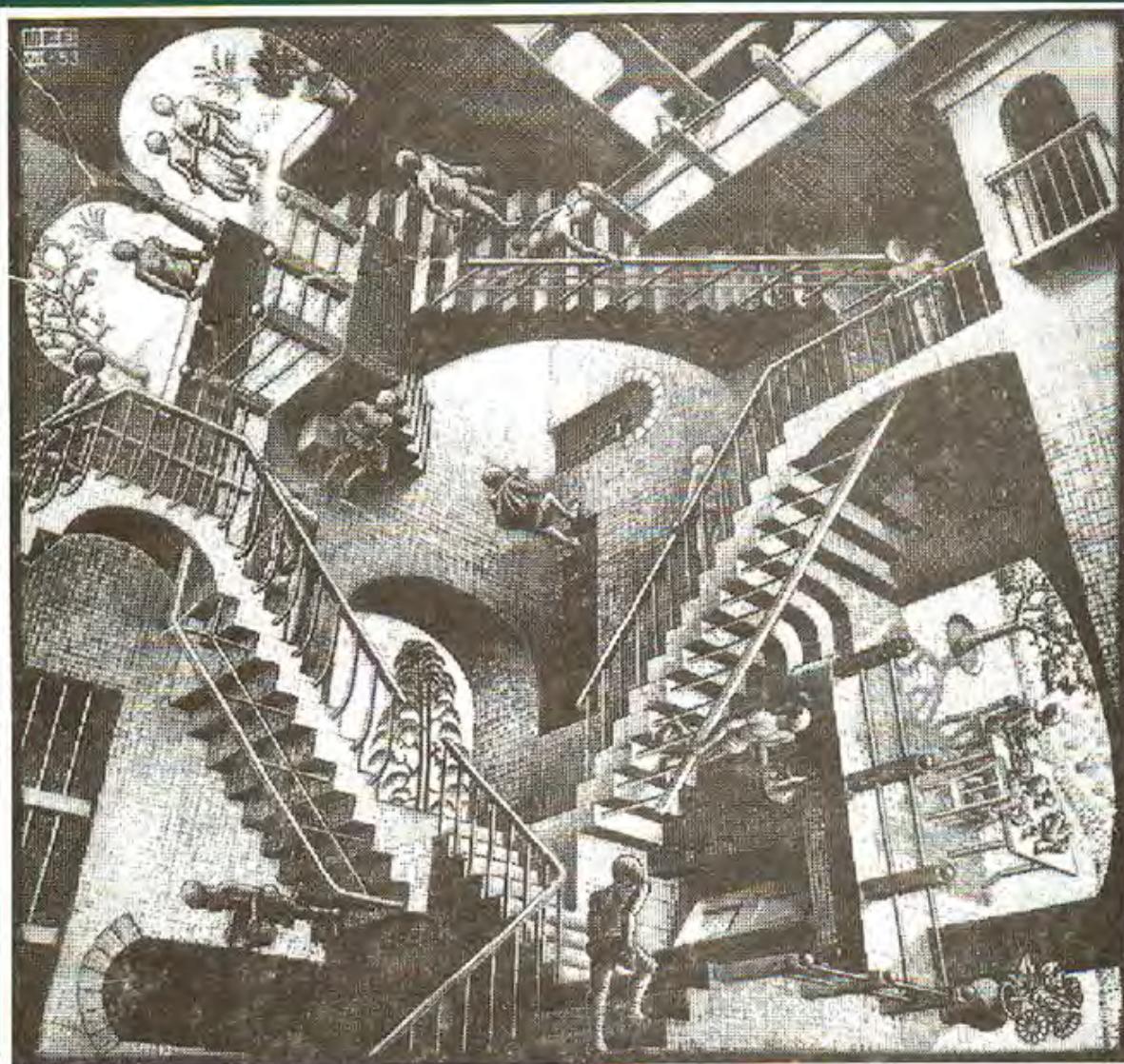


این جهان سرشار از شگفتیها

(برخی جنبه‌های فلسفی فیزیک نوین)
و. س. گُت

ترجمه محمد باقری



این جهان سرشار از شگفتیها

(برخی جنبه‌های فلسفی فیزیک نوین)

و. س. گت

ترجمه محمد باقری

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

تصویر روی جلد از آثار موریتس اشر (۱۸۹۸-۱۹۷۱) نقاش هلندی است و نسبیت نام دارد. در این تصویر سه نیروی گرانش عمود بر هم، سه سطح زمین که با هم زاویه قائم تشکیل می‌دهند و مردمی که در آنها زندگی می‌کنند، نشان داده شده‌اند. ساکنان هر یک 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 فیزیک نوین)
و. س. گت

ترجمه محمد باقری
انتشارات هدفه (۸)

تهران صندوق پستی ۵۴۱ - ۳۴

چاپ دوم ۱۳۶۱

چاپ نوشجهان

یادداشت مترجم

نام اصلی کتاب حاضر، «این جهان سرشار از شگفتیها، اما قابل شناخت» است. و. س. گُت نویسنده این کتاب، استاد فلسفه و سردبیر مجله «علوم فلسفی» است. وی در حل برخی مسایل ماتریالیسم دیالکتیک و فلسفه 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 به صورت مقاله‌های جداگانه در ماهنامه علمی و فرهنگی هددهد انتشار یافت و اینک که به صورت یک کتاب منتشر می‌شود، کوشش شده است اشکالات موجود در آن حتی المقدور بر طرف گردد.

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

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

۲) دو فصل «قوانین بقا در فیزیک نوین» و «اصول فیزیک و اهمیت آنها در شناخت» به علت طولانی بودن به دو بخش تقسیم شده‌اند که خواننده می‌تواند آنها را به طور پیوسته به دنبال هم بخواند.

۳) برای چند اصطلاح علمی در فصول مختلف معادله‌های مختلفی به کار رفته است ولی توضیحات مندرج در پانویسهای هر فصل این اشکال را بر طرف می‌کند.

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

فهرست

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

درباره شناخت این جهان شگفت‌انگیز

انسان از نخستین لحظه‌ی تولد تا هنگام مرگ در پیرامون خویش با جهانی پنهان‌اور، شگفت‌انگیز و تاحدود زیادی ناشناخته روبروست. هر نسل بالاتکاء بر دستاوردهای علمی و فرهنگی نسل‌های پیشین به نوبه‌ی خود براین گنجینه دانش بشری چیزی می‌افزاید.

هرچه معلومات انسان بیشتر می‌شود، بهوضوح بیشتری در می‌یابد که هنوز مجھولات دیگری وجود دارند که باید به حل و کشف آنها بپردازد. مثلاً در مواردی چون هسته‌ی اتم، ساختمان ذرات بنیادی، ژرفناهای فضا، اعماق زمین، این همه برای کشف راز پیدایش حیات از ماده‌ی بی‌جان و نیز برای مقابله با مسائل حل نشته‌ی بسیار، لازم است.

وجود این مجھولات دواهسس متفاوت بر می‌انگیزد: گاه موجب یافش شده و در مواردی منجر به خوشبینی می‌گردد. از همین‌جاست که موضوع قابل شناخت بودن جهان بصورت سوالی پراهمیت مطرح می‌شود. این سوال از مرز علوم طبیعی فراتر رفته پایی به قلمرو فلسفه می‌نهد.

در نیم قرن اخیر، انسان در شناخت جهان میکروسکوپی، معیط زندگی خویش و کیهان پنهان‌اور، همچنین در برهه‌گیری از نیروهای نهفته‌ی طبیعت، پیشرفت‌های چشمگیری داشته است، اما همچنان مسایل حل نشده‌ای در پیش رو دارد. بهتر است مثالی در این مورد بیاوریم: در زندگی روزمره، یا بهتر بگوییم، در هر قدمی که برمی‌داریم بانیروی جاذبه موأجه هستیم، چراکه دریک میدان جاذبه قرار گرفته‌ایم. تابحال تعدادی از قوانین مربوط به‌این پدیده را، که از قانون نیوتون شروع شده و به نظریه عمومی نسبیت اینشتین ختم می‌شود، شناخته‌ایم. اما علم امروز در مورد ماهیت جاذبه، علت برابری جرم سکون و جرم جاذبه‌ای، ماهیت ماده و اینکه آیا امواج جاذبه واقعاً وجود دارند یا نه، هنوز جواب قانع‌کننده‌ای نیافته است.

زندگی انسان امروز بدون وجود برق به سختی قابل تصور است. ولی با آنکه بشر ساله‌است از این نیرو استفاده می‌کند هنوز به ماهیت بار الکتریکی پی نبرده است. هنوز نمی‌دانیم که چرا بارهای الکتریکی باید مضربه‌ای از بار الکترون باشند. هنوز روشن نشده است که آیا الکترون خود از اجزایی تشکیل شده یا به صورت یک نقطه است.

ریچارد فینمن

R. Feynman

حاضر در این باره چنین می‌نویسد: «اگر الکترون تماماً از یک نوع ماده ساخته شده باشد، باید هر قسمت از آن بقیه قسمتهارا دفع کند. در این صورت چرا الکترون از هم نمی‌پاشد؟ آیا می‌توان برای الکترون قسمتهای مختلف قابل شد؟ شاید بتوان کفت که الکترون فقط به صورت یک نقطه است و چون نیروهای الکتریکی بین بارهای نقطه‌ای متمایز عمل می‌کنند بار الکترون برخودش اثری ندارد. شاید چنین باشد، در هر حال همین قدر می‌توان گفت که مسئله وجود عاملی که باعث پایداراندن الکترون می‌شود در ارائه یک نظریه کامل درباره الکترومناطیس مشکلات زیادی ایجاد کرده است. برای این مسئله تاکنون پاسخی نیافتد.»

مشایه این مشکلات در مورد ذراتی با بار مثبت که مضری از بار الکترون هستند - پوزیترون - یاد مرور داشته اتم هیدروژن (پروتون) وجود دارد.

پروتون که جرمش ۱۸۳۶ برابر جرم الکترون است به همراه نوترون هسته همه عنصر شیمیائی را به وجود می‌آورد و چون ذره پایداری است (مطالعه تجزیی پایداری پروتون حداقل عمر پروتون را حدود ۱۰^{۴۲۷} سال نشان می‌دهد) موجب پایداری مجموعه‌های پیچیده‌تر می‌گردد.

علم تابه‌حال اطلاعات بسیار جالبی در مورد پروتون به دست آورده است، با این‌همه در این زمینه نیز هنوز سوالات بسیاری بی‌جواب مانده است. مثلًا اینکه توزیع بار در پروتون به چه صورتی است؟ به صورت باز نقطه‌ای است یا به صورت بار گسترده؟

فینمن می‌نویسد: «مانمی‌دانیم چگونه یک نظریه سازکار - که در برگیرنده مکانیک کوانتوم باشد - ارائه دهیم که بطبق آن انرژی درونی الکترون یا هر بار نقطه‌ای دیگر بی‌نهایت نباشد. در عین حال هیچ نظریه قابل قبولی برای تشریح بارهای غیر نقطه‌ای وجود ندارد و این مسئله همچنان لاینحل بر جای مانده است.

همه می‌دانیم که زمان برگشت ناپذیر است و فقط می‌توان از زمان حال به سوی آینده رفت و بازگشت به گذشته به مفهوم واقعی امکان ندارد. حال آنکه معادلات بنیادی فیزیک مدرن نسبت به تغییر علامت زمان (یعنی گذاشتن t^+ به جای t^-) بلا تغییر می‌مانند. چطور می‌توان یک سویه بودن زمان را در جهان واقع بدون توجه به نقش این واقعیت در این ریاضی دانش جدید تشریح نمود؟

تعداد سوالاتی که هنوز علم موفق به یافتن پاسخ آنها نشده زیاد است. این واقعیت در یک نظام اجتماعی یافضای فکری خاص می‌تواند موجب بی‌اعتمادی یا حتی بدینه نسبت به علم بشود.

