ، دیراك، پائولی، شرودینگر، دوبروی و بسیاری از دانشمندان برجستهٔ دیگر همراه است. این نظریه‌های فیزیکی که واقعیت را تا درجهٔ معینی از دقت منعکس می‌کنند، ماهیتاً ماتریالیستی و تا حدمعینی دیالکتیکی هستند.

شناخت واقعیت جهان خارج، شرط اصلی فعالیت علمی است. اینشتین این مطلب را به‌خوبی بیان کرده است. «اعتقاد به‌وجود یك جهان خارجی مستقل از عامل درك کنندهٔ آن، اساس همهٔ علوم طبیعی است. و این تلقی نمی‌تواند برموضع‌گیری‌دانشمندان پیشتاز فیزیك نوین، از لحاظ فلسفی بی‌تأثیر باشد.»

سخنان و.آ.فوك، عضو فرهنگستان علوم، در این مورد به‌تمامی پذیرفتنی است: «برداشت کلی خواننده از همهٔ آثار بور، باشروع‌ازهمان‌نخستین تألیفات وی، دیالکتیکی بودن عمیق آنهاست. بور، هنگامی که از موضع مفاهیم و دیدگاه‌های کهن با پدیدهٔ نوینی در طبیعت روبرو می‌شود، و در نتیجه به‌تناقض می‌رسد، به‌هیچ‌روی از پانمی‌نشیند و در جستجوی راه حل این تناقض از اندیشه‌های نویاری می‌جوید. این دیالکتیك‌گرایی، کاملا آگاهانه است: بوربه‌من گفت که در دوران جوانی دیالکتیك را مطالعه کرده و همیشه بدان ارج فراوان نهاده است.»

با اینهمه، متأسفانه نمی‌توان بور را پیرو ماتریالیسم دیالکتیك دانست. وی‌گهگاه نظراتی ارائه می‌داد که در خور ایده‌آلیست‌ها بود. این امر، از جمله، هنگامی پیش‌آمد که او درتبیین‌پدیده‌های مربوط‌به‌زندگی اجتماعی به‌اصل «مفاهیم‌تکمیلی» توسل‌جست.

در واقع، تنها دوبروی ، بنیان‌گذار مکانیك موجی، نظرات ماتریالیستی خود را به‌روشنی بیان کرده است. همهٔ فیزیکدانان دیگری که از آنها نام برده شد، اعلام می‌داشتند که فراتر از قلمرو ماتریالیسم و ایده‌آلیسم هستند. با اینهمه در برخورد با واقعیت عینی، در فعالیت عملی‌شان در حوزهٔ علم، نهایتاً با مقدمات ماتریالیستی پیش می‌رفتند که غالباً به‌طور غیر مستقیم، اصول روش‌شناسی هدایت کنندهٔ شناخت، در جستجوی حقیقت به‌شمار می‌آمد.

---

* اصل مفاهیم تکمیلی، یك اصل روش‌شناسی است‌که توسط بور به‌منظور توجیه مکانیك‌کوانتوم پیشنهاد شد. این اصل را می‌توان بدین صورت بیان کرد: برای نمایاندن جامعیت یك پدیده، شناخت باید از گروه مفاهیم تکمیلی که مجزا ازیکدیگرند استفاده کند. در آثار کسانی که نمایندگان‌مکتب کپنهاك به‌شمار می‌آیند (جرون، فرانك وسایر هواداران دیدگاه‌های اثبات‌گرایانهٔ افراطی) ایـن اصل به‌قصد دفاع ازدیدگاه‌های ایده‌آلیستی‌وماوراء طبیعی درمورد فضا، زمان وعلیت به‌کاررفته‌است. با قایل شدن اهمیت مطلق برای نقش ابزارها در جهان بینهایت کوچك وتفسیر نادرست آن تحت عنوان «پراکندگی غیرقابل کنترل»، آنها ازیك‌سو فضا وزمان وازسوی دیگر علیت را مشخصه‌های تکمیلی مجزا، در فرایندهای بی‌نهایت کوچك خواندند. ضرورت استفاده از «مفاهیم تکمیلی» نـه به‌خاطر ماهیت عینی اشیای بی‌نهایت‌کوچك بلکه ناشی ازغرابت‌های فرایند شناخت بود وبا مداخلهٔ خود خواستهٔ مشاهده‌گر، همراه بوده است. م.

ماده و حرکت

سال‌ها پیش، همزمان با آغاز نخستین مطالعات دربارهٔ ساخت هستهٔ اتم، در همهٔ نوشته‌های علمی و به‌خصوص در متون عامه فهم، در تعریف اتم عباراتی آورده می‌شد، چون: «ذرات نهایی سازندهٔ ماده»، «ذرات نادیدنی سازندهٔ ماده»، «کوچک‌ترین واحد های تشکیل دهندهٔ جوهر ماده» وعبارات دیگری ازاین دست.

ماده چیست و چه‌مفهومی دارد؟ فیزیك کاری به‌مفهومها ندارد و تنها بـه مطالعهٔ اتمها و اجزای سازندهٔ آنها می‌پردازد.

در این شناخت، مفهوم‌ها و از جمله مفهوم فلسفی ماده چه‌نقشی دارند؟ این‌سؤال امروز هم دارای اهمیت است و به‌همین دلیل در مورد ماده و اشکال بنیادی وجود آن، گفتگومی‌کنیم. برای انسان، در جریان فعالیت‌های عملی، طی واکنش متقابل با اشیای پیرامون خود و در مشاهدهٔ اشکال متنوع اشیای موجود، حتی در عهد باستان این سؤال مطرح بوده است‌که: آیا در این تنوع بی‌شمار اشیا و پدیده‌ها، چیزی‌بنیادی وجود دارد؟

هزاران سال طو ل‌کشید تا انسان به‌این نتیجه رسید که موجودات، اشیا واجسامی خارج از او و مستقل از او، وجود دارند. این نتیجه‌گیری یکی از مهم‌ترین گامها در گسترش آگاهی انسان بود.

مدتها بعد، متفکران یونان قدیم، هنگام تلاش برای توضیح پدیده‌های طبیعت، اصلی مبنی بروحدت اشیا را مسلم شمردند. این اصل یگانه به‌نظر طالس «آب»، برای آناکسیماندر[1] «بی‌نهایت»، از دید آناکسیمنس[2] «هـوا» و از نظـر هراکلیتوس[3] «آتش» بود.

«این همان ماتریالیسم خودبه‌خودی اولیه است که به‌طور کاملا طبیعی، وحدت اشکال بی‌شمار پدیده‌های طبیعی را امری مسلم می‌شمارد و آن‌را در چیزی مشخصاً مادی، در چیزی خاص جستجو می‌کند آن‌چنان که طالس[4] این چیزرا «آب»می‌داند.»[5]

از نظر طالس این بنیان اولیه (آب) به‌طور محسوس عینی است، اما به‌عقیدهٔ شاگرد او، آناکسیماندر، این بنیان (بی‌نهایت) فاقد عینیت محسوس است. او به‌مادهٔ نامتناهی و نامعین نظر دارد. این گام مهمی در تحول مفهوم ماده بود. اما بیش از دو هزار سال طول کشید تا تعریف علمی درستی از مقولهٔ ماده به‌دست‌آید.

تاریخ فلسفه و علوم طبیعی سراسر حاکی از مبارزه میان دیدگاههای‌ماتریالیستی و ایده‌آلیستی در مورد جهان و نبرد بین برخوردهای ماورای طبیعی و دیالکتیکی به پدیده‌های جهان است. این مبارزه پیش از هر چیز به‌نظریات متفاوت در مورد ماهیت

ماده مربوط می‌شد.

قضایای فراوانی در مورد ماهیت ماده از زمان گذشته به‌جای مانده که حتی در علوم نوین اهمیت خود را حفظ کرده است (از جمله در مورد حادث نبودن و از بین نرفتن مادهٔ در حال حرکت و در مورد استقلال ماده از شعور انسان)؛ اما در مجموع، نظرات راجع به‌ماده در فلسفه‌های پیش از مارکسیسم، محدود و ماورای طبیعی بودند.

نظرات اتمیستی دموکریت[۶] تأثیر زیادی در افکار فلاسفهٔ مادی پیش از ظهور مارکسیسم و مهم‌ترین طبیعت‌گرایان پیش ازقرن نوزدهم گذاشت. متفکران گذشته، به‌تبعیت از اوکیپوس و دموکریت اتم را ذرهٔ تقسیم‌ناپذیر، بدون ساختمان و نامتغیر و به‌عنوان ذرهٔ نهایی دانستند که همهٔ اشیای مادی از آن ساخته شده است. در مکانیك نیوتون، جرم به‌عنوان یك مقدار ثابت نقش خاصی دارد ونیوتون آن را اندازهٔ کمیت جرم به‌شمار آورد. فلاسفه و فیزیك‌دانان بعد از وی، آن را با خود ماده معادل شمردند.

در افکار ماده‌گرایان قبل از پیدایش مارکسیسم، پیوندی میان مفهوم ماده و برخورد ماتریالیستی با مسئلهٔ اساسی فلسفه ــ یعنی تقدم ماده یا شعور ــ وجود نداشت. آنها به‌جای توجه به‌رابطهٔ میان مقولهٔ «ماده» با مقولهٔ «شعور»، ارتباط آن را با مقولات «صورت»، «عرض» و «حرکت»، مورد نظر داشتند. گسترش علوم طبیعی (مکانیك، فیزیك، زیست‌شناسی، شیمی و غیره) در قرون هفدهم و هجدهم موجب تحول نظرات مربوط به‌ماده شد. این تحول براساس نظریهٔ تقدم (جسم)، ساخت اتمی اجسام و اهمیت قاطع جرم، که به‌تدریج خصلت بنیادی ماده محسوب می‌شد، صورت گرفت.

این طرز فکر در قرن ۱۹ توسط مندلیف[۷]، دانشمند شهیر روس به‌طورخلاصه بیان شده بود: «جسم یا ماده، آن چیزی است که فضا را اشغال می‌کند، دارای وزن است و به‌عبارت دیگر جرم دارد... ــ چیزی که موجودات طبیعت سراسر از آن ساخته شده‌اند و حرکت و پدیده‌های طبیعی توسط آن صورت می‌گیرد.»[۸] ماتریالیست های قرن هجدهم و فوئرباخ[۹] در قرن نوزدهم پیشرفت‌های مهمی را در شکل‌گیری مفهوم ماده و مقابلهٔ آن با روح، باعث شدند، اما تنها انگلس پاسخ ماتریالیستی منسجمی به‌مسئلهٔ اساسی فلسفه داد. تعالیم مربوط به‌ماده در آثار لنین گسترش بیشتری یافت.

لنین ثابت کرد که ماده را در کلی‌ترین شکلش، تنها از طریق رابطه‌ای که با شعور انسان دارد، می‌توان تعریف کرد. در واقع، انسان طی فعالیت‌های گوناگون، در مقابل دو حقیقت انکار ناپذیر قرار می‌گیرد: اول، اینکه انسان در محیطی خاص و تحت شرایطی خاص ــ در طبیعت و در جامعه ــ به‌سر می‌برد، و دوم اینکه هر انسانی دارای دنیای روحی مخصوص به‌خود است. مسئلهٔ اساسی که در تعالیم همهٔ فلسفه‌ها جنبه بنیادی دارد از همین رابطه میان تفکر و وجود، میان روح و طبیعت،

ناشی می‌شود. فلسفهٔ مادی به‌این سؤال چنین جواب می‌دهد: یك واقعیت عینی مستقل از انسان و انسانیت وجود دارد، این همان ماده است که بر شعور انسان تقدم دارد.

شعور انسان و شعور ناقص حیوانات، خاصیت مادهٔ فوق‌العاده سازمان یافته است، بنا براین ،شعور نمی‌تواند بدون ماده وجود داشته باشد، در حالی که ماده پیش از پیدایش انسان و شعور انسانی، وجود داشت. در عمل، شعور عبارت است از بازتاب جهان مادی در مغز انسان.

لنین، براساس نگرش ماتریالیستی به‌مسئلهٔ اساسی فلسفه، عام ترین تعریف ماده را به‌صورت زیر بیان کرد: «ماده مقوله‌ای است فلسفی و به‌آن واقعیت عینی اطلاق می‌گردد که توسط حواس انسان دریافت می‌شود و به‌وسیلهٔ همین حواس نسخه‌برداری، عکس‌برداری و منعکس می‌شود و در عین حال مستقل از این حواس است.»[۱۰]

در تعریف لنین، تاکید متوجه ویژگی کلی و مطلق ماده است، خصوصیتی که به‌همهٔ اشکال شناخته و ناشناخته ماده تعلق دارد. این ویژگی عبارت است از «واقعیت عینی» بودن، وجود خارجی داشتن و مستقل ماندن از هرگونه شعور.

نه‌تنها اشیایی که مستقل از فعالیت بشری در طبیعت وجود دارند (خورشید، زمین و غیره) بلکه همچنین اشیایی که توسط کارانسان به‌وجود آمده (دستگاه‌ها، ساختمان‌ها، جاده‌ها و غیره) مادی هستند، زیرا دستهٔ اخیر نیز مستقل از شعور انسان وجود دارند و نتیجتاً هنگامی که فردخاصی دیگر آنها را حس نکند یا به‌آنها فکر نکند، از بین نمی‌روند.

لنین در نوشته‌های فلسفی خود توجه زیادی به‌مفهوم ماده مبذول داشته است، زیرا چه در آن زمان و چه در حال حاضر، این مقولهٔ بنیادی فلسفهٔ مادی آماج حمله ماخیست‌ها[۱۱]، نئوتومیست[۱۲]ها و نمایندگان سایر مکاتب و جریانهای فلسفهٔ ایده‌آلیستی بوده است. آنها، با تحریف ماهیت کشفیات جدید فیزیکی و با سوء استفاده از مشکلاتی که در نتیجهٔ فروپاشی نظرات کهن و توسعهٔ دانش ما نسبت به‌طبیعت، ایجاد شد، ادعا می‌کنند که «ماده» و به‌دنبال آن، ماده‌گرایی «نابود شده است.» متأسفانه برخی از فیزیك‌دانان نیز با آنها هماواز شده‌اند.

مثلا، ما نمی‌توانیم با بسیاری از گفته‌های ورنرهایزنبرگ دانشمند آلمانی در فیزیك نظری موافق باشیم وقتی که با نادیده گرفتن ماتریالیسم دیالکتیك، ماتریالیسم را با ماتریالیسم مکانیستی[۱۳] معادل می‌شمارد و برآن است که ذرات بنیادی از جوهر واحدی (انرژی) ساخته شده‌اند، که این ذرات به‌تعبیری، شکلی هستند که انرژی باید برای تبدیل شدن به‌ماده، به‌خود بگیرد و اینکه «فیزیك اتمی نوین، علوم طبیعی رااز مسیر ماتریالیستی که در قرن نوزدهم می‌پیمود، خارج کرده است.»[۱۴]

آرتورمارك، فیزیك‌دان اطریشی، از این هم فراتر رفته وادعا کرده است که «ذرات بنیادی فاقد ماهیت مادی‌اند.» و «هیچ جنبهٔ مادی در الکترون وجود ندارد» و «فاقد جسمیت بودن ذرات بنیادی تکان دهنده‌ترین مشخصهٔ فیزیك نوین است که بی‌شك تأثیر قاطعی بر اوضاع معنوی علوم دقیقه خواهد گذاشت، زیرا واضح

است که فیزیك دیگر قایل به‌وجود ماده نیست و تنها معتقد به‌شکل است و به‌همین خاطر با روحیهٔ ماتریالیستی که قرنها بر علوم حاکم بوده است، سازگار نیست.»[۱۵]

در هر صورت، بررسی کامل مقالهٔ مارك مارا به‌این نتیجه می‌رساند که او در واقع به‌مخالفت با ماتریالیسم ماورای طبیعی برخاسته است، نه ماتریالیسم دیالکتیك؛ اما، چون به‌غلط این دو را معادل می‌شمارد، زمینه‌ای فراهم می‌کند که گفته‌هایش به‌عنوان نفی ماتریالیسم به‌طور کلی تفسیر شود. با این حال، در همان مقاله می‌خوانیم که: «الکترون... نمی‌تواند محصول توخالی تخیل ما باشد، باید چیزی واقعی‌باشد که در مشاهدات ما پدیدار می‌شود...»[۱۶] سخن مارك را درمورد اینکه «ماتریالیسم ماورای طبیعی ورشکسته شده است» می‌توان پذیرفت، اما مارك با ماتریالیسم دیالکتیك آشنا نیست و مخالفت خود را با ماتریالیسم ماورای طبیعی به‌سطح نفی «شیوهٔ تفکر ماتریالیستی» و نفی ماتریالیسم به‌طور کلی، گسترش می‌دهد.

ایده‌آلیسم همیشه از جایگزینی نادرست مفاهیم، ناسازگاری و ناتوانی فلسفی طبیعت‌گرایان به‌نفع خود بهره‌برداری کرده است. ایده‌آلیست‌ها با ردیف کـردن عباراتی از نوع فوق برآنند که «ماتریالیسم»، براثر پیشرفت‌های فیزیك نوین «رد شده است.»

نئوتومیست‌های معاصر، مبارزهٔ دقیقاً حساب شده‌ای را علیه تعریف و درك ماتریالیستی از ماده، در پیش گرفته‌اند. مثلا پل‌گرنه، پروفسور نئوتـومیست در انستیتوی کاتولیك پاریس معتقد است: «ماده، که می‌تواند همه‌چیز باشد، در خود و از خود هیچ چیز نیست... تنها با شکل دادن به‌آن است که «خالق» بدان هستی می‌بخشد.»[۱۷]

پل‌گرنه می‌نویسد: «اگر کسی معتقد باشد که شکل، تعیین کنندهٔ وجود و عمل است، از یك سو نتیجه می‌شود که خداوند، جهان را به‌تصور درمی‌آورد و آن‌را می‌آفریند و در این‌کار به‌افکار خود که به‌ماده شکل می‌دهند، تحقق مادی می‌بخشد... از سوی دیگر این نتیجه حاصل می‌شودکه اندیشهٔ الهی در وجود همه هست و ازتفکر ربانی به‌فکر ما وارد می‌شود.»[۱۸]

نئوتومیست‌ها و سایر ایده‌آلیست‌ها، با مسلم دانستن تقدم اندیشه و روح، بـا تفسیر ذهنی پیشرفت‌های فیزیك و با بهره‌گیری از اینکه بعضی از دانشمندان برخورد ماتریالیستی منسجمی با مسئلهٔ اساسی فلسفه نمی‌کنند، آنچه را که قبلا بدون اثبات و به‌عنوان نقطهٔ شروعی برای ساختارهای خود ــ وجود روح و اندیشه، مقدم بروجود طبیعت و انسان ــ پذیرفته‌اند، «اثبات می‌کنند.»

درك مارکسیستی ــ لنینیستی از ماده و تقدم آن نسبت به‌شعور مورد حملهٔ تجدیدنظرطلبان کنونی نیز هست. لوسین‌سو، مارکسیست فرانسوی بجا و به‌درستی به‌انتقاد از هانری له‌فور ــ تجدید نظر طلبی که ضمن حمله‌به‌فلسفهٔ‌ماتریالیسم‌دیالکتیك، ادعا کرده است که تقدم ماده اثبات ناپذیر است ــ پرداخته. سودرکتاب «اختلاف. مقدمه‌ای بر لنینیسم» می‌نویسد:

«... فلسفه باید ضرورتاً با شناخت چیزی مقدم بر فلسفه شروع شود: تجزیات واقعی انسان که ضرورتاً منجر به‌شناخت تقدم شیء نسبت به‌احساس، طبیعت نسبت به شعور، ماده نسبت به‌روح... می‌شود. بنابراین، در حقیقت به‌گفتهٔ لنین اثبات مقدمات اساسی ماتریالیسم به‌هریك از ما میلیون‌ها بار عرضه شده است، حال‌آنکه لوفاور[۱۹] ارائه چنین اثباتی را حتی برای یك‌بار، ناممکن می‌داند. در اینجاست که زیبایی‌های خلاق احتراز از تعصب نمایان می‌شود.»[۲۰]

اصطلاح «ضد جهان» موجب پیدایش نامطلوب ذهن‌گرایی‌های ضد علمی‌فراوان در نوشته‌ها و در دیدگاه‌ها شده است. در درك ماتریالیسم دیالکتیکی، کل مادهٔ در حال حرکت، یك جهان مادی واحد است. می‌دانیم که ضد ذرات (ضد پوزیترون‌ها ــ ضد پروتون‌ها، ضد نوترون‌ها و غیره) می‌توانند اتم‌ها (ضد اتم‌ها)، مولکــول‌ها (ضد مولکول‌ها)، ماده (ضد ماده)، اجسام بی‌نهایت کوچك و بی‌نهایت بزرگ را به‌وجود آورند و کل اینها را می‌توان به‌طور مشروط با مفهوم «ضد جهان» مشخص کرد. این «ضد جهان» هم که وجودش کاملا ممکن است، مادی و یکی از عناصر متشکلهٔ جهان (دنیای کبیر)، یعنی واقعیت عینی موجود مستقل از ذهن‌شناسندهٔ آن خواهد بود. اصولا وجود هرگونه «ضد جهان» غیر مادی ناممکن است.

حقایق فیزیك مدرن، فیزیك نجومی و سایر علوم مؤید آنند که خصوصیات اشیای مادی به‌هیچ وجه ابدی، نامتغیر و مطلق ــ آنچنانکه دربرداشت ماورای‌طبیعی تصور می‌شود ــ نیستند. لنین به‌تحلیل کشفیات نوین پرداخت و بی‌اساس بودن ادعای ماخیست‌ها را ــ که توسط ایده‌آلیست‌های فیزیکی[۲۱] و سایر ایده‌آلیست‌ها نیز عنوان می‌شد ــ مبنی براینکه «وجود ماده منتفی شده است»، این که فیزیك مفهوم «کهنهٔ» ماده را رد کرده است، در جهان هیچ چیز جز تجربیات حسی ذهن وجودندارد، جهان از «عناصر حسی» تشکیل شده است وخود عبارت است از یك «مجتمع احساسات»، نشان داد.

در فلسفهٔ ماتریالیستی پیش از ظهور مارکسیسم، از زمان دموکریت[۲۲]، ماده را از نظر کیفی تغییرناپذیر و متشکل از اتم‌های جاودانی و همسان، می‌دانستند. مارکس و انگلس ثابت کردند که این شیوهٔ نگرش به‌ماده، محدود و ماورای طبیعی است. آنها نشان دادند که ماده مداوماً در حال حرکت، تحول و تغییر است.

انگلس ثابت کرد ما هنگامی که به‌موجودات به‌عنوان وجودهای مادی درمفهوم ماده وحدت می‌بخشیم، تفاوت‌های کیفی آنها را نادیده می‌گیریم. او نوشت که ماده در شکل کلی و جدا از مادهٔ مشخص و موجود، چیزی نیست‌که عملا وجود داشته باشد. انسان می‌تواند ماده و حرکت را تنها «از طریق بررسی اشیای مادی و اشکال حرکت جداگانه بشناسد. و با دانستن اینها دانش ما نسبت به‌ماده و حرکت روبه‌افزایش خواهد گذاشت.»[۲۳]

لنین در کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی ضمن گسترش نظریهٔ مارکسیسم، تعریف عمیق و کامل خود را از مقولهٔ ماده ارائه می‌دهد (که قبلا بیان گردید). در تعریف

لنین، برخلاف ماده‌گرایان پیش از مارکسیسم، ماده با اشکال عینی و محدود (از نظر تاریخی) که در زمان خاصی شناخته شده باشد یکسان دانسته نمی‌شود، «...تنها خاصیت ماده که ماتریالیسم فلسفی با شناخت آن‌به‌وجودآمده، خاصیت واقعیت عینی بودن، یعنی وجود داشتن در خارج از فکر، است.»[۲۴]

ماتریالیسم دیالکتیک با پذیرفتن تقدم ماده و داشتن امکانات بی‌پایان برای شناخت واقعیت مادی، به‌مخالفت جدی با عقاید لاادریون[۲۵] و شك‌گرایان برمی‌خیزد و پژوهشگران را به‌سوی شناخت قوانین طبیعت، برای استفاده از آنها در گسترش نیروهای تولیدی و در نتیجه به‌خاطر نیك‌بختی نوع بشر، هدایت می‌کند.

یکی از نشانه‌های بحران عمیق در ایدئولوژی بورژوایی در زمان حاضر، که خود بازتابی از بحران موجود در نظم اجتماعی سرمایه‌داری است، گسترش جهل گرایی (فلسفهٔ لاادریون) و شك‌گرایی، میان روشنفکران است. شك‌گرایی و نفی عقل همیشه مشخصهٔ ایدئولوژی طبقاتی بوده که به‌حکم تاریخ محکوم به‌زوال‌بوده‌اند، طبقاتی که توانایی آفرینش یك جهان‌بینی نو و زندگی ساز را ندارند. چه درگذشته، در زمانی که لنین کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی و سایر آثارش را می‌نوشت، و چه در زمان حال، جهل‌گرایان و سایر ایده‌آلیست‌ها نه‌تنها تقدم ماده را نفی‌می‌کردند و شعور را در مرتبهٔ نخست قرار می‌دادند، بلکه براین عقیده هم بودند که جهان پیرامون ما قابل شناخت نیست.

گسترش فیزیك موجب پیدایش اطلاعات جدید فراوانی شده است که محدودیت‌های نظرات فوق را در مورد ماده نشان می‌دهد. از آن جمله می‌توان از کشف رادیواکتیویته نام برد که عبارت است از تبدیل یك عنصر شیمیایی به عنصری دیگر از طریق تلاشی رادیوآکتیو (مثلا تبدیل فلز رادیوم به‌گاز رادون)؛ نمونهٔ دیگر کشف الکترون و پس از آن کشف سایر ذرات بنیادی و همچنین اثبات این حقیقت که جرم این ذرات در سرعت‌های قابل مقایسه با سرعت نور در خلاء تابعی از سرعت‌شان است و تعدادی کشفیات دیگر که بعداً صورت گرفت. این تحولات نشان داد که مکانیك نیوتونی و نظرات موجود در مورد نامتغیر بودن اتم و ثابت بودن جرم دارای کاربرد محدودی هستند.

در جهان هیچ چیز جز مادهٔ در حال حرکت وجود ندارد و تنها وجود این واقعیت عینی خارج از شعور انسان و مستقل از آن تغییر ناپذیر است. لنین می‌نویسد: «برای مارکس و انگلس، هیچ‌تغییرناپذیری دیگر، هیچ جوهر دیگر و هیچ جسم مطلق دیگر، بدان گونه که این مفاهیم توسط فلسفهٔ حرفه‌ای تو خالی عنوان می‌شد، وجود ندارد. جوهر اشیا، یا جسم آنها نیز نسبی و تنها نشانگر درجهٔ عمق دانش بشر نسبت به‌اشیاست و در شرایطی که تا دیروز ژرفای این دانش از مرز اتم فراترنمی‌رفت وامروز از مرز الکترون و اثیر دورتر نمی‌رود، ماتریالیسم دیالکتیك بر مشخصهٔ موقتی بودن، نسبی بودن و تقریبی بودن همهٔ این مراحل متوالی دانش طبیعت که توسط علم روزافزون انسان به‌دست آمده است، پافشاری می‌کند.»[۲۶]

یك واقعیت عینی وجود دارد که برای مشخص‌کردن. آن، چندین میلیون‌سال مفهوم ماده به‌کار گرفته شده است. محتوای این مفهوم در طول تاریخ تغییر کرده و تنها در تعریف لنین به‌کامل‌ترین و جامع‌ترین صورت درآمده است.

تعریف ماده به‌عنوان مقولهٔ ابتدایی ماتریالیسم دیالکتیك توسط هیچ‌کشفیاتی در علوم طبیعی، هرچندنامحتمل و هر چقدر غیر عادی هم که باشند، قابل ردکردن نیست. این کشفیات دانش ما را درمورد اشکال عینی ماده وحرکت پربارتر خواهند کرد ولی تأثیری در جوهر اصلی تعریف مذکور از ماده نخواهند داشت. این‌تعریف رو در روی مابعدالطبیعه و نسبیت گرایی، و همهٔ اشکال ایده‌آلیسم و به‌خصوص در مواجهه با ذهن‌گرایی، شك‌گرایی و جهل‌گرایی قرارمی‌گیرد. تعریف لنین از ماده، اکنون و همیشه برای ما اساس شناخت و تغییردادن جهان خواهد بود.

مفهوم حرکت نیز برای کلیهٔ علوم نوین، از جمله فیزیك و فلسفهٔ مارکسیسم ــ لنینیسم، بسیار مهم است. با بهره‌گیری از تعمیم علمی در تاریخ شناخت و دستاوردهای علوم اجتماعی و طبیعی، فلاسفهٔ مارکسیست ثابت کرده‌اند که ماده وحرکت با یکدیگر پیوند ناگسستنی دارند و حرکت، شکل وجودی ماده است. انگلس‌می‌نویسد: «مادهٔ‌بدون حرکت همانقدر غیر قابل تصور است که حرکت بدون ماده.»[۲۷] ماده هیچگاه بدون حرکت وجود نداشته و نمی‌تواند وجود داشته باشد.

حتی در عهد باستان، فیلسوفان هند، چین و یونان حدس‌های مهمی می‌زدند در مورد این که جهان عینی در حرکت است، دستخوش تغییر و تحول می‌شود، حرکت ویژگی جدایی‌ناپذیر همهٔ موجودات‌واز خصلت‌های ماده است. قضاوت‌های هراکلیتوس در مورد حرکت(همه چیز جریان دارد، همه چیز تغییر می‌کند، هیچ چیز ساکن‌وجود ندارد)، در مورد تضاد و نقش آن در تغییرات طبیعت، حتی امروز نیز دارای تأثیر فوق‌العاده قدرتمندی است. مارکس، انگلس و لنین هراکلیتوس را سخنگوی برجستهٔ دیالکتیك خود بخودی یونانیان قدیم به‌شمار آورده‌اند. مثلا انگلس تأکید می‌کرد که به‌گفتهٔ هراکلیتوس همه‌چیز در حال ظهور و فنای دایم است.

ماده‌گرایان قرون هفدهم‌وهیجدهم، بخصوص لامتری،[۲۸] دیدرو[۲۹] و هلوسیوس[۳۰] نقش عمده‌ای در تدوین اصول‌حرکت داشتند و آنها نیز می‌گفتند که ماده بدون حرکت غیر قابل تصور است و حرکت نحوهٔ وجود ماده است.

در به‌وجود آوردن اصول حرکت، هگل جای خاصی دارد. او با وجود تکیه براساس ایده‌آلیستی، برمحدودیت‌های ماورای طبیعی و مکانیستی نظرات اسلاف خود در مورد حرکت، فایق آمد و نشان داد که منشاء همهٔ حرکت‌ها تضاد است. هگل کلی‌ترین قوانین حرکت را کشف کرد و به‌آنها تعمیم فلسفی بخشید.

مارکس و انگلس در ایجاد ماتریالیسم دیالکتیك نشان دادندکه«حرکت، همان گونه که در مورد ماده به‌کار می‌رود، به‌معنای تغییر به‌طور کلی است.»[۳۱] حرکت وحدت ضدین است: وحدت مطلق و نسبی، پایداری و تغییرپذیری، پیوستگی و ناپیوستگی، حرکت وحدت ضدین ــ تغییر و سکون ــ است.

همهٔ اینها و بسیاری از جنبه‌های دیگر تعالیم ماتریالیسم دیالکتیك در بارهٔ حرکت، تعمیم و استنتاج از نتایج فعالیت‌های نظری و عملی انسان است. این تعالیم، همچون اطلاعات درست علمی، نه‌تنها امکان توضیح پدیده‌هایی را که قبلا کشف شده‌اند و پیش‌بینی کشف پدیده‌های نوین را فراهم می‌آورند، بلکه‌به‌گسترش شیوهٔ تفکرماتریالیسم دیالکتیك میان دانش پژوهان همهٔ رشته‌ها یاری می‌رسانند.

تاریخ علوم نمونه‌های فراوانی از نیاز به‌چنین شیوهٔ تفکری به‌دست می‌دهد. مثلا نمونه‌ای را که به‌رابطهٔ میان حرکت و سکون مربوط می‌شود، درنظر می‌گیریم. در آغاز قرن نوزدهم، گیلوساك[۳۲] دانشمند فرانسوی، یکی ازقوانین اساسی گازها را (که به‌نام خود او خوانده می‌شود) کشف کرد: $Vt = Vo(1 + \alpha pt)$

که در آن Vt حجم گاز در دمای t درجهٔ صدبخشی، Vo حجم همان‌گاز در دمای صفر درجهٔ صدبخشی و αp ضریب انبساط حجمی گاز در فشار ثابت است. فقط‌گازهایی که کامل (ایده‌آل) خوانده می‌شوند، از این قانون تبعیت می‌کنند. مفهوم دمای مطلق و صفر مطلق ــ منهای ۲۷۳٫۱۶ درجهٔ صدبخشی ــ از این قانون حاصل شده است. صفر مطلق به‌حالت سکون مطلق جسم اطلاق می‌شد که در آن همهٔ حرکت‌ها متوقف شده‌اند.

تحقیقات بعدی، کشفیاتی در جهان بی‌نهایت کوچك و مبانی مکانیك کوانتوم، نشان داد که حرکت در دماهای نزدیك به‌صفر مطلق متوقف نمی‌شود، بلکه دارای‌ماهیت ویژه‌ای است که به‌صورت پدیدهٔ «فوق‌رسانایی»، حالت «فوق‌مایع» در هلیوم II و سایر پدیده‌های کوانتومی، متجلی می‌شود. همهٔ این‌ها نشان دهندهٔ تنوع اشکال حرکت و ناممکن بودن سکون مطلق و همچنین غیر علمی بودن ادعای وجود سکون مطلق است.

تعالیم ماتریالیسم دیالکتیك در مورد حرکت، سکون را نفی نمی‌کند، بلکه آن‌را به‌صورت سکون‌نسبی، حالت خاصی از حرکت می‌داند. تنها هنگامی می‌توانیم از سکون سخن بگوییم که پیوندهای یك جسم را با سایر اجسام به‌طور ذهنی بگسلیم و آن‌را به‌طور مجزادرنظر بگیریم. به‌هرحال، هیچ جسم ساکن نمی‌توان یافت که جزئی از یك دستگاه متحرك نباشد. مثلا اگر در یك شهر بزرگ، درپای ساختمان‌های غول‌آسای جدید که نسبت به‌سطح زمین ساکنند بایستیم، به‌سختی می‌توان باور کرد که این‌سکون نسبی است و در واقع تمامی این تودهٔ عظیم در حال حرکت است، زیرا آن قسمت از سطح زمین نسبت به‌محور زمین حرکت می‌کند، همراه بازمین به‌دور خورشید می‌گردد، همراه با منظومهٔ شمسی در کهکشان ما در حرکت است و همراه با کهکشان با سرعت زیادی نسبت به‌سایر دسته‌های ستارگان حرکت می‌کند. سکون تنها جنبه‌ای از حرکت است، جنبه‌ای که تابع ثبات نسبی پدیدهٔ مورد نظراست.

اما سکون نسبی برای مادهٔ در حال حرکت اهمیت زیادی دارد، زیرا بدون آن، درك حرکت ناممکن است. سکون نسبی شرط لازم برای تشخیص ماده و به‌همین لحاظ شرطی اساسی برای حیات است. سکون و حرکت با یکدیگر وحدت و تضاد دیالکتیکی دارند، ولی سکون تنها یك وضعیت نسبی از حرکت است، در حالی که حرکت (وبه‌طور

کلی، تغییر) مطلق و ابدی است.

مطلق بودن حرکت از طریق اشکال انتقالی حرکت واقعی ــ که به‌این تعبیر نسبی‌اند ــ درك می‌شود. بنابراین نمی‌توان حرکت را ــ که خاصیت مطلق ماده است ــ با هر شکل تجلی‌نسبی و عینی حرکت مطلق یکی دانست، زیرا بدین ترتیب عام بودن حرکت نفی می‌شود.

این نظر که حرکت از صفات ماده است، با برداشت ماورای طبیعی در مورد ماده، که آن را جرمی خنثی می‌داند که در حالت طبیعی ساکن است و فقط در نتیجهٔ تأثیر نیروهای خارجی به‌حرکت درمی‌آید، ناسازگار است. این‌گونه برداشت ماورای‌طبیعی که ماده را فاقد جنبش ذاتی در نظر می‌گیرد، منجر به‌پذیرش وجود یك عامل اولیه به‌عنوان منشاء خارجی حرکت می‌شود.

در اینجا به‌بررسی مختصر برخی از نظریه‌های بنیادی فیزیك نوین و خصوصیاتی که از مادهٔ در حال حرکت در آنها منعکس شده است، می‌پردازیم.

نخستین نظریهٔ علمی در مورد حرکت اجسام فیزیکی، مکانیك کلاسیك نیوتون بود. این نظریه کاری به‌ساختمان داخلی‌اشیا نداشت و به‌بررسی حرکت اجسام فاقد ساختمان و نفوذناپذیر (اجسام فیزیکی) در فضای سه‌بعدی می‌پرداخت. در این نظریه، فضا به‌عنوان ظرفی برای اجسام در نظر گرفته می‌شد که وجودش مطلقاً مستقل از این اجسام است (فضای مطلق). زمان نیز به‌عنوان یك صورت خارجی ماده و مستقل از ماده و فضا محسوب می‌شد (زمان مطلق). قضایای اصلی مکانیك نیوتون به اختصار از این‌قرارند:

۱) وضعیت یك دستگاه (مجموعه‌ای از اجسام فیزیکی) در هرلحظهٔ معین با تعیین مختصات و سرعت‌های همهٔ اجسام درون دستگاه (و در حالت کلی با تعیین مختصات و ایمپالس‌های کلی آن) مشخص می‌شود.

۲) هرتغییری که در طول زمان در دستگاه رخ دهد توسط معادلات نیوتون بیان می‌شود (اشکال ظریف‌تر معادلات حرکت توسط لاگرانژو هامیلتون ارائه شده است.)

۳) معین بودن وضعیت دستگاه در یك لحظهٔ زمانی معین (شرایط اولیه)، همهٔ حرکت‌های دستگاه را، یعنی وضعیت دستگاه را در هر لحظه از زمان (چه‌در گذشته وچه در آینده) به‌طور کامل و صریح مشخص می‌کند.

تبیین علیت، دترمینیسم مکانیستی[۲۲] خوانده می‌شود (دترمینیسم لاپلاس).

۴) اجسام فیزیکی دارای یك خاصیت منحصر به‌فرد هستند که قابل تبدیل به‌خواص ساده‌تر نیست و آن عبارت است از جرم. در مکانیك کلاسیك اشاره‌ای به‌ماهیت جرم نمی‌شود و در واقع صرفاً به‌عنوان اندازهٔ مقاومت اجسام فیزیکی در برابر عامل خارجی، بیان می‌شود. جرم کل دستگاه ثابت است.

مفهوم انرژی در تشریح حرکت دارای اهمیت زیادی است. مکانیك نیوتونی عملاً، تنها به‌تشریح انرژی جنبشی (اندازهٔ حرکت مکانیکی اجسام فیزیکی) می‌پردازد. انرژی نهفته (پتانسیل) بیشتر از جنبهٔ صوری و مثل بسیاری اشکال مکانیکی انرژی، در دستگاه نیوتونی صرفاً به‌عنوان «قابلیت اجسام برای انجام‌کار» بیان می‌شود.

مکانیك نیوتون ــ با آنکه رابطهٔ موجود میان فضا و زمان و رابطهٔ این دورا با مادهٔ در حال حرکت، به‌حساب نمی‌آورد ــ برای بیان حرکت اجسامی که سرعتشان در مقایسه با سرعت نور در خلاء کم است، نظریهٔ علمی مناسبی بود (و هنوز هم هست). این مکانیك حقیقی نسبی است که بخشی از حقیقت مطلق را در خود دارد و بنابراین دارای اهمیت علمی قابل توجهی است.

نظریهٔ نسبیت خصوصی اینشتین مربوط به‌حرکت اجسامی است کــه سرعتشان نزدیك به‌سرعت نور در خلا (۳×۱۰^۱۰ سانتی‌متر برثانیه) است. این نظریه پیوندناگسستنی میان فضا، زمان ومادهٔ در حال حرکت را نشان داد و ثابت‌کرد که جرم وابعاد (درجهت حرکت) اجسام فیزیکی بستگی به‌سرعت حرکت دارد و جریان زمان نیز به‌همین‌ترتیب به‌سرعت بستگی دارد و نیز اینکه ارتباط متقابلی میان جرم و انرژی وجود دارد. امروزه حتی شاگردان دبیرستانی هم با فرمول معروف اینشتین ($\Delta E = \Delta m.C^2$) آشنایی دارند. این فرمول بسیار ساده است اما اهمیت آن، یا به‌عبارت دیگر، اهمیت فرایندهایی که توسط آن بیان می‌شوند فوق‌العاده زیاد است. تمامی انرژتیك[۲۴] اتمی نوین برپایهٔ این‌فرمول قرار دارد و به‌کمك همین فرمول منابع انرژی خورشید و سایر اجسام‌نجومی تشریح می‌شود.

این فرمول اینشتین در دههٔ ۱۹۳۰ هنگامی که فیزیك‌دانان توجه خود را به‌هستهٔ اتم معطوف کرده بودند به‌صورت پایهٔ نظری مطالعات مذکور درآمد. در آن زمان روشن شده بود که اگر بتوان مثلا انرژی موجود در هسته‌های اتمی یك سانتی‌متر مکعب ماده را استخراج کرد، با آنکه انرژی ساطع شده از هرهسته ناچیز است، با توجه‌به‌تعداد بسیار زیاد اتم‌های موجود در حجم مذکور (۲٫۶۹×۱۰^۱۹) مقدار انرژی کل‌حاصله در حد ویران کننده‌ای زیاد خواهد بود.

کوشش چندین نسل از دانشمندان، مهندسین، تکنیسین‌ها و کارگران سرانجام به‌پیروزی رسیده است و اکنون انرژی اتمی به‌نوبهٔ خود سهمی در منابع انرژی کشورهای صنعتی پیشرفته دارد.

پیوند متقابل میان جرم و انرژی، گذشته از اهمیتی که در فیزیك دارد، از اهمیت فلسفی فراوانی نیز برخوردار است و به‌هیچ‌وجه تصادفی نیست که حتی در زمان حاضر مبارزهٔ ماتریالیسم علیه گرایشهای گوناگون ایده‌آلیستی همچنان برحول این فرمول می‌چرخد.

قانون رابطهٔ متقابل میان جرم وانرژی بارها به‌عنوان قانون هم‌ارزی جرم و انرژی و حتی به‌عنوان تبدیل ماده به‌حرکت تعبیر شده است. این برداشت نادرست در نهایت منجر به‌مطرح شدن مجدد انرژتیسم می‌شود. انرژتیسم یك گرایش ایده‌آلیستی بود که در اواخر قرن نوزدهم به‌وجود آمد. سخنگویان این گرایش، مفهوم ماده و انرژی را معادل دانستند و خواستار حذف ماده به‌منظور رعایت«اقتصاد تفکر» شدند. بنیان‌گذار این گرایش دانشمند برجستهٔ شیمی‌ــ فیزیك و یلهلم‌اسوالد بود. به‌نظروی «انرژی کلی‌ترین جسم است زیرا برزمان و فضا مقدم است و کلی‌ترین حادثه است و در زمان

و فضا قابل تشخیص است».[۳۵]

لنین شدیداً ازدیدگاه‌های فلسفی اسوالد انتقاد کرد. او نوشت: «با تجزیه شدن ذراتی مادی که تا کنون تجزیه ناپذیر شمرده می‌شدند و با کشف اشکالی از حرکت مادی که تاکنون ناشناخته بودند، فیزیك انرژتیك منشاء اقدامات ایده‌آلیستی جدیدی برای ایجاد تصور حرکت بدون ماده شده است».[۳۶]

انرژی صرفاً یکی از مشخصه‌های فیزیکی ماده است، مشخصه‌ای که برخی از جنبه‌های حرکت را منعکس می‌کند. جرم، که آن‌هم به‌طریق مشابهی بیانگر جنبه‌هایی از مادهٔ مورد مطالعهٔ فیزیك است، رابطهٔ کمیتی خاصی با انرژی دارد و جنبه‌های کمیتی مختلف و منحصر به‌فردی از مادهٔ درحال‌حرکت را منعکس می‌کند. بی‌گمان علم درآینده خواص مهم‌تر و کلی‌تر دیگری ازماده را کشف خواهد کرد که شاید (درمقایسه با انرژی) نقش مهم‌تری در علم ایفا کنند.

باید اکیداً توجه داشت که مفهوم فیزیکی «انرژی» با مفهوم «حرکت» یکی نیست (زیرا اشکال فیزیکی حرکت علاوه برانرژی توسط ایمپالس، اسپین و غیره بیان می‌شود). مفهوم «جرم» هم با مفهوم فلسفی «ماده» یکی نیست. هرکوششی برای مطرح کردن حرکت به‌عنوان مبنای همهٔ موجودات، در حکم جداکردن آن از ماده است.

لنین بارها به‌جدایی‌ناپذیری ماده و حرکت و رابطهٔ میان این قضیه و نحوهٔ برخورد با مسئلهٔ اساسی فلسفه اشاره کرده است. او نوشته است: «... جدا کردن حرکت از ماده، مانند جدا کردن فکر از واقعیت‌عینی، یا جدا کردن حسیات من از جهان خارج است ــ خلاصه آنکه این کارپاگذاشتن به‌قلمرو ایده‌آلیسم است»[۳۷]

ناآگاهی‌های فلسفی تأثیر خود را در دانشمندی چون اسوالد ظاهر ساخت. مثلا او سالهای سال مخالف نظریهٔ اتمی بود و واقعیت وجود اتمها را انکار می‌کرد در حالی که تا آن زمان علم دلایل قانع کننده‌ای در مورد ساختمان اتمی ماده عرضه کرده‌بود. اسوالد حتی پس از پذیرفتن واقعیت وجود اتم‌ها و مولکول‌ها (در سال ۱۹۰۸) از اصول تفکر «انرژتیسم» دست‌برنداشت.

لنین با بررسی مشروح مسئلهٔ حرکت و اشکال آن در کتاب «ماده‌گرایی و نقد تجربی» و تعدادی دیگر از آثارش، به‌این نتیجه رسید که تحول علوم طبیعی منجر به‌کشف جنبه‌های نوینی از ماده و اشکال جدیدی از حرکت خواهد شد و تأییدمجددی برماتریالیسم دیالکتیك عرضه خواهدکرد وموجب‌گسترش بیشترآن خواهد گردید.

راه‌یابی به‌جهان بی‌نهایت کوچك ایجاب می‌کرد که نظریه‌ای در مورد حرکت و عملکرد اشیای بی‌نهایت کوچك که با اجسام نامتغیر و فاقد ساختمان که موردمطالعهٔ مکانیك کلاسیك و نظریهٔ خصوصی نسبیت‌اند تفاوت کیفی دارند، به‌وجود آید.

ارنست راظرفورد[۳۸]، فیزیك‌دان بزرگ انگلیسی نشان داد که در مرکزاتم‌هسته‌ای با جرم زیاد و بار مثبت قرار دارد که ذرات سبکی بابار منفی (الکترون‌ها) تحت تأثیر نیروهای الکتریکی، حول آن می‌چرخند. می‌دانیم که این نیروها از قانون کولمب که

همانند قانون جاذبهٔ عمومی نیوتون است، پیروی می‌کنند. در هردوقانون نیرو متناسب است با عکس مجذور فاصلهٔ میان دو ذره، بنابراین‌مدل سیاره‌ای اتم کاملاپذیرفتنی‌به‌نظر می‌رسید: حرکت الکترون‌ها در اتم کاملا شبیه حرکت‌سیاره‌ها در منظومهٔ شمسی به‌نظر می‌رسید.

این مدل توجه لنین را به‌خود جلب کرد:«... اتم را می‌توان به‌منظومهٔ شمسی بی‌نهایت کوچکی تشبیه کرد که در آن الکترون‌های منفی به‌دور یك الکترون مثبت (که امروزه هستهٔاتم خوانده می‌شود ــ مؤلف) با سرعتی معین(وبه‌طوری که می‌دانیم با سرعت‌بسیار زیاد) می‌چرخند.»[۳۹]

اما مدل سیاره‌ای اتم با اشکالاتی روبرو شد. در مکانیك نیوتونی، حرکت توسط شرایط اولیه مشخص می‌شود و این شرایط اولیه هر مقداری می‌توانند داشته باشند، درنتیجه مشخصه‌های پویای(دینامیك) اتمــ ابعاد، انرژی، گشتاور دورانی ــ می‌توانند هراندازه‌ای باشند. یعنی برای هر عنصر شیمیایی، بی‌نهایت اتم متفاوت با یکدیگر، می‌تواند وجود داشته باشد.اما در واقع چنین نیست. اتم‌های یك عنصر شیمیایی بایکدیگر همسانند.

به‌علاوه، الکترون‌ها بخشی از اتم هستند که الزاماً باید در حرکت باشند و گرنه به‌روی هسته سقوط می‌کنند. اما اگرالکترون‌ها در حرکت باشند، اتم باید مثل یك فرستنده، امواج‌الکترومغناطیسی از خود صادر کند. از آنجا که این امواج حامل انرژی هستند، انرژی الکترون باید به‌تدریج کاهش یابد و در نتیجه باید الکترون به‌روی هسته بیفتد، در حالی‌که می‌دانیم اتمها شکل‌بندی‌های پایداری هستند. بنابراین مکانیك کلاسیك والکترومغناطیس کلاسیك قادر نیست وجود اتم پایدار را توضیح دهد.

این اشکالات لزوم بازبینی در نظرات سنتی راجع به‌ماهیت حرکت را مطرح ساخت. به‌سال ۱۹۰۰ بازمی‌گردیم، زمانی که ماکس پلانك فرمول معروف خود را در موردانرژی طیف تابشی جسم سیاه، عرضه کرده بود. قبل از آن، دوفرمول تجربی شناخته شده بود: توزیع رالی ــ جینز[۴۰] برای بسامدهای کم و توزیع وین[۴۱] برای بسامدهای زیاد. پلانك‌توانست یك فرمول جامع برای تمام طیف به‌دست‌آورد، فرمولی که با رابطهٔ حدی بسامدهای کم و زیاد نیز تطبیق می‌کرد. معلوم شد که تابع انرژی نمی‌تواند پیوسته باشد و اندازهٔ جهش انرژی، با بسامد متناسب‌است. ضریب این تناسب، ثابت عمومی **h** بود که توسط پلانك عرضه شد. چون بعد(دیمانسیون) این ضریب، انرژی ضرب در زمان‌است، پلانك آن را کوانتوم عمل[۴۲] نامید(عمل هم دارای همین بعد است).

پلانك مدت درازی به‌بررسی مفهوم این نتیجه پرداخت، زیرا هنوز ابهامات زیادی درکار بود. مفهــوم کشف عظیم پلانك هنگامــی روشن شد که اینشتین به‌تشریح قوانین فتوافکت پرداخت(۱۹۰۵). این نخستین گام در راه پیدایش مکانیك کوانتوم بود.

اینشتین اظهار کرد که هر موج تکرنگ با بسامد ν حامل مقدار معینی انرژی،

که از رابطهٔ $h\nu$ به‌دست می‌آیدو ایمپالسی برابر $\frac{h\nu}{c}$ است (که در آن c سرعت نور در خلاءاست). اینشتین با به‌کار گرفتن این موضوع و قانون بقای انرژی نظریهٔ فتوافکت را ابداع کرد. از همین جاموضوع ناپیوسته بودن ساختمان نور مطرح شد که به‌صورت این واقعیت بیان می‌شودکه هر طول موجی دارای مقدار معین انرژی مخصوص به‌خود است. ساختمان ذره‌ای نور به‌صورت عرضهٔ مفهوم فوتون متجلی شده است. فوتون‌ها ذرات بنیادی نورند که باتابش یك طول موج خاص‌مربوطند. نظریهٔ کوانتومی نور توضیحات قابل قبولی نیز برای پدیده‌های فسفر سانس و فلوئورسانس، واکنش‌های نوری ــ شیمیایی جذب کنندهٔ نور، جذب گرما توسط اجسام جامد (نظریهٔ اینشتین ــ دبی) و عملکرد گازهای دو اتمی در دماهای نزدیك به‌صفر مطلق، ارائه کرد.

مرحلهٔ بعدی در گسترش فرضیه کوانتوم تشریح قوانین تجربی طیف‌های خطی توسط نیلزبور در سال ۱۹۱۳ بود. او معتقد بود که در اتم مدارهای ثابتی برای الکترون‌ها وجود دارد و هر وضعیت الکترون نظیر یك انرژی معین E_1, E_2, E_3 و غیره‌است. برخلاف آنچه از الکترودینامیك کلاسیك برمی‌آید، الکترونی که در یك مدار خاص حرکت می‌کند نمی‌تواند تشعشع کند، ولی‌هنگام انتقال از یك‌مداربه‌مداردیگر مقدارمعینی‌انرژی‌نورانی‌تشعشع (یاجذب) می‌کندکه‌بامدآن‌ازرابطهٔ $h\nu = E_2 - E_1$ به‌دست می‌آید. مدارهای ثابت توسط این شرط کوانتومی تعیین می‌شوند: گشتاورمقدار حرکت الکترون هنگام گردش در مدار باید مضرب صحیحی از $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ باشد.

بااین وجود، فرضیهٔ کوانتومی به‌معنای نادرست بودن مکانیك کلاسیك نیست، بلکه فقط قلمرو کاربرد آن را محدود می‌کند. مکانیك کلاسیك یك حالت حدی از یك نظریهٔ کلی‌تر فیزیکی (مکانیك کوانتوم وموجی) است که اصل نایقینی هایزنبرگ یکی از پایه‌های اساسی آن است. پیدایش این مکانیك نتیجهٔ کارهای بور، شرودینگر، هایزنبرگ، دیراك، بورن، لویی دوبروی و دیگران بود.

مکانیك کوانتوم علم حرکت الکترون‌ها در اتم و نیز حرکت ذرات بنیادی با سرعتهای نسبتاً کم در مقایسه با سرعت نوردرخلاءاست. این مکانیك به‌دو صورت شناخته شده است: مکانیك‌ماتریسی‌هایزنبرگ و مکانیك موجی شرودینگر و دوبروی

دوبروی چنین فرض‌کردکه همهٔ اجسام موجود در طبیعت باید (مانند نور) هم دارای خواص ذره‌ای و هم‌خواص موجی باشند. او فرمول طول موج هرذره را به‌دست آورد. مثلا طول موج الکترون $\lambda = \frac{h}{mv}$ است که در آن h ثابت پلانك، m جرم الکترون و v سرعت حرکت آن است. آزمایش‌های مربوط به تفرق‌الکترون، این فرمول را تأیید کرده است. این رابطه، دوسال پیش از عرضهٔ کارهای هایزنبرگ، توسط دوبروی بیان شد. اروین شرودینگر فرضیهٔ دوبروی را به‌صورت معادله‌ای

تعمیم داد که به‌نام خود شرودینگر خوانده می‌شود.

$$\frac{d^2\psi}{dx^2}+\frac{2m}{\hbar^2}[E-U(x)]\psi=0$$

در این رابطه m جرم الکترون، $\hbar$ ثابت پلانك تقسیم بر 2π، E انرژی کل الکترون در اتم، U(x) انرژی پتانسیل، x فاصلهٔ الکترون از هسته، و ψ تابع موجی است که حرکت الکترون را در اتم بیان می‌کند. جای تذکر است که مفهوم این تابع حتی امروزه نیز مورد بحث است، بااین وجود معادلهٔ شرودینگر امکان حل مسایل پیچیده‌ای را در مورد حرکت ذرات بی‌نهایت کوچك فراهم می‌آورد.

در این مقاله، ما به‌بررسی برخی از اشکال حرکت ماده پرداختیم ولی حرکت عناصر ساختمانی هسته‌های اتم و خود ذرات بنیادی، یا اشکال دیگر حرکت در طبیعت جاندار و بی‌جان و جامعه مورد ملاحظه قرار نگرفت. ولی اگر هم به‌بررسی سایر اشکال حرکت که تا کنون شناخته شده می‌پرداختیم، باز به‌دلایل کاملا معقول می‌توانستیم ادعا کنیم که‌در واقع در جهان بی‌نهایت کوچك و بی‌نهایت بزرگ و در مقیاس عادی محیط زندگی بشر اشکال دیگری از حرکت وجود دارد که هنوز برذهن کنجکاو بشر پوشیده است. گواه این امر تمامی تاریخ است که به‌روشنی مؤید آن است که جهان سراسر مادهٔ دایم‌الحرکت، غیر حادث و فناناپذیر است.

---

۱ ــ Anaximander اهل ملطیه در آسیای صغیر (۶۱۰ تا ۵۴۶ پیش از میلاد)، فیلسوف ماتریالیست یونانی، پیرو دیالکتیك خودبخودی، شاگرد طالس، مؤلف کتاب«دربارهٔطبیعت» نخستین اثر فلسفی یونان که اکنون اثری از آن در دست نیست.

۲ ــ Anaximens اهل ملطیه(۵۸۸ تا ۵۲۵ پیش از میلاد)، فیلسوف ماتریالیست یونانی، پیرو دیالکتیك خودبخودی، شاگرد آناکسیماندر. توضیحاتی که او درآن‌زمان درمورد خسوف و کسوف ارائه کرد تاحد زیادی به‌حقیقت نزدیك بود.

۳ ــ Heraclitus اهل افسوس(۵۴۴ تا ۴۸۳ پیش از میلاد) فیلسوف و دیالکتیك‌دان یونانی که از طبقهٔ اشراف بود. اثر فلسفی او به‌نام «دربارهٔ طبیعت» که فقط قسمت‌هایی از آن باقی مانده است به‌خاطر عمق مطالبش، مورد ستایش دنیای قدیم بود.

۴ــ Thales طالس اهل ملطیه(۶۲۴ تا ۵۴۷ پیش از میلاد) نخستین فیلسوف شناخته شده در یونان که بنابرسنت‌های کهن یکی از«هفت مرد خردمند» به‌شمار می‌آمد. براساس روایات، وی به‌ریاضیات و نجوم مصر و بابل احاطه داشت و بنیان‌گذار دیالکتیك خودبخودی درمکتب‌ملطیه بود.

۵ ــ فردریك انگلس، «دیالکتیك طبیعت»، صفحهٔ ۱۸۶.

۶ ــ نظریهٔ گسسته بودن ساختمان ماده(متشکل از اتم‌ها و سایر ذرات بی‌نهایت کوچك). این نظریه نخست توسط فیلسوفان کهن هند ابراز شد و سپس به‌صورتی کامل‌تر و جامع‌تر در آثار فیلسوفانی چون لوکیپوس، دموکریت و لوکرتیوس ظاهر گردید.

۷ــ دمیتری ایوانوویچ مندلیف (۱۸۳۴ ــ ۱۹۰۷) شیمی‌دان روسی، واضع جدول تناوبی عناصر شیمیایی که به‌نام خود او خوانده می‌شود.

۸ ــ مندلیف، «مبانی شیمی»، چاپ پنجم، ۱۸۸۹، سن‌پترزبورگ، صفحهٔ ۱ (به‌زبان روسی)

۹ ــ لودویگ فوئرباخ(۱۸۰۴ ــ ۱۸۷۲) فیلسوف ماتریالیست آلمانی که مارکسیسم را نپذیرفت،

ولی در اواخر زندگی خود به‌حزب سوسیال‌دموکرات پیوست. دفاعیات او از ماتریالیسم تأثیر فراوانی در معاصرانش داشته است.

۱۰ ــ لنین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعهٔ آثار، جلد ۱۴ صفحهٔ ۱۳۰.

۱۱ ــ نگاه کنید به پاورقی صفحهٔ ۱۲.

۱۲ ــ پیروان نئوتومیسم، تز فلسفهٔ‌رسمی کلیسای کاتولیك‌برمبنای تعلیمات توماس‌آکویناس این فلسفه تعصبات مسیحیت را تأیید می‌کند و پیروان آن اکثراً از کشورهایی هستند که عدهٔ کاتولیك‌ها در آن‌ها زیاد است. نئوتومیسم درحال حاضر یکی‌ازعمده‌ترین ایدئولوژی‌های ضد کمونیستی به‌شمارمی‌آید.

۱۳ ــ ماتریالیسمی که همهٔ پدیده‌ها را ناشی از عوامل فیزیکی و زیستی می‌داند.

۱۴ ــ ورنرهایزنبرگ، «فیزیك و فلسفه»، برلن، ۱۹۶۱

۱۵ ــ آرتورمارك، مقالهٔ: مکانیك موجی و مفهوم جسم. از کتاب «لویی دوبروی ، فیزیك‌دان و متفکر»، پاریس، ۱۹۵۳، صفحات ۱۱۱ و ۱۱۲.

۱۶ ــ همان ماخذ فوق.

۱۷ ــ پ. ب. گرنه،«۲۴ مقاله در نئوتومیسم» پاریس، ۱۹۶۲ صفحات ۱۴۷ و ۱۵۳.

۱۸ ــ پل‌گرنه، «تومیسم» پاریس، ۱۹۶۴ صفحهٔ ۲۲.

19 - Lefèvre

۲۰ ــ Lucien Sève لوسین‌سو، "La Différence. Introduction au léninisme" پاریس، ۱۹۶۵ صفحهٔ ۱۴۹.

۲۱ ــ ایده‌آلیسم فیزیکی نامی است که لنین در کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی به‌نظرگاه‌های ایده‌آلیستی ذهنی در فیزیك نوین اطلاق کرده است.

۲۲ ــ Democritus (ذیمقراطیس) اهل آبدرا(۴۶۰ تا ۳۷۰ پیش از میلاد) فیلسوف ماتریالیست یونان قدیم، شاگرد لوکیپوس. برجسته‌ترین نمایندهٔ ماتریالیسم در جهان قدیم، بنیان‌گذار نظریهٔ اتمی. او به‌دو مبدأ اتم وخلاء معتقد بود.

۲۳ ــ فردریك انگلس،«دیالکتیك طبیعت» صفحهٔ ۲۳۶.

۲۴ ــ لنین،«ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعهٔ آثار، جلد ۱۴ صفحات ۲۶۰ و ۲۶۱.

۲۵ ــ Agnosticism شیوه‌ای از تفکر که امکان شناخت جهان را نفی می‌کند.

۲۶ ــ لنین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی» مجموعهٔ آثار، جلد ۱۴ صفحه ۲۶۲.

۲۷ ــ فردریك انگلس، «آنتی‌دورینگ»، مسکو، ۱۹۷۵، صفحهٔ ۷۶.

۲۸ ــ La Mettri ،(۱۷۰۹ ــ ۱۷۵۱) فیلسوف ماتریالیست فرانسوی.

۲۹ ــ Denis Diderot (۱۷۱۳ ــ ۱۷۸۴) فیلسوف و روشنفکر ماده‌گرای فرانسوی

۳۰ ــ Claude Adrien Helvétius (۱۷۱۵ ــ ۱۷۷۱) فیلسوف فرانسوی، از نمایندگان ماتریالیسم قرن هیجدهم فرانسه.

۳۱ ــ انگلس، «دیالکتیك طبیعت» صفحهٔ ۲۴۷.

۳۲ ــ Gay-Lussac (۱۷۷۸ ــ ۱۸۵۰) فیزیك‌دان و شیمی‌دان فرانسوی.

۳۳ ــ شیوه‌ای از تفکر که نقش تصادف را در پدیده‌ها به‌کلی نفی می‌کند و همهٔ پدیده‌ها را تابع مطلق قوانین‌مکانیك می‌داند.

۳۴ ــ فیزیك انرژی و تبدیلات آن.

۳۵ ــ ویلهم‌اسوالد Wilhelm Ostwald ، کتاب:
"Vorlesungen über Naturphilosophie"
لایپزیگ ۱۹۰۲.

۳۶ ــ لنین«ماده‌گرایی و نقد تجربی» جلد ۱۴، صفحه ۲۷۳.

۳۷ ــ همان مأخذ فوق.

۳۸ ــ Ernest Rutherford (۱۸۷۱ ــ ۱۹۳۷).

۳۹ ــ لنین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی» مجموعه آثار جلد ۱۴ صفحهٔ ۲۶۰.

40 - Rayleigh-Jeans

41 - Wien

42 - quantum of action

تاریخچه‌ای از دیدگاه‌های فلسفی در بارهٔ ماده

(حدوث ناپذیری و فناناپذیری ماده)

اندیشهٔ قدمت (حادث نبودن) و فناناپذیری جهان عینی تاریخچه‌ای طولانی دارد و ریشه‌های آن به‌گذشته‌های بسیار دور می‌رسد. ظاهراً مطمئن‌ترین گواه این مدعا به‌یکی از بزرگ‌ترین اندیشمندان جهان باستان، یعنی ارسطو، مربوط می‌شود. ارسطو معتقد بود که جهان مادی همیشه وجود داشته و همیشه نیز وجود خواهد داشت، ونیز این که این جهان مادی، به‌وجود یك جهان معنوی خاص برای تبیین وجودش، نیازی ندارد. با این حال، خصلت تناقض و نوسان میان ماتریالیسم و ایده‌آلیسم در ارسطو، بردیدگاه‌های او در مورد جهان مادی تأثیر گذاشته است. به‌اعتقاد ارسطو ماده فقط دارای هستی بالقوه است که تحت اثر صورت (فورم)، واقعیت می‌پذیرد. در تعالیم ارسطو، صورت همهٔ صور، خداوند است که به‌صورت «محرك اول» عمل می‌کند. به عقیدهٔ ارسطو «محرك اول» که خود فاقد حرکت است، تمامی جهان را به‌حرکت درمی‌آورد. اپیکور[1]، که از ماتریالیست‌های برجستهٔ جهان باستان بود، مصراً براین نکته تأکید می‌ورزید که هیچ‌چیز از «هیچ» به‌وجود نمی‌آید و هیچ‌چیز به «هیچ» بدل نمی‌شود. در اینجا نیز با اندیشهٔ ابدیت و فناناپذیری ماده به‌عنوان اساس همهٔ اشیای طبیعت روبرو می‌شویم که می‌خواهد پدیده‌های طبیعت را در چارچوب خود طبیعت، بدون یاری جستن از ماوراءالطبیعه و نیروهای روحانی، توضیح دهد.

اندیشهٔ حدوث‌ناپذیری و فانی نبودن مادهٔ در حال حرکت، که نقطهٔ مقابل اندیشهٔ آفرینش جهان توسط یك نیروی غیر مادی است، در آثار بسیاری از اندیشمندان گذشته ظاهرشده‌است، ولی مابه‌خاطر رعایت اختصار، به‌همین‌قدر که اشاره شد بسنده می‌کنیم.

پذیرفتن حدوث‌ناپذیری و فناناپذیری ماده و اشکال وجود آن، مسئلهٔ خلقت جهان توسط یك نیروی برتر ماورای جهانی را، از معنی تهی می‌سازد. حدوث‌ناپذیری و فانی نبودن ماده به‌معنای این است که به‌هیچ وسیله نمی‌توان به‌هستی ماده پایان داد یاماده را از «هیچ» خلق کرد، و اینکه هیچ زمانی نبوده و نخواهد بود که در آن ماده وجود نداشته باشد.

همهٔ اشکال و حالات مادهٔ درحرکت، محدودند، پدیدار و ناپدید می‌شوند، از شکلی به‌شکل دیگر تحول می‌پذیرند، اما مادهٔ در حال حرکت، خود ابدی، نامحدود ودر خواص خود پایان ناپذیر است. نفی پایان ناپذیری، حدوث‌ناپذیری و فنا ناپذیری ماده، به‌هرشکلی که صورت بگیرد، همیشه منتهی به‌دیدگاه ایده‌آلیستی و غیر علمی نسبت به‌جهان خواهد شد.