به کتاب «گفتارهای فینمن درباره فیزیک» اشاره کردم، زیرا به اعتقاد بسیاری از فیزیکدانان صاحب نظر، این کتاب یکی از پهترین مجموعه گفتارهای جدید در این زمینه است. مؤلف کتاب که موفق به دریافت جایزه نوبل گردیده است، گفتارهای بومی به الکتریسیته و مفناطیس را چنین به پایان می‌برد: «می‌بینید که در قلمرو فیزیک

چه راه پرپیچ و خمی در پیش داریم، بحث پایه‌یده‌های مربوط به آهنربای طبیعی و کهربا شروع می‌شود و در پایان کار هنوز هیچکدامشان را بطور کامل نشناخته‌ایم. با اینهمه، از این رهگذر اطلاعات چالب و علمی فراوانی به چنک آورده‌ایم.» در سخنان فینمن در عین شناخت فواید علمی بی‌شماری که از دانش فیزیکدانان حاصل می‌شود، رگه‌هایی از بدینی در قالب استهزا احساس می‌شود.

فرد هویل Fred Hoyle کیهان شناس مشهور انگلیسی و استاد نجوم دانشگاه کمبریج ملی یک سلبه سخنرانی که در سال ۱۹۶۵ در دانشگاه کمبریج ایراد کرد (بعدها متن این سخنرانی‌ها به صورت کتابی به نام «انسان در جهان» منتشر شد) با تأسف از عان کرد که فلسفه ایده‌آلیستی که او بدان وابستگی دارد نفعی برای علم نمی‌تواند داشته باشد: «مازندانی قالب فکری خود و جامعه فعلی خود هستیم و رهایی از این محدوده تنک که مارا چنین سخت در خود گرفته کاری دشوار است.»

تعداد پدیده‌های طبیعی مهم که بتازگی کشف شده به مرتب بیش از تعداد پاسخهای قابل قبول سئوالاتی است که تاکنون مطرح گردیده. در هر حال وجود این سوالات 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 دهنده قدرت اندیشه بشر و امکانات بی‌پایان او در قلمرو دانش است.

ذهن کنگکاو بشر برای دست یافتن به اسرار طبیعت و جامعه، برای شناخت خویشن و برای آشنایی با ساختمان و نحوه فعالیت مغز تلاش می‌کند تا بتواند حاصل این تلاش را در راه بهبودی زندگی انسان به کار گیرد.

بازده این کار بارفع اختلاف بین کشورها تا حد زیادی افزایش می‌یابد، زیرا این امر موجب گسترش همکاری دانشمندان کشورهای مختلف برای حل مسائل بنیادی و پیچیده‌ای می‌گردد که تمامی بشریت با آن روبروست. جستجوی منابع جدید انرژی، حفاظت محیط زیست، مسئله منابع معدنی، غذا و جمعیت و همه مسائلی از این دست فقط در سایه اعتماد و همکاری روزافزون قابل حل است. پژوهش‌های علمی باید دور از حسابگری‌های تنک نظرانه و خودخواهانه سیاسی و نظامی باشد و یکسره در خدمت خواسته‌های متعالی انسان‌ها درآید.

اما تأثیر علم بر جامعه بدین صورت است که با اینجاد اصول نظری مورد نیاز برای تولید اجتماعی، پیشرفت تکنولوژیکی، خواسته‌های صنعت در خدمت جامعه درمی‌آیه.

علم قلمرو ویژه‌ای از فعالیت جامعه و پدیده اجتماعی خاصی است که نقش آن تعیین فعالیت‌های عملی ویافتن قوانین طبیعت و جامعه وارانه روش‌ها و ازارهای استفاده از قوانین در همه زمینه‌های فعالیت بشری، بخصوص در زمینه تولید اجتماعی است.

«انقلاب در علم» همچنین «تبديل علم به یک نیروی بلاواسطه تولیدی» پایه‌های پیشرفت تکنولوژیکی هستند، و پیشرفت تکنولوژیکی هم متقابلاً عاملی اساسی در انقلاب علمی و تکنولوژیکی است. یعنی علم و پیشرفت تکنولوژیکی در یکدیگر تأثیر متقابل دارند و پیشرفت هریک پیشرفت دوباره دیگری را موجب می‌گردد.

مفاهیم، مقوله‌ها، شناخت

گسترش تحقیقات نظری و عملی در زمینه‌های جدید پژوهش علمی، تفکر فراوانی را درمورد ابزارهای تحقیق علمی برانگیخته است. این ابزارها، در نهایت، علاوه بر دانش فنی و وسائل و قطعات گوناگون دستگاه‌های تحقیقی، شامل مجموعه ابزارهای اندیشه بشر نیز می‌شود که خود عبارتند از: مفهوم‌ها، مقوله‌ها، احکام، استنتاجات، قوانین، اصول وغیره.

هر کس که به تحقیق علمی یا فعالیت عملی روی آورده، این ابزارهای شناخت را— بدون آنکه مستقیماً به آنها بیندیشد— به کار می‌گیرد. هرچه موضوع شناخت پیچیده‌تر باشد، کارایی ابزار تفکر محقق هم باید کامل‌تر باشد، بدین معنی که باید از منطق صوری و ماتریالیسم دیالکتیک کمک بگیرد.

نقش روزافزون علم، در حیات جامعه، توسعه مداوم مفاهیم علمی را— که چکیده دانش بشر نسبت به جهان خارج می‌باشند— روز بروز پراهمیت‌تر می‌سازد. بدون وجود مفاهیم و مقوله‌ها، که نتایج حاصله از شناخت را تثیت می‌کنند و ابزار نفوذ هرچه بیشتر و عمیق‌تر بجهوهر و شکل‌بندی تحولات طبیعت و جامعه هستند، وجود شناخت و تفکر انسان غیر قابل تصور است.

ساده‌ترین تعمیم‌ها، نخستین و ابتدایی‌ترین اشکال بیان نظرات (احکام، قیاس‌ها وغیره) خود نشان دهنده شناخت عمیق انسان از روابط عینی جهان است. تعمیم‌پذیری و اصالت یافتن شناخت، بدون اتكا بر مقوله‌ها و مفاهیم و بدون ساختن تصویری علمی از جهان، ناممکن است. مفهوم‌ها، نتیجه تعمیم اطلاعات تجربی و تسلط عملی بر جهان و همچنین حاصل تحول درازمدت شناخت بشری هستند.

تفکر انسان‌ها— برخی آگاهانه و برخی دیگر ناآگاهانه— به‌یاری مقولاتی فلسفی از قبیل ماده، شعور، حرکت، فضا، زمان، شکل و محتوى، جوهر و عرض، ضرورت و تصادف، علت و معلول، بالقوه وبال فعل، عام و خاص وغیره صورت می‌گیرد. مقوله‌های فلسفی، مفاهیمی هستند که عام‌ترین خواص و روابط پدیده‌های جهان مادی را منعکس می‌کنند. این مفاهیم اندیشه را قادر می‌سازند که به تفکیک جهان مادی و پدیده‌های موجود در آن پیر دارد، پدیده‌های اساسی را از این میان جدا کند و واقعیت همه انواع روابط متقابلي را که در محیط دور و بیرون نهفته است، درک کند.

مقولات، همچون دیگر مفهوم‌ها، قادر عینیت هستند و قالب مادی آنها توسط کلمات ارائه می‌شود.

مقوله‌های فلسفی عبارتند از تکیه‌گاه‌هایی برای شناخت و نقاط اتصالی در شبکه جهان و فعالیت‌های عملی— نقاط اتصالی که ما را به مشاهده حالت درونی حرکت و تحول

جهان قادر می‌سازند.

شناخت بشری نه تنها بر پایهٔ ذخیرهٔ اطلاعات علمی و تجربی، بلکه همچنین براساس تعمیم این اطلاعات به وجود آمده است. این تعمیم نیازمند تفکر نظری است. تفکری که براساس مقولات و قوانین فلسفی و مفاهیم خاص و عام علمی بنا می‌شود.

هر علمی دارای مفاهیم بنیادی و اساسی خود است که می‌توانند عام یا خاص باشند. مفاهیم فیزیکی از قبیل جرم، جسم، میدان و بار الکتریکی، در جریان مطالعهٔ موضوعات فیزیکی پدید آمدند. کلیهٔ قوانین شناخته شدهٔ فیزیک به کمک این مفاهیم بیان شده است، لذا اینها مفاهیم خاص بهشمار می‌آیند. از سوی دیگر مفاهیم کلی هم وجود دارند مثل **آلگوریتم*** احتمال، تغییر ناپذیری، اطلاع (انفورماتیون)، عنصر، دستگاه (سیستم) و بسیاری مفاهیم دیگر که دقیقاً در همهٔ علوم به کار می‌روند.

مثال مفهوم کلیت یا مفهوم اندازه را، که هردو مفاهیمی ریاضی هستند، در نظر بگیرید. غیر ممکن است بتوان علمی یافت که این مفاهیم در آن به کار گرفته نشود. مفاهیم ریاضی، عام هستند زیرا فرایند ریاضی شدن اصولاً همهٔ رشته‌های مختلف علوم را دربر می‌گیرد. این‌بدان معنی است که مفاهیم ریاضی به صورت مفاهیم علمی عام در کلیهٔ رشته‌های جداگانه علمی کاربرد دارند (یا اصولاً می‌توانند کاربرد داشته باشند). باید توجه داشت برخی از مفاهیمی که آنها را مفاهیم علمی عام خواندیم، ریشه در ریاضیات دارند و ماهیتا ریاضی هستند (مثال **آلگوریتم** و احتمال).

در واقع جای هیچ تعجبی نیست که مفاهیم بنیادی ریاضیات، مفاهیم عام علمی شده‌اند. اگر چنین نیو، همهٔ رشته‌های علمی بدین نحو روزافزون، رنگ ریاضی به‌خود نمی‌گرفتند. در عین حال، روشن است که مقوله‌های ریاضی و فلسفی به معنای متفاوتی مفاهیم علمی عام بهشمار می‌آیند. این مطلب از آنجا ناشی می‌شود که اولاً، مفاهیم فلسفی به تمام معنی کلمه عام هستند (زیرا هم در خود فلسفهٔ علمی وهم در تک تک رشته‌های علمی به کار می‌روند حال آنکه مفاهیم ریاضی تنها در رشته‌های مختلف علمی کاربرد دارند)؛ ثانیاً، مفاهیم فلسفی دارای یک‌بار روش‌شناسی کلی در همهٔ رشته‌های علوم هستند، زیرا اساسی‌ترین و درونی‌ترین روابط اشیا و تفکر را توضیح می‌دهند؛ حال آنکه مفاهیم ریاضی جنبه‌های بیرونی موضوعات مورد بررسی را دربر می‌گیرند، که غالباً عبارت است از مشخصه‌های ظاهری و کمی آنها. بنابراین، مفاهیم ریاضی، وقتی در سایر علوم به کار

* **آلگوریتم** مفهومی بنیادی در منطق و ریاضیات است. این کلمه از تلفظ لاتین «الخوارزمی»، نسبت محمدبن موسی، ریاضیدان گرفته شده است. **آلگوریتم** مجموعهٔ دستورالعمل‌هایی برای انجام دستگاهی از عملیات دریک ترتیب معین است که جواب یک سری مسایل مشابه را ارائه می‌دهد. ساده‌ترین مثال‌های **آلگوریتم** قوانینی است که در حساب برای جمع، تفریق، ضرب، تقسیم، استخراج جذر و پیدا کردن بزرگترین مقسوم علیه مشترک دو عدد طبیعی وغیره وضع شده است. **آلگوریتم** روش حل مسایل کلی است، یعنی روشی که می‌تواند جواب یک رشته مسایل را با مفروضات مختلف به دست دهد. از آنجا که **آلگوریتم** به منزلهٔ دستگاهی از دستورالعمل‌ها دارای مشخصهٔ صوری است، همیشه می‌توان برنامه‌ای برآسان آن برای حسابگرها تهیه کرد و مسایلی را به طور خودکار حل کرد. حل گروه عظیمی از مسایل توسط **آلگوریتم** و کارکرد نظریهٔ **آلگوریتم**، اهمیت فراوانی در گسترش روش‌های حسابگری و سیبرنتیک دارد.