عملاً، دردیدگاه غیر علمی نسبت به‌جهان، فناناپذیری و قدمت که ذاتی‌ماده‌وخواص

۱ــ فیلسوف ماتریالیست یونان کهن (۳۴۱ ــ ۲۵۵ پیش از میلاد)

آن است، به‌روح مطلقی، که خود آفریدهٔ تخیل بشر است، نسبت داده می‌شود. ازدیدگاه ایده‌آلیسم، «روح مطلق» هستی ابدی دارد، قدیم و لایزال است، و ماده و خواص آن حاصل فعالیت این روح مطلق هستند و بنابراین حادث و زوال پذیرند. شایان توجه است که در اشکال نسبتا بدوی این گونه تفکرات، از جمله در یونان باستان، توالی رب‌النوع‌ها پذیرفته شده بود، یعنی اینکه نسلی از آنان جانشین نسل پیشین شمرده می‌شد، هیچ نسلی از ابدیت برخوردار نبود، بلکه ابدیت به‌مادهٔ نخستین (هیولا) که همهٔ موجودات جهان و از جمله ارباب انواع از آن پدید می‌آمدند و بدان بازمی‌گشتند، منسوب می‌شد. اما این طرز فکر در مورد ارباب انواع نیز در تعارض بنیادی با مذهب قرار گرفت. بیهوده نبود که افلاطون در طرحی که برای سازمان دهی مطلوب کشور ارائه کرده بود، خواستار آن شده بود که آثار هومر[۲] و هسیود،[۳] که بیان‌گر این دیدگاه بودند، ممنوع اعلام شود. در مسیحیت هرگونه تردیدی در مورد وجود ابدی روح مطلق، بدعتی نابخشودنی شمرده می‌شد، در همهٔ اشکال پیشرفتهٔ آن ــ در شرایطی که اصول مربوط در نوعی نظام منطقی قرار گرفته‌اند ــ نیز پذیرفتن وجود ابدی روح مطلق یك امر تردیدناپذیر بنیادی است.

در این جا این مسئله پیش می‌آید که چطور می‌توان این واقعیت را توضیح داد که هم علم و هم ایده‌آلیسم به‌طور یك‌سان از مفاهیم حدوث‌ناپذیری‌وفناناپذیری استفاده می‌کنند، منتها اولی درمورد ماده و خواص آن و دومی درمورد روح مطلق. مارکس می‌گوید که هر تخیلی هرقدرهم که بی‌اساس باشد، دارای یك هستهٔ منطقی است. افراد نه‌تنها تصویرهای تخیلی خلق می‌کنند و طی آنها اندیشه‌های درست ولی متفاوت را به دلخواه درمی‌آمیزند (مثلا تصویر دختر دریا آمیزهٔ دلخواهی از دوتصویر واقعی، یعنی دختر و ماهی است)، بلکه خواص شناخته‌شدهٔ طبیعت، جامعه و تفکر خود را نیز به‌آنها نسبت می‌دهند.

افراد کیفیت‌های طبیعت را، که از تجربهٔ عملی و شناخت تعمیم یافته است، به موجودات تخیلی که خود اختراع کرده‌اند منسوب می‌کنند. اندیشهٔ حدوث‌ناپذیری و فانی نبودن جهان مادی به‌طور تدریجی در روند تجربهٔ عملی و شناخت شکل گرفت، و همین اندیشه از سوی ایده‌آلیسم برای توصیف روح مطلق به‌عنوان اساس و منشاء اصلی جهان مادی به‌کار گرفته شد.

با این حال، بین اندیشهٔ علمی حدوث‌ناپذیری و فناناپذیری ماده و خواص آن ــ از یك‌سو ــ و اندیشهٔ ایده‌آلیستی حدوث‌ناپذیری و فناناپذیری روح مطلق ــ از سوی دیگر ــ تفاوت بنیادی وجود دارد. درایده‌آلیسم این اندیشه به‌صورت یك اصل بی‌چون و چرا و قضیه‌ای، که باید صرفاً آن را پذیرفت و اثبات آن ناممکن است، درآمده‌است. این اندیشه در مورد چیزی جاری است که وجود عینی ندارد، مطالعهٔ آن مطلقاً ناممکن

۲ــ شاعر یونان کهن که منظومه‌های ایلیاد و اودیسه منسوب به‌اوست.

۳ــ Hesiod شاعر یونان کهن که در قرن هشتم پیش از میلاد می‌زیست.

است و بنابراین در ایده‌آلیسم کسی نمی‌تواند این اندیشه را به‌اشکال مشخص‌تری، که ماهیت آن‌را عمیق‌تر نشان‌دهد، بیان کند. در ایده‌آلیسم این‌اندیشه در سطح یك‌حکم مطلق و بدیهی تحجر یافته‌است وبالطبع تأثیری‌واپس‌گرایانه‌وغیرمفیدبرپیشرفت‌علم وتفکر دارد.

از سوی دیگر، در علم، اندیشهٔ حدوث‌ناپذیری و فناناپذیری به‌جهان مادی‌نسبت داده می‌شود که در معرض دانش روزافزون قرار دارد و بنابراین از طریق اشکال‌واقعی، هرچه مشخص‌تر نشان داده می‌شود و در نتیجه، پیشرفت هرچه بیشتر علم و فعالیت‌های عملی، تحقق اندیشهٔ مزبور را ممکن می‌سازد.

اندیشهٔ حدوث ناپذیری و فناناپذیری ماده، پیوسته مورد تأیید علم قرار گرفته و در حکم یك اصل راهنما در تحول شناخت علمی جهان بوده است. ایده‌آلیسم همیشه ضمن به‌عاریت‌گرفتن مفهوم‌هایی از علم، آن مفهوم‌ها را به‌قالب بی‌جان، بحث‌ناپذیر و تعصب‌آلود درمی‌آورد و در نتیجه باعث می‌شود که مفاهیم مزبور، محتوای واقعی خود را از دست بدهند. اندیشهٔ حدوث‌ناپذیری و فناناپذیری جهان هرگاه به‌جای جهان مادی، به‌روح‌مطلق‌نسبت‌داده‌شود، دارای‌معنی مشخص‌نیست واندیشه‌ای تهی‌خواهد بود.

یکی از جلوه‌های اندیشهٔ علمی حدوث‌ناپذیری جهان مادی، این اصل است که غیر ممکن است چیزی از «هیچ» به‌وجود آید یا چیزی به‌«هیچ» بدل شود. اصل فوق به‌طور فشرده به‌صورت زیر بیان می‌شود: «از هیچ، جز هیچ نزاید». این اصل نخست به‌عنوان تعمیم تجربهٔ عملی (ولو در ابتدایی ترین اشکالش)، ظاهر شد. عملا بر انسان بدوی آشکار بود که هرگز نمی‌توان از «هیچ» ابزاری ساخت، یا مسکنی برپاکرد و یا غذایی فراهم ساخت. این اصل، از زندگی روزمره وارد علم شد و به صورت یکی از ارکان علم درآمد. به‌حق می‌توان گفت که این اصل پایهٔ علم و هم پایه دیدگاه ماتریالیستی نسبت به‌جهان است. در واقع، جای هیچ تعجبی نیست‌که‌این‌اصل که امکان آفرینش شیء مادی را از «هیچ»، رد می‌کند مورد انواع حملات ممکن از سوی فلسفهٔ ایده‌آلیستی قرار گرفته است.

در پایان قرن هجدهم، امانوئل کانت[۴] فیلسوف آلمانی، کاربرد این‌اصل رابه‌جهان ادراك شده توسط حواس، جهان پدیده‌ها، جهان تجربیات حسی ما، محدود کرد: اما بدین‌ترتیب آن‌را یك‌سره کنار نگذاشت. براین اساس، در جهانی که مستقل از انسان و تجربیات او وجود دارد، یابه‌گفتهٔ کانت در جهان «اشیای فی‌نفسه» (که به‌اعتقاد کانت برای ما مطلقاً ناشناخته است)، این اصل را نمی‌توان به‌کار گرفت. در مورد جهان «اشیای فی‌نفسه»، به‌علت عدم آگاهی ما نسبت به‌آن، نمی‌توانیم هیچ‌یك از این دوحکم را محتمل‌تر بدانیم که: الف) از «هیچ»، چیزی به‌وجود نمی‌آید. و ب) از «هیچ» چیزی به‌وجود می‌آید یا چیزی به‌«هیچ» بدل می‌گردد.

به‌گفتهٔ کانت این اصل تنها در رابطه با تجربیات ماست که اهمیت می‌یابد، امانسبت به‌خود جهان، هیچ موردی ندارد. با اعمال این محدودیت در مورد مفهوم اصل مزبور،

۴ــ دانشمند فیلسوف آلمانی (۱۷۲۴ــ۱۸۰۴)، بنیان‌گذار ایده‌آلیسم کلاسیك آلمان.

دیگر خطری از سوی آن متوجه ایده‌آلیست‌ها نبود و با افکار قشری آنان در مورد جهان ــ ازجمله‌درموردامکان‌به‌وجودآمدن‌اشیا وحتی کل‌جهان‌از«هیچ»ــتباینی نداشت.

برخورد کانت با اصل مورد نظر، نشان دهندهٔ برداشت او از هدف کلی فلسفه است که به‌گفتهٔ وی عبارت است از محدودکردن دانش به‌طوری‌که جایی برای ایمان باقی بماند و محدودکردن ایمان تا جایی که محلی برای دانش نیز باقی مانده باشد. به‌طور خلاصه، برخورد کانت با این اصل عبارت است از تلاش برای آشتی‌دادن علم و ایده‌آلیسم، از طریق قایل شدن حوزهٔ خاصی برای هریك از آنها: جهان تجربی برای علم و جهانی که مستقل از تجربهٔ بشر وجود دارد ــ جهان«اشیاء فی‌نفسه» ــ برای ایده‌آلیسم.

هگل نیز به‌مخالفت با این اصل برخاست. هگل معتقد بود که ماده‌گرایی به‌خاطر داشتن این اصل که «از هیچ، چیزی پدید نمی‌آید»، علم را محدودکرده است وامکان درك نظم‌های حقیقی جهان را ازآن سلب کرده است. وی‌با تکیه به‌این اعتقاد، کوشید تا یك مبنای ایده‌آلیستی برای خود علم عرضه کند. هگل برآن بودکه دومفهوم«چیز» و «هیچ» به‌یك میزان از اعتبار برخوردارند. هریك از این دو می‌توانند از دیگری پدید آیند: مفهوم «چیز» از مفهوم «هیچ» و برعکس. به‌علاوه، این دو مفهوم در عام‌ترین معنای خود یك‌سان هستند. هگل می‌گفت که هرگاه علم تنها بر مفهوم «چیز» تکیه کند و مفهوم «هیچ» را نفی کند، نمی‌تواند کامل و جامع باشد. به‌نظر او، تنها برپایهٔ وحدت این دو مفهوم می‌توان مفاهیم پیدایش، تحول و فنا را در علم عنوان کرد. بدون این مفاهیم هم، علم حقیقی در کار نخواهد بود.

در فلسفهٔ ایده‌آلیستی هگل، وجود روح مطلق مقدم بر وجود جهان مادی ــ طبیعت ــ است، وبه‌همین‌منوال، ارتباط میان مفهوم‌ها و انتقال از یك مفهوم به‌مفهومی دیگر، مقدم بر ارتباطها و تبدیل های بین اشیا و موجودات طبیعت است.

از دیدگاه هگل، نشان دادن ارتباط و تبدیل دو مفهوم «چیز» و «هیچ»، به‌منزلهٔ نشان دادن ارتباط و تبدیل میان هستی و نیستی اشیای طبیعت است. هگل می‌گفت‌هرگاه وجود ارتباط میان هستی و نیستی، «چیز» و «هیچ» و تحول هریك از آنان را به دیگری بپذیریم، مسلماً دیگر به‌هیچ‌وجه نمی‌توانیم درستی اصل «از هیچ، چیزی‌به‌وجود نمی‌آید» را بپذیریم. اما این نکته نیز مسلم است که هگل این اصل را تنها در حوزهٔ نظرات صرف رد کرد و تنها هنگامی می‌توان استدلال او را پذیرفت که مبانی فلسفهٔ او نیز مورد قبول واقع شده باشد، یعنی هنگامی که وجود «روح مطلق» راپذیریم و در نتیجه، قبول کنیم که ارتباط میان مفهوم ها منشأ ارتباط بین اشیاست.

هگل در نفی اصل مورد بحث، در واقع در دایرهٔ بسته‌ای حرکت می‌کند. به‌اعتقاد هگل، «روح مطلق»، خود را به‌وسیلهٔ تحول منطقی صرف، از «هیچ» می‌آفریند و سپس خود را در طبیعت متجلی می‌سازد که در حکم وجود دیگر ــ وجود خارجی ــ آن است. پس طبیعت به‌سادگی آنچه را که قبلا توسط «روح مطلق» آفریده شده، تکرار می‌کند و اگر اصل «ازهیچ، چیزی به‌وجود نمی‌آید» را در تحول داخلی آن نفی

کنیم، این اصل در طبیعت نیز جایی نخواهد داشت. بدین ترتیب می‌بینیم که رد این اصل توسط هگل، نتیجهٔ مستقیم مبانی ایده‌آلیستی فلسفهٔ اوست. در واقع، هگل به‌اثبات آنچه خود از قبل پذیرفته بود، پرداخت.

هگل ضمن مخالفت با اصل مورد بحث، در واقع با همهٔ نمودهای مشخص آن نیز به‌مخالفت برخاسته است، به‌خصوص قوانین بقا که در آن ایام در فیزیك شناخته شده بود. در این مرحله، فلسفهٔ هگل با مرحلهٔ گسترشی که علم در آن زمان بدان نایل شده‌بود، در تناقض بود.

باید توجه داشت که هگل به‌غلط می‌پنداشت قبول اصل مذکور، کاربرد علمی مفاهیم «هیچ»و «نیستی» را در رابطه‌شان با مفهوم‌های «چیز» و «هستی» از میان می‌برد. اتفاقاً، برعکس، مفاهیم «هیچ» و «نیستی» در ارتباط با مفاهیم «چیز» و «هستی»، نقش عمده‌ای در علوم دارند و این نقش پیوسته روبه‌گسترش است. پیش از پرداختن‌به‌تحقیق‌این‌امر، ناگزیر بایدماهیت‌اصل موردنظررا دقیقترموردمطالعه قراردهیم.

محتوای این اصل، حتی وقتی که در کلی‌ترین شکل خود در نظر گرفته شود، شامل جنبه‌های اساسی زیر است (که به‌سادگی نمی‌توان حکم «از هیچ چیزی به‌وجود نمی‌آید» را از آن نتیجه گرفت):

اولاً، هرشیء مادی تنها می‌تواند از اشیای مادی دیگر به‌وجود آید؛

ثانیاً،عدم‌یافنای‌هرشیء مادی،همیشه‌به‌معنای پیدایش‌یك‌یاچندشیء مادی‌دیگر است؛

ثالثاً، از دو نکتهٔ فوق نتیجه می‌شود که هیچ شیء مادی نمی‌تواند تنها در روند تفکر به‌وجود آید یا نابود شود. به عبارت دیگر، هیچ شیء مادی نمی‌تواند از مفاهیم، اندیشه‌ها یا احساسات آفریده شود. اینها می‌توانند با هر دقتی اشیای مادی را منعکس کنند، ولی در هیچ شرایطی نمی‌توانند اشیای مادی را به‌وجود آورند. انسان ممکن است از کار همهٔ قسمت‌های یك ساعت اطلاع بسیار دقیقی داشته باشد، اما هرگز کسی نمی‌تواند تنها با این اطلاع ساعتی بسازد، بلکه باید اطلاع خود را در شکل قطعاتی که ساعت از آن ساخته می‌شود واجد مادیت سازد. در فرایند کاراگاهانه، انسان نظامی از مفهوم ها و نظرات را در سر دارد که با دقتی کم یا بیش ،بیانگر ساختمان و خواص چیزی است که باید ساخته‌شود؛ اما این چیز، با این ساختمان، نه از مفهوم‌ها ونظرات، بلکه از اشیای مادی دیگر ساخته می‌شود؛

رابعاً، پیدایش و نابودی اشیای مادی چیزی نیست، جز جلوه‌هایی از تغییر و تبدیل آنها. یك شیء مادی که به‌شیء مادی دیگر تبدیل می‌شود، دیگر در هیئت قبلی خود وجود ندارد و شیء دیگری شده است. هر شیء مادی در روند تغییر یا تبدیل، هم هستی و هم نیستی می‌یابد. هر روند تبدیل، تغییر یا تحول اشیای مادی، در عین حال هم شامل پیدایش و هم شامل نابودی است. بدنیست که در اینجا به‌غیر دقیق بودن اصطلاح «از بین رفتن ماده» که در بعضی از کتاب‌های فیزیك و به‌خصوص در متون ساده شده به‌کار می‌رود، اشاره کنیم. معنای لفظی این اصطلاح، تبدیل ماده به‌هیچ، یا نابودی ماده است. در فیزیك این اصطلاح به‌روند تبدیل ذرات و ضد ذرات به‌تشعشع، اطلاق

می‌شود. در واقع در این مورد، شکلی از ماده (جسم) به‌شکلی دیگر از آن (میدان) تبدیل می‌شود. خلاصه اینکه، در اینجا به‌هیچ وجه نابودی ماده رخ نمی‌دهد. دشمنان امروزی ماتریالیسم به‌قصد «رد» ماتریالیسم دیالکتیک، بر این اصطلاح نادرست انگشت میگذارند.

درک این موضوع آسان است که نابودی هر شیء مشخص را می‌توان به‌منزلهٔ انتقال آن به «نیستی» و «هیچ» شدن آن دانست و پیدایش هر شیء در حکم انتقال آن به «هستی» و به‌صورت «چیز»ی درآمدن آن است. بنابراین، بر خلاف تصور هگل، اصل مورد بحث ما، مفاهیم «نیستی» و «هیچ» ــ و به‌همراه آنها، مفهوم تحول ــ را از اعتبار نمی‌اندازد، بلکه مفاهیم مذکور را از دقت لازم برخوردار می‌کند و رنگ و بوی افکار صوفیانه را از آنها می‌زداید.

قبلا اشاره کردیم که مفاهیم «هیچ» و «نیستی» در علوم نقش مهمی دارند. هگل به‌درستی معتقد بود که بدون وجود این مفاهیم نمی‌توان مفاهیم «تحول»، «تغییر» و «شدن» را به‌طور منطقی تعریف کرد و بدون تعریف مفهوم اخیر، هیچ نظریهٔ فیزیکی را نمی‌توان به‌طریقهٔ منطقی بیان کرد. اما این تنها یك وجه اهمیت مفاهیم «هیچ» و «نیستی» در علوم است. وجه دیگر اهمیت آنها این است که مفاهیم فوق مستقیماً مبین تاریخی بودن و تکرار ناپذیر بودن بسیاری از خواص و حالات اشیای مادی، محدودیت زمانی خواص و حالات مزبور و سرشت انتقالی آنها هستند. وضعیتی که کرهٔ زمین ــ مثلا ــ در دوران اول زمین‌شناسی داشت اکنون دیگر وجود ندارد، فاقد هستی است و می‌توان گفت که اکنون «نیست» شده است. مفهوم‌های «هیچ» و «نیستی» به‌گذشته برمی‌گردند، نه به‌این معنی که بعضی ازحالات در گذشته وجود نداشتند، بلکه بدین معنی که در زمان حال وجود ندارند. گذار از هستی به‌نیستی، یك فرایند عینی و جنبه‌ای از تغییر و تحول اشیای مادی است.

ما تنها به‌وسیلهٔ گذار از مفاهیم «هستی» و «چیز» به‌مفاهیم «نیستی» و «هیچ» ــ و به‌عکس ــ می‌توانیم فرایندهای «تحول»، «تغییر» و «تبدیل» اشیای مادی را در ذهن خود مجسم کنیم.

نقش مفهوم‌های «نیستی» و «هیچ» در تکامل علوم، دارای وجه سومی نیز هست. وجه مذکور عبارت از این حقیقت است که این مفاهیم را ــ در برخی ازجلوه های محدودشان ــ می‌توان نشانه‌های حالاتی از مادهٔ در حال حرکت دانست که برما پوشیده هستند. مثلا ما غالباً تهی بودن را ماهیتاً نوعی «نیستی» محدود یا «هیچ» بودن محدود در نظر می‌گیریم. به‌تصور بعضی، تهی‌بودن «خلاء» یعنی فضایی که در آن مادهٔ در حال حرکت وجود ندارد. یعنی آن را «هیچ» مطلق نمی‌دانند، بلکه «چیز»ی (فضا) می‌دانند که در آن ماده‌ای وجود ندارد. اما این ادعا، هم با فلسفهٔ ماتریالیسم دیالکتیك و هم با حقایق علوم نوین، ناسازگار است. اکنون این نکته روشن شده است که فضای «تهی» در طبیعت وجود ندارد و نمی‌تواند وجود داشته باشد. فضای بدون ماده هیچ‌گاه نمی‌تواند وجود داشته باشد، زیرا ماده یکی از صور بنیادی وجود است. هرناحیه‌ای از فضا، همیشه باوجوهی از ماده درپیوند است و فضا نمی‌تواند به‌تنهایی

ظرفی برای اجسام باشد.

«تهی بودن» مفهومی غیرعلمی است و نمی‌توان آن‌را به‌معنای مطلق ــ یعنی به‌معنای نفی وجود هر شکلی از مادهٔ در حال حرکت ــ به‌کار برد. این مفهوم را فقط در معنای نسبی‌اش می‌توان به‌کارگرفت ــ یعنی به‌معنی وجود نداشتن وجوه خاصی از ماده یا وجــود نداشتن بخش‌های خاصی از واقعیت عینی. اگر در جایی جسم وجود ندارد، میدان‌وجود داردواگر میدان‌وجود نداشته باشد، خلاء فیزیکی‌آن وجود دارد.

پس به‌عنوان یك اصل می‌توان گفت که «نیستی» و «هیچ»درعلوم نوین در معنای نسبی ــ و نه مطلق ــ خود به‌کار می‌روند. بدین ترتیب هنگامی که یك فیزیك دان معاصر می‌گوید که در فلان واحد زمان، فلان مقدار ماده در جهان از «هیچ» به وجود می‌آید در صورت تأیید این ادعا باید آن را به‌معنای پیدایش جسم از طریق تبدیل پذیری (انتقال از حالتی به‌حالت دیگر) شکل دیگری از ماده دانست. مفهوم «هیچ» در اینجا به‌وضوح در حکم نشانه‌ای برای اشکال ناشناختهٔ ماده است، نشانه‌ای که به‌ما اجازه می‌دهد تا مفهوم تحول را در مورد حوزه‌هایی از طبیعت که هنوز بر ماپوشیده است، به‌کار بریم. در حقیقت، در چنین مواردی می‌توان مستقیماً به‌اشکال ناشناختهٔ ماده اشاره کرد، اما این‌کار چه‌مزیتی بر استفاده از عبارت «به‌وجود آمدن از هیچ»، دارد؟ در هر دو مورد اصل قضیه فقدان دانش ما نسبت به‌موضوع است. هنگامی که از اشکال ناشناختهٔ ماده سخن می‌گوییم، منظور «چیز»ی است که هنوز هیچ چیز درباره‌اش نمی‌توانیم بگوییم. اما این «چیز» قدری با «هیچ» تفاوت دارد.

از همهٔ آنچه گفته شد پیداست که مفاهیم «نیستی» و «هیچ» چندین کاربرد متفاوت در علوم دارند و هیچ یك از این کاربردها، اصل «از هیچ، چیزی به‌وجود نمی‌آید» را نقض نمی‌کند. باید به‌خاطر داشت که‌گذاشتن مفهوم «چیز» به‌جای«هیچ»، در حالی که در مورد این «چیز» هیچ چیز نمی‌توانیم بگوییم، ممکن است این استنباط نادرست را موجب شود که اصل «از هیچ، چیزی به‌وجود نمی‌آید» نقض شده است، مگر آنکه توضیح دهیم که درآن مورد خاص مفهوم «هیچ» جایگزین مفهوم «چیز» شده است. این نحوهٔ توضیح، به‌ویژه در متون نامعتبر کاملا رایج است.

اصل «از هیچ، چیزی به‌وجود نمی‌آید» را باید مانند هر اصل علمی دیگر در روند تحولش و در اشکال تجلی‌اش درنظر گرفت. در اینجا باید دوباره ذکر کنیم که اصل مزبور خود یکی از جنبه‌ها یا اشکال بیان اصل کلی‌تر قدمت و فناناپذیری ماده و خصلت های آن است.

در جریان پیشرفت فیزیك مدرن، گهگاه شرایطی بروز کرده است که پژوهش‌گران (و حتی بیش از آنها، نویسندگان متون عامه فهم علمی) گمان کرده‌اند که تنها باابزك افزایشی، تصویر فیزیکی جهان کامل خواهد شد و پیشرفت علوم فیزیکی به پایان خواهد رسید. میل به‌مواجهه با امور متناهی، انجام شده، پایان یافته، به‌کمال‌رسیده و ساده، در تفکر و فعالیت روزمرهٔ بشر ریشه دارد، یعنی در این حقیقت که افرادمعمولا به‌ناگزیر با پدیده‌ها و اشیای محدود سروکار پیدا می‌کنند. اما شناخت علمی به‌بررسی

پدیده‌ها اکتفا نمی‌کند، بلکه به‌ماهیت آنها نفوذ می‌کند. در جریان شناخت ماهیت و در تجربهٔ عملی است که شخص به‌سؤال متناهی یا نامتناهی بودن، محدود یا بی‌پایان‌بودن شیء مورد شناخت پاسخ می‌دهد.

اصل متناهی بودن، مبنای بسیاری از اعتقادات ایده‌آلیستی است و به‌همین سبب سخن‌گویان این مکاتب همواره در پی یافتن تأییدی برمفروضات خود، در آثار برخی از دانشمندان مدافع اندیشهٔ متناهی بودن، برآمده‌اند. مثلا گاهی اوقات در متون علمی یا علمی به‌زبان ساده یا متون عامه فهم به‌نظریه‌هایی در مورد «آغاز» جهان برمی‌خوریم و روشن نمی‌شود که موضوع مورد بحث نه کل جهان، بلکه جهان مطالعه شده توسط علم اختر فیزیك است. مفهوم متناهی بودن گاهی هم پایهٔ بحث‌هایی می‌گردد در مورد این که مثلا موضوعات مورد مطالعهٔ علوم فیزیکی به‌پایان رسیده یا به‌زودی به‌پایان خواهد رسید و بحث‌هایی از این قبیل.

بررسی فرضیه‌ها و نظریه‌های مربوط به‌متناهی بودن، عموماً نشان‌دهندهٔ این است که این اتکا به‌متناهی بودن در آنها، حاصل استفادهٔ نادقیق از ابزارهای منطقی ومفهومی و نیز بهره‌گیری غیر اصولی از حقایق علمی و فقدان آموزش لازم و نداشتن درك عمیق نسبت به‌قضایای بنیادی ماتریالیسم دیالکتیك است. در این مورد باید به‌نقش راه‌گشایانهٔ اصل پایان ناپذیری مادهٔ در حال حرکت، که لنین در پیدایش آن سهم عمده‌ای داشت، توجه خاصی مبذول داریم.

دانشمندان راستین، در روند پژوهش هایشان به‌طور آگاهانه ــ و در بسیاری از موارد هم ناآگاهانه ــ از این اصل رهنمود می‌گیرند و بدین ترتیب به‌کیفیت راه‌گشایانهٔ آن درآفرینش نظریه‌های علمی پی‌می‌برند. محتوای عینی هریك از اصولی که تاکنون بردانشمندان مکشوف نشده، غالباً خود به‌خود در فرایند تفکر آنها ظاهر می‌شود. مثلا آلبرت اینشتین که از اصل پایان ناپذیری استفادهٔ آگاهانه نکرده است، می‌نویسد: «اعتقاد به‌این امر که یك جهان خارجی مستقل از عامل درك‌کنندهٔ آن وجود دارد، پایهٔ همهٔ علوم طبیعی است. اما ازآنجا که ادراك حسی تنها به‌طور غیر مستقیم اطلاعاتی از این جهان خارجی یا واقعیت فیزیکی به‌دست می‌دهد، درك جهان خارجی تنها به‌کمك ابزارهای ذهنی میسر می‌شود. از اینجا نتیجه می‌شود که برداشت ما از واقعیت فیزیکی هیچ‌گاه جنبهٔ نهایی نخواهد داشت. باید همیشه آمادهٔ تغییردادن این برداشت‌ها باشیم...»[۵] نوربرت‌وینر[۶] نیز در همین زمینه می‌گوید: «به‌نظر من، منطق و یادگیری و همهٔ فعالیت های مغزی هیچ‌گاه به‌عنوان تصویر کامل و پایان یافته‌ای به‌شمار نمی‌آید، بلکه در حکم فرایندی است که انسان از طریق آن با محیط خود ارتباط برقرار می‌کند.»[۷]

اعتقاد به‌نیروی هوش بشر و پذیرفتن این که انسان امکانات نامحدودی برای پی‌بردن به‌ناشناخته‌ها دارد، مهم‌ترین نقش را در پیشرفت علوم ایفا می‌کند. اما اگر

۵ــ کتاب «نظرات و عقاید» نوشتهٔ اینشتین، چاپ لندن، ۱۹۵۶، صفحه ۲۶۶

۶. Norbert Wiener نگاه کنید به مجلهٔ هدهد، سال دوم شمارهٔ ۱۵ــ ۹.

۷ــ کتاب «من یك ریاضی دانم»، چاپ نیویورك، ۱۹۵۶، صفحهٔ ۳۲۴.

کسی براین عقیده باشد که می‌توان دانش کاملی به‌صورت نشان‌دادن کلیهٔ خواص و روابط درونی جهان دور و بر حاصل کرد؛ همچنین، اگر کسی متناهی بودن و پایان‌پذیری موضوع مورد شناخت را پذیرفت، در آن صورت نه‌تنها منکر وجود چشم‌انداز آتی علم شده است، بلکه در تحلیل نهایی به‌تصدیق حدوث و نتیجتاً فنای جهان مادی می‌رسد.

امکانات بی‌پایان برای شناخت، از خواص پایان ناپذیر مادهٔ در حال حرکت، که همواره وجود داشته و دارد و ابتدا و انتهایی بروجودش متصور نیست، جدایی ندارد. هرگونه اظهار نظری دایر بر متناهی بودن یا پایان‌پذیری خواص جهان مادی یااشیای تشکیل‌دهندهٔ آن، اساساً ضد علمی است.

مطالعهٔ دقیق حقایق فیزیك نوین و اخترفیزیك و بررسی فرضیه‌ها و نظریه‌های علمی مربوط به‌جهان بی‌نهایت کوچك و بی‌نهایت بزرگ به‌ما امکان این اظهار نظر را می‌دهد که حتی یك حقیقت تجربی یا مشاهده‌ای و یك نظریهٔ معتبر وجود ندارد که براساس آن بتوان گفت ماده می‌تواند حادث و فانی شود، جهان متناهی است یا اینکه روند شناخت جهان و پدیده‌های حاکم برآن پایان پذیر است.

لنین، با بهره‌گیری از دستاوردهای علوم و تجربیات اجتماعی ــ تاریخی، نشان داد که موضوع شناخت بشر ــ یعنی مادهٔ در حال حرکت ــ دارای خواص ازلی، ابدی و پایان ناپذیر است.

قدرت و فناناپذیری ماده و اشکال آن، بدین معنی است که هیچ فرایندی در جهان رخ نمی‌دهد که طی آن مادهٔ در حال حرکت به‌وجود آید یا از بین رود، مادهٔ در حال حرکت از هیچ مطلق پدید آید یا به‌هیچ مطلق بدل گردد، یا آنکه وجود آن در فضا و زمان نابود شود یا تولید گردد. تنها معنی علمی مفهوم «پدید آمدن» عبارت است از تبدیل، تجدید ساختار یا تغییر حالات قبلی مادهٔ در حال حرکت به‌حالات جدیدو این امر بی‌استثنا در مورد اشکال فضا ــ زمانی آن نیز صادق است.

معنای علمی مفهوم «ناپدیدشدن»، گذار از یك حالت یا شکل مادهٔ در حال‌حرکت به‌حالت یا شکل دیگر است. بدین ترتیب دو مفهوم «پدیدآمدن» و «ناپدید شدن» با یکدیگر مرتبطند و در واقع به‌یك معنی‌اند. پس این دو مفهوم را نمی‌توان از یکدیگر جدا کرد، بلکه باید آنها را به‌عنوان وجوه یك مفهوم واحد در تغییر کیفی، در نظر گرفت. مفاهیم مذکور را تنها درمورد اشیای مشخصی، که بدین معنی به‌وجود می‌آیند واز بین می‌روند، می‌توان به‌کار برد. این اشیا در نتیجهٔ تبدیل پذیری اشیای مادی دیگر به‌وجود می‌آیند و در اثر تبدیل به‌اشیای دیگر از بین می‌روند.

اصل مهم علمی و تجربی مورد بحث این مقاله ــ «از هیچ، چیزی‌پدیدنمی‌آید» ــ هیچ‌گاه از اعتبار نخواهد افتاد. البته، ممکن است کسی در آثار علمی ساده شده به‌این مطلب بربخورد که: فیزیك مدرن امکان پیدایش ماده را از خلاء به‌معنی تهی بودن یا «هیچ» مطلق، می‌پذیرد. در واقع، در فیزیك مدرن، خلاء به‌عنوان حالت خاصی از ماده تعبیر می‌شود. مثلا، خلاء یك میدان الکترومغناطیس حالتی از این میدان است که هیچ فوتونی در آن موجود نباشد.

پذیرفتن قدمت و فناناپذیری ماده و اشکال آن، منجر به‌قبول اصل «بی‌پایانی»[8] می‌شود. بی‌پایانی هستی مادهٔ در حال حرکت، یعنی اینکه وجودآن‌به‌هیچ طریق نمی‌تواند متوقف شود و هیچ زمانی نبوده و نخواهد بود که مادهٔ در حال حرکت فاقد وجود شود. اگر اشکال و حالات مادهٔ در حال حرکت محدود است، یعنی ظهور و فنامی‌پذیرد، خود مادهٔ در حال حرکت بی‌پایان است و بی‌پایانی آن متضمن این حقیقت است کـه گذار آن از یك حالت محدود به حالت محدود دیگر هیچ‌گاه پایان نمی‌گیرد.

به‌همین ترتیب، بی‌پایانی فضا و زمان متضمن این حقیقت است که انتقال‌های نامحدود مادهٔ در حال حرکت از حالتی به‌حالت دیگر، منجر به‌خروج آن از اشکال فضاـ زمانی وجود نخواهد شد، اگر چه ممکن است انتقال از یك حوزهٔ فضا ـ زمانی به‌حوزهٔ دیگری با مشخصه‌های ابعادی و مکانی دیگر، صورت بگیرد. بی پایانی فضا و زمان عبارت است از پیوستگی امکان گذار ماده از یك خوزهٔ فضا ـ زمانی به‌حوزهٔ فضاـزمانی دیگر، که خود این حوزه‌ها محدود هستند. بدین ترتیب، بی‌پایانی مادهٔ درحال حرکت و اشکال فضا ـ زمانی آن از طریق گذار از یك حالت محدود ماده به‌حالت محدود دیگر و از طریق خروج از یك حوزهٔ فضا ـ زمانی محدود به‌حوزهٔ فضا ـ زمانی محدود دیگر تجلی می‌یابد.

در متون فلسفی و آثار مربوط به‌علوم‌طبیعی گاهی‌اوقات‌به‌این‌موضوع‌برمی‌خوریم که پذیرفتن متناهی بودن جهان، باعلوم طبیعی وماتریالیسم دیالکتیك‌ـ وبه‌خصوص با این قضیهٔ ماتریالیسم دیالکتیك که در جهان فقط وفقط مادهٔ در حال حرکت وجود دارد‌ـ متناقض نیست. این برداشت از دشواری درك مفهوم بی‌پایانی ناشی مـی‌شود. برداشت‌های عادی ماازبی‌پایانی به‌طور ناخواسته باقراردادن آن‌در مقابل محدودیت و گذرا بودن، در آمیخته است وبه‌همین لحاظ بی‌پایان راچیزی‌ورای محدود درنظر می‌گیریم واز آنجا که خود باامور محدود سروکار داریم، مفهوم بی‌نهایت رابه‌عنوان مکمل درك می‌کنیم، که د ردرستی آن‌جای تردید است.باید توجه‌داشت که اشکال در درك مفهوم بی‌پایانی، از متضاد قراردادن‌آن بامحدودیت، ناشی می‌شود. اگر بی‌نهایت‌را در پیوند آن بامتناهی درنظر بگیریم ـ همچنانکه طی بحث فوق این کاررا کردیم‌ـ درآن صورت مشکل برطرف خواهد شد وروشن می‌شودکه از طریق اشیای محدودی که از حالتی به‌حالت دیگر درمی‌آیند، ناگزیر بابی‌نهایت نیز سروکار خواهیم یافت.

در مورد این‌که پذیرفتن محدودیت جهان، با ماتریالیسم دیالکتیك‌متناقض‌نیست، باید بگوییم که در هر حال این دوامر ناسازگارند. پذیرفتن ماتریالیسم دیالکتیك بدون پذیرفتن قدمت وفناناپذیری ماده ناممکن است وقبول نکتهٔ اخیر نیز در حقیقت‌به‌معنای تأیید ابدی بودن وبی‌پایانی وجود ماده‌است.

8 - Infinity

پایان ناپذیری[1] مادهٔ در حال حرکت

از نامحدود بودن وجود وصفات مادهٔ در حال حرکت، بلافاصله این نتیجه‌به‌دست می‌آید که خواص، حالات وپیوندهای مادهٔ درحال حرکت، پایان ناپذیراست ــ واین نتیجه مورد تأیید تجربهٔ عملی نیز هست. ازآن‌جا که نامحدود بودن تنها ازطریق‌اشیای محدود وگذار آن‌ها به‌اشیای محدود دیگر وهمچنین ازطریق تغییراتی تحقق می‌یابد که دستخوش آن می‌شوند؛ پایان ناپذیری نه‌تنها درکل جهان، بلکه درهریك ازاشیای آن نیز به‌طور ذاتی وجود دارد.

لنین طی قضیه‌ای در این مورد می‌نویسد: «الکترون همانند اتم پایان ناپذیر است، طبیعت نامحدود است، ولی باهمین نامحدودی خارج از ذهن وادراك انسان، دارای وجود است.»[2]

در عصر ما، فیزیك با دو صورت از ماده که با یکدیگر پیوند نزدیك‌دارند، یعنی جسم ومیدان سروکار دارد. اکنون می‌توانیم خلاء فیزیکی را هم به‌حالات (یا صور) خاص ماده اضافه کنیم، هر چند که مبحث اخیر هنوز به‌اندازهٔ کافی در فیزیك بررسی نشده است. اطلاعات فعلی علم در مورد صورت‌های نوین ماده در کیهان نجومی (در مقایسه با صورت‌های زمینی آن) به‌مراتب نااستوارتر است؛ هرچند همه‌گونه دلیل (فیزیکی و فلسفی) برای پیش‌بینی این صورت‌ها ، از روی مشاهدهٔ تفاوت‌های‌کیفی وکمی جهان بی‌نهایت بزرگ ازیك سو، وجهان بی‌نهایت کوچك، ازسوی دیگر،وجود دارد. این مشاهدات به‌برخورد ما باجهان بی‌نهایت کوچك، به‌ویژه در فواصل کمتر از 10^{-14} سانتی‌متر نیز مربوط می‌شود.

اصولا ، با پذیرفتن بی‌پایانی صورت‌های ماده، حتی‌یك‌قدم از ماتریالیسم‌دیالکتیك عقب‌نشینی نکرده‌ایم. بلکه صورت‌های شناخته شدهٔ ماده ــ جسم ومیدان ــ نیز به‌نوبهٔ خود، انواع پایان ناپذیری از خواص را دارا هستند.

جهان مجموعه‌ای از اشیای واقعی است که در حال تأثیر متقابل بریکدیگرند و چون خواص اشیا در روابط فیمابین آن‌ها پدیدار می‌شود، تعداد خواص هرشیء وکل جهان مادی نامحدود است، و هر شیء از نظر شناخت پایان‌ناپذیر است.

اصل پایان ناپذیری که توسط لنین بیان شد، درمورد صورت‌های بنیادی وجود

۱ــ Inexhaustibility تنوع بی‌پایان خواص وحالات که هنگام کاوش وپژوهش در پهنا ودر ژرفا، جلوه‌گر می‌شود ودر فارسی می‌توان آن رابه «ته‌نداشتن» تعبیر کرد.

۲ــ لنین، «ماده گرایی ونقد تجربی»، مجموعهٔ آثار، جلد۱۴.

ماده، یعنی حرکت، فضاوزمان صادق است. ازآن‌جا که حرکت خود مجموعهٔ بی‌پایانی‌از تغییرات، گذارها وتبدیلات گوناگون ماده است، همچون ماده، پایان ناپذیر می‌باشد. حتی در زمان حاضر، تغییرات گوناگون وپرشماری رادر جهان سراغ داریم که دامنهٔ آن‌ها از تبدیل متقابل ذرات بنیادی تا تحولات حاصله در زندگی مادی و معنوی‌جامعه را دربرمی‌گیرد. هدف ذاتی علم، بررسی وکشف تغییرات، تبدیلات وگذارهای نوینی است که در جهان مادی رخ می‌دهد.

فضاوزمان‌نیزازلحاظ خواص، ساختارها و کنش‌های متقابل فیمابین خود ومادهٔ در حال حرکت، پایان ناپذیرند. پیش ازآن که لباچفسکی[۳] امکان وجود هندسه‌های نااقلیدسی را کشف کند، اعتقاد رایج در علم این‌بود که دانش‌ما نسبت به‌خواص وساختار فضا کامل است. پس از کشف هندسه‌های نااقلیدسی، معلوم شد که‌خواص فضا به‌ساختار ماده وصورت‌های حرکت آن بستگی دارد وپایان ناپذیر است.

نظریهٔ نسبیت عمومی که مفاهیم مربوط به‌هندسه‌های نااقلیدسی درآن به‌کارگرفته شد وطی آن ثابت شد که خواص پیوستار[۴] فضا- زمانی، تابعی از حضوراشیای بزرگ دارای جرم گرانشی است، تأیید دیگری براین قضیهٔ ماتریالیسم دیالکتیك بود که فضا وزمان، وجوهی از ماده‌اند. معلوم شد که در نزدیکی اجسام دارای جرم زیاد، فضاتاب برمی‌دارد وجریان زمان کند می‌شود.

در مورد فضای موجودات زنده چه می‌توان گفت؟ علم اکنون درصدد فراهم آوردن تصویری از خواص فضای موجودات زنده (که ورنادسکی عضو فرهنگستان شوروی در زمان خود مطالبی در مورد آن نوشت)، وهمچنین فضای حوزه‌های درونی ذرات بنیادی واجسام غیر عادی نجومی به‌کمك هندسه ها وتوپولوژی‌های نوین وشاید رشته‌های نوین دیگری از ریاضیات، می‌باشد.

در حال حاضر، دلایل کافی برای این‌فرض وجود دارد که حتی خاصیتی‌بنیادی از فضا وزمان مانند یك‌نواختی، صرفاً تقریبی از واقعیت است. هنگامی که در یك‌حوزهٔ فضا زمانی، جرم‌های گرانشی عظیم موجود باشند، تنها در چارچوب حوزه‌های موضعی می‌توان از یك نواختی سخن گفت. گواه این مدعا نظریهٔ نسبیت عمومی است.

مسئلهٔ یك‌نواختی پیوستار فضا ــ زمان دارای اهمیت اصولی است، زیرا برخی‌از قوانین بقا در فیزیك با این‌یك نواختی مرتبطند. دراین‌جا باید تاکید کنیم‌که حقایق فیزیك‌نوین وحدت تضادی یك‌نواختی ونایك‌نواختی پیوستار فضا ــ زمان‌را آشکار ساخته است. مفهوم یك‌نواختی فضا وزمان، بیانگر جنبه‌های پایداری، بقا وتقارن‌موجود درمادهٔ در حال حرکت است. در مقابل، مفهوم نایك‌نواختی مبین تغییر پذیری، تاریخمندی (برگشت ناپذیری) وبی‌تقارنی آن‌است.

تنها با مجزا کردن کامل فضا وزمان از مادهٔ در حال حرکت، می‌توان از یك نواختی آن‌ها سخن گفت وتنها هنگامی می‌توان نایك‌نواختی فضا وزمان رامطرح‌ساخت

۳ــ N. I. Lobachevsky. ریاضی دان روس (۱۷۹۳ ــ ۱۸۵۶).

4 - Continuum

که فضا وزمان با مادهٔ درحال حرکت برابر دانسته شود.

هر دوی این حالات حدی، وحدت فضا ــ زمان ومادهٔ در حال حرکت‌رامخدوش می‌کنند وبا حقایق علم وتجربه ناسازگارند. ازسوی دیگر، پذیرفتن وحدت خصلت‌های ماده، الزاماً قبول وحدت خواص یك‌نواختی و نایك‌نواختی فضا وزمان، یا به‌طور کلی‌تر، قبول وحدت تقارن وبی‌تقارنی نهفته در مادهٔ درحال حرکت وصورت‌های فضا زمانی وجود آن را درپی‌دارد. حقیقت، نه درجداسازی صفات ماده، بلکه دروحدت آن‌ها، ونه در مخالف دانستن یك‌نواختی ونایك‌نواختی، تقارن وبی‌تقارنی، بلکه در وحدت تضادی ودیالکتیکی آن‌ها مستتر است که در آن یك‌نواختی ونایك‌نواختی به‌عنوان وجوهی از یك‌دیگر عمل می‌کنند. یك‌نواختی در نایك‌نواختی رجود دارد وبه‌عکس. به‌طور کلی، در هرتقارن، عناصری از بی‌تقارنی و در هربی‌تقارنی، عناصری از تقارن وجود دارد.[۵]

اصل پایان ناپذیری حالات، خواص وپیوندهای ماده وصورت‌های آن، دارای‌یك جنبهٔ دیگر نیز هست. آیا می‌توان ادعا کرد که اشکال بنیادی وجود ماده، درصورت های شناخته شده‌ای چون حرکت، فضا وزمان خلاصه می‌شود، یا اشکال دیگری ازوجود آن نیز در واقعیت موجودند؟ با توجه به‌اصل پایان‌ناپذیری، پاسخ این سؤال مثبت‌است. کاملا امکان دارد که اشکال دیگری از هستی ماده، مثلا مانند بازتاب، در جهان وجود داشته باشد. این فرضیه که بازتاب خاصیت بنیادی وعمومی ماده است، توسط لنین در کتاب ماده‌گرایی ونقد تجربی، مطرح گردید. فرضیهٔ مزبور در حال حاضر از تأیید روزافزون فیزیك وزیست‌شناسی وهمچنین سیبرنتیك برخوردار است.[۶]

اما باید توجه داشت که کشف اشکال نوین هستی ماده، منجر به‌محدود شدن جنبهٔ عام حرکت، فضا وزمان نخواهد شد. فرایندهای بازتاب نیز خود تغییر می‌پذیرند و هستی فضاــ زمانی دارند. به‌عبارت دیگر، کشف هیچ‌شکل نوینی از هستی ماده، این نتیجه را درپی نخواهد داشت که ماده می‌تواند بدون حرکت یا خارج از فضا وزمان موجود باشد.

هنگامی که لنین از پایان ناپذیری الکترون سخن می‌گفت، هنوز مفهوم «ذرات بنیادی» وجود نداشت، زیرا تا آن‌زمان تنها دونوع ذره ــ الکترون وپروتون‌ــشناخته شده بود. در حال حاضر، خانوادهٔ ذرات وضد ذرات بیش از دویست عضو دارد. ازاین جمله‌اند: الکترون، ذره‌ای پایدار با بارمنفی وجرم $۹٫۱۰۸\times۱۰^{-۲۸}$ گرم؛ پروتون، هستهٔ ئیدروژن که بار مثبت دارد وجرمش ۱۸۳۶ برابر جرم الکترون است؛ نوترون، ذره‌ای که هیچ بارالکتریکی ندارد وجرمش ۱۸۳۸ برابر جرم الکترون است؛نوترینو، ذره‌ای بدون بارالکتریکی‌که جرم سکون‌آن برابربا صفریا آن‌قدرکوچك‌است که‌می‌توان

---

۵ ــ نگاه کنید به‌مقالهٔ «اصل تقارن ونقش آن در شناخت» .

۶ ــ بازتاب Reflection یکی از مفاهیم بنیادی معرفت شناسی ماتریالیستی است. ماتریالیسم دیالکتیك بازتاب روانی را به‌عنوان خاصیتی ازمادهٔ بسیار نظام یافته، از خاصیت کلی بازتاب مستتر در ماده مجزا می‌کند.

آن را صفر دانست (دونوع نوترینو شناخته شده است: نوترینوی الکترونی ونوترینوی موئونی)؛ فوتون، ذرهٔ متشکلهٔ (کوانت) میدان الکترومغناطیسی، با جرم سکون دقیقاً برابر صفر. این ذره همواره با سرعت ثابت ۳×۱۰^{۱۰} سانتی‌متر برثانیه (سرعت نور در خلاء) درحرکت است.

گروه پرشماری از ذرات وجود دارد که جرم آن‌ها حد واسط بین جرم‌های پروتون والکترون است. این ذرات مزون نامیده می‌شوند: مزون μ (موئون)[۷]، مزون π (پیون)، مزون K وغیره. به‌علاوه، ذراتی به‌نام هیپرون[۸] می‌شناسیم که جرمشان بیش از جرم پروتون است. در سال‌های اخیر گروه عظیمی از ذرات دارای عمر کوتاه (ذرات ناپایداری که ظرف $۱۰^{-۲۴}$ ثانیه متلاشی می‌شوند)، به‌نام رزونون‌ها[۹]، کشف شده است. درنوامبر سال ۱۹۷۴ نخستین گزارش‌ها درمورد کشف ذره‌ای جدید به‌نام ذرهٔ ψ منتشر شد. جرم این ذره زیاد است (بیش از سه برابر جرم پروتون)، وعمرنسبتاً درازی دارد. کمی بعد، ذرهٔ همانندی با جرم بیشتر از ذرهٔ ψ کشف شد و در ژانویهٔ ۱۹۷۵، دو ذرهٔ مشابه با جرم‌های زیاد کشف گردید. کشف این ذرات سؤالات جدیدی را مطرح می‌سازد که بی‌شك پاسخ آن‌ها چیزهای اصولا نوینی را به‌نوع بشر عرضه خواهد داشت. همهٔ این ذرات دارای متضادی هم هستند که ضد ذرات نامیده می‌شوند (به‌استثنای فوتون، که خود ضد ذره است). نظریه پردازانی که به‌کار دسته‌بندی‌ذرات مشغولند، براین اعتقادند که هنوز ذرات کشف نشده‌ای وجود دارند که ازآن‌جمله‌اند: کوارك‌ها، دیون‌ها، پارتون‌ها، مزون‌های برداری و غیره.

پژوهش‌های اخیر دربارهٔ ساختار نوکلئون‌ها (ذرات درون هسته ــ پروتون‌ها ونوترون‌ها) در شتاب دهندهٔ خطی سه‌کیلومتری استانفورد نشان داده است که ذرات هسته‌ای دارای «یك ساختار داخلی پیچیده، متشکل از واحدهای مستقل نقطه‌گون که اکنون پارتون نامیده می‌شوند»،[۱۰] می‌باشند. جالب‌ترین نکته از اطلاعات تاکنون به‌دست آمده حاکی است که برخی ازخواص‌پارتون‌ها شبیه خواص کوارك‌های فرضی است. در سال ۱۹۶۴ موری جلمن[۱۱] وجورج تسوایگ[۱۲] مستقل ازیکدیگر، وجود ذراتی را مطرح ساختند که ــ برخلاف سایر ذرات شناخته شده ــ حامل بارالکتریکی کسری ($+\frac{۲}{۳}$ یا

۷ــ muon ، همان‌مزون μ است که توسط کارل دیوید آندرسون، فیزیك‌دان آمریکایی کشف شد.

۸ ــ hyperon گروهی از ذرات بنیادی که در دستهٔ باریون‌ها قرار دارند. جرم آن‌ها بیش‌تر از جرم نوترون وعمر متوسط آن‌ها خیلی کوتاه است. هیپرون‌ها به‌ذره‌های هسته‌ای(پروتون ونوترون) تجزیه می‌شوند.

9 - resonon

۱۰ ــ مقالهٔ «ساختار پروتون ونوترون» مجلهٔ Scientific American ژوئن ۱۹۷۱، صفحهٔ ۶۱.

۱۱ ــ نگاه کنید به‌پانویس صفحهٔ ۱۲۸.

12 - George Zweig

$\frac{1}{3}$ ـ) هستند. به‌هرحال، هنوز کوارك‌ها وپارتون‌ها هیچ‌یك به‌طور تجربی‌درحالت آزاد خود کشف نشده‌اند.

ذرات بنیادی درفرایندهای بسیار گوناگونی‌شرکت‌می‌کنند.تعداد زیادی واکنش پراکندگی وتولید، تبدیل وتشکیل ذراتی از ذرات دیگر شناخته شده است. این‌اطلاعات تجربی به‌ما اجازه می‌دهد ادعا کنیم که ذرات دارای یك ساختار داخلی هستند، زیرا ذرهٔ نقطه‌گون فاقد ساختار نمی‌تواند این همه پدیده‌های گوناگون از خود بروز دهد.

هر ذرهٔ بی‌نهایت کوچك نه‌تنها علت پدیده‌های خاصی در طبیعت است، بلکه خود نیز معلول ونتیجتاً دارای ساختار است. تغییرپذیری وپویایی ساختار اشیای بی‌نهایت کوچك است که تعدد حالات آن‌ها را در اندرکنش‌های گوناگون پدید می‌آورد، و این به‌نوبهٔ خود نشان‌دهندهٔ پایان‌ناپذیری آن‌هاست.

فیزیك نوین نشان داده است که جهان بی‌نهایت کوچك دارای ساختار، پیوندهای متقابل واندرکنش‌های پیچیده‌ای است.

دانشمندان می‌کوشند تا اطلاعات موجود را چنان تنظیم کنند که بتوانند به‌کمك جدولی از ذرات بنیادی ــ مشابه با جدول تناوبی مندلیف ــ وجود ذرات جدید را پیش بینی کنند وپیوندها وبستگی‌های متقابل نوینی را بیابند.

اکنون به‌طور قطع ثابت شده است که چهارنوع اندرکنش وجود دارد: قوی، الکترومغناطیسی، ضعیف وگرانشی. همهٔ ذرات بنیادی را که به‌این‌اندرکنش‌ها مربوطند، می‌توان به‌سه دستهٔ کاملا مجزا تقسیم کرد: آدرون‌ها، لپتون‌ها وفوتون‌ها.

آدرون‌ها مشتمل بر ذرات گوناگون باریون‌ها (نام کلی نوکلئون‌ها وهیپرون‌ها)، مزون‌ها، ضد ذرات مربوط به این‌ها ورزونون‌های گوناگون ــ باریون و مزون ــ هستند که نشان‌دهندهٔ حالات آدرونی با عمر بسیار کوتاه می‌باشند.

لپتون‌ها شامل الکترون‌ها، پوزیترون‌ها (ضدالکترون‌ها)، موئون‌های دارای بار مثبت ومنفی ونوترینوهای الکترونی وموئونی می‌باشند.

اکثریت ذرات، یا دقیق‌تر بگوییم، اکثریت آدرون‌ها ازجمله ضدآدرون‌ها و رزونون‌ها به‌طور مصنوعی ازطریق شتاب دادن ذرات باردار، که ابزار تجربی اصلی درفیزیك ذرات بنیادی است، تولید شده‌اند. ظهور ذرات نوین در اثر برخورد ذرات شناخته شدهٔ قبلی، اثبات تجربی امکان وجود اشیای مادی جدید و ناشناخته‌ای را در شرایط فعلی کرهٔ زمین به‌دست می‌دهد. کشف این اشیای مادی (که در فیزیك به‌نام‌کلی «مادهٔ زیر هسته‌ای»[13] خوانده می‌شوند) همچون فرایندهای گوناگون مربوط به‌تبدیل متقابل اشکال مختلف ماده ــ میدان الکترومغناطیسی، الکترون‌ها وپوزیترون‌ها، مادهٔ هسته‌ای وزیر هسته‌ای ــ یکی ازعظیم‌ترین دستاوردها ی‌علم است.

بد نیست نگاهی‌گذرا به‌انواع اندرکنش‌های شناخته شده در فیزیك مدرن بیندازیم. ازاندرکنش قوی آغاز می‌کنیم که به آدرون‌ها مربوط می‌شود. این اندرکنش به‌ویژه

13 - Sub-nuclear matter

نیروهای هسته‌ای را، که بین نوکلئون‌ها (یعنی بین پروتون‌ها ونوترون‌ها) عمل می‌کنند وساختار هسته‌ها را پدید می‌آورند، در برمی‌گیرد. اندرکنش قوی ناهمگن‌است وآن را می‌توان به‌دواندرکنش تقسیم کرد: خصوصاً قوی (یاقوی) ونسبتاً قوی (یا نیمه قوی). این دو البته از نظرشدت تفاوت‌هایی باهم دارند ولی تفاوت اولیهٔ آن‌ها در تقارن داخلیشان است.

اندرکنش الکترومغناطیسی توسط بارالکتریکی مشخص می‌شود، برای همهٔذرات باردار یکسان است واندازه‌اش برابر باریك الکترون است. اگـرچه انـدرکنش الکترومغناطیسی بیش‌تر از سایر انواع اندرکنش مورد مطالعه قرار گرفته است، نظریهٔ جدید قادر به‌ارائهٔ پاسخ قابل قبولی درمورد علت آن نیست.

اندرکنش الکترومغناطیسی ساختاراتم‌ها ومولکول‌ها را مشخص می‌کند. شدت اندرکنش الکترو مغناطیسی تقریباً صد برابر کم‌تر از شدت اندرکنش قوی است.

شعاع عمل اندرکنش الکترومغناطیسی وقوی کاملا متفاوت است: نیروهای الکترو مغناطیسی در هر فاصله‌ای عمل می‌کنند، ولی اندرکنش قوی برد بسیار کمی دارد و شعاع عملش از درجهٔ $۱۳-۱۰$ سانتی‌متر (یعنی از درجهٔ ابعاد هستهٔ اتم) می‌باشد.

همهٔ ذرات بنیادی، به‌استثنای فوتون، دراندرکنش ضعیف وارد می‌شوند. شدت این اندرکنش پنج درجه کم‌تر از شدت اندرکنش قوی است. اندرکنش ضعیف عامـل فرایندهای گوناگون تلاشی آدرون‌هاست. مثلا تلاشی آزاد نوترون (به‌پروتون،الکترون وضد نوترینو، با زمان تلاشی حدود ۱۷ دقیقه) یا پیون‌های باردار (با زمان تلاشی حدود $۸-۱۰$ ثانیه)، نتیجهٔ اندرکنش ضعیف است. به‌علاوه، واکنش ضعیف موجـب تلاشی β ، در هسته‌ها می‌گردد.

همهٔ اشیای فیزیکی تحت اثر اندرکنش گرانشی قراردارند. این اندرکنش، حرکت سیاره‌ها، ستارگان و به‌طورکلی ساختار کیهان نجومی را تعیین می‌کند. در جهان ذرات، اندرکنش گرانشی به‌سبب کم بودن جرم ذره‌ها، مستقیماً ظاهر نمی‌شود، اما امکان دارد که دراین‌جا هم اندرکنش گرانشی نقش اساسی داشته باشد، هرچند که هنوز این‌امر شناخته نشده است.

اندرکنش‌های بنیادی به‌وسیلهٔصورت‌های‌ویژهٔتقارن‌مشخص می‌شوند. یعنی‌اندرکنش مورد نظر در تبدیلات خاصی بلاتغییر می‌ماند. این تبدیلات (که همواره گروه خاصی را تشکیل می‌دهند) ممکن است تبدیل مختصات وزمان یا جای‌گزینی برخی ذرات‌توسط ذرات دیگر یا سایر تبدیل‌های پیچیده‌تر وظریف‌تر باشد. این نکته فوق‌العاده مهم است که به‌هرنوع تقارن یك‌قانون بقا مرتبط می‌شود.

همین شرح مختصر دربارهٔ جهان بی‌نهایت کوچك، زمینه را برای این ادعا فراهم می‌سازد که جهان بی‌نهایت کوچك درکل ونیز در هریك از اجزای متشکله‌اش دارای خواص پایان ناپذیر است.

آن چه لنین درمورد الکترون گفته است، نه‌تنها در الکترون بلکه در همهٔ اشیای

دیگر جهان بی‌نهایت کوچك، صادق است واصل پایان‌ناپذیری که توسط لنین بیان شده به‌عنوان یك اصل شناخت ازسوی طبیعت پژوهان مورد استفادهٔ روزافزون قرارمی‌گیرد.

سسیل فرانك پاول[۱۴]، فیزیك‌دان برجستهٔ انگلیسی که در دانشگاه بریستول تدریس می‌کرد، گفته است‌که: «فیزیك هسته‌ای وفیزیك ذره‌ای ومطالب مربوط به‌این‌ها که در این مجمع مورد تبادل نظر قرار گرفته است، از عمده‌ترین نکات رشد یابندهٔ علم است و به‌ژرف‌ترین نفوذ ما به‌ساختار جهان مادی مربوط می‌شود. ازعهدکلاسیك کهن،این امر عموماً مورد قبول بوده است‌که روزی فراخواهد رسید که فرایند غورعمیق‌تر در ماهیت ماده به‌پایان برسد. اما دیگر چنین مطلبی را نمی‌توان عنوان کرد... من اخیراً به‌نکتهٔ شگفت‌انگیزی برخورده‌ام که توسط لنین در سال ۱۹۱۲ در کتاب ماده‌گرایی ونقد تجربی[۱۵] ابراز شده است. درآن زمان، الکترون تنها ذرهٔ بنیادی شناخته شده بود وجهان علمی کلاگرایش به‌این تفکر داشت که ذرات ثابت وتغییرناپذیرند. لنین در چنین شرایطی اظهار داشت‌که: الکترون پایان‌ناپذیر است.»[۱۶]

شوی‌چی ساکاتا، دانشمند برجستهٔ ژاپنی در فیزیك نظری نیز همین برداشت را در آثارش منعکس کرده است. بنا به‌تصدیق خود او، ماتریالیسم دیالکتیك وی را به‌این نتیجه رسانده است‌که «با پیشرفت روش‌های تجربی مدل‌های ذرات بنیادی تغییر شکل خواهد داد. برداشت مبتنی بریك شکل خاص وپای‌بندی سرسختانه به‌آن، ماورای‌طبیعی است... لنین در مقام یك فیلسوف بزرگ اعلام داشته است‌که: الکترون نیزپایان‌ناپذیر است؛»[۱۷]

اظهار نظرهای متعدد دیگری می‌توان نقل‌کرد که ازسوی‌فیزیك‌دانانی که‌به‌اهمیت اصل پایان‌ناپذیری پی‌برده‌اند، ابراز شده است. همهٔ این‌ها معتقدند که این اصل فلسفی به‌صورت یك اصل راهنما وروش شناختی برای فیزیك نوین درآمده ست.

درحال حاضر، وضعیت ذرات بنیادی وهستهٔ اتم در فیزیك به‌تعبیری معماگونه است: ازیك‌سو، اطلاعات فراوانی در بارهٔ ساختار ماده وجود دارد وازسوی دیگر، هنوز نمی‌توانیم ذرات بنیادی کشف شده را (که تعدادشان پیوسته روبه‌افزایش است) به‌نحو کم وبیش قابل اطمینانی دسته‌بندی کنیم. نقش برخی ازاین ذرات در طبیعت‌هنوز شناخته شده نیست. مثلا، مزون μ در فیزیك «کار»ی ندارد ووجودش اضافی به‌نظر می‌رسد. این ذره ۲۰۶ بار ازالکترون سنگین‌تر است. اما این تنها فرقی است‌که تاکنون بین این دو ذره شناخته شده است.

موئون‌ها چه نقشی در طبیعت دارند وراز پیوند جدایی‌ناپذیرشان بانوترینوچیست؟

---

۱۴ ــ Cecil Frank Powell (۱۹۰۳ ــ ۱۹۶۹) کاشف پیون‌ها، وی پس از جنگ جهانی دوم در نهضت‌های هواداری از صلح وهمکاری علمی بین ملت‌ها فعالیت داشت.

۱۵ ــ در واقع این اثر درسال ۱۹۰۹ منتشر شده است (گت).

۱۶ ــ سخنرانی پایانی سمپوزیوم ورشو دربارهٔ «چشم اندازفیزیك هسته‌ای، فیزیك ذرات بنیادی، شیمی پرتوها وشیمی هسته‌ای».

۱۷ ــ کتاب «لنین وعلوم طبیعی» (به‌زبان روسی)، مسکو، ۱۹۶۹، صفحهٔ ۱۶۹.

(تاکنون هیچ تلاشی موئون‌بدون شرکت نوترینو یافت نشده است)؛ فیزیك نوین‌هنوز پاسخی برای این پرسش‌ها نیافته است.

نوترینوهم درا بهام دست‌کمی ازموئون ندارد.نوترینو (براساس‌اطلاعات موجود)، همچون فوتون فاقد جرم سکون است، اما ضد ذره‌ای در مقابل آن موجود است؛درحالی که ضد ذره‌ای دربرابر فوتون وجود ندارد. چهار نوع نوترینو وجود دارد (بااحتساب ضد ذرات) : یك‌نوع نوترینو همیشه در تلاشی پیون منفی، با الکترون همراه است، در حالی که نوع دیگر با موئون منفی همراه است. علت این‌ها هنوز روشن نشده است. اکنون در اختر فیزیك (فیزیك نجومی) پذیرفته شده است که نوترینو نقش مهمی در تعادل انرژی ستارگان دارد. بررسی‌های نظری حاکی ازآن است‌که تعداد ضدنوترینو های تابیده شده توسط خورشید آن‌قدر هست که بتوان آن را در زمین به‌طور تجربی ردیابی کرد. آزمایش‌های دقیق نشان داده است که جریان ضد نوترینوها از خورشید به میزان قابل توجهی ضعیف‌تر ازآن است که براساس مدل فرایندهای درون خورشیدی پیش‌بینی شده است، واین جریان هنوز در زمین ردیابی نشده است. مسئله همچنان باقی است وپژوهش بیش‌تری را می‌طلبد.

نکتهٔ غریب دیگر این‌که نوترینوهایی که در فرایندهای مختلف‌پدیدمی‌آیند همیشه دارای پیچش[۱۸] چپ هستند. یعنی پیچش آن‌ها بستگی به‌شرایط پیدایششان ندارد. علم هنوز قادر به‌توجیه این مطلب نیست ونمی‌تواند دلیلی برای این بی‌تقارنی فضایی خاص ارائه دهد.

قبلا اشاره کردیم که با پیشرفت فیزیك نه‌تنها ازتعداد سؤالات بدون پاسخ کاسته نمی‌شود، بلکه در واقع تعداد آن‌ها افزایش می‌یابد. چرا چنین است؟ تنها با مراجعه به‌اصل پایان ناپذیری مادهٔ در حال حرکت می‌توان پاسخی کلی برای این سؤال یافت.