برده می‌شوند، از جنبه روش‌شناسی کارایی ندارند. از اینجا می‌توان دریافت که چرا استفاده از ریاضیات مثلا در تحقیقات جامعه‌شناسی، بدون درنظر گرفتن شرایط عینی جامعه، طبقات و روابط متقابل آنها، نمی‌تواند. به خودی خود موجب واقعی‌تر شدن این تحقیقات شود. بعلاوه، این موضوع می‌تواند منجر به ایجاد اشتباه و خطا یا پیدایش سفسطه‌های غیر علمی با استفاده از مفاهیم و روش‌های مناسب ریاضی بشود. در نتیجه، ریاضیات، وقتی در علوم دیگر به کار برده می‌شود، بمندرت می‌تواند درستی امری را تضمین کند. وقتی در برسی یک موضوع، وقتی حاصل می‌شود که ابزار ریاضی برپایه روش‌شناسی ماتریالیسم دیالکتیک و با توجه به ماهیت ویژه موضوع مورد مطالعه به کار گرفته شود. بنابراین هرچه فلسفه علمی پس از رشته‌های علوم بیشتر رسونگ کند، همزمان با آن، این علوم بیشتر به قالب ریاضی درمی‌آیند و کارایی عمومی بیشتری در ایجاد دانش علمی نوین به دست می‌آورند.

اما تنها فلسفه و ریاضیات منشأ مفاهیم علمی عام نیستند. بعضی از این مفاهیم، ابتدا به وسیله یک رشته خاص علمی اعم از طبیعی، فنی یا انسانی به وجود می‌آیند، آنگاه در سایر علوم نیز همانندی برایشان یافته می‌شود و به تدریج دارای مشخصه علمی عام می‌شوند. واژه «اطلاع» در آغاز به انتقال خبری از یک شخص به شخص دیگر یا به گروهی از اشخاص، اطلاق می‌شد. این برداشت، در علوم اجتماعی و انسانی بهطور عادی به کار گرفته می‌شد و معنای آن هیچ تحولی نیافت، تا آنکه در نظریه انتقال اطلاعات، که یکی از پیشرفت‌ترین حوزه‌های علم سیبریتیک است، دوباره مورد توجه قرار گرفت. در چارچوب سیبریتیک، مفهوم «کمیت اطلاع» مطرح شد و تلاش خاصی برای دقیق‌تر کردن بعضی اصلاحات وابسته به «اطلاع» مانند محتوى (معنی)، ارزش وغیره به عمل آمد. با استفاده از روش‌های «نظریه اطلاعات» مفهوم اطلاع، به قلمرو سایر علوم وارد شد و اکنون رشته‌ای از علوم را نمی‌توان یافت که این اصطلاح در آن دارای کاربرد اصولی نباشد و بر قابلیت آن رشته علمی برای اکتساب دانش جدید نیفزاشد.

ستگاه مقوله‌های علمی خاص و عام و مقولات فلسفی، ساخت تفکر نظری را تشکیل می‌دهد که یکی از منابع شناخت علمی و خود حاصل تحول این شناخت است. در هر دوران، تفکر نظری، یک محصول تاریخی است که در زمان‌های مختلف اشکال کاملاً متفاوتی به خود می‌گیرد و در نتیجه دارای محتواهای کاملاً متفاوتی می‌شود.

تحولات مقوله‌های فلسفی را نمی‌توان از دستاوردهای تفکر نظری مجزا کرد. اشتباه خواهد بود اگر پذیریم که مقوله‌های فلسفی خارج از فرایند کلی شناخت علمی وجود دارند و با هر محتوى و هر گونه روابط متقابل داخلی می‌توانند اساس تفکر نظری را تشکیل دهند. بر عکس، تنها از طریق تحول است که مقوله‌های فلسفی می‌توانند به صورت پایه‌های تفکر نظری درآیند. هر مقوله فلسفی، آنگاه که بدیدن تحریر گریسته شود، از حوزه تفکر نظری به دور افکنده می‌شود و نقش خود را در روند شناخت از دست می‌دهد. ظهور مفاهیم جدید در علوم برپایه مقولات فلسفی موجود و پیوندهای میان آنها صورت می‌گیرد و گسترش این مفاهیم، نیازمند غنی‌تر شدن محتواهای مقولات فلسفی

و پیوندهای میان آنها از جنبه‌های نو و پیدایش مقولات فلسفی جدید است.

فلسفهٔ ماتریالیستی همیشه درجهت درآمیختن علوم با یکدیگر یا افزایش میزان ترکیب پذیری مقولات مربوط به رشته‌های متفاوت علمی، عمل کرده و درساختن تصویری علمی از جهان، شرکت جسته است. موضوع شناخت، درهمه رشته‌های علوم جدید، از جمله درفلسفه علمی مارکسیسم لینینیسم یکسان بوده و عبارت است از: طبیعت، جامعه و تفکر. در موضوع شناخت، عام و خاص باهم پیوند می‌یابند، یعنی علومی که به مطالعهٔ عام موضوع شناخت می‌پردازند (وحد نهایی آنها فلسفه است) باید با علومی که به مطالعهٔ خاص آن می‌پردازند، مرتبط شوند. رابطهٔ عینی میان این عام و خاص نیازمند برقراری چنین رابطه‌ای در داش نیز هست، که لزوم همکاری میان فلسفه و رشته‌های علمی مختلف را پیش می‌کشد.

موضوع شناخت واحد برای همه علوم، توسط رشته‌های علمی مختلف به بخش‌ها، جنبه‌ها و رابطه‌های جداگانه تقسیم شده است. اما برای ساختن یک 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 و جامع از جهان—که موضوع مطالعهٔ رشته‌های علمی مختلف است از طریق تأثیر متقابل رشته‌های گوناگون علمی امکان پذیر می‌شود، اما بدون انکا به فلسفه علمی، هیچ کوششی در این راه ثمر بخش نخواهد بود.

در علوم طبیعی قرن نوزدهم از چند مورد استثنایی که بگذریم—هیچ جا روش دیالکتیکی به کار گرفته نشده است. در آثار نظریه پردازان علوم طبیعی آن زمان، ناآشنایی کامل با دیالکتیک دیده می‌شود و ریشه اصلی بن‌بست روش‌شناسی در فیزیک، همین نادیده گرفتن دیالکتیک بوده است.

این بن‌بست در صورتی بر طرف می‌شد که دانشمندان شیوهٔ تفکر ماوراء‌الطبیعی را کنار بگذارند و روش دیالکتیک را پنهان نمایند. به‌حال، کوششی از سوی فیلسوفان حرفه‌ای لازم بود تا دیالکتیک به قلمرو اندیشهٔ دانش پرتوهان راه بیابد. لینین در آغاز قرن حاضر این کار را انجام داد. هم‌اکنون گروه عظیمی از فلاسفهٔ حرفه‌ای مارکسیست به کار گسترش اندیشه‌های لینین و جنبه‌های فلسفی فیزیک و سایر علوم طبیعی و بقیه رشته‌های خاص علمی اشتغال دارند.

مهم‌ترین دانشمندان قرن نوزدهم، نماینده‌گان ماتریالیسم تاریخی خود بخودی بودند. این ماتریالیسم از طریق «پذیرش غریزی، ناخواسته، شکل نیافته و بدون آگاهی فلسفی»، به‌توسط اکثریت عظیمی از دانشمندان که به انعکاس واقعیت عینی جهان خارج در شعور ما توجه داشتند تجایی می‌یافتد. فیزیک دانان تحت تأثیر اطلاعات علم خود—اطلاعاتی که قضیه اصلی ماتریالیسم را تایید می‌کرد—ماتریالیست می‌شدند. اما ماتریالیسمی که به‌این ترتیب در میان فیزیک دانان ظهور می‌یافت، پایدار نبود، چرا که این ماتریالیسم هنوز پیوندهای محکمی با تفکر ماوراء‌الطبیعی داشت. فیزیک دانانی که خود بخود به ماتریالیسم تاریخی روی می‌آوردند—بدون آنکه با دیالکتیک آشنایی داشته باشند—

غالباً در دام تأثیرات ایده‌آلیستی می‌افتدند. لینین محدودیت‌های ماتریالیسم تاریخی خودبخودی را نشان داد و تاکید داشت که: «هیچ علم طبیعی و هیچ ماتریالیسمی نمی‌تواند در مقابله با هجوم سرخختانه اندیشه‌های بورژوازی و بازگشت جهان بینی بورژوازی قاب بیاورد، مگر آنکه برمیانه محکم فلسفی استوار شده باشد. برای پایداری در این نبرد و نیل به پیروزی نهایی، دانشمند علم طبیعی باید مجهر به ماتریالیسم نوین یعنی ماتریالیسم ارائه شده از سوی مارکس، باشد. به عبارت دیگر، او باید متعقد به ماتریالیسم نوین یعنی ماتریالیسم این مطالب را در مورد سایر نظام‌ها نیز می‌توان به همین ترتیب بیان کرد. مثلاً در علوم انسانی که اگر در آن ماتریالیسم ابتدایی، با دیالکتیک همراه نباشد، بیشتر در معرض تأثیرات دیدگاه‌های ایده‌آلیستی خواهد بود. از همین روست که حتی بر جسته‌ترین فلاسفه ماتریالیست گذشته (قبل از مارکس)، در مسائل اجتماعی تگرگش ایده‌آلیستی داشتند. البته، دیالکتیک می‌تواند از طریق مطالعه مستقیم، بسیاره علوم وارد شود. انگلیس براین نکته تأکید می‌ورزید که انسان می‌تواند تحت اجرار حقایق علوم طبیعی، به درک دیالکتیکی از این علوم دست یابد، اما بدون دانستن قوانین تفکر دیالکتیکی، رامورود اصول دیالکتیک به قلمرو علوم طولانی و شوارخواهد بود. در چنین صورتی این راه «نمی‌ستقیم بلکه پیچاپیچ، نه آگاهانه بلکه غریزی، نه با درک روش مقصد نهایی بلکه با نزدیک شدن حسی‌بدان، ناپیوسته و حتی گاهی وارونه خواهد بود.» شاهراء پیشرفت علوم جدید از کاربرد آگاهانه و گستردۀ فلسفه ماتریالیسم دیالکتیک می‌گذرد.