نفوذ هرچه ژرف‌تر به‌اشیا وفرایندهای مورد بررسی، علاوه برعرضهٔ اطلاعات‌نو، سؤالات تازه‌ای را نیز به‌میان می‌کشد واین خود ما را به‌پذیرفتن تعدد پایان ناپذیر خواص، اندرکنش‌ها وصورت‌های مادهٔ درحال حرکت وصفات آن رهنمون می‌سازد. در ابزارهای ذهنی علم نیز اصلاحات پیوسته صورت می‌گیرد. مفهوم‌های اولیه‌ای‌چون کل وجزء وبنیادی وبسیاری دیگر، اهمیت خود را ازدست می‌دهند. اظهارات مبتنی براین که شناخت منجر به‌ایجاد تصویر هرچه ساده‌تری ازجهان می‌شود وکشف «مادهٔ بدوی» و «اجزای ساختمانی» ماده را که همه‌چیز ازآن تشکیل یافته است در پی‌دارد، با مخالفت مواجه شده است.

کاملا به‌عکس، گسترش دانش ما پیدایش نظرات ومفاهیم هرچه‌پیچیده‌تری را به‌همراه دارد. مثلا مفهوم تابع موجی در مکانیك کوانتوم، مشخصاً پیچیده‌تر ازمفهوم نقطهٔ مادی درمکانیك کلاسیك است. مدل اتمی بور ــ زومرفلد،بغرنج‌ترازمدل راظرفورد است ومدل فعلی باز به‌مراتب پیچیده‌تر است. به‌عقیدهٔ ما، این‌فکر که پیشرفت علم‌موجب

۱۸ــ helicity مؤلفه‌ای از اسپین ذرات در امتداد جهت حرکت آن‌ها.

سادگی می‌شود واین‌که هرچه ساده است، حقیقت دارد، درعلوم نوین صادق نیست. دو واژهٔ حقیقی وساده مترادف نیستند. نشانهٔ اساسی درست بودن مدل‌ها ومفهوم‌های مـا سادگی آن‌ها نیست بلکه ارتباط آن‌ها با واقعیت عینی است ارتباطی که در جریـان فعالیت تولیدی اجتماعی ــ تاریخی انسان محقق می‌شود.

تلاش موجهی که برای ساده‌کردن نتایج علمی به‌عمل می‌آید، درجهت نیل‌به‌حقیقت نیست، بلکه درجهت نمایاندن هرچه مؤثرتر آن‌است. گرایش به‌سادگی ربطی به‌روش های شناخت طبیعت ندارد، بلکه به‌شیوه‌های نشان‌دادن نتایج شناخت مربوط می‌گـردد. قضیهٔ مشهور نیوتون دایر براین که طبیعت ساده است وپیرایهٔ عوامل زاید را درآن راه نیست، درمورد طبیعت صدق نمی‌کند، زیرا در پدیده‌های طبیعی، کارکردهای علت و معلولی عینی درکاراست؛ قضیهٔ مزبور تنها درمورد فرضیات ما در بارهٔ علل یك پدیدهٔ مفروض صادق است. معنای منطقی قضیهٔ فوق این است‌که ما باید در فرضیات خـود، اساسی‌ترین علت‌های هرپدیده را در شرایط داده شده منعکس کنیم. با توجه به‌این‌که برشمردن تمامی پیوندهای یك پدیدهٔ مفروض با سایر پدیده‌ها ناممکن است (زیرا این پیوندها پایان ناپذیرند)، باید بتوانیم مهم‌ترین این پیوندها را دراین میان مجزا کنیم. اطلاق سادگی به‌طبیعت، با پایان‌ناپذیری و نامتناهی بودن آن در پهنا وژرفا، ناسازگار است.

طبیعت، درخود وبه‌خودی‌خود، نه‌ساده است ونه‌پیچیده. سادگی و پیچیدگـی مقولاتی ازشناخت ما هستند که با یکدیگر درآمیخته وبه‌یکدیگر متکی‌اند وگوناگونی وپایان‌ناپذیری واقعیت عینی را به‌طور ناقص منعکس می‌کنند. هم در مدل‌های ساده وهم درمدل‌های بغرنج، حقیقت مستتر است وهیچ پایهٔ علمی جدی برای این ادعا موجـود نیست که حقیقت همیشه ساده است‌وهمهٔ پدیده‌ها را می‌توان در تحلیل نهایی به‌وسیلهٔ‌یك علت واحد توضیح داد.

پیچیدگی یعنی چند سویه بودن، تاریخمند بودن، یك‌پارچه بودن وداشتن‌پیوندهای گوناگون. در مقابل ،سادگی‌یعنی گسسته بودن، یك سویه بودن وثابت بودن. سادگـی خود وجهی از پیچیدگی است.بسیاری ازدانشمندان برجسته (اینشتین، وینر ودیگران) در آثارشان ازاهمیت عظیم اصل سادگی سخن گفته‌اند، اما اگر آثار آن‌ها را به‌دقـت بخوانیم، متقاعد می‌شویم آن‌چه را که آن‌ها ساده می‌نامیدند در واقع بسیار پیچیده بود وتنها به‌این علت به‌نظرشان ساده می‌آمد که آنان خود این دانش را به‌سوی کمال پیش می‌بردند. وقتی کسی چیزی را می‌داند یا قادر به‌انجام کاری است، آن چیزیا آن‌کار به‌نظرش ساده می‌آید. البته ما اهمیت اصل سادگی را در شناخت انکار نمی‌کنیم، ولی‌در عین‌حال معتقدیم که نباید درمورد اهمیت آن اغراق شود.

ازآنجا که دنیای پیرامون ما پیچیده وچند سویه است، بازتاب این جهان عینی‌در دستگاه مفاهیم وقوانین علوم طبیعی نیز پیچیده وچند سویه است. اما، گهگاه بـرای روشن‌کردن آن‌چه دریك وضعیت مشخص یا یك پدیدهٔ مفروض، مهم، اساسی وتعیین کننده است، به‌انتزاع می‌پردازیم: آن‌چه را غیر اساسی وفرعی است، رها می‌کنیم ومدل

ساده‌ای ازفرایند پیچیده بنا می‌کنیم. با این‌حال، همواره باید به‌یادداشت که این‌گونه مدل‌ها ابدی نیستند ومدل‌های دیگری که مجموعهٔ پایان‌ناپذیر خواص وساختارهای‌اشیا و پدیده‌های مادی را بهتر منعکس کنند، جای‌گزین آن‌ها خواهند شد.

یك مثال مشخص در این‌مورد، وضعیتی است‌که در دهه‌های اخیر در مطالعهٔ‌کیهان نجومی پیش آمده است، بدین عنوان که مدل نسبتاً ایستا وسادهٔ جهان بزرگ جای‌خود را به‌یك مدل پویا وتکاملی داده است. اخترشناسان ودانشمندان‌اخترفیزیك‌با برخورداری از فن‌آوری (تکنولوژی) نوین- دوربین‌های عظیم نوری ورادیویی- وبا استفاده از شیوه‌های مبتنی بر پرتو فروسرخ وپرتوایکس درنجوم، اطلاعات جدیدی در موردکیهان به‌دست آورده‌اند، که نشان دهندهٔ تکامل آن ووجود فرایندهای ناایستا درآن است. نظریهٔ نسبیت عمومی اینشتین (نظریهٔ گرانشی نوین) اهمیت خطیری در ایجاد نظرات ما در بارهٔ کاینات داشته است. درسال ۱۹۲۲، آ. فریدمان[19] دانشمند شوروی، ضمن مطالعهٔ معادلات نظریهٔ نسبیت عمومی، نشان داد که جهان باید دریك حالت تکوینی باشد ونیز این‌که جهان در حال گسترش است (هرچند که فرایندهای دیگر- ضربان وانقباض- امکان‌پذیرند)، یعنی کهکشان‌ها باید درحال دورشدن ازیکدیگر باشند. مشاهدات، نتیجه‌گیری‌های فریدمان را تأیید کرد.

محاسبه نشان داد که حدود ۱۰ الی ۱۵ میلیارد سال پیش، جسم متشکلهٔ اشیای‌اختر فیزیکی در یك شیء واحد با تراکم وجرم فوق‌العاده زیاد (اتم اولیه) متمرکزشده بود ومنفجر گردید. ازآن زمان، کیهان نجومی درحال گسترش بوده است. علم هیچ‌توضیح روشنی درمورد دلایل این انفجار یا فرایندهایی که پیش از آن رخ‌داد، در دست ندارد ونمی‌تواند بگوید که این شیء فوق‌العاده فشرده که جهان ما ازآن پدید آمده، به‌چه صورت بوده است.

بیش از ۲۵ سال پیش، ژرژگاموف فیزیك‌دان نظری آن‌چه را عموماً نظریهٔ «انفجار بزرگ»[20] جهان درحال گسترش می‌دانند، عنوان‌کرد. گروهی ازکیهان‌شناسان نظری شوروی به‌سرپرستی یا. زلدویچ (عضو فرهنگستان) کمك مهمی به‌پیدایش این مدل کردند. اگراین فرضیه درست باشد، باید پرتوهایی با دمای $3K^{\circ}$ (۳درجه‌بالای‌صفر مطلق) برجای‌مانده‌باشد. این پرتو حدود ده سال پیش کشف شد وتأیید دیگری بود بر انفجاری که نقطهٔ شروع گریز متقابل کهکشان‌ها بوده است.

بررسی جهان به‌عنوان یك‌کل (کیهانی) وبه‌صورت اشیای نجومی جداگانه(اختر فیزیك) حجم عظیمی از اطلاعات دربارهٔ جهان بزرگ فراهم آورده است. اعضای‌جدیدی نیز به‌خانوادهٔ ستارگان‌وکهکشان‌ها افزوده شده است. فرااخترها (کوازارها)، تپ اخترها (پولسارها)، کهکشان‌های پرتوی، ستاره‌های پرتوایکس وچیزهای دیگر، کشف شده‌اند. اخترشناسان، نواخترها وابرنواخترها[21] را دلایل‌تکوین «جمعیت» ستارگان می‌دانند وقضیهٔ وجود اجسام غریبی به‌نام «حفره‌های سیاه» را مطرح می‌سازند.

---

19 - A. Fridman 20 - Big Bang Theory
21 - Novas & Super Novas

حفره‌های سیاه اشیایی هستند که تشعشع نمی‌کنند، بلکه تنها جذب می‌کنند. علت اطلاق نام مزبور به‌آن‌ها همین است. منشأ حفره‌های سیاه را بدین‌ترتیب توضیح‌می‌دهند که هرگاه جرم ستاره‌ای دویا سه‌برابر بیش از جرم خورشید باشد، پس ازآنکه ذخیرهٔ سوخت هسته‌ای‌اش به‌پایان رسید، سردخواهد شد وفشارگرمایی آن ازبین خواهدرفت (با ایجاد حالت تعادل) ونیروهای گرانشی شروع به‌درهم فشردن آن ستاره می‌کنند. هنگامی کـه ستاره آنقـدر منقبض شود کـه شعاعش کم‌تـر از شعاع گرانشی آن $Rgr = \frac{۲\gamma M}{c^۲}$ شود، فروپاشی‌گرانشی رخ‌می‌دهد: میدان‌گرانشی درسطح ستاره به‌میزان نامحدودی افزایش می‌یابد وستاره غیرقابل مشاهده می‌شود. باگذشت هرسال، تـعداد حقایقی که می‌تواند به‌عنوان دلایل وجودحفره‌های سیاه مورد تفسیرقرارگیرد، افزایش می‌یابد. به‌هرحال، هیچ پایهٔ علمی برای این‌که تابیده نشدن علایم ازاین اشیا را دلیـل «ناپدید شدن ماده» بدانیم، وجود ندارد.

یا. ب. زلدویچ وای.د. نوویکوف به‌درستی این دعاوی ضد علمی را، که دراصل ایده‌آلیستی هستند، مورد نقد قرارداده‌اند. ناپدید شدن علایم ذراتی که در جریان‌فرو پاشی مدفون می‌شوند ، در حقیقت به‌معنی مرگ آن ذرات نیست. هم‌چنان که وقتی‌کسی درپشت دیواری پنهان شود، این را به‌حساب مرگ او نمی‌گذاریم.

نواخترها (ستارگانی با درخشندگی$۱۰^۴$ الی$۱۰^۶$ برابر میزان متوسط) حدوداًسالی یك‌بار در کهکشان ما ظاهر می‌شوند. ابرنواخترها (که هنگام ظهور درخشندگیشان $۱۰^۸$ تا $۱۰^{۱۰}$ برابر میزان متوسط است) بسیار به‌ندرت مشاهده می‌شوند. طی هزارسالهٔ اخیر، تنها چهار ابرنواختر شناخته شده است.

ثابت شده است‌که جسم جهان اساساً از ئیدروژن (تقریباً ۷۰ درصد جرمی) وهلیوم (تقریباً ۳۰ درصد) تشکیل شده است. این مطلب نیز پذیرفته شده است که هنگامی که ستاره‌ای ازتراکم مادهٔ بین ستارگان پدید می‌آید، تابش پرتوان انرژی ازآن آغاز می شود. این انرژی در اثر تبدیل ئیدروژن به‌هلیوم که یك واکنش گرما هسته‌ای است،به دست می‌آید. پس ازآن‌که ئیدروژن موجود به‌مصرف رسید، استحالهٔ عناصر در یـك واکنش زنجیری رخ می‌دهد که منجر به‌تشکیل آهن می‌شود. پیدایش یك هستهٔ آهـن درمرکز ستاره، دراین مرحله که مرحلهٔ انقباض‌گرانشی است، یك منبع انرژی‌درمرکز ستاره به‌وجود می‌آورد ودمای مرکز ستاره روبه‌افزایش می‌نهد. افزایش دما موجب تلاشی آهن به‌نوترون، پروتون وهستهٔ هلیوم می‌شود.دراین فرایند، انرژی‌جذب می‌شود. همهٔ این‌ها موجب کاهش پایداری می‌شود ودرنتیجه انقباض سریع آغاز می‌شود. درعین حال پوستهٔ خارجی ستاره منبسط می‌شود وافزایش عظیمی در درخشندگی رخ می‌دهد. تصویری از تکوین ستاره تا مرحلهٔ ابرنواختر توسط فردهویل،[۲۲] اختـر فیزیك‌دان انگلیسی وویلیام فولر،[۲۳] فیزیك‌دان آمریکایی عرضه شده است.

---

۲۲ ـ Fred Hoyle (۱۹۱۵ ـ)، استاد دانشگاه کمبریج.

23 - William Fowler

هر ابر نواختر (با جرمی ۲۰ برابر جرم خورشید) حدوداً صدروز می‌درخشد و درخشندگی آن چندین میلیارد برابر خورشید وقابل مقایسه با درخشندگی کل کهکشان ماست.

فرضیه‌های دیگری نیز درمورد پیدایش ابرنواخترها وجود دارد. در همهٔ این فرضیه‌ها سؤالات پاسخ نیافته‌ای باقی مانده است.

تپ اخترها (یا ستارگان نوترونی) که وجودشان درسال ۱۹۶۸ کشف شد، درحال حاضر بازماندهٔ ابرنواخترها محسوب می‌شوند، هرچند که تنها در بازماندهٔ دو ابر نواختر دیده شده‌اند ودرسایر موارد یافته نشده‌اند. در بازماندهٔ سایر ابرنواختران، سحابی‌ها[۲۴] مشاهده شده‌اند که منبع پرتوهای رادیویی قوی هستند.

زمانی بودکه نسل‌های متعدد اخترشناسان حرکات مشابهی را در ستارگان مشاهده می‌کردند ودرطول قرن‌ها نوساناتی رخ می‌داد یا به‌ندرت ابرنواخترانی دیده می‌شدند. اکنون وضع بسیار تغییر کرده است. علاوه براجسام کلاسیك نجومی، مشاهداتی در مورد اجسامی صورت می‌گیرد که رفتارشان مثلا در مقیاس زمانی از درجهٔ ۰٫۰۳۳ ثانیه ــ که زمان تناوب چرخش سریع‌ترین تپ اخترشناخته شده است ــ بیان می‌شود.

در حال حاضر دودیدگاه مخالف هم دربارهٔ تاریخچهٔ اجسام مادی، که کیهان نجومی را می‌سازند، وجود دارد. بنابرنقطه‌نظری که کلاسیك نامیده می‌شود، زایش و تکوین این اجسام، فرایند تمرکز سحابی‌های گازی اولیه است. نقطه‌نظر دیگرکه توسط و.آ. آمبارتسومیان[۲۵] (عضو فرهنگستان) و پیروانش مطرح گردید، حاکی‌ازآن‌است‌که جهت اصلی تکوین ازاجسام فشرده (یا درست‌تر، فوق‌العاده فشرده) به‌پخش آن‌هاست.

آمبارتسومیان موضوع فعالیت هسته‌های کهکشانی را مطرح ساخت‌که براساس‌آن کهکشان‌ها کلا از اجسام فوق‌العاده متراکم ــ که بازمانده‌شان هسته‌هایی است‌که درحال حاضر قابل مشاهده است ــ پدید آمده‌اند. کاملا امکان دارد که این اجسام فوق‌العاده متراکم چیزی جز ماده دریك حالت خاص ومنفرد نباشد که گسترش آن در مقایسه با بخش دیگر (بزرگ‌تر) ماده، با مانع مواجه شده باشد. این هسته‌های ممانعت شده از گسترش، «حفره‌های سفید» نامیده شده‌اند.

وجود دوبرخورد بنیادی ومخالف هم نسبت به‌تکوین جهان نشان می‌دهدکه شواهد کافی برای تأیید کامل یکی ازاین‌دو دردست نیست. پی‌جویی شواهد بر عهدهٔ علوم طبیعی است، نه‌فلسفه. آن چه برای ما مهم است، برخورد فلسفی با کل مسئله است واین برخورد نیز روشن است: اشیای اخترفیزیکی جدید کشف می‌شود و خواص نوینی از اشیای شناخته شده، معلوم می‌گردد که این‌ها باردیگر درستی این قضیه را تأیید می‌کند که جهان به‌عنوان موضوع شناخت، پایان‌ناپذیر است.

کوشش عدهٔ زیادی از فیزیك‌دانان و اخترفیزیك‌دانان کشورهای مختلف، اطلاعات علمی گرانبهایی دربارهٔ منشأ ستارگان و سایر اجسام کیهانی، منابع انرژی

---

24 - nebulae

۲۵ ــ V. A. Ambartsumyan (۱۹۰۸ ــ) متولد تفلیس (گرجستان).

موجود در آن‌ها وترکیب شیمیایی در داخل اجسام کیهانـــی فراهم آورده است. در مقیاس بخشی از عالم که مورد بررسی قرار می‌گیرد، تلاشی وترکیب عناصرشیمیایی جنبه‌هایی از یك تضاد دیالکتیکی است که ابدیت، نامحدود بودن وپایان‌ناپذیری مادهٔدر حال حرکت را بیان می‌کند.

مادهٔ در حال‌حرکت، نامحدودوپایان ناپذیر، در کلیت تغییر پذیر خود سازندهٔ جهانی است که موضوع مطالعهٔ علوم طبیعی و از جمله علوم اختر فیزیکی‌است.

جهان در تنوع صورت‌های محدود خود متجلی می‌شود وهریك از صورت‌هاوحدت دیالکتیکی محدود ونامحدود است. تبدیل پذیری متقابل ذرات بنیادی ومیدان‌ها،تکوین منظومه‌های ستارگان، پرتوهای باقی مانده از انفجار بزرگ، تلاشی رادیو اکتیو وتولید عناصر شیمیایی، مانند بسیاری حقایق‌دیگر، شواهدی از اندرکنش، تغییر ، حرکت و تکامل در جهان‌های بی‌نهایت کوچك وبی‌نهایت بزرگند.

مدل‌های مختلف ساختار ماده و میدان، فضاوزمان، کهکشان‌ها، انواع گوناگون ستاره‌ها وکیهان (نجومی) دارای سیر تاریخی‌اند وجنبه‌های خاصی ازوجودابدی‌مادهٔ در حال حرکت را منعکس می‌کنند.

لئون‌بریوئین دانشمند برجستهٔ فرانسوی می‌نویسد: «بحث دربارهٔ آفرینش جهان کار با شکوهی است، اما باید به‌خاطر داشت که مدل‌ها متکی به‌تخیل هستند ونباید از خواننده انتظار داشت که مدل مبتنی‌برانفجار اتمی‌ناگهانی یاگسترش به‌جلو وعقب از ∞ − تا ∞ + را بپذیرد. جای شگفتی است که این مدل‌ها حقیقی درآیندوباور کردن آن‌ها چندان آسان نیست.»[۲۶]

در حقیقت، همهٔ ملاحظات مربوط به منشأ وپیدایش جهان ــ به‌مفهوم کل جهان مادی و ماده به‌طور کلی ــ فاقد معنای علمی است. در عین حال، انتقاد بریوئین‌نمی‌تواند در مورد نظریهٔ «انفجار بزرگ» صادق باشد. این مدل خاص کیهان شناسی‌درحال‌حاضر کاملا متکی برمشاهده است. باید توجه داشت در درس‌هایی که درپرتو تکامل‌فیزیك‌در قرن بیستم آموخته‌ایم، استدلال‌هایی که براساس نامحتمل یا غریب بودن یك مدل کیهان شناسی برای رد آن مدل عنوان می‌شود، قابل قبول ومتقاعد کننده نیست. اختر فیزیك نوین دارای مدل‌های گوناگونی برای توضیح فرایندها و پدیده‌هایی‌است که به‌بخشی از عالم، که در قلمرو مطالعهٔ ماست، مربوط می‌شود. اما مطلق کردن این مـــدل‌ها، فرضیات و نظریه‌ها، با جوهر علم به‌عنوان نظام دایم‌التکاملی از معرفت ناسازگار است.

هر مدل یا فرضیه یا نظریه، قاعدتاً عناصری‌از حقیقت مطلق را در خود دارد، امادر کل چیزی جز حقیقت نسبی نیست. حتی نظریه‌ای بنیادی چون نظریهٔ نسبیت عمومی، تنها مرحله‌ای از شناخت جهان مادی است آ. ز. پتروف[۲۷] متخصص برجستهٔ شوروی در زمینهٔ نظریهٔ نسبیت، بسیار درست به‌این نکته اشاره کرده است:

---

۲۶ ــ Leon Brillouin در کتاب «بازنگرشی به نسبیت» (به‌زبان انگلیسی)،چاپ ۱۹۷۰.

27 - A. Z. Petrov

«دوران احترام شوق‌آمیز نسبت به‌فرضیهٔ درخشان اینشتین به‌پایان رسیده است. اکنون صدای گام‌های سنگین فرمانروای فیزیك به‌گوش می‌رسد. این فرمانروا که تجربه نام دارد، به‌راه خود ادامه می‌دهد وتنها اوست که می‌تواند حکم کند در این فرضیه چه چیز مورد تأیید طبیعت است وچه‌چیز باید کنار گذاشته شود.»

فلسفهٔ ماورای طبیعی و تفکر مکانیکی با مقولات جامدشان دیگر نمی‌تـوانند پاسخگوی نیازهای تکامل پرغلیان و متضاد علم امروز باشند. نفی طرح‌ها ومدل‌های ثابت ودر آمیختن نظریه‌های مجزا، نفی اندیشهٔ نامتغیر بودن اشیای مادی، پذیرفتن وجود پیوندها، گذار ها ووحدت گرایش‌های متضاد، همان‌طور که لنین پیش‌بینی می‌کرد، دانشمندان را به‌تفکر دیالکتیکی در مقوله‌های سیال وناپایدار سوق می‌دهد. علم خود نشان داده است که تنها نظریهٔ علمی درمورد شناخت ، که پاسخگوی نیازهای علوم نوین باشد، نظریهٔشناختی است که از سوی ماتریالیسم دیالکتیك عرضه شده‌است.

به‌گمان ما شواهدی که در این مقاله آورده شده، به‌طور متقاعد کننده‌ای نقش عظیم ماتریالیسم دیالکتیك را از نظر روش‌شناسی نشان می‌دهد وبه‌خصوص نشان دهندهٔ اهمیت اصل لنین در مورد پایان ناپذیری جهان مادی واشیای آن است. این‌اصل به‌یافتن جهت درست برای پژوهش‌های علمی کمك می‌کند ودر فیزیك نوین نقش مهمـی به‌عهده‌دارد.

قوانین بقا در فیزیك نوین

(بخش اول)

خانوادهٔ درحال گسترش قوانین بقا جزو اصول وقوانین نظری وشناختی است‌که در پیدایش دانش مربوط به‌جهان فیزیکی نقش مهمی دارند. در وهلهٔ نخست، باید توجه داشت که این قوانین با اصول فلسفی، ازقبیل حدوث‌ناپذیری وپایان‌ناپذیری ماده و صفات ذاتی آن واصل علیت، ارتباط دارند. می‌دانیم که ماده ابدی است واشکال بی‌شمار حرکت آن می‌توانند به‌یکدیگر تبدیل شوند. این قضایای بنیادی را می‌توان به‌شکل یك **قانون عمومی بقای مادهٔ در حال حرکت وتبدیل پذیری اشکال ماده و اشکال حرکت،** بیان کرد.

مفهوم بقا، هم ارز مفهوم ماورای طبیعی تغییرناپذیری[1] ماده نیست. ماده، درحالت حرکت وتغییری است که منشأ آن تضادهای درونی موجود در آن است؛ اما درخلال همهٔ این تغییرات، به‌صورت واقعیت عینی موجود در خارج ازشعور ما و مستقل ازآن باقی می‌ماند.

بقا وتغییر، جنبه‌های متضاد پدیده‌ها واشیای طبیعی هستند که در ذهن به‌صورت قوانین علمی منعکس می‌شوند. تضاد دیالکتیکی بقا وتغییر در قوانین حرکت پدیدار می‌شود. پیشرفت علوم طبیعی ــ ودر رأس همه، فیزیك ــ پیوسته‌اطلاعات‌جدیدی در تأیید تغییرناپذیری قانون عمومی بقا وتبدیل اشکال ماده وحرکت، به‌صورت قوانین خاص بقا وتبدیل عرضه می‌کند که تعدادشان در فیزیك دایماً روبه‌افزایش است.

از میان همهٔ قوانین فیزیك، قوانین بقا وتبدیل به‌عنوان ابزار یا شیوهٔ شناخت نیروهای پنهان طبیعت، نقش خاصی دارند. مارکس، انگلس و لنین، قوانین بقای شناخته شده درآن زمان، یعنی قانون بقا وتبدیل انرژی را برای ماتریالیسم واجد اهمیت بنیادی محسوب داشتند. لنین درکتاب ماده‌گرایی ونقد تجربی نوشت که همهٔ‌ماتریالیستها برای اثبات «اصول اساسی ماتریالیسم» قوانین بقا را می‌پذیرند.[2]

برخلاف سایر قانونها، پذیرفتن هریك ازقوانین بقا الزاماً پیدایش یك‌مفهوم بنیادی جدید را در فیزیك به‌همراه دارد، مفهومی که قانون مورد بحث، دربارهٔاش به‌کار می‌رود. اینگونه جداسازی مشخصه‌های نامتغیر (باقی) حرکت، یك گام اساسی و ضروری در شناخت آن است.

---

1 - Immutability

۲ــ لنین، «ماده گرایی ونقد تجربی»، مجموعهٔ آثار، جلد ۱۴.

یکی ازوجوه مشخصهٔ قوانین بقا این است‌که می‌توانند به‌صورت محدودیتها یا حتی نفی مطلق ظاهر شوند ومبین این حقیقت باشند که فلان فرایند نمی‌تواند درشرایط مورد نظر رخ دهد. شناخت فرایند مورد بحث، غالباً از همینجا آغاز می‌شود. وقتی کسی به‌این نتیجه می‌رسد که فرایندی اصولا ناممکن است، در تحلیل نهایی به‌کشف یك ارزش باقی (محفوظ ـ ثابت) نایل شده است. یك جنبهٔ مهم قوانین بقا این است‌که درشکلی کلی وجدا ازماهیت مشخص خود بیانگر امکان‌پذیری یا امکان‌ناپذیری فرایندهای خاصی هستند. این امریکی از تجلیات خصیصهٔ مطلق آنها، یعنی عام بودنشان است، که با عام بودن سایر قوانین علوم، دراصل تفاوت دارد. قانون بقا وتبدیل انرژی، همهٔ اشکال ممکن حرکت وهمهٔ انواع اندرکنش را در برمی‌گیرد وبا دقت مطلق (در دستگاههای جداگانه) مشاهده می‌شود، در حالی که قانون گرانش عمومی نیوتون (به‌عنوان مثال)، تنها در محدودهٔ خاصی ازاندرکنشهای مادی (گرانش) صادق است وحتی دراین محدوده نمی‌توان دقت آن را مطلق دانست (قوانین گرانش به‌صورت دقیقتر درنظریهٔ نسبیت عمومی اینشتین بیان شده‌اند).

اکنون بد نیست به‌قوانین بقا، که در مدت طولانی پیشرفت دانش بشر نسبت به طبیعت یافته شده‌اند، نگاهی بیندازیم. سعی می‌کنیم نشان دهیم چگونه کشف قوانین جدید بقا موجب افزایش رشد علوم فیزیکی وپیشرفت نظریهٔ ماتریالیسم دیالکتیکی‌شناخت شده است.

قانون بقای جرم

حدس وجود قانونی کلی درمورد بقای ماده به دورانهای پیش از تاریخ بر می‌گردد ودرنخستین دوران تمدن شناخته شده بود. از زمانهای بسیار دور این‌نیاز عملی مطرح بود که اشیا را با یکدیگر مقایسه‌کنند ومعیارهایی برای امکانپذیری این‌مقایسه برگزینند. برای این منظور باید اجسامی متشکل از ثابتترین، پایدارترین و بادوامترین مواد انتخاب می‌شد. برای مقایسهٔ اجسام واشیا، وزنه‌هایی اختراع شد ودر زندگی روز مره، تجارت وبعدها در پژوهش علمی، به‌کار رفت. همهٔ پیشرفتهای بعدی دانش شیمی، مرتبط بود با استفاده از وزنه، وبه‌کارگرفتن وزنه مبتنی براین فرض است که وزن (جرم) مبنا ثابت باقی می‌ماند.

در آغاز دوران نوین، حجم عظیمی ازاطلاعات تجربی، منجر به‌نتایجی شد، حاکی از وجود کمیت خاصی که در جریان تبدیلات شیمیایی ثابت باقی می‌ماند.

شرایط لازم برای پیدایش مفهوم جرم و کشف قانون بقای آن، در طول قرنها، فراهم شد. لزوم پیدایش مفهوم جرم تنها به‌خاطر مطالعهٔ مستقیم خواص ماده نبود، بلکه این امر حاصل ملاحظات فلسفی کلی در مورد فناناپذیری همهٔ موجودات نیزبود. این تجربیات به‌نوبهٔ خود حاصل تعمیم مجموعهٔ دانش اثباتی بود که توسط تجربهٔ جمعی تأیید شده بود.

م. و. لومونوسوف[۳]، دانشمند بزرگ روس، نخستین کسی بود که به‌طور تجربی ثابت باقی ماندن وزن را درجریان واکنشهای شیمیایی نشان داد (سال ۱۷۵۶). کارهای لومونوسوف وپس ازاو، لاوازیه، پایه‌ای برای کاربرد آگاهانهٔ قانون بقای وزن (که آن را با جرم برابر می‌دانستند) درهمهٔ آزمایشهای شیمیایی وفیزیکی و نیزکارهای نظری، بنا نهاد. بدین‌ترتیب، این قانون بقا به‌صورت مبنای مکانیك کلاسیك و قانون بنیادی شیمی درآمد.

درآغاز قرن هفدهم، کپلر با تعمیم مشاهدات پرشماری که توسط تیکوبراپه[۴] صورت گرفته بود، قوانین حرکت سیارات را کشف کرد: سیارات در مسیر بیضی حرکت می‌کنند که خورشید در یکی از کانونهای آن واقع است؛ خطی که‌سیاره را به‌خورشید وصل می‌کند، یا بردار شعاعی، در زمانهای مساوی مساحتهای مساوی را جارو می‌کند؛ مربع دوران تناوب حرکت وضعی سیاره با مکعب فاصلهٔ آن ازخورشیدمتناسب است. قابل ذکر است که درسال ۱۶۶۰، رابرت‌هوك[۵] که سرگرم پژوهش تجربی در قوانین‌گرانش بود، طی نامه‌ای به‌نیوتون، مشخصاً یادآور شدکه جاذبه با عکس‌مجذور فاصلهٔ بین دوجسم جذب کننده، متناسب است.

اما قانون گرانش دراین مرحله به‌دست نیامد، زیرا برای، بیان آن،تعریف مفهوم جرم اجسام که توسط نیوتون انجام شد، ضروری بود. وی تأکید کرد مشاهدات تجربی ونجومی نشان می‌دهد که همهٔ اجسام در نزدیکی زمین، به‌تناسب کمیت ماده‌ای که در هریك موجود است، به‌سوی زمین کشیده می‌شوند. بنابراین، پیش از نیوتون کسی قادر نبود قانون گرانش عمومی را به‌دست آورد، زیرا نمی‌توانستند ارتباطی بین این حقیقت که نیروی گرانش تابعی از فاصله است (وآنها بدان آگاه بودند) با هیچ‌مشخصهٔ ویژه‌ای از اجسام جذب‌کننده برقرار کنند. نیوتون ازعهدهٔ این‌کار برامد. وی‌مفهوم جرم را بیان‌کرد و توصیف ریاضی قانون گرانش عمومی را به صورت $F = K\frac{m_1 m_2}{r^2}$ عرضه‌کرد،که درآن K مقدار ثابتی است، m_1 و m_2 جرم اجسام مؤثر بر یکدیگرند و r فاصلهٔ بین آنهاست. باید توجه داشت، که نیوتون دومفهوم ماده وجرم را برابر به‌شمار نیاورد. نظر اواین بودکه، مفهوم «ماده» بوضوح عمومیت بیشتری دارد، حال آنکه‌جرم تنها یکی ازوجوه ماده است. بعد ازنیوتون بود که برخی از دانشمندان باشتباه، جرم وماده را برابر دانستند.

قانون گرانش عمومی نیوتون، در تحلیل نهایی منجر به‌ظهور مفهوم جرم گرانشی

۳ــ M. V. Lomonosov شیمیدان ونویسندهٔ روس(۱۷۱۱ــ۱۷۶۵)، دنی‌سوفکا شهرزادگاه وی در سال ۱۹۴۸ به‌نام او خواندەشد. درسال ۱۹۶۵ هم یکی ازدهانه‌های آتشفشانی ماه‌رابه‌اسم او نامگذاری کردند.

۴ــ Tycho Brahe (۱۵۴۶ ــ ۱۶۰۱) ستاره‌شناس ومؤلف دانمارکی که موقعیت‌سیارات وستارگان را بدقت رصد کــرد.

۵ــ Robert Hooke (۱۶۳۵ ــ ۱۷۰۳) فیلسوف،فیزیکدان، شیمیدان ومخترع‌انگلیسی.

گردید. این مفهوم، در عین‌حال مشخصات کیفی و کمی اجسام واقع در یك میدان گرانش را در بردارد.

نیوتون ضمن مطالعهٔ حرکت اجسام تحت‌تأثیر نیروی اعمال شده بر آنها، توصیفی کمیتی برای جرم اجسام در حال حرکتی که مقدار نیروی محرك وشتاب حاصله در جسم معلوم است، ارائه کرد. کارکرد این قانون ازمکانیك نیوتون $F = am$ مبتنی براین حقیقت است که نیرو با خواص لختی اجسام مرتبط است وجرم در اینجا درحکم میزان ماند (اینرسی) است.

بنابراین، یك جرم دیگر نیز در مکانیك نیوتون وارد شد که جرم ماند نام دارد و معلوم شد که جرم گرانشی وجرم ماند درهر جسم با یکدیگر برابرند.

رابطه $F = am$ که درآن، a شتاب و m جرم‌ماند‌است، معمولاازسوی‌فیزیکدانان به‌عنوان نمونه‌ای ازاین حقیقت تفسیر می‌شود که جرم صرفاً ضریب تناسبی بین نیرووو شتاب است. البته، اندازهٔ جرم را می‌توان ازاین راه به‌دست آورد، اما گذشته از روابط ریاضی باید خواص فیزیکی واقعی اشیای مادی ونیروهای فیزیکی واقعی را که در مفهوم جرم منعکس می‌شود، درك کنیم.

ارنست ماخ[۶]، فیزیکدان اطریشی، با حذف محتوای ماتریالیستی تعریف نیوتون ازجرم، به‌نقد آن پرداخت.[۷] درتفسیر ماخ، علم چیزی جز ثبت اقتصادی تجربه نیست. مفهوم جرم، ازدید او، حاوی هیچ‌نظریه‌ای جز تجربه نیست. او ارتباط‌بین‌جرم ومفاهیم ماده وماندرا نفی می‌کرد. به‌گفتهٔ ماخ، ماند بیان لفظی یك حقیقت تجربی است که عبارت است ازتناسب بین نیرو وشتاب. ماخ با قلمداد کردن ماند به‌عنوان رابطهٔ خاصی بین نیرو وشتاب، رابطه‌ای که ازتجربه به‌دست آمده است، امکان آشکار شدن محتوای فیزیکی مفهوم جرم را منتفی دانست وجرم را تا حد یك‌ضریب تناسب، تنزل داد. درهر صورت، برنامهٔ ماخ با اشتیاق چندانی ازسوی فیزیکدانان روبرو نشد.

فیزیکدانان ضمن بررسی پدیدهٔ ماند، به‌این نتیجه رسیدند که هرجسم فیزیکی دارای این خاصیت است که تحت اثر عامل خاصی، سرعت خود را به‌روال معینی تغییر دهد؛ این خاصیت به‌صورت یك‌کمیت فیزیکی به‌نام جرم ماند بیان می‌شود. مطالعهٔ دقیق نشان داده است‌که جرم ماند وجرم گرانشی از لحاظ عدد با یکدیگر برابرند. اما اینکه چرا جرم گرانشی وجرم ماند هر شیء فیزیکی بایك عدد واحد بیان‌می‌شوند وعلی‌رغم ماهیت متفاوتشان با یکدیگر برابرند، رازی است‌که پاسخ آن هنوز برای علم شناخته شده نیست. برابری جرم ماند وجرم گرانشی نقش مهمی در علم دارد ویکی از اصول اولیهٔ نظریهٔ نسبیت عمومی است.

در مکانیك کلاسیك جرم هر جسم ثابت است. اما در اواخر قرن نوزدهم،تعدادی از فیزیکدانان براساس اطلاعات تجربی این فکر را مطرح ساختند که جرم هرجسم در

۶ــ Ernst Mach (۱۸۳۶ ــ ۱۹۱۶) فیزیکدان وفیلسوف اطریشی.

۷ ــ نظرات‌ماخ، که مدعی بود نظام فلسفی‌اش فراتر از ماتریالیسم وایده‌آلیسم است، درکتاب «ماده گرایی ونقد تجربی» لنین مورد بررسی دقیق علمی قرار گرفت.

حال حرکت ثابت نیست، بلکه به‌صورت تابعی ازسرعت آن تغییر می‌کند. تامسون[۸] فیزیکدان انگلیسی ، نخستین کسی بودکه در سال ۱۸۸۱ این نظر رامطرح‌کرد که‌تمامی جرم الکترون دارای منشأ الکترو مغناطیسی است. وی‌کوشید تامبنایی نظری برای ادعای فوق ارائه دهد.

قاعدتاً به‌نظر می‌رسد که قضیهٔ مزبور باید توسط این حقیقت تأیید شده باشد که فرمول وابستگی جرم به‌سرعت $M_V = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$ ($\beta = \frac{V}{C}$ که در آن m_0 جرم سکون جسم، V سرعت آن و C سرعت نور در خلا است) که به‌وسیلهٔ لورنتس ازفرضیه‌ای مبنی براین‌که ماهیت جرم کاملا الکترومغناطیسی است، استنتاج شد، با نتایج تجربی بخوبی وفق می‌دهد. امااین وضع پیش نیامد.

نظریهٔ نسبیت خصوصی نشان داد که جرم، هر منشأی که داشته باشد ونه‌فقط منشأ الکترومغناطیسی ، تابعی از سرعت است. اکنون فیزیك نیازمند مفاهیم نوی بود: «جرم سکون» و «جرم حرکتی».

با پیشرفت فیزیك، عناصر ساختاری جدیدی از اشکال فیزیکی ماده که همان ذرات بنیادی است، کشف شد. جرم ذرات بنیادی از طریق پژوهش در فرایندهای جهان بینهایت کوچك، به‌طور تجربی تعیین شده است. اما هنوز نمی‌توان اندازهٔ جرم آنها را ازیك نظریهٔ عمومی بدست آورد.

فیزیك‌نوین می‌گوید که جرم هر ذرهٔ بنیادی، توسط ماهیت اندرکنش آن بایك خلا فیزیکی، معین‌می‌شود. چون الکترون‌وپوزیترون تنها در اندرکنش الکترومغناطیسی شرکت می‌کنند، عملا جرمهای یکسانی دارند، مزونهای π مثبت ومنفی در دو نوع اندرکنش الکترومغناطیسی و هسته‌ای وارد می‌شوند وآنها نیز عملا جرمهای یکسانی دارند که ۲۷۵ برابر جرم‌الکترون است، اما مزونπ خنثی،که تنها دراندرکنش‌هسته‌ای ظاهر می‌شود، جرمی ۲۶۴ برابر جرم الکترون دارد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که توضیحی برای تفاوت جرم پیونهای باردار وخنثی یافته باشیم. اما هنوز این راز در فیزیك نوین گشوده نشده است که چرا الکترون ومزون μ که هردو تنها دراندرکنش الکترومغناطیسی وارد می‌شوند، جرمهایشان مشخصاً متفاوت‌است.

همچنین باید توجه داشت که اگر دریك میدان، کوانت‌ها ــ که تبادل‌آنهاموجب اندرکنشهای مربوطه می‌شود ــ دارای جرم سکون باشند، شعاع عمل محدود خواهد بود؛ در صورتی که ذرات تبادل شده، جرم سکونشان صفرباشد، شعاع عمل بینهایت‌خواهدبود.

نکتهٔ فوق نشان‌دهندهٔ یك تفاوت کیفی دیگر بین ذرات دارای جرم سکون و ذراتی است که جرم سکونشان برابر صفر است (فوتونها ونوترینوها) ودارای‌این خاصیت مطلوب هستند که می‌توانند با حداکثر سرعت ممکن در طبیعت، یعنی C (سرعت نور

۸ــ J.J. Thompson (۱۸۵۶ ــ ۱۹۴۵) فیزیکدان انگلیسی که وجودالکترون را ثابت کرد.

در خلأ) به‌حرکت درآیند.

بنابراین جرم یك مشخصهٔ اتفاقی وکم اهمیت اجسام مادی نیست، بلکه یکی از خواص بنیادی اشیای فیزیکی است وباخصایص حرکت وپایداری نسبی آنها مرتبط‌است، در فیزیك نوین، جرم یکی از معیارهای تعیین کننده در پایداری هستهٔ اتمهاست: هسته در صورتی پایدار است که تفاوت بین عدد جرمی وبارهسته (تفاوت بین تعداد پروتونها ونوترونهای هسته) از محدودهٔ کوچکی خارج نشود. پایداری هسته توسط انرژی پیوند نوکلئونها بیان می‌شود که عبارت است از کاری که برای جدا کردن‌یك نوکلئون از هسته، باید انجام شود. انرژی پیوند به‌وسیلهٔ تفاضل بین جرم هسته ومجموع جرمهای جداگانهٔ نوکلئونها ــ پیش از آنکه درهسته‌گردآیند ــ تعیین می‌شود. باتکیه برفیزیك نوین، می‌توان به‌این نتیجه رسید که هم درمورد جرمهای دوشیء فیزیکی متفاوت وهم در مورد جرمهای نظیر حالات مختلف یك شیء واحد، تفاوت کیفی‌وجود دارد. باید در پی درك این پدیدهٔ مهم باشیم وشاید رالدنیل به درك ماهیت فیزیکی جرم، کشف ارتباطی میان اشیای مادی ومیدانهای پیرامون آنها باشد.

در نوشته‌های مربوط به‌فیزیك، گهگاه به جملاتی برمی‌خوریم، دایر براینکه جرم، کمیت ماده است. به‌نظر ما چنین ادعایی، در بهترین حالت، نادقیق است. اینگونه تعریفها نشاندهندهٔ تمایل ناخودآگاه به برابر شمردن یکی از خواص ماده (به‌عنوان واقعیت عینی) با خود ماده، به‌عنوان یك مقولهٔ فلسفی است. ماده به عنوان یك مقولهٔ فلسفی، و اشکال مشخص ماده ــ واقعیت عینی موجود در خـارج و مستقل از عامل شناخت آن ــ هردو یك‌چیز واحد نیستند. جرم یکی ازخواص ماده است‌که تنها در برخی از حالات آن وجود دارد.

تعاریف بسیاری از جرم وجود دارد، اما هیچیك را نمی‌توان مطلوب، نسبتاً کامل، یادر برگیرندهٔ همهٔ تجلیات این خاصیت مشترك در حالتهای مختلف مادهٔ در حال‌حرکت، که موضوع مطالعهٔ فیزیك است، بشمار آورد. در کتابهای درسی فیزیك، تعریفهای زیر برای جرم داده شده است: جرم هرجسم به‌معنای کمیت مادهٔ موجود در آن است (ك. پوتیلوف)؛ خاصیت بنیادی ماده این است که حجم خاصی از فضا را اشغال‌می‌کند و دارای وزن است. درواقع دراینجا وزن بسادگی مبنای تعریف ماده قرارگرفته است. جرم اجسام به‌وسیلهٔ وزن آنها مقایسه می‌شود: از قانون دوم چنین نتیجه می‌شود که‌جرم در عین حال اندازهٔ ماندنیز هست (ن. پاپالسکی)؛ در فیزیك، مفهوم جرم به‌دوخاصیت هرجسم اطلاق می‌شود: خاصیت وزن داشتن و خاصیت لختی داشتن. «لختی» بدین‌معنی است که جسم خود بخود سرعتش را تغییر نمی‌دهد وبرای تغییر سرعت‌آن، اعمال یك نیروی خارجی لازم است. جرم اجسام به‌وسیلهٔ وزن آنها مقایسه می‌شود(ر. پل)؛ در هرجسم شتاب متناسب بانیروست. این ضریب تناسب چیزی است که اندازهٔ جرم یك جسم را، که مشخص کنندهٔ میزان لخت بودن جسم است، معین می‌کند (آ. خایکین)؛جرم خاصیت ویژه‌ای از هرشیء فیزیکی است، خاصیتی‌که آن شیء را ازدیدگاه مقاومت در برابر تغییرسرعتش، توصیف می‌کند (ای. اشتراف)؛ میزان لخت بودن هرجسم، کمیتی

فیزیکی است که جرم آن جسم خوانده می‌شود (پ. استرلکوف)؛ اجسام مختلف تحت تأثیر نیروهای یکسان، شتابهای مختلفی می‌گیرند واندازهٔ این شتابها توسط خاصیت ویژه‌ای از جسم معین می‌شود. این خاصیت اجسام به‌وسیلهٔ یك مقدار خاص ــ که‌جرم جسم نام دارد ــ بیان می‌شود (س. فریش)؛ در مکانیك، جرم جسم را به‌عنوان مقدار لخت بودن آن می‌پذیرند (ای. اشپولسکی).

چندان جای تعجب نیست که ارائهٔ تعریفی کلی از جرم که برای همهٔ فرایندهای فیزیکی مناسب باشد، دشوار است. زیرا مقولهٔ جرم از درجهٔ کلیت بالاتری نسبت‌به‌سایر مقوله‌های فیزیك برخوردار است؛ برای بیان یك تعریف مناسب، درك عمیقتری درمورد ماهیت اشیای مادی در حال حرکت لازم است. تعریف جرم، به‌عنوان خاصیتی که در اشکال گوناگون ماده موجود است، به‌اندازهٔ کافی کلی است، اماهیچ دلیلی ندارد که آن را پایان یافته تلقی کنیم. می‌دانیم که هر خاصیت یك شیء در روابط آن پدیدار می‌شود، اما این روابط در خود شیء ذاتی هستند و مشخصه‌های آن شیء به‌شمارمی‌آیند وبه‌آن شی، مربوطند، به‌طوری که خاصیت از رابطه متمایز است، هرچندکه توسط آن متجلی می‌شود.

بنابراین، ما قانون بقای جرم را می‌دانیم وآن رادر شناخت طبیعت به‌کارمی‌بریم، اما هنوز نمی‌توانیم دقیقاً بگوییم که جرم چیست، چرا انواع مختلف جرم وجود دارد، یا ماهیت تفاوت بین آنها چیست. این قضیه شگفت انگیزاست، امـا در مـورد آن مأیوس نیستیم.

قانون بقا وتبدیل انرژی

قانون بقا وتبدیل انرژی، از هردو جنبهٔ نظری و عملی، برای دیدگاه ماتریالیستی نسبت به‌جهان اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. این قانون در میان قوانین بقا جای خاصی دارد، زیرا به‌مطلق بودن، حدوث ناپذیری و پایان ناپذیری حرکت مربوط می‌شود.

تا پیش از نیمهٔ دوم قرن نوزدهم، فیزیکدانان هنگام بحث در بارهٔ حرکت،مفاهیمی چون «نیرو» و «نیروی حیاتی» را به‌کار می‌بردند واگر هم اصطلاحات «انرژی» و «کار» به‌میان می‌آمدند، نقش مستقلی نداشتند ومشتق‌از مفهوم «نیرو»محسوب‌می‌شدند.

مفهوم «انرژی» تاریخچه‌ای طولانی دارد. این مفهوم در آغاز باشکل‌مکانیکی حرکت همراه بود.

سپس هامیلتون[۹] تابعی به‌عنوان نیروی نهفته (پتانسیل) را در دینامیك مطرح کرد (در اصطلاح امروزی، این نیرو بیان کنندهٔ انرژی کل دستگاه در مورد نیروهای ثابت است).

مرحلهٔ بعدی به‌توضیح ماهیت گرما مربوط می‌شد وسرانجام به‌اثبات معادل‌بودن اشکال گرمایی ومکانیکی حرکت منتهی شد.

۹ــ W. R. Hamilton (۱۸۰۵ ــ ۱۸۶۵) ریاضیدان ایرلندی.

در تفسیر نظری اطلاعات تجربی راجع به‌گرما، دوگرایش متمایز وجود داشت. برخی گرما را به‌صورت سیال وبرخی دیگر آن را نوعی از حرکت‌می‌دانستند. درروسیهٔ قرن هجدهم ، لومونوسوف ازاین نظر پشتیبانی کرد که گرما نوعی از حرکت است. به گفتهٔ لومونوسوف، گرما از «حرکت درونی ماده» تشکیل می‌شود.[۱۵]

بااین وجود، سطح دانش در ایام لومونوسوف محدودیتهایی در نظریهٔ او راجع به‌گرما ایجاد می‌کرد. بخصوص، چون لومونوسوف با اشکال غیر مکانیکی حرکت‌آشنا نبود، در برخورد با پدیده‌هایی که با تبدیلهای شیمیایی همراه بودند، دشواریهای‌زیادی داشت.

پس از سالها مبارزه علیه نظریهٔ فلوژیستون، معادل مکانیکی گرما کشف شد واین امر به‌نوبهٔ خود برای اثبات اصل تبدیل یك نوع حرکت به‌نوع دیگر وقانون بقا وتبدیل انرژی ، اهمیت عظیمی داشت. در پرتو کارهای بنجامین رامفورد[۱۱]، همفری‌دیوی[۱۲]، نیکولاسادی کارنو[۱۳]، آلساندروولتا[۱۴]، آنتوان لاوازیه[۱۵]، رابرت می‌یر[۱۶]، جیمزژول[۱۷]، هرمان هلمهولتس[۱۸]، هاینریش‌لنز[۱۹] و رودولف کلاوزیوس[۲۰]، تصورات گوناگون در مورد سیالهای «بیوزن» بکلی کنارگذاشته شد و اطلاعات لازم برای پیدایش مفهوم نوین انرژی به‌دست آمـد.

تانیمهٔ قرن نوزدهم ، علم موفق به‌گردآوری اطلاعات فراوانی شد که وجوداشکال گوناگون حرکت ماده و پیوندهای میان آنها را تأیید می‌کرد. پژوهشگران، پدیده‌های متعدد مکانیکی، گرمایی و شیمیایی و همچنین پدیده‌هایی در ارتباط بـا مغناطیس و الکتریسیته کشف کردند. قانونی در مورد بقای «نیروهای حیاتی» برای فرایندهای

---

۱۵ ــ «مجموعهٔ آثار» لومونوسوف، جلد دوم ، مسکو، ۱۹۵۱ (به‌زبان روسی).

۱۱ــ Benjamin Rumford (۱۷۵۳ ــ ۱۸۱۴) فیزیکدان آمریکایی‌ــ انگلیسی.

۱۲ــ Humphry Davy (۱۷۷۸ ــ ۱۸۲۹) شیمیدان انگلیسی که ۱۲ عنصر شیمیایی را کشف کـرد .

۱۳ــ Nicolas Carnot (۱۷۹۶ ــ ۱۸۳۲) فیزیکدان فرانسوی، از بنیانگذاران‌علم ترمودینامیك.

۱۴ــ Alessandro Volta (۱۷۴۵ــ ۱۸۲۷) فیزیکدان ایتالیایی،از نخستین‌پژوهشگران دربـارهٔ بـرق.

۱۵ــ Antoine Lavoisier (۱۷۴۳ ــ ۱۷۹۴) شیمیدان فرانسوی که بنیانگذار شیمی نـوین محسوب می‌شود .

۱۶ــ Robert Mayer (۱۸۱۴ ــ ۱۸۷۸) فیزیکدان و پزشك آلمانی که‌آزمایشهایی در ترمودینامیك انجام داد.

۱۷ــ James Joule (۱۸۱۸ ــ ۱۸۸۹) فیزیکدان انگلیسی.

۱۸ــ Hermann Helmholtz (۱۸۲۱ ــ ۱۸۹۴) پزشك ، فیـزیکدان ، ریاضیـدان و فیلسوف آلمانـی .

۱۹ــ Heinrich Lenz (۱۸۰۴ ــ ۱۸۶۵) فیزیکدان آلمانی که همزمان باقاراده و هنری سرگرم پژوهش در الکتریسیته بود.

۲۰ــ Rudolf Clausius (۱۸۲۲ ــ ۱۸۸۸) فیزیکدان وریاضیدان آلمانی.

مکانیکی بیان شد. امااینها هنوز حقایقی جداگانه بود، هرچند که موضوع ارتباطمیان اشکال مختلف حرکت، کاملا در علوم طبیعی جا افتاده بود.

موهر[۲۱]، شیمی‌دان آلمانی در سال ۱۸۳۷ نوشت: «علاوه بر ۵۴ عنصرشناخته شده، تنهایك عامل دیگر نیز در ماهیت اشیا وجود دارد وآن، نیروست، که تحت شرایط مناسب می‌تواند به‌صورت حرکت، میل ترکیبی شیمیایی، جاذبهٔ مولکولی، الکتریسیته، نور، گرما و مغناطیس متجلی شود وازهریك ازاین پدیده‌ها ، همهٔ پدیده‌های دیگر را می‌توان به‌دست آورد. همان‌نیرویی که موجب بلند شدن یك چکش می‌شود، اگربه‌شیوهٔ دیگری به‌کار گرفته شود، می‌تواند سبب انجام هر پدیدهٔ دیگر شود.»

ماکسی پلانك، ضمن توصیف اوضاع دراین زمینه، بدرستی دریافت که: «تنهایك گام تا موضوع مقیاس مشترك همهٔ این نیروهای طبیعت که همگن فرض می‌شوند، باقی مانده است. » از طریق تحلیل تأثیرات حسی وبه‌وسیلهٔ تعمیم اطلاعات تجربی در مورد حرکت، یك مشخصهٔ واحد خواص بنیادی حرکت، متمایز گردید که همان انرژی‌است. این فرایند نمودار گذار ذهنی از خاص به‌عام وبه‌مفهومی بامحتوای عمیقتر بود.

حرکت، نقطهٔ آغاز پیدایش مفهوم انرژی است. به‌هرحال، انرژی به‌عنوان شکلی از وجود ماده به‌صورت یك کل مشخص، خارج از فرایندی که توسط آن شناخته‌می‌شود و خارج از فرایند ظهور، تثبیت وتحول مفهوم انرژی، وجود دارد.

مفهوم انرژی، که منعکس کنندهٔ خاصیت ویژه‌ای از حرکت است، تنها بابررسی و روشن شدن تبدیلپذیری متقابل اشکال مختلف حرکت ماده، قابل تفکیك بود؛ این موفقیت یك جهش انقلابی بود که جرقهٔ اولیهٔ آن، کشف قانون بقا وتبدیل انرژی‌بوده است. اثبات این قانونْ در حکم پیدایش مفهومی دایر براشکال گوناگون انرژی، ماهیت مادی آنها وتغییر آنها برطبق یك قانون عمومی خاص بود.

مفهوم انرژی به‌عنوان یك انتزاع، که محتوای اساسی آن‌درپرتو قانون بقا و تبدیل انرژی آشکار می‌شود، ارتباط متقابل ووحدت اشکال کیفیتاً متفاوت انرژی را در برمی‌گیرد. اکنون انرژی به‌صورت مفهوم مرکزی در فیزیك درآمده است،مفهومی که دایماً در حال تکامل است وباافزایش اطلاعات ونظرات جدید، معنی‌تازه‌ای می‌گیرد.

می‌یر وهلمهولتس در تکامل تاریخی و منطقی مفهوم انرژی، جای خاصی دارند. آن‌دو عملا مفهوم سنتی «نیرو» را به‌شیوه‌ای گسترش دادند که اصولا به‌شکل تازه‌ای درآمد وآن را به‌عنوان مقداری قلمداد کردند که هریك از اشکال حرکت‌مادی وتبدیل آن‌به‌سایر اشکال را توصیف می‌کند.

پیش از می‌یر وهلمهولتس (وحتی دردوران حیات آنها)،«نیرو»معانی‌گوناگونی داشت واغلب در معنای بسیار گسترده‌ای به‌کار گرفته می‌شد. انگلس دقیقاً در همین‌مورد گفته است که: «در مکانیك علل حرکت معلوم فرض می‌شود وبه‌منشأ آنها توجهی نمی‌شود، فقط اثرات آنها در نظر گرفته می‌شود. بنابراین اگر علت حرکت نیرونامیده

---

۲۱. Karl Freidrich Mohr (۱۸۰۶ ــ ۱۸۷۹) شیمیدان وداروگر آلمانی که مخصوصاً به‌خاطر مطالعاتش در زمینهٔ حجم گازها مشهور است.

شود، در مکانیك اشکالی پدید نمی‌آید، اما برحسب عادت این اصطلاح به‌فیزیك، شیمی و زیستشناسی نیز منتقل می‌شود وبناگزیر موجب سردرگمی می‌شود.»[۲۲]

می‌یر در مقاله‌ای به‌نام «مشاهداتی دربارهٔ نیروهای طبیعت بیجان» که در سال ۱۸۴۲ منتشر شد، هدف خود را به صورت توضیح مفهوم «نیرو» و روابط متقابل نیروهای گوناگون بیان کرد. ازاین مقاله معلوم می‌شود که می‌یر قضیهٔ «علت معادل معلول است» را به‌کار گرفت و ضمن استفاده از اصطلاح «نیرو»، درواقع منظورش انرژی بود که خاصیت بقا وتبدیل را داراست. او حتی توانست ارتباطمیان پدیده‌های طبیعت بیجان وجاندار رادریابد. وی نوشت که : «هیچ فرایندی نیست که باتغییرشکل نیرو همراه نباشد!» او با تکیه برجنبهٔ کیفی نیروها، آنها را نه‌به‌صورت تبدیلپذیر به یکدیگر ، بلکه به‌اشکال گوناگونی که در طبیعت ظاهر می‌شوند، در نظر گرفت.

می‌یر برخصلت مستقل اشکال حرکت تأکید می‌کرد، که این نشاندهندهٔ دیدمادی اوست. وی نوشت: «هیچ مادهٔ مجرد وجود ندارد.» او بامفهوم ضدعلمی تأثیر«نیروهای حیاتی» در دنیای گیاهان و جانوران به‌شدت مخالف بود و فعالیت حیاتی آنـان را جلوه‌ای از تغییر در اشکال انرژی می‌دانست، هرچند به‌کیفیت منحصر بفرد فرایندهایی که در زیستمندان زنده رخ می‌دهد، توجه داشت.

با اینهمه، می‌یر نمی‌توانست از تصور ماورای طبیعی نیروهای «بیوزن»ــ که آنها را در برابر مادهٔ مادی قرار می‌داد ــ خود را برهاند. وی در یکی از آخرین آثارش، در سال ۱۸۵۰ نوشت: «نیروها چیزهایی تغییر پذیر، نابود نشدنی وــ برخلاف مادهــ بیوزن هستند.»

هرمان هلمهولتس که در کشف قانون بقاوتبدیل انرژی شرکت داشت،در آثارخود، ناممکن بودن ماشین‌کار دایم را مبنا قرار داد. برخلاف می‌یر که اساساً اصطلاح «نیرو» را تنها به‌یك معنی به‌کاربرد ومنظورش چیزی جز انرژی نبود، هلمهولتس گرچه بارها به‌همان معنای مورد نظر می‌یر ازاین اصطلاح استفاده کرد، در مواردی دیگر آن را در معنای «بدوی» نیرو که‌درمکانیك‌نیوتون منظور می‌شود، به‌کاربرد. همچنین،هلمهولتس محدودهٔ این مفهوم بنیادی فیزیکی را بصراحت مشخص نکرد واین خود نشاندهندهٔ فقدان درك روشن او از انرژی به‌عنوان یك مشخصهٔ کیفیتاً جدید حرکت بود. بااین وجود، در هر مورد معین، بدقت می‌توان دریافت که او دراستفاده از اصطلاح نیروچه منظوری داشته است.

هلمهولتس، ضمن آزمایش پدیده‌های گوناگون فیزیکی، معیار مطلقی بـرای «نیروی حیاتی» تعیین کرد (اندازهٔ کار به‌دست آمده یا مصرف شده)، کاری‌که‌ازسوی می‌یر انجام نگرفت. هلمهولتس مانند می‌یر بانظریهٔ سیال بودن گرما مخالف بود وبی‌پایه بودن آن را نشان داد. وی جدایی ناپذیری «نیروها» را از ماده قبول داشت ومنظورش از ماده، هر چیز موجود در طبیعت بود.هلمهولتس دراین‌مورد نوشـت:«منشأپدیده‌های

۲۲ــ انگلس، «آنتی دورینگ».

طبیعی، حرکت ماده است.» بررسی آثار هلمهولتس نشان می‌دهد که او تفکیک‌ناپذیری حرکت را از ماده دریافته بود. وی «نیروهای» پرشمار طبیعت را در دونوع «نیرو» خلاصه کرد که به‌نظر او بنیادی بودند: «کشش» و «نیروهای حیاتی». هلمهولتس معتقد بود که کلیهٔ اشکال انرژی یا نهفته‌اند («کشش»)، یا جنبشی («نیروهای حیاتی») وانرژی کل، مجموع این «نیروها»ست. این درك از انرژی عملا بررسی جداگانهٔ اشکال مختلف حرکت ماده را بی‌معنی ساخت. همچنین، قابل توجه است که هلمهولتس ضمن مطرح کردن مفهوم انرژی نهفته به‌نام «کشش»، هیچ تعریف فشرده‌ای ازاین مفهوم به‌دست نداد واین امر در سالهای بعد مشکلات چشمگیری در فیزیك ایجاد کرد. بعلاوه اینگونه ساده کردن مفهوم انرژی، وجوه کیفی اشکال مختلف انرژی‌را نادیده می‌گیرد.

انگلس به‌برخورد یك بعدی هلمهولتس بامفهوم انرژی توجه کرد وبرای‌به‌حساب آوردن جنبهٔ کیفی این مفهوم مهم فیزیکی اهمیت فراوانی قایل شد.

پس می‌بینیم که بیان‌هر مفهوم علمی، حتی مفهومی کلی چون انرژی، می‌تواند در عین حال دارای نکات ذهنی و عینی باشد. این‌امر نشاندهندهٔ اهمیت عظیم دیـد دانشمندان نسبت به‌جهان ، برای تکوین وتفسیر مفاهیم وقوانین علمی است.

می‌یر، ژول وهلمهولتس ثابت کردند که یك رابطهٔ کمیتی بین اشکال کیفیتاً متفاوت حرکت وجود دارد. معیار کلی این رابطه، کمیت جدیدی است که انرژی نـام دارد.

سرانجام ، برای یکی از مهمترین پدیده‌های طبیعت، یعنی تبدیل شکلی از حرکت به‌شکل دیگر، توضیحی کم‌وبیش قانع کننده یافته شد. همچنانکه انگلس نوشت: «همهٔ عوامل بیشمار موثر در طبیعت که تا کنون به‌وجود مبهم وتوضیح ناپذیر نیروهای گوناگون ــ مکانیکی، گرمایی، تشعشع (نوروگرمای تابشی)، الکتریسیته، مغناطیس، نیروی شیمیایی تجزیه وترکیب ــ ربط داده می‌شد، اکنون‌محققاً اشکال خاص‌وشیوه‌های وجود یك نوع واحد انرژی، یعنی حرکت، محسوب می‌شوند... یك مقدار مفروض انرژی دریك شکل آن همیشه به‌یك مقدار مفروض انرژی در شکلی دیگر از آن‌مربوط می‌شود.»[۲۳]

بااثبات قانون بقا وتبدیل انرژی، مفهوم انرژی شامل خاصیتی شد که دراشکال مختلف حرکت ماده مشترك است، این خاصیت عبارت است از قابلیت تبدیل به‌یکدیگر در کمیتهای مشخصاً معادل.

این کیفیت کلی در مفهوم انرژی، به‌طور دیالکتیکی بایك کیفیت خاص همراه است، زیرا مفهوم انرژی که بیانگر ماهیت حرکت است، سراسرقلمرو اشکال خاص انرژی را در برمی‌گیرد وبدین‌ترتیب مکانیك گرایی را ــ که همهٔ این اشکال گوناگون انرژی را در یك نوع انرژی، انرژی حرکت مکانیکی، خلاصه می‌کند ــ از اعتبار می‌اندازد. نادرستی دیدگاه مکانیستی را تمامی تاریخ تکامل علم به‌ثبوت‌رسانده است.

انرژی در حالت کلی، یك تجرید است زیرا تنها در اشکال متنوع حرکت واشکال

۲۳ــ انگلس، «دیالکتیك طبیعت».

خاص انرژی وجود دارد، نه به‌شکل انرژی صرف ومجرد. درهرشکل خاص انرژی، هم وجوه کلی وهم‌وجوه انفرادی، وجود واقعی دارند. بااینحال، وجوه انـفرادی (مثلا فلان شکل خاص از انرژی) فی‌نفسه به‌طور کامل بامفهوم کلی انرژی مرتبط نیست، زیرا این مفهوم منعکس کنندهٔ مجموعهٔ تمام جنبه‌های گروه خاصی از پدیده‌ها در واقعیت واندرکنش آنهاست (یعنی اشکال گوناگون حرکت ماده) . ارتباط ووحدت کلی وخاص‌در مفهوم انرژی اولا در قانون وحدت وتضاد ضدین وثانیاً در توالی قدم بقدمی، که در فرایند شناخت حوزهٔ مفروضی از پدیده‌های واقعیت عینی نهفته است، متجلی می‌شود.