در هیچ یک از رشته‌های علوم طبیعی، دیالکتیک به طور کامل ظاهر نمی‌شود، بلکه در هر رشته فقط بخش کوچکی از مقولات آن، نقشی-آشکار یا پنهان- در افرایش دانش ایفا می‌کند. هیچ نظریهٔ واحدی در علوم طبیعی، حتی اگر شامل عناصر خاصی از دیالکتیک باشد و به شیوه‌ای دیالکتیکی گسترش یابد، به اندازهٔ فلسفه به طور اساسی متنضم دستگاهی از مقولات نخواهد بود. علت این امر آن است، که برخلاف علوم طبیعی، که اطلاعات خود را منحصر از مطالعهٔ طبیعت به دست می‌آورند، فلسفه از سایر حوزه‌های وجود، شناخت و عمل نیز بهره می‌جوید.

مقوله‌ها و قوانین فلسفی که در همهٔ برداشت‌های دانشمندان وارد می‌شود، نقش اساسی در شناخت علمی دارد. قوانین و مقولات ماتریالیسم دیالکتیک پایهٔ آن گونه روش شناسی است که تضمین کنندهٔ انتخاب درست‌ترین سیر کلی پویش علمی و گزینش تکیه‌گاه‌های مطمئن برای گسترش نظریات علمی می‌باشد. سیر تحولات علوم جدید، به ویژه علوم طبیعی، تماماً مؤید این حقیقت است. بهره‌گیری آگاهانه از مقولات فلسفه مارکسیستی، دانشمند علم طبیعی را هرچه بیشتر قادر می‌سازد که جهات گسترش دانش علمی را در رشته خود ارزیابی و پیدایش زمینه‌ها و تاییج جدید تحقیقات را تشریح و پیش‌بینی کند. ماتریالیسم دیالکتیک، پیش از هر چیز به عنوان منطق و روش شناسی شناخت علمی و بهمنزله دستگاهی از اصول شناخت-در حکم نظریه‌های بنیادی- به کار می‌آید.

هدف اساسی ماتریالیسم دیالکتیک، که عبارت است از یاری رساندن به رشته‌های

مختلف علمی درایجاد دانش جدید بهبترین نحو ممکن، بدون پرداختن به جنبه‌های منطقی آن دانش علمی خاص، به شکل کارآمدی حاصل نخواهد شد. کلام آخر آنکه، دانش جدید تنها در فرایند شناخت تجربی پدید نمی‌آید، بلکه حاصل تفکر نظری و تجزیه و تحلیل منطقی اطلاعات تجربی نیز می‌باشد. روش‌های منطق صوری را می‌توان به نحو اساسی در دانش موجود به کاربرد. این روش‌ها، بخصوص وقتی که انسان بخواهد قسمتی از کارهایش را به حسابگر (کامپیووتر) محول کند، اهمیت فراوانی می‌یابند. در اینجا، روش‌های منطق صوری، اگر کمک چندانی به ایجاد دانش جدید نمی‌کنند، در دقیق‌تر کردن دانش مربوط مفید واقع می‌شوند. ابزار منطقی اساسی برای ایجاد دانش جدید، منطق دیالکتیک است.

گسترش فیزیک و سایر علوم، مسایلی را در روش شناسی فلسفی مطرح می‌سازد که اگر فلاسفه موفق به جوابگویی آن نشوند، کارشناسان رشته‌فیزیک، خود مستقلانه محل آن خواهند پرداخت و این امر گاهی اوقات منجر به درهم پیچیدگی مطالب، اشتباه و سوء تفاهمات متقابل می‌شود.

تحلیل آثار اینشتین، بورن، و بسیاری دیگر از فیزیکدانان بر جسته قرن بیستم نشان می‌دهد که آنان تا چه حد به فلسفه توجه داشته‌اند. آنها از زمینهٔ تاریخی و محدودیت‌های نظام‌های فلسفی پیش از مارکسیسم (ماتریالیسم مکانیکی و مکتب‌های گوناگون فلسفه‌ایده‌آلیسم) که تا آن زمان شناخته شده بود، آگاه بودند ولی در عین حال، عناصر معقولی نیز در این تعالیم گذرا می‌یافتدند. ماکس بورن می‌نویسد: «هر دوران علمی، دارای کنش متقابلي با نظام‌های فلسفی آن زمان است...» بورن (همچون بسیاری دیگر از فیزیکدانان مترقبی) به انتقاد از مکتب اثبات‌گرایی (پوزیتیویسم) پرداخت و این خود نشان می‌دهد که او این مکتب و نیز سایر انواع ایده‌آلیسم را فلسفه روزبه‌شمار نمی‌آورد. گرچه او به این شناخت نایل نیامد که تنها فلسفه علمی برای زمان حاضر، ماتریالیسم دیالکتیک است.

اینشتین هم به مسائل فلسفی توجه زیادی مبذول می‌داشت و معتقد بود که: «تعیین‌های فلسفی باید بر پایهٔ نتایج علمی صورت بگیرد. این تعیین‌ها در صورتی که درست انجام بگیرند و پذیرفته شوند، غالباً می‌توانند بر گسترش اندیشهٔ علمی—با مشخص کردن مسیر درست آن در میان انبوه مسیرهای ممکن—تأثیر بگذارند.»

اینشتین که مانند بورن از نظریهٔ ایده‌آلیستی شناخت ناراضی بود، همچون او سعی کرد که خود نظریه‌ای در این باب ارائه دهد. در نظریه‌ای که اینشتین بیان کرده است، ردپای عناصر دیالکتیک را به روشنی می‌توان یافت.

تحلیل دیالکتیکی—منطقی، در درجهٔ اول به مسائل عمدهٔ علم جدید تکیه می‌کند و خود را به بازسازی دیالکتیک تفکری که به نظریات فلسفی گذشته مربوط شود، محدود نمی‌کند—هر چند این مورد اخیر به نوبهٔ خود اجتناب ناپذیر است. تحلیل دیالکتیکی—منطقی، که ناظر به گذشته باشد، مسلماً بهتر از تحلیلی است که از تصورات کمک بگیرد، ولی به هر حال، دانشمندان به کنکاش دربارهٔ مسائل روز علاقه‌مندند، نه به فراگیری مسائلی

که در گذشته — ولو به صورت دیالکتیکی — حل شده است. در واقع، همکاری ثمر بخش فیلسفان در شکل پذیری رشته‌های خاص دانش علمی نوین، عبارت است از کمکی که براساس روش شناسی، در حل مسایل مهمی که در حال حاضر در هر رشته علمی پیش می‌آید، عرضه می‌دارند.

با به کار بستن روش دیالکتیکی — منطقی، فیلسوف می‌تواند به یک بعدی بودن و محدودیت‌های پیشرفت‌هایی که در یک رشته خاص علمی پیش می‌آید دقیق شود و راه‌هایی برای برطرف کردن آن پیشنهاد کند. این امر در صورتی مقدور است که گسترش دانش در یک رشته علمی مورد نظر نه به صورت ایستا-آنچنانکه در منطق صوری رایج است — بلکه به شیوه‌ای پویا، مورد تحلیل قرار گیرد. به علاوه، فیلسوف می‌تواند با استفاده از ظرفیت فراوان مقوله‌های دیالکتیکی از جنبه روش‌شناسی، جهت‌های کلی گسترش مفاهیم و نظریات علمی را در یک رشته خاص، تا حد معینی تفکیک کند.

فلسفه و فیزیک تأثیر متقابلی بر یکدیگر دارند. ظاهرآ این موضوع از لحظه‌ای آشکار شد که مکانیک از فلسفه طبیعی جدا شد و به صورت علم مستقلی درآمد و به نخستین پیشرفت‌های عمده دست یافت، که مهم‌ترین آنها کشفیات نیوتون بود (یعنی همزمان با انتشار کتاب «اصول ریاضی» در سال ۱۶۸۷). از آن پس، مکانیک تأثیر مهمی بر اسلاف فلسفی مارکس و انگلس، بخصوص بر ماتریالیست‌ها داشته است. این نخستین دوران تأثیر مکانیک و ریاضیات بر فلسفه را می‌توان دوران مکانیکی نامید.

در قرن نوزدهم، سه کشف بزرگ در قلمرو طبیعی، در شکل پذیری و ظهور فلسفه مارکسیستی نقش داشته است: قانون بقا و تبدیل انرژی، ساختمان سلولی اندام‌ها و نظریه تکامل داروین. این تأثیرات علوم طبیعی بر فلسفه، موجب شد که انگلیس و پس از وی لنین (براساس کشفیات دیگری در فیزیک)، نظریه‌دهند که با هر کشف دوران‌ساز در علوم طبیعی (بدون درنظر گرفتن تاریخ زندگی انسان) ماتریالیسم باید بنا گریز تغییر شکل بدهد. فلسفه مارکسیستی را بنیان‌گذاران آن اساساً بر پایه تحلیل تحولات اجتماعی، یعنی براساس علم جامعه به وجود آورده‌ند. در کتاب کاپیتال، تعالیم ماتریالیسم دیالکتیک درباره تحول، بهترین شکل، نمودار شد. در همان زمان پایه گذاران مارکسیسم، به اطلاعات ناشی از علوم طبیعی نیز توجه داشتند.

فیزیک و زیست‌شناسی در قرن حاضر نیز همچنان بر تحولات فلسفه مارکسیسم-لنینیسم تأثیر می‌گذارند و از نیمه این قرن، علم سیبریتیک نیز به‌این دو پیوسته است. اکنون که گسترش انقلاب علمی و صنعتی نوین باشتاد به پیش می‌رود، دیگر نمی‌توان از تأثیر یک کشف بزرگ سخن گفت، بلکه در حال حاضر، تأثیر کلی و نظام یافته همه علوم جدیده بر فلسفه مطرح است. و علاوه بر علوم طبیعی، همه علوم اجتماعی — فنی و سایر رشته‌های کاربردی و اختصاصی علوم نیز در این میان نقش دارند. در این رابطه، مجموعه علومی که با انسان و محیط سروکار دارد، اهمیت فوق العاده‌ای می‌یابد.

این اثر گذاری بر فلسفه، موجب تحول و غنای مجموعه مقوله‌های ماتریالیسم دیالکتیک و تغییر پذیری آن به مقتضای شرایط نوین می‌شود. با تکیه بر اطلاعات نویافته

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 اساسی ترین جنبه‌های معرفت علمی در یک رشتهٔ خاص و بررسی گرایش‌های منطقی و شناختی، در تحولات مفاهیم مربوط به آن است.

با درنظر داشتن شناخت به عنوان یک فرایند تاریخی، که جهان را هرچه عمیق‌تر و فعال‌تر در اندیشهٔ انسان منعکس می‌کند، باید مقولات شناخت راهم در سیر تحولات تاریخی‌شان در نظر بگیریم. جوهر تاریخی مقولات شناخت، از جهات مختلف آشکار است: مثلاً در قابلیت کلی مقوله‌های علمی برای تبدیل به مقولات فلسفی و در محدود بودن اهمیت برخی مقولات فلسفی خاص، به حالت‌های خاصی از جهان و جنبه‌های ویژه‌ای از فرایندهای دگرگونی جهان. مثلاً در گذشته، مقوله‌هایی چون «جسم» و «جرائم»، مقولات فلسفی تلقی می‌شدند و عقیده براین بود که محتوای این مقولات، همان محتوای مقولهٔ «ماده» است. اکنون می‌دانیم که مقولهٔ «جسم»، فقط به حالت ویژه‌ای از ماده در حال حرکت مربوط می‌شود. اکنون در فیزیک، مقولهٔ «میدان» همپای مقولهٔ «جسم» وجود دارد.