مفهوم کلی انرژی از طریق اشکال خاص آن ظاهر می‌شود. مثلا در آغاز این مفهوم دو شکل انرژی یعنی انرژی جنبشی وانرژی نهفته را بایکدیگر پیوند داد وسپس در معنایی وسیعتر ، حوزه‌های جدیدی از واقعیت مادی رادربرگرفت. بدین‌ترتیب ، انرژی گرمایی، انرژی کشسانی، انر ژی الکتریکی، انرژی شیمیایی، انرژی تابشی، انرژی هسته‌ای و غیره، از یکدیگر جدا شدند وبیان خاص خود را یافتند.

تکامل مفهوم انرژی مثال خوبی از فرایند دیالکتیکی شناخت است. این مفهوم، اطلاعات موجود آن زمان را در بارهٔ حرکت جذب کردتا به‌صورت مفهوم کلی مورد قبولی در علم درآید، اما درهمان شکل منجمد نماند وبه‌تکامل خود وزایش نظرات‌نو ادامه داد. مفهوم انرژی بدین ترتیب خود ابزاری برای شناخت ووسیله‌ای برای‌پیدایش نظریات جدید گردید. پیدایش این مفهوم از یك سو نقطهٔ آغاز دورانی در تکامل علم بود وازسوی دیگر تعدادی مسئلهٔ جدید پیش آورد. این موضوع، دراساس یك مسئلهٔ مهم علمی و فلسفی است، مسئلهٔ رابطهٔ تضادی بین شکل و محتوا، عام و خاص؛ مسئلهٔ تمرکز و انتقال انرژی در فضا وسرانجام مسئلهٔ پیوند آن باسایر مفهومهای علمی.

نظرات مربوط به‌تمرکز وانتقال انرژی در فضا، توسط ن. آ. اوموف[۲۴] مطرح‌شد. او نظم حرکت انرژی را بیان کرد و مفهوم بردار شار انرژی را به‌میان کشید(۱۸۷۴) . این نظرات در آثار جان پوینتینگ[۲۵]، فیزیکدان انگلیسی، تکامل بیشتری یافت. اوموف ضمن استفادهٔ منطقی از قانون بقا وتبدیل انرژی، به‌این نتیجه رسید که یك محمل‌مادی برای همهٔ اشکال انرژی وجود دارد. او اشکال مختلف انرژی را بااشکال مختلف‌حرکت پیوند داد وحرکت رااز ذرات مادی غیر قابل تفکیك دانست. وی نوشت: «عنصر حجم، در هر محیط دلخواهی که اختیار شود، به‌خاطر حرکت ذرات داخلش، در هرلحظه از زمان دارای مقدار خاصی انرژی است.» بدین‌ترتیب، اوموف مفاهیم نوینی چون شار انرژی، جهت و سرعت انرژی ، چگالی انرژی وجزاینهارامطرح ساخت.

برداشتهای فیزیکی دربارهٔ انتقال انرژی از تکامل مکانیك جریانی[۲۶] (نظریه‌های کشسانی وئیدرودینامیك) پدید آمد که درآن، محیط به‌عنوان عامل انتقال وزمینهٔ‌مادی حرکت انرژی عمل می‌کند، وسپس در الکترودینامیك کلاسیك به‌کار گرفته شد.

ماهیت انتقال انرژی عبارت است از انتقال حرکت مادی براساس قانون بقاوتبدیل

24 - N.A. Umov 25 - John Poynting 26 - flow mechanics

انرژی. این فرایند خصلتی تناقض آمیز دارد ودر عبارات «شارانرژی» و «چگالی شارانرژی» منعکس می‌شود. بنابراین، برای درك ماهیت درونی حرکت ماده، بایدجوهر مفهوم انرژی را عمیقاً تحلیل کنیم.

انباشتگی جنبه‌ها و صفات ذاتی مفهوم انرژی نشاندهندهٔ گسترش، برد وژرفای فرایند شناخت سطوح مختلف مادهٔ در حال حرکت است. این مفهوم، که ماهیت همهٔ اشکال فیزیکی شناخته شدهٔ حرکت ماده رامنعکس می‌کند، یکی از پرمحتواترین مفاهیم به‌نظر می‌رسد. دراین مفهوم ، هم حرکت اندیشهٔ علمی از مشخص به‌مجرد وهم‌درجهت عکس، یعنی از مجرد به‌مشخص دیده می‌شود: چنانکه دیدیم، مفهوم کلی انرژی،ابزاری است برای دانش خاص، یعنی در تحلیل اشکال حرکت ماده به‌کار می‌رود.

تکامل مفهوم انرژی در مسیر کلی شناخت، به‌صورت جهشهای منقطع ــ ازطریق کشف وجوه خاص حرکت ماده (کیفی و کمی، تغییر پذیری وپایداری وغیره)ــ رخ می‌دهد، امادر عین حال برپایهٔ وحدت تحلیل وترکیب‌استوار است.

در فیزیك نوین، «انرژی» یکی از مفاهیمی است که با بیشترین تکرار به‌کاربرده می‌شود. اما، مانند مفهوم جرم، هنوز تعریف کم‌وبیش یکنواختی‌به‌دست نیاورده است و درکتابهای فیزیك مختلف، تعریفهای گوناگونی برای آن داده شده است. مثلاآرنولد زومرفلد[۲۷] می‌نویسد: «**هر دستگاه ترمودینامیکی دارای کمیتی است که حالت آن را مشخص می‌کند. این کمیت، انرژی آن دستگاه است** ... اگر کسی بخواهد واژهٔ انرژی را ترجمه کند، کــه البته کار چندان معقولی نیست، باید از عبارت «ذخیرهٔ‌کار»[۲۸] استفاده کند.» درکتاب «فیزیك عمومی» ژان روسل می‌خوانیم: مفهوم انرژی ازمفهوم نیرو گرفته شده است، یعنی تغییر مکان×نیرو=کار معادل انرژی است.» آ. کیتای گورودسکی می‌نویسد: «انرژی ، یعنی قابلیت انجام کار، تابعی از حالت جسم است.» ای. کاشین می‌گوید: «مهمترین معیار قابلیت انجام کار یك دستگاه دریك حالت خاص، انرژی آن دستگاه ، درآن حالت خوانده می‌شود... در این مورد اصطلاح خاص‌انرژی به‌کار رفته است ومعلوم شده‌است که انرژی بااندازهٔ کار مکانیکی ارتباط نزدیك دارد.» س. فریش تأکید می‌کند: «تعداد زیادی حقایق مرتبط به‌یکدیگر حاکی ازآن است‌که بابه‌کار بردن کمیتی فیزیکی چون انرژی می‌توان توصیفی عینی از اشکال مشخص مادهٔ در حال حرکت، که درفیزیك به‌آنها برمی‌خوریم، ارائه کرد. انرژی نمودار تابع ساده‌ای از حالت دستگاه است، که تغییر آن به‌وسیلهٔ مجموع معادلهای مکانیکی اثرات خارجی اعمال شده بردستگاه، تعریف می‌شود.»

بنابراین، بسیاری از مولفان ، انرژی را به‌صورت «تابع حالت دستگاه» یا«ذخیرهٔ کار نهفته، قابلیت انجام کار»، تعریف کرده‌اند. بااینهمه ، تحلیل موقعیت ونقش‌مفهوم «انرژی» در مجموعهٔ دانش فیزیکی مارا برآن می‌دارد که تعریف انرژی رابه‌صورت تابعی از حالت یا «قابلیت انجام کار»، ناقص وغیر کافی بدانیم.

۲۷ــ Arnold Sommerfeld (۱۸۶۸ ــ ۱۹۵۱) فیزیکدان آلمانی کــه به‌پژوهش در الکترو مغناطیس و طیف اتمها پرداخت.

۲۸ــ در زبان فارسی نیز گهگاه اصطلاح«کارمایه» به‌عنوان معادلی‌برای انرژی‌پیشنهادشده‌است.

قوانین بقا در فیزیك نوین

(بخش دوم)

تعریف انرژی به‌عنوان تابع حالت دستگاه، نخست در دستگاههای ماکروسکوپی به‌کار رفت. برای ارائهٔ تعریف مناسبی از تابع حالت چنین دستگاهی، لازم است ابتدا حالت دستگاه توصیف شود. برای این کار، شخص باید اندازهٔ هریك از متغیرها را که مجموعاً حالت مفروض دستگاه مورد نظر را مشخص می‌کنند بداند، زیرا «حالت هر دستگاه مادی در یك مقطع‌زمانی مفروض عبارت است از مجموعهٔ تمامی مقادیری که اندازه‌های لحظه‌ای آنها جریان فرایند واقع در دستگاه را در بستر زمان معین می‌کنند.»[1] این تعریف از انرژی برای کاربردهای عملی بسیار سودمند است، امااشکالش دراین است که تأثیرات خارجی را نادیده می‌گیرد، درحالی‌که انرژی کل هر دستگاه مادی تا حدی به‌شرایط خارجی وابسته است. تعریف انرژی به‌صورت تابع حالت، تنها در صورتی کلیترین تعریف است که انرژی خود تابع حالت یك دستگاه مادی باشد. به‌عبارت دیگر، مفهوم «انرژی» شامل تابع حالت است، اما خود آن نیست ودرآن‌هم خلاصه نمی‌شود.

تعریفی که ماکس پلانك برای انرژی می‌دهد، قابل توجه است. او می‌نویسد: «بنابراین انرژی هردستگاه برابر است با مجموع معادلهای مکانیکی همهٔ تأثیراتی که خود بخود از دستگاه مشاهده می‌شود هنگامی که دستگاه از حالت مفروض به‌حالت معینی که حالت عادی فرض می‌شود، تغییر کند.»[2] انرژی هر دستگاه مادی را به‌معنای ذخیرهٔ کار آن، تنها در رابطه با یك حالت صفر اختیاری دستگاه می‌توان تعریف‌کرد.

انگلس از دیدگاه‌نیازمندیهای ماتریالیسم دیالکتیك رشد یابنده، با مسئلهٔ انرژی سروکار یافت، اما در پرتو روش شناسی عمومی شناخت که او ومارکس پدید آورده بودند، قضایایی در مورد انرژی مطرح کرد که از سطح پیشرفت فیزیك در آن‌زمان بسیار جلوتر بود. مثلا، در تحلیل مفهوم انرژی، انگلس از اصل کلی فلسفی مبنی بر وحدت بقا و تغییر که توسط خودش عنوان‌شده‌بود، آغازکرد. فیزیك تنها در نیمهٔ دوم قرن بیستم این قضیه را پذیرفت.

۱ــ ماکس پلانك، «اصل بقای انرژی» (به‌زبان آلمانی) ۱۹۲۱.

۲ــ ماکس پلانك، «مباحثی از ترمودینامیك» (به‌زبان آلمانی) ۱۹۵۴ و همچنین پانویس شماره ۱.

این اصل در آثار تعدادی از فیلسوفان شوروی مشخصاً ظاهر شده است. مثلا، ف. اوفچینیکوف[3] می‌نویسد: «مفهوم انرژی منعکس کنندهٔ فعالیت درونی ماده است.[4]» در فیزیك نوین، محتوای مفهوم انرژی توسط موضوع کلی تبدیل پذیری متقابل اشکال حرکت ماده، آشکار می‌گردد.»[5] و همچنین این‌که: «انرژی در فیزیك کلاسیك و فیزیك نوین، طبق معمول معیاری از حرکت است، معیاری که در فرایند تبدیل کیفی اشکال حرکت ماده، روشن می‌شود.»[6]

اوفچینیکوف در یك اثر تحقیقی دیگر، نظرات خود را دربارهٔ تعریف انرژی گسترش می‌دهد و آنها را دقیق‌تر می‌سازد. او می‌نویسد: «**مفهوم انرژی منعکس کنندهٔ وحدت تضادی بقا و تبدیل است.** بنابراین تعریف کامل‌تر مفهوم انرژی عبارت است از توصیف انرژی به‌عنوا ن‌میزان حرکت ماده در خلال تبدیل کیفی اشکال حرکت».[7]

ب. م. کدروف[8] می‌نویسد: «میزان کلی حرکت طی مفهوم انرژی نمودار می‌شود، مفهومی که در آن، جنبهٔ کمیتی حرکت (انهدام‌ناپذیری) به همراه جنبهٔ کیفی آن (قابلیت تغییر شکل) ظاهر می‌شود.»[9]

این‌گونه تلقی از تعریف مفهوم انرژی موجب می‌شود که بتوانیم آنچه را کـه ذاتی‌ترین مشخصهٔ اشکال فیزیکی حرکت ماده است، نشان دهیم زیرا وحدت بقا و تغییر از صفات ذاتی حرکت است.

انرژی در همهٔ فرایندهایی که در طبیعت رخ می‌دهند، پدیدار می‌شود و ازآنجا که همهٔ فرایندهای مزبور معلول شرایط هستند، همیشه از طریق انتقال حرکت مادی و در نتیجه انتقال انرژی، به‌وقوع می‌پیوندند. یکی از مهم‌ترین بنیادهای پیوند علت و معلول واقعی، تبدیل عمیقاً کیفی اشکال حرکت ماده است. به‌ناچار باید سخن ماکس پلانك را پذیرفت که می‌گوید: «سرعت وسادگی نسبتاً حیرت‌انگیز پذیرش قضیه‌ای با حوزه‌ای به‌گستردگی عظیم حوزهٔ بقا وتبدیل انرژی، پس از غلبه برمشکلات اولیه، علاوه بر استدلال‌های استقرایی افراد گوناگون، عمدتاً مرهون موضوع پیونددرونی آن با قانون علت و معلول است.» همچنین در پرتو همین موضوع است که می‌توان فرض اولیهٔ می‌یر را در بیان قانون بقای انرژی درك کرد: «علت = معلول.»[10]

---

3 - N. F. Ovchinnikov

۴ــ ن. ف. اوفچینیکوف، «تکامل تاریخی» و معنای فلسفی مفاهیم جرم و انرژی» (به‌زبان روسی) ۱۹۵۷.

۵ــ همان پانویس شمارهٔ ۴. ۶ــ همان پانویس شمارهٔ ۴.

۷ــ ن. ف. اوفچینیکوف، «قوانین بقا در فیزیك و علیت پدیده‌های طبیعی»، در کتـاب «مسایل علیت در فیزیك نوین»، (به‌زبان روسی) ۱۹۶۰.

8 - B.M. Kedrov

۹ــ ب. م. کدروف، «انگلس و علوم طبیعی» (به‌زبان روسی) ۱۹۴۷.

۱۰ــ برخی جنبه‌های پیوند میان شرطی بودن علیتی پدیده‌های طبیعی و قانون بقا و تبدیل انرژی در کتاب «مسایل علیت در فیزیك نوین»، طی مقالهٔ ای. و.کوزنتسوف و ن. ف.اوفچینیکوف، بررسی شده است.

در بررسی ماهیت مفهوم انرژی و قانون بقا و تبدیل انرژی، برخورددیالکتیکی، که کارآیی موثر آن به‌عنوان اصل روش شناختی در شناخت علمی مسلم شده است، اهمیت قاطعی دارد. از این دیدگاه می‌توانیم اهمیت عظیم تفسیر انگلس را از قانون بقای انرژی، نه‌تنها به‌عنون قانون بقا، بلکه همچنین به‌عنوان تبدیل انرژی، تأییدکنیم.

بلافاصله پس از اثبات قانون بقای انرژی، یعنی از آغاز نیمهٔ دوم قرن نوزدهم تا فرارسیدن آغاز قرن بیستم، کارکرد بقا تنها در پهنهٔ فیزیك مشهود بود. سپس‌پذیرفته شد که همین کار مبین امکان ناپذیری ظهور چیزی از هیچ، یا تبدیل چیزی به‌هیچ ــ که از مبانی مفهوم انرژی است ــ می‌باشد.[۱۱]

پس از آن، کارکرد تغییر به‌عنوان مبنا اختیار شد زیرا پیوند متقابل ووابستگی دوسویهٔ اشکال گوناگون انرژی (و در نتیجه، اشکال گوناگون حرکت) رانشان‌می‌دهد.

بالاخره پس از گذشت زمانی دراز فیزیك‌دانان توانستند به‌محدودیت‌های این برخورد ماورای طبیعی پی‌ببرند. منطق درونی تحول علوم، مستلزم بازنگرشی دیالکتیکی به‌بقا و تغییر ــ به‌عنوان جوهر مفهوم انرژی ــ و همچنین قانون بقای انرژی، بود.

کشف قانون بقا و تبدیل انرژی در آغاز با پیشرفت مکانیك مرتبط بود. امـا سرانجام در پرتو آزمایش‌های جدید و بررسی نظری نتایج آنها، معلوم شد که ماهیت این قانون بسیار ژرف‌تر است و از قوانین عمومی طبیعت می‌باشد. این امر امکان‌پیشرفت سریع نظریهٔ فرایندهای گرمایی را فراهم ساخت، و این به‌نوبهٔ خود منجر به‌پیدایش ترمودینامیك گردید. قانون بقا و تبدیل انرژی‌دربررسی پدیده‌های الکتریکی‌ومغناطیسی نقش بویژه با اهمیتی داشته است در حالی که یکتایی و ویژگی این پدیده‌ها، کاربرد هیچ مفهوم دیگری را که از مکانیك گرفته شده باشد، ممکن نساخته است.

ماکس پلانك در کتاب **اصل بقای انرژی** خود که در سال ۱۸۸۷ منتشر شد، تحلیل فیزیکی درخشانی از اصل مورد بحث به‌عمل آورده است. باید به‌خاطر داشت که ملاحظات و نتیجه‌گیری‌های فیزیکی ماکس پلانك با نظرات فلسفی او درآمیخته است. مثلا از دید او اصل بقای انرژی نه‌تنها بیان تغییرناپذیری کل انرژی دستگاه است (یك حکم منفی و کمیتی)، بلکه همچنین نشانهٔ لزوم تغییر و گذار انرژی از شکلی به‌شکل دیگر می‌باشد (جنبهٔ مثبت و کیفی)، زیرا معادلهٔ واحد ثابت بودن‌انرژی را می‌توان به‌چند معادله بسط داد که هریك مشخص‌کنندهٔ تغییر انرژی در بخشی از دستگاه باشد. تغییرات دستگاه را در طول زمان نیز می‌توان به‌همین شیوه توصیف‌کرد.

به‌علاوه، پلانك مثلا بر خلاف هلمهولتس، طرفدار توصیف مکانیکی کلی برای همهٔ پدیده‌های طبیعی نبود؛ پلانك به‌صراحت ابراز داشت که این اصل مکانیکی به‌هیچ وجه از قانون بقای انرژی نتیجه نمی‌شود، در حالی که قانون مزبور باید نقطهٔ‌عزیمتی برای فیزیك باشد.

معنای فلسفی قانون بقا و تبدیل انرژی در کامل‌ترین و عمیق‌ترین شکل خود

۱۱ــ همان پانویس شمارهٔ ۱.

توسط انگلس تشریح شد. او این قانون را قانون عظیم و بنیادی حرکت محسوب کرد و گفت: «وحدت همهٔ حرکت‌ها در طبیعت دیگر تنها یك ادعای فلسفی نیست، بلکه حقیقتی از علوم طبیعی است.»[۱۲]

اثبات قانون بقا و تبدیل انرژی، در کنار کشف یاخته ونظریهٔ تکامل داروین، یکی از سه کشف عظیم و بنیادی قرن نوزدهم بود که مبنای ماتریالیسم‌دیالکتیك را در علوم طبیعی فراهم ساخت. انگلس خود در دههٔ ۱۸۵۰ به‌این نکته اشاره کرد که به‌یاری این کشفیات، «علوم طبیعی تجربی چنان پیشرفت هایی کرد و به‌آن چنان‌نتایج‌درخشانی دست یافت که نه تنها غلبهٔ کامل برمکانیك‌گرایی یك بعدی قرن هجدهم را ممکن ساخت، بلکه خود علوم طبیعی نیز در اثر اثبات پیوندهای متقابل موجود در طبیعت میان حوزه‌های مختلف پژوهش (مکانیك، فیزیك، شیمی، زیست‌شناسی و غیره) از صورت تجربی خارج شد و به‌شکل علمی نظری درآمد و با تعمیم نتایج حاصله، صورت منظومه‌ای از دانش مادی طبیعت را به‌خود گرفت.»[۱۳]

ماده جز در حرکت، یعنی در فرایند پیوستهٔ تغییر حالاتش، نمی‌تواند موجودباشد. ازآنجا که حرکت یکی از اشکال بنیادی وجود ماده است و ماده می‌تواند در اشکال گوناگونی ظاهر شود، اشکال ظهور حرکت نیز بسیار پرشمار و قابل تبدیل به‌یکدیگرند. اما مجموع کل حرکت در یك ناحیهٔ مجزا شده نمی‌تواند تغییر کند و تبدیل شکلی از حرکت به‌شکل دیگر، با رعایت دقیق نسبت‌های مربوطه صورت می‌گیرد. این بدان معنی است که میزان خاصی برای حرکت وجود دارد، یك مشخصهٔ کمیتی که برای همهٔ اشکال تجلی حرکت مشترك است. انگلس بدرستی انرژی را این مشخصهٔ بنیادی‌حرکت دانست.

انگلس تأکید داشت که اساسی‌ترین جنبهٔ قانون بقای انرژی عبارت است از«نظر اثباتی آن در مورد **تبدیل** انرژی، که در آن برای نخستین بار محتوای کیفی فرایند مزبور آشکار می‌شود و آخرین نشانه‌های وجود نیرویی خارج از طبیعت منتفی می‌گردد.»[۱۴]

چند قانون بقای دیگر در فیزیك کلاسیك و فیزیك نوین

حرکت اشکال فیزیکی ماده علاوه بر انرژی، توسط ایمپالس و مقدار حرکت (مومنتوم) نیز مشخص می‌شود.

قانون بقای ایمپالس[۱۵] (یا بقای تصویرهای آن) در مورد دستگاه‌های مجزا (یا در جهتی که مولفهٔ میدان برابر صفر باشد)، صادق است. مثلا، در حرکت یك ذرهٔ باردار در میدان الکتریکی یکنواخت، دو تصویر رایمپالس آن در صفحه‌ای عمود بر

۱۲ــ فردریك انگلس، «دیالکتیك طبیعت». ۱۳ــ همان پانویس شمارهٔ ۱۲.

۱۴ــ فردریك انگلس، «آنتی‌دورینگ».

15 - Impulse

میدان، ثابت باقی می‌مانند.

قانون بقای مقدار حرکت (یا مقدار حرکت زاویه‌ای) در مورد دستگاه های مجزا یا برای دستگاهی که در میدان یك نیروی مرکزی (در صورتی که گشتاور نیروهای مؤثر بر دستگاه برابر صفر باشد) قرار دارد ، صدق می‌کند.

تاریخچهٔ شناخت این قوانین مکانیك و تکامل مفاهیم مربوطه، از تکامل فن آوری (تکنولوژی) و افزایش کلی دانش علمی جدا نیست. اما هردو قانون‌فوق‌الذکر حوزهٔ تجلی ماکروسکوپی محدودتری در مقایسه با قانون بقای انرژی دارند، ازاین رو کلیت آنها تنها با پیدایش الکترودینامیك، فیزیك ایستایی(استاتیك) و نظریهٔ جنبشی، نظریهٔ نسبیت و سرانجام، مکانیك کوانتوم آشکار گردید.

نظریهٔ نسبیت نشان داد که انرژی و ایمپالس، مؤلفه‌های یك اندازهٔ واحدحرکتی هستند؛ اندازه‌ای که بردارچهار بعدی انرژی است و ایمپالس خوانده می‌شود. همچنین نظریهٔ نسبیت لزوم کاربرد مفهوم ایمپالس را در حوزهٔ الکترومغناطیس ثابت کرد، هرچند که این امر قبلا به‌عنوان نتیجهٔ بدیهی نظریهٔ ماکسول و آزمایش‌های لبدف در مورد فشار نور، محرز شده بود.

«قانون طلایی» مکانیك کهن را می‌توان نخستین تجلی قانون بقای مقدار حرکت زاویه‌ای، به‌معنای ایستایی آن به‌شمار آورد. قانون مساحت‌های کپلر نیز قانون بقای مقدار حرکت زاویه‌ای برای یك کمیت پویاست.

انتقال مفهوم مقدار حرکت زاویه‌ای به‌اشکال غیر مکانیکی حرکت، تنها باظهور مفهوم اسپین ذرات بنیادی و کاربرد این مفهوم در میدان الکترومغناطیسی، یعنی در مکانیك کوانتوم و الکترودینامیك کوانتوم، امکان‌پذیر شد (اسپین یك مشخصهٔ کوانتومی ــ مکانیکی ذرات بینهایت کوچك است، مشخصه‌ای که به‌مقدار حرکت زاویه‌ای درونی آنها مربوط می‌شود).

پیشرفتهای بعدی فیزیك موجب شد که دو قانون بقای متفاوت (در مورد جرم و انرژی) در یك قانون بقا ادغام شوند که می‌توان آن‌را هم به‌صورت بقای جرم‌کل یك دستگاه مجزا (جرم به‌معنی جدید کلمه) و هم به‌صورت بقای انرژی کل یك‌دستگاه شتابدار (انرژی به‌معنای جدید)، به‌کاربرد. این پیروزی گام دیگری در جهت غلبه بردیدگاه مکانیکی نسبت به‌طبیعت بود که براساس آن شکاف عبورناپذیری میان ماده و حرکت و در نتیجه بین مشخصه‌های ماده از قبیل جرم و انرژی، وجود داشت.

تفکیك‌ناپذیری ماده و حرکت و حدوث‌ناپذیری و فناناپذیری آنها که توسط ماتریالیسم دیالکتیك به‌عنوان چکیدهٔ دانش بشر نسبت به‌طبیعت اثبات گردید، اکنون دیگر ادعاهای فلسفی صرف نیست و به‌صورت حقایقی از علوم طبیعی درآمده است.

هم‌زمان با گسترش کاربرد قوانین بقا، نفوذ ژرف‌تر به‌قلمرو ماهیت آنها نیز ممکن گشت. در سال ۱۹۱۸، یك ریاضی‌دان آلمانی به‌نام امی‌نوتر[۱۶] نتیجه‌ای بسیار

16 - Emmy Noether

کلی در توضیح منشأ مقادیر باقی (ثابت) و طریقهٔ به‌دست‌آوردن آنها در هرنظریه به‌دست‌آورد (که قضیهٔ نوتر خوانده می‌شود). از قضیهٔ مزبور نتیجه می‌شود که قوانین مشخصه‌های خاص هردستگاه مادی مستقیماً با حضور خواص تقارنی مربوطه در آن دستگاه پیوند دارند، مثلا انتقال محورهای مختصات که تقارن دستگاه را نقض‌نمی‌کند، تابع لاگرانژ را ثابت نگاه می‌دارد. از اینجا می‌توان وجود یك انتگرال جمع‌پذیر خاص را برای حرکت، نتیجه گرفت. اگر این قضیه را در مورد مکانیك کلاسیك به‌کار بریم، چنین نتیجه‌می‌شودکه: اگر یك دستگاه مادی مجزا شود یا شرایط بیرونی آن ثابت بماند، در آن صورت تابع لاگرانژ قطعاً بستگی به‌زمان نخواهد داشت یعنی درخلال رفتن از یك لحظهٔ زمان به‌لحظه‌ای دیگر، تغییر نخواهد کرد. از پایایی (اینواریانس) یا تغییرناپذیری تابع لاگرانژ نسبت به‌تغییرات بینهایت کوچك در زمان، بقای انرژی کل هردستگاه را نتیجه می‌گیریم. به‌طریق مشابه، یك‌جا به‌جایی خطی بینهایت کوچك در فضای یك دستگاه با انتگرال بسته، منجر به‌هیچ‌گونه تغییر فیزیکی در خواص آن نمی‌شود وبه‌همین علت است که موضوع بقای ایمپالس مطرح می‌شود. سرانجام، قانون بقای مقدار حرکت زاویه‌ای در یك دستگاه بسته، از پایایی تابع لاگرانژ نسبت بـه چرخش‌های بینهایت کوچك در فضا، به‌دست می‌آید. بدین ترتیب با اتکا به‌حقیقت‌پایایی هرسیستم ــ دراثر جابه‌جایی زمانی یا مکانی یا چرخش در فضا ــ بقای مقادیر جمع پذیر مربوطه را نتیجه می‌گیریم.

برخلاف انتظار قبلی، معلوم شدکه عملیات صوری ریاضیات در مورد اصول‌پایایی و تقارن، بیان پیوندهای عینی‌موجود بین خواص فضا و زمان (یکنواختی) وخواص مادهٔ در حال حرکت را که توسط انرژی، ایمپالس و گشتاور ایمپالس توصیف‌می‌شود، امکان‌پذیر می‌سازد. با این وجود، اشکال مادهٔ در حال حرکت که در فیزیك بررسی می‌شود خواص دیگری نیز دارند و مقادیر فیزیکی دیگری برای توصیف آنهامطرح شده است. این مقادیر فیزیکی مانند مقادیری که قبلا مورد بحث قرار گرفت، باقی (ثابت) هستند.

یك مشخصهٔ بسیار مهم مادهٔ در حال حرکت، بار الکتریکی است. کشف الکترون توسط تامسون در پایان قرن نوزدهم و اندازه‌گیری بار الکترون توسط میلیکان[۱۷] در سال ۱۹۱۶، گسسته‌بودن ساختار هربار را تأیید کرد.

در طبیعت، هیچ باری کم‌تر از بار الکترون شناخته نشده است و هربار شناخته شده، مضربی از بار الکترون است. کوشش‌های تجربی برای یافتن بارهای کسری (مثلا کارهای ارن‌هافت)[۱۸] به‌پیروزی ختم نشد. در سالهای اخیر، این نظر مطرح شده است که ذرات بنیادی خاصی ــ کوارك‌ها ــ بابارالکتریکی کسری وجود دارند، اما هنوز هیچ تأیید تجربی در مورد وجود آنها در حالت آزاد، به‌دست نیامده است.

۱۷ــ R.A. Millikan (۱۸۶۸ ــ ۱۹۵۳) فیزیك‌دان آمریکایی.

18 - Ehrenhaft

اکنون مختصراً به‌بررسی قوانین بقا در مکانیك کوانتوم و نظریهٔ ذرات بنیادی می‌پردازیم. مکانیك کوانتوم علاوه بر یاری رساندن به درك ما از قوانین بقای شناخته شده، وجود مقادیر باقی جدیدی را نیز آشکار ساخته است و در هرمورد، بقای یك مقدار خاص با وجود یك تقارن خاص در دستگاه فیزیکی مورد بررسی مرتبط بوده است. قوانین بقا (به‌استثنای قانون بقای جفتی)[۱۹] در مکانیك کوانتوم ماهیتاً به‌صورت نفی‌هایی است که بر حالات و فرایندها اعمال می‌گردد. این وجود قوانین کوانتومی بقا را می‌توان درموارد جداگانه به‌خوبی مورد آزمایش قرار داد.

به‌عنوان مثال، تبدیل «تصویر آینه‌ای» را در نظر بگیرید که علامت مختصات اشیای مورد بررسی، معکوس می‌شود. در مکانیك کلاسیك هیچ قانون بقای مربوط به‌این تبدیل وجود ندارد زیرا تبدیل مذکور پیوسته نیست و بنابراین نمی‌توان آن‌را بینهایت کوچك کرد. اما در مکانیك کوانتوم مفهومی بنام جفتی وجود دارد و بقای جفتی در یك دستگاه بسته یا دستگاه واقع در میدان دارای تقارن مرکزی مطرح‌شده است. این قانون بقا به‌تبدیل «تصویر آینه‌ای» مربوط می‌شود. تأثیر فراوندهٔ (اوپراتور) جفتی بر تابع موجی ψ عبارت است از تبدیل $\vec{r}$ به $-\vec{r}$. چون اعمال مضاعف فراوندهٔ جفتی p^2 یك تبدیل اینهمانی است، مقادیر مربوط به‌آن $+1$ و -1 خواهد بود، یعنی توابع مربوطه در حالت اول، متوالیاً برابر ψ و در حالت دوم یك‌درمیان برابر ψ خواهند بود. بنابراین قانون بقای جفتی مبین این است که: اگر حالت یك دستگاه بسته دارای جفتی خاصی باشد، آن جفتی ثابت باقی می‌ماند. البته در سال ۱۹۵۶ ثابت شد که در اندرکنش ضعیف این قانون نقض می‌شود.

پژوهش نشان داده است که همهٔ ذرات k (مزون‌ها) که قبلا تصور می‌شدفرایند تلاشی متفاوتی دارند، در حقیقت در محدودهٔ آزمایش، دارای جرم‌ها و عمرهای‌یکسان هستند. این موضوع، بخصوص در مورد ذرات موسوم به Θ و τ صدق می‌کند که‌نحوهٔ متلاشی شدن آنها به‌صورت زیر است: $\Theta^+ \to \pi^+ + \pi^0$ ؛ $\tau^+ \to \pi^+ + \pi^+ + \pi^-$ (که در آن π^+ و π^- و π^0 مزون‌های π باردار و خنثی هستند).

پس در اینجا مشکلی پدید می‌آید: یا بقای جفتی نقض نمی‌شود و اینها ذرات متفاوتی هستند، که این موضوع با حقیقت تجربی برابری جرم و عمر آنها ناسازگار است، و یا این که اینها ذرات یکسانی هستند که‌دراین صورت جفتی ثابت باقی نمانده است و این خود با اندیشه‌ای که در تمامی روند تکامل فیزیك نظری شکل‌گرفته‌است، تناقض دارد. از این رو تردیدهایی در مورد میزان دقت آزمایش‌های مربوطه پدید آمد. تسونگ دائولی و چن نینگ‌یانگ[۲۰]، فیزیك‌دانان نظری که در ایالات متحده

۱۹ــ Parity ، خاصیت تقارنی که تابع موجی وابسته به‌یك دستگاه دارد.

۲۰ــ Tsung Dao Lee (۱۹۲۶ــ) فیزیك‌دان چینی ــ آمریکایی، متولد شانگهای و Chen Ning Yang (۱۹۲۲ ــ)فیزیك‌دان چینی‌ــآمریکایی؛ این دو در سال ۱۹۵۷ مشترکاً برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیك شدند.

کار می‌کردند، در این مورد فرضیهٔ جسورانه‌ای مطرح کردند مبنی بر این که قانون بقای جفتی در مورد اندرکنش‌های ضعیف صادق نیست. آنها بر مبنای این قضیهٔ کلی، اثرات مشخصی را در زمینهٔ تلاشی β و تلاشی مزونها و هیپرونها نشان دادند که مؤید ادعای آنها در مورد نقض قانون بقای جفتی بود.

آزمایشی که توسط گروه «وو»[21] در مورد تلاشی β در هستهٔ کوبالت جهت یافته در میدان مغناطیسی صورت گرفت عدم بقای جفتی را تأیید کرد. بی‌تقارنی تلاشی $\pi \longrightarrow \mu \longrightarrow e$ که توسط گروه لدرمان[22] ثابت شد، نیز نشان دهندهٔ عدم بقای جفتی در این مورد بود. آزمایش‌های بعدی که از سوی دانشمندان فراوان صورت گرفت، فرضیهٔ لی ــ یانگ را به‌صراحت تأیید کرد.

اما یکسره کنار نهادن اصل بقای جفتی با تصور بنیادی ما در مورد خواص فضا که درآن هیچ تفاوت ذاتی بین چپ و راست وجود ندارد، متناقض است. راه خروج از این‌وضعیت بن‌بست، نخستین بار توسط ل. لاندو فیزیکدان شوروی مطرح شد(لی‌و یانگ نیز مستقلا به‌راه حل همانندی دست یافتند).

لاندو پذیرفت که اندرکنش‌های ضعیف علاوه بربقای جفتی، تقارن ذرات وضد ذرات را نیز نقض می‌کنند، تقارنی که منجر به‌قانون مستحکم بقا در مورد اندرکنش های قوی می‌شود. اما لاندو پس ازآن، پایایی قوانین طبیعت را نسبت به‌ترکیب این دو تبدیل (موسوم به‌واژگونی مرکب)[23] پذیرفت. در حال حاضر، اطلاعات نویافته وجود واژگونی مرکب را زیر علامت سؤال برده است واین خود نشانهٔ محدودیت حوزهٔ عمل جفتی به‌عنوان مشخصه‌ای از اشیای کوانتومی است.

کارکرد قوانین بقای انرژی، ایمپالس، گشتاورایمپالس و جفتی در جهان‌بینهایت کوچك، با خواص تقارن فضا ــ زمانی مرتبط است (و دلیل یکنواختی وهمروندی[24] فضا و زمان است). این امر یك‌بار دیگر نشان می‌دهد که فضا و زمان اشکال بنیادی وجود مادهٔ در حال حرکت هستند.

کلی‌ترین خواص اشیای مادی فضا وزمان هستند وبه‌همین دلیل است که‌قوانین‌بقا که مورد بحث قرار گرفت، در شناخت فرایندهای مادی و ساختار اشیای مادی، اینقدر مهمند. اما انواع دیگری از تقارن، تقارن موجود در ساختار اشیای مادی، نیز درطبیعت وجود دارد. قوانین بقای مربوط به‌این تقارن ها مستقیماً ساختار و ماهیت این اشیا را منعکس می‌کنند. ازاین جمله‌اند تقارن بار و پایایی ایزوتوپی.

موضوع تقارن بار نخست در هنگام آزمایش معادلهٔ دیراك برای الکترون‌باسرعت زیاد (در حوزهٔ نسبیت) مطرح شد. از این معادله لازم می‌آمد که حالاتی از الکترون با انرژی منفی وجود داشته باشد. دیراك برای حل مشکل مزبور، این نظر را پیش‌کشید که همهٔ این حالت‌ها توسط الکترونهایی اشغال شده‌اند و به‌حکم اصل نفـی پائولی،

21 - Wu 22 - Lederman 23 - Combined Inversion
24 - Isotropism

الکترون‌های دارای‌انرژی مثبت نمی‌توانند به‌این حالات درآیند. این «زمینهٔ» پرشدهٔ انرژی‌های منفی، در غیاب سایر ذرات، یك خلاء است.

اگر الکترونی با انرژی منفی، به‌میزان کافی انرژی دریافت کند به‌حالتی دارای انرژی مثبت درمی‌آید. «حفره»ای که در «زمینهٔ» مورد نظر دیراك باقی می‌ماند، مانند ذره‌ای رفتار می‌کند که جرمش برابر جرم الکترون ولی بارش مخالف آنست. بدین ترتیب، دو ذره پدید می‌آیند که علامت مخالف یکدیگر دارند و می‌توانند در اندرکنش باهم از بین بروند (الکترون «حفره» را پر می‌کند) و مقدار معینی انرژی آزاد کنند. وجود ضد ذرات که می‌توانند به‌همراه ذرات مربوطه «پدید آیند» یا «از بین بروند»، یعنی می‌توانند به‌فوتون تبدیل شوند و به‌عنوان* حاصل اندرکنش فوتون ها در میدان هسته ظاهر شوند، به‌این صورت به‌طور نظری پیش‌بینی شد.

کمی‌بعد، کارل آندرسون[۲۵] فیزیك‌دان آمریکایی ذرهٔ جدیدی در پرتوهای کیهانی کشف کرد که الکترون دارای بار مثبت یا پوزیترون بود. این امر پیروزی بزرگی در پیش‌بینی نظری بود. معادلهٔ دیراك علاوه برآن که رفتار الکترونها را به‌درستی توصیف می‌کند، منعکس‌کنندهٔ خاصیتی ذاتی از تقارن طبیعت نیز هست: هرذره باید دارای یك ضدذرهٔ مربوط به‌خود باشد. ضد ذرهٔ مربوط به‌پروتون، ضد پروتون (آنتی پروتون) و ضد ذرهٔ مربوط به‌نوترون، ضد نوترون (آنتی‌نوترون)... الی آخر، می‌باشد. همان طور که در مورد هر استقرایی پیش می‌آید، فرضیهٔ دیراك نیز نمی‌توانست بدون چون وچرا پذیرفته شود و پیش از کشف ضدپروتون تنها احتمال قوی می‌دادند که چنین ذره‌ای موجود باشد.

کشف ضد پروتون در سال ۱۹۵۵ توسط سگره[۲۶] و دیگران و به‌دنبال آن، کشف ضد نوترون، پیروزی های جدیدی برای نظریهٔ مزبور بود. اکنون ضد ذرات مربوط به‌همهٔ ذرات شناخته شده، یافته شده است.

براساس وجود تقارن ذره ــ ضد ذره، مفهوم **بار مزدوج** به‌دست آمد که عبارت است‌از تبدیلی که در اثر آن ذرات به‌ضد ذرات و ضد ذرات به ذرات تبدیل می‌شوند، به‌طوری که همهٔ بارهای الکتریکی و گشتاورهای مغناطیسی و همچنین میدان‌های الکترومغناطیسی تغییر علامت می‌دهند. در عین حال، معادلاتی که حرکت یك دستگاه را توصیف می‌کنند باید در تبدیل بار مزدوج پایا بمانند. بخصوص، بارها و جرم‌های ذرات و ضد ذرات، اسپین‌های اتمی و گشتاورهای مغناطیسی باید مقادیر مساوی داشته باشند.

ایــن موضــوع به‌طور تجــربی و بــا دقت کافی برای زوج‌های $e^+ - e^-$ و $\mu^+ - \mu^-$ و $\pi^+ - \pi^-$ به‌تأیید رسیده است.

---

25 - Carl David Anderson

۲۶ــ Emilio Segre (۱۹۰۵ ــ) فیزیك‌دان ایتالیایی ــ آمریکایی که در سال ۱۹۵۹ به‌همراه اوون چمبرلن برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیك شد.

مدل اصلی پدیدهٔ مورد بحث (که «زمینهٔ» دیراك نامیده می‌شود)، چارچوب یگانه‌ای بود که به‌ایجاد نظریهٔ مزبور یاری رسانید. پیشرفتهای بعدی نظریهٔ ذرات‌بنیادی محدودیت‌های مفاهیم اولیهٔ «زمینهٔ» دیراك را آشکار ساخت.

توصیف همخوان از رفتار دستگاهی از ذرات و ضد ذرات توسط نظریهٔ کوانتیده شدن ثانوی عرضه شده است که دارای فراونده (اپراتور)هایی برای «زایش» و «جذب» ذرات و ضد ذرات است.

ضد ذره به ذره‌ای اطلاق می‌شود که دارای بار مزدوج نسبت به‌یك ذرهٔ مورد نظر باشد. خاصیت اساسی هر ضد ذره آنست که می‌تواند طی اندرکنش باذره، به‌تشعشع تبدیل شود.

از حقیقت وجود جهانی پیرامون ما، نتیجه می‌شود که ذرات سنگین پایدارند: یعنی نمی‌توانند تماماً به‌ذرات نور تبدیل شوند. مثلا، از آنجا که اتم ئیدروژن اصولا می‌تواند عمری نامحدود داشته باشد، باید پذیرفت که مانعی وجود دارد که نمی‌گذارد پروتون مثلا با جذب یك الکترون به‌دوفوتون تبدیل شود یا پروتون به‌پوزیترون‌تبدیل گردد ویا طی فرایندی ازاین قبیل پروتون‌ها تماماً تبدیل بپذیرند.

پایداری مادهٔ هسته‌ای را می‌توان به‌صورت **قانون بقای تعداد نوکلئون‌ها** بیان‌کرد. بادرنظر داشتن هیپرونها و ضد ذرات، **قانون مزبور به‌شکل زیر قابل بیان است:** تفاضل میان تعداد ذرات سنگین و تعداد ضد ذرات مربوطه، یك ثابت حرکتی است. بقای‌تعداد ذرات سنگین به‌شکلی کاملا محسوس ظاهر می‌شود: در همهٔ اندرکنش‌ها، بار هسته‌ای کل‌یك دستگاه بسته باید ثابت باقی بماند.

یکی از روشن‌ترین قوانین بقای مربوط به‌تقارن **اشیای مادی**، قانون **بقای‌اسپین ایزوتوپی** است.

نوترون و پروتون ذراتی شبیه به‌یکدیگرند. تفاوت جزئی در جرم آنها وبرابری اسپین‌هایشان، این سؤال را مطرح می‌سازد که: آیا نمی‌توان آنها را حالات مختلفی از یك ذرهٔ واحد به‌شمار آورد؟ تقریباً بلافاصله پس از کشف نوترون و پیدایش مدل پروتون ــ نوترونی هسته، ورنرهایزنبرگ درجهٔ آزادی جدیدی برای توصیف‌نوترون و پروتون مطرح کرد که عبارت بود از یك «متغیر باری» که بنا به‌فرض دو مقدار مختلف مربوط به‌دوحالت نوکلئون اختیار می‌کرد: بی‌بار (نوترون) وباردار (پروتون). این نظر بسیار قابل توجه بود اما مبنای فیزیکی کافی نداشت. همچنین تشابه زیاد خواص هسته‌های قرینهٔ آینه‌ای مورد توجه قرار گرفت: قرینهٔ آینه‌ای هر هسته باتبدیل نوترونهای آن به‌پروتون و پروتونهای آن به‌نوترون، به‌دست‌می‌آید.سرانجام، آزمایش های انجام شده دربارهٔ پراکنش نوکلئون هانشان داد که نیروهای‌هسته‌ای بین‌نوکلئون‌ها (N – P ، P – P و N – N که در آن P نشانهٔ پروتون و N نشانهٔ نوترون است) دارای انرژی کمی هستند که تقریباً برای حالات دارای گشتاور و جفتی برابر، مقدار یکسانی دارند. این تقارن نشان دهندهٔ وجود خواص ویژه‌ای از تقارن در نیروهای هسته‌ای بود.

تعداد قوانین بقا در نظریهٔ کوانتوم و نظریهٔ ذرات بنیادی همچنان روبه‌افزایش است. همهٔ قوانین مزبور حاکی از آنند که مشخصه‌های مادهٔ در حال حرکت، همچون خواص ماده و اشکال وجود آن، پایان ناپذیرند.

اصول بقا و تقارن، در کل نقشی بنیادی در همهٔ جنبه‌های فیزیك نوین دارند. کنت‌فورد[۲۷]، فیزیك‌دان‌معروف می‌نویسد که در علوم نوین «دیدگاه جدیدی نسبت به‌جهان وجود دارد که در آن قوانین بقا طبیعتاً به‌صورت بنیادی‌ترین احکام قانون طبیعت ظاهر می‌شوند. این دیدگاه جدید، دیدگاهی است مبتنی بر پی‌جویی نظم در بی‌نظمی، بدین معنی که نظم قوانین بقا به‌درآمیختگی نابودی و پیدایش پیوسته که در جهان بسیار کوچك رخ می‌دهد، اعمال می‌شود. نکتهٔ مهمی که در اثر پژوهش‌های اخیر در زمینهٔ ذرات بنیادی روشن می‌شود این است که تنها قوانین نفیی که برجریان درهم و برهم حوادث در جهان بسیار کوچك اعمال می‌شود، قوانین بقاست. هرچیزی که بتواند بدون نقض یك قانون بقا رخ دهد، رخ می‌دهد.»[۲۸]

با این حال، باید به‌یاد داشت که قوانین بقا خود دارای حوزهٔ کاربرد محدودی هستند و سرشتی تاریخی دارند و نباید آن ها را به‌صورت نظرات منجمد درآورد. قوانین مزبور شامل عنصری از حقیقت مطلق هستند، ولی خود حقیقت مطلق نیستند. هم‌چنین باید توجه داشت که تاکید بر ارتباط میان قوانین بقا و تقارن، موجب ابهام موضوع تبدیل می‌گردد که به‌اندرکنش تقارن و عدم تقارن مربوط است. برخورد غیر دیالکتیکی با ارتباط میا ن‌تقارن و عدم تقارن وضعیتی پدید می‌آورد که درآن، نقض برخی از قوانین بقا که تحت شرایط خاصی پیش می‌آید، مقدمه‌ای می‌شود برای نتیجه گیری‌هایی که از جمله شامل نفی حدوث ناپذیری و فناناپذیری ماده و خصلت‌های آن است. چنین دیدگاهی، این قضیه را نادیده می‌گیرد که قانون عمومی بقای ماده از طریق مجموعهٔ نامحدودی از قوانین جزئی بقا و تبدیل بیان می‌شود. برخی از ایـن قوانین ممکن‌است صرفاً کاربرد محدودی داشته باشند، یا تغییر شکل بدهند یا ارتباطی بین آنها و سایر قوانین بقا و اصول تقارن مشهود گردد.

بر اساس وجود یك دیالکتیك عینی در گرایش به‌تقارن و عدم تقارن در طبیعت، به‌دلایل بسیار می‌توان گفت که مهم‌ترین هدف فیزیك‌نوین بررسی ارتباط بین بقا و تبدیل از یك سو، و تقارن و عدم تقارن (به‌عنوان وجه مقابل تقارن) از سوی دیگر، می‌باشد. به‌علاوه، لازم‌به‌تذکر است که این خود قوانین بقا نیستند که دارای‌ارتباط‌محکم با تقارن هستند، بلکه اشکال خاص تجلی این قوانین دارای ارتباط مذکور است.

قوانین بقا و تبدیل، نقش روشنگرانهٔ عظیمی در شناخت اشکال فیزیکی مادهٔ در حال حرکت دارند. این امر خود تا حدی به‌نقش روشنگرانهٔ مقوله‌های تقارن و عدم

---

27 - Kenneth W. Ford

۲۸ــ کنت فورد، «جهان ذرات بنیادی»۱۹۶۳.

تقارن در فرایند شناخت بشری مربوط است. آ.د.اورسول[۲۹]، فیلسوف شوروی برآن است که: «فرایند شناخت، جداکردن قوانین در پدیده‌ها، جدا کردن اینهمانی و تفاوت، ثابت و متغیر، عام و خاص و غیره، اصولاً عبارت است از جدا کردن تقارن در بی تقارنی... اصل تقارن (و تجلی خاص آن، اصل پایایی به‌عنوان تقارنی در قوانین) شرط ضروری فرایند شناخت است... در هر پدیده، جنبه‌ای از اینهمانی وجود داردکه پایهٔ بودشناختی تجلی تقارن در شناخت است. اما جوهر یا کلیت قوانین عبارت است از وجود اینهمانی در تنوع.»[۳۰]

البته، اینهمانی شناخته شده، شامل و مبین تفاوت‌ها و بی‌تفاوتی پدیده‌ها نیست و ازاین رو شناخت از طریق گذار به‌اینهمانی‌های درجهٔ بالاتر تداوم می‌یابد وحوزهٔ تنوع نسبتاً عظیم‌تری را دربر می‌گیرد. شناخت، فرایند دیالکتیکی تقارن‌پذیری وتقارن ناپذیری است، زیرا قوانین فرایندهای واقعی را به‌طور ناقص و تقریبی منعکس‌می‌کنند؛ هیچ‌قانونی بی‌تقارنی نامحدود پدیده‌ها را مشخص نمی‌کند. در نظریه‌های کلی‌تر، قوانین جدید (مرتبط با اصل تناظر[۳۱]) جنبه‌های تنوع و گوناگونی بیشتری (یعنی بی‌تقارنی بیشتری) را در اینهمانی شامل می‌گردد؛ نتیجتاً شناخت واقعیت رساتر می‌شود.

شناخت جهان مادی منجر به‌پیدایش تصویر علمی دقیق‌تری از این جهان می‌شود و قوانین بقا و تبدیل و پیوند بین آنها، عناصر مهمی از این تصویر هستند. این قوانین، منعکس‌کنندهٔ پیوند متقابل بین اشکال مشخص متفاوت ماده و حرکت، فضا و زمان هستند و با تاکید خاصی وجود اشکال گوناگون تقارن را در طبیعت نشان می‌دهند.

لنین به‌بی‌پایانی ماده از لحاظ ژرفا اشاره کرده است. بی‌شك، پژوهش درساختار ذرات بنیادی واندرکنش آنها موجب پیدایش مشخصه‌های پایای جدید از حرکت‌خواهد گشت و همچنین سازوکار قوانین شناخته شدهٔ بقا را روشن خواهد ساخت.

همهٔ پدیده‌ها و فرایندهای شناخته شده در فیزیك نوین، تا حدزیادی با این‌فکر مرتبطند که پیوستار فضا ــ زمانی پیوسته است ولی جهان مادی از اشیای مادی‌جداگانه و میدان‌های پیوسته تشکیل شده است. براین اساس می‌توان انتظار داشت که فضاــ زمان فیزیکی واقعی، هم دارای ساختارهای پیوسته و هم گسسته، باشد. لنین، بسیار پیش از آنکه اطلاعات تجربی در مورد ساختار پیچیدهٔ جهان بینهایتْ کوچك به‌دست آید، ماتریالیسم دیالکتیك را با مطرح کردن اندیشهٔ وحدت پیوستگی و ناپیوستگی در حرکت، فضا و زمان، کامل‌تر ساخت. به‌گفتهٔ او: «حرکت، عبارت است از وحدت پیوستگی (زمان و مکان) و ناپیوستگی (زمان و مکان). حرکت، یك تضاد و وحدت تضادهاست.»[۳۲]

---

29 - A.D. Ursul

۳۰ــ اورسول، «تقارن و اطلاع»، (به‌زبان روسی).

31 - Principle of Correspondence

۳۲ــ لنین، «مروری برکتاب (گفتارهایی دربارهٔ تاریخ فلسفهٔ) هگل» مجموعهٔ آثار.

بدیهی است که با حصول اطلاعات تجربی جدید در مورد ساختار ذرات بنیادی، نیروهای بین هسته‌ای و سایر خواص جهان بینهایت کوچك، در آینده لازم خواهد شد که تصویر خود را از فضا و زمان گسترش دهیم و نظریات تقریبی دربارهٔ فضا ــ زمان را پیوسته، با نظراتی دقیق‌تر جایگزین کنیم که گسستگی فضا ــ زمان را نیز به‌حساب آورد.

در مثال کشف و تکامل قوانین بقا و کاربرد آنها در تعمیم بخشیدن به کمك اطلاعات تجربی‌جدید و ایجاد نظریه‌های نوین، شاهد ماهیت پیچیده و تضادآمیز و دیالکتیك فرایند شناخت بشر نسبت به‌پدیده‌های طبیعت هستیم.

بازتاب پیوستگی و ناپیوستگی
جهان مادی در شناخت ما

د رعلوم جدید حقایق فراوانی حاکی از آن است که اشیای مادی می‌توانند هم پیوسته و هم ناپیوسته باشند. در فلسفه، معمولا پیوستگی به‌عنوان تداوم یك کیفیت خاص در فرایند یك تغییر کمی مورد نظر، تعریف می‌شود. اشیا و پدیده‌ها تا جایی پیوسته محسوب می‌شوند که کیفیت خود را حفظ کنند و در مقابل، ناپیوستگی عبارت است از تغییری کیفی در حالت یك شیء فرایند یا پدیده. تغییر کیفی، نقض پیوستگی است و در اثر ناپیوستگی حاصل می‌شود. پیوستگی عبارت است از حفظ کیفیت در حین تغییر کمی.

بنابراین، تبدیلات پیوستهٔ اشکال حرکت، توالی و تسلسل بی‌پایان کمیت‌ها و کیفیت‌هاست. هرکدام از این تبدیلات، یك جهش و به‌منزلهٔ انقطاعی دریك پیوستگی عینی خاص است. ناپیوستگی حاصل حل تضادهای درونی یك‌کیفیت مورد نظر است، تضادهایی که حدود تغییرات این کیفیت را مشخص می‌کند و آن را در جهت تبدیل به‌یك کیفیت دیگر سوق می‌دهد. یك فرایند معین، در زمان معین و در روابط عینی گوناگون، هم دارای مشخصهٔ تغییر کیفی و هم کمی است، به‌عبارت دیگر هم پیوسته و هم ناپیوسته است.

دو مفهوم پیوسته و ناپیوسته دارای پیوند بنیادی با مفاهیم مطلق و نسبی هستند. مثلا، فضا و زمان به‌عنوان صور کلی وجود مادهٔ در حال حرکت، مطلق وپیوسته‌هستند؛ به‌طور پیوسته موجبات وجود ماده را فراهم می‌کنند و لازمهٔ وجود آن‌هستند، اماهمین صور وجود ماده، تماماً توسط اشکال عینی مادهٔ در حال حرکت مشخص‌می‌شوند وبدین معنی ناپیوسته، وابسته به‌خواص مادهٔ در حال حرکت و درنتیجه منفصل هستند. این موضوع از بررسی ساختمان جهان بی‌نهایت بزرگ و نیز ــ بخصوص ــ جهان بی‌نهایت کوچك روشن می‌شود. ناپیوستگی حالت‌های مادی به‌نوبهٔ خود نشانهٔ انفصال درپیوستگی فضاست. مثلا گسترش محدود ابعاد اشیا نشانهٔ ناپیوستگی در فضای پیوسته و آغاز وپایان هر فرایند، نشانهٔ ناپیوستگی در جریان پیوستهٔ زمان است.

موضوع بازتاب دیالکتیك عینی پیوستگی و ناپیوستگی در مقولات مربوط به‌آن، همچنان در دست مطالعه است.

در فیزیك، مقوله‌های فلسفی پیوستگی و ناپیوستگی‌ازلحاظروش‌شناسی پراهمیتند وبخصوص در رابطه با درك ماهیت دوگانگی موج ــ ذره در مکانیك کوانتوم نقش مهمی دارند. در فیزیك کلاسیك، تصور موجود دربارهٔ ذره‌ها و امواج برپایهٔ تمایز قاطع میان ذره‌ها و موج‌ها و مجزا بودن متقابل خواص آن‌دو، قرار داشت. از بسیاری

جهات خواص موجها و ذره‌ها درست مخالف یکدیگر و بدون هیچ ارتباط باهم در نظر گرفته می‌شد.

ذرات دارای خواصی از قبیل جرم و موقعیت فضایی و قابلیت حمل بار الکتریکی و همچنین دارای خواص مغناطیسی هستند. حرکت‌ذره‌ای با مشخص کردن مسیر آن در یك دستگاه مشخص می‌شود. هرگاه اثر نیروهای خارجی در کار نباشد، مومنتوم[1] و انرژی ذرات ثابت می‌ماند. تأثیر متقابل ذرات به‌صورت انواع برخورد (الاستیك و غیرالاستیك،[2] مرکزی و غیر مرکزی[3]) شناخته شده است که طی آن تبادل مومنتوم و انرژی صورت می‌گیرد. ذرات ــ در فیزیك کلاسیك ــ به‌منزلهٔ عناصر ساختمانی ماده در نظر گرفته می‌شدند. هر ذرهٔ متحرك، ماده (و همراه با آن انرژی و مومنتوم) و جرم را از نقطه‌ای به‌نقطهٔ دیگر منتقل می‌کند.

در فیزیك کلاسیك امواج به‌صورت جریان یافتن اختلالی در یك محیط در نظر گرفته می‌شدند که می‌توانست تغییر شکل سطح محیط (مثلا امواج دریا)، فشرده شدن و باز شدن محیط (امواج صوتی) یا تغییری در حالت مغناطیسی محیط (امواج‌الکترو مغناطیسی) باشد. برخی از خواص در موجها جنبهٔ بنیادی دارد. پارامترهای ویژهٔ‌اختلال در محیط دارای تناوب زمانی و مکانی هستند، یعنی تکرار می‌شوند، مثلا حداکثر و حداقل اختلالات محیط (دامنهٔ موج) در فواصل زمانی معین (دورهٔ‌تناوب) و در فواصل معینی در فضا (طول موج) تکرار می‌گردند. امواج منتشر شده در فضا، ماده را جابجا نمی‌کنند ولی انرژی و مومنتوم را انتقال می‌دهند. امواج دارای مسیر حرکت نیستند هرچند که در جهات معینی در فضا منتشر می‌شوند. اگر موج به‌مانع برخورد نکند، تمام فضا راپرمی‌کند، بنابراین دارای مکان خاصی نیست. پارامترهای اساسی هرموج عبارتند از طول موج، بسامد (فرکانس)، دامنه و فاز. در فیزیك کلاسیك انرژی منتقل شده توسط هرموج با مجذور دامنهٔ آن متناسب است. یکی از مهم‌ترین خواص امواج آن است که می‌توانند از موانع عبور کنند و در صورت وجود شریط مناسب‌بایکدیگر ترکیب شوند (تداخل).

بنابراین، در فیزیك کلاسیك، امواج و ذره‌ها به‌صورت زیر از یکدیگر متمایز می‌شدند: ذرات بر روی مسیرهایی حرکت می‌کنند، در حالی که موج‌ها دارای مسیر نیستند؛ ذرات دارا ی‌مکانی در فضا هستند، در حالی که امواج فاقد چنین مکانی‌هستند زیرا نوسانات از محلی به‌محل دیگر، یعنی از نقطه‌ای به‌نقطهٔ دیگر منتقل می‌شوند. ذرات نمی‌توانند از مانع عبور کنند، ولی امواج توانایی این کار را دارند. ذرات

---

(۱) Momentum ، حاصل ضرب جرم در سرعت که به‌آن مقدار حرکت نیز گفته می‌شود.

(۲) برخورد الاستیك (ارتجاعی) تغییر شکلی در ذرات ایجاد نمی‌کند، در غیر این‌صورت‌برخورد ذرات غیر الاستیك است.

(۳) برخورد مرکزی برخوردی است که در آن مرکز ذرات روی خط راستی که آنها را به‌هم وصل می‌کند به‌یکدیگر نزدیك شوند و بدیهی است که در این حالت پس از برخورد در همان مسیر از یکدیگر دورخواهند شد. در برخورد غیر مرکزی ذرات روی مسیر قبلی خود برنمی‌گردند، بلکه بسته به‌میزان غیرمرکزی بودن برخورد، با زاویه‌ای از مسیر قبل از برخورد منحرف خواهند شد.

نمی‌توانند با هم ترکیب شوند، ولی امواج با یکدیگر تداخل می‌کنند. در عین حال فیزیك کلاسیك می‌گوید که امواج نیز همانند ذرات می‌توانند انرژی و مومنتوم را منتقل نمایند.

البته موج‌ها دارای یك رشته کیفیت‌های ذاتی پیوسته هستند، درحالی‌که ذرات دارای کیفیات ناپیوسته‌اند. بدین ترتیب از یك‌دید کلی‌تر، تقابل موج و ذره در فیزیك کلاسیك، تقابل پیوستگی و ناپیوستگی است. با اینهمه ،حتی در فیزیك کلاسیك ــ به لحاظ آنکه تا حد معینی منعکس کنندهٔ واقعیت عینی است ــ تقابل جدی میان موج و ذره به‌تدریج از میان رفته است. مبحث میدان الکترومغناطیسی ــ که در آغاز فقط جنبهٔ صوری داشت ولی بعداً رنگ بازتاب یك موضوع واقعی طبیعت را به‌خود گرفت ــ به‌تدریج به‌این نتیجه منتهی شد که ذرات باردار (که ناپیوسته‌اند) از میدان الکترو مغناطیسی (که دارای پیوستگی می‌باشد) جدایی ناپذیرند.

سپس میدان جاذبه نیز به‌عنوان موضوع پیوسته‌ای، مرتبط با موضوعات منفصل مادی به‌حساب آمد. بدین ترتیب گسترش مفهوم میدان‌ها و ذرات، اساس نتیجه‌ای کلی‌تر قرار گرفت، مبنی براینکه ناپیوستگی و پیوستگی همیشه با یکدیگر همراهند. حتی پیش از آنکه مفهوم میدان به‌عنوان یك واقعیت فیزیکی در فیزیك پذیرفته شود پرتوهای حرارتی باهمهٔ مشخصات امواج، و در درجهٔ اول با قابلیت تفرق و تداخل، شناخته شده بودند. این موضوع امکان آن را به‌وجود آورد که جریان حرارت نه‌تنها به‌عنوان حرکت نامنظم ذرات، بلکه همچنین به‌شکل یك فرایند موجی، تصویر شود که بعدها ماهیت الکترو مغناطیسی آن نیز روشن گردید.

قضیهٔ دیگری نیز در فیزیك مورد تأیید مجدد واقع شد که براساس آن هر حرکتی را می‌توان هم به‌عنوان حرکت ذره‌ای و هم حرکت موجی توجیه کرد. اصل هویگنس[۴]ــفرنل[۵] امکان توضیح انتشار مستقیم الخط نور را از دیدگاه حرکت‌موجی، فراهم آورد. انعکاس نور، هم توسط نظریهٔ ذره‌ای و هم موجی تشریح می‌گردد. همانندی (تماثل)[۶] نوری ــ مکانیکی که از نیمهٔ اول قرن نوزدهم مطرح شده بود، ایجاد روابط متقابلی میان پارامترهای ذره‌ای و موجی را ممکن می‌سازد. معنی همهٔ اینها آن بود که پیوستگی و ناپیوستگی ــ علی‌رغم تلاشی که متفکرین مکانیستی[۷] در جدا کردن آنها به‌عمل آوردند ــ وحدت دیالکتیکی خود را در خلال حوزهٔ گسترده‌ای از حقایق نشان می‌دادند.

در پایان قرن گذشته، همانندی‌هایی میان امواج و ذرات شناخته شد. هم ذرات و هم امواج انرژی و مومنتوم را منتقل می‌کنند (مورد اخیر از طریق آزمایش‌های

---

(۴) Christian Huygens فیزیك دان و ستاره‌شناس هلندی (۱۶۲۹ــ۱۶۹۵)

(۵) Augustin Jean Fresnel فیزیك‌دان فرانسوی (۱۷۸۸ــ۱۸۲۷)

(۶) Analogy

(۷) متفکرینی که می‌کوشیدند همه پدیده‌ها را ناشی از عوامل فیزیکی و زیستی بدانند.

دقیق توسط لبدف[۸]ـ که برای نخستین بار وجود فشار نور را ثابت کرد ـ به‌اثبات رسید). امواج پربسامد (دارای طول موج کوتاه) در بسیاری موارد چون ذرات عمل می‌کنند. مثلا حرارت که گونه‌ای حرکت است، شامل یك مؤلفهٔ موجی (تابش حرارتی) است. همین نکته در مورد حرکت ذرات باردار نیز صادق است، این حرکت همیشه امواج الکترومغناطیسی را به‌همراه دارد، در حالی‌که عکس این مطلب همیشه درست نیست. همچنین، نوعی همانندی میان حرکت امواج و ذرات وجود دارد. به‌عنوان مثال، حرکت مستقیم‌الخط ذره با انتشار جبههٔ موج کروی همانند است.

با اینهمه، هنوز یك تمایز اساسی میان امواج و ذرات باقی بود، این وضع با پیدایش نظریهٔ خصوصی نسبیت، که رابطهٔ تناسب عمومی میان جرم و انرژی را بیان می‌کرد، تغییریافت. از این نظریه چنین نتیجه گرفته شد که امواج ضمن انتقال انرژی، جرم را نیز منتقل می‌کنند. تمایزی که نظریهٔ خصوصی نسبیت بین جرم سکون و جرم حرکت‌قایل‌شد امکان‌تصورذراتی را به‌وجودآورد که فقط دارای‌جرم‌حرکت‌باشند وبدین لحاظ با میدان ونتیجتاً با فرایندهای موجی شباهت زیادی داشته باشند. به‌عبارت دیگر، فیزیك کلاسیك تاآن زمان برخی پیوندهای بنیادی میان ذره‌ها وامواج و حرکت‌های آنها را شناخته بود وبه‌این‌ترتیب شواهد فراوانی برای اثبات وجود رابطهٔ میان پیوستگی وناپیوستگی عرضه کرده بود. اما اثبات وجود رابطه میان دو جنبهٔ متضاد، هنوز به‌معنی اثبات وحدت آن دونیست. مفهوم علمی وماتریالیسم دیالکتیکی وحدت، علاوه بروجود روابط متقابل، شامل قابلیت تبدیل دوطرفه، قابلیت نفوذ در یکدیگر ومعادل بودن ضدین است. اثبات وحدت به‌این‌معنی، میان پیوستگی‌وناپیوستگی، براساس وحدت میان ذرات وامواج، دستاورد رشتهٔ نوین فیزیك، یعنی کوانتوم است.