تحلیل فلسفی مسایل فیزیک نوین به هیچ وجه نمی‌تواند جانشین تحقیقات ویژه علمی شود؛ فقط در توضیح مسایلی که فراتر از محدودهٔ نظریه‌های علمی یک رشتهٔ خاص و فراتر از قلمرو مسایل قابل حل یک رشتهٔ علمی خاص توسط منابع خود آن علم باشند، فلسفه می‌تواند مفید واقع شود. تحقیقات فلسفی، بر رابطه با یک علم خاص، به منزله تحقیقاتی «ماوراء نظری» عمل می‌کند. تحقیق فلسفی عبارت است از تحلیل زندگی واقعی بر رشتهٔ خاص علمی، از یک 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 فیزیک و فلسفه ذکر شد، این پیوند به اشکال گوناگون دیگر نیز متجلی می‌شود. کاملاً 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 لنسن، مخالفان مابرای مبارزه، در صدد استفاده از پیشرفت‌ها و کشفیات علوم جدید برمی‌آیند.

در آغاز قرن بیستم، برخی از فلاسفهٔ ایده‌آلیست و عده‌ای از فیزیک‌دانان، با نگرش همانند، ادعا کردند که پیشرفت علم، ماتریالیسم را رد می‌کند. در آن زمان آنها به «انقلاب فیزیک» اشاره می‌کردند. انقلاب فیزیک به دنبال چند کشف علمی (پرتو ایکس، تلاشی رادیوآکتیویاتم و غیره) مطرح شد، که عام بودن تعدادی از نظریه‌های فیزیک را مورد تردید قرار می‌داد.

در چنین شرایطی، تحلیل علمی واقعی و تعمیم فلسفی درست کشفیات فیزیک، با نگرش ماتریالیسم دیالکتیک، اهمیت فوق العاده‌ای در نظریه و عمل انقلابی به دست آورده. لنسن در کتاب ماتریالیسم و امپریوکریتیسیسم (ماده‌گرایی و نقد تجربی)، دیالکتیک مارکسیستی را به شیوه‌ای خلاق به کار گرفت و از پیشرفت‌های فیزیک در عصر

خود، نتایجی درباره 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 مشخصه این دوره از تحول ایده‌آلیسم است، مشخص کرد و فلسفه مارکسیسم را با اندیشه‌های نوینی غنا پخشید. لینین ثابت کرد که کشفیات جدید فیزیک، نه تنها تناقضی با فلسفه ماتریالیسم دیالکتیک ندارد، بلکه مؤید آن نیز هست.

جالب اینکه بسیاری از فیزیکدانانی که برموقع ماتریالیسم ابتداً پامی‌فشدند، از دیدگاه‌های رایج ایده‌آلیستی اتفاقاً می‌کردند، مثلاً وقتی که تلاشی رادیوآکتیو نشان داد که اتم دارای ساختمانی پیچیده است، ن.آ.اووف فیزیکدان مشهور روسی نوشت: «اوپایع جهان دوران اتم، خواص و قوانینی را آشکار خواهد ساخت که شاید با خواص و قوانین فیزیک قدیم — که دیگر کهنه شده است— متفاوت باشد. آیا از لابالای این سخنان نعمه نامیدی شنیده نمی‌شود؟ درست به قلهٔ حقیقت دست یافته بودیم، که ناگهان آنچنان از ما دور شد که حتی نمی‌توانیم فاصله آن را تخمین بزنیم! آری، همین طور است، ولی ما در یافته‌ایم که هدف علم فیزیک، تنها توضیح پدیده‌ها و جستجوی روابط میان آنها — یعنی قوانین فیزیکی — نیست. علم فیزیک به پشتوانهٔ روش‌های تجربی و نظری خود، مارا با واقعیت یگانه‌ای که فراتر از محدودهٔ حواس وجود دارد، آشنا می‌کند. بدین ترتیب یک بار دیگر به عظمت و تسخیر ناپذیری قلهٔ حقیقت پی‌می‌بریم و این آگاهی ضامن گسترش پیگیر و حیات ناپژمردنی اندیشهٔ علمی است.»

سخنان م.ی. گلدشتین، در کتاب «مبانی فلسفهٔ شیمی» بیانگر نگرشی متضاد با اووف، می‌باشد. این مؤلف در بخش نخست کتاب خود می‌نویسد: «فلسفهٔ نوین (فلسفهٔ مایخیستی) * با دلایل درست بهما می‌گوید که هرگر نمی‌توانیم به مطالعهٔ جهان خارج پیردادزیم، زیرا هر مطالعه‌ای در وهله اول از برداشت‌هایی تشکیل می‌شود و هر برداشت ما، یک 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 — پدیده‌های خارجی که موجب پیدایش این برداشت‌ها می‌شوند — چه هستند، 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. اولاً، خودما به این مطالب اعتقاد داریم و ثانیاً، اگر هم با این نظر مخالفت کنیم، هیچ گونه بحثی، تتبیجه‌ای در پی نخواهد داشت.»

* مکتب منسوب به ارنست مانخ، (۱۹۱۶-۱۸۳۸) فیزیکدان و فیلسوف اتریشی که ایده‌آلیست ذهنی و از بنیان‌گذاران امپریوکریتیسیسم بود. او اشیا را بهمنزله «مجموعه‌ای از احساسات» دانست و بمقابله با ماتریالیسم فلسفی برخاست. با تکیه بر فلسفهٔ هیوم، بهنفی ایده‌های علت، ضرورت و ذات قایل بود، زیرا اینها از طریق تجربه حاصل نمی‌شوند. بنابرآصل «اقتصاد تفکر» در فلسفهٔ مایخیستی، تبیین جهان باید تنها شامل «عناصر خنثای تجربه» باشد. فقط این عناصر (که به نظر مان‌همان حواس بودند) و روابط کارکردیشان واقعی است. بهنظر مانع تحقیقات جسمانی شامل تحلیل روابط داخلی این عناصر و تحقیقات روان‌شناسی تحلیل روابط اندام انسان یا عناصر مذکور است. مانع مقاومیم و نهادها را مجموعه‌ای از احساسات و علم را مجموعه‌ای کلی از فرضیاتی می‌دانست که مشاهده عینی می‌تواند جانشین آن شود. لینین در کتاب ماتریالیسم و امپریوکریتیسیسم، ایده‌آلیسم ذهنی مان را رد کرده است. م.

بدین ترتیب ما با دونگرش متفاوت هواجده هستیم. گذشت زمان، درستی نظرات ن. آ. او مواف را به ثبوت رسانده است و ماتریالیسم بدؤی طبیعت‌گرایان را با سلاح ماتریالیسم دیالکتیک، از گردونه خارج کرده است.

یکی از مهم‌ترین گرایش‌ها در علوم جدید، به کار گرفتن دیالکتیک در تلاش نظری و تحریبی برای اکتشاف جهان پیمجیده و پر تناقض ماست. اتفاقاتی رخ می‌دهد که از دید ماوراء طبیعی، مطلقاً باور نکردنی است، ولی در چارچوب ماتریالیسم دیالکتیک، قابل درک و امکان‌پذیر است. مثلاً، «خلاء کامل»، فضای مطلق نیوتون، که اجرام درون آن در حرکتند، از سوی علم رد شده؛ به جای آن، جهان یکانه اینشتین ظهور یافته، و آن ناپیوستگی که در گذشته هیان جرم و زمان وجود داشت از میان رفته و معلوم شده است که این‌دو، در یک کل تجزیه‌ناپذیر، با یکدیگر مرتبطند که در آن کل، خواص هندسی فضا را جرم‌ها تعیین می‌کنند.

غراابت ماوراء طبیعی که در فیزیک قدیم، میان ناپیوستگی و پیوستگی، میان ذره و موج، در کار بود، به وسیله مکانیک کواتروم گذاشته شده است و از دید فیزیک دان امروزی، این پدیده‌ها با یکدیگر تضاد و وحدت دیالکتیکی دارند.

ترکیب گسترده دانش علمی ایجاد می‌کند که دانشمندان درک عمیقی از فرایند پیدایش نظریه‌های جدید و دلایل محدودیت‌های موجود در نظریه‌های قدیم، داشته باشند. بدین‌سان، طالب علم چه بخواهد و چه نخواهد، با فلسفه نیز سروکار دارد. علوم طبیعی با چنان سرعی گسترش می‌یابند و دستخوش چنان تحولات و دگرگوئی‌های عمیق و انقلابی در همه زمینه‌ها می‌شوند که ناگریر باید به تابع فلسفی متول شوند.

هر دانشمندی در هر رشته، هنگام تحلیل نتایج کارش — غالباً بآنکه خود بداند — سؤالی در مورد رابطه بین مفاهیم و نظریه‌های موجود در دانش خود از یک سو و واقعیت عینی، از سوی دیگر، در برابر خویش قرار می‌دهد، و اگرچه حتی ممکن است صادقانه معتقد باشد که توجهی به فلسفه ندارد، ولی این سؤال دارای ماهیت فلسفی عمیقی است و گسترش هر رشته دانش، نیازمند یافتن پاسخی بدین سؤال است.

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

ولفگانگ پائولی، فیزیک‌دان بر جسته، در یک گردش‌مایی بین‌المللی در زوریخ، اظهار داشته است: «برای روشن شدن فیلسوفان، باید بگوییم که من به همین‌جریان خاص فلسفی که با این یا آن «ایسم».... نامیده می‌شود، تعلق ندارم... گرایش کلی من آن است که حد واسطی را میان جریان‌های افراطی حفظ کنم.»

ولی او بهنیت درونی خود واقع نبود، چرا که این امر قابل وقوف نبوده است. در واقع، پائولی، پرخلاف آنچه اظهار کرده، پیوسته بین ماتریالیسم و ایده‌آلیسم در فوتوسیان بود.» می‌دانیم که اصولاً دو جواب برای مسئله اساسی فلسفه وجود دارد: جواب ماتریالیستی که بنابر آن، واقعیت عینی و خواص و نظم‌های موجود در آن، در نظریه‌ها و مفاهیم

موجود در کلیه علوم انعکاس می‌یابد، و پاسخ ایدآلیستی که براساس آن، نظریه‌ها و مفاهیم، همیج ارتباطی با واقعیت ندارند و محصول فعالیت آزادافه ذهن هستند و منعکس کننده واقعیت عینی و خواص و فرایندهای آن نیستند. جواب سومی در کار نیست. نظریه نسبیت عمومی و نسبیت خصوصی، مکانیک کوانتوم، نظریه ذرات بنیادی و سایر دستاوردهای فیزیک نوین، با نام اینشتین، بور، پورن، هایزنبرگ، دیراک، پائولی، شروینگر، دوبروی و بسیاری از دانشمندان بر جسته دیگر همراه است. این نظریه‌های فیزیکی که واقعیت را تا درجه معینی از دقت منعکس می‌کنند، ماهیتاً ماتریالیستی و تا حد معینی دیالکتیکی هستند.

شناخت واقعیت جهان خارج، شرط اصلی فعالیت علمی است. اینشتین این مطلب را به خوبی بیان کرده است. «اعتقاد به وجود یک جهان خارجی مستقل از عامل درک کننده آن، اساس همه علوم طبیعی است. و این تلقی نمی‌تواند بر موضع گیری دانشمندان پیشتر از فیزیک نوین، از لحاظ فلسفی بی‌تأثیر باشد.»