در وهلهٔ اول، تصور فیزیك کلاسیك ازانتقال انرژی به‌عنوان یك فرایند پیوسته در مواجهه بامسئلهٔ تعادل میان تشعشع در یك حفرهٔ مسدود وجداره‌های گرم شدهٔ آن، دستخوش تزلزل واقع شد وبعداً، با ثابت شدن این امرکه انرژی‌همیشه درمقادیرمشخصی (که‌کوانتوم خوانده می‌شود) تشعشع وجذب می‌شود، این تصور به‌کلی دگرگون‌گردید. ازآن پس، پیوستگی انتقال انرژی فقط به‌عنوان وجود تفاوت جزئی میان کوانتوم‌ها مفهوم داشت. یعنی هنگامی که طیف انرژی منتقله شکل پیوسته و مطلوبی به‌خودبگیرد. بااستفاده‌ازاین حقیقت (شناخته شده در فیزیك کلاسیك) که موج الکترو مغناطیسی حامل انرژی است ونیز به‌اتکای قانون ناپیوستگی انتقال انرژی که توسط ماکس‌پلانك[۹] کشف شد، آلبرت اینشتین نظریهٔ فوتونی‌نور را به‌وجود آورد. برطبق این‌نظریه، علاوه براینکه نور درمقادیر مشخص (کوانتوم) جذب وتابیده می‌شود، انتشار آن هم طوری است‌که برای هرموج نوری فوتونی وجود دارد که انرژی آن متناسب با بسامد آن موج است: $E = h\nu$ در نظریهٔ نسبیت ذرهٔ فوتون وموج الکترومغناطیسی دو جنبه

---

(۹) **Max Planck** فیزیك‌دان آلمانی (۱۸۵۷ـ۱۹۴۷)، بیان کنندهٔ نظریهٔ کوانتوم.

(۸) **Lebedev** فیزیك‌دان شوروی (۱۸۹۳ ـ ۱۹۶۹) برندهٔ جوایز لنین و استالین، عضو فرهنگستان علوم شوروی، قهرمان کار سوسیالیستی.

از یك كلیت هستند كه عبارت است ازیك میدان‌الكترومغناطیسی انتشاریافته. می‌توانیم چنین بگوییم كه درموج الكترومغناطیسی فوتون وجود دارد وعكس این گفته هم درست است. پیوستگی وناپیوستگی تابع یكدیگرند ووجود هریك منوط به‌وجود آن دیگری است. هرچه‌انرژی منتقله توسط یك فوتون كمتر باشد، طول موج وابسته به‌آن بیشتر وخواص موجی درانتشار میدان الكترومغناطیسی بارزتر خواهد بود. طول موج زیاد به‌انرژی كم‌فوتون مربوط می‌شود وچنین موجی خواص ذره‌ای بسیار اندكی از خود نشان می‌دهد. ازسوی دیگر، هرچه انرژی فوتون بیشترباشد، طول موج‌الكترومغناطیسی كوتاه‌تر وخواص ذره‌ای درانتشار میدان الكترومغناطیسی مشخص‌تر خواهد بود.

گام بعدی در روشن شدن وحدت مفهوم موج و ذرهٔ بسیار كوچك و درنتیجه وحدت پیوستگی وناپیوستگی، توسط دوبروی [۱۰] برداشته شد. او نظریهٔ عمومی بودن رابطهٔ متقابل میان پارامترهای مومنتوم وانرژی ذرات وپارامترهای خاصی از نوسان وامواج مثل طول موج وبسامد نوسان را ارائه كرد. براساس این نظریه، تناسبی‌كه بین انرژی وبسامد وبین مومنتوم وطول موج وجود دارد «منحصر به‌فرایندهای موجی نیست» بلكه درمورد حركت ذرات بی‌نهایت كوچك نیز صادق است. معنی این حرف آن است‌كه ذرات بسیار كوچك هم می‌توانند واجد خصوصیات ویژهٔ امواج (تفرق، تداخل، قطبی‌شدن) باشند. صحت این نظر ازطریق آزمایش نیز تأیید گردید.

اینكه اشیا درطبیعت ازخود خـواص ذره‌ای یا موجی نشان بدهند بستگـی به‌پارامترهایی از قبیل جرم و سرعت‌دارد. از آنجا كه این پارامترها ضمن واكنش‌متقابل اشیا تغییر می‌كنند، یا به‌عبارت دیگر درحالات مختلف حركت شیء، این پارامترها نسبی هستند، خواص ذره‌ای وموجی اشیا نیز نسبی است. دربرخی كنش‌های متقابل،ذرات بسیار كوچك واجد خصوصیات ذره‌ای و دربرخی دیگر دارای خصوصیات موجی می‌شوند. بنابراین، نتیجه می‌گیریم كه دومفهوم ذره وموج در اصل قابل اطلاق به‌یك موضوع واحد است واین دومفهوم درعین‌حال همسان[۱۱] ومتفاوتند. پس مفهوم‌های كلی‌تری هم كه اساس دومفهوم ذره وموج را تشكیل می‌دهند ــ یعنی پیوستگی و ناپیوستگی ــ همسان ودرعین‌حال متفاوت هستند.

ضمن به‌كارگرفتن مفاهیم ذره وموج وپیوستگی وناپیوستگی درمكانیك‌كوانتوم، مداوماً از تفاوت‌های آنها به‌وحدتشان می‌رسیم وبرعكس. این نوسانات اساس وحدت بین مفاهیم موج و ذره وپیوستگی وناپیوستگی را تشكیل می‌دهد كه خود بازتاب یكی ازجنبه‌های دیالكتیك طبیعت است.

وحدت همسانی وتفاوت، كه دربطن پیوستگی وناپیوستگی وجود دارد، از طریق وحدت خواص موجی و ذره‌ای موجودات طبیعت نیز متجلی می‌شود. یكی از جنبه‌های وحدت این خواص، همانندی آنها با یكدیگر است واینكه این دورشته‌خواص بایكدیگر

---

(۱۰) Louis Victor de Broglie فیزیك‌دان فرانسوی (۱۸۹۲) برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیك (۱۹۲۹). این نام در فارسی غالباً به‌صورت دوبرولی‌وارد شده است.

(۱۱) Identical

رابطهٔ متقابل دارند وقابل تبدیل به‌یکدیگر هستند. به‌عبارت دیگر، حرکت ذره‌ای را می‌توان با استفاده از مفاهیم مشخصهٔ انتشار امواج توجیه کرد و درمقابل، انتشارامواج به‌کمك مفاهیم مشخصهٔ حرکت ذرات قابل تشریح است. تنها علت وجود این امکان آن است‌که ذرات وامواج از بسیاری‌جهات بایکدیگر همسان هستند. همانندی‌میان‌مفهوم‌های رایج درمکانیك ومبحث نورموجی، بازتابی ازوجود نکات همسانی عینی میان ذرات و امواج است.

بدین‌ترتیب، وحدت مفاهیم ذره وموج درنظریهٔ دوبروی یا به‌عبارت دیگر، وحدت این دودرپرتو اصل دوگانگی[۱۲] ذره ـ موج نیز به‌وسیلهٔ همسانی،ارتباط وقابلیت تبدیل متقابل آنها روشن می‌گردد.

اصل نایقینی (عدم قطعیت) هایزنبرگ کمك شایانی به‌دیالکتیك مفاهیم ذره و موج عرضه نمود. این اصل برای استفاده ازتصورات موجود در فیزیك کلاسیك دربارهٔ حرکت روی یك مسیر وتعیین موقعیت دقیق ذره در فضا وزمان، در جهان بی‌نهایت کوچك محدودیت‌هایی قایل می‌شود. حرکت فاقد مسیر مشخص ذرات بی‌نهایت کوچك همانند با انتشارامواج است. دراین‌حرکت، پدیده‌های تفرق وتداخل به‌نحوی کاملامنطقی درواکنش متقابل ذرات با محیط ظاهر می‌شوند.

با این‌وجود، اصل نایقینی، حرکت مسیردار ذرات بی‌نهایت کوچك را به‌کلی رد نمی‌کند. اگرطول موج وابسته به‌مومنتوم ذره در مقایسه با مسافتی‌که ذره‌طی‌می‌کند (مثلا فاصلهٔ بین جداره‌های یك لامپ کاتودی) به‌اندازهٔ کافی کوتاه باشد، حرکت‌آن رامی‌توان روی مسیری درنظر گرفت. به‌عنوان مثال، الکترون‌ها دراین مورد مثل موج عمل نمی‌کنند، بلکه به‌صورت ذراتی ظاهر می‌شوند که در لحظهٔ معینی از زمان مکان معینی را در فضا اشغال می‌کنند. اصل عـدم قطعیت از یك‌سو مفهوم موج و ذره را به‌هم بسیارنزدیك می‌کند وازسوی دیگر نشان می‌دهد که چه‌وقت وتحت‌چه شرایطی این دومفهوم رانباید در همسانیشان مورد نظر قرارداد، بلکه‌باید به‌تفاوتشان توجه داشت. واین‌هنگامی است‌که خواص ذره‌ای ازخواص موجی جدا شده و درمقابل آن قرار می‌گیرد. این اصل همچنین معیاری به‌دست می‌دهدکه چه‌وقت باید ذرات و امواج را معادل دانست وچه‌وقت باید آنها را متفاوت شمرد.

از رابطهٔ نایقینی در مورد مختصات ومومنتوم یك ذره $\Delta p_x . \Delta x \geqslant \hbar$

به‌سادگی می‌توان دریافت که اگر تغییرات مختصات درنتیجهٔ تغییری درمومنتوم، یا تغییرات در نتیجهٔ تغییری درمختصات درمقایسه بامقادیر اصلیشان ناچیز باشد، این تغییرات رامی‌توان نادیده گرفت وحرکت ذره را می‌توان باهمان دید فیزیك کلاسیك بررسی کرد ولزومی نداردکه خواص موجی،که به‌طور ذاتی در ذره نهفته است، به‌حساب آورده شود.

در مکانیك کوانتوم نمی‌توانیم جای دومفهوم موج وذره راعوض‌کنیم.مکانیك

---

(۱۲) Duality

کوانتوم هیچ‌یك ازاین دومفهوم را کنار نمی‌گذارد، بلکه صرفاً نشان می‌دهد که تفاوت میان ذرات و امواج نسبی است و در بعضی از کنش‌های متقابل شیء همچون موج ودر برخی دیگر مانند ذره عمل می‌کند، به‌علاوه نشان می‌دهد که در بروز خواص موجی یا ذره‌ای رابطهٔ میان پارامترهای فضا ــ زمانی محیط وشیء نقش عمده‌ای ایفا می‌کند (یعنی مشخصه‌های فضا ــ زمانی ماده با مشخصه‌های پویای آن پیوند دارد).

اثبات تجربی این‌امرکه ذرات بی‌نهایت کوچك دارای خواص موجی هستندبه‌هیچ وجه به‌معنی اثبات موج بودن آنهانیست؛ ذرات بی‌نهایت کوچك همچنان همان ذرات بی‌نهایت کوچك باقی می‌مانند ونمی‌توان آنها رابا موج یکی دانست، همچنانکه نمی‌توان ناپیوستگی را باپیوستگی یکی دانست.

الکترودینامیك کوانتوم، که براساس مکانیك کوانتوم پایه‌ریزی شده است، تعدادی مفهوم جدید در رابطه با حرکت، انرژی وجرم مطرح کرده است. ازجملهٔ این مفاهیم دروهلهٔ اول بایدازحرکت صفر وانرژی صفر نام برد. در فیزیك کلاسیك اعتقاد براین بود که دردمای معادل با صفر مطلق حرکت درون هردستگاهی به‌کلی متوقف می‌شود، یعنی انرژی جنبشی آن‌به‌صفر می‌رسد. اما این موضوع نه باتجربه وفق می‌دهد ونه بانظرات علمی، زیرابااصل نایقینی ناسازگار است.

براساس این اصل، به‌طور همزمان نمی‌توان مختصات ومومنتوم ذرات را دقیقاً اندازه‌گیری کرد. درحالت سکون مطلق مختصات همهٔ ذرات درون یك دستگاه ثابت است، در نتیجه $x \triangle$ برای همهٔ آنها برابر صفرمی‌شود ومومنتوم همهٔ ذرات درون‌دستگاه نیز برابر صفر خواهد بود. ازآنجا که هیچ تردیدی در درستی اصل نایقینی وجود ندارد، باید بپذیریم که حتی درصفر مطلق حرکت داخلی دستگاه به‌کلی متوقف‌نمی‌شود، یعنی انرژی جنبشی داخلی دستگاه به‌کلی ازمیان نمی‌رود. حرکت ذرات یك دستگاه درصفر مطلق، وانرژی ذاتی مربوط به‌این حرکت، به‌ترتیب حرکت صفر وانرژی صفر خوانده می‌شود.

ویژگی منحصر به‌فرد حرکت صفر وانرژی صفر درآن است‌که به‌هیچ وجه نمی‌توان آنها را ازدستگاه جدا کرد. مفاهیم حرکت صفر وانرژی صفر نشان دهندهٔ جدایی ناپذیری حرکت ازماده وانرژی ازجرم است. ازاین بحث معلوم می‌شود که حرکت صفر وانرژی صفر رامی‌توان حداقل مقدار مومنتوم و انرژی جنبشی ذرات هردستگاه در هردما محسوب داشت.

حالتی‌را که ذرات دارای حداقل مومنتوم وحداقل انرژی باشند«حالت زمین»[۱۲] دستگاه می‌نامند. حالات تحریك شدهٔ گوناگون دستگاه در دوسوی این حالت زمین وبه‌فواصل مختلف ازآن قرار می‌گیرند.بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هردستگاهی در هردمایی دارای حالاتی معادل حالت صفر مطلق است. ذرات در حالت زمین مسلماً دارای طیف انرژی و مومنتوم پیوسته هستند، زیرا تغییرات مومنتوم و انرژی آنها بسیار

---

(۱۳) Ground. State

جزئی است. معنی این امرآن است که حالت زمین را با توجه به‌پارامترهای انرژی و مومنتوم آن می‌توان حالتی پیوسته محسوب داشت، حالتی که فاقد ذرات و همانند میدان است.

بنابراین، مشخصه‌های مومنتوم وانرژی در مجموعهٔ ناپیوستهٔ ذرات متعلق به‌حالت زمین دریك‌دستگاه،دارای پیوستگی آشکارند. پس می‌توان گفت که پیوستگی، به‌عنوان جنبه یا مشخصه‌ای ازناپیوستگی، وارد حوزهٔ ناپیوستگی می‌شود.

وضعیت همانندی نیز درمورد مجموعه‌های ذراتی که با یکدیگر پیوند محکم دارند، یافت می‌شود. مجموعهٔ ذراتی راکه اجسام مایع یا جامد را به‌وجود می‌آورند، می‌توان به‌عنوان یك کل پیوسته درنظر گرفت. این موضوع تأییدی دیگر براین نکته است‌که پیوستگی، یك مشخصهٔ مجموعه‌های ناپیوسته و درواقع مشخصه‌ای از حالات چنین مجموعه‌هایی است. دریك حالت پیوسته، ممکن است‌ناپیوستگی‌ظاهرشود وهمچنین وجود پیوستگی دریك‌حالت ناپیوسته امکان‌پذیر است.

ثابت شده است‌که میدان الکترومغناطیسی مجموعه یا دستگاهی از فوتون‌هاست، به‌عبارت دیگر، دراینجا ناپیوستگی حالتی از پیوستگی است. همهٔ اشیای طبیعت، هم دارای حالت یا صورت ناپیوسته وهم دارای حالت یا صورت پیوسته‌اند.

این موضوع قضیهٔ فوق‌العاده مهمی در فلسفه وعلوم طبیعی است. اگر درمرحلهٔ معینی ازتکامل علم فقط یك حالت ازاشیای طبیعت را بشناسیم، به‌هیچ‌وجه نباید آن‌را دانش‌نهایی محسوب داریم. هرگامی درگسترش شناخت ما، درواقع مربوط به‌یکی از حالات یا صوروجود اشیای مورد مطالعه درطبیعت است. مراحل شناخت ما از طبیعت، انواع بی‌شمار حالات اشیا را به‌عنوان اساس عینی خود در اختیار دارد. آنچه درزمان واحد درطبیعت وجود دارد، درزمان‌های مختلف ودرسطوح مختلف گسترش شناخت، برشناخت ما مکشوف می‌گردد.

به‌عبارت دیگر، فرایند نردبانی شناخت به‌هیچ‌وجه به‌معنای آن نیست که خواص‌و حالات اشیای موردمطالعه به‌همان ترتیبی که ما شناختی ازآنها به‌دست می‌آوریم تغییر می‌کنند. این مطلب رابا مثالی‌می‌توان روشن‌تر ساخت. در جریان مطالعهٔ فعل وانفعال اتم‌ها، نخستین نکته‌ای که ثابت شد این‌بود که اتم‌ها پایدار وتغییر ناپذیرند. سپس، درمرحلهٔ دیگری ازشناخت، دانسته شد که اتم‌ها متغیر وتبدیل پذیرند. آیا می‌توان چنین نتیجه گرفت که این دانش‌ما درمورد اتم‌ها نیست که تغییر کرده‌است، بلکه اتم‌ها خود خواصی متضاد باآنچه قبلا آموخته بودیم به‌دست آورده‌اند؟ البته که این‌طور نیست. اتم‌ها همیشه دارای این‌خاصیت بوده‌اند که دربرخی از کنش‌های متقابل پایدار ودربرخی دیگر متغیر باشند.

خاصیت اصلی قوانین تغییر، این حقیقت است که قوانین مزبور هم وابستگی های پویا وهم وابستگی‌های ایستای پدیده‌ها را به‌یکدیگر نشان می‌دهند. از جملهٔ قوانین تغییر می‌توان ازقوانین مکانیك نیوتونی، قوانین مکانیك نسبی، برخی ازقوانین

مکانیك کوانتوم (معادلهٔ شرودینگر)، قوانین ماکسول[۱۴] ــ هرتز[۱۵] ــ لورنتس[۱۶] در الکترودینامیك وقوانین الکترودینامیك کوانتوم نام برد. قوانین تغییر می‌توانند هم پویا وهم ایستا باشند.

اساس قوانین بقا در تعیین مقداروروابط متقابل کمیت‌های نامتغیر در فرایندهای تبدیل و کنش متقابل اشیای فیزیکی است. قوانین بقا امکانات و محدودیت‌های تغییر پارامترهای فیزیکی را تعیین می‌کنند ومنشأ بروز فرایندهای خاصی را در طبیعت نشان می‌دهند.

قوانین بقا اساس قوانین تغییر را ــ با این‌شرط که هیچ‌یك ازقوانین تغییر با هیچ یك ازقوانین بقا ناسازگار نباشند ــ عرضه می‌دارند. مثلا هیچ قانونی برای تغییر پارامترهای یك پدیده نمی‌تواند با قانون بقای انرژی متناقض باشد.

ازدید ما همان‌طور که نباید قوانین تغییر را به‌قوانین بقا تبدیل کرد (یا آنها را معادل دانست)ــ واین‌کاری بودکه مثلا ارنست‌ماخ[۱۷] انجام داد ــ ازطرف دیگرهم‌نباید آنها را بدون ارزیابی درست، مخالف هم‌دانست. این‌قوانین باید دروحدت‌دیالکتیکی‌شان درنظرگرفته شوند.

باید در نظرداشت که در فیزیك قوانینی وجود دارد که اساس آنها ترکیب جنبه‌ها وکیفیت‌های خاصی ازقوانین بقا وتغییر است. مثلا در قانون لورنتس نه‌تنها بستگی میان حرکت رسانا (هادی) وپیدایش جریان الکتریکی درآن بیان می‌شود، بلکه یکی ازجلوه‌های قانون بقای انرژی نیز به‌میان می‌آید.

ما غالباً از «قوانین فیزیك» صحبت می‌کنیم، ولی باید همیشه به‌یاد داشته باشیم که این قوانین ساختهٔ بشر هستند ودرخود طبیعت قوانین به‌صورت قوانین بقا وقوانین تغییر یا قوانین ایستا وقوانین پویا تقسیم نشده‌اند. دسته‌بندی‌های گوناگون قوانین فیزیك در واقع به‌قوانین خود طبیعت مربوط نمی‌شود،بلکه بستگی به‌الگوهایی دارد که ما ازروابط پایدار، ضروری، ذاتی وگوناگون میان پدیده‌های طبیعت می‌سازیم.

تکرار می‌کنیم، انواع بی‌شمار وگوناگون خواص، روابط وحالات موجود در پدیده‌های طبیعت، ازطریق دانشی‌که درطول زمان افزایش می‌یابد، شناخته می‌شود. بنابراین، هیچ مفهوم جدید فیزیکی را نمی‌توان به‌طور مجرد در نظر گرفت، زیرا همیشه دارای پیوندهای درونی باسایر مفاهیم فیزیك و فلسفه است. البته به‌شرط آنکه مفاهیم جدید وقدیم هردو بازتاب واقعیت عینی باشند ونه‌ساخت‌های مجرد بی‌اساس. تاریخ علوم نمونه‌های فراوانی ازمفهوم‌هایی به‌دست می‌دهد که به‌کلی از دایرهٔ علم به‌دور افتاده‌اند، زیرا توسط آزمایش تأیید نشده‌اند (مثلا مفهوم فلوژیستون)[۱۸]

(۱۴) James Clerk Maxwell فیزیك‌دان اسکاتلندی (۱۸۳۱ــ۱۸۷۹)، مطرح‌کنندهٔ نظریهٔ الکترو مغناطیس.

(۱۵) Heinrich Rudolf Hertz فیزیك‌دان آلمانی (۱۸۵۷ــ۱۸۹۴)

(۱۶) Hendrik Antoon Lorentz (۱۸۵۳ــ۱۹۲۸) فیزیك‌دان هلندی.

(۱۷) Ernst Mach فیزیك‌دان و فیلسوف اطریشی (۱۹۳۶ــ۱۹۱۶)

(۱۸) Phlogiston ماده‌ای فرضی که قبلا تصور می‌شد در اجسام سوزا به‌حالت فرار وجود دارد و هنگام سوختن‌به‌صورت شعله رها می‌شود.

مقوله‌های پیوستگی وناپیوستگی برخی ازخواص کلی ماده و صفات‌آن‌را منعکس می‌کنند. این مقولات را درمورد همهٔ پیوندهای متقابل، روابط، تغییرات وتبدیلات اشیای مادی می‌توان به‌کاربرد. پیوستگی وناپیوستگی نشانگر وحدت وکثرت عناصر ساختمانی ماده وصفات آنند. این دومقوله از یکدیگر جدایی‌ناپذیرند وبه‌طور عینی دروحدت بایکدیگر وجود دارند.البته این موضوع، تاکید خاص بر پیوستگی یـا ناپیوستگی دریك وضعیت خاص و درسطوح مختلف شناخت ما را رد نمی‌کند.

بنابراین نتیجه می‌گیریم که موضوع مکمل بودن یا همزیستی این دومقوله مطرح نیست، بلکه وحدت دیالکتیکی آنها مورد نظراست‌که به‌عنوان یك‌اصل روش شناسی شناخت ما به‌کارگرفته می‌شود. اصل وحدت پیوستگی وناپیوستگی باید در رابطه با سایر اصول ومقولات دیالکتیك ماتریالیستی وبخصوص در ارتباط با اصول وحدت‌زمان وفضا ووحدت گیتی وگسترش آن درنظر گرفته شود.

پیوستگی وناپیوستگی ازراه‌های گوناگون متجلی می‌شوند که در جدول زیر به‌آنها اشاره شده است:

پیوستگی	ناپیوستگی
ارتباط متقابل	بی‌ارتباطی
ترکیب	انفصال
رشد	رکود
گسترش	تمرکز
قابلیت تقسیم نامحدود	قابلیت تقسیم محدود

وابستگی متقابل، نفوذ وپیوند متقابل میان این جلوه‌های پیوستگی وناپیوستگی وحدت آنها را به‌وجود می‌آورد.

وحدت پیوستگی وناپیوستگی در اشیای طبیعت هم ازطریق ترکیب جلوه‌هـای مذکور درجدول بالا وهم‌ازطریق وابستگی ونفوذ متقابلشان ظاهر می‌شود. مثلا میدان قابلیت ارتجاع (الاستی‌سیته) دریك بلور دارای مکان خاصی نیست ودرسراسر بلور توزیع شده است، درحالی که انرژی ومومنتوم به‌صورت فوتون در حوزه‌های مشخصی از بلور دارای مکان خاص است. هرتغییرتدریجی می‌تواند دارای‌جهش‌هایی باشد ودرهر جهش هم امکان تغییر تدریجی وجود دارد. دوالکترون با میدان‌هایشان به‌طـور پیوسته یکدیگر را دفع می‌کنند، ولی این میدان‌ها در فرایند تابش و جذب ناپیوستهٔ فوتون عمل می‌کنند. صورت بندی موجی اکسیتون[۱۹] به‌تدریج درسراسر بلور منتشر می‌شود، ولی درنقاط لایه‌ای بلور استقرار می‌یابد وازطریق جهش‌های ناپیوسته از نقطه‌ای به‌نقطهٔ دیگر می‌رود. دربررسی دقیق‌تر هرفرایندی به‌وحدت جلوه‌های پیوستگی وناپیوستگی درآن پی می‌بریم.

در علم تلاش‌هایی صورت گرفته است تا اساس فرایندهای مورد مطالعـه را

---

(۱۹) Exciton حالتی از بلور که از نظر الکتریکی خنثی است و غالباً به‌شکل توالی منظم‌الکترون و حفره در نظر گرفته می‌شود.

به‌پیوستگی یا ناپیوستگی نسبت دهند، این دوکیفیت را ازهم جدا کنند و در مقابل یکدیگر قرار دهند. مثال روشنی درمورد احالهٔ همهٔ تغییرات به‌ناپیوستگی، نظریه تلاشی[۲۰] کوویه است. نظریهٔ تکامل خطی هربرت اسپنسر[۲۲] هم مثالی برای نسبت‌دادن همهٔ تغییرات به‌پیوستگی است.

اصل تکمیلی‌بور[۲۳] کـه می‌گوید هرگاه شیء بی‌نهایت کوچکی دارای خواص ذره‌ای باشد نمی‌تواند خواص موجی داشته باشد وبرعکس، به‌طور ضمنی وجود شکافی میان پیوستگی وناپیوستگی را می‌پذیرد.

براساس این اصل، حضور ناپیوستگی نفی کنندهٔ پیوستگی است وپیوستگی،وجود ناپیوستگی را منتفی می‌سازد. و. ا. فوك عضو فرهنگستان، به‌درستی اظهارداشته است که وقتی یك شیء بی‌نهایت کوچك خواص ذره‌ای دارد، خواص موجی آن پنهان مانده است اما این خواص به‌طور بالقوه باقی می‌ماند وهرگاه تغییری در شرایط وجودی شیء بی‌نهایت کوچك حاصل شود، می‌تواند به‌فعالیت درآید. وحدت پیوستگـی و ناپیوستگی، در وجود این شیء بی‌نهایت کوچك نقض نمی‌شود، بلکه به‌صورت وحدت قوه وفعل (امکان وعمل) درمی‌آید. آنچه بالفعل پیوسته‌است، بالقوه ناپیوسته است وبرعکس. وحدت پیوستگی وناپیوستگی به‌اشکال مختلف نشان داده می‌شود، مثلا از طریق وحدت تغییرات کمی وکیفی، ازطریق وحدت قوه وفعل، ازطریق وحدت‌احتمال وضرورت، الی‌آخر.

بنابراین پیوستگی وناپیوستگی و وحدت این دو ماهیتاً دارای جلوه‌های گوناگون وبی‌شمارند. دانش ما درمورد این جلوه‌ها پیوسته افزایش می‌یابد ودقیق‌تر می‌شود.

وحدت دیالکتیکی پیوستگی وناپیوستگی مشخصهٔ اشیا، فرایندها وپدیده‌های‌مادی است. پیوستگی وتمامیت یك‌شیء یا یك فرایند اساس صورت‌بندی‌های بعدی‌یك‌پیوستگی جدید ازطریق مجموعهٔ (ناپیوسته) اجزای مرتبط این پیوستگی است.

ناپیوستگی شرط وجود وگسترش پیوستگی است. بی‌تقارنی وعدم تجانس در ارتباط متقابل اجزای یك‌کل، تناقضات موجود در ساختمان وعملکرد این اجزا منجر به‌تغییر یا حرکت اشیا می‌شودکه‌وجود پیوستهٔ آن با آفرینش‌ناپذیری و زوال‌ناپذیری مادهٔ درحال حرکت مرتبط است.

---

(۲۰) Catastrophism

(۲۱) Georges Léopold Cuvier طبیعی‌دان فرانسوی (۱۷۶۷ ــ ۱۸۳۲) بنیان‌گذار کالبدشناسی و دیرین‌شناسی مهره‌داران.

(۲۲) Herbert Spencer فیلسوف انگلیسی (۱۸۲۰ ــ ۱۹۰۳).

(۲۳) Neils Henrik David Bohr فیزیك‌دان نظری اهل دانمارك (۱۸۸۵ـ۱۹۶۲) از بنیان‌گذاران نظریه کوانتوم و نظریهٔ واکنش‌های هسته‌ای

(۲۴) V.A. Fok

اصل تقارن و نقش آن در شناخت

در بررسی جنبه‌های فلسفی دانش فیزیک غالباً مفاهیم «تقارن» و «عدم تقارن» به‌کار برده می‌شود. از اینرو جادارد دراین دومفهوم دقیق شویم واهمیت آنهارا از دیدگاه «روش شناسی» موردتوجه قراردهیم. بشر طی هزاران سال، درجریان تجربهٔ عملی و شناخت قوانین واقعیت عینی، اطلاعات فراوانی به‌دست‌آورده که حاکی‌از وجود دو گرایش متضاد در جهان مادی است: ازیک سو رعایت دقیق نظم وهماهنگی، وازسوی دیگرگرایش به نقض این نظم وهماهنگی. بشرازدیرباز به‌نظم موجود درشکل بندی بلورها، گل‌ها، لانه‌های زنبور وموجودات طبیعی دیگر توجه یافته بود واین تناسب راهنگام خلق آثار هنری وتولید اشیا، دوباره‌سازی می‌کرد و بدین‌ترتیب مفهوم تقارن را غنا می‌بخشید. دانشمند معروف، جیمزنیومن James Newman می‌نویسد: «تقارن وجه مشترک اشیا، پدیده‌ها وفرضیه‌هایی‌است که هیچ رابطه ظاهری بایکدیگر ندارند: مغناطیس زمین، نقاب زنان، نورقطبیده (پولاریزه)، نظریهٔ مجموعه‌ها، نا متغیرها وتبدیلات، رفتار زنبورها در کندو، ساختمان فضا، طرح ظروف، فیزیک‌کوانتوم، گلبرگ‌ها، الگوهای تداخل اشعه ایکس، تقسیم‌یاخته درخارپشت دریایی، حالت‌های تعادل دربلورها، کلیساهای رومی، دانه‌های برف، موسیقی، فرضیه نسبیت.[1]»

کلمه «تقارن» دارای دومعنی‌است. به‌یک معنی، تقارن عبارت است ازوجود درجه بالایی ازتناسب و توازن. این تقارن در واقع نشان دهندهٔ میزان همخوانی اجزای متعددی است که درتناسب بایکدیکر، «کل» را می‌سازند. «پولی‌کلیتوس» Polyclitos وپس‌ازاو «ویتروویوس» Vitruvios کلمه تقارن را به معنای فوق به‌کاربردند و ازقول پولی‌کلیتوس چنین روایت شده‌است که: «استفاده ازتعداد زیادی طول‌های گوناگون در یک مجسمه قاعدتاً بایدمنجربه‌ایجادنظم گردد.»

معنای دیگرکلمهٔ تقارن، تعادل‌است. ارسطو تقارن راحدنهایی تناسب می‌داند.

فیثاغورس وشاگردانش به پدیدهٔ تقارن توجه زیادی داشتند. درزمان فیثاغورس، فرقه‌ها ومکاتب گوناگون عرفانی وجود داشت، امافیثاغوریان علاوه‌برتمایلات عارفانه، قایل‌به‌روشی‌بودندکه به‌عقیدهٔ‌آنان موجب وحدت باخداوندمی‌گردید. به‌نظرفیثاغوریان این وحدت ازطریق ریاضت، که ازعناصر اساسی مذهب‌آنان بود- میسرمی‌گردید. «از دیدگاه عقایدآنان، خداوند به‌وسیلهٔ اعداد برجهان حکومت می‌کند. خداوند مظهر «وحدت» و جهان مظهر «کثرت» ومتشکل از اجزای متفاوت است. هماهنگی، موجب وحدت این اجزای متفاوت شده، آنان رابه‌صورت گیتی درمی‌آورد. هماهنگی کیفیتی است الهی که ازنسبت‌های عددی حاصل می‌شود...»

۱ــ ازکتاب «دنیای ریاضیات» Tne World of Mathematics اثر جیمزنیومن صفحهٔ ۶۷.

به گفته هراکلیتوس [۲] فیثاغوریان معتقد بودندکه زیبایی عبارت است از دانش کمال اعداد روح.»[۳]

عقاید فیثاغوریان براین پایه استواربودکه عدد، اصل جهان دوروبرماست. براین اساس آنان می‌پنداشتند که برای شناخت جهان ، کافی‌است‌که اعداد حاکم برجهان را بشناسیم. به‌گفتهٔ ارسطو، فیثاغوریان باپرداختن به‌علم ریاضی، ازنخستین پیش‌برندگان این‌علوم شدند وریاضیات راکه خود موجب گسترش‌آن بودند ، سرآغاز هرچیز قلمداد کردند وبرای اعداد، مقام نخست را درطبیعت قائل‌شدند.آنان اظهار می‌داشتند همه‌چیز ازعدد حاصل شده وجهان ازهماهنگی وعدد تشکیل یافته‌است.[۴]

بنابر قول ارسطو، عقیدهٔ بنیادی فلسفهٔ فیثاغوریان این بود که عدد اصل همهٔ اشیاست وساختمان عالم به‌طورکلی جلوه‌گاه دستگاه هماهنگی از اعداد وروابط بین‌این اعداد است.

هگل با نقل نظریهٔ فوق ازکتاب «مابعدالطبیعهٔ» ارسطو، این سؤال را به‌میان می‌آوردکه: منظور ازبیان چنین حکمی چه می‌تواند باشد؟ عدد معمولا اندازهٔ یك کمیت رابیان می‌کند. حال اگربگوییم‌که هرچیزدارای مشخصات‌کمی‌وکیفی است، ابعاد وجرم خواصی‌ازشی هستند که فقط یك جنبهٔ‌آن را مشخص می‌کنند. ولی فیثاغوریان عدد را «جوهر» اشیا، ونه «عرض»به‌شمارمی‌آوردند.[۵]

هگل‌این‌نکته راحاصل‌شجاعت فکری فیثاغورس دانست واورا بخاطرکنارگذاشتن «جوهرحسی» ومطرح‌کردن «جوهرذهنی» به‌جای‌آن، مورد ستایش قرارداد.[۶]

برپایهٔ این عقاید، فیثاغوریان برای نخستین‌بار ریاضیات را در بیان هماهنگی و تقارن به‌کارگرفتند؛ این‌بیان تازمان حاضراهمیت خود را ازدست نداده‌است.

دیدگاههای فیثاغورس ومکتب‌او، درتعلیمات افلاطون درزمینهٔ شناخت، گسترش وادامه یافت. افلاطون معتقدبود تنهاآنچه راکه درخود تناقضی نداشته باشد می‌توان شناخت، وازآنجاکه حرکت وتغییردرخود تناقض‌هایی‌دارند، جهان محسوس غیرقابل شناخت است. به‌اعتقاد او، وجوداجسام واقعی منوط به‌وجود «مثال»های انتزاعی‌مطلقی است‌که ابدی وبی‌تغییرند. روح جهان، سازواره‌ای ازنیروهای فعال خردمند است که برپایهٔ دقتی ریاضی انسجام وکارآیی یافته وازهماهنگی برخورداراست.

افلاطون دربارهٔ ساختمان جهان نظرات قابل توجهی دارد. ازنظراوجهان ازچند وجهی‌های منتظمی‌که دارای تقارن‌کامل می‌باشندتشکیل یافته است. افلاطون اصول

۲ــ Heraclitus of Pontus

۳ــ ازکتاب«بیداری دانش» Science Awakning نوشتهٔ«فان‌دروردن» van der Waerden صفحات۹۳و۹۴.

۴ــ مابعدالطبیعه اثرارسطو.

۵ــ فرهنگ علوم فلسفی اثرهگل صفحات ۳۳۰ تا ۳۳۵ .

۶ــ همان‌کتاب

«مثال»ها را با اصل اعدادفیثاغوریان درآمیخت. اواجسام فیزیکی را فاقد مادیت دانست وآنهارا جوهرهای ریاضی‌ایده‌آلی به‌شمارآوردکه ازتعدادی‌مثلث تشکیل‌شده‌اند.افلاطون روح جهان را اصل لازم برای وحدت این جهان، کـه ازاشیای محسوس وبانظم ریاضی تشکیل یافته‌است، به‌شمارآورد.

ازمیان طبیعی دانان و فیلسوفانی که بعدها به‌تحلیل مقولهٔ تقارن پرداختند، رنه دکارت René Descartes وهربرت اسپنسر Herbert Spencer رامی‌توان‌ذکرکرد. رنه دکارت معتقد بودکه خداوند به‌اجسام غیرمتقارنی‌که خلق کرده بود ، حرکت « طبیعی» دورانی دادکه براثرآن، به اجسام کامل متقارنی تبدیل شدند. اسپنسر موضوع تقارن‌را درطی تشریح‌خاصی، درارتباط باتعمیم فلسفی معلومـات زیست شناسی بخصوص «شکل شناسی» گیاهان و حیوانات ، مورد بررسی قـرارداد. او بادرنظرگرفتن درجـه پیچیدگی زیستی و تغییرات تقارن به‌این‌نتیجه رسیدکه تغییر، بنابریك رابطهٔ علت ومعلولی،بستگی به‌تقارن یاعدم تقارن محیط دارد.

مسئلهٔ تقارن درطبیعت بی‌جان، دربلورشناسی بابیشترین تفصیل بررسی می‌شود . کمال یافتگی شکل خارجی بلورها، ازدیرباز‌توجه طبیعی دانان وفلاسفه را به‌خود جلب کرده بود. باگسترش دانش بشردرمورد طبیعت، تلاش‌های وی نیزبرای یافتن علل بعضی ازپدیده‌های دوروبرش، افـزایش یافت. موضوع تقارن بلورها در این میان مـورد مطالعه قرارگرفت ولی‌قرن‌های متمادی سپری شد تا آنکه درپایـان قرن هیجدهم (سال ۱۷۸۳) دانشمندی فرانسوی به‌نام «رومـه دلیل»Romèdé Lisle یکی از مهم‌ترین قوانین بلور شناسی راکه عبارت است ازتساوی زوایای «میان وجهی» بلورها،کشف‌کرد. برطبق این اصل، زاویهٔ بین وجوه متناظرهمهٔ بلورهای یك نوع ماده ثابت است. توجه به‌این نکته ضرورت داردکه «رومه دلیل» ازمطالعهٔ بلورهای خاص شروع‌کرد وبه درجـهٔ بالایی از تعمیم علمی دست یافت وقانون ثابت بودن زوایا را به بلورهای همهٔ مواد بسط داد.

یك دانشمند دیگـر فـرانسوی به نام «رنه ژوست هوی» René Just Hauy کار «رومه دلیل» را دنبال‌کرد وقانون مهم دیگری به‌نام قانون اعداد کامل وضع نمود که بی‌شك درکشف قانون اعدادکامل درشیمی توسط دالتون موثربوده‌است. برخلاف نظریه رومـه دلیـل، کـه معتقد بـود مـاهیت درونـی بلورها را طبیعت نهفته داشته وبـرای ما غیرقابل شناخت است ، «هوی» با نظری مادی بـه‌این مسئله برخورد کرد و بـرای تشریح ماهیت قانون‌اعدادکامل، فرضیه‌ای وضع‌نمودکه براساس‌آن بلورهاازمولکول‌های چند وجهی تشکیل می‌شوند. باتکیهٔ براطلاعات تجربی ـ ازجمله این واقعیت که هنگام شکستن بلورها، مثلا بلورنمك طعام، قطعات جدیـد دارای شکل منظم متوازی‌السطوح می‌باشند ـ‌او به‌این‌نتیجه رسید که مولکولهای نمك طعام متبـلور نیز باید دارای شکل باشند علی‌رغم‌نادرستی‌تصوروی‌در موردشکل‌مولکول‌ها، نظریهٔ‌ساختمان مولکولی ماده، اساس کاروی‌درکشف‌قانون‌اعدادکامل‌بود. درستی‌این‌قانون‌متعاقباً‌توسط‌آزمایش‌تأیید گردید.

درسال ۱۸۱۹، «ایلهاردمیچرلیخ» Eilhard Mitscherlich کشف کرد موادی که دارای ترکیب مشابهی باشند، دارای بلورهای هم شکل (ایزومورفیك) هستند (مندلیف شیمی دان بزرگ روس ـ که درسال ۱۸۶۹ قانون کیفیت تناوبی عناصر را کشف کرد نیز به مطالعهٔ این پدیده پرداخت ومقاله‌ای دراین زمینه، تحت عنوان «ارتباط هم‌شکلی وسایرهمانندی های ظاهری بلورها، باترکیبات آن‌ها» نگاشت). سه سال بعد، یعنی درسال ۱۸۷۲ میچرلیخ پدیدهٔ «چندشکلی» (پولی مورفیسم) راکشف کرد. بنابه‌این اصل، بعضی ازموادمی‌توانند تحت شرایط متفاوت به صورت بلورهایی با اشکال و نـوع تقارن های متفاوت درآیند. می‌دانیم که کربن به دوصورت گرافیت والماس متبلور می‌شود. گرافیت سیاه رنگ وهادی جریان برق است ولی الماس شفاف است وجریان برق راهدایت نمی‌کند. الماس سخت‌ترین مادهٔ طبیعی است، درحالی که گرافیت یکی ازنرم‌ترین کانی‌هاست . وزن مخصوص گرافیت ۲/۲۲ وازآن الماس ۳/۵۱ است. بنابراین اختلاف در تـوزیع فضایی اتـم‌های همانند و تفاوت‌های شبکهٔ بلوری (گرافیت درشبکهٔ شش‌ضلعی والماس درشبکهٔ مکعبی متبلورمی‌شود) سبب ایجاد پدیدهٔ چند شکلی بلورها می‌شود که غالباً تفاوت های فاحشی را در خواص فیزیکی آن‌ها موجب می گردد.

دوپدیدهٔ «هم شکلی» و«چندشکلی» دارای اهمیت فلسفی زیادی هستند. این پدیده‌ها ازجملهٔ تأییدات بی شماز بردرستی قانون تبدیل تغییرات کمی به کیفی به شمارمی‌روند. دراینجا مفهوم «کمیت» ابعادگسترده‌تری یافته است، زیرا تنها برتغییر درتعدادعناصر یا اجزای سازندهٔ یك کل دلالت نمی‌کند، بلکه تغییر درتوزیع فضایی اجزا را نیز شامل می‌شود.

یکی ازخواص بنیادی بلورها «غیرایزوتروپیك» بودن آن هاست، یعنی این‌که در امتداد محورهای مختلف، خواص فیزیکی متفاوتی از خود نشان می‌دهند. درعین حـال بلورها اجسامی همگن هستند، یعنی دوناحیه ازبلورکه شکل وامتداد یکسان داشته‌باشند دارای خواص یکسانی نیزخواهند بود.

مولکول‌هایی که دارای یك ترکیب وشکل خاص باشند، می‌توانندبه اشکال متفاوتی متبلورشوندکه تعیین کنندهٔ خواص شیمی ـ فیزیکی جسم است.

«ولاستون» Wollaston دانشمند انگلیسی، درسال ۱۸۱۳ نظریهٔ مولکول هـای کروی را مطرح ساخت که درنهایت مولکول‌ها را به صورت نقطه هـای ریاضی در نظر می گیرد. توزیع منظم این نقاط درفضا، منجربه تکوین نظریهٔ شبکه‌های فضایی بلورهاو مفهوم تقارن شبکه‌ای گردید.

شبکه بلوری مفهومی است درردیف عنصر تقارن که درمطالعه شکل‌خارجی بلورها باآن سروکار داریم. این تجرید ریاضی (شبکهٔ بلوری) امـکان تشریح ساختمان تناوبـی بلورها را فراهم می‌آورد ونتیجتاً از روی این ساختمان، نحوهٔ توزیع عینی ذرات مادی دربلور مشخص می‌شود. شبکهٔ بلوری صرفاً تصویرریاضی این‌ساختمان است.

تقارن ازجنبه‌های مختلف دربلورهاظاهرمی‌شود. شکل‌خارجی بلورها، پدیده‌های فیزیکی

که بین بلورها حادث می‌شود، واکنش متقابل بلورها با مادهٔ محیطی وتغییراتی که درنتیجهٔ تأثیرات خارجی دربلورها به وجود می‌آید.

با این حال ، قوانین تقارن تنها به شکل خارجی بلورها محدود نمی‌شود، بلکه ساختمان داخلی آن‌ها نیز ازاین قوانین تبعیت می‌کند. شکل خارجی بازتابی از ساختمان داخلی بلورهاست.

درسال ۱۸۳۰، «یوهان فردریش هسل» Johann Friedrich Hessel به روش هندسی ثابت‌کرد که فقط ۳۲دسته بلوردر طبیعت وجود دارد. در آن زمان کسی به کار هسل توجه نکرد و همین مطلب دوباره در سال ۱۸۶۷ توسط «اکسل گادولین» Aksel Gadolin روسی کشف شد.

ساختمان داخلی بلورها، درمقایسه با شکل خارجی آن‌ها، دارای انواع متنوع‌تری ازعناصر تقارن است. درزمینهٔ همین‌مطلب، ا.س. فدوروف E . S . Fedorov دانشمند برجستهٔ روس درسال ۱۸۹۰ کلیهٔ ترکیبات ممکنه از عناصرتقارن درفضارا مجزا کرد. اوثابت کرد که ۲۳۰ گروه تقارن فضایی وجود دارد وکلیهٔ شبکه های فضایی ممکن را محاسبه کرد. تاآن زمان، روش‌استفاده ازپدیدهٔ تفرق اشعهٔ ایکس،هنوز ابداع نشده‌بود. کشف این روش، درستی کار فدوروف راتأییدکرد. این امریك پیروزی علمی‌ودلیلی‌محکم برقدرت ژرف بینی علم به شمار می‌آید. تاکنون حتی یك مورد وجود نداشته است‌که بلوری متعلق به یکی ازگروه‌هایی‌که فدوروف برش مرده است، نباشد. «پی‌یرکوری» دانشمند فرانسوی، کمك ارزنده‌ای به علم‌بلورشناسی، بخصوص‌ازجنبهٔ تقارن، کرده‌است. «ماریکوری» (همسر پی‌یرکوری.م) درخاطراتش نوشته است‌که پی‌یرکوری علاقهٔ‌شدیدی به فیزیك بلورها داشت. مطالعات نظری وتجربی او دراین رشته، به پیدایش یك اصل عمومی‌ــ اصل تقارن ــ منجرشد. پی‌یرکوری می‌نویسد:

«هرگاه عوامل بخصوصی تأثیرات معینی پدیدآورند، عناصر تقارن درآن عوامل، باید در تأثیرات حاصله نیزظاهرگردند.

«هرگاه پدیده‌ای بی‌تقارنی خاصی‌ازخود بروزدهد، این بی تقارنی را درعوامل به وجود آورندهٔ این پدیده نیزباید بتوان یافت.

«عکس دوقضیهٔ فوق ــ دست‌کم درعمل ــ صادق نیست، یعنی معلول‌ها می‌توانندارای تقارن بیشتری نسبت به علت های خود باشند».

بلورهای واقعی‌که درعمل تمامی طبیعت بی‌جان را به وجود می‌آورند، ترکیبی ازذرات متشکلهٔ‌ماده (اتم‌ها ، مولکول‌ها ویون‌ها) هستند می‌توان‌آنها را به منزله‌وحدت پویایی ازنظم وبی نظمی، تقارن و عدم تقارن دانست.آ.ای.کیتای‌گورودسکی می‌نویسد: «مطالعهٔ عناصربی نظمی دریك ساختمان مولکولی منظم وعکس آن، یعنی مطالعهٔ عناصرنظم درتوزیع منظم ذرات،موجب پیدایش قواعد جدید ومهمی‌شدکه‌ارتباط بین ساختمان وخواص مواد را مشخص می‌کند وتعدادی ازپدیده هایی راکه مربوط به تغییر درجهٔ نظم ساختمان مواد است، توضیح می‌دهد[۷].

۷ ــ ازکتاب«نظم‌وبی نظمی در جهان اتم» اثر کیتای گورودسکی. چاپ مسکو۱۹۵۹، به‌زبان روسی، صفحهٔ۳۰

اصولا، نقض تقارن جالب ترین نتایج علمی را درپی داشته است*. این موضوع را مثلا درمشاهدات نجومی می‌توان دنبال کرد. گالیله معتقد بودکه سیارات درمدارهای طبیعی مدور حرکت می‌کنند. نقض تقارن محوری درمدارسیارات، که‌توسط کپلر کشف‌شد، منجر به پیدایش مکانیك کلاسیك گردید.

مفاهیم ساده ترین انواع تقارن (ایزوتروپی و همگنی فضا)، در سپیده دم شناخت بشری پدیدار شد.

ثابت ماندن قوانین مکانیك نسبت به تبدیل محورهای مختصاتی که نسبت به هم حرکت یکنواخت دارند (تبدیل گالیله)، نخستین نوع تقارن غیرساده‌ای بودکه کشف شد. این تقارن یکی ازاصول اساسی مکانیك نیوتونی گردید. نتایج حاصل ازاین اصل تقارن درقرن نوزدهم مورد مطالعهٔ دقیق قرارگرفت ونتایج مهمی به بارآوردکه مهم‌ترین آنها قوانین بقا درفیزیك کلاسیك است.

ارائهٔ فرضیهٔ نسبیت‌خصوصی وعمومی اهمیت نوینی به قوانین‌تقارن‌بخشید: ارتباط بین‌قوانین تقارن وقوانین فیزیك دینامیك، به‌نحو چشمگیری نزدیك‌ترودارای تأثیرمتقابل بیشتر، نسبت به ارتباط بین این قوانین درفیزیك کلاسیك بود. پیش از ظهور مکانیك کوانتوم، قوانین تقارن درفیزیك کاربرد گسترده‌ای نداشت. اما ازآن به بعد این قوانین اهمیت روزافزونی یافته‌اند. اعداد کوانتومی‌که مبین وضعیت داخل یك دستگاه است، اکثراً براعداد کوانتومی‌که تقارن‌آن دستگاه را بیان می‌کند منطبق است. مثلاًوجودضد ذرات (پوزیترون، آنتی پروتون وآنتی نوترون) به عنوان نتیجه‌ای از تغییرناپذیری قوانین فیزیك نسبت به تبدیلات «لورنتس» به طورنظری پیش بینی شده بود. مفاهیم تقارن وعدم تقارن که درنظام‌های خاص علمی به کارمی‌رود، الزاماً بازتاب تقارن یا عدم تقارن جهان واقعی نیست؛ این مفاهیم مرتباً تحول می‌یابند ومعانی جدیدی به‌خود می‌گیرند. آن چنان که تاریخ علم نشان می‌دهد، این مفاهیم را می‌توان در پیش بینی وجود بسیاری ازپدیده‌های نو وهنوز ناشناخته‌به‌کار برد. مفهوم تقارن توضیح دهندهٔ نظم خلقت نیست بلکه‌کلا دومفهوم تقارن وعدم تقارن بازتابی از خواص عینی جهان مادی هستند.

درنوشته‌های راجع به فیزیك وسایر رشته‌ها، تعاریف متفاوتی ازتقارن وجوددارد که چنانکه دیدیم درمفاهیم تناسب وهماهنگی خلاصه می‌شود ودر مقابل، اصطلاحاتی چون عدم تقارن، ناتقارنی وبی تقارنی به معنای نقض تقارن می‌باشد.

امروزه درعلوم طبیعی، مقولات تقارن‌اکثراً ازطریق برشمردن نشانه‌های‌خاصشان تعریف می‌شوند: مثلا تقارن به عنوان مجموعه‌ای ازخواص ـ نظم، همگنی، تناسب، هماهنگی وغیره ـ تعریف می‌شود. عدم تقارن معمولابه معنی نبودن آثارتقارن ـ بی

---

* حافظ نزدیك به‌همین مضمون گفته است:

از خلاف‌آمد عادت بطلب‌کام، که من　　کسب‌جمعیت ازآن زلف پریشان‌کردم

نظمی،عدم تناسب، ناهمگنی وغیره ـ درنظر گرفته می‌شود. درچنین تعریفی همهٔ نشانه‌های تقارن به یك میزان مهم وبنیادی شمرده می‌شود ودر موارد معین، هریك ازاین‌نشانه‌ها رامی‌توان ملاك متقارن دانستن یك پدیده به حساب‌آورد. مثلا دریك مورد تقارن‌همان همگن بودن است ودر مورد دیگرتقارن به معنی تناسب مطرح می‌شود.با پیشرفت‌دانش، نشانه‌های جدیدتری برای تقارن یافته می‌شود.

عدم تقارن نیز ـ مانند تقارن ـ درنظامهای مختلف‌معانی‌متفاوتی به خودمی‌گیرد. بنابراین درتعاریفی ازعدم تقارن که بر اساس مفاهیم خاص ـ توسط برشمردن خـواص اشیایی‌که واجد این مفاهیم هستند ـ ارائه می‌گردد، ارتباطی بین خواص برشمرده شده وجود ندارد. ازاین لحاظ، خواص تقارن(مثلاهمگنی‌وتناسب) ازیکدیگر منتج‌نمی‌شوند. وقتی تعریف با تکیه برجنبه‌های ذاتی وبنیادی اشیا بیان شود ـ جنبه‌هایی که ضمناً با یکدیگر مرتبط هستند ـ مطلب به قرار دیگری است. چنین‌تعاریفی‌دارای خصلت‌الزامی بوده ودرك عمیقی نسبت به شی مورد نظر ایجاد می‌کنند. به هرحال، این بدان معنی نیست‌که تعاریفی از تقارن وعدم تقارن که دربالا بدانها اشاره شد بلااستفاده‌اند، بلکـه برعکس، این تعاریف بسیار مفید ولازم می‌باشند، زیرا بدون وجود آنها عرضه کـردن تعاریفی کلی تر برای تقارن وعدم تقارن به عنوان مقوله‌هایی ازشناخت ناممکن‌است‌و تعاریف کلی‌تر تقارن و عدم تقارن براساس همین تعاریف تجربی بنا شده است. سرانجام این‌که، ماهیت تعاریف کلی، به ارتباط بین نشانه‌های گوناگون تقارن وعدم تقارن، با خواص عام ومعین مادهٔ درحال حرکت، مربوط می‌شود.

مفاهیم کلی تقارن وعدم تقارن بایدآن چنان باشندکه کلیهٔ انواع شناخته شده و حتی شناخته نشدهٔ تقارن وعدم تقارن را شامل شوند. این شرط مستقیماً ازسه قضیهٔزیر ناشی می‌شود:

اولا، اطلاعات علمی نشان می‌دهدکه این مفاهیم درمورد همهٔ خصلت های‌شناخته شدهٔ ماده به کارمی‌روند، منعکس کنندهٔ پیوندهای میان این خصلت ها هستند ونمی‌توان تعریف کلی معقولی ازاین مفاهیم، براساس خصلت‌های مجزای ماده عرضه‌کرد واین‌کار فقط ازطریق آشکار ساختن روابط داخلی متقابل بین این خصلت‌ها مقدوراست.

ثانیاً، اساس‌این مفاهیم ارتباط دیالکتیکی همسانی وتفاوت بین‌خصلت‌های‌ماده‌وبین حالات وآثاراین خصلت‌هاست .

ثالثاً، وحدت تقارن وعدم تقارن یکی از اشکال تجلی قانون وحدت ونفی متقابـل متضادهاست.

ازدیدما، نخستین پایهٔ منطقی تعریف تقارن وعدم تقارن،دیالکتیك‌همسانی‌وتفاوت است. همسانی وتفاوت دردیالکتیك‌فقط‌درروابط معین، درتـأثیر متقابل وتضمن تفاوت در همسانی وهمسانی درتفاوت، درنظر گرفته می‌شوند.

همسانی فقط در روابط وفرآیند های معین ظاهر می‌شود وهمیشه عینی است و از

اینرو حالات گوناگونی به خود می‌گیرد. همسانی شامل مفاهیم تعادل، برابری، بقا، پایداری، تساوی، تناسب، تناوب وغیره است. همسانی ابدی نیست، دارای نقطهٔ شروع وتحول پذیراست. همسانی فرایند ایجاد شباهت درتفاوت وتضاد است.

درك دیالکتیکی مفهوم همسانی، این نکات را روشن می‌کندکه: همسانی جدا از تفاوت وتضاد وجود ندارد؛ همسانی به وجود می‌آید واز بین می‌رود، همسانی فقط در روابط معین وجود دارد وتحت شرایط معین پدید می‌آید؛ تعریف کامل همسانی، استحالهٔ کلی متضادها به یکدیگر است.

همسانی دراشکال بی شماری متجلی می‌شود. پس درفرایند شناخت پدیده‌های جهان نباید صرفاً به بیان همسانی بین آن‌ها قناعت کنیم، بلکه باید نشان دهیم که این همسانی چگونه پدیدمی‌آید وتحت چه شرایط ودر چگونه روابطی باقی می‌ماند. براین اساس تعاریف زیر را از تقارن ارائه می‌کنیم[۸]:

مقولهٔ تقارن بیان کنندهٔ فرایند وجود وتحول (بودن وشدن) نکات همسان در شرایط معین بین حالات متفاوت ومتضاد پدیده‌های جهان است.

ملاحظات

ازاین تعریف مفهوم تقارن، روش شناختی زیرلازم می‌آید: درمطالعهٔ پدیده‌ها، اتفاقات وحالات مادهٔ درحال حرکت، بایدنخست تفاوت‌ها وتضادهای نهفته درآنهارا تعیین کرد، سپس روشن ساخت که دارای چه همسانی‌هایی هستند وایجاد وبقاواز بین رفتن این همسانی‌ها درچه شرایطی رخ می‌دهد. از اینجا یك رشته معیارهای کلی برای فرمول‌بندی فرضیات به دست می‌آید (این قانون اکثراً به شهود علمی مربوط می‌شود). **اگر وجود پدیده یا حالتی تثبیت شده ویا پارامترهایی ازیك پدیده مشخص گردیده باشد، باید وجود پدیده‌ها، خواص یا پارامتر های مخالف را پذیرفت.** این مطلب را نیزباید به اصل فوق بیفزاییم که طی روابط خاص و تحت شرایط معین نکاتی از همسانی بین شرایط متضاد وجود دارد یا حادث می‌شود. این دوقانون به طور کلی بیان کنندهٔ کاربرد مفهوم تقارن درمباحث مورد مطالعه است.

علاوه برفرایندهای پیدایش همسانی درتفاوت وتضاد، فرایند هایی نیزاز پیدایش تفاوت وتضاد دریك کلیت واحد همسان وجود دارد. اگربتوانیم ایجادکلیت را پایهٔ تقارن بدانیم، باید بپذیریم که اساس عدم تقارن، تجزیهٔ کلیت به جنبه‌های متضاد است.

مقوله‌ای که بیان کنندهٔ وجود وتصورپذیری تفاوت‌هاوتضادها در یك کل ودر همسانی وکلیت پدیده‌های جهان، تحت شرایط معین وطی روابط خاص است، عدم تقارن نامیده می‌شود. عدم تقارن در ساختمان، تغییرات وروابط داخلی فیمابین پدیده‌ها ازاهمیتی هم تراز تقارن برخورداراست.

۸ــ «مقولهٔ تقارن وعدم تقارن درفیزیك دنیای میکروسکوپی»، ازکتاب «مسائل فلسفی فیزیك کوانتوم»، اثرو.س.گت V.S.Gott وآ.ف. پرتورین A.F.Preturin، (به زبان روسی) چاپ مسکو ۱۹۷۱.

شاید دقیق این باشد که به‌جای «اصل تقارن»، عبارت «اصل وحدت تقارن وعدم تقارن» را بکار ببریم، زیرا تقارن و عدم تقارن هیچ‌یك به‌طور «مطلق» در طبیعت وجود ندارند و فقط می‌توانند در شناخت ما، به‌صورت انتزاعاتی که بیان‌کننده شرایط حدی هستند، وجود داشته باشند.

در همهٔ پدیده‌ها، تقارن و عدم تقارن باهم درآمیخته‌اند.* باید پذیرفت که همه تعمیم‌های واقعی علمی، یعنی تعمیم‌هایی که با واقعیت تطبیق می‌کنند، نه‌تنها شامل تقارن‌ها و بی‌تقارنی‌های خاص، بلکه‌دربرگیرندهٔ اشکال معینی‌ازوحدت‌آنهانیزهست. مثلا، در تبدیلات گالیله و لورنتس، آثار بی‌تقارنی همپای نشانه‌های تقارن وجود دارد؛ کلیه حالات سکون و حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط‌متقارنند، ولی حالات سکون و حرکت شتاب‌دار نامتقارنند،

برای یافتن وحدت بین تقارن و عدم تقارن در یك پدیدهٔ‌مفروض، باید گروههایی از آثار را بیابیم‌که درعین حال بیان کنندهٔ همسانی درتفاوت و تفاوت در همسانی‌باشند. بنابراین پیش از اقدام به‌یافتن تقارن ـ نسبت به‌گروه‌های خاصی از آثار ـ در یك پدیده معین یا در مجموعه‌ای از پدیده‌ها، باید تفاوت‌های موجود میان جنبه‌های گوناگون پدیدهٔ داده شده یا میان همه پدیده‌ها را بیان کنیم، زیراتقارن، وجود همسانی به‌طورعام نیست، بلکه وجود همسانی در تفاوت است. اگرمجموعه‌ای از پدیده‌های مطلقاً همسان داشته باشیم، هیچ‌گونه تقارنی نسبت به‌هیچ گروهی از آثار، در آنها نمی‌توان یافت.

این‌بدان‌معنی است که پیش از یافتن‌تقارن‌بایدبه‌جستجوی‌عدم تقارن برآییم. عکس این مطلب نیز صحیح است. پیش از روشن شدن تقارن پروتون‌ها و نوترون‌ها نسبت به واکنش‌های داخلی‌میان آنها، تفاوت آنها ـ که خود نوع خاصی از بی‌تقارنی است ـ کشف شد. ذرات و ضدذرات نسبت به‌هم نامتقارنند زیرا دارای نکات همسانی هستند که بر طبق آن، قرینهٔ آینه‌ای یکدیگر بشمار می‌آیند. بنظر می‌رسد که براساس وحدت تقارن‌و عدم تقارن، هریك از این دو مفهوم، مقدم بردیگری است. این جنبه وحدت ضدین ـ که در تقارن وعدم تقارن دیده می‌شود ـ درتحولات شناخت ما به‌روشنی تصویر شده است.

با پیشرفت فیزیك، دونظریهٔ کاملا مجزا دربارهٔ نور ـ موجی و ذره‌ای ـ تقریباً بطور همزمان بوجود آمد و تا مدت زیادی فیزیك نور به‌روشنی دارای عدم تقارن بود. بعدها کشف شد که جنبه‌های موجی وذره‌ای پدیده‌های نوری از بسیاری جهات معادلند و دارای نکات همسانی هستند، در نتیجه نسبت بیکدیگر متقارنند، با این وجود، امروزه یك‌نامتقارنی‌آشکار درفرضیه الکترومغناطیس وجوددارد. اینکه بارهای الکتریکی‌مخالف هریك می‌توانند به‌تنهایی وجود داشته باشند، موجب عدم تقارن شده است. حال آنکه میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی کاملا نسبت بهم متقارنند. جستجوی درازمدت برای

* در معماری و هنرهای تزیینی ایران اصطلاح جفت و پا جفت را داریم. جفت به‌معنی قرینه، مشابه و تکرار است وبرای القای‌آرامش در معماری بناهای مذهبی‌به‌کار می‌رود. پاجفت(یادجفت) به‌معنی نامتقارن است و تنوع ایجاد می‌کند. م

یافتن مغناطیس یك قطبی که توسط دیراك Dirac پیش‌بینی شد، در واقع جستجو برای یافتن تقارن بین بارهای الکتریکی و قطب‌های مغناطیسی است.[9] سرانجام در همین‌زمینه باید به این نکته اشاره کنیم که تقارن سکون و حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط براساس تضاد آنها عنوان‌می‌شود. پس‌وحدت تقارن و عدم تقارن را باید پدیده‌ای عمومی‌دانست که هم در واقعیت عینی وهم در شناخت ما نهفته است.

قبلا گفتیم که تقارن و عدم تقارن بکمك مقوله‌هایی عمومی از قبیل همسانی، تفاوت، تغییر و تحول تعریف می‌شوند. مقوله‌های تفارن و عدم تقارن نیز بنوبه خود دارای اهمیت اساسی برای توضیح سایر مقوله‌های شناخت هستند.

برای روشن‌شدن مطلب، بعنوان مثال، مقولهٔ «قانون» را درنظر می‌گیریم. هرقانونی بیان‌کنندهٔ یك‌نظم ویژه‌وترتیب بخصوصی درتوزیع‌فضایی پدیده‌ها وتقدم و تأخر آنهاست. مثلا قوانین ساختمان بلورها بیان‌کنندهٔ ترتیب توزیع ذرات متشکلهٔ آنها، ملکول‌ها، یون‌ها اتم‌ها، وگروه‌هایی از آنهاست . قوانین واکنش‌های زنجیری(درفیزیك، شیمی وبیوشیمی) ترتیب تقدم وتأخرحالات ومراحل مختلف رابیان می‌کند.

«قانون» همچنین مبین همگنی خاصی بین‌پدیده‌های مختلف وواکنش‌های داخلی بین آنهاست. دراینجا مفهوم همگنی حاکی‌ازهمسانی بین پیوندها، روابط وساختمان‌های آنها است. مثلا پدیده های متفاوتی چون صوت و امواج الکترومغناطیس دارای چندین جنبهٔ همسانی ووابستگی به‌یکدیگرند، ازجمله رابطهٔ بین‌طول‌موج‌وبسامد(فرکانس)ورابطهٔ بین فازو«سرعت گروه» انتشارامواج وموارد متعدد دیگر.

نظم یاترتیب (که هردوبه‌یك معنی هستند) وهمگنی، جنبه‌های ذاتی‌قوانین‌جهانند. حتی برخی ازمولفین‌آن‌ها راجنبه‌های اصلی قوانین دانسته‌اند. یوجین ویگنر، فیزیك دان برجسته، تعریف زیررا برای قوانین فیزیك ارائه نموده‌است: «نظم‌های موجود درپدیده‌ها که مورد جستجوی علوم طبیعی‌است، قوانین طبیعت نامیده می‌شود.»[10]

ویگنربی‌شك مشخصهٔ مهمی ازقوانین‌رامطرح نموده‌است، وازآنجاکه جنبهٔ‌دیگری ازقوانین یعنی تقارن‌باآن‌همراه‌است، به‌نظرمی‌رسدکه تقارن نیز برای درك قوانین طبیعت مهم وذاتی‌است.

لنین‌یکی ازمشخصه‌های قانون را چنین توصیف‌کرده‌است: «قانون، همسانی‌نمود هاست.»

این مشخصه حاکی ازآن است‌که راه دیگری نیز برای‌شناخت قوانین وجود دارد: بازگوکردن آنچه در پدیده های مختلف یا جنبه‌های مختلف پدیده ها همسان است .

۹ــ مقالهٔ «مغناطیس‌های تك قطبی» نوشتهٔ کنت‌و . فورد Kenneth W. Ford در مجلهٔ Scientific American

۱۰ ــکتاب تقارن وبازتاب‌ها، از یوجین پ . ویگنر، چاپ لندن، ۱۹۷۰، صفحه۳۹

همان‌طورکه قبلا ثابت‌کردیم، تقارن، همسانی درتفاوت وتضاد نیزهست. بنابراین یافتن تقارن بین پدیده‌ها یا درخود پدیده‌ها به‌منزلهٔ شناخت جنبه های خاصی از قوانین آن‌هاست . به بیان دیگر، بااستفاده ازتقارن می‌توان قوانین بی‌نهایت مهمی در مورد پدیده‌های جهان‌کشف کرد. هرقانونی دارای تقارن بخصوصی‌است؛ می گوییم بخصوص زیراهمسانی درتفاوت وعکس‌آن (که‌موجب پیدایش تقارن می‌شود) در موارد گوناگون می‌تواند بنیادی یاغیربنیادی باشد. واضح است‌که همسانی(تقارن) فقط درصورت‌بنیادی بودن درتعریف یك قانون مستتراست.

همسانی موجود بین پروتون ونوترون نسبت به اندرکنش‌های قوی (تقارن وابستگی‌بار) بیان‌کنندهٔ جنبهٔ بنیادی قانون اندرکنش آن‌هاست. بایدتوجه‌داشت که این قانون هنوزبه‌طورکامل روشن نشده‌است: یافتن تقارن پدیده ها، برای شناخت قوانین‌آنهاکفایت نمی‌کند. تقارن تمام محتوای یك قانون را دربرنمی‌گیردبلکه فقط یك جنبهٔ مهم‌آن است. بنابراین به‌هیچ وجه نمی‌توان تقارن را هم ارز قوانین دانست. پس نمی‌توان تنها به‌صرف‌کشف تقارن‌های نهفته درذرات بنیادی، نظریهٔ‌کاملی دربارهٔ‌قوانین حاکم برآنها وضع‌کرد.

اساس رابطهٔ بین قانون‌ها وجود نکات همسانی بنیادی بین‌آنهاست. مثلا در قانون جاذبهٔ عمومی‌وقانون‌کولمب، بستگی نیرو به‌فاصله همسان است. همچنین‌درقوانین‌سقوط آزاد اجسام و پایین آمدن اجسام روی سطح شیب دار، بستگی سرعت حرکت به تغییر ارتفاع همسان است. بااستفاده ازتعریفی‌که قبلا برای تقارن گفته شد ، می‌توان رابطهٔ بین این‌قوانین‌رابه‌عنوان تقارن‌آنها تشریح‌کرد.

تقارن بین قوانین عبارت است ازوجود نکات همسان بین پیوندهایی‌که جزئی‌ازاین قوانین محسوب می‌شوند. به‌این‌معنی، قوانین کاملا متفاوتی‌که در حوزه های مختلفی از طبیعت صادقند می‌توانندمتقارن باشند.

تقارن قانون‌ها یك جنبهٔ اساسی وحدت‌آنهاست .

قوانین حاکم برپدیده‌ها تحت شرایط معین مصداق می‌یابند.مسئلهٔ متقارن بودن قوانین نسبت به‌شرایط متفاوت، درهمین رابطه مطرح می‌شود. اگرهیچ نکتهٔ همسانی در شرایط کارکرد قوانینی موجود نباشد، این قوانین واجد هیچ‌گونه تقارنی نخواهند بود ؛ درصورت وجود چنین نکته‌هایی، متقارن بودن قوانین مذکور نسبت به‌شرایط مفروض ناگزیر خواهد بود. هدف، پیداکردن این‌نکات همسانی درشرایط گوناگونی است‌که این قوانین طی‌آن صادقند.

ازمیان کلی ترین جنبه های این شرایط می‌توان ازمکان و جهت درفضا، فواصل زمانی وحالات حرکت نام برد. تجربه نشان داده است‌که همهٔ مکان‌ها وجهات در فضا، همهٔ نواصل زمانی وکلیهٔ حالات حرکت یکنواخت مستقیم الخط دارای نکات همسانی هستند. لذا، هرگاه دستگاهی درموقعیتی ازفضا تحت قوانین معینی عمل‌کند، عملکردآن قوانین درهمه‌جا همسان خواهدبود. این مطلب درمورد موقعیت زمانی، سرعت های حرکت یکنواخت مستقیم الخط وجهت های فضا نیزصادق است. تغییر در هریك از این

پارامتر ها تأثیری در عملکرد آن قوانین ندارد و قوانین مربوطه تماماً متقارن باقی می‌مانند .

قبلا به این مطلب اشاره کردیم که از بنیادهای ارتباط بین قوانین، وجود نکات همسانی ـ یعنی نکات تقارن ـ در محتویات متفاوت آنها است. بابرداشت‌سطحی از عدم تقارن (یعنی آن را به معنی درکار نبودن هیچ‌گونه عنصرتقارن دانستن) ممکن است به این نتیجه برسیم که وجود بی تقارنی درقوانین، ارتباط بین‌آنها را نفی می‌کند. اما مطلب بدین قرارنیست. اولا، وجود بی تقارنی‌درمحتوای قوانین، محتوای‌آنها ووجود تقارن را نفی نمی‌کند. ثانیاً، عدم تقارن نیز، همانند تقارن، اساسی برای وجود ارتباط بین قوانین است. برای روشن شدن مطلب مثالی می‌آوریم: به وضوح می‌توان پذیرفت که بی تقارنی درمحتوای قانون‌افزایش انتروپی به هیچ وجه پیوندبین این قانون‌وقانون بقا وتبدیل انرژی را زایل نمی‌کند. درواقع با توجه به کمیت های فیزیکی مانندپتانسیل های ترمودینامیکی (پتانسیل‌ترمود دینامیکی، انرژی آزاد، انتروپی)، عکس‌این‌مطلب صحیح است .

قوانین بقای انرژی وایمپالس حاوی عنصری ازعدم تقارن متقابلند؛ انرژی یک کمیت اسکالر وایمپالس یک کمیت برداری است، اما پیوند عمیقی بین این دو وجوددارد که توسط فرضیهٔ نسبیت‌بیان می‌شود.

پس تکرار می‌کنیم که هم تقارن وهم عدم تقارن موجب ارتباط قوانین هستند. بعلاوه، ارتباطی که برپایهٔ وجود عناصربی‌تقارنی، ما بین قوانین پدید می‌آید به مراتب عمیق تراز ارتباط ناشی ازتقارن است.

عملا همهٔ قوانین‌نسبت به تغییرات وشرایط خاصی نامتقارنند. مثلاقوانین مکانیک نیوتونی نسبت به گروه تبدیلات لورنتس نامتقارن هستند. قانون افزایش انرژی نسبت به تبدیل انواع‌مختلف‌انرژی به یکدیگر، به روشنی متقارن است وبه طوری‌که می‌دانیم، این قانون نشان دهندهٔ آن است که همهٔ انواع انرژی میل دارند، به انرژی گرمایی تبدیل شوند. قانون ماکسول دربارهٔ توزیع سرعت درمولکول‌های گاز، بیان کنندهٔ غلبهٔ سرعت‌های مولکولی نزدیک به سرعت متوسط، برسرعت های بیشتریاکمتر است. قانون تأثیر متقابل‌هادی‌های حاوی جریان پربسامد، شتاب متقابل آنها را تعیین‌نمی‌کند، بلکه تنها شتاب یکی ازآنها را مشخص می‌سازد. وسرانجام، ارتباط بین قوانین کپلر وقانون جاذبهٔ عمومی براساس نقض تقارن محوری درحرکت سیاره‌ای بنا شده است؛ این ارتباط درقانون اول کپلربیان می‌شود.

یا.آ. اسمارا دینسکی Ya . A.Smorodinsky می‌نویسد: «اغراقی نخواهدبود اگربگوییم که تشریح قوانین نقض تقارن به پیدایش جالب ترین‌نتیجه‌ها درفیزیک منجر شده است.[11]»

۱۱ــ نشریهٔ «پیشرفتهای علم فیزیک» دورهٔ ۸۴ شمارهٔ ۱ سال ۱۹۶۴ صفحهٔ ۳

حال یك باردیگر مسئلهٔ عدم تقارن بین قوانین‌وشرایط کارکرد آنها را مشروحاً مورد بررسی قرار می‌دهیم. این عدم تقارن زمانی پدید می‌آید که بین شرایط کارکرد قوانین وجنبه‌های گوناگون آنها، نکات تفاوت برنکات همسانی غلبه داشته باشد. مثلا درشرایط فضای ناهمگن که درآن مواضع مختلف فضا همسان نیستند، بلکه متفاوتند، جابجایی‌متقابل‌اجسام براساس‌قوانین‌متفاوتی‌صورت‌می‌گیرد. قوانین‌حاکم‌برجابجایی‌اجسام درشرایط ناهمسان پایداری خود رااز دست می‌دهند ودراثر تغییرات نقض می‌شوند. تغییر ناپذیری این قوانین نیز نسبت به شرایط نامتقارن ازمیان می‌رود.

اما آیا ازاین مطلب می‌توان نتیجه گرفت‌که درقبال شرایط نامتقارن هیچ‌قانونی وجود ندارد وقوانین فقط درشرایط متقارن صادقند؟ چنین استنتاجی درنهایت، عجولانه خواهد بود. برای رسیدن به چنین نتایجی باید کمال دقت را به کاربرد ومحدودیت‌ها و نسبی بودن دانش بشررا در عصر حاضر، باید درنظر داشت. تا کنون تجربه این نکته را آشکارکرده است‌که، تقارن همیشه درپشت عدم‌تقارن پنهان است وبرعکس. مثلامی‌دانیم که دستگاه هندسی فضا ـ زمانی ریمان، نامتقارن است، اما زمینه‌ای وجود ندارد که‌آن را فاقد هرگونه تقارن بینگاریم . این مطلب هنوز برما روشن نشده است. مثال دیگری می‌آوریم؛ بازهم تجربه نشان می‌دهدکه هیچ مرزبندی دقیقی بین قوانین وشرایط‌کارکرد آنها وجود ندارد. شرایط نامتقارن بندرت صورت استثنایی می‌پذیرند؛ وقوانین صادق‌در آنها ـ ظاهراً دارای کیفیت های منحصر به فردی هستندکه ازدید ما، روابط معکوس آنها درجوار پیوندهای کارکردی نقش مهمی دارد. قوانین حاکم درشرایط نامتقارن، ممکن است‌کیفیتی آماری عمیق‌تری درمقایسه با قوانین مکانیك‌کوانتوم ومیدان‌کوانتوم داشته باشند.

همچنین اگر قبول‌کنیم‌که نامتقارنی شرایط مانع ازوجود نظم نیست، این حکم‌به گسترش بیشتردامنهٔ شناخت یاری می‌دهد. ونیز اینکه نامتقارنی شرایط، تغییرناپذیری قوانین را نفی نمی‌کند. این قضیه متکی بدین واقعیت است که تقارن تنها منبع تغییر ناپذیری نیست وتغییرناپذیری قوانین، توسط ارتباط های موجود، که جزئی از محتوای قوانین است، نیز تأمین می‌گردد.

مطالهٔ ارتباط بین مقوله‌های تقارن، عدم تقارن وقانون، امکان حصول به درك عمیق تری از محتوای این مقوله‌ها ونقش آنها درشناخت را فراهم می‌آورد.

پذیرفتن اینکه فضا وزمان مادهٔ متحرك دارای خواصی است‌که تاکنون شناخته نشده، براساس دانشی‌که تاکنون به دست‌آورده‌ایم ونیزبرپایهٔ قوانین عمومی‌ماتریالیسم دیالکتیك است. این خود مثالی ازتحلیل عینی ازیك وضع عینی، به کمك مقوله‌های فلسفی ومفاهیم علمی به شمارمی‌رود.

اصول فیزیك و اهمیت آن ها در شناخت

(بخش اول)

ماهیت اصول علمی چیست؟

اصول فیزیك تعمیم‌هایی از نظم‌های عینی خاص پدیده‌های فیزیکی هستند. در طبیعت به‌خودی خود هیچ‌گونه اصل فیزیکی، شیمیایی، زیست شناسی وامثال‌آن‌ها وجود ندارد. این اصول تنها درشناخت ماوجود دارند، ولی دارای یك محتوای عینی هستند.

پیدایش قوانین وتبیین اصول فیزیك، از بررسی وبیان ارتباط میان کارکرد این قوانین وخواص طیف‌گسترده‌ای از پدیده‌های فیزیکی ناشی می‌شود. اگر این ارتباط از راه آزمایش اثبات شود، دراین صورت اصول فیزیك به‌وجود می‌آیند وهرگاه‌ارتباط مذکور مبتنی به‌فرض باشد، بااصول موضوعه[1] سروکار خواهیم داشت.

اصول موضوعه در فیزیك اصولی هستندکه بریك ارتباط فرضی و پذیرفته شده میان قوانین مورد تعمیم وخواص گروهی ازپدیده‌های فیزیکی قراردارند. به‌بیان‌دیگر، اصول موضوعه در فیزیك نوع‌خاصی از فرضیه‌های فیزیکی هستند(مثلا اصول موضوعهٔ بور در مورد مدل اتمی که در سال ۱۹۱۳ توسط وی ارائه گردید).

یك نکتهٔ اساسی در پیدایش اصول فیزیکی جدید، اثبات وجود ارتباطی میان قوانین فیزیك،اشکال ظهورآن‌ها وسایر اصول فیزیکی است.

پس می‌توان گفت که تحلیل محتوای هراصل خاص از فیزیك الزاماً شامل روشن کردن ارتباط آن باسایر قوانین واصول فیزیك است.

هیچ‌یك از اصول فیزیك به‌تنهایی کامل نیست ودرواقع هیچ مجموعه‌ای ازاصول علمی نمی‌تواند کامل و به‌کلی پایدار باشد. با پیشرفت علم، یکایك اصول علمی دارای دقت بیشتری می‌شوند ومعنای آنها گسترده‌تر ویا گهگاه محدودتر می‌شود. بی‌شك نقطهٔ شروع تشکیل اصول فیزیکی تجربهٔ عملی یا آزمایش است. در نتیجه می‌توان گفت که روش مطالعهٔ محتوای عینی اصول فیزیك شامل مراحل زیر است:

۱ــ تحلیل چگونگی پیدایش اصول فیزیك وکاربرد آن‌ها؛

۲ــ تحلیل ارتباط‌آن‌ها باسایر قوانین و اصول فیزیك؛

۳ــ تحلیل اصول فیزیك به‌عنوان تجربهٔ عملی (آزمایش) تعمیم یافته‌وبه‌عنوان تنها مراحل انعکاس منطقی واقعیت. دستهٔ خاصی از اصول فیزیکی رااصول «نفی»[2] تشکیل می‌دهند. تعداد این گونه اصول بسیار زیاد است وبرخی از آن‌ها مفهوم‌عام‌دارند. اصول نفی در فیزیك دارای مفهومی دوگانه‌اند: از یك سوبیان کنندهٔ امکان‌ناپذیری

1. Postulates 2. Inhibition Principles

برخی از پدیده‌های فیزیکی در طبیعت هستند ودرنتیجه امکان مشاهده یابه‌آزمایش در آوردن‌آن‌ها را نفی می‌کنند؛ از سوی دیگر، جهت تفکر را مشخص‌می‌کنند، نظم‌خاصی به‌اندیشه می‌دهند وبرخی هدف‌های خاص وراه‌های نیل به‌آن هدف‌هارا ــ نه‌بـرای طبیعت، بلکه برای اندیشه ــ مردود اعلام می‌کنند.

بهتر بگوییم، همهٔ اصول وقوانین شناخته‌شدهٔ فیزیك دارای بعضی نکات مبتنی‌بر نفی، به‌معنای نخست یا به‌معنای دوم آنند. مثلا قوانین بقا، اصل نایقینی‌هایزنبرگ واصل ثابت بودن سرعت نور، نکاتی مبتنی برنفی درخود دارند. ضمناً اصول نفی یك دسته مسایل «پوچ» را نیز مشخص می‌کند، مثلا مسئلهٔ طرز ساختن ماشین کاردایم.

علاوه براین، برای اصول موضوعه نیز تعدادی اصول نفی وجود دارد.

اصول نفی طبیعتاً از درجات مختلفی از تعمیم برخوردارند وحوزه‌های کاربرد آنها متفاوت است. اما برخی اصول نفی دارای مفهوم مطلق هستند. مثلا، می‌توان ازآن اصول نفی نام‌بردکه بخشی از قوانین بقا و تبدیل در محدودهٔ کار کردشان هستند. به‌طور کلی باید بااصول نفی به‌صورت مشخص برخورد کرد، هرچند ازدیدگاه تفکر، برخی از جنبه‌های اصول نفی خصلت مطلق دارند. مثلا هیچ گاه نمی‌توان ماده رابدون حرکت تصور کرد. این اصل نفی، نتیجهٔ نظرات بنیادی روش‌شناسی در ماتریالیسم دیالکتیك است.

اصول نفی، نقش مهمی در شناخت ایفا می‌کنند. برخی از دانشمندان، ازجمله ادموند ویت‌تیکر[3] فیزیك دان وریاضی‌دان انگلیسی، این اصول را زیر بنای تمامی فیزیك می‌دانند[4]. ولی این عقیده بی‌پایه است.

در مورد اصول نفی و نقش آن‌ها در شناخت پدیده‌های فیزیکی، عقاید گوناگونی وجود دارد. بعضی از فیزیك‌دانان برآنند که اصول نفی‌بیانگر قوانین غیر علیتی‌طبیعت هستند. بعضی دیگر آن‌ها را بیان فشردهٔ تجربیات منفی‌ما، یعنی تجربیاتی که نشان‌دهندهٔ امکان ناپذیری برخی فرایندها و پدیده‌ها هستند، به‌شمار می‌آورند. و در عین حال عده‌ای معتقدند که اصول نفی نتایجی هستند که ازمبانی نظری فیزیك به‌دست می‌آیند.

به‌نظر ما، این دیدگاه ها هیچ یك به‌طور کامل خصایص ویژهٔ اصول نفی فیزیکی را ارائه نمی‌دهند. دیدگاه‌های مذکور یایك جانبه هستند یا آن‌که اهمیت این‌اصول را به‌سادگی تحریف می‌کنند.

اصول نفی همچون سایر اصول فیزیك متکی به‌اطلاعات تجربی هستند وبه‌عنوان نخستین مرحلهٔ شناخت قوانین پدیده‌های فیزیکی عمل می‌کنند و در حقیقت در این مرحله، تجربیات اولیهٔ منفی، یعنی اطلاعات حاکی ازامکان ناپذیری برخی فرایندهاو پدیده‌ها را، تعمیم می‌بخشند.

حال به‌بررسی بعضی ازاصول فیزیك می‌پردازیم که درشناخت جهان بی‌نهایت

---

3. Edmund Whittaker

۴ــ نگاه کنید به کتاب «فیزیك و سیاست» (به‌زبان انگلیسی) نوشتهٔ ماکس بورن، چاپ ۱۹۶۲، ادینبرو ولندن صفحهٔ ۳۹.

کوچك نقش مهمی دارند. مکانیك کوانتوم ، که ویژگی‌های کیفی اشیاو فـرایندها رادر جهان بی‌نهایت کوچك منعکس می‌کند، نشان داده است که دترمینیسم لاپلاس[۵]، که تعین (دترمینیسم)[۶] را در هر شرایطی الزامی می‌داند، درمورد جهان بی‌نهایت کوچك صادق نیست. البته دراینجا موضوع مردود شمردن مطلق وماورای طبیعی‌اصل تعین مطرح نیست. مکانیك کوانتوم این مطلب را روشن کرده است که در طبیعت‌علیتی برپدیده‌ها حاکم است که به توازن تعین و عدم تعین در فرایندهای کنش متقابل و تبدیل‌پدیده‌های عملی متکی است. به‌عبارت دیگر علیت دیالکتیکی برپدیده هاحاکم‌است.

عدم تعین عینی در فیزیك در مواجهه بافرایندهایی که درجهان‌بی‌نهایت کوچك بامدل اتمی بورپیش می‌آمد، مطرح شد، به‌خصوص در مورد اصل موضوعهٔ ارتباط میان سطوح انرژی الکترون در اتم وبسامد تابش یا جذب امواج الکترومغناطیسی :

$$\frac{E_۲ - E_۱}{h} = \nu$$

که درآن $E_۲$و$E_۱$ سطوح انرژی، h ثابت پلانك و ν بسامد تابش یاجذب نور است.

همان‌طوری که از رابطهٔ فوق مشاهده می‌شود، بسامد تابش الکترون‌نه‌تنهابه‌سطحی که ازآن حرکت می‌کند، بلکه همچنین به‌سطحی که به‌آن وارد می‌شود، بستگی دارد. در هر صورت از قبل نمی‌توان دانست که الکترون به‌کدام سطح جدید خواهد رفت. نایقینی همین است. در این‌جا نمی‌توان به‌طور یقین گفت که الکترون دقیقاً به‌فلان سطح خواهد رفت، ولی می‌توان از احتمال فلان نوع انتقال سخن گفت. پیداست که در اینجا نایقینی به‌صورت امکان واحتمال‌بیان می‌شود.باید توجه داشت‌هرجاکه‌احتمالات بسیار متعددی وجود داشته باشند، که پی‌درپی ظهوریابند یا از صورت تحقق خارج‌شوند، بانایقینی عینی سروکار داریم.

گذار از تعین بی‌چون و چرا به‌عدم تعین ، بسیاری از دانشمنـدان به‌خصوص آنانی راکه از لحاظ روش شناسی آمادگی چنین گذاری را نداشتند، بانوعی بن‌بست مواجه کرد. آن‌ها در رفتار «غریب» الکترون بی‌کم وکاست آن چیزی رامی‌دیدندکه به‌گفتهٔ خودشان «ارادهٔ آزاد» یا «آزادی انتخاب» بود.

این‌جا بود که فلاسفه باید به‌یاری پژوهش گران طبیعت می‌شتافتند وآن‌ها را از سردرگمی نجات می‌دادند. اماچه کسی قادر به‌چنین کاری بود؟ فیلسوفان طبیعی کهن؟ آن‌ها خودشان اسیر دترمینیسم لاپلاس بودند. این رفتار «غریب» الکترون برای‌آن‌ها موقعیت مناسبی به‌وجود می‌آورد تابه تحکیم مواضع خود، که در نتیجهٔ پیشرفت‌های علوم طبیعی به‌خطر افتاده بود، بپردازند.

تنها فیلسوفانی می‌توانستند به‌حل مشکل کمك کنند که متکی به‌ماتـریالیسم

۵ــ Pierre Simon Laplace ریاضی‌دان و اختر شناس فرانسوی (۱۷۴۹ ــ ۱۸۲۷).

۶ــ Determinism نظریه‌ای فلسفی مبنی براین که همهٔ حوادث، اعمال و تصمیمات‌نتیجهٔ اجباری حوادث و شرایط روحی، جسمی ومحیطی گذشته است که بیرون از حوزهٔ ارادهٔ انسان قرار دارند.

دیالکتیك باشند. ماتریالیسم دیالکتیك نشان می‌دهد که رفتار «غریب» الکترون حاکی از «ارادهٔ آزاد» نیست، بلکه بیانگر کیفیت جدید اصل علیت هنگام به‌کار گرفتن آن درجهان بی‌نهایت کوچك است واین حقیقت راروشن می‌کند که درجهان بی‌نهایت کوچك، قوانین دارای خصیصهٔ احتمالی هستند. عدم تعین، خاصیت عینی فرایندها و پدیده‌هایی است که در جهان بی‌نهایت کوچك رخ می‌دهند.

وجود عدم تعین در پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچك، به‌طور عمیق وبلاواسطه توسط اصل نایقینی هایزنبرگ بیان می‌شود. وی این اصل را همزمان با ارائهٔ توجیه ریاضی پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچك عرضه کرد. این اصل منعکس کنندهٔ عدم تعین عینی حالات فضا ــ زمانی وایمپالس ــ انرژی ذرات بی‌نهایت کوچك، در وابستگیشان به‌یکدیگر است. به‌عبارت دیگر، تعین یك حالت موجب عدم تعین حالات دیگر می‌شود. حالت خاصی‌ازاین‌عدم تعین به‌صورت این حقیقت ظاهر می‌شود که تعین حالات فضاــ زمانی هرذره، مثلا وجود مسیرهایی برای حرکت ذرات، تنها درصورت عدم تعین حالات ایمپالســ انرژی آن‌هاامکان‌پذیر است.

اصل نایقینی‌هایزنبرگ نشان می‌دهد که تعین وعدم تعین پدیده‌های جهان‌بی‌نهایت کوچك را نمی‌توان به‌طور جداگانه بررسی کرد، بلکه باید آن‌ها را در پیوند وتبدیل دوجانبه‌شان مورد توجه قرار داد.

در فیزیك، به‌خصوص در مکانیك کوانتوم، عمدتاً سخن از عدم تعین واصل نایقینی به‌میان می‌آید و این‌امر نشان می‌دهد که پیوند عینی میان تعین و عدم تعین و بازتاب این پیوند در نظریه‌های علمی، مورد توجه کافی قرار نمی‌گیرد.

انسان در خلال فعالیت های همه جانبه‌اش غالباً با تعین وعدم تعین وهمچنین با فرایندهایی که عرصهٔ تبدیل این دو به یکدیگر است، روبرو می‌شود. هر یك از ما در برخوردهایمان بادیگران درپی آنیم که نایقینی وضعیتی را مثلا از طریق پرسیدن سئوالاتی وتحلیل جوابهای داده شده‌ــ ازمیان برداریم. به‌طور خلاصه، پیش ازدریافت جواب، جواب‌های متعددی محتمل است (یعنی نایقینی وجوددارد) ،اما پاسخ دریافت شده این نایقینی رااز بین می‌برد.

فرض کنید که در دورهٔ نهایی یك رشته مسابقات تنیس حضور یافته‌ایم وخواهان پیروزی یکی از بازیکنان هستیم. برای‌این بازیکن دونوع احتمال وجود دارد، یابرنده می‌شود یابازنده. پیش‌ازآن‌که مسابقه‌به‌پایان برسد، نایقینی عینی‌وجود داردوتنهاپیروزی یکی از شرکت کنندگان، این نایقینی را به‌یقین تبدیل می‌کند. در عین حال، پیروزی‌او در جوار این یقین، نایقینی جدیدی پدید می‌آورد، زیرا نمی‌توان نتایج کاملا مشابهی برای مسابقات بعدی وی پیش‌بینی کرد.

در فرایند شناخت نیز انسان می‌کوشد تانایقینی های موجود راازمیان بردارد،از تعداد فرض‌ها، حدس‌ها وفرضیه‌ها بکاهد وبدین‌ترتیب‌برنسبت دانش یقینی وقابل‌اتکا بیفزاید.

نگاهی به‌مسیر تکامل شناخت بشر ازواقعیت، نشان می‌دهدکه مسئلهٔ‌تعین وعدم‌تعین

درطول هزاران سال توجه فیلسوفان را به‌خود معطوف داشته است. دراینجا مجال آن نیست‌که به‌سیر دراین هزاره‌هابپردازیم، لذا حوزهٔ مطلب رابه‌دوقرن نوزدهم وبیستم محدود می‌کنیم.

در هنگامی‌که هنوز برخورد ماورای طبیعی باپدیده‌های واقعی در قلمرو علوم طبیعی حاکم بود، و برداشت ها در وهلهٔ نخست مبتنی بـر تعین بود، استادان کبیر دیالکتیک ــ هگل ایده‌آلیست، مارکس، انگلس ولنین ماتریالیست ــ دو مقولهٔ همبستهٔ تعین وعدم تعین رادر آثار فلسفی خود به‌کار می‌گرفتند. آن‌ها به‌تعبیری، از گسترش علوم طبیعی و سایر رشته ها جلوتر بودند وبرای‌آن‌ها ابزار شناخت فراهم می‌کردند.

گسترش فیزیك جهان بی‌نهایت کوچك در قرن بیستم، به‌همراه پیدایش علـم سیبرنتیك، نظریهٔ کنترل وسایر علوم موجب افزایش توجه علمی به‌این مفاهیم گردید. مثلا ثابت شد که در پدیده‌های مربوط به‌جهان بی‌نهایت کوچك، مرز قاطعی میان ذرات بنیادی و محیطی که این ذرات درآن واقعند وجودندارد ومفاهیم «داخل» و «خارج» در این مورد تعین خود را ازدست می‌دهند و نسبی می‌شوند. درموردذرات‌بنیادی‌می‌توان «داخل» و «خارج» رایکی دانست، یعنی می‌توان این ذرات را به‌عنوان میدان ومیدان رابه‌عنوان یك دستگاه باز از ذرات که بانیروی زیاد به‌یکدیگر پیوسته‌اند، در نظر گرفت. حاصل این‌امر، عدم تعین پارامترهایی از قبیل انرژی وجرم در ذرات بنیادی است. این عدم تعین به‌خصوص در رابطهٔ نایقینی برای انرژی و زمان ظاهر می‌شود. حال باید قانون بقای جرم ــ انرژی، در مورد ذرات بنیادی، که خواص موجی قابل توجهی دارند، صادق باشد. این‌امر نباید براساس مفهوم‌دستگاه‌های مجزا (ایزوله) صورت‌بگیرد، بلکه محدودیت‌های مفهوم دستگاه مجزا باید مورد نظر واقع شود.

عدم تعین در انرژی اجسام بی‌نهایت کوچك با مفهوم دستگاه‌های مجزا چندان سازگار نیست. در فیزیك، دستگاه مجزا، دستگاهی است که با دستگاه های دیگر هیچ گونه تبادلی نداشته باشد و انرژی کل آن وابسته به‌زمان نباشد.

محدودیت مفهوم دستگاه مجزا در توضیح انرژی کل ذرات متعلق به‌جهان بی نهایت کوچك مورد توجه بسیاری از فیزیك‌دانان پیشرو بوده است. اینان به‌حق معتقد بودند که ذرات بی‌نهایت کوچك مجزا از محیط خود وجود ندارند. عدم تعین‌انرژی ذرات بنیادی در فواصل زمانی کوچك را باید براساس وحدت عمیق مفاهیم داخل و خارج در مورد آن‌ها توضیح داد. این امر نتیجهٔ جدایی ناپذیری آن‌ها از محیطی است که در آن واقعند. نارسایی های مفهوم دستگاه مجزا به‌خصوص در الکترودینامیك کوانتوم نمایان شد. در اینجا معلوم شد که موضوع مورد بررسی در جهان بی‌نهایت کوچك باید کل ذرات و میدان‌هایشان باشد که به‌صورت مجموعه در نظر گرفته شده باشند.

رابطهٔ نایقینی‌برای انرژی وزمان $\Delta E.\Delta t \geqslant \frac{h}{2\pi}$ متضمن ارتباطووابستگی ذرات بی‌نهایت کوچك و مجموعهٔ میدان‌های الکترومغناطیسی الکترون ــ پوزیترون است.

هایزنبرگ و دستیارانش نشان دادند که میدان الکتریکی هستهٔاتم در خلاء نیز عمل می‌کند و موجب قطبی شدن آن می‌شود و بدین ترتیب زوج‌های الکترون-پوزیترون را از هم جدا می‌کند. از اینجا نتیجه می‌شود که کاهش میدان الکتریکی هسته با عکس مجذور فاصله متناسب نیست. این پیوند غیر خطی میدان‌ها و ذرات منجر به پیدایش کیفیت آماری در زمان و عدم تعین مقدار انرژی ذرات بی‌نهایت کوچك می‌شود.

پس رابطهٔ نایقینی برای انرژی و زمان، وحدت عمیق مفاهیم داخل و خارج را در مورد ذرات بی‌نهایت کوچك بیان می‌کند و تصور ما را از انرژی عمیق‌تر و گسترده‌تر می‌سازد و همچنین خواص کیفی جدید این مشخصهٔ حرکت ماده را برای دستگاه های باز غیر مجزا آشکار می‌گرداند.

کاملا بدیهی است که در واقعیت عینی، هیچ دو دستگاهی از یکدیگر مجزا نیستند (مثلا با توجه به‌میدان جاذبه) و هیچ دستگاهی را نمی‌توان به‌طور مطلق از دستگاه‌های دیگر مجزا ساخت. مجزا بودن فقط به‌صورت نسبی ممکن است، نه مطلق و تنها در برخورد با مسایل خاص می‌توان دستگاهی را جدا از تأثیر دستگاه‌های دیگر فرض کرد.

فیزیك کلاسیك و فیزیك غیر نسبی، در جهان بی‌نهایت‌کوچك‌براساس مفهوم دستگاه‌های مطلقاً مجزا، گسترش یافته است. بدین ترتیب، حل بسیاری از مباحث‌به‌میزان قابل توجهی ساده شده است، اما در این میان ارتباط واقعی میان تعین و عدم تعین، دستگاه‌های مجزا و غیر مجزا و دستگاه‌های باز و بسته نادیده گرفته شده است. دستگاه باز و غیر مجزا همیشه دارای خواص بیشتری است، اما در عین حال ممکن است‌نسبت به‌دستگاه‌های خاصی یا در مورد کنش‌های متقابل همچون دستگاه بسته و مجزا عمل کند.

با توجه به آنچه گفته شد می‌توانیم براساس نکات زیر، عدم تعین را به‌عنوان یکی از اشکال وجود عینی پدیده‌های جهان تعریف کنیم:

نخست، مرزهای میان خواص و حالات پدیده‌ها را مشخص کنید، مثلا بین‌پروتون ها و نوترون‌ها در هستهٔ اتم چیزی وجود ندارد؛ دوم، وابستگی خواص، حالات و پدیده‌ها به‌یکدیگر، استقلال نسبی آن‌ها را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد؛ سوم، ضرورت به‌شکل اجتناب ناپذیر بودن ظاهر نمی‌شود، بلکه به‌صورت احتمال و امکان درمی‌آید.

تعین‌باتوجه‌به‌نکات زیر، شکلی از وجود عینی پدیده‌ها در جهان است: نخست، مرزهای کاملا مشخصی بین حالات پدیده‌های طبیعت وجود دارد، مثلا تفاوت میان پروتون‌ها و نوترون‌ها در واکنش‌های متقابل الکترو مغناطیسی و در حالات آزاد آن‌ها؛ دوم، خواص، حالات و پدیده‌ها به‌طور نسبی مستقل از یکدیگرند، مثلا هنگامی‌که در مقایسه با سرعت‌سرعت نور در خلاء کم باشد، جرم نسبتاً مستقل از سرعت است؛ سوم، ضرورت به شکل اجتناب ناپذیر بودن، تغییر ناپذیری گذار احتمال به‌فعلیت و از طریق امکان ناپذیری برخی حالات ظاهر می‌شود. باید توجه داشت که وجود استقلال عینی برای

برخی حالات. انتقالات و تبدیلات یکی از نشانه‌های اصلی تعین پدیده‌های طبیعت است. پیوند و وابستگی متقابل عمیقی میان تعین و عدم تعین وجود دارد و این موضوع به صورت هرچه کامل‌تر در اصول و قوانین علوم جدید و از جمله فیزیك جهان بی نهایت کوچك منعکس می‌گردد.

محتوای عینی مکانیك و بازتاب خصلت دیالکتیکی فرایندهای جهان بی‌نهایت کوچك ــ از طریق به‌کارگیری اصول و قوانین مکانیك کوانتوم در آن ــ کلیهٔ دعاوی ایده‌آلیستی را مبنی بر ذهنی بودن مکانیك کوانتوم، وابستگی فرایندهای‌جهان بی‌نهایت کوچك به‌ناظر و نهایتاً غیر قابل شناخت بودن فرایندهای جهان بی‌نهایت کوچك را رد می‌کند. این دعاوی و نظرات ایده‌آلیستی همانند آن‌ها، راه را برشناخت مجهولات می‌بندند اما هرگز نمی‌توانند مانع از گسترش علم شوند.

درك دیالکتیکی و برخورد ماتریالیستی با رابطهٔ میان تعین و عدم تعین، نقش عمده‌ای در شناخت جهان بی‌نهایت کوچك ایفا می‌کند. با این حال بسیاری از فیزیك دان‌ها چشم‌بسته به‌راه خود می‌روند و از دستاوردهای نظریهٔ شناخت مبتنی برماتریالیسم دیالکتیك غافلند یا آن‌را نادیده می‌گیرند.

مقولهٔ کنش متقابل[7] و اصل ترکیب[8] (سوپرپوزیسیون) نقش مهمی درفیزیك جهان بی‌نهایت کوچك دارد.

حتی قوانین و اصولی از فیزیك که تاکنون شناخته شده، حاکی از غنای فوق العادهٔ مقولهٔ فلسفی کنش متقابل است. در مقابل، مقولهٔ کنش متقابل (به‌همراه سایر مقوله‌ها و قوانین دیالکتیك) دانشمندان را برای شناخت عمیق‌تر ماهیت فرایند های فیزیکی تجهیز می‌کند.

دایرةالمعارف فلسفی شوروی تعریف زیر را از مقولهٔ کنش متقابل به‌دست می‌دهد که اساساً می‌تواند مورد قبول ما باشد: « کنش متقابل شکلی عام از ارتباط اجسام یا پدیده‌هاست. ارتباطی که در تغییر متقابل آن‌ها تحقق می‌یابد»[9].

کنش متقابل، همانند مادهٔ در حال حرکت، بی‌پایان است. بنابراین همیشه با موضوع گسترش و تعمیق درك خود نسبت به کنش متقابل اشیا و پدیده‌های مادی مواجه بوده‌ایم و خواهیم بود. تحلیل مقولات مربوط به کنش متقابل از این حقیقت آغاز می‌شود که کنش متقابل دارای جنبه‌های ذاتی متعددی است که ما تنها برخی از جنبه‌های خارجی و داخلی آن را لمس می‌کنیم. مهم‌ترین شکل تجلی جنبهٔ خارجی کنش متقابل «ارتباط متقابل حرکت های اجسام جداگانه» است.[10]

این حرکت‌های جداگانه و اجسام جداگانه در قالب پدیده‌های دایمی با یکدیگر

---

7. Interaction

۸ــ Superposition : بنابراین اصل تأثیر هر علت برابر است با مجموع تأثیرهای اجزای آن.

۹ــ دایرةالمعارف فلسفی (به‌زبان روسی) جلد ۱، مسکو، ۱۹۶۰، صفحهٔ ۲۵۰.

۱۰ــ فردریك انگلس در کتاب «دیالکتیك طبیعت» صفحهٔ ۲۳۰.

مرتبطند. قابلیت تبدیل دوجانبه و وابستگی متقابل پدیده‌ها به‌یکدیگر، مستقیماً درجنبهٔ خارجی ظاهر نمی‌شود. پدیده‌های مذکور در پوششی از استقلال نسبی و وجود نسبتاً «جداگانه» قراردارند. در اینجا علل پدیده‌ها در حکم اعمال و نیروهای خارجی‌مستقل از یکدیگر عمل می‌کنند.

انگلس تعریف موجزی از جنبه‌های داخلی کنش متقابل بیان کرده است: «عمل متقابل نخستین چیزی است که هنگام در نظرگرفتن مادهٔ در حال حرکت به‌عنوان یك کل، از دیدگاه علوم طبیعی نوین، با آن روبرو می‌شویم. ما با اشکال گوناگونی از حرکت برخورد می‌کنیم: حرکت مکانیکی، حرارت، نور، الکتریسیته، مغناطیس، ترکیب و تجزیهٔ شیمیایی، تبدیل حالات مجتمع‌های مولکولی، زندگی آلی. همهٔ این حرکت‌ها ــ به‌استثنای زندگی آلی ــ به یکدیگر تبدیل می‌شوند، متقابلا تعیین‌کنندهٔ یکدیگرند، در موردی علت و در موردی دیگر معلولند و در همهٔ این احوال مجموع کلیهٔ اشکال حرکت ثابت باقی می‌ماند.»[۱۱]

تبدیل و انتقال دوطرفه، وابستگی و پیوند متقابل، اساسی‌ترین جنبه‌های داخلی کنش متقابلند. در اینجا پیوندهای علیتی از عمق بیشتری برخوردارند. این پیوندها هم شامل وابستگی علت‌ها به‌یکدیگر و هم مشتمل بر عمل متقابل معلول‌ها بر علت ها هستند. بدیهی است که جنبه‌های خارجی کنش متقابل، تجلیات محدود جنبه‌های‌داخلی آن است.

کنش متقابل با درنظر داشتن مجموع جنبه‌های داخلی و خارجی‌اش دارای خصیصه‌های زیر است:

الف) کنش متقابل عبارت است از ارتباط اجسام و حرکات جداگانه وهمزمان.

ب) کنش متقابل شامل تبدیل دوجانبه و وابستگی دوطرفهٔ پدیده‌های جهان است.

ج) کنش متقابل ــ علاوه بر این ــ شامل انواع گوناگون پیوندهای میان پدیده‌ها و از جمله اشکال متعدد وابستگی‌های علیتی است. کنش متقابل بیان تمام روابط، پیوندها و تبدیلات گوناگون پدیده‌های جهان است.

کنش متقابل پدیده‌های فیزیکی چگونه توسط اصل ترکیب (سوپرپوزیسیون) بیان می‌شود؟ اصل ترکیب بیان گر برخی جنبه‌های خارجی کنش متقابل ــ یا دقیق‌تر بگوییم ارتباط و پیوند خارجی میان روابط همزمان حرکت‌ها و اجسام جداگانه ــ است.

اصل مذکور ضمناً شامل برخی اشکال وابستگی علیتی با خصوصیات زیر است: الف) علت‌ها مستقل از یکدیگرند یا ب) تأثیر معکوس معلول‌ها بر علت‌ها قابل چشم پوشی است. بنابراین می‌توان گفت که ترکیب (سوپرپوزیسیون) عبارت است از کنش متقابل بدون تبدیل، بدون وابستگی دوطرفه و بدون پیوند معکوس. اصل ترکیب دارای یك‌محتوای ویژهٔ عینی است: این اصل جنبه‌های خارجی کنش متقابل

۱۱ــ همان‌جا، صفحهٔ ۲۳۱.

و برخی از وجوه وابستگی علیتی را بیان می‌کند، ولی استفاده از آن در حکم یك مرحله تقریب زدن در محتوای کلی کنش متقابل و تصویر ساده شده‌ای از کنش متقابل پدیده‌های جهان است.

اصل ترکیب (سوپرپوزیسیون) استقلال و ناوابستگی نسبی پدیده‌های موثر بر یکدیگر را می‌پذیرد. بدین ترتیب مجاز هستیم که تأثیر متقابل علت‌ها و اثر معکوس معلول‌ها بر علت ها را نادیده بگیریم، یعنی معکوس را حذف کنیم. بر این اساس کنش متقابل را می‌توان افزودن حرکت‌های جداگانه و مشخصه‌ها و پارامترهای آن‌ها محسوب داشت: کل، مجموع اجزای خود است و کنش متقابل، فرایند این جمع است[۱۲]. در جنبه‌هایی از کنش متقابل که بیان کنندهٔ اصل ترکیب است دو نکتهٔ مشخص وجود دارد: استقلال نسبی و مجزا بودن عناصر کنش متقابل و ترکیب، جمع و انطباق آن‌ها با یکدیگر. هردوی این نکات مستلزم وجود یکدیگرند و هیچ‌کدامشان بدون دیگری نمی‌تواند موجود باشد.

از نظر روش‌های شناخت و تفکر علمی، اصل ترکیب (سوپرپوزیسیون) یکی از صور کاربرد روش تحلیلی در فیزیك است. این روش تحلیلی علاوه بر تقسیم کل به‌چندین جزء و روشن کردن پیوندهای میان این اجزا، مبین ترتیب و توالی این‌پیوند ها نیز هست. خواص کل از طریق افزایش و در کنار هم گذاردن اجزای آن، به‌طور تحلیلی مشخص می‌شود. وقتی پیوندهای موجود بین اجزای کل مشخص شود و اصل ایجاد کنندهٔ این پیوندها یافته گردد، می‌توان از روی این اصل خواص کل را به‌عنوان مجموع و برآیند ترکیب اجزایش، به‌دست آورد. همهٔ این وجوه روش تحلیلی در اصل ترکیب بیان می‌گردد. مبانی عینی روش تحلیلی و اصل ترکیب به‌میزان مشابهی برپایهٔ وجود تجلیات خارجی کنش متقابل پدیده‌های جهان قرار دارد.[۱۳] بنا براین، اصل ترکیب، شکل مشخصی از کاربرد روش تحلیلی در فیزیك است. پس‌محدودیت های اصل ترکیب از محدودیت‌های ذاتی روش تحلیلی شناخت جهان جدایی ناپذیر است.

چون اصل ترکیب، تصویری از کنش متقابل، با یك‌درجه تقریب‌به‌دست‌می‌دهد، آن را می‌توان به‌عنوان تقریب مرتبهٔ اول در مطالعهٔ همهٔ انواع کنش‌های فیزیکی متقابل در جهان به‌کاربرد.

یکی از پیش فرض‌های روش شناسی نظریهٔ بور در مورد ساختمان اتم، استقلال اتم‌ها از یکدیگر است، و این خود یکی از نکات اصلی اصل ترکیب است.

۱۲ــ مفهوم کنش متقابل با تصور اتم‌ها به‌عنوان ذرات غیر قابل تقسیم و تغییر ناپذیری که مجزا از یکدیگرند، و ترکیبات آن‌ها هنگام شکستن دوباره همان نوع اتم‌ها رابه‌وجودمی‌آورد، پیوند دارد.

۱۳ــ به‌طور کلی هر روش شناخت متکی به‌جنبه‌های کنش متقابل و گسترش پدیده‌های‌جهان است. نظم‌های موجود در حالات عام و خاص پدیده‌های جهان همیشه در روش شناخت تعمیم‌می‌یابند. روش‌های شناخت، عامل فرایندهای گسترش شناخت هستند و تعمیم‌های خاص آن به‌شمارمی‌آیند.

در مکانیك کوانتوم، اصل ترکیب به‌همراه اصل تقسیم ناپذیری (ناپیوستگی) فرایندهای کوانتومی به‌کار می‌رود. از آنجا که ذرات کوانتومی دارای خواص‌ذره‌ای و موجی هستند، ترکیب کوانتومی (از طریق انطباق تغییرات پیوسته و ناپیوسته)، این وجه از کنش‌های متقابل را در جهان بی‌نهایت کوچك منعکس می‌کند.

بررسی فلسفی کنش متقابل پدیده‌های فیزیکی در رابطه با اکتشاف مداوم انواع جدید کنش‌های فیزیکی متقابل و لزوم نقد اقداماتی که به‌منظور توجیه آن‌ها از دیدگاه اثبات گرایی[14] و آگنوستی سیسم[15] معاصر صورت می‌گیرد، از فوریت خاصی برخوردار شده است. مثلا ممکن است گاه و بی‌گاه این مطلب عنوان شود که اصولا آزمایش کنش متقابل ذرات در جهان بی‌نهایت کوچك امکان ناپذیراست.

البته در جهان بی‌نهایت کوچك با انواعی از کنش متقابل مواجه می‌شویم که با آن‌ها نمی‌توان با همان معیارهای عادی که براساس نظم‌های جهان بی‌نهایت‌بزرگ ایجاد شده‌اند، برخورد کرد. اصل پائولی و اصل اینهمانی[16] ذرات بی‌نهایت کوچك هم ارز، نمونه‌هایی از مصداق این حکمند.

در سال ۱۹۲۲، نیلزبور گفتارهایی در مورد تحلیل نظری قانون تناوبی مندلیف در عناصر شیمیایی، عرضه کرد. در این گفتارها، وی اظهار داشت که‌ممکن است قانونی کلی برای پرشدن هر یك از خانه‌های الکترون در اتم وجود داشته باشد. پاسخ این سؤال، اصل پائولی بود. مبنای مستقیم برای بیان اولیهٔ این اصل بررسی تجربی تفرق خطوط طیفی نور تابیده شده توسط اتم‌ها (به‌خصوص فلزات قلیایی) در میدان‌های مغناطیسی نیرومند بود. پائولی این فرضیه را مطرح ساخت که برای بیان حالت‌الکترون ها، به‌منظور توضیح اطلاعات تجربی موجود، عدد کوانتومی خاصی باید به‌میان آورد.

از دید پائولی، این عدد خاصیتی داخلی از الکترون‌ها را بیان می‌دارد که او خود آن را «دوگانگی»[17] نامید. سپس دو فیزیك‌دان دیگر به‌نام‌های اولن‌بك و گود اشمیت[18] این اصل را عنوان کردند که الکترون‌ها دارای خاصیتی درونی هستند که همانند گشتاور زاویه‌ای آن‌هاست. آن‌ها این خاصیت را اسپین[19] نامیدند.

البته پائولی تعریف این خاصیت را به‌صورتی که کاملا همانند مفهوم کلاسیك گشتاور زاویه‌ای باشد نپذیرفت، او شدیداً تأکید می‌کرد که این خاصیت الکترون‌ها دارای ماهیت خاصی مرتبط با مکانیك کوانتوم است. پیشرفت فیزیك درستی نظرپائولی را تأیید کرد. آزمایش‌های بعدی نشان داد که علاوه بر الکترون‌ها، همهٔ ذرات بنیادی دیگر نیز دارای اسپین هستند. باید بدین نکته توجه داشت که در بیان امروزی اصل پائولی، مفهوم اسپین اهمیت اساسی دارد.

پائولی برآن بود که الکترون‌ها در هر دستگاهی، به‌خصوص در داخل اتم دارای حالات حرکت ناهمانندی هستند، به عبارت دیگر دارای چهار عدد کوانتومی همانندند. این چهار عدد مبین انرژی ذره، گشتاور مداری، گشتاور مغناطیسی مداری واسپین

14. Positivism 15. Agnosticism 16. Identity
17. Duality 18. Goudsmit, Uhlenbeck 19. spin

هستند. تنها یك ذره می‌تواند حالتی را که با چهار عدد کوانتومی داده شده مشخص می‌شود، دارا باشد.

در اینجا مفهوم اسپین ذرات ــ به‌خصوص اسپین الکترون‌ها ــ غنی‌تر شد و عامل پیوند فرایند پر شدن خانه‌ها توسط الکترون‌هابا کنش متقابل"اسپین‌ها والکترون ها گشت.

در پرتو اصل پائولی، روشن شد که قانون تناوبی مندلیف ساختمان پوسته‌ای خانه‌های الکترونی اتم‌ها را نشان می‌دهد و اساس کیفیت تناوبی خواص شیمیایی و نوری اتم‌ها، کیفیت تناوبی صورت بندی اتم‌های خارجی است. در عین حال اصل پائولی خود به‌یاری قانون تناوبی مندلیف پدید آمد.

شك نیست که درك عمیق‌تر اصل پائولی و کنش‌های متقابل اسپین که توسط آن بیان می‌شود، با ادراك ماهیت اسپین مرتبط است. البته تصویر کردن اسپین ذرات بی‌نهایت کوچك به‌شکلی کاملا مشابه با گشتاور زاویه‌ای کلاسیك، کار درستی نیست. دلایل بسیار محکمی در رد این نظر وجود دارد.

اولا، اسپین ذرات بی‌نهایت کوچك کمیت خاصی در چارچوب مکانیك‌کوانتوم است که در انتقال مرزی به‌مکانیك کلاسیك برابر با صفر می‌شود.

ثانیاً، این نظر که اسپین همان گشتاور زاویه‌ای کلاسیك است که در اثر گردش ذره به‌دور محور خود حاصل می‌شود، بانظریهٔ نسبیت ناسازگار است و از سوی دیگر اثبات شده است که نظریهٔ نسبیت باید در مورد ذرات بی‌نهایت کوچك صادق‌باشد.

ثالثا، اسپین حالتی از ذرات است که در آن وحدت خواص ذره‌ای و موجی ذرات بی‌نهایت کوچك محرز و مشهود است و این خود تأییدی دیگر بر این است‌که اسپین ماهیت ویژه‌ای مرتبط با مکانیك کوانتوم دارد.

اما ضمن بررسی بیشتر اسپین باید به‌خاطر بسپاریم که مفهوم های جدید هیچ‌گاه خود به‌خود پدید نمی‌آیند، بلکه ریشه در مفاهیم کهن‌تر دارند. در حقیقت مفاهیم‌جدید از مفاهیم قدیم ناشی می‌شوند و در اینجا مسیر تکاملی مارپیچ‌مانندی وجود دارد(نفی در نفی). بنابراین می‌توان همانندی‌هایی میان مفهوم اسپین، مفهوم گشتاور زاویه‌ای مکانیکی و نظریهٔ حالات داخلی پیچ‌مانند[20] ذرات (دکارت، کلوین، هلم‌هولتز) مطرح کرد.

ظاهراً، آنچه برای ما بیشترین اهمیت را دارد، تعریف مشخصه‌های مفهوم‌اسپین براساس تصویر چرخش کراتی به‌دور محورشان نیست، بلکه می‌خواهیم برخی پیوندهای موجود میان گشتاور زاویه‌ای مکانیکی و سایر پارامتر های حرکت (انرژی، ایمپالس و غیره) را مورد استفاده قرار دهیم. رابطهٔ میان گشتاور زاویه‌ای و انرژی و نیز ارتباط بین قانون بقای گشتاور زاویه‌ای و قانون بقا و تبدیل انرژی دارای اهمیت خاصی است. این ارتباط در مکانیك کلاسیك نیز شناخته شده است. در نظریهٔاسپین‌ها

20. Vortex-like

و کنش‌های متقابل اسپینی، ارتباط مذکور به‌شکل وابستگی انرژی ذرات بی‌نهایت کوچك به‌اسپین آن‌ها پر می‌شود. ممکن است گسترش تصور ذرات بی‌نهایت کوچك به‌عنوان دستگاه های پویا امکان آن را پدید آورد که اسپین به‌عنوان سبنای همانندی ویژه‌ای بین حرکت داخلی و پیچ‌های یگانهٔ آن‌ها تفسیر شود. در حال حاضر در مورد اسپین می‌توان گفت که کمیت خاصی است که خواص داخلی و حالات ذرات بی‌نهایت کوچك را بیان می‌کند و پیوند عمیقی با انرژی، حرکت و کنش متقابل آن‌ها دارد. باید افزود که اسپین ذرات با گشتاورهای مغناطیسی آن‌ها ارتباط درونی دارد.

می‌دانیم که اسپین می‌تواند مقادیر عددی منفصلی داشته باشد که برای برخی ذرات به‌صورت کسرهایی (۱/۲، ۳/۲،...) و در سایر ذرات به‌شکل اعداد (۰،۱،...) است. در طبیعت ذراتی وجود دارد که هم دارای اسپین‌های صحیح و هم دارای اسپین هایی به‌صورت مضارب کسر ۱/۲ هستند.

کنش متقابل ذرات با اسپین‌های صحیح و اسپین‌های مضارب ۱/۲ دارای کیفیت های ویژه‌ای است. اصل پائولی کنش متقابل ذرات دارای اسپین مضرب ۱/۲ را بیان می‌کند.

این کنش‌های متقابل چه کیفیتی دارند؟

کنش های متقابل ذرات دارای اسپین مضرب ۱/۲ دارای این کیفیت هستندکه در این‌اندرکنش‌ها فرایند نفی برخی از حالات ممکن و نفوذناپذیری برخی حالات‌نسبت به‌حالات دیگر وجود دارد. در اینجا موضوع بر سر نفوذناپذیری در اجسام نیست، بلکه نفوذ ناپذیری در حالات مطرح است، که شاید بتوان آن را نفوذناپذیری پویا (دینامیك) نامید. در توضیح معنای این اصل، تحلیل مفهوم «ذرات هم ارز» دارای اهمیت عمده است. چه ذراتی می‌توانند هم‌ارز باشند؟ در وهلهٔ اول می‌توان پاسخ زیر را داد که بیشتر جنبهٔ بازی با کلمات دارد: ذرات هم‌ارز ذراتی هستند که خواص هم‌ارز داشته باشند! مثلا همهٔ الکترون‌ها هم‌ارز هستند، زیرا دارای ابعاد و نوع بار هم‌ارز وهمچنین دارای جرم سکون و عدد اسپین هم ارزند. اما، در عین حال، الکترون‌ها خواص‌متفاوتی به‌خود می‌گیرند: جرم آن‌ها و در نتیجه انرژیشان می‌تواند متفاوت باشد، جهت‌اسپین‌ها ممکن است متفاوت باشد، مشخصه‌های موجی نابرابری می‌توانند داشته باشند (مثلا طول موج‌های متفاوت) و تفاوت‌هایی از این قبیل.

ایراینهمانی، برخی از خواص، یعنی خواص متفاوت ذرات را منتفی نمی‌سازد. بنا براین، ذرات هم ارز در عین حال ذرات متفاوتی نیز هستند. اما حتی هنگامی که با ذرات هم‌ارز (مثلا الکترون‌ها) سروکار داریم، وضعیت بسیار پیچیده است. اندازه و علامت بار در تمام الکترون‌ها یکسان است. ولی ضد پروتون‌ها، مزون‌های منفی π و μ و بسیاری ذرات دیگر نیز دارای همین مقدار و علامت بار هستند و خلاصه آن‌که، مفهوم ایزنهمانی ذرات یك مفهوم نسبی است و نمی‌توان آن را به‌صورت‌مجموعهٔ خاصیت‌های ویژهٔ ذرات تعریف کرد. در مکانیك کوانتوم این مفهوم دارای معنایی

پویاست، بدین صورت که در اینجا ذرات هنگامی هم‌ارز به‌شمار می‌آیند که بتوانند جایگزین یکدیگر شوند، بی‌آنکه تغییراتی فیزیکی در دستگاهی که این تبادل در آن صورت می‌گیرد، پدید آید. حالت خاصی از تبادل ذرات، جابه‌جایی مکانی آن‌هاست. به‌عبارت دیگر، اینهمانی ذرات متضمن وضعی است که در آن هر ذره‌ای از نوع مورد نظر (مثلا هر الکترون) بتواند دقیقاً حالت ذره‌ای را که به‌جایش نشسته است، دارا شود. اینهمانی جمعی ذرات در فرایند کنش متقابل آن‌ها پیش می‌آید. این وضع به صورت پیدایش دستگاه‌هایی از ذرات (اتم‌ها، لایه‌های بلوری و غیره) مطرح‌می‌شود. اینهمانی ذرات برپایهٔ گذار از تفاوت به‌اینهمانی استوار است. اینهمانی ذرات جنبهٔ‌عام ندارد، بلکه در دستگاه های فیزیکی مشخص متجلی می‌شود.

بنابراین، اینهمانی ذرات بیان یکی از شرایط پایداری پویای دستگاه های خاص است حال نگاه دقیق‌تری به‌قضیه‌ای که بدین صورت بیان شد، می‌اندازیم. اتم‌ها در اندرکنش‌هایشان با سایر اشیا مداوماً الکترون‌هایی از دست می‌دهند و الکترون‌های دیگری به‌دست می‌آورند و در عین حال به‌صورت دستگاه های پویای پایدار باقی می‌مانند. بقای پایدار اتم‌ها در شرایط تبادل الکترون در خانه‌های مربوط به آن، تنها به‌این دلیل امکان پذیر است که الکترون‌ها در وضعیت اینهمانی جایگزین یکدیگر می‌شوند و همان حالت الکترون قبلی را اختیار می‌کنند. بنابراین، در فرایند تبادل الکترون، خانه‌های الکترونی پایدار می‌مانند.

با مشخص کردن مفهوم «اینهمانی ذرات» اکنون می‌توانیم اصل اینهمانی ذرات هم ارز را به‌شکل دقیق‌تری بیان کنیم. در درجهٔ اول باید توجه داشت که اینهمانی دو شیء (به‌عنوان مثال) هرگز به‌معنی در کار نبودن تفاوت‌هایی میان آن‌ها نیست. در هر اینهمانی، در عین حال تفاوت نیز وجود دارد. اشیا تنها در روابط خاص دارای اینهمانی هستند. بنابراین مفهوم اینهمانی باید دارای انعطاف باشد وگرنه نمی‌تواند واقعیت را منعکس کند. همچنان که در موضوع اینهمانی ذرات نیز گفته شد، می‌توان چنین نتیجه گرفت که ذرات معین می‌توانند در یك رابطه دارای اینهمانی و در رابطهٔ دیگر متفاوت باشند. پروتون‌ها و نوترون‌ها ذرات متفاوت و ناهم‌ارز هستند و این موضوع در بسیاری از روابط ظاهر می‌شود. همین پروتون ها و نوترون‌ها هنگامی که در رابطه با نیروهای درون مولکولی در نظر گرفته شوند در حکم ذرات اینهمان خواهند بود (بدون توجه به‌بار).

اصل اینهمانی ذرات هم ارز در مکانیك کوانتوم ماهیتاً شکلی از تجلی وحدت دیالکتیکی اینهمانی و تفاوت است. این اصل پیوند میان حالات اینهمان و متفاوت ذرات بی‌نهایت کوچك را منعکس می‌کند. لذا این اصل از جنبهٔ روش شناسی دارای اهمیت عظیمی است و در شناخت خواص و کنش‌های متقابل ذرات بی‌نهایت کوچك دارای نقشی مبتنی بر روش شناسی است. این اصل هنگام کاربرد در سطح شناخت ما دارای بیان دیگری می‌شود که عبارت است از نامتمایز بودن ذرات هم ارز. معنی‌عبارت اخیر این است که مطلقا اهمیتی ندارد که مشخص کنیم الکترونی در یك دستگاه‌فیزیکی

مفروض کدام موضع را اشغال می‌کند. در نهایت، جایگزینی الکترون‌های دیگر در همان موضع در دستگاه، حالت دستگاه را به‌هیچ وجه تغییر نمی‌دهد. محتوای عینی اصل نامتمایز بودن ذرات هم ارز، کاملا با مفهوم ذرات هم ارز که قبلا مطرح شد، انطباق دارد. با توجه به‌کیفیت های عینی ذرات بی‌نهایت کوچك، اصل نامتمایزبودن ذرات هم ارز بسیاری از سؤالات مربوط به‌شناخت را، که فاقد معنای عینی هستند، منتفی می‌سازد.

بنا براین، اصل نامتمایز بودن تنها شکل دیگری از بیان اصل اینهمانی ذرات و جنبهٔ معرفت شناختی است[۲۱].

۲۱ــ عکس این مطلب را نیز می‌توان گفت: اصل اینهمانی جنبهٔ «بود شناسانهٔ» اصل نامتمایز بودن است.

اصول فیزیك و اهمیت آن‌ها در شناخت

(بخش دوم)

ارتباط میان اصل پائولی و اصل اینهمانی ذرات هم ارز، در وهلهٔ اول متضمن این حقیقت است که اصل پائولی تنها در مورد کنش‌های متقابل ذرات هم ارز دارای اسپین مضرب ۱/۲ صادق است. همچنان که قبلا گفته شد، ذرات هم ارزمی‌توانندجایگزین یکدیگر شوند، یعنی حالات خود را تبادل کنند به‌طوری که حالت کلی سیستمی که درآن واقعند بدون تغییر باقی بماند.

ذرات دارای اسپین مضرب ۱/۲ اگر هم‌ارز باشند، می‌توانند جایگزین یکدیگر شوند، می‌توانند اینهمان یکدیگر باشند ولی نمی‌توانند در یك سیستم حالات یکسانی‌داشته باشند. ذرات مزبور در یك سیستم واحد، فقط می‌توانند حالات متفاوت اختیار کنند. بنا براین، اینهمانی ذرات دارای اسپین مضرب ۱/۲ دریك سیستم با تفاوت الزامی آنان همراه است. اصل پائولی ارتباط میان اینهمانی و تفاوت‌حالات ذرات را بیان می‌کند.

پیچیدگی اشکال ویژهٔ کنش‌های متقابل ذرات، هنگامی که دارای اسپین، اینهمانی و انواع خاص تقارن می‌شوند، موجب بروز توجیه‌های عجیب و غریب ازسوی برخی دانشمندان پیشرو غربی در مورد کنش‌های متقابل ذرات بی‌نهایت کوچك، به‌خصوص کنش‌های متقابل مرتبط با اصل پائولی، شده است.

پائولی به‌این نکته توجه کرد که برخی از فیزیك‌دانان، برای ارائهٔ تصویر ملموسی از کیفیت‌هایی که مثلا در کنش متقابل الکترون‌ها در اتم وجود دارد، سخن از وجود «قرار»ی میان الکترون‌ها مطرح می‌کنند و یا می‌گویند که رفتار الکترون‌ها آن چنان است که گویی از حالات یکدیگر خبر دارند. در واقع، اکثریت عظیم فیزیك‌دانان وجود «قرار» یا «اطلاع‌از یکدیگر» را به‌معنای مجازی به‌کارمی‌برند و منظورشان معنی واقعی این کلمات نیست[۱]. به‌هرحال گهگاه از این مفاهیم مجازی برای بحث در جهت تبیین نظم‌های مکانیك کوانتوم بر مبنای نایقینی استفاده می‌شود.

بسیاری از فیزیك‌دانان پیشرو شوروی، از همان آغاز پیدایش مکانیك کوانتوم، به‌مخالفت با تفسیرهای ایده‌آلیستی و اثبات گرایانه (پوزیتیویستی) از آن برخاستند. آنان، ضمن اشاره به‌ناسازگاری اصول نظریهٔ جدید ازدیدگاه فیزیك کلاسیك، نشان‌دادند که این اصول منعکس‌کنندهٔ کیفیت‌های ویژهٔ جهان بی‌نهایت کوچك است.

---

۱. و. پائولی، کتاب Handbuch der physik ، برلین، ۱۹۳۳، صفحهٔ ۱۹۳.

با توجه به‌اصل پائولی وضمن در نظر داشتن ارتباط آن با مفهوم اسپین ذرات، با اصل اینهمانی، با دسته‌های تقارن حالت سیستمی از ذرات بی‌نهایت کوچك و با اصل نایقینی هایزنبرگ، می‌توان کنش‌های متقابلی راکه اصل پائولی متکی به‌آن‌هاست و در عین حال آن‌ها را بیان می‌کند، مشخص کرد. اولا، این کنش‌های متقابل به مکانیك کوانتوم مربوطند و نمی‌توان آن‌ها را به‌نیروهای کلاسیك کنش متقابل تقلیل داد.

ثانیاً، عوامل تعیین کننده در این کنش‌های متقابل، پارامتر های داخلی (مثلا اسپین) هستند، نه پارامترهای خارجی (از قبیل فاصله). پارامترهای خارجی، مثل فاصله وایمپالس، جزو شرایط ضروری برای وقوع این کنش های متقابل هستند، ولی‌تعیین کنندهٔ ماهیت آن‌ها نیستند.

ثالثاً، نیروهای ویژه (اسپین، تبادل و غیره) را که دراین‌اندرکنش‌ها ایجاد می‌شوند، نمی‌توان به‌سطح نیروهای مکانیك کلاسیك تقلیل داد. این نیروها ایجاد شتاب‌نمی‌کنند و تابع قانون سوم نیوتون نیستند.

رابعاً، نوع خاصی از نفوذناپذیری پویای حالات ذرات بی‌نهایت کوچك دراین کنش‌های متقابل به‌وجود می‌آید و این خود منجر به‌قانون امکان‌ناپذیری حالت‌های اینهمان ذرات بی‌نهایت کوچك با اسپین مضرب۱/۲ در هر مجموعه‌ای از ذرات مذکور می‌گردد.