سخنان و.آ. فوک، عضو فرهنگستان علوم، در این مورد به تمامی پذیرفتگی است: «برداشت کلی خواننده از همه آثار بور، باشروع از همان نخستین تألیفات وی، دیالکتیکی بودن عمیق آنهاست. بور، هنگامی که از موضع مفاهیم و دیدگاه‌های کهن با پدیده نوینی در طبیعت روپرتو می‌شود، و در نتیجه به تناقض می‌رسد، به همیچ روى از پانمی‌نشینند و در جستجوی راه حل این تناقض از اندیشه‌های نویاری می‌جویید. این دیالکتیک گرایی، کاملاً آگاهانه است: بور بهمن گفت که در دوران جوانی دیالکتیک را مطالعه کرده و همیشه بدان ارج فراوان نهاده است.»

با اینهمه، متأسفانه نمی‌توان بور را پیرو ماتریالیسم دیالکتیک دانست. وی گهگاه نظراتی ارائه می‌داد که در خور ایده‌آلیست‌ها بود. این امر، از جمله، هنگامی پیش‌آمد که او در تبیین پدیده‌های مریوط‌بازندگی اجتماعی به‌اصل «مفاهیم تکمیلی» توصل جست. در واقع، تنها دوبروی، بنیان‌گذار مکانیک موجی، نظرات ماتریالیستی خود را به روشنی بیان کرده است. همه 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 حوزه علم، نهایتاً با مقدمات ماتریالیستی پیش می‌رفتند که غالباً به‌طور غیر مستقیم، اصول روش‌شناسی هدایت کننده شناخت، در جستجوی حقیقت به شمار می‌آمد.

* اصل مفاهیم تکمیلی، یک اصل روش‌شناسی است که توسط بور به منظور توجیه مکانیک کوانتوم پیشنهاد شد. این اصل را می‌توان بدین صورت بیان کرد: برای نمایاندن جامعیت یک پدیده، شناخت باید از گروه مفاهیم تکمیلی که مجزا از یکدیگرند استفاده کنند. در آثار کسانی که نمایندگان مکتب کپنهاک به‌شمار می‌آیند (جرون، فرانک و سایر هواداران دیدگاه‌های اثبات‌گرایانه افزایش) این اصل به‌قصد دفاع از دیدگاه‌های ایده‌آلیستی و ماوراء طبیعی در مورد فضا، زمان و علیت به کار رفته است. با قایل شدن اهمیت مطلق برای نقش ابزارها در جهان بینهایت کوچک و تفسیر نادرست آن تحت عنوان «پراکندگی غیرقابل کنترل»، آنها از یک سو فضا و زمان واگسوسی دیگر علیت را مشخصه‌های تکمیلی مجزا، در فرایندهای بینهایت کوچک خواهدند. ضرورت استفاده از «مفاهیم تکمیلی» نه به‌خاطر ماهیت عینی اشیای بینهایت کوچک بلکه ناشی از غربابهای فرایند شناخت بود و با مداخله خود خواسته مشاهده گر، همراه بوده است. *

ماده و حرکت

سال‌ها پیش، همزمان با آغاز نخستین مطالعات درباره ساخت هسته اتم، در همهٔ نوشتده‌های علمی و به خصوص 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» و عبارات دیگری از این دست.

ماده چیست و چه مفهومی دارد؟ فیزیک کاری به مفهومها ندارد و تنها به مطالعه اتمها و اجزای سازندهٔ آنها می‌پردازد.

در این شناخت، مفهومها و از جمله مفهوم فلسفی ماده چه نقشی دارند؟ این سؤال امروز هم دارای اهمیت است و بهمین دلیل در مورد ماده و اشکال بنیادی وجود آن، گفتگومی کنیم. برای انسان، در جریان فعالیت‌های عملی، طی واکنش متقابل با اشیای پیرامون خود و در مشاهده اشکال متنوع اشیای موجود، حتی در عهد باستان این سؤال مطرح بوده است که: آیا در این تنوع بی‌شمار اشیا و پدیده‌ها، چیزی بنیادی وجود دارد؟

هزاران سال طول کشید تا انسان به‌این نتیجه رسید که موجودات، اشیا و اجسامی 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^۱ «بی‌نهایت»، از دید آناکسیمنس^۲ «هوا» و از نظر هرآکلیتوس^۳ «آتش» بود.

«این همان ماتریالیسم خود به‌خودی اولیه است که به‌طور کاملاً طبیعی، وحدت اشکال بی‌شمار پدیده‌های طبیعی را امری مسلم می‌شمارد و آن را در چیزی مشخصاً مادی، در چیزی خاص جستجو می‌کند آن‌چنان که طالس^۴ این چیزرا «آب» می‌داند.»^۵ از نظر طالس این بنیان اولیه (آب) به‌طور محسوس عینی است، اما به‌عقیده شاگرد او، آناکسیماندر، این بنیان (بی‌نهایت) فاقد عینیت محسوس است. او به‌ماده نامتناهی و نامعین نظر دارد. این گام مهمی در تحول مفهوم ماده بود. اما پیش از دو هزار سال طول کشید تا تعریف علمی درستی از مقولهٔ ماده به‌دست آید.

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

ماده مربوط هی شد.

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 ماده 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 فلاسفه مادی پیش از ظهور مارکسیسم و مهم‌ترین طبیعت‌گرایان پیش از قرن نوزدهم گذاشت. متفکران گذشته، به تبعیت از او کپیوس و دموکریت اتهم را ذره تقسیم‌ناپذیر، بدون ساختمان و نامغایر و به عنوان ذره نهایی دانستند که همه اشیای مادی از آن ساخته شده است. در مکانیک نیوتون، جرم به عنوان یک مقدار ثابت نقش خاصی دارد و نیوتون آن را اندازه کمیت جرم به شمار آورد. فلاسفه و فیزیکدانان 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 مسئله اساسی فلسفه یعنی تقدم ماده یا شعور وجود نداشت. آنها بهجای توجه به رابطه میان مقوله «ماده» با مقوله «شعور»، ارتباط آن را با مقولات «صورت»، «عرض» و «حرکت»، مورد نظر داشتند. گسترش علوم طبیعی (مکانیک، فیزیک، زیست‌شناسی، شیمی و غیره) در قرون هفدهم و هجدهم موجب تحول نظرات مربوط به‌ماده شد. این تحول براساس نظریه تقدم (جسم)، ساخت اتمی اجسام و اهمیت قاطع جرم، که به تدریج خصلت بنیادی ماده محسوب می‌شد، صورت گرفت.

این طرز فکر در قرن ۱۹ توسط هندلیف^۷، دانشمند شهیر روس بدطور خلاصه بیان شده بود: «جسم یا ماده، آن چیزی است که فضای اشغال می‌کند، دارای وزن است و به عبارت دیگر جرم دارد... — چیزی که موجودات طبیعت سراسر از آن ساخته شده‌اند و حرکت و پدیده‌های طبیعی توسط آن صورت می‌گیرد.» ماتریالیست‌های قرن هجدهم و فوئرباخ^۸ در قرن نوزدهم پیشرفت‌های مهمی را در شکل‌گیری مفهوم ماده و مقابله آن با روح، باعث شدند، اما تنها انگلیس پاسخ ماتریالیستی منسجمی به مسئله اساسی فلسفه داد. تعالیم مربوط به‌ماده در آغاز لنین گسترش بیشتری یافت.

لنین ثابت کرد که ماده را در کلی ترین 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 محيط خاص و تحت شرایطی خاص — در طبیعت و در جامعه — بهسر می‌برد، و دوم اینکه هر انسانی دارای دنیای روحی مخصوص به‌خود است. مسئله اساسی که در تعالیم همه فلسفه‌ها جنبه بنیادی دارد از همین رابطه میان تفکر و وجود، میان روح و طبیعت،

ناشی می‌شود. فلسفهٔ مادی به‌این سؤال چنین جواب می‌دهد: یک واقعیت عینی مستقل از انسان و انسانیت وجود دارد، این همان ماده است که بر شعور انسان تقدیم 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 به صورت زیر بیان کرد: «مادهٔ مقوله‌ای است فلسفی و یه‌آن 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.

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

لنین در نوشه‌های فلسفی خود توجه زیادی به مفهوم ماده مبنی‌ول داشته است، زیرا چه در آن زمان و چه در حال حاضر، این مقولهٔ بنیادی فلسفهٔ مادی آماج حملهٔ ماختیست‌ها^{۱۱}، نئوتومیست‌ها^{۱۲} و نماینده‌گان سایر مکاتب و جریانهای فلسفهٔ ایده‌آلیستی بوده است. آنها، با تحریف ماهیت کشفیات جدید فیزیکی و با سوء استفاده از مشکلاتی که در تیجهٔ فروپاشی نظرات کهن و توسعهٔ داشش ما نسبت به طبیعت، ایجاد شد، ادعا می‌کنند که «ماده» و به‌دلیل آن، ماده‌گرایی «نابود شده است». متأسفانه برخی از فیزیک‌دانان نیز با آنها هماواز شده‌اند.

مثلًا، ما نمی‌توانیم با بسیاری از گفته‌های ورنر هایز نیر گ دانشمند آلمانی در فیزیک نظری موافق باشیم وقتی که با نادیده گرفتن ماتریالیسم دیالکتیک، ماتریالیسم را با ماتریالیسم مکانیستی^{۱۳} معادل می‌شمارد و برآن است که نرات بنیادی از جوهر واحدی (افزایی) ساخته شده‌اند، که این نرات به‌تعبیری، شکلی هستند که افزایی باید برای تبدیل شدن به‌ماده، به‌خود بگیرد و اینکه «فیزیک اتمی نوین، علوم طبیعی را از همیز ماتریالیستی که در قرن نوزدهم می‌پیمود، خارج کرده است.»^{۱۴}

آرتور مارک، فیزیک‌دان اتریشی، از این هم فراتر رفته و ادعا کرده است که «نرات بنیادی فاقد ماهیت مادی‌اند.» و «هیچ جنبهٔ مادی در الکترون وجود ندارد» و «فاقد جسمیت بودن نرات بنیادی تکان دهندهٔ ترین مشخصهٔ فیزیک نوین است که بی‌شک تأثیر قاطعی بر اوضاع معنوی علوم دقیقهٔ خواهد گذاشت، زیرا واضح

است که فیزیک دیگر قابل بوجود ماده نیست و تنها معتقد بهشکل است و بهمین خاطر با روحیه ماتریالیستی که قرنها بر علوم حاکم بوده است، سازگار نیست.^{۱۵} در هر صورت، بررسی کامل مقاله مارک مارا بهاین نتیجه می‌رساند که او در واقع بهمخالفت با ماتریالیسم ماورای طبیعی بخاسته است، نه ماتریالیسم دیالکتیک؛ 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 واقعی باشد که در مشاهدات ما پدیدار می‌شود...»^{۱۶} سخن مارک را درمورد اینکه «ماتریالیسم ماورای طبیعی ورشکسته شده است» می‌توان پذیرفت، اما مارک با ماتریالیسم دیالکتیک آشنا نیست و مخالفت خود را با ماتریالیسم ماورای طبیعی بسطیح نفی «شیوه تفکر ماتریالیستی» و نفی ماتریالیسم بهطور کلی، گسترش می‌دهد.

ایده‌آلیسم همیشه از جایگزینی نادرست مقاهم، ناسازگاری و ناتوانی فلسفی طبیعت‌گرایان بهنفع خود بهره‌برداری کرده است. ایده‌آلیست‌ها با ردیف کردن عباراتی از نوع فوق برآیند که «ماتریالیسم»، براثر پیشرفت‌های فیزیک نوبن «رد شده است.»

نئوتومیست‌های معاصر، مبارزه دقیقاً حساب شده‌ای را علیه تعریف و درک ماتریالیستی از ماده، در پیش گرفته‌اند. مثلاً پل گرن، پروفسور نئوتومیست در انسیستوی کاتولیک 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}

پل گرن می‌نویسد: «اگر کسی معتقد باشد که شکل، تعیین کننده وجود و عمل است، از یک سو نتیجه می‌شود که خداوند، جهان را بهتصور نرمی‌آورد و آن را می‌آفریند و در این کار بهافکار خود که بهماده شکل می‌دهند، تحقق مادی می‌بخشد... از سوی دیگر این نتیجه حاصل می‌شود که آندیشه الهی در وجود همه هست و از تفکر ریاضی بهفکر ما وارد می‌شود.»^{۱۸}

نئوتومیست‌ها و سایر ایده‌آلیست‌ها، با مسلم داشتن تقدم اندیشه و روح، با تفسیر فهنه پیشرفت‌های فیزیک و با بهره‌گیری از اینکه بعضی از دانشمندان برخورد ماتریالیستی منسجمی با مسئله اساسی فلسفه نمی‌کنند، آنچه را که قبلاً بدون اثبات و بهعنوان نقطه شروعی برای ساختارهای خود — وجود روح و اندیشه، مقدم بر وجود طبیعت و انسان — پذیرفته‌اند، «اثبات می‌کنند.»

درک مارکسیستی — لینینیستی از ماده و تقدم آن نسبت بهشور مورد حمله تجدیدنظر طلبان گتوونی نیز هست. لوسینسو، مارکسیست فرانسوی بجا و بهدرستی بهاتقاد از هائزی لفور — تجدید نظر طلبی که ضمن حمله به فلسفه ماتریالیسم دیالکتیک، ادعا کرده است که تقدم ماده اثبات ناپذیر است — پرداخته. سودرکتاب «اختلاف مقدمه‌ای بر لینینیسم» می‌نویسد:

«... فلسفه باید ضرورتاً با شناخت چیزی مقدم بر فلسفه شروع شود: تجربیات واقعی انسان که ضرورتاً منجر به شناخت تقدم شیء نسبت به احساس، طبیعت نسبت به شعور، ماده نسبت به روح... می‌شود. بنابراین، در حقیقت به گفتهٔ لنین اثبات مقدمات اساسی ماتریالیسم به‌هریک از ما میلیون‌ها بار غرضه شده است، حال آنکه لوفاور^{۱۹} ارائه چنین اثباتی را حتی برای یک‌بار، ناممکن می‌داند. در اینجاست که زیبایی‌های خلاق احتراز از تعصب نمایان می‌شود.»^{۲۰}

اصطلاح «ضد جهان» موجب پیدایش نامطلوب ذهن‌گرایی‌های ضد علمی‌فراوان در نوشهای و در دیدگاه‌ها شده است. در درک ماتریالیسم دیالکتیکی، کل ماده در حال حرکت، یک جهان مادی واحد است. می‌دانیم که ضد ذرات (ضد پوزیترون‌ها— ضد پروتون‌ها، ضد نوترون‌ها و غیره) می‌توانند اتم‌ها (ضد اتم‌ها)، مولکول‌ها (ضد مولکول‌ها)، ماده (ضد ماده)، اجسام بینهایت کوچک و بینهایت بزرگ را به وجود آورند و کل اینها را می‌توان به‌طور مشروط با مفهوم «ضد جهان» مشخص کرد. این «ضد جهان» هم که وجودش کاملاً ممکن است، مادی و یکی از عناصر متشکله جهان (دینای کبیر)، یعنی واقعیت عینی موجود مستقل از ذهن‌شناسته آن خواهد بود. اصولاً وجود هرگونه «ضد جهان» غیر مادی ناممکن است.

حقایق فیزیک مدرن، فیزیک نجومی و سایر علوم مؤید آنند که خصوصیات اشیای مادی به‌هیچ وجه ابدی، نامتغیر و مطلق — آنچنانکه دربرداشت ماورای‌طبیعی تصور می‌شود — نیستند. لنین به تحلیل کشفیات نوین پرداخت و بی‌اساس بودن ادعای مخصوصیت‌ها را — که توسط ایده‌آلیست‌های فیزیکی^{۲۱} و سایر ایده‌آلیست‌ها نیز عنوان می‌شد — مبنی بر اینکه «وجود ماده مستقی شده است»، این که فیزیک مفهوم «کهنه» ماده را رد کرده است، در جهان هیچ چیز جز تجربیات حسی ذهن وجود ندارد، جهان از «عناصر حسی» تشکیل شده است و خود عبارت است از یک «مجتمع احساسات»، نشان داد.

در فلسفه 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 شیوه نگرش به‌ماده، محدود و ماورای‌طبیعی است. آنها نشان دادند که ماده مداماً در حال حرکت، تحول و تغییر است.

انگلس ثابت کرد ما هنگامی که به موجودات به عنوان وجودهای مادی در مفهوم ماده وحدت می‌بخشیم، تفاوت‌های کیفی آنها را نادیده می‌گیریم. او نوشت که ماده در شکل کلی و جدا از ماده مشخص و موجود، چیزی نیست که عملاً وجود داشته باشد. انسان می‌تواند ماده و حرکت را تنها «از طریق بررسی اشیای مادی و اشکال حرکت جدا گانه بشناسد. و با دانستن اینها دانش ما نسبت به‌ماده و حرکت رو به افزایش خواهد گذاشت.»^{۲۳}

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

لین، برخلاف ماده‌گرایان پیش از مارکسیسم، ماده با اشکال عینی و محدود (از نظر تاریخی) که در زمان خاصی شناخته شده باشد یکسان داشته نمی‌شود، «... تنها خاصیت ماده که ماتریالیسم فلسفی با شناخت آن به وجود آمده، 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، به مخالفت جدی با عقاید لاادریون^{۲۵} و شک‌گرایان برمی‌خizد و پژوهشگران را بدسوی شناخت قوانین طبیعت، برای استفاده از آنها در گسترش نیروهای تولیدی و در نتیجه به خاطر نیک‌بخشی نوع بشر، هدایت می‌کند.

یکی از شانه‌های بحران عمیق در ایدئولوژی بورژوازی در زمان حاضر، که خود بازنایی از بحران موجود در نظام اجتماعی سرمایه‌داری است، گسترش جهله‌گرایی (فلسفه لاادریون) و شک‌گرایی، میان روشنفکران است. شک‌گرایی و نفی عقل همیشه مشخصه ایدئولوژی طبقاتی بوده که به حکم تاریخ محکوم به زوال بوده‌اند، طبقاتی که توانایی آفرینش یک جهان‌بینی نو و زندگی ساز را ندارند. چه در گذشته، در زمانی که لینین کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی و سایر آثارش را می‌نوشت، و چه در زمان حال، جهله‌گرایان و سایر ایده‌آلیست‌ها، تنها تقدم ماده را نفی می‌کردند و شعور را در مرتبه نخست قرار می‌دادند، بلکه براین عقیده هم بودند که جهان پیرامون ما قابل شناخت نیست.

گسترش فیزیک 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 یک عنصر شیمیایی به عنصری دیگر از طریق تلاشی رادیواکتیو (مثلاً تبدیل فلز رادیوم به گاز رادون)؛ نموده 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 مکانیک نیوتونی و نظرات موجود در مورد نامتفاوت بودن اتم و ثابت بودن جرم دارای کاربرد محدودی هستند.

در جهان هیچ چیز جز ماده در حال حرکت وجود ندارد و تنها وجود این واقعیت عینی خارج از شعور انسان و مستقل از آن تغییر ناپذیر است. لینین می‌نویسد: «برای مارکس و انگلیس، هیچ تغییر ناپذیری دیگر، هیچ جوهر دیگر و هیچ جسم مطلق دیگر، بدان گونه که این مفاهیم توسط فلسفه حرفه‌ای تو خالی عنوان می‌شد، وجود ندارد. جوهر اشیا، یا جسم آنها نیز نسبی و تنها نشانگر درجهٔ عمق دانش بشر نسبت به اشیاست و در شرایطی که تا دیروز ژرفای این دانش از مرز اتم فراتر نمی‌رفت و امروز از مرز الکترون و اثیر دورتر نمی‌رود، ماتریالیسم دیالکتیک بر مشخصهٔ موقتی بودن، نسبی بودن و تقریبی بودن همهٔ این مراحل متواتی دانش طبیعت که توسط علم روزگرون انسان به دست آمده است، پافشاری می‌کند.»^{۲۶}

یک واقعیت عینی وجود دارد که برای مشخص کردن. آن، چندین میلیون سال مفهوم ماده به کار گرفته شده است. محتوای این مفهوم در طول تاریخ تغییر کرده و تنها در تعریف لینین به کامل‌ترین و جامع‌ترین صورت درآمده است.

تعریف ماده به عنوان مقوله ابتدایی ماتریالیسم دیالکتیک توسط هیچ کشفیاتی در علوم طبیعی، هر چندنامحتمل و هر چقدر غیر عادی هم که باشد، قابل رد کردن نیست. این کشفیات دانش ما را درمورد اشکال عینی ماده و حرکت پربارتر خواهند کرد ولی تأثیری در جوهر اصلی تعریف مذکور از ماده نخواهند داشت. این تعریف رو در روی مابعدالطبیعه و نسبیت گرایی، و همه اشکال ایده‌آلیسم و بهخصوص در مواجهه با ذهن گرایی، شک گرایی و جهل گرایی قرار می‌گیرد. تعریف لینین از ماده، اکنون و همیشه برای ما اساس شناخت و تغییردادن جهان خواهد بود.

مفهوم حرکت نیز برای کلیه علوم نوین، از جمله فیزیک و فلسفه مارکسیسم – لینینیسم، بسیار مهم است. با بهره گیری از تعمیم علمی در تاریخ شناخت و دستاوردهای علوم اجتماعی و طبیعی، فلاسفه مارکسیست ثابت کردند که ماده و حرکت با یکدیگر پیوند ناگستاخ دارند و حرکت، شکل وجودی ماده است. انگلیس‌می نویسد: «ماده بدون 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، مستخوش تغییر و تحول می‌شود، حرکت ویژگی جداگانه ناپذیر همه موجودات و از خصیت‌های ماده است. قضاوت‌های هراکلیتوس در مورد حرکت (همه چیز جریان دارد، همه چیز تغییر می‌کند، هیچ چیز ساکن وجود ندارد)، در مورد تضاد و نقش آن در تغییرات طبیعت، حتی امروز نیز دارای تأثیر فوق العاده قدرتمندی است. مارکس، انگلیس و لینین هراکلیتوس را سخنگوی برجسته دیالکتیک خود بخودی یونانیان قدیم بهشمار آورده‌اند. مثلاً انگلیس تأکید می‌کرد که به گفته هراکلیتوس همه‌چیز در حال ظهور و فنای دایم است.

ماده گرایان قرون هفدهم و هیجدهم، بهخصوص لامتری، ۲۸ دیدرو و ۲۹ هلوسیوس^{۳۰} نقش عمده‌ای در تدوین اصول حرکت داشتند و آنها نیز می‌گفتند که ماده بدون حرکت غیر قابل تصور است و حرکت نحوه وجود ماده است.

در به وجود آوردن اصول حرکت، هگل جای خاصی دارد. او با وجود تکیه بر اساس ایده‌آلیستی، بر محدودیت‌های ماوراء طبیعی و مکانیستی نظرات اسلام خود در مورد حرکت، فایق آمد و نشان داد که منشاء همه حرکت‌ها تضاد است. هگل کلی‌ترین قوانین حرکت را کشف کرد و به آنها تعمیم فلسفی بخشید.