خامساً، کنش‌های متقابلی از این نوع، تحت شرایطی رخ می‌دهد که در آن اصل نایقینی صادق است و بنابراین فرایندهای واقعی[2] را شامل می‌شود.

اکنون به‌بررسی موضوع فرایندها و ذرات واقعی، که در فیزیك و فلسفه اهمیت زیادی دارد، می‌پردازیم. مفهوم فرایندهای واقعی در فیزیك جهان بی‌نهایت کوچك نقش مهمی ایفا می‌کند. مفهوم مذکور در نظریهٔ کوانتومی تابش، در توضیح ساختمان ذرات بنیادی و کنش‌های متقابل آن‌ها و همچنین در نظریهٔ حالت‌های خلاء میدان‌های فیزیکی و سایر موارد به‌کار گرفته می‌شود.

منحصر به‌فرد بودن فرایندهای واقعی، یك رشتهٔ مسایل بغرنج فلسفی را به‌میان می‌آورد. آیا فرایند ها و ذرات واقعی در طبیعت وجود دارند یا آنکه مفاهیم، «تصویر های ریاضی» و طرح‌های ذهنی از ردیف پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچك هستند که هنوز به‌اندازهٔ کافی بررسی نشده‌اند؟ اگر ذرات و فرایندهای واقعی در طبیعت وجود دارند، ویژگی‌های وجود عینی آن‌ها چیست؟ در این‌جا می‌خواهیم پاسخی برای این پرسش ها بیابیم. باید توجه داشت که ذرات و فرایندهای واقعی، غالباً با ذرات و فرایند های حقیقی مغایر دانسته می‌شود و عینیت وجود آن‌ها نفی می‌شود. اما بر اساس‌تحلیل صحیح و با تکیه بر اصول کلی روش شناسی می‌توان ادعا کرد که ذرات و فرایندهای واقعی دارای وجود عینی در طبیعت هستند و به‌عبارت دیگر حقیقی‌اند.

2. Virtual

بسیاری از فیزیک‌دانان و برخی از فلاسفه معتقدند که ذرات و فرایندهای واقعی در طبیعت وجود ندارند و مفهوم این ذرات و فرایندها صرفاً دارای ارزش کمکی در توضیح بعضی خواص و فرایندهای کنش متقابل ذرات بنیادی است. با این‌شیوهٔ‌نگرش، مفهوم ذرات و فرایندهای واقعی دارای همانند عینی در طبیعت نیستند. اما نقطه نظر مخالفی نیز در کار است که وجود ذرات و فرایندهای واقعی و وجود همانند عینی برای تصور ما از مفاهیم این ذرات و فرایندها را در طبیعت می‌پذیرد. کدام یك از این دو برداشت مخالف درست است؟ ابتدا باید به‌سؤال کلی‌تری پاسخ‌دهیم: **چه‌ملاکی‌برای** تمایز میان وجود داشتن صرف در اندیشه و وجود داشتن در واقعیت عینی در دست است؟ بدیهی است آنچه در اندیشه موجود است می‌تواند در واقعیت عینی موجود نباشد. بنابر این، براساس وجود مفاهیم ذرات و فرایندهای واقعی در فکر خود، نمی‌توان نتیجه گرفت که محتوای این مفاهیم نیز در عمل وجود دارد. مثلا از این موضوع که در بیان ریاضی مکانیك، مفهوم برگشت پذیری زمان وجود دارد نمی‌توان به‌هیچ‌وجه نتیجه گرفت که در طبیعت نیز، زمان می‌تواند از آینده به‌سوی گذشته جریان یابد. در واقع، قایل شدن همانند عینی برای هرمفهوم، یعنی در تحلیل نهایی برابر دانستن وجود در فکر و وجود در واقعیت، همخوان با ایده‌آلیسم عینی و ماتریالیسم ماورای طبیعی است (هرچند این دومکتب از راه‌های مختلف وبا اتکا بر مبادی متفاوت به‌این نتیجه می‌رسند).

نفی وجود همانند عینی برای برخی مفاهیم، نظریهٔ شناخت ماتریالیسم دیالکتیك را نقض نمی‌کند. در علوم مفاهیمی وجود دارند ــ و در واقع باید وجود داشته باشند ــ که بی‌آنکه همانند عینی درواقعیت داشته باشند، ازطریق مفاهیم دیگر در فرایند بازتاب واقعیت در شناخت ما، شرکت می‌کنند. ازاین جمله به‌عنوان مثال می‌توان از مفهوم اعداد موهومی، انرژی منفی، فضاهای n بعدی وغیره نام برد. بنابراین، نتیجه می‌شود که نفی وجود همانند عینی برای ذرات و فرایندهای واقعی، الزاماً به‌معنی دست‌کشیدن از دید ماتریالیستی نسبت به‌جهان نیست.

جای تذکر است برخی مفاهیم، که در یك مرحلهٔ معین از شناخت فاقد همانند عینی هستند، سرانجام محتوای عینی می‌یابند و غالباً این محتوا کاملا پیش‌بینی نشده است. این مورد مثلا در مفهوم دمای مطلق منفی پیش آمد. این مفهوم مدت‌ها تنها به عنوان نتیجه‌ای صوری از فرمول بولتسمان[3] برای توزیع انرژی ذرات و بدون مصداق عینی در طبیعت قلمداد می‌شد. اما بعدها نشان داده شد که این مفهوم را می‌توان در توضیح حالات عینی دما در بعضی سیستم‌های اسپین به‌کار گرفت. بنابراین، دیدگاه مبتنی بر رد همانند عینی برای مفهوم ذرات وفرایندهای واقعی دروهلهٔ اول‌بایدبه‌عنوان مبحثی در چارچوب مرحلهٔ معینی از دانش مورد داوری قرار گیرد. آیا امکان ندارد که این مفهوم‌ها تنها در مرحلهٔ فعلی گسترش فیزیك فاقد محتوای عینی باشند؟ پیش

3. Boltzmann

از آن که به‌بررسی دعاوی طرفداران این دیدگاه بپردازیم، بحث مختصری در مورد ماهیت معیار تمایز میان وجود صرف در اندیشه و وجود در واقعیت عینی ارائه‌می‌کنیم.

همچنانکه در آثار بنیان‌گذاران فلسفهٔ مارکسیسم ــ لنینیسم آمده است، معیار اختیاری برای تمایز وجود صرف در اندیشه و وجود در واقعیت عینی، فعالیت حسی و عملی بشر به‌طور یکجاست نه دریافت‌های حسی غیر مستقیم او.

برداشت حسی همیشه قادر به‌تشخیص واقعیت از تخیل نیست وای‌بسا که تصورات غیر واقعی جایگزین واقعیت شوند. اما در فرایند فعالیت عملی، برداشت‌های حسی ما مستقیماً رنگ یقین می‌پذیرند، زیرا در این‌جا تنها از طریق پدیده‌هایی که به‌طور عینی رخ می‌دهند مشخص می‌شوند و تنها مبین همین پدیده‌ها هستند. مثلا، ما می‌توانیم در ذهن خود وجود پلی را بر رودخانه تصور کنیم، اما از این پل خیالی نمی‌توان گذر کرد. اما هنگام عبور از یك پل واقعی، درعمل‌به‌طور حسی وجود عینی آن را درك می‌کنیم. اندام‌های حسی ما می‌توانند بازتاب درستی از واقعیت عینی به‌ما بدهند، اما این امر باید تنها براساس تجربهٔ عملی محسوس ما صورت بگیرد. فعالیت عملی ما حاکی ازآن است‌که چیزی که دارای وجود عینی است، در فرایند درك انفعالی یا تفکر در مورد آن، نمی‌تواند دگرگون شود. این شیء تنها در اثر کار عملی، یعنی به کمك سایر اشیا و فرایندهای عینی می‌تواند تغییر کند. همچنین، تجربه نشان می‌دهد که آنچه تنها در اندیشه وجود دارد، نمی‌تواند ابزاری برای کار بر روی چیزهایی باشد که وجود عینی دارند.* درفرایند فعالیت عملی، پدیده‌هایی را که وجود عینی دارند تغییر می‌دهیم و تکرار می‌کنیم و برای این کار از سایر پدیده‌های دارای وجود عینی استفاده می‌کنیم و بدین ترتیب وجود عینی هر دو را نشان می‌دهیم.

به‌عنوان نتایج تجربهٔ عملی ما، کیفیت‌های وجود عینی پدیده‌ها به‌صورت زیر مطرح می‌گردد. اولا، آنچه به‌طور عینی وجود دارد، می‌تواند برای تامین خواست‌های واقعی (و نه تخیلی) ما به‌کار آید. ثانیاً پدیده‌ای که به‌طور عینی وجود دارد، تنها در نتیجهٔ تأثیر پدیده دیگری که وجود عینی داشته باشد می‌تواند دگرگون شود. ثالثاً، پدیده‌ای که به‌طور عینی وجود دارد، می‌تواند ابزار عمل بر روی پدیدهٔ دیگری که وجود عینی دارد، باشد. رابعاً، پدیده‌هایی که به‌طور عینی وجود دارند، نمی‌توانند تنها در اثر فرایند درك و تفکر پدید آیند. خامساً، پدیده‌هایی که به‌طور عینی وجوددارند منشاء دریافت‌های حسی مستقیم و غیر مستقیم ما هستند.[۴]

بررسی وجود این کیفیات در وقوع یك پدیده، نشان دادن وجود عینی آن است.

با تکیه برآنچه گفته شد، اکنون می‌توانیم به‌بررسی بحث اصلی که در مورد نفی وجود عینی ذرات و فرایندهای واقعی است، بپردازیم. پیروان این عقیده می‌گویند

---

* البته، در اینجا منظور نویسنده ابزار مادی است، نه‌اینکه گفته شود تخیل هنرمند یاصنعتگر نمی‌تواند موجب پیدایش آثار هنری یا صنعتی می‌شود.

۴. در پرتو این کیفیت‌های پدیده‌های دارای وجود عینی، مسلم می‌شود که همهٔ اشیایی که در نتیجهٔ فعالیت عملی ما پدید می‌آیند، دارای وجود عینی هستند.

که این ذرات وفرایندها را اصولا نمی‌توان مشاهده کرد وآنچه راکه نتوان اصولا مشاهده کرد، وجود عینی هم ندارد. اصولا مشاهدهٔ ذرات واقعی ناممکن است، زیـرا عمر آن‌ها فقط می‌تواند بسیار کوتاه و از مرتبهٔ $۱۰^{-۲۴}$ ثانیه باشد.

برای مشاهدهٔ یك ذرهٔ واقعی[5] (یاذرهٔ عملی[6] که ذرهٔ واقعی از آن تابیده شده باشد) باید آن چنان انرژی اضافی عظیمی اعمال کرد که عملا تنها تحقیق وجود ذرهٔ عملی، امکان پذیر است (با این انرژی اضافی هر ذرهٔ عملی تنها ذرهٔعملی‌تشعشع‌می‌کند، در حالی‌که ذرهٔ واقعی با دریافت این انرژی اضافی به‌ذرهٔعملی‌بدل‌می‌گردد). به‌عبارت ساده‌تر،از هر دستگاهی تنها برای بررسی ذرهٔ عملی می‌توان استفاده کرد.

این بحث را می‌توان به‌صورت زیر مرتب کرد: اولا هیچ چیز در جهان نیست که اصولا قابل مشاهده نباشد. هر چیزی که دارای وجود عینی باشد می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم مورد مشاهده واقع شود. غیر قابل مشاهده بودن اشیا برای‌شناخت ما پدیده‌ای گذراست. دربعضی روابط برخی فرایندها ممکن است‌یك شیء قابل مشاهده نباشد، اما در روابط دیگر و طی فرایندهای دیگر همان شیء می‌تواند قابل مشاهده باشد. مثلا در تبدیل های شیمیایی هستهٔ اتم قابل مشاهده نیست، ولی در واکنش‌های هسته‌ای هستهٔ اتم قابل مشاهده است. هنگامی که آزمایشی منجر به‌تبدیل تشعشع واقعی‌به‌تشعشع عملی وتبدیل ذرات واقعی به‌ذرات عملی می‌شود، در حقیقت ذرات عملی هستند کـه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. اما آزمایش‌هایی می‌توانند وجود داشته باشند (و وجود دارند) که در آن‌ها تأثیر ذرات و فرایندهای واقعی بر ذرات و فرایندهای معمولی بررسی می‌شود.

مثلا، آزمایش‌هایی که برای اندازه‌گیری جابه‌جایی لمب[7] در سطح انرژی‌الکترون در اتم‌های هیدروژن انجام می‌شود، کنش متقابل الکترون‌ها واندازه‌های واقعی خلاءهای الکترو مغناطیسی والکترون‌ـ پوزیترون را بررسی می‌کند. این در حقیقت مشاهدهٔ تأثیر ذرات واقعی بر ذرات معمولی است وبدین معنی ذرات واقعـی مـورد مشاهده قرار می‌گیرند. با پیشرفت‌های عمده‌ای که اخیراً درایجاد شعاع‌های ذرات (به‌خصوص الکترون) به‌دست آمده، که درآن‌ها با انرژی فوق‌العاده‌زیاد به‌ذرات شتاب داده می‌شود، امکانات جدیدی برای مطالعهٔ تجربی ذرات واقعی فراهم شده است. مثلا، آزمایش‌هایی که در زمینهٔ پراکندگی الکترون‌های‌پرانرژی‌توسط‌نوکلئون‌ها (پروتون‌ها ونوترون‌ها) صورت‌می‌گیرد،امکان‌می‌دهدکه‌جزئیات‌ساختمان‌نوکلئون‌بادقت ۷×۱۰^{-۱۶} سانتی‌متر مـورد مطالعه قرار گیرد و براین اساس وجـود نوعـی پوشش پیون[8] به‌دور شعاع نوکلئون آشکار می‌گردد. این پوشش، بسیاری از کیفیت‌های وابستگی

---

5. Virtual Particle 6. actual particle 7. Lamb Shift

۸. پیون‌ها یا مزون‌های π به‌همراه مزون‌های μ و k گروهی از ذرات بنیادی ناپایدار هستند که جرم آن‌ها بین جرم الکترون و پروتون است و دربستگی‌های ذره‌های هسته‌ای نقش عمده‌ای دارند.

زاویه‌ای و انرژی مقطع مؤثر پراکندگی کشسان (الاستیك) وناکشسان الکترون‌توسط نوکلئون را مشخص می‌کند. این آزمایش‌ها، که فرایند پراکندگی الکترون توسط ذرات واقعی را نشان می‌دهد، دال بر وجود عینی ذرات واقعی است.

اطلاعات تجربی موجود نشان می‌دهد که ذرات‌واقعی برذرات معمولی[9] تأثیر می‌گذارند، برخی از خواص آن‌ها را تعیین می‌کنند (مثلا گشتاورهای مغناطیسی نوترون) و می‌توانند به‌ذرات معمولی تبدیل شوند. ذرات واقعی تأثیر اشیای دیگر را نشان می‌دهند و خود وسیله‌ای برای تأثیر بر اشیای دیگرند. با آنکه اطلاعات تجربی فعلی هنوز نمی‌توانند توضیح کاملا دقیقی از ذرات واقعی به‌دست دهند، اما امکان دادن پاسخ مثبت به مسئلهٔ وجود عینی این ذرات را فراهم آورده‌اند. ذرات واقعی را دیگر نمی‌توان صرفاً تصوری یا فرضی دانست زیرا وجود عینی آن‌ها به‌طور تجربی تأیید شده است.

این موضوع، که مفاهیم ذرات و فرایندهای واقعی نه از اطلاعات تجربی بلکه از استنتاج منطقی نظریهٔ تابش کوانتومی حاصل شده‌اند، لطمه‌ای به‌این بحث‌واردنمی‌کند. بسیاری از مفاهیم به‌این صورت در علوم پدیدارمی‌شوند. این مفاهیم‌بعدها دارای‌محتوای عینی می‌شوند، یعنی به‌بازتاب فرایندها و پدیده‌های عینی تبدیل می‌گردند. می‌توان چنین گفت که ذرات، فرایندها و حالات واقعی ابتدا به‌عنوان ابزارهای ریاضی‌مطرح شدند وبعدها با پیشرفت فیزیك ذرات بنیادی «جان گرفتند.»

وجود عینی پدیده‌های جهان می‌تواند اشکال و حالات مختلفی داشته باشد. بسیاری از مقوله‌های فلسفهٔ مارکسیستی، علاوه بر نکات کلیدی، فرایند ارتباط متقابل وگسترش پدیده‌های جهان و ویژگی‌های اشکال وجود عینی آن‌ها را نیز بیان می‌کنند. امکان و فعلیت دو نمونه از این مقوله‌ها هستند. مقولهٔ «شدن» به‌عنوان بیان وحدت پیدایش و نیستی در نقش عامل تحول، در عین حال مشخص کنندهٔ نوع خاصی از وجود وفرایند عینی ــ گذار ــ می‌باشد. مقولهٔ امکان، ضمن توضیح یکی از نکات اساسی تحول ــ شرط مقدماتی برای پیدایش نو از بطن کهنه ــ توضیح‌دهندهٔ شکل خاصی از وجود عینی ــ وجود بالقوه ــ نیز هست. مقولهٔ فعلیت بیان‌گر مراحل ظاهر شدهٔ یك فرایند است، توضیح دهندهٔ آن وجود عینی است که قبلا پدید آمده و شکل گرفته است، وجودی عینی که در آن فرایندهای جدید «شدن» رخ می‌دهند و امکانات جدید ظاهر می‌شوند. پیوند درونی عمیقی میان عوامل تحول، که در مقولات فوق بیان گردید، وجود دارد. پیوند مشابهی نیز میان اشکال وجود عینی پدیده‌های جهان وجود دارد. وجود درشدن، درفرایند، در امکان و در فعلیت با یکدیگر پیوند درونی دارند. حالات گذار مختلفی نیز میان این اشکال وجود عینی، وجود دارد. ویژگی‌های وجود عینی ذرات واقعی را می‌توان به‌کمك مقوله‌های شدن، امکان و فعلیت و پیوندهای داخلی این مقولات بیان کرد.

---

9. Ordinary Particles

نخستین چیزی که در توضیح ذرات و فرایند های واقعی جلب نظر می‌کند، عمر کوتاه آن‌هاست زیرا در فاصلهٔ زمانی $۱۰^{-۲۴}$ ثانیه پدید می‌آیند وازبین می‌روند. در مورد ذرات واقعی چنین می‌توان گفت که وجود عینی آن‌ها در وحدت ظهور و فنا متجلی می‌گردد. به‌عبارت دیگـر وجودشان، گذار از پیدایش به‌نیستی و عکس آن است. در وجود ذرات واقعی مرز مشخصی میان پیدایش و فنا در کار نیست. عملاپیدایش و نیستی در این‌جا یکی می‌شوند.

در فیزیك کوانتوم تعدادی از این گونه «حالت‌های میانی» وجود دارد،به‌خصوص حالات واسطه میان احتمال وفعلیت و بین امکان وضرورت. هایزنبرگ باتحلیل‌مفهوم احتمال بداین‌نتیجه رسید که مفهوم مزبور جنبهٔ خاصی به‌واقعیت فیزیکی می‌دهد که تقریباً حالت وسط میان امکان و فعلیت است. از دیدگاه ما، در مورد وجود ذرات واقعی می‌توان علاوه بر حالت وسط بین ظهور و فنا، همچنین به‌عنوان حالت وسط بین امکان وفعلیت سخن گفت. به‌عبارت دیگر، ویژگی‌های ذرات واقعی باید براساس وحدت شدن، امکان و فعلیت توضیح داده شود. نخستین نتیجه‌ای کـه از ایـن قضیهٔ روش‌شناسی گرفته می‌شود این است که ذرات واقعی را نمی‌توان مستقل از ذرات عادی مورد آزمایش قرارداد وازلحاظ تعدادی از مشخصات، تمایزی میان ذرات واقعی و ذرات معمولی وجود ندارد. در واقع، هنگامی که از ذرات واقعی نام برده می‌شود، منظور نوع خاصی از ذره نیست، بلکه حالات خاصی از ذرات بنیادی معمولی مورد نظر است. منظور از ذرات واقعی در علم چیزی جز حالات واقعی فوتون‌ها، الکترون‌ها، پیون‌ها، پروتون‌ها و سایر ذرات بنیادی شناخته شده نیست. در نتیجه، شناخت ذرات واقعی همان فرایند شناخت ذرات معمولی است. همان‌طور که امکان از طریق فعلیت شناخته می‌شود، ذرات واقعی نیز از طریق کنش‌های متقابل و تبدیلات ذرات‌معمولی شناخته می‌شوند.

در توضیح ذرات واقعی، توجه به‌این حقیقت بسیار مهم است که همهٔ ذرات بنیادی در حال کنش وگذار متقابلند و به‌عنوان سیستم‌های پویا با تبدیلات داخلی‌چندگانه، عمل می‌کنند.

بسیاری از فیزیك‌دانان (از قبیل جلمن[۱۰]، روزنبام[۱۱] و دیگران) ذرات بنیادی را به صورت فرایند هایی در نظر گرفته‌اند. مثلا رفتار الکترون در میدان‌های الکترو مغناطیسی به‌طور نظری براین اساس تشریح می‌شود که هر الکترون مداوماً فوتون‌هایی جذب و تشعشع می‌کند. این ضربان‌ها را می‌توان «فرایندهای حیاتی» الکترون نامید. با توصیف ذرات بنیادی به‌صورت فرایندها، می‌توانیم مراحل متفاوتی را در آن‌هامتمایز کنیم. یکی ازاین مراحل یا حالات، پیدایش ذره‌ای درون یك ذرهٔ دیگر است. ذرهٔ

---

۱۰. Murray Gell-Mann (۱۹۲۹ـ) برندهٔ جایزهٔ فیزیك نوبل سال ۱۹۶۹ به خاطر کارش در زمینهٔ ذرات بنیادی.

11. Rosenbaum

تولید شده در این لحظه تنها به‌صورت امکان وجود دارد و اگر شرایط لازم برای گذار ازاین امکان فعلیت موجود باشد، در آن صورت آن ذره را **ذرهٔ واقعی** می‌نامیم. پس نتیجه می‌گیریم که ذرات واقعی تنها به‌صورت مراحلی در فرایندهای کنش متقابل و تبدیل متقابل ذرات بنیادی وجود دارند. فوتون های واقعی فقط در فرایند کنش های متقابل الکترو مغناطیسی و پیون‌های واقعی تنها در **کنش‌های متقابل‌قوی وجود دارند.**

وجود ذرات واقعی مستقل نیست بلکه در ذرات دیگر و به‌توسط ذرات دیگرتحقق می‌پذیرد. مشخصاتی از قبیل کوتاهی طول عمر و **موقعیت فضایی مشخص، به‌این‌کیفیت** وجود ذرات واقعی مربوط می‌شود. با بودن امکان ظهور بعضی ذرات از ذرات دیگر و با بودن امکانی که فعلیت نمی‌یابد، ذرات واقعی دارای **مرز مشخصی میان پیدایش** و نیستی نمی‌باشند و تنها در فاصلهٔ زمانی میان پیدایش و نیستی وجود دارند. اندازهٔ این فاصلهٔ زمانی بسته به‌اندازهٔ انرژی لازم برای گذار از ذرهٔ واقعی به‌ذرهٔ معمولی است. هرچه اندازهٔ انرژی لازم بیشتر باشد، عمر آن ذرهٔ واقعی کوتاه تر خواهد بود. موقعیت مکانی آن نیز به‌مدت زمان وجودش بستگی دارد. یك ذرهٔ واقعی نمی‌تواند از محدودیت های مکانی کنش متقابلی که خود یکی از عوامل آن است، رها باشد. مثلا پیون‌های واقعی تنها در حوزهٔ مکانی کنش‌های متقابل قوی وجود دارند. شعاع عمل کنش‌های متقابل قوی (10^{-13} سانتی‌متر) حوزهٔ مکانی وجود پیون‌های واقعی‌را **مشخص‌می‌کند.** فوتون‌های واقعی به‌عنوان عوامل کنش متقابل الکترومغناطیسی، **نمی‌توانند ازحدود** این کنش متقابل فراتر بروند، هرچند که این حدود می‌تواند بسیار گسترده باشد.

حال‌به‌یکی‌دیگر از مشخصه‌های وجود ذرات واقعی **می‌پردازیم. ذرات واقعی را** می‌توان کوانت[12]های‌کنش های متقابل و پیوند دوطرفهٔ ذرات بنیادی و در عین حال پیوسته به‌ذرات بنیادی به‌شمار آورد. در مورد این کیفیت دوباره بحث خواهیم کرد. در حال حاضر باید به‌تفاوت مهم میان ذرات واقعی و ذرات «بنیادی»معمولی‌توجه کنیم. ذرات واقعی، همان طور که گفته شد، نمی‌توانند به‌طور مستقل، خارج از منابع خود و بیرون از کنش‌های متقابل و تبدیلات وجود داشته باشند. اما وجود ذرات بنیادی متکی به‌خود است و آن‌ها می‌توانند از مرزهای کنش متقابل ذرات، که خود از آن ناشی شده‌اند،خارج شوند. بنابراین، **این‌گونه ذرات بنیادی، غالباً** ذرات آزاد خوانده می‌شوند.

البته، هنگام درنظرگرفتن اینکه ذرات واقعی تنها در حالات خاص کنش‌ها و تبدیلات متقابل ذرات بنیادی وجود می‌یابند، باید به‌ماهیت واسطه‌ای این حالات‌توجه کافی داشت. می‌دانیم که پروتون‌ها و نوترون‌ها در هستهٔ اتم در حال تبدیل دایمی به‌یکدیگرند. در این تبدیلات حالاتی وجود دارد که پروتون هنوز به‌نوترون ــ یا نوترون هنوز به‌پروتون ــ تبدیل نشده است. در این‌جا ذرات مزبور در یك وضعیت

12. quant

تجزیه وجود دارند: نوترون به‌صورت یك نوترون و یك مزون پی π منفی واقعی و پروتون به‌صورت یك پروتون و یك مزون پی π مثبت واقعی.

مزون‌های پی واقعی که در این حالات توسط نوترون و پروتون تولید شده‌اند، قابل تفکیك از این ذرات نیستند و بدون آن‌ها وجود ندارند. مثلا حالت پروتون به‌علاوهٔ مزون پی واقعی را نمی‌توان همانند با یك سیستم پروتون ــ الکترون (یعنی همانند با اتم هیدروژن) در نظر گرفت. در حقیقت الکترون همیشه در فضای اطراف پروتون قرار دارد و احتمال وجود آن در این فضا در هر لحظه از زمان برابر واحد است؛ در حالی‌که مزون واقعی در بخشی از زمان در پروتون واقع است و احتمال وجود آن در اطراف پروتون در هر لحظه از زمان کم‌تر از واحد است.

حالات واسطه‌ای پروتون‌ها و نوترون در وضعیت تجزیه، حالات صحیح (در مقابل کسری) هستند که به انرژی مربوط می‌شوند. مزون‌های پی واقعی و نوترون‌ها و پروتون‌های تولید کنندهٔ آن‌ها دارای جرم و انرژی مشترك هستند. پیدایش پیون‌های واقعی در حالات واسطه‌ای نوکلئون‌ها (پروتون‌ها و نوترون‌ها) را می‌توان به‌عنوان فرایند توزیع مجدد انرژی و جرم در درون خود نوکلئون‌ها محسوب داشت. بنابراین، در جریان تجزیهٔ نوکلئون‌ها، اصل بقای انرژی به‌هیچ‌وجه نقض نمی‌شود.

قانون بقای انرژی این گونه تجزیهٔ نوکلئون را رد نمی‌کند. اما انتقال مزون‌های پی واقعی را به‌خارج از قلمرو کنش متقابل نوکلئون، مگر در صورت وجودمنابع انرژی اضافی، ناممکن می‌داند؛ یعنی تبدیل ذرات واقعی را به‌ذرات بنیادی معمولی محال می‌شمارد. هنگام صحبت از مزون‌های پی واقعی باید توجه داشت که بر اساس قانون بقای انرژی، این مزون‌ها نمی‌توانند از نوکلئونی که مولد آن‌هاست جداشوند، یعنی نمی‌توانند به‌صورت مزون‌های پی آزاد درآیند، مگر آن‌که تأثیر خارجی در کار باشد.

مزون‌های پی واقعی در فرایند متقابل نوکلئون‌ها مداوماً پدید می‌آیند و ازبین می‌روند و وجود آن‌ها وجود در شدن است. وجود پیون‌های واقعی (به‌عنوان گونه‌ای از ذرات واقعی) وجودی واسطه‌ای میان پیدایش و فنا، میان امکان و فعلیت است.

در حقیقت، از آن‌جا که ذرات واقعی امکان پیدایش ذرات بنیادی هستند، واجد برخی از کیفیات ذرات بنیادی می‌شوند و می‌توانند تأثیراتی بر آن‌ها بگذارند. قبلا مثال هایی از این امر ارائه کرده‌ایم.

ذرات بنیادی و میدان ها از یك‌دیگر تفکیك ناپذیرند. ذرات واقعی را نیز می‌توان به‌صورت عناصر ساختمانی میدان‌های درون ذرات در نظر گرفت. به‌عبارت دیگر،میدان تنها محیط خارجی نیست، بلکه محتوای درونی آن‌ها را نیز تشکیل می‌دهد. بنابراین، می‌توان گفت که ذرات واقعی عناصر ساختمانی میدان‌هایی هستند که بخشی از محتوای درونی ذرات بنیادی را تشکیل می‌دهند.

در این نتیجه‌گیری باید اصلاحاتی را وارد کرد. خلاصه اینکه، نه‌تنها ذرات‌واقعی،

بلکه ذرات معمولی نیز از میدان‌ها تفکیک ناپذیرند. هردوی این‌ها را می‌توان مقادیر کمیتی میدان‌ها به‌شمار آورد. اصلاح مورد نیاز به این صورت است که در تعدادی از روابط، در خلاء میدان های فیزیکی، ذرات واقعی را می‌توان برابر دانست. مثلا، در فیزیك کنش‌های متقابل، مجموعه‌ای از ذرات که دارای سطوح انرژی نزدیك به‌هم هستند[۱۳]، با ذرات واقعی برابر دانسته می‌شود و گفته می‌شود که این کنش‌های متقابل با خلاء انجام می گردد. بنابراین توضیح فیزیك، واکنش با ذرات واقعی‌منجربه‌پراکندگی مجموعهٔ ذرات دارای سطوح انرژی نزدیك به‌هم می‌شود. بنابراین، از بعضی لحاظ، ویژگی‌های وجود ذرات واقعی را می‌توان به‌کمك کیفیت‌های ذاتی خلاء میدان‌های فیزیکی بررسی کرد. سرانجام به‌همین بیان کلی بسنده می کنیم وبه‌این سؤال‌می‌پردازیم که نقش ذرات واقعی در ساختمان ذرات بنیادی چیست.

براساس این قضیه که همهٔ ذرات از میدان‌ها تفکیك ناپذیرند و با آن‌ها تبدیل متقابل دارند، می‌توانیم بگوییم همچنان که هر ذره‌ای به‌میدان های بسیاری مرتبط است که در حالت زمین[۱۴] خود وارد محتوای آن ذره می‌شوند، ساختمان ذره نیز مجموعه‌ای از پیوندهای آن با ذرات دیگر و قابلیت آن برای تبدیل به ذرات دیگر است. اما کوانت های حالات زمین میدان‌های‌فیزیکی همان ذرات واقعی هستند. بنابراین می‌توان گفت که عناصر ساختمانی ذرات بنیادی، ذرات واقعی هستند که به‌توسط آن‌ها پیوندهای میان ذرات بنیادی با خودشان و بامیدان‌ها و همچنین امکان تبدیل ذرات بنیادی به یکدیگر و به‌میدان‌های فیزیکی گوناگون بیان می‌شود.

از این‌جا نتیجه‌ای می‌توان گرفت که از دید ما تا حدی غیر متعارف است: همهٔ ذرات بنیادی، در حالات واقعی[۱۵] خود، وارد قلمرو یکدیگر می‌شوند. مثلا د رنوترون، در حالت واقعی، مزون‌های مختلف π و K و همچنین زوج‌های نوترون ــ ضد نوترون و غیره وجود دارد. می‌توان چنین گفت که همهٔ ذرات بنیادی کم و بیش در تعیین شکل مشخص همهٔ ذرات بنیادی دیگر نقش دارند.

به‌عبارت دیگر، عناصر ساختمانی ذرات بنیادی «عناصر متشکلهٔ» آن‌ها به‌مفهوم معمولی کلمه نیست، بلکه پیوندهای آن‌ها با ذرات و میدان‌های دیگر و امکان آن‌ها برای تبدیل است. برداشت‌های فعلی ما در مورد تقسیم پذیری ماده اساساً با تصورات قبلی مغایر است. در گذشته چنین تصور می‌شد که تنها دو امکان متمایز و جود دارد: یا می‌توان ماده را به‌قطعات هرچه کوچك‌تر تقسیم کرد و یا به‌کوچك‌ترین ذرهٔ‌تقسیم ناپذیر می‌رسیم .اکنون معلوم شده است که امکان سومی هم وجود دارد. ماده رامی‌توان به‌ذرات هرچه بیش‌تری تقسیم کرد وبرای این‌کار انرژی بیش‌تر وبیش‌تری لازم‌است، اماباین کار هیچ‌گاه ذرا ت‌کوچك‌تری به‌دست نمی‌آید، زیرا امکان تولید زوج‌هایی به‌صورت ذره وضد ذره وجود دارد. بدین‌ترتیب، به‌گفتهٔ هایزنبرگ وضعیت معماگونه‌ای پدید می‌آید که می‌توان آن‌را چنین بیان کرد: هرذرهٔ بنیادی از همهٔ ذرات بنیادی‌دیگر

---

13. multiplets of particles 14. ground state 15. virtual state

تشکیل شده است[۱۶].

فیزیك ذرات بنیادی به‌شکل جدیدی از اتومیسم[۱۷] رسیده است که علاوه‌بر ردمفهوم ارسطویی تقسیم پذیری بی‌پایان ماده، برداشت‌های اتومیستی پیشین راهم، که مبتنی‌بر وجود عنصر اولیهٔ تقسیم ناپذیر، نهایی وتبدیل ناپذیر بود، مردودمی‌شمارد. ساختمان ذرات بنیادی شامل حالات واقعی آن‌هاست و ذرات بنیادی تحت‌شرایطی‌می‌توانندبه‌حالات مزبور تبدیل شوند، وبا تغییر شرایط، تجلیات ذرات بنیادی نیز دگرگون می‌شود.حتی می‌توان گفت که ذرات بنیادی در یك‌نوع کنش متقابل یك ساختمان ودر کنش‌متقابل دیگر ساختمان دیگری دارند.

ساختمان ذرات بنیادی همیشه در کنش‌های متقابل وتبدیل‌های خاص متجلی می‌شود. این امر تأیید دیگری است براین که عناصر ساختمانی ذرات بنیادی ــ حالات وذرات واقعی ــ تنها به‌صورت عوامل کنش متقابل وتبدیل ذرات بنیادی یعنی درشدن آنها وجود می‌یابند. درك صحیح از ساختمان پویای ذرات بنیادی، از درك ذرات واقعی به‌عنوان فرایندهای کنش وتبدیل متقابل ذرات معمولی جدایی ناپذیر است.

درك مفهوم نتایج فیزیك ذرات بنیادی نیز بدون فهم‌حالات و ذرات‌واقعی،ناممکن است. عملا هم اشکالی در استفاده ازاین‌مفاهیم ودربه‌کاربردن‌آن‌هادرمحاسبات‌گوناگون، وجود ندارد. ذرات واقعی مانند ذرات معمولی در مباحث نظری به‌کار گرفته‌می‌شوند.

تنها وقتی تفاوت مطرح می‌شود که بااندازه‌های مربوط به‌مشخصه‌های حرکتی (سینماتیك) ذرات سروکار داشته باشیم: اگر چه‌کاربرد توابع چهار بعدی δ خودبه‌خود رعایت قوانین بقای انرژی ــ ایمپالس‌رابرای همهٔ فرایند های مورد توجه در آزمایش تضمین می‌کند، مجذور ایمپالس چهار بعدی q درمورد ذرات حقیقی مثبت است ومحاسبهٔ نظری جرم $m = \sqrt{-q^2}$ نتیجهٔ‌موهومی‌به‌دست‌می‌دهد.[۱۸]بنابراین،تفاوت‌میان‌ذرات‌معمولی وذرات واقعی دارای هیچ معنای ذاتی نیست، بلکه به‌یك تابع حرکتی مربوط می‌شودکه فرایندی را که این ذرات درآن شرکت می‌کنند توضیح می‌دهد، نه خودآن ذرات‌را.

البته در متون فیزیکی وفلسفی نمونه‌های متعددی ازبرداشت‌های نادرست وحتی

---

۱۶. و. هایزنبرك، «مقدمه‌ای بر نظریهٔ میدان‌های یك‌نواخت ذرات بنیادی» لندن، نیویورك، ۱۹۶۶، صفحهٔ ۵.

17. atomism

۱۸. با مراجعه به‌سیستم مختصاتی که در آن ایمپالس هردو الکترون برابر است، پذیرفتن مطلب فوق آسان می‌شود. شرط $q^2 \geq 0$ (و برای مقادیر کمی $q^2 > -0{,}7$) را می‌توان به‌عنوان تعریف ذرات واقعی به‌شمار آورد.

اشتباهات فاحش در مورد ذرات واقعی دیده می‌شود. برای رفع اشکالات موجود تدابیر گوناگونی در جهت وضع اصطلاحات متناسب وایجاد ساختارهای فکری در زمینهٔ فلسفهٔ طبیعت به‌کار گرفته شده است.

از آنجاکه ذرات واقعی صرفاً به‌دلایل نظری وبه‌عنوان نتیجهٔ جریان‌صوری‌مرحلهٔ دوم کوانتیده شدن، در فیزیك مطرح شدند، و (همان طور که دیدیم) دربرخورد نخست به‌نظر می‌رسید که با قانون بقای انرژی ناسازگار هستند، مدت زیادی‌به‌عنوان توجیه نموداری و کاملا قرار دادی از برخی عناصر الگوی ریاضی فیزیك نظری تلقی‌می‌شدند که در انجام محاسبات به‌عنوان یك تصویر کمکی مفید هستند. موضوعات ریاضی‌مرتبط با ذرات واقعی تنها در مراحل واسطه‌ای محاسبات ظاهر می‌شدند وبنابراین توجیه‌مزبور مشکلی پیش نمی‌آورد وبرای مدت درازی عموماً مورد قبول بود. با پیشرفت بیش‌تر فیزیك نظری، روشن شد که دونوع ذاتاً متفاوت ذرات واقعی رامی‌توان مشخص کرد: ذرات واقعی «لخت[19]» که به‌عوامل ریاضی مربوط به‌جذب وتابش ذرات نقطه‌ای (فاقد ساختمان) مربوط می‌شوند و ذرات واقعی «پوشیده[20]» که دارای ساختمان داخلی پیچیده‌ای چون ذرات معمولی که درحالات ابتدایی‌وانتهایی واکنش‌هامشاهده‌می‌گردند، هستند. ذرات دستهٔ اول ودوم رامی‌توان به‌ترتیب «ذرات ریاضی» و «ذرات فیزیکی» نامید، که از لحاظ نظری به‌عنوان نتیجهٔ تاثیر عوامل خاص «فیزیکی» برای تولید و جذب یا به‌عنوان مجموعهٔ پیچیده‌ای («ابر» یا «پوشش») از «ذرات‌ریاضی» واقعی هستند.

اگر چه «ذرات ریاضی» را می‌توان به‌عنوان تصاویر موهومی (یابه‌عبارت‌دقیق‌تر، تقریب غیر دقیق از «ذرات فیزیکی») به شمار آورد، اما «ذرات فیزیکی»درخواص خود هیچ فرقی با ذرات معمولی که در آزمایش‌ها دیده می‌شوندندارند، هرچند که‌در فرایندهای جذب وتابش این ذرات نقض آشکار قانون بقای انرژی دیده می‌شود.

در بیان رسمی نظریهٔ ذرات بنیادی، که براساس معادلات میدان آزاد بناشده ودر آن کنش‌های متقابل ذرات به‌عنوان عامل محرك معرفی شده است، در همهٔ حالات واسطه‌ای با «ذرات ریاضی» وترکیبات آن‌ها سروکار داریم. معادل شمردن ذرات در حالات ابتدایی وانتهایی با «ذرات فیزیکی» در این مورد به‌کمك اعمال تقریب‌های قراردادی صورت می‌گیرد. این نحوهٔ برخورد موجب مطرح شدن این‌ادعا گردید که نظریهٔ جدید براساس مفهوم ذرات نقطه‌ای‌بناشده وحالات واسطه‌ای تنها در موضوعات کمکی معنی می‌یابند وازلحاظ خواص با ذرات «حقیقی» که در آزمایش ها مشاهده

19. Nude 20. Clothed

می‌شوند، تفاوت ذاتی دارند. به‌بیان مقبول‌تر، نظریهٔ جدید اساساً با «ذرات فیزیکی» سروکار دارد که در حالت آزاد بایکدیگر کنش متقابل ندارند ولی همیشه در حال کنش متقابل‌بامیدان‌های خلاء هستند. در این‌برداشت ، خواص ذرات‌درحالات‌واسطه‌ای واقعی هیچ تفاوتی با خواصی از ذرات، که در حالات ابتدایی و انتهایی واکنش‌ها مشاهده می‌شود، ندارد.

اصولا، در حال حاضر هرجاکه درمتون فیزیك از ذرات واقعی به‌عنوان نمادهای کمکی‌یاموجودیت غیر قابل مشاهده سخنی مطرح شود، منظورهمان «ذرات‌ریاضی»است.

بررسی تجربی ساختمان نوکلئون ها وتحلیل « کنش‌های متقابل محیطی» که به‌وسیلهٔ نمودارهایی بایك ذرهٔ واقعی منفرددریك حالت واسطه‌ای صورت گرفت،نه‌تنها مؤید وجود واقعی ذرات واقعی در طبیعت بود، بلکه همچنین نشان دادکه خواص‌آن‌ها با خواص ذرات معمولی به‌هیچ‌روی ناسازگار نیست.

در نظریهٔ کوانتوم فعلی، هم ذرات معمولی وهم ذرات واقعی (صرف‌نظر ازاین‌که به‌عنوان ذرات «ریاضی» نقطه‌ای یا ذرات «فیزیکی» دارای ساختمان محسوب شوند) به‌وسیلهٔ معادلات جذب وتابش همانندی بیان می‌شوند. در بیان نظری، هیچ کمیتی کـه مبین حالات خاصی از ذرات بنیادی باشد وجود ندارد، همچنان که هیچ‌وسیله‌ای درکار نیست که بدون اندازه‌گیری مقدار ثابت q^2 (که وابسته بشرایط‌مشخص خارجی‌است) بتوان معلوم کرد آیا ذرهٔ مورد نظر واقعی است یا معمولی. مثلا، یك فوتون واقعی‌که توسط یك الکترون تابیده شده ودیگر با الکترون مزبور در حال کنش متقابل‌نیست، چنانچه در کنش متقابلی بایك میدان خارجی وارد شود، باید آن‌را درعمل ذره‌ای معمولی دانست که طی آزمایش قبل به‌حالت پایدار رسیده است(واکنون دیگر اثری‌از آن کنش متقابل در فوتون باقی نمانده است). واقعی بودن هر ذره، نه‌براساس‌خواص آن، بلکه به‌وسیلهٔ موقعیتی که ذرهٔ مزبور در فرایند مشاهده دارد، تعیین می‌شود.

باآنکه تفاوت میان ذرات فیزیکی «واقعی» وذرات معمولی قـراردادی است، فرایندهای واقعی دارای یك ویژگی ذاتی هستند: دراین فرایندها قانون بقای انرژی در مورد اندازه‌های نظری انرژی ذرات صادق‌نیست. این‌امر توسط‌فیزیك‌دان‌های‌مختلف به‌اشکال مختلفی بیان شده که نمونه‌ای ازآن‌ها چنین است: یاباید عینیت فرایندهـای واقعی را پذیرفت واز عام بودن قانون بقای انرژی چشم‌پوشید، یاآن‌که عام بودن این قانون را قبول داشت ووجود فرایندهای واقعی رارد‌کرد.

برای درك این مطلب که چگونه وجود حقیقی ذرات واقعی می‌تواند باقانون‌بقای انرژی سازگار درآید، نخست باید در نظر داشت علت این نتیجه‌گیری ، که قانون‌مزبور صادق نیست، از مقایسهٔ بین مقادیر انرژی در دو لحظهٔ زمانی مختلف ناشی می‌شود:لحظهٔ حالت ابتدایی فرایند t_1 ولحظهٔ حالت نهایی فرایند t_2 در هر صورت، بنابه‌قانون بنیادی نظریهٔ کوانتوم، انرژی یك سیستم بسته را نمی‌توان بدون در نظر گرفتن تغییر

غیر قابل کنترل که به نایقینی $\Delta E \sim \frac{h}{2\pi\Delta t}$ مربوط می‌شود، تعیین کرد (دراین عبارت $\Delta t = t_2 - t_1$ برابر است باطول مدت فرایند اندازه‌گیری). بنابراین، در مورد $\Delta t \sim \frac{h}{2\pi . mc^2}$ که در آن m جرم ذرهٔ تابیده شده یا جذب شده‌است، عدم تعین دراندازه‌گیری انرژی برابراست با $\Delta E = mc^2$ ، یعنی دقیقاً مقداری از همان مرتبهٔ تفاوت بین‌انرژی‌های ابتدایی وانتهایی‌ذره E final_E initial

(باید براین نکته تأکید شود که ماهمیشه انرژی ذرات واقعی را از راه محاسبه ونه‌از طریق اندازه‌گیری به‌دست می‌آوریم، در غیر این‌صورت در محدودهٔ خطای تجربی ΔE انرژی ابتدایی وانتهایی مساوی در می‌آیند). پس می‌بینیم که در عمل هیچ‌گونه نقض قانون بقای انرژی در فرایندهای واقعی وجود ندارد واین قانون در چارچوب نظریهٔ کوانتوم جدید دقیقاً صادق است، هرچند که‌در این‌جا باید ماهیت موجی ویژهٔ ایـن پدیده‌ها رادر محاسبات منظور داشت. ذرات واقعی به‌طور کلی از نظر خواص داخلی تفاوتی با ذرات معمولی ندارند، به‌خصوص این که یك ذرهٔ واحد، بسته به‌شرایط‌خارجی می‌تواند ذرهٔ واقعی یا ذرهٔ معمولی محسوب شود. در هرحال ، ذرات واقعی، هنگامی‌که خواص داخلیشان در نظر گرفته نشود، به‌عنوان تقریب در نقش تصویر های کمکی‌عمل می‌کنند ونمودار قابل تجسمی از ابزار ریاضی نظریهٔ کوانتومی میدان ارائه می‌دهند.

بنابراین، مسئلهٔ ذرات واقعی وفرایندهای واقعی،در وهلهٔ اول به‌عنوان یك‌مسئلهٔ فیزیکی به‌نظریهٔ شناخت نیز مربوط می‌شود و مثلا با دیالکتیك ارتباط متقابل داخل و خارج و همچنین با شیء و تصویر آن مرتبط است.

وجود اصل های پرشماردر فیزیك وگرایش عمومی به‌افزایش تعدادآن‌ها ازیك‌سو نشان دهندهٔ نقش رهگشایانهٔ این اصول واز سوی دیگر دال‌برسکون ناپذیری موضوعات مورد شناخت است.

مفهوم دیالکتیکی نسبی و مطلق

دانشمندانی که در عصر حاضر در زمینهٔ فلسفهٔ علوم‌کار می‌کنند، راه‌های شناخت جهان شگفت‌انگیز واقعیات عینی را، که موضوع مطالعهٔ علوم تجربی است،•روشن می‌سازند. موضوع رابطهٔ متقابل میان نظریه‌های فیزیکی وواقعیت، دارای اهمیت‌نظری و عملی عظیمی است. مفهوم دیالکتیکی نسبی و مطلق، که از اصول مهم روش‌شناسی شناخت است، در ساختن چارچوب مناسبی برای پاسخ دادن به‌این سؤال مفید واقع‌می‌شود.

میان دو مفهوم مطلق و نسبی، ثابت و متحول، ارتباط نزدیکی وجود دارد. آن نکاتی از دانش ما که در جریان تغییراتشان محفوظ باقی می‌مانند اما قابلیت غنی‌تر شدن توسط جنبه‌ها و خواص جدید را دارند، مطلق شمرده می‌شوند. نکات مطلق در شناخت ما، ازگسترش شناخت جدا نیست، زیرا این نکات منعکس‌کنندهٔ رونددگرگونی یك کیفیت پایدار است. هرچه دانش عمیق‌تر باشد، از امکان غنی شدن بیشتری‌برخوردار است. هرچه میزان گسترش شناخت بالاتر باشد، نکات مطلق نیز درآن بیشتر است.

دانش ما نسبت به‌امور مطلق و عام هنگامی دانش علمی حقیقی است که به‌صورت دانش مشخص و نسبی بیان شده باشد و تنها در صورتی که بدین شکل بیان شودقابلیت تحقیق و استفادهٔ عملی را داراست. در شناخت، مفهوم نسبی بیانگر امکان تغییر شناخت و امکان به‌کارگیری دانش حاصل از آن، تنها در محدودهٔ مشخص و در شرایط مشخص است. اما اگر دانش در محدودهٔ مناسب به‌کارگرفته شود، نکات مطلق آن نیز دارای عملکرد خواهند بود. یعنی تضاد میان نسبی و مطلق، خود دارای یك خصلت نسبی است و مرز قاطعی میان آن‌دو وجود ندارد ودرجریان تحول به‌قلمرو یکدیگر وارد می‌شوند. گذار از مطلق به نسبی، گذار از ثبات به‌تحول و از عام‌تر به خاص‌تر است، یعنی مبین مشخص شدن مرزهایی است که درون آن، دانش از طریق نکات مطلقی که در خود دارد، عمل می‌کند. گذار از نسبی به‌مطلق نشان‌دهندهٔ نکات ثابت در پدیده‌های متغیر و روابط اشیای موردنظر با سایر اشیاست.

در نظریه‌های فیزیك مدرن و تفسیر فلسفی آنها (ازسوی سخن‌گویان‌ایده‌آلیسم یا ماتریالیسم مکانیستی) رابطهٔ دیالکتیکی میان نسبی و مطلق به‌شکل مطلوبی منعکس نشده است. حتی در زمان حاضر نیز ممکن است کسانی بکوشند تا مطلق را متضاد نسبی

قلمداد کنند و در پی عناصری از نسبیت‌گرایی[1] و یقین‌گرایی[2] باشند. مثلا ماکس‌بورن[3] گفته است: «ظهور، پذیرش و بطلان نظریه‌ها روال جاری کار است، آنچه امروز دانش پربهایی است، فردا آن‌چنان از اعتبار می‌افتد که فقط می‌تواند از جنبهٔ تاریخی مورد توجه قرار بگیرد.»[4] با اصلاحات جزئی می‌توان قسمت اول این عبارت را پذیرفت، اما با قسمت دوم آن نمی‌توان موافق بود، زیرا برا ی‌دانش سرشتی گذرا قایل است و وجود مراحل متوالی را در گسترش دانش انکار می‌کند (که این شاید ناشی از بیان نادرست باشد) و رابطهٔ دیالکتیکی میان حقیقت نسبی و مطلق را زیرپا می‌گذارد.

در برخی از عبارات دیوید بوهم[5] فیزیکدان مشهور انگلیسی، که او نیز ارتباط واقعی میان مطلق و نسبی را نادیده می‌گیرد، می‌توان تکیهٔ زیاد بر جنبهٔ نسبی روند شناخت را احساس کرد. همین دوری از دیالکتیك را در نوشته‌های ریچاردفینمان[6] نیز می‌توان یافت. فینمان می‌گوید: «یکی از راه‌های متوقف کردن علم این است که آزمایش‌ها فقط در حوزه‌ای که قوانین آن شناخته شده است، صورت بگیرد. اماآزمایش کنندگان با بیشترین پشتکار و شدیدترین تلاش در همان زمینه‌هایی که امکان دارد نظریه‌های ما نادرست ازآب درآید، به‌پژوهش می‌پردازند. به‌عبارت دیگر ما می‌کوشیم تا نادرستی نظرات خود را هرچه سریع‌تر به‌اثبات برسانیم، زیرا فقط از این طریق می‌توانیم به‌پیشرفت دست بیابیم »[7]

نخستین نکته‌ای که فینمان در عبارت فوق گفته است، نیازی به‌بحث ندارد و درست است. در واقع برای پیشرفت علمی هیچ‌چیز خطرناك‌تر از درجا زدن نیست. با این حال به‌هیچ‌وجه نمی‌توان پذیرفت که رد «حقایق کهنه» تنها راه پیشرفت باشد و بی‌توجهی به‌ارتباط دیالکتیکی مفاهیم نسبی و مطلق در اینجا کاملا مشهود است.

گفته‌های بوهم و فینمان که در بالا آورده شده عقاید فلسفی آنهاست که ابراز کرده‌اند و نمونه‌ای از متضاد شمرده شدن نسبی و مطلق، درگسترش نظریه‌های فیزیکی است. این وضع در عمل می‌تواند موجب حذف نکات مطلق از توسعهٔ نظریه‌ها بشود. گذشته ا زاینها، گسترش علم علاوه بر پیدایش دانش نوین، متضمن حفظ دانشی است که در گذشته به‌دست آمده است. اگر نفی حقایق شناخته شده مقدمهٔ پژوهش حقایق نوین قرارگیرد، حاصل کار نه‌حقایق نو بلکه اشتباهات کهنه خواهد بود. حقایق جدید

۱ــ اعتقاد به‌اینکه همهٔ حقایق نسبی‌اند، بدین معنی که بستگی دارند به‌فردی که با آنها برخورد می‌کند و همچنین به‌زمان یا مکان این برخورد.

۲ــ شیوه‌ای ازتفکر مبتنی بر اساس مفهوم ها و قواعد تغییرناپذیر فارغ از شرایط مشخص زمانی ومکانی، یعنی بدون درنظر داشتن اینکه حقیقت باید مشخص باشد.

۳ــ Max Born (۱۸۸۲ ــ ۱۹۷۰) فیزیك‌دان انگلیسی (متولد در آلمان) که در زمینهٔ مکانیك کوانتوم کارکرده است.

۴ــ کتاب «فیزیك در نسل‌من» نوشتهٔ ماکس‌بورن، صفحه ۱۸.

5 - David Bohn.

۶ــ Richard Phillips Feynman متولد ۱۹۱۸، دانشمند آمریکایی در زمینهٔ فیزیك‌نظری.

۷ــ کتاب «خصلت قانون های فیزیکی» نوشتهٔ ریچارد فینمان، لندن، ۱۹۶۵، صفحهٔ ۱۵۸.

نه از طریق ستیز با حقایق کهن (عناصر حقیقت مطلق)، بلکه از راه مبارزه با خطاهای کهن به‌دست می‌آید.

برخی از دانشمندان معتقدند که روزبه‌روز برذخیرهٔ نکات مطلق در فیزیك‌افزوده می‌شود، و بنابراین می‌توان گسترش آن را در جهت شناخت بنیادی‌ترین قوانین طبیعت، هدایت کرد. گفته‌هایی از این دست در نوشته‌های فینمان یافته می‌شود: «این وضع نمی‌تواند همچنان ادامه داشته باشد و همیشه در حال کشف قوانین جدیدتر و جدیدتری باشیم... عصری که درآن به‌سر می‌بریم عصر کشف قوانین بنیادی طبیعت است و هیچ‌گاه دیگر در تاریخ تکرار نخواهد شد. زندگی در چنین عصری هیجان‌انگیز و عالی است، ولی این هیجان دیری نخواهد پایید...

«به‌علاوه، هرگاه معلوم شود که دیگر همه‌چیز دانسته شده یا آنکه پیشرفت بیشتر به‌کندی بسیار مقدور است، فلسفهٔ محکم و توجه دقیق نسبت به‌همهٔ چیزهایی که در موردش صحبت کرده‌ام به‌تدریج از میان رخت برخواهد بست.»[۸]

این اظهارنظر بیش از آنچه یك بحث منطقی باشد، جنبهٔ عاطفی دارد. ازآنجا که علم و تجربهٔ عملی، قضیهٔ پایان‌ناپذیری اشیا را تأیید کرده است، قضیهٔ بی‌پایان بودن فرایند شناخت این اشیا نیز معتبر است. وظیفهٔ اساسی برای شناخت ما، کشف نکات حقایق نسبی است. تنها در پرتو ارتباط دیالکتیکی فیمابین نکات نسبی ومطلق شناختمان می‌توانیم با حقیقت به‌عنوان یك فرایند برخورد کنیم. گسترش حقیقت، متضمن تصفیه و توسعه و همچنین گستردگی و محدودیت است.

توجه به تفاوت اصولی میان دو برداشت علمی و فلسفی از نسبیت، بسیار مهم‌است. تصورات، مفاهیم و نظریه‌های ما منعکس‌کنندهٔ واقعیت عینی است که مستقل از ما وجود دارد. در همهٔ مراحل تحول علم، این اندیشه‌ها نشان‌دهندهٔ حقیقت نسبی است. به‌هرحال، در فلسفه مسئله به‌این صورت مطرح می‌شود. در فیزیك وضع کاملا متفاوتی وجود دارد. وقتی یك فیزیك‌دان می‌گوید که سرعت از نظر فیزیك کمیتی نسبی‌است، نه مطلق، منظورش این است که: یك جسم معین در لحظهٔ معین می‌تواند سرعت‌های متفاوتی داشته باشد. بسته به‌اینکه سرعت نسبت به‌کدام نقطهٔ مبدأ اندازه‌گیری شده‌باشد.

از دیدگاه فلسفهٔ ذهن گرایانهٔ ایده‌آلیستی، نسبی دانستن مسیر، انرژی جنبشی، جرم و فواصل مکانی و زمانی در فیزیك، به‌منزلهٔ نفی محتوای عینی این مفهوم‌هاست. این‌گونه برداشت‌ها نتیجهٔ جایگزین کردن نقطه‌نظر ذهنی شخص مشاهده‌گر به‌جای دستگاه اندازه‌گیری یابه‌عبارت دیگر، قراردادن مفهوم ذهنی در جای مفهوم نسبی است.*

در حقیقت، اطلاعات علمی، با وجود آن‌که حاصل فعالیت خلاق ذهن دارای شناخت هستند، عینی می‌باشند.

۸ــ کتاب مذکور پانویس ۷، صفحات ۱۸۲ و ۱۷۳.

* د راین باره نگاه کنید به‌مقالهٔ دریافتهای حسی و تفکر انتزاعی در شمارهٔ ۷ سال ۲ هدهد.

در بعضی از کتاب‌ها، نظریهٔ نسبیت خصوصی و اثرات آن، نسبت به‌یك فردمشاهده‌گر شرح داده شده است و در نتیجه این برداشت غیرعلمی را به‌وجود می‌آورد که این‌نظریهٔ فیزیکی، ذهنی است. در واقع اگر به‌جای فرد مشاهده‌گر یك دستگاه اندازه‌گیری در نظر بگیریم، اصل نظریه تغییری نمی‌کنـــد، ولی تفسیر آن بـــا برداشت ایده‌آلیستی ذهن‌گرایانه از میان می‌رود.

عدم درك خصلت عینی نسبیت غالباً نتیجهٔ برابر شمردن نسبیت و قراردادی بودن است که مفهوم اخیر در معنای قراردادگرایانه[۹] آن مورد نظر قرار می‌گیرد و براساس آن، علم بر پایهٔ توافق‌های اختیاری بنا شده که تابع ملاحظات مصلحتی است. درآثار کلاسیك فلسفهٔ علمی، مفهوم «قراردادی» (یا «شرطی») به‌عنوان مترادفی برای‌مفهوم «نسبیت عینی» به‌کار رفته است و منظور ازآن توافق‌های اختیاری میان مردم نیست. در کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی آمده است که «همهٔ مرزها در طبیعت شرطی، نسبی و قابل تغییر، و نشان‌دهندهٔ نزدیك شدن تدریجی اندیشهٔ ما به‌شناخت ماده است.»[۱۰]

باید میان این دو تفسیر از مفهوم «قراردادی» دقیقاً تمایز قایل شد. اشتباه در تمایز میان دومعنی متفاوت مفهوم «قراردادی» موجب شد که و.آ.فوك[۱۱] (فیزیك‌دان) به‌انتقاد از آ. آ. ماکسیموف[۱۲] (فیلسوف) بپردازد که چرا وی نسبی‌بودن مفاهیمی از قبیل سرعت و همزمانی را رد کرده است. فوك می‌نویسد: «... آ. آ. ماکسیموف نسبیت به‌معنی ارتباط متقابل و پیوند داخلی روابط مادی اشیا را بامفهوم قراردادی بودن و ذهنیت، اشتباهی گرفته است. اما این دو کاملا با یکدیگر متفاوتند. هنگامی که در فیزیك از سرعت نسبی، یا رطوبت نسبی، صحبت می‌کنیم، یا وقتی که در اقتصاد سیاسی از قیمت نسبی سخن می‌گوییم، منظورمان نسبیت به‌معنی ارتباط متقابل است و پیداست که این مفهوم هیچ‌ربطی به‌قراردادی بودن و ذهنیت ندارد.»[۱۳]

بنابراین، می‌بینیم که ناآشنایی با ارتباط دیالکتیکی مطلق و نسبی، یا نادیده‌گرفتن آن منجر به نفی خصلت عینی نسبیت می‌شود. تمامی گسترش علوم طبیعی نشان‌دهندهٔ آن است که نسبیت و واقعیت از یکدیگر مجزا نیستند. نسبی و مطلق هردو به‌طـــور عینی وجود دارند. و زمانی که در فیزیك از خصلت نسبی یك خاصیت معین صحبت می‌کنیم، منظورمان نسبیت به‌معنی ارتباط متقابل است و در اینجا نیزکاری به‌قراردادی بودن یا ذهنیت نداریم.

هیچ خاصیت یا شیئی وجود ندارد که به‌چیزی نسبی نباشد، یعنی مطلقی وجود

۹ــ قراردادگرایی: اعتقاد به‌اینکه نظریه‌های علمی بازتاب واقعیت عینی نیستند، بلکه قرارداد هایی هستند که دانشمندان برای سهولت و کارآیی آنها را میان خود وضع کرده‌اند.

۱۰ــ«ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعهٔ آثار لنین، جلد ۱۴ صفحهٔ ۲۸۱.

11 - V.A. Fok

12 - A.A. Maksimov

۱۳ــ «رد نقد یك‌نواخت نظریه‌های فیزیك مدرن»، مجلهٔ مسایل فلسفه، شمارهٔ ۱، ۱۹۵۸، صفحهٔ ۱۷۳.

ندارد که به‌صورت نسبی منجلی نشود. درست به‌همین خاطر است که حتی یو. ب. رومر[۱۴] و م. ش. ریوکین[۱۵] ــ فیزیك‌دانان شوروی ــ پیشنهاد می‌کنند که قضیهٔ نسبیت‌خواص اشیاء، اصل اولیهٔ هرنظریهٔ فیزیکی معقول قلمداد شود.[۱۶]

رابطهٔ دیالکتیکی میان مطلق و نسبی، میان عینی و ذهنی همچنین در گذار از فیزیك جهان بی‌نهایت بزرگ به‌فیزیك جهان بی‌نهایت کوچك ــ که‌دراین گذارمفهوم احتمال نقش بنیادی می‌یابد ــ آشکار است. در واقع ظهور مفهوم احتمال درمکانیك کوانتوم به‌خاطر کمبود معلومات نبود، بلکه بازتابی بود از نایقینی (عدم قطعیت) عینی در وضعیت اشیای بی‌نهایت کوچك. مفهوم حقیقی رابطهٔ نایقینی (فرمول‌هایزنبرگ) را تنها هنگامی می‌توانیم دریابیم که ویژگی ذرات بی‌نهایت کوچك را در نظر داشته‌باشیم. ویژگی ذرات بی‌نهایت کوچك در این است که پیش از یك کنش متقابل (اندرکنش)[۱۷] خاص، هیچ‌یك از پارامترهای فیزیکی آنها نمی‌تواند مقدار عددی معینی داشته باشد. هرگاه ذره‌ای را به‌طور منفرد و مجزا درنظر بگیریم، دربارهٔ بسیاری از پارامترهای آن‌که به‌فیزیك کوانتوم مربوط می‌شود، چیزی نمی‌توانیم بگوییم. دراین مورد، تنها در شرایط اندرکنش آنها با سایر اشیای مادی، می‌توانیم دانشی به‌دست آوریم.

با توجه به‌آنچه گفته شد، وجه تمایز اصلی میان فیزیك کوانتوم و فیزیك کلاسیك را به‌شکل زیر می‌توان بیان‌کرد: در فیزیك کلاسیك، مقادیربیان‌کنندهٔ حرکت یك نقطهٔ مادی، نسبی هستند، بدین معنی که به‌انتخاب دستگاه (مختصات) اندازه‌گیری‌بستگی دارند. اما در چارچوب یك دستگاه (مختصات) مادی معین، مقادیر فیزیکی به‌محیط مادی بستگی ندارند، یعنی مطلق هستند. پس نتیجه می‌گیریم که در فیزیك کلاسیك خواص بنیادی اشیا در هرمحیطی جلوه‌گر می‌شوند و می‌توان دستگاهی ساخت که در هریك‌از حالات شیء، همهٔ مقادیر مربوط به‌خواص مکانیکی آن را اندازه‌گیری کند.

در مکانیك کوانتوم اوضاع کاملا متفاوتی وجود دارد. در آنجا هیچ دو مقدار مربوط به خواص ذرهٔ بی‌نهایت کوچك را نمی‌توان (در یك حالت معین و مشخص) به‌طور همزمان اندازه‌گیری کرد. زوج‌هایی ازکمیت‌ها وجود دارد که مکمل[۱۸] یکدیگر خوانده می‌شوند ــ مثل مختصات و ایمپالس.[۱۹] محیطی که امکان مشخص شدن ایمپالس به‌خصوص را فراهم آورد، قطعیت مختصات را از میان می‌برد (و برعکس). مفهوم توزیع احتمال در تصویری که مکانیك کوانتوم از جهان به‌دست می‌دهد تفاوت بنیادی با همین مفهوم در مکانیك کلاسیك دارد. بنابراین اساس کارآیی مفهوم احتمال در برخورد با ذرات بی‌نهایت کوچك، ناشی از وضعیت خود آنهاست و نایقینی اندازهٔ هر پارامتر فیزیکی، صرفاً نتیجهٔ نایقینی حالت ذرات بی‌نهایت کوچك است. رابطهٔ نایقینی،

---

14 - Yu. B. Rumer 15 - M. Sh. Ryvkin

۱۶ــ «مسایلی از شناخت فیزیکی معاصر» نوشتهٔ رومر وریوکین، مجلهٔ مسایل فلسفه، شمارهٔ ۷، ۱۹۶۴، صفحات ۶۱ و ۶۲

17 - Interaction 18 - Complementary

۱۹ــ Impulse ضربه، میزان تغییر مقدار حرکت (حاصل ضرب جرم در سرعت).

علاوه بر تبیین آماری بسیار از اندرکنش‌ها، مقادیر کمیتهای فیزیکی مربوط به‌ذرات را، پیش از وارد شدن در اندرکنش، معین می‌کند.

برخی از نمایندگان مکتب کوپنهاگ[۲۰] در فیزیك عملا پیوند ناگسستنی میان ذرات بنیادی و محیطی را که آنها درآن هستند، فرعی می‌شمارند و در مورد رابطهٔ متقابل میان اشیای بی‌نهایت کوچك و دستگاه اندازه‌گیری، اغراق می‌کنند. اما پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچك، درون جهان بی‌نهایت کوچك رخ می‌دهد و جداکردن‌دستگاه بی‌نهایت کوچك ــ که از دیدگاه مفاهیم کلاسیك امکان‌پذیر بود ــ در واقع تحقق ناپذیر است. در واقع، مسئلهٔ کارکرد اصل نایقینی و مشخصهٔ آماری قوانین رفتاری ذرات بی‌نهایت کوچك، پیچیده‌تر از آن است که برخی از پژوهشگران تصور می‌کنند.

آلبرت اینشتین‌کبیر با تفسیر مکتب کوپنهاگ در مورد اصل نایقینی به‌طور کامل موافق نبود، هرچند که در فیزیك نوین تفسیر بهتری هم وجود ندارد. همچنان که براینشتین نیز روشن بود، مکانیك کوانتوم قادر به‌ارائهٔ توضیح‌تامی در مورد واقعیت نیست. اینشتین در سال ۱۹۳۵ طی مقاله‌ای با عنوان «آیا می‌توان توضیح مکانیك کوانتوم را در مورد واقعیت فیزیکی کامل دانست؟» که به‌همراهی ب. پودولسکی[۲۱] و ن. روزن[۲۲] تهیه شد، این قضیه را مفصلا مورد بحث قرارداد. بنا به‌نوشتهٔ این مقاله، عنصر واقعیت فیزیکی تنها هنگامی به‌مقادیر فیزیکی مربوط می‌شود که بتوان این‌مقادیر فیزیکی را با احتمالی برابر با یك، پیش‌بینی کرد. نویسندگان مقالهٔ مذکور، براساس این معیار، چنین نتیجه‌گیری کردند که مکانیك کوانتوم نمی‌تواند واقعیت فیزیکی را به‌طور کامل توضیح دهد و اظهار اطمینان کردند که ابزار دیگری برای توضیح پدیده‌ها وجود دارد که با واقعیت هماهنگی بیشتری داشته باشد.[۲۳]

در این مورد، بور چنین توضیح داده است که این بحث، کامل بودن توضیح ارائه شده از سوی مکانیك کوانتوم را منتفی نمی‌سازد، «بلکه، برعکس، این توضیح را می‌توان استفادهٔ معقول از همهٔ امکانات برای ارائهٔ تفسیر روشنی از نتایج اندازه‌گیری‌ها، منطبق با اندرکنش نامحدود و کنترل‌ناپذیر میان اشیا و دستگاه‌های اندازه‌گیری، در حوزهٔ نظریهٔ کوانتوم دانست. در واقع، تمایز متقابل هردو روند تجربی، که امکان تعریف دقیق کمیت‌های فیزیکی مکمل را فراهم می‌آورد، راه را بر پیدایش قوانین فیزیکی جدید می‌گشاید...»[۲۴]

بور، سپس اظهارعقیده می‌کند که مکانیك کوانتوم کامل است، زیرا مناسب

۲۰ــ نامی که به‌گروهی از فیزیك‌دانان (بور، هایزنبرگ، ویتس‌زکر، جردن و دیگران) اطلاق می‌شد. این دانشمندان نمایندگان برخورد اثبات گرایانه (پوزیتیویستی) با مسایل فلسفی مکانیك کوانتوم بودند. این گروه در اواخر دههٔ ۱۹۲۰ در انستیتوی فیزیك نظری کوپنهاگ به سرپرستی ن. بور به وجود آمد.

21 - B. Podolsky 22 - N. Rosen

۲۳ــ مجلهٔ «پیشرفت‌های علم فیزیك» دورهٔ پانزدهم، شماره ۴، ۱۹۳۶.

۲۴ــ کتاب «فیزیك اتمی و دانش بشری» نوشتهٔ ن. بور، نیویورك، ۱۹۵۸، صفحهٔ ۶۱.

ابزارهای اندازه‌گیری است که بنا به‌ساختشان اندازه‌گیری همزمان ایمپالس (p) و مختصات (x) توسط آنها ناممکن است. همان‌طور که قبلا گفته‌شد، بور بیشتر بر نقش ابزارهای اندازه‌گیری تأکید می‌کند. او برآن است که تنها علت وجود رابطهٔ نایقینی، به‌میان آمدن این ابزارهاست.

نظرات بور را نمی‌توان به‌سادگی پذیرفت. هم در مکانیك کلاسیك و هم در مکانیك کوانتوم، ابزارهای اندازه‌گیری دارای ابعاد ماکروسکوپی (قابل درك و لمس توسط انسان، بدون وسایل کمکی) هستند و بنابراین جوهر اختلاف میان پدیده‌های کلاسیك و کوانتوم از ابزارها ناشی نمی‌شود، بلکه به‌سرشت نویافتهٔ اشیای کوانتومی مربوط می‌گردد.

اگر مفاهیم ایمپالس و مختصات مانند حالتی که در فیزیك کلاسیك وجود دارد، در مورد اشیای بی‌نهایت کوچك هم کارآیی نامحدود داشتند، ناممکن بودن‌اندازه‌گیری همزمان آنها با اصل ماتریالیستی تقریب به‌حقیقت مطلق (نزدیك شدن تدریجی‌به‌حقیقت مطلق)، آشکارا ناسازگار درمی‌آمد. اما ویژگی مکانیك کوانتوم دقیقاً همین است که بیانگر نظم‌های خاص اشیایی است که طبیعت آنها با نقاط مادی کـه در فیزیك‌کلاسیك آماری مطرح می‌شود، تفاوت دارد. در جهان بی‌نهایت کوچك ــ برخلاف جهـان بی‌نهایت بزرگ ــ هیچ‌گاه نمی‌توان شیء مورد مطالعه را از اندرکنش با بقیهٔ عـالم مجزا کرد. همچنین، درجهان بی‌نهایت بزرگ یك ــ و فقط یك ــ امکان واقعی‌وجود دارد‌که در عمل الزاماً تحقق می‌یابد؛ اما در جهان بی‌نهایت کوچك، شیء بی‌نهایت کوچك، که در شرایط ماکروسکوپی معینی قرار گرفته است، رشتهٔ نامحدودی از احتمالات رادر خود دارد. ازینرو روشن است که حالت یك شیء بی‌نهایت کوچك را هیچ‌گاه نمی‌توان به‌کمك تعداد محدودی پارامتر معین کرد، بلکه حالت مذکور را فقط به‌صورت آماری می‌توان نشان داد. دیگر اینکه، درمکانیك کلاسیك مفهوم‌احتمال به‌دقیق نبودن اندازه‌گیری‌ها مربوط می‌شود، در حالی که در مکانیك کوانتوم، احتمال، بازتاب کیفیت‌هایی است که در اشیای بی‌نهایت کوچك به‌طور عینی وجود دارد.

این نکته بسیار پراهمیت است. مکانیك کوانتوم عملا برپایهٔ رابطهٔ دیالکتیکی متقابل بین معین‌بودن و نامعین بودن در فرایندهای اندرکنش و دگرگونی پدیده‌ها و قایل شدن عینیت برای هردوی اینها، بنا شده است.

حال به‌سراغ نظریهٔ نسبیت می‌رویم که درآن پاسخ‌نهایی به‌این سؤال، که مطلق و نسبی دقیقاً به‌چه صورت با یکدیگر مرتبط هستند، داده نشده است. این ابهام، که از دیدگاه فلسفی به‌وحدت دیالکتیکی نکات مطلق ونسبی تعبیر می‌شود، منجر به‌دشواری درك این نظریه شده است.

بسیاری از نویسندگان آثار علمی به‌این واقعیت توجه دارند که نفی وجـود مطلق، خارج از ارتباط آن با نسبی، که توسط نظریهٔ نسبیت صورت می‌گیرد، اصلا به معنی نفی کلیهٔ نکات مطلق نیست. و. آ. فوك گفته است که: «برای منعکس کـردن واقعیت عینی، الزاماً باید هم مفاهیم مطلق و هم مفاهیم نسبی را به‌کار گرفت. نظریهٔ

نسبیت دقیقاً همین کار را می‌کند. این نظریه، خصلت نسبی تعدادی از مفاهیم را، که قبلا مطلق تصور می‌شدند، نشان می‌دهد و در عین حال تعدادی مفهوم مطلق جدید عرضه می‌کند. بسیاری از منتقدین نظریهٔ نسبیت این موضوع را از یاد می‌برند.»[۲۵]

هرقانون علمی، چه در محتوا و چه در اشکال تجلی‌خود، مرحله‌ای ازگسترش شناخت ماست، که شناخت ما درآن متوقف نمی‌ماند، بلکه ازآن نیز پیش‌تر می‌رود. ما باید بتوانیم در هرقانون وحدت نکات مطلق و نسبی را روشن کنیم، زیرا تنها از این راه می‌توان امکان این پیش‌بینی را به‌وجود آورد که چه‌چیز را در آن قانون‌می‌توانیم محدود و مختصر کنیم و چه چیز را می‌توانیم تقویت کنیم و گسترش دهیم.

هرقانون فیزیکی و هرنظریهٔ فیزیکی، صرفاً یك حقیقت نسبی است، یعنی فقط بازتابی تقریبی از حقیقت عینی است. با این حال هیچ عبارتی نادرست‌تر از این نیست که بگوییم: «همه‌چیز نسبی است.» اینکه تصویر فیزیکی جهان یك حقیقت نسبی است، به‌هیچ‌وجه نفی‌کنندهٔ این واقعیت نیست که جنبه‌هایی درآن وجود دارد که هیچ‌تحولی ــ چه در طبیعت و چه در اندیشهٔ انسان ــ آن را دگرگون نمی‌کند.

ماکس پلانك به‌خوبی به‌این مطلب پی‌برد. او در سرگذشت‌نامهٔ علمی خود نوشته است که جستجوی مطلق همیشه درنظرش جالب‌ترین مسئلهٔ علمی بوده است. وی‌می‌نویسد: «شاید این با علاقهٔ من به نظریهٔ نسبیت متناقض به‌نظر برسد. این برداشت از پایه اشتباه است. هرنسبی براساس پذیرش قبلی چیزی مطلق استوار است و تنها هنگامی معنی‌دارد که مطلق درکنار آن قرارگیرد...»

«ما همیشه فقط از نسبی می‌توانیم آغاز کنیم. همهٔ اندازه‌گیری‌های ما از نوع نسبی است. مادهٔ سازندهٔ ابزاری که با آن کار می‌کنیم تابع شرایط منبعی است که این ماده ازآنجا به‌دست می‌آید، ساختمان این ابزار مشروط به‌قابلیت تکنیسینی است که آن را طرح کرده و کارآیی آن تابع هدف خاصی است که آزمایش‌کننده می‌خواهد بدان دست یابد. از همهٔ این اطلاعات می‌توانیم مطلق را (یعنی همهٔ آنچه را که دارای صحت عام است) و نیز هرچیز نامتغیری را که درآن مستتر است، استنتاج کنیم.»[۲۶]

بدون آنکه شرط وجود نکات مطلق پیشاپیش فراهم آید، هیچ مفهومی رانمی‌توان تعریف کرد و هیچ‌نظریه‌ای را نمی‌توان به‌وجود آورد. مطلق و نسبی و همچنین ثابت و متغیر به‌اشکال مختلف با یکدیگر ارتباطی دارند که عملا در فرایند گسترش فیزیك متجلی می‌شود. از این جمله می‌توان اصل پایان‌ناپذیری[۲۷]، اصل ارتباط متقابل[۲۸] و

۲۵ــ مجلهٔ مسایل فلسفه، شمارهٔ ۱، ۱۹۵۳، صفحات ۱۷۱ و ۱۷۲.

۲۶ــ «سرگذشت نامهٔ‌علمی‌من» نوشتهٔ ماکس پلانك، لایپزیگ، ۱۹۴۸، صفحات ۳۱ و ۳۲.

27 - Inexhaustibility (= سکـون ناپذیری)

۲۸ــ Principle of Correspondence : یکی از اصول بنیادی روش‌شناسی که برگسترش علوم حاکم است. این اصل بیان کنندهٔ حرکت دانش از حقیقت نسبی به‌سوی حقیقت مطلق و کامل تر است. اصل مزبور در سال ۱۹۱۳ هنگامی که مفاهیم فیزیك کلاسیك دچار تزلزل می‌شد، توسط بور بیان گردید. (= اصل تناظر)

همچنین تغییرناپذیری قوانین نظریه‌های مختلف نسبت به‌تبدیلات یك‌سان را نام‌برد.

اکنون به‌بررسی ارتباط میان تغییرناپذیری و نسبیت می‌پردازیم. همان‌طور که قبلا نیز گفته شد، تغییرناپذیری عبارت است از وجود خواصی که نسبت به‌گروه‌خاصی از تغییرات در شرایط فیزیکی، پایدار می‌مانند. مفهوم تغییرناپذیری نخست درریاضیات مطرح شد.

در فیزیك، مفهوم تغییرناپذیری نخستین‌بار در روشن‌ترین شکل آن در اصل نسبیت گالیله منعکس شد. این اصل می‌گوید حرکت یك‌نواخت یك دستگاه برروال فرایندهای مکانیکی اثر نمی‌گذارد. این حرکت یك‌نواخت تنها در فضایی امکان‌پذیر بود که دارای هیچ‌گونه نقاط یا محورهای متمایز نباشد. نتیجه می‌گیریم که دربیان اصل نسبیت گالیله، وجود نوعی تقارن خاص در فضا، به‌طور ضمنی پذیرفته شده که عبارت است ازایزوتروپی[۳۰] وهمگنی[۳۱]. بنابراین دراین اصل، مشخصهٔ مطلق قوانین، به‌طور آشکار باخواص مطلق وعام فضا ازقبل مرتبط شده بود.

اصل نسبیت درکامل‌ترین شکل خود در نظریهٔ نسبیت متجلی می‌شود. این‌واقعیت که، نکات مطلق ونسبی مشخص‌کنندهٔ مادهٔ درحال حرکت با یکدیگر ارتباط ناگسستنی دارند، بدین‌صورت مصداق می‌یابد که اصل نسبیت عام، بیان کنندهٔ دونکتهٔمتضاد است: تغییرناپذیری، که قوانین طبیعت را نافذ محسوب مـی‌دارد واصل نسبیت. همیـن وضعیت زمینهٔ پرباری برای بحث درمورد نظریهٔ نسبیت فراهم می‌آورد.

هرنظریهٔ فیزیکی کامل متضمن تغییر ودرعین‌حال نسبیت است. مثلا، درمکانیك کلاسیك طول اشیا ومدت زمان وقوع حوادث تغییرناپذیرند، حال آنکه در نظریهٔ نسبیت، این دونسبی هستند وتنها آمیزهٔ خاصی ازآنها دریك فاصله تغییرناپذیر است. وجه تمایز نظریه‌های فیزیکی مربوط به‌مراحل مختلف پیشرفت علوم فیزیکی، نه‌تنها درنظام مفاهیم وقوانین آنها، بلکه همچنین در مجموعهٔ تبدیلاتی است که این قوانین نسبت به‌آنها تغییرناپذیرند.

قوانین مکانیك کلاسیك نسبت به‌تبدیلات گالیله تغییر ناپذیرند، قوانین نظریهٔ نسبیت، نسبت به‌تبدیلات لورنتس[۳۲] تغییرناپذیرند وقوانین مکانیك کوانتوم نسبت

---

29 - Invariance

۳۰ـ Isotropy : : یك‌سان بودن مشخصات فیزیکی محیط در امتدادهای مختلف آن.

۳۱ـ Homogeneity یك‌سان بودن مشخصات فیزیکی محیط درنقاط مختلف آن.

۳۲ـ Hendrik Antoon Lorentz ریاضی‌دان و فیزیك‌دان هلندی (۱۸۵۳ ـ ۱۹۲۸)، استاد دانشگاه لیدن. او نخستین کسی بود که تغییرناپذیری قوانین پدیده‌های الکترومغناطیسی و استقلال آنها را از دستگاههای اندازه‌گیری دارای حرکت خطی با سرعت یك‌نواخت، نشان‌داد. تبدیلات او در رابطه با مختصات فضایی و زمانی دستگاههای در حال حرکت (که تعمیمی از تبدیلات‌گالیله است) به‌صورت یك ابزار ریاضی دایمی در نظریهٔ نسبیت درآمده است. لورنتس دارای دیدگاه‌های ماتریالیستی بود و با نفی علیت و سایر نتیجه‌گیری‌های ایده‌آلیستی در مورد مکانیك کوانتوم و نظریهٔ نسبیت مخالفت می‌کرد.

به‌تبدیلات یکه‌ای[۳۳] نامتغیرند.

تعیین حدود کارآیی اصول تغییرناپذیری ازوجوه اساسی گسترش شناخت‌فیزیکی است. هرنظریهٔ فیزیکی دارای انواع تغییرناپذیری مختص‌به‌خوداست.مثلاتغییرناپذیری مختص به‌قوانین ماکسول[۳۴] درالکترودینامیك، عبارت است ازتغییرناپذیری نسبت‌به‌آنچه اصطلاحاً تبدیل مدرج[۳۵] پتانسیل‌های الکترومغناطیسی خوانده می‌شود. قوانین‌الکترو دینامیك کوانتوم شرط جدیدی را برای تغییرناپذیری ارضا می‌کنند- تغییرناپذیری نسبت به‌نوع دیگری از تبدیل مدرج- تبدیل ترکیب‌بار، تبدیل «سلام[۳۶]- تـوشك[۳۷]» وتبدیل پائولی[۳۸]- گورسی[۳۹]. تفاوت‌های موجود در مجموعهٔ تبدیلاتی‌که برای قوانین نظریه‌های مختلف وجود دارد نشان دهندهٔ خصلت ویژهٔ خود این نظریه‌ها وتحویل ناپذیری آنان به‌یکدیگر است.

با آنکه تفاوت اصولی میان قوانین مکانیك کلاسیك وقوانین مکانیك نسبی در تمایز بنیادی میان تبدیلات گالیله ولورنتس ظاهر می‌شود، این قوانین وجه مشترك‌هم دارند: هردونسبت به‌تبدیل انتقال دستگاه مختصات وتبدیل انتقال زمانی وچرخش‌دستگاه مختصات ، تغییر ناپذیرند. قوانین الکترودینامیك کلاسیك وقوانین الکترودینامیك کوانتوم در این واقعیت مشترکند که هر دو نسبت به‌تبدیلات لورنتس وتبدیل مدرج پتانسیل‌های الکترومغناطیسی تغییرناپذیرند.

این واقعیت که قوانین نظریه‌های مختلف فیزیکی، علی‌رغم داشتن انواع تغییر ناپذیری مختص به‌خود، تعدادی وضعیت تغییرناپذیری مشترك نیز دارند، دارای‌اهمیت زیادی است. تغییرناپذیری قوانین حرکت اشیای گوناگون نسبت به‌یك تبدیل معین،

---

33 - Unitary

۳۴- James Clerk Maxwell (۱۸۳۱ - ۱۸۷۹) فیزیك‌دان اسکاتلندی، عرضه کنندهٔ نظریهٔ الکترو مغناطیس.

35 - Calibrated

۳۶- عبدالسلام لاهوری، دانشمند برجستهٔ فیزیك نظری که حدود ۵۰ سال پیش درخانواده‌ای مسلمان در سر زمینی که امروز کشور پاکستان است به‌دنیا آمد. او استاد فیزیك نظری کالج لندن و رییس مرکز بین‌المللی فیزیك نظری (تریست) است. اندیشهٔ او به‌موازات تحقیق و جستجوی «کوارك»ها، در جهت آگاهی و احساس عمیق نسبت به‌نیازهای جهان سوم نیز سیر می‌کند. وی در سال ۱۹۷۹ بدهمراه «شلدون گلاشو» و «واین‌برگ» برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیك شد. تحقیقات او در زمینهٔ کوارك‌ها، در سطح تازه‌ترین یافته‌های دانش بشر است. او معتقد است که: «ممالك در حال توسعه نیز نظیر ممالك پیشرفته، در سطح دانشگاهها به‌وجود دانشمندان نیاز دارنـد.»

برای اطلاعات بیشتر، نگاه کنید به‌مجلهٔ آشنایی با دانش، شماره‌های ۳ (خرداد ۱۳۵۷) و ۶ (آذر ۱۳۵۸)

37 - Toushek (۱۹۰۰—۱۹۵۸)

۳۸- Wolfgang Pauli (۱۹۰۰ - ۱۹۵۸) فیزیك‌دان آمریکایی، متولد در اتریش، کاشف اصل طرد (exclusion)

39 - Gursey

شکل‌خاصی ازارتباط متقابل موجود بین نظریه‌های فیزیکی است. با توجه به‌پایداری قوانین طبیعت، اصول تغییرناپذیری ــ همچنانکه گفته شد ــ ارتباط میان یك قانون معین را باهمان قانون درنظام‌های مختلفی که بریکدیگر مؤثرند، برقرار می‌کند وبدین ترتیب ساخت این قوانین را در چارچوب یك نظام کلی‌تر آشکار می‌سازد. این‌کیفیت اصول تغییرناپذیری از سوی ای. ویگنر[۴۰] فیزیك‌دان آمریکایی موردتوجه قرارگرفت. به‌گفتهٔ او، همان‌طورکه قوانین طبیعت ساخت وارتباط داخلی بین مجموعهٔ انبوه‌حوادث را روشن می‌کنند، اصول تغییرناپذیری هم ساخت وارتباط داخلی میان قوانین‌طبیعت را آشکار می‌سازند[۴۱].

گسترش فیزیك، به‌صورت‌گذار ازیك نظریه به‌نظریهٔ دیگرــ که کلی‌تر ازنظریهٔ اول است ــ انجام می‌گیرد. در مراحل خاصی ازاین‌گسترش، تناقض‌هایی بین‌واقعیت‌های جدید ونظریهٔ موجود بروز می‌کند که به‌کمك اصول ومفاهیم نظریهٔ موجود قابل توضیح نیست. قاعدتاً ، دراین‌گونه موارد ابزارریاضی دردست است، ولی هنوز نظریهٔ فیزیکی جدیدی وجودندارد. هدف آن است‌که این ابزار با اطلاعات تجربی مربوط به‌حقایق نوین پیوند بخورد. روش اساسی برای دست‌یابی به‌این هدف، نسبی شمردن مفاهیم ودرعین‌حال در نظر داشتن موضوع تغییرناپذیری است.

رنگ باختن مفاهیم کهنه وپیدایش مفهوم‌های نو فرایندی یگانه است، بدین‌ترتیب که مفهوم‌های کهنه ازمیزان خاصی ازنسبیت برخوردار می‌شوند وبه‌صورت جنبه‌هایی ازمفاهیم مطلق جدید یا نامتغیرهای یك نظریهٔ کلی‌تر درمی‌آیند. مثلا مفهوم فضا و زمان مطلق، که درمکانیك کلاسیك پذیرفته شده، در نظریهٔ نسبیت کنارگذاشته شده است، درحالی که مفهوم های نسبی مربوط به‌آن برجا مانده‌اند. این مفاهیم جنبه‌هایی ازیکی از مهم‌ترین نامتغیرهای نظریهٔ نسبیتــ یعنی‌فاصلهــ شدندکه در واقع نــوعی وحدت فاصلهٔ مکانی و فاصلهٔ زمانی است.

یك شکل دیگر ارتباط میان مطلق ونسبی درشناخت فیزیکی، اصل لنین درمورد سکون‌ناپذیری ماده است‌که پایهٔ لازم را برای درك وحل بسیاری ازمشکلات فیزیك زمان م افراهم می‌آورد. شدت وسرعت جریانات علمی که بعد ازانتشار کتاب ماده‌گرایی ونقد تجربی رخ داد، ظاهراً به‌طور اخص نمودارهای برجسته‌ای از درستی نظر لنین مبنی برسکون ناپذیری خواص الکترون وبه‌طور کلی ماده، می‌باشد. آموزش‌های مربوط به‌سکون‌ناپذیری ووحدت جهان، علاوه‌برسکون‌ناپذیری ساخت وخواص اشیای مادی، متضمن سکون‌ناپذیری همهٔ اشکال وجود ماده ــ یعنی حرکت، فضا وزمانــ وهمچنین نظم‌های حرکت ماده می‌باشد.

بسیاری از فیزیك‌دانان کشورهای مختلف به‌نقش عظیم اصل‌سکون‌ناپذیری از جنبهٔ روش‌شناسی توجه دارند، اما آنان غالباً توجه لازم به‌این واقعیت ابراز نمی‌دارند

۴۰ــ E. P. Wigner متولد ۱۹۰۲ در مجارستان.

۴۱ــ مقالهٔ «حوادث، قوانین طبیعت و اصول تغییر ناپذیری» نوشتهٔ یوجین پ. ویگنر، از کتاب «تقارن‌ها و بازتاب‌ها»، لندن، ۱۹۷۵، صفحات ۴۲ و ۴۳.

که برخورد تکاملی درست نسبت به‌مطالعهٔ جهان مادی تنها هنگامی امکان‌پذیراست که درك درستی ازارتباط دیالکتیکی میان مطلق ونسبی ومیان ثابت ومتغیر، حاصل شده باشد.

سکون‌ناپذیری خواص وحالات خصلت‌های ماده به‌ندرت تنها به‌این واقعیت‌منوط می‌شو دکه خواص وحالات آنها نسبی است ودرهمهٔ مناطق جهان تغییر می‌کند. البته این تغییر وجود دارد، اما ریشهٔ مطلب در اینجا نیست. سکون‌ناپذیری خواص وحالات خصلت‌های ماده، نه‌تنها متضمن این واقعیت است که در انتقال ازمحیطی به‌محیط دیگر برخی از حالات جانشین حالات دیگر می‌شود، بلکه این‌واقعیت رانیز دربردارد که‌حالت های موجود تغییر می‌کنند دوکیفیت ها واشکال جدیدی به‌خود می‌گیرند.

دردرك جوهر گسترش شناخت ما، مسئلهٔ رابطهٔ متقابل بین دانش کهنه ودانش‌نو، بسیار مهم است. دانش نوبه‌نفی دانش کهنه برمی‌خیزد، اما این نفی منجر به‌طرد یا از میان رفتن دانش‌کهنه نمی‌شود. بلکه این یك مخالفت دیالکتیکی است که متضمن‌نکاتی ازطرد وازمیان بردن هست، اما معادل خود این دومعنی نیست.. از دید لنین، نفـی دیالکتیکی، یکی ازوجوه پیوند میان کهنه ونووازوجوه پیدایش نو ازبطن کهنه است. دانش کهنه راه را برای دانش نو هموار می‌کندودانش‌نو جوهر دانش کهنه راهرچه عمیق‌تر آشکار می‌سازد. بنابراین، گسترش شناخت را نه به‌معنی جانشین‌شدن کامل نو به‌جای کهنه ونه به‌عنوان انباشته شدن دانشی که درگذشته وحال به‌دست آمده، می‌توان تعبیر کرد. فرایند تغییرپذیری دانش، نمونه‌ای ازنفوذ متقابل تغییر وثبات، دریکدیگر است.

سازوارهٔ (مکانیسم) درونی انباشته شدن هسته‌های اصلی حقیقت مطلق درنظریه‌های فیزیکی، به‌صورتی توسط اصل ارتباط متقابل بیان شده است. ای. و. کوزنتسوف[۴۲] بر امکان‌ناپذیری توضیح این اصل درچارچوب فیزیك تاکید کرده است: «مبنای اصل ارتباط متقابل را تنها ازنظریهٔ ماتریالیسم دیالکتیك دربارهٔ شناخت ــ وبه‌خصوص از تعالیم مارکسیست ــ لنینیستی دربارهٔ حقیقت مطلق ونسبی ــ می‌توان به‌دست آورد.»[۴۳]

اصل ارتباط متقابل در شکل تجربی توسط بوروهایزنبرگ بیان‌شد. بورثابت‌کرد که در قلمرواعداد کوانتومی بسیار بزرگ، بسامد امواج الکترونی‌که براساس‌فرمول‌های طیفی کوانتومی به‌دست می‌آید، تقریباً با بسامدهای به‌دست‌آمده براساس نظریهٔ‌کلاسیك تابش مرتبط است. بور این انطباق را ارتباط متقابل میان نظریه‌های کـوانتومی و کلاسیك به‌حساب آورد. گسترش فیزیك نشان داده است که قلمرو صحت اصل ارتباط متقابل بسیار گسترده‌تر ازاین‌هاست.

فیزیك قرن بیستم مراحل متعددی راپشت سرگذاشته‌است که با پیدایش نظریـهٔ کوانتوم، نظریهٔ نسبیت ومکانیك کوانتوم مشخص می‌شوند. تجدید ساختار نظریه‌ها

---

42 - I. V. Kuznetsov

۴۳ــ کتاب «اصل ارتباط متقابل در فیزیك‌نوین‌و اساس فلسفی آن» نوشتهٔ ای. و. کوزنتسوف، مسکو، ۱۹۴۸، صفحهٔ ۹۳.

در آستانهٔ هریك ازاین مراحل، خصلتاً عمیق و انقلابی بود. نظریه‌های‌جدید، نظریه‌های کهنه را ازبنیاد تغییر دادند ودرعین‌حال هرچه را که توسط آزمایش تأیید شده بود، دست‌چین کردند. قوانین نظریه‌های قدیم به‌صورت حالت‌های خاص ومحدود قوانین نظریه‌های جدید درآمد.

بنابراین، اهمیت فلسفی اصل ارتباط متقابل ناشی ازاین واقعیت است که اصل مزبور توالی‌منطقی انباشته شدن دانش علمی رابیان می‌کند وجنبهٔ مطلق را درمحتوای نظریه‌های فیزیکی جدا می‌کند. اگر قانون یا مفهومی ازیك‌نظریه به‌عنوان حالت خاصی ازیك‌نظریهٔ کلی‌تر دیگر قابل استنتاج باشد، این امرنشان دهندهٔ خواص‌ضرورت وبقاء یعنی جنبهٔ مطلق آن قانون یاآن مفهوم می‌باشد.

بااینهمه، اهمیت اصل ارتباط متقابل صرفاً ناشی از مشخص کردن نحوهٔ گسترش شناخت فیزیکی نیست. از آنجا که این اصل آگاهانه و به‌طور جدی پذیرفته شده و در عمل نیز صحت آن به‌اثبات رسیده، در ردیف ابزارهای ایجاد نظریه‌های جدید درآمده است .عملکرد اصل ارتباط متقابل در واقع از جنبهٔ روش‌شناسی، نقش روز افزونی در گسترش شناخت فیزیکی دارد. این اصل، هم در ایجاد نخستین نظریهٔ کوانتومی اتم‌ها که توسط ن. بور عرضه شد و هم در گسترش مکانیك کوانتوم نوین نقش به‌سزایی داشته است. اصل مزبور، همچنین در گسترش نظریهٔ ذرات بنیادی تأثیر اساسی داشته است. به‌کارگیری این اصل، مثلا در مشخص‌کردن معنی فیزیکی تعدادی از مفاهیم نویافته، مفید واقع می‌شود. اصل ارتباط متقابل در جواراصول هم‌تغییری[۴۴]، یگانگی و علیت، شرط کافی برای به‌وجود آوردن «ماتریس پخشی»[۴۵] است. مفهوم اخیر در فیزیك نظری نوین نقش پراهمیتی دارد. در همهٔ کوشش‌هایی که برای پیشبرد نظریهٔ ذرات بنیادی به‌عمل آمده، اصل ارتباط متقابل مورد استفاده قرار گرفته است. این امر به‌خصوص در مورد اقداماتی که برای ایجاد نظریه‌ای در مورد ذرات بنیادی براساس کوانتیده بودن فضا و بی‌مکان بودن اندرکنش به‌عمل آمده، صادق است.

نقش راهنمایی کنندهٔ اصل ارتباط متقابل هنوز به‌طور کامل بررسی نشده است و در مرحلهٔ فعلی، جستجوی پیوند آن‌با اصل سکون ناپذیری ماده، جالب خواهد بود. براساس آنچه تاکنون آورده شد، بین این دو اصل نوعی تقسیم مسئولیت وجود دارد. اصل سکون‌ناپذیری‌بیانگرامکان‌عینی و ضرورت پیدایش نظریه‌های جدید است. از این اصل نتیجه می‌شود که هر نظریهٔ فیزیکی که جنبه‌های معدودی از جهان فیزیکی سکون ناپذیر را منعکس می‌کند، یك حقیقت نسبی ویك مرحلهٔ خاص در شناخت جهان عینی است. اصل ارتباط متقابل نیز به‌سهم خود اطلاعاتی در مورد کیفیت‌های کلی نظریهٔ جدید به‌دست می‌دهد.

مسئلهٔ رابطهٔ متقابل میان اصل‌سکون ناپذیری و اصل کمال[۴۶] نظریه‌های فیزیکی

---

44 - Covariance 45 - Scattering Matrix
46 - Completeness

نیز واجداهمیت فوق‌العاده‌ای است.[۴۷] واقعیت امر این است که تصویر جهان براساس اصل سکون ناپذیری وتصویر جهان براساس یك نظریهٔ فیزیکی مفروض در بسیاری از موارد دو وجه متقابل به‌نظر می‌آیند ،بدین معنی که اصل سکون‌ناپذیری در تصویری از جهان، که براساس نظریهٔ مشخصی بنا شده، جایی ندارد. این تناقض‌میان محتوای نظریه‌های فیزیکی و اصل سکون ناپذیری، در هنگامی که نظریه‌ای دارای خاصیت کمال نیز باشد، صورت حادتری به‌خود می‌گیرد.

کامل بودن نظریه‌ها را به‌طرق مختلف می‌توان تعریف کرد. معمولا وقتی نظریه‌ای کامل خوانده می‌شود که منعکس کنندهٔ کلیهٔ خواص آن واقعیت عینی باشد، که موضوع نظریهٔ مزبور است. کامل بودن یك نظریه در این معنی، پیوند نزدیکی با کامل بودن استنتاجی آ ن‌نظریه دارد. کمال استنتاجی یك نظریه یعنی اینکه نظریهٔ مزبور را تنها به‌کمك نظراتی که از اصول خودآن ــ ونه‌ازمشاهدات جدید واطلاعات تجربی‌نوین ــ به دست می‌آیند، می‌توان تکامل بخشید. تکامل یافتن یك نظریه از طریق اخیر، الزاماً موجب گسترش آن نظریه خواهد شد و این امر با ساختار آن نظریه به‌عنوان یك مجموعهٔ بستهٔ متشکل و نامتناقض، سازگار نیست. به‌همین خاطر است که نظریه‌های فیزیکی همچون وجود متقابل اصل سکون ناپذیری جهان مادی عمل می‌کنند. ممکن است چنین به‌نظر برسد که برای پذیرفتن نظریه‌های فیزیکی‌کامل، باید از اصل سکون‌ناپذیری ماده چشم‌پوشی کنیم. برای رفع این تناقض اصولی، بعضی از صاحب نظرا ن‌قضیهٔ کامل نبودن نظریه‌های فیزیکی را مطرح می‌سازند. مدافعان این عقیده معمولا برالکترودینامیك کلاسیك تکیه می‌کنند و کامل نبودن آن را در این می‌بینند که نظریهٔ مذکور قادر به‌ارائهٔ توضیح قابل قبولی در مورد رفتار وخواص الکترون نیست. توصیف الکترون در الکترودینامیك به این نتیجه منتهی می‌شود که الکترون ذره‌ای ناپایدار است و یا اینکه تناقض‌های حل نشدنی مربوط به‌بی‌نهایت به‌میان می‌آید.

باید توجه داشت که در اینجا مفهوم کامل بودن نظریه‌ها به‌معنی کاملا متفاوتی گرفته شده است. هر نظریهٔ فیزیکی ــ از جمله هرنظریهٔ کامل فیزیکی ــ دارای کاربرد محدودی است. کوشش برای استفاده از یك نظریه به‌منظور توضیح چیزهایی که در قلمرو کاربرد نظریهٔ مزبور نیستند، ناگزیر منجر به‌پیدایش تناقضات رفع‌نشدنی خواهد شد. در مورد الکترودینامیك و الکترون هم دقیقاً همین وضع وجود دارد. به‌نظر می‌رسد که الکترودینامیك نظریهٔ مناسبی برای اعمال در مورد الکترون نیست.

در وهلهٔ نخست، به‌نظر می‌رسد که یك تناقض منطقی بین کامل بودن یك نظریه و اصل سکون ناپذیری وجود دارد. در واقع، این یك تضاد دیالکتیکی است که در فرایند گسترش شناخت فیزیکی حل‌می‌شود. یکی از عوامل حل تضاد مذکور، این

۴۷ــ مقالهٔ «سکون ناپذیری ماده و گسترش دانش فیزیکی»، نوشتهٔ و. س. گت وا. م. چودینوف، مجله مسایل فلسفه، شمارهٔ ۵، ۱۹۶۹.

واقعیت است که نظریه‌های کامل فیزیکی، حقایقی نسبی هستند. از آنجا که واقعیت و نسبیت از یکدیگر به‌کلی مجزا نیستند، نسبیت کامل بودن نظریه‌های فیزیکی به معنی آن نیست که خاصیت منطقی مورد نظر در این نظریه‌ها بی معنی و ساختگی است. کامل بودن ــ با آنکه درسطح گسترش دانش فیزیکی نسبی است ــ در واقع ازخواص نظریه‌ها به‌شمار می‌آید. نسبیت یك نظریهٔ کامل فیزیکی در این واقعیت نمودارمی‌شود که نظریهٔ مزبور در محدودهٔ مشخصی کاربرد دارد. هر تلاشی که به‌منظور استفاده از این نظریه‌برای توضیح پدیده های خارج از حوزهٔ عملش صورت بگیرد، ناچار تناقض‌هایی به‌میان خواهد آورد. تناقض‌هایی‌هم که هنگام استفاده از الکترودینامیك برای توضیح الکترون پیش می‌آید، نشان دهندهٔ کامل نبودن این نظریه نیست، بلکه محدود بودن حوزهٔ کارآیی آن را نشان می‌دهد. الکترودینامیك کلاسیك، نظریهٔ میدان‌های مغناطیسی است واز این لحاظ می‌تواند کامل باشد. اما نمی‌تـوان آن را نظریه‌ای در مورد الکترون به‌عنوان یك ذرهٔ بنیادی در نظر گرفت.

تاریخ شناخت فیزیکی پراست از برخوردهای بین نظریه‌های کهنه و مشاهدات و اطلاعات تجربی جدید، یا به‌زبان دقیق‌تر، بین نظام‌های نظری متفاوت که اطلاعات تجربی موجود را به‌شیوه‌های گوناگون توضیح می‌دهند. این برخورد طبعاً به‌نفع نظریه‌ای که در پیش‌بینی ظهور واقعیات جدید و ارائهٔ توضیح‌های طبیعی تر برای اطلاعات موجود، موفق‌تر باشد، حل می‌شود.

درآغاز قرن حاضر، لنین تصویر زنده‌ای از فـرایندشناخت طبیعت محیط در انسان، ارائه‌کرد:

«انسانی که در یك اتاق تاریك ایستاده باشد نمی‌تواند اشیا را به‌طـور روشن تشخیص دهد، اما اگر این شخص روی وسایل اتاق نیفتد و به‌جای در با پا وارد آینه نشود، معلوم می‌شود که بعضی چیزها را درست می‌بیند. بنابراین هیچ الزامی ندارد که ما یا از ادعای نفوذ به‌فراسوی ظاهر طبیعت چشم‌پوشی کنیم و یا آنکه ادعاکنیم که تاکنون توانسته‌ایم اسرار جهان دوروبر خود را تماماً آشکار سازیم.»[۴۸]

در نیمهٔ دوم قرن بیستم هم می‌توانیم بگوییم که هنوز با یافتن تمامی اسرارجهان دور وبرمان فاصلهٔ زیادی داریم، اما این امر نمی‌تواند مانعی در راه آرزوی بشر برای‌نفوذ به‌آن سوی چهرهٔ ظاهری طبیعت به‌وجود آورد.

۴۸ــ کتاب «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعهٔ آثار لنین، جلد ۱۴، صفحهٔ ۲۶۷.

تأثیر متقابل فیزیك و فلسفه

با بررسی برخی مسایل فلسفی فیزیك نوین روشن می‌شود که با پیشرفت علم‌فیزیك، دیالکتیك عینی حاکم برطبیعت، با ژرفای هرچه بیشتر در قوانین و مقولات این علم منعکس می‌گردد. پذیرفتن این حقیقت، در تحلیل نهایی می‌تواند فیزیکدانان را تنها به قبول دیدگاه ماتریالیسم دیالکتیکی رهنمون شود؛ زیرا در سطح فلسفه و روششناسی، ماتریالیسم دیالکتیك به‌کاملترین وجه با موضوع پژوهشهای فیزیکی ــ یعنی جهان مادی ــ مربوط است. همچنان که لنین پیش‌بینی کرد، دانشمندان علوم طبیعی در حال گذار از موضع ماتریالیسم علمی طبیعی و بدوی به‌موضع ماتریالیسم دیالکتیك هستند.

این فرایند پیچیده و دشوار در شرایط وجود مبارزهٔ ایدئولژیکی شدیدی صورت می‌گیرد که از وجود دو نظام مخالف ــ سوسیالیسم و سرمایه‌داری ــ ناشی می‌شود. این مبارزه برهمهٔ وجوه زندگی بشر و از جمله بر اصول جهان‌بینی علمی وی اثر می‌گذارد.

استفادهٔ روشن و خلاق از ماتریالیسم دیالکتیك، لنین را قادر ساخت تا علاوه بر غور در ماهیت اصلی کشفیات و نظریات فیزیکی و یافتن بازتاب دیالکتیك عینی در آنها، با مطرح‌ساختن پیش‌بینیهای علمی، راه گسترش همهٔ علوم را هموار سازد. اتکا به دیالکتیك ماتریالیستی و استفادهٔ تسلط‌آمیز ازآن، پایهٔ دورنگری درخشان لنین بود.

لنین در اثر بنیادی خو ددر زمینهٔ فلسفه به‌نام **ماده‌گرایی و نقد تجربی** می‌گوید: «... هرچند هم این حقیقت غیرعادی باشد که قوانین مکانیکی حرکت تنها به‌یك حوزه از پدیده‌های طبیعی محدود می‌شوند و تابع قوانین عمیقتر الکترومغناطیس هستند وقس‌علیهذا ــ همهٔ اینها چیزی جز تأییدی دیگری بر ماتریالیسم دیالکتیك نیست.»

این مطلب در زمانی نوشته شد که فیزیکدانان برجسته‌ای چون لورنتس، پوانکاره و دیگران هنوز اثر اینشتین را تحت عنوان «دربارهٔ بررسی الکترودینامیکی اجسام سریع‌الحرکت» درك نکرده و به‌اهمیت آن پی نبرده بودند. این اثر در واقع پایهٔ نظریهٔ نسبیت خصوصی بود. لورنتس که آثارش در آماده‌ساختن زمینه برای پیدایش نظریهٔ نسبیت خصوصی نقش عمده‌ای داشت، به اینشتین نوشت: این موضوع نیازمند آنست که بپذیریم نتیجهٔ منفی درآزمایشهایی از قبیل آنچه توسط مایکلسون[1] و رالی[2] صورت گرفته است، جبران تصادفی اثرات معکوس نیست، بلکه بیان یك اصل کلی و بنیادی است.

---

1 - Michelson 2 - Rayleigh

سراسر آثاری که به‌بررسی ارتباط میان علوم و فلسفه می‌پردازد، حاکی از آن است که فیلسوفان مارکسیست به‌پیروی از لنین، همکاری روزافزونی با دانشمندان علوم طبیعی داشته‌اند، پیشرفتهای فیزیك نوین را تعمیم داده‌اند، ابزار فکری فلسفهٔ مادی را غنیتر کرده‌اند و به‌فیزیکدانان درکاربرد مقولات و قوانین دیالکتیك در رابطه با کارهایی که درپیش داشته‌اند، یاری رسانده‌اند.

لنین می‌نویسد: «دانشمندان جدید علوم طبیعی (در صورتی که نحوهٔ جستجو کردن را بدانند و ما هم بدانیم چگونه باید به‌آنان کمك کرد) در تفسیر ماتریالیستی دیالکتیك هگلی برای مسایلی که در انقلاب علوم طبیعی ظاهر می‌گردد و موجب «لغزش» هواداران اسلوب بورژوایی به‌سوی ارتجاع می‌شود، پاسخهایی خواهند یافت.»[۳]

پیشرفت فیزیك، اخترفیزیك، زیستشناسی و سایر علوم طبیعی موجب پیدایش مسایلی می‌شود که علاوه بر رشته‌های جداگانه، به‌مسایل کلی مرتبط با جهان‌بینی فلسفی نیز مربوط است. یکی از این مسایل، که توجه دانشمندان رشته‌های مختلف علوم‌طبیعی و اجتماعی را به‌خود جلب کرده است، مسئلهٔ آیندهٔ علوم و از جمله علم فیزیك است.

در سالهای اخیر، تکنگاریها، جزوات، مقاله‌ها و منتخباتی در زمینهٔ این مسایل در کشورهای مختلف انتشار یافته است. خواننده‌ای که از زمینهٔ لازم برخوردار باشد در آثاری از قبیل مقالهٔ و. ل. گینزبورگ[۴] باعنوان «مسایلی از فیزیك و اخترفیزیك»[۵] و مقالهٔ م. آ. مارکوف[۶] به‌نام «آیندهٔ علم»[۷]، نظرات و قضایای فوق‌العاده جالبی خواهد یافت.

در مطالعهٔ ارزش شناخت ما از جهان، مراجعه به‌برخی از این آثار ضروری است؛ حتی بررسی و تحلیل فشرده‌ای در این مورد، نقش عمده‌ای در بررسی پایان‌ناپذیری جهان مادی و اصل قابل شناخت بودن آن، خواهد داشت.

جهان مادی پایان‌ناپذیر، دربرگیرندهٔ اشیای مادی است که حرکت ابدیشان تنوع بیکرانی دارد، به‌یکدیگر تبدیل می‌شوند، پدید می‌آیند و از میان می‌روند. همین جهان مادی منشأ این اطمینان است که شناخت جهان مزبور نیز فرایندی بی‌پایان است. بدین ترتیب، دانش قوانین کلی حرکت ماده می‌تواند مبنای این پیشگویی کلی قرارگیرد که علوم، و بخصوص فیزیك، گسترش خواهند یافت.

پیشگویی مشروحتر و پیش‌بینی علمی، منوط به‌انعکاس بیشتر قوانین عینی بخشی از جهان مادی مورد مطالعهٔ فیزیك در قوانین این علم است. دقت پیشگویی همیشه نسبی

۳ــ لنین، «دربارهٔ اهمیت ماتریالیسم مبارز»، مجموعهٔ آثار، جلد ۳۳.

4 - V.L. Ginzburg

۵ــ از مجموعهٔ مقالات «فیزیك امروز و فیزیك فردا»، مسکو، ۱۹۷۳ (به‌زبان روسی).

6 - M.A. Markov

۷ــ مجلهٔ «پیشرفتهای علم فیزیك» دورهٔ سوم، شمارهٔ ۴، ۱۹۷۳ (به‌زبان روسی).

است و بستگی دارد به‌رابطهٔ دیالکتیکی تعین و عدم تعین در شناخت ما؛ رابطه‌ای که بازتاب دیالکتیك عینی تعین و عدم تعین در فعلیت مادی است.

به‌طوری که تاریخ نشان می‌دهد، بزرگترین کشفیات غیرمنتظره بوده‌اند. معمولاً از این مطلب چنین نتیجه گرفته می‌شود که کشفیات بهیچروی قابل پیشگویی نیستند، زیرا به‌طور تصادفی صورت می‌گیرند. اما حتی امکان۸، شکلی از تجلی و تکمیل ضرورت است. گ. و. پلخانف می‌نویسد: «امکان، امری نسبی است که تنها در فصل مشترك فرایندهای ضروری ظاهر می‌گردد.»[۹] بنابراین، از دیدگاه ما نتیجه‌گیری‌دقیقتری مغایر با آنچه قبلا گفته شد، وجود دارد. با اتکا به‌دانشی که بازتاب واقعیت عینی است و برهانهای محکم منطقی و تحلیل ماتریالیسم دیالکتیکی وضعیت مشخص، می‌توان (با درجهٔ خاصی از دقت) مسیر آتی علم را پیش‌بینی کرد. این نحوهٔ برخورد با آینده خوشبینانه است و بر شوق دانستن نایافته‌ها می‌افزاید.

بدین ترتیب، از علم فیزیك که با این سرعت فراوان در حال گسترش است، چه انتظاری می‌توان داشت؟ نیروها و منابع را باید متوجه چه حوزه‌ای کرد؟ این سؤالات بسیار بنیادی هستند.

در این پهنه، نظر واحدی وجود ندارد. دانشمندان کاملا معتبر، از مسایل مختلفی نام می‌برند، اما تقریباً همه‌شان برآنند که جهان بینهایت‌کوچك و فضا حوزه‌هایی هستند که باید درآنها انتظار کشفیاتی در مورد پدیده‌های شگفت‌انگیز نوین وموجودات جدید را داشت. متأسفانه، محدودیت حجم این نوشته ما را مجبور می‌سازد که از تحلیل برخی حوزه‌های بسیار مهم علم (ژنتیك، مهندسی ژنتیك، مجموعهٔ کامل علوم زیستی و پزشکی، بومشناسی، مسئلهٔ وجود تمدنهای خارج از زمین و غیره) چشم بپوشیم و تنها به‌محدودهٔ مسایل فیزیکی بسنده کنیم.

به‌عقیدهٔ گینزبورگ ،حل مسایل فیزیکی زیر نتایج بسیار مهمی برای مقاصد علمی و عملی درپی خواهد داشت: **ترکیب دما هسته‌ای کنترل شده، فوق‌رسانایی در دماهای زیاد** (تاکنون، فوق‌رسانایی در دماهای بسیار کم ــ بین صفر درجهٔ کلوین و ۲۱ درجهٔ کلوین مشاهده شده است. جستجوی فلزاتی که در دمای ئیدروژن مایع ـ۷۷/۴ درجهٔ کلوین ــ یا بهتر از آن، در دمای معمولی اتاق، فوق‌رسانا باقی می‌مانند، مورد توجه خاص است)؛ **عناصر فوق‌سنگین**(سنگینترین عنصر طبیعی اورانیوم است، ولی گروه عظیمی از عناصر فوق اورانیوم نیز مصنوعاً تولید شده است: نپتونیوم، پلوتونیوم، امریکیوم، برکلیوم، کالیفورنیوم و عناصر دیگری که سلسلهٔ آنها به‌عنصر صد و پنجم می‌رسد.

جستجو برای یافتن سایر عناصر فوق اورانیوم در حوزهٔ عناصر صدوچهاردهم تا صدوهشتادوچهارم که امکان دارد ایزوتوپهای نسبتاً پایداری داشته باشند، ادامه دارد)؛

---

8 - contigency

۹ــ G.V. Plekhanov ، «مجموعهٔ آثار فلسفی»، جلد دوم، مسکو، ۱۹۵۶ (به‌زبان روسی).

طیف جرم اجسام بینهایت کوچك (یکی از مشخصه‌های مهم اجسام بینهایت‌کوچك ــ که جرم باشد ــ به‌طور تجربی محرز شده است، ولی نظریه‌ای مورد نیاز است که از روی آن بتوان جرم ذرات بنیادی را تعیین کرد)؛ **تحقیق تجربی نظریهٔ نسبیت عمومی** (همهٔ اثراتی که به‌گفتهٔ اینشتین می‌تواند در تحقیق نظریهٔ عمومی نسبیت به‌کار آید، رخ داده و مشاهده شده است: جابجایی گرانشی خطوط طیفی، انحراف پرتوهای نور در میدان خورشید و جابجایی حضیض سیارهٔ عطارد. اما هنوز دقت این مشاهدات چندان زیاد نیست. با توجه به‌این وضع شاید بتوان از نظریات گرانشی دیگری سخن گفت که بـه رقابت با نظریهٔ عمومی نسبیت برخیزند)؛ **موجهای گرانشی، کوازارها و هسته‌هـای کهکشانی، چگونگی پیدایش جهان** (گینزبورگ می‌نویسد: «مستقل از ماهیت انبساط جهان، کاملا روشن است که انبساط نمی‌تواند به‌طور بیپایان ادامه یابد.» در مقالـهٔ گینزبورگ بحثهای قانع‌کننده‌ای در تأیید این ادعا عرضه شده است)؛ **ستاره‌هـای نوترونی و تپ‌اخترها، منشأ پرتوهای کیهانی و سرچشمهٔ تابش پرتوهای گاما و ایکس در کیهان.**

ضمن اشاره به‌مسایل پرشمار در علوم فیزیکی، که از بررسی آنها می‌توان کشفیات مهمی را پیش‌بینی کرد، باید ذکری هم از پژوهشهای خاص در قلمرو فیزیك انرژی زیاد به‌میان آوریم.

مارکوف در مقالهٔ «آیندهٔ علم» خود به‌تحلیل پژوهشهای انجام‌شده در فیزیك جهان بینهایت کوچك می‌پردازد و چنین نتیجه می‌گیرد که گرایش موجهی برای مطالعهٔ پدیده‌های مربوط به‌قلمروهایی که ابعادشان کوچکتر و کوچکتر می‌شود، وجود دارد. «پژوهش‌درحوزهٔ ابعاد 10^{-5} تا 10^{-7}سانتیمتر منجر به‌پیدایش‌فیزیك‌مولکولی شد، پژوهش در قلمرو ابعاد از درجهٔ 10^{-8} سانتیمتر، جهان پدیده‌های اتمی‌را به‌روی‌ما گشود (قوانین این جهان در مکانیك کوانتوم بخوبی منعکس شده است)، پژوهش در حوزهٔ ابعاد از درجهٔ 10^{-13} سانتیمتر، فیزیك هستهٔ اتمی وسرانجام، پـژوهش در ابعاد از درجهٔ 10^{-14} سانتیمتر، فیزیك آدرون‌ها، ذرات عجیب و رزونون‌ها را پدید آورده است. در حال حاضر، پژوهش در قلمرو ابعاد از درجهٔ 10^{-15} سانتیمتر دنبال می‌شود.»

بنابراین، می‌بینیم که گذار از یك حوزهٔ پدیده‌های فیزیکی به‌حوزه‌های دیگر که ابعاد آن دو تا سه درجه تفاوت دارد، همیشه موجب کشفیات نوینی با اهمیت اصولـی می‌گردد.

مارکوف تأکید می‌کند که «مهمترین و جالبترین نتایج، نتایج غیرمنتظره و پیش‌بینی نشده در مراحل جدید پژوهشهای فیزیکی هستند. واقعیت، همواره خیالیتر از هرتخیل ناشناخته، جلوه‌گر می‌شود» و بنابراین، پیدایش فیزیك انرژی زیاد (که با ابعادی بمراتب کوچکتر ازآنچه در بالا ذکر شد، سروکار دارد) امید کشف چیزهایی

را برمی‌انگیزد که با آنچه تاکنون در جهان بینهایت کوچك شناخته‌ایم، بکلی متفاوت باشد.

تاکنون پهنهٔ جولان تصورات ما از حوزهٔ 10^{-17} سانتیمتر دورتر نرفته است. این مقیاس با یکی از انواع شناخته‌شدهٔ اندرکنش، یعنی اندرکنش ضعیف، مرتبط است و پیش‌بینی می‌شود که در این مقیاس، پاسخ یکی از مهمترین سؤالات فیزیك نوین را بیابیم: «ماهیت اندرکنش ضعیف چیست؟ راز نامکشوف اندرکنشهای ضعیف کدام است؟»

بحث مارکوف د رمورد لزوم یافتن پاسخ برای تعدادی از مسایل مهم‌فیزیك‌جهان بینهایت کوچك، که در مطالعهٔ پیوندهای متقابل و تأثیرات دوجانبهٔ انواع شناخته‌شدهٔ اندرکنش مطرح می‌شوند، اهمیت فلسفی عظیمی دارد. مارکوف می‌نویسد: « ما عملا از مدتها پیش به‌این عقیده رسیدیم که بررسی تمام و کمال هریك از این اندرکنشها به طور جداگانه امکان‌ناپذیر است. یکی از این موارد، در فیزیك انرژی زیاد است که همهٔ انواع دیگر اندرکنش در کارکرد یك پدیدهٔ مورد نظر دخالت می‌کنند: این بدان معنی است که در طبیعت نمی‌توان یکی‌از عناصر را جدا کرد، بی‌آنکه اثری بردیگران گذاشته شود... ما می‌کوشیم و خواهیم کوشید تا به‌این وحدت عمیق عناصر طبیعت پی ببریم. در حال حاضر، مفهوم «تقارنهای نقض شده» مطرح گشته است. هم‌اکنون، امکانی برای ایجاد یك نظریهٔ یکپارچه برای اندرکنشهای ضعیف و الکترومغناطیسی، کم‌وبیش احساس می‌شود.»

اگر این مطلب را از زبان اصطلاحات فیزیکی به‌زبان فلسفی برگردانیم، باید گفت برنامه‌ای در پیش داریم که زیربنای آن را فلسفهٔ ماتریالیسم دیالکتیك تشکیل می‌دهد.

در حقیقت، امکان ایجاد یك نظریهٔ یکپارچه برای اندرکنشهای قوی، ضعیف، الکترومغناطیسی و گرانشی ماهیتاً عبارت است از امکان منعکس کردن وحدت مادی جهان در سطحی جدیدتر و بالاتر و امکان برداشتن یك یا چند گام دیگر در راه درك کاملتر و عمیقتر این وحدت.

میدان گرانشی را باید مورد توجه خاص قرار دهیم. این میدان در حال حاضر از نظریه‌های مربوط به‌جهان بینهایت کوچك پیروی نمی‌کند و جستجوی جلوه‌هایی از پیوند متقابل اندرکنش گرانشی را با سایر انواع اندرکنش در سطوح ساختارهای دیگری از جهان اشیای بینهایت‌کوچك، ضروری ساخته است. این جستجو اهمیت‌فراوانی برای علم دارد، زیرا مثلا در جهان‌بینهایت بزرگ، که گرانش نقش بسیار عظیمی دارد، قوانین جهان‌بینهایت کوچك اهمیت تعیین‌کننده‌ای خواهند یافت. مارکوف چنین ادامه می‌دهد: «بالاخره، ستاره‌های نوترنی ماهیتاً هسته‌های اتمی عظیم و حتی در بعضی مراحل فوق ــ هسته‌هایی[10] هستند. ستارگان نوترنی شکلی ماکروسکوپی از

10 - hypernuclei

مادهٔ هسته‌ای‌اند. از سوی دیگر، خواص کلی «حفره‌های سیاه» وسیعاً مورد بحث قرار می‌گیرد و امکان زیاد دارد که این حالت از ماده در ایجاد نظریه‌ای سازگار برای ذرات بنیادی الزاماً مورد توجه قرارگیرد.»

در حال حاضر، مدل «انفجار بزرگ» در مورد کاینات، عموماً درکیهان‌شناسی پذیرفته شده است. هنگامی که در سال ۱۹۶۵ پرتوهای باقیمانده با دمای حدود ۳ درجهٔ کلوین کشف شد، بسیاری کسان (بویژه مؤلفین کتابهای مخصوص همگان) احساس کردند که تصویر جهان در حال گسترش کامل شده است، هیچ مسئله‌ای باقی‌نمانده و همه‌چیز ساده و روشن گشته است. آیا واقعاً همین‌طور است؟ فرض کنیم که تصویر مفروض به‌حقیقت نزدیك باشد، یعنی اتم اولیه‌ای وجود داشته که ابعادی از حوزهٔ 10^{-13} سانتیمتر را اشغال می‌کرده است. اما آیا این اتم متعلق به‌جهان بینهایت کوچك بود یا بینهایت بزرگ؟ چرا این اتم منفجر شد و پیش از آن چه چیز وجود داشت؟ از این‌گونه سؤالات زیاد می‌توان مطرح کرد. اما یك نکته غیر قابل انکار است. مطلق شمردن سطح دانش به‌دست آمده و برابر دانستن مدل با موضوع، موانعی مصنوعی بر سر راه شناخت ایجاد می‌کند و این امر غالباً هنگامی رخ می‌دهد که رابطهٔ دیالکتیکی بین مطلق و نسبی نقض گردد و حالت مطلوب به‌جای واقعیت موجود بنشیند.[۱۱]

باید توجه داشت که همین مسایل مربوط به‌سرگذشت عالم و قوانین گسترش آن مورد توجه روزافزون سخنگویان ایده‌آلیسم است که می‌خواهند دانش مورد اطمینان و آنچه را که هنوز شناخته نشده است در جهت مقاصدی به‌زیان علم و بشریت به‌کار بگیرند.

کلیسای کاتولیك که قرنها علیه علم جنگیده است، اکنون بناگزیر دستاوردهای علم را به‌رسمیت شناخته است. و حتی می‌کوشد تا با علم از در آشتی درآید و بدین ترتیب راهی برای دفاع از عقاید خود بجوید. ژرژکونیو[۱۲]، مارکسیست‌معروف فرانسوی می‌نویسد: «اینان دم از همکاری می‌زنند، ولی هرکسی می‌داند که این همکاری تنها به خاطر منافع خودشان است، چون علم مطلقاً نیاز به‌چنین حمایتی ندارد، بلکه بعکس، آلودگی به‌کوچکترین عناصر غیرعلمی در هرمرحله‌ای ازگسترش علم، فوق‌العاده زیانبار خواهد بود. از سوی دیگر، اتکا به‌نظریه‌های علمی نیز سودی برای عقاید تعصب‌آمیز دربر نخواهد داشت.»[۱۳]

امکان دارد که زمانی «اتم اولیه»‌ای وجود داشته و منفجر شده باشد که درنتیجهٔ

۱۱ــ نگاه کنید به‌مقالهٔ «مفهوم دیالکتیکی نسبی و مطلق».

12 - Georges Cogniot

۱۳ــ ژرژکونیو، «دین و علم»، پاریس، ۱۹۶۵ (به‌زبان فرانسه).

آن کهکشانها در حال دور شدن از یکدیگر باشند، اما این تنها لحظه‌ای از تاریخ عالم است ــ لحظه‌ای که پیش از آن نیز حالات دیگری از مادهٔ در حال حرکت موجود بوده است. یا. ب. زلدویچ[۱۴] بدرستی گفته است: «درستتر خواهد بود اگــر... زمانی را که از شروع آن انبساط گذشته است... دوران مرحلهٔ فعلی وجود عالم بنامیم.»[۱۵]

این حرف درست است، زیرا بیان فوق دقیقتر از این است که سخن از «آغاز عالم» یا «عمر جهان» بمیان آوریم. بیان زلدویچ نشان‌دهندهٔ جنبهٔ تاریخی دانش علمی ما نسبت به‌جهان نجومی است که همچون تمامی جهان مادی از حرکت و تغییر ابدی برخوردار است. جهان ما تنها یکی از بخشهای آن است. وجود بیانهای غیردقیق در متون علمی و عامه فهم، چنانچه به‌صورت مقولات کلی باشد، و معنای علمی حقیقی آنها توضیح داده نشود، بسیار زیانبار خواهد بود.

فیلسوفان شوروی همراه با دانشمندان علوم طبیعی تلاش می‌کنند تا پاسخهای مناسبی برای سؤالاتی که در اثر پیشرفت سریع علوم طبیعی مطرح می‌شود، بیابند. آنان می‌کوشند تا به‌گسترش بیشتر علم کمك کنند و در عین حال با درآمیختن اصل روحیهٔ علمی با اصل روحیهٔ اجتماعی، علیه اقداماتی که به‌منظور تحریف دستاوردهای علم‌صورت می‌گیرد و نیز علیه همهٔ انواع فلسفهٔ واپس‌گرایانهٔ ایده‌آلیسم مبارزه کنند.

در برابر ما جهانی شگفت‌انگیز، پایان‌ناپذیر اما قابل شناخت وجود دارد. بسیاری چیزها در آن هنوز ناشناخته باقی مانده است، اما انسان در مسیر شناخت با گامهای‌استوار پیش می‌رود ونیروهای تازه‌ای از طبیعت را به‌خدمت خویش در می‌آورد. در شناخت واقعیت عینی، علوم طبیعی بهمراه فلسفهٔ مارکسیسم ــ لنینیسم نقش بسیار عظیمی به‌عهده دارند.

---

14 - Ya. B. Zeldovich

۱۵ــ نشریهٔ «زمین و کیهان» شمارهٔ ۳ سال ۱۹۶۹ (به‌زبان روسی).

پایان

This Amazing, Amazing, Amazing but Knowable World

V. S. Gott

В. С. ГОТТ

УДИВИТЕЛЬНЫЙ, НЕИСЧЕРПАЕМЫЙ, ПОЗНАВАЕМЫЙ МИР

На английском языке

هدهد منتشر کرده است:

مقدمه بر تاریخ علم

جورج سارتون

ترجمهٔ غلام‌حسین صدری افشار

جلداول شامل گزارش فشرده‌ای ازبیست قرن تاریخ علم درجهان (قرن ۹ پیش از میلاد تا قرن ۱۱ میلادی).

چاپ دوم ۱۲۰۰ ریال

●

ریاضیات کاربسته

پرویز شهریاری

حاوی مقالاتی در بارهٔ کاربرد ریاضیات در دانش‌های دیگر

۱۶۰ ریال

●

شهر آشوب

لئونید سالاویف

ترجمهٔ داریوش سیاسی

داستان اجتماعی طنزآلودی دربارهٔ ملانصرالدین قهرمان محبوب ادبیات شفاهی خلق

چاپ دوم ۱۲۰ ریال

●

پدیده‌های شگفت‌انگیز در آسمان وزمین

ولادیمیر مزنتسف

ترجمهٔ دکتر عبدالکریم قریب

یك کتاب علمی بسیار شیرین دربارهٔ توضیح علمی بسیاری از پدیده‌های شگفت‌انگیز و باورنکردنی.

۲۴۰ ریال

●

علم، جامعه و انسان

(جلد دوم)

ترجمهٔ پرویز شهریاری

مجموعه‌ای از مقالات علمی و فلسفی

۱۷۰ ریال

... درنیمهٔ قرن اخیر انسان در شناخت جهان میکروسکوپی، محیط زندگی خویش و کیهان پهناور همچنین در بهره‌گیری از نیروهای نهفته طبیعت پیشرفتهای چشمگیری داشته است، اما همچنان مسائل حل نشده‌ای در پیش رو دارد. مثلاً" در مورد گرانش، تا به‌حال تعدادی از قوانین مربوط به این پدیده را که از قانون نیوتون شروع و به نظریهٔ نسبیت عمومی اینشتین ختم می‌شود، شناخته‌ایم. اما علم امروز در مورد ماهیت جاذبه، علت برپایی جرم سکون و جرم جاذبه‌ای، ماهیت ماده و اینکه آیا امواج جاذبه واقعاً "وجود دارند یا نه، هنوز جواب قانع کننده‌ای نیافته است.

... تعداد پدیده‌های طبیعی مهم که تا کنون کشف شده‌اند بمراتب بیش از تعداد پاسخهای قابل قبول سئوالاتی است که تاکنون مطرح گردیده است. در هرحال وجود این سئوالات و پاسخهای جدید نشانه‌ای از این واقعیت است که ما در جهانی پایان ناپذیر اما قابل شناخت به سر می‌بریم. راهی که علم تاکنون پیموده، نشان دهندهٔ قدرت اندیشهٔ بشر و امکانات بی پایان او در فلمرو دانش است.

(از متن کتاب)

انتشارات هدهد

۱۶۰ ریال