مارکس و انگلیس در ایجاد ماتریالیسم دیالکتیک نشان دادند که «حرکت، همان گونه که در مورد ماده به کار می‌رود، به معنای تغییر به‌طور کلی است». ۳۱ حرکت وحدت ضدین است: وحدت مطلق و نسبی، پایداری و تغییرپذیری، پیوستگی و ناپیوستگی، حرکت وحدت ضدین – تغییر و سکون – است.

همه اینها و بسیاری از جنبه‌های دیگر تعالیم ماتریالیسم دیالکتیک در باره حرکت، تعمیم و استنتاج از تناییح فعالیت‌های نظری و عملی انسان است. این تعالیم، همچون اطلاعات درست علمی، نه تنها امکان توضیح پدیده‌هایی را که قبلاً کشف شده‌اند و پیش‌بینی کشف پدیده‌های نوین را فراهم می‌آورند، بلکه به گسترش شیوه تفکر ماتریالیسم دیالکتیک میان دانش پژوهان همه رشته‌ها یاری می‌رسانند.

تاریخ علوم نمونه‌های فراوانی از نیاز به چنین شیوه تفکری بدست می‌دهد. مثل نمونه‌ای را که به رابطه میان حرکت و سکون مربوط می‌شود، درنظر می‌گیریم. در آغاز قرن نوزدهم، گیلوساک^{۲۲} دانشمند فرانسوی، یکی از قوانین اساسی گازها را (که به نام خود او خوانده می‌شود) کشف کرد:

$$Vt = V_0(1 + \alpha pt)$$

که در آن Vt حجم گاز در دمای t درجه صدبخشی، V_0 حجم همان گاز در دمای صفر درجه صدبخشی و αp ضریب انبساط حجمی گاز در فشار ثابت است. فقط گازهایی که کامل (ایده‌آل) خوانده می‌شوند، از این قانون تعییت می‌کنند. مفهوم دمای مطلق و صفر مطلق — منهاج ۲۷۳۱۶ درجه صدبخشی — از این قانون حاصل شده است. صفر مطلق به حالت سکون مطلق جسم اطلاق می‌شد که در آن همه حرکت‌ها متوقف شده‌اند.

تحقیقات بعدی، کشفیاتی در جهان بی‌نهایت کوچک و مبانی مکانیک کوانتوم، نشان داد که حرکت در دماهای نزدیک به صفر مطلق متوقف نمی‌شود، بلکه دارای ماهیت ویژه‌ای است که به صورت پدیده «فوقرسانایی»، حالت «فوقمایع» در هلیوم II و سایر پدیده‌های کوانتومی، متجلی می‌شود. همه این‌ها نشان دهنده تنوع اشکال حرکت و ناممکن بودن سکون مطلق و همچنین غیر علمی بودن ادعای وجود سکون مطلق است. تعالیم ماتریالیسم دیالکتیک در مورد حرکت، سکون را نفی نمی‌کند، بلکه آن را به صورت سکون نسبی، حالت خاصی از حرکت می‌داند. تنها هنگامی می‌توانیم از سکون سخن بگوییم که پیوندهای یک جسم را با سایر اجسام به طور ذهنی بگسلیم و آن را به طور مجزا بر نظر بگیریم. به هر حال، هیچ جسم ساکن نمی‌توان یافت که جزئی از یک دستگاه متحرک نباشد. مثلاً اگر در یک شهر بزرگ، در پای ساختمان‌های غول‌آسای جدید که نسبت به سطح زمین ساکنند بایستیم، بسختی می‌توان باور کرد که این سکون نسبی است و در واقع تمامی این توده عظیم در حال حرکت است، زیرا آن قسمت از سطح زمین نسبت به محور زمین حرکت می‌کند، همراه بازمیں به دور خورشید می‌گردد، همراه با منظومه شمسی در کهکشان ما در حرکت است و همراه با کهکشان با سرعت زیادی نسبت به سایر دسته‌های ستارگان حرکت می‌کند. سکون تنها جنبه‌ای از حرکت است، جنبه‌ای که تابع ثبات نسبی پدیده مورد نظر است.

اما سکون نسبی برای ماده در حال حرکت اهمیت زیادی دارد، زیرا بدون آن، درک حرکت ناممکن است. سکون نسبی شرط لازم برای تشخیص ماده و بدهمین لحظه شرطی اساسی برای حیات است. سکون و حرکت با یکدیگر وحدت و تضاد دیالکتیکی دارند، ولی سکون تنها یک وضعیت نسبی از حرکت است، در حالی که حرکت (و به طور

کلی، تغییر) مطلق و ابدی است.

مطلق بودن حرکت از طریق اشکال انتقالی حرکت واقعی — که باین تعبیر نسبی است — درک می‌شود. بنابراین نمی‌توان حرکت را — که خاصیت مطلق ماده است — با هر شکل تجای نسبی و عینی حرکت مطلق یکی دانست، زیرا بدین ترتیب عام بودن حرکت نفی می‌شود.

این نظر که حرکت از صفات ماده است، با برداشت ماوراء طبیعی در مورد ماده، که آن را جرمی خشنی می‌داند که در حالت طبیعی ساکن است و فقط در تیجهٔ تأثیر نیروهای خارجی به حرکت درمی‌آید، ناسازگار است. این گونه برداشت ماوراء طبیعی که ماده را فاقد جنبش ذاتی در نظر می‌گیرد، منجر به پذیرش وجود یک عامل اولیه به عنوان منشاء خارجی حرکت می‌شود.

در اینجا بدبررسی مختص برخی از نظریه‌های بنیادی فیزیک نوین و خصوصیاتی که از ماده در حال حرکت در آنها منعکس شده است، می‌پردازیم.

نخستین نظریه علمی در مورد حرکت اجسام فیزیکی، مکانیک کلاسیک نیوتون بود. این نظریه کاری به ساختمان داخلی اشیا نداشت و بدبررسی حرکت اجسام فاقد ساختمان و نفوذناپذیر (اجسام فیزیکی) در فضای سه‌بعدی می‌پرداخت. در این نظریه، فضا به عنوان ظرفی برای اجسام در نظر گرفته می‌شد که وجودش مطلقاً مستقل از این اجسام است (فضای مطلق). زمان نیز به عنوان یک صورت خارجی ماده و مستقل از ماده و فضا محسوب می‌شد (زمان مطلق). قضایای اصلی مکانیک نیوتون به اختصار از این قرارند: ۱) وضعیت یک دستگاه (مجموعه‌ای از اجسام فیزیکی) در هر لحظه معین با تعیین مختصات و سرعت‌های همه اجسام درون دستگاه (و در حالت کلی با تعیین مختصات و ایمپالس‌های کلی آن) مشخص می‌شود.

۲) هر تغییری که در طول زمان در دستگاه رخ دهد توسعه معادلات نیوتون بیان می‌شود (اشکال ظریفتر معادلات حرکت توسعه لاگرانژ و هامیلتون ارائه شده است).

۳) معین بودن وضعیت دستگاه در یک لحظه زمانی معین (شرایط اولیه)، همه حرکت‌های دستگاه را، یعنی وضعیت دستگاه را در هر لحظه از زمان (چه در گذشته و چه در آینده) به طور کامل و صریح مشخص می‌کند.

تبیین علیت، دترمینیسم مکانیستی^{۲۲} خواهد می‌شد (دترمینیسم لاپلاس). ۴) اجسام فیزیکی دارای یک خاصیت منحصر به‌فرد هستند که قابل تبدیل به خواص ساده‌تر نیست و آن عبارت است از جرم. در مکانیک کلاسیک اشاره‌ای به ماهیت جرم نمی‌شود و در واقع صرفاً به عنوان اندازه مقاومت اجسام فیزیکی در برابر عامل خارجی، بیان می‌شود. جرم کل دستگاه ثابت است.

مفهوم انرژی در تشریح حرکت دارای اهمیت زیادی است. مکانیک نیوتونی عملاً تنها به تشریح 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 به عنوان «قابلیت اجسام برای انجام کار» بیان می‌شود.

مکانیک نیوتون — ! آنکه رابطه موجود میان فضا و زمان و رابطه این دورا با ماده در حال حرکت، به حساب نمی آورد — برای بیان حرکت اجسامی که سرعتشان در مقایسه با سرعت نور در خلاء کم است، نظریه علمی مناسبی بود (و هنوز هم هست). این مکانیک حقیقی نسبی است که بخشی از حقیقت مطلق را در خود دارد و بنابراین دارای اهمیت علمی قابل توجهی است.

نظریه نسبیت خصوصی اینشتین مربوط به حرکت اجسامی است که سرعتشان تزدیک به سرعت نور در خلا (3×10^10 سانتی‌متر بر ثانیه) است. این نظریه پیوندنا گستنتی میان فضا، زمان و ماده در حال حرکت را نشان داد و ثابت کرد که جرم وابعاد (درجهت حرکت) اجسام فیزیکی بستگی به سرعت حرکت دارد و جریان زمان نیز به همین ترتیب به سرعت بستگی دارد و نیز اینکه ارتباط متقابلی میان جرم و انرژی وجود دارد. امروزه حتی شاگردان دیبرستانی هم با فرمول معروف اینشتین ($\Delta E = \Delta m c^2$) آشنایی دارند. این فرمول بسیار ساده است اما اهمیت آن، یا به عبارت دیگر، اهمیت فرایندهایی که توسط آن بیان می‌شوند فوق العاده زیاد است. تمامی انرژتیک ^{۴۲} اتمی نوین برپایه این فرمول قرار دارد و به کمک همین فرمول منابع انرژی خورشید و سایر اجسام نجومی تشریح می‌شود.

این فرمول اینشتین در دهه ۱۹۳۵ هنگامی که فیزیکدانان توجه خود را به هسته اتم معطوف کرده بودند به صورت پایه نظری مطالعات مذکور درآمد. در آن زمان روشن شده بود که اگر بتوان مثلاً انرژی موجود در هسته‌های اتمی یک سانتی‌متر مکعب ماده را استخراج کرد، با آنکه انرژی ساطع شده از هر هسته ناچیز است، با توجه به تعداد بسیار زیاد اتم‌های موجود در حجم مذکور (9×10^{29} عр) مقدار انرژی کل حاصله در حد ویران کننده‌ای زیاد خواهد بود.

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

پیوند متقابل میان جرم و انرژی، گذشته از اهمیتی که در فیزیک دارد، از اهمیت فلسفی فراوانی نیز برخوردار است و به هیچ وجه تصادفی نیست که حتی در زمان حاضر مبارزة ماتریالیسم علیه گرایش‌های گوناگون ایده‌آلیستی همچنان بر حول این فرمول می‌چرخد.

قانون رابطه متقابل میان جرم و انرژی بارها به عنوان قانون همارزی جرم و انرژی و حتی به عنوان تبدیل ماده به حرکت تعبیر شده است. این برداشت نادرست در نهایت منجر به مطرح شدن مجدد انرژتیسم می‌شود. انرژتیسم یک گرایش ایده‌آلیستی بود که در اوآخر قرن نوزدهم به وجود آمد. سخنگویان این گرایش، مفهوم ماده و انرژی را معادل دانستند و خواستار حذف ماده به منظور رعایت «اقتصاد تفکر» شدند. بنیان گذار این گرایش دانشمند بر جسته شیمی — فیزیک و یلهام اسوالد بود. به نظر او «انرژی کلی ترین جسم است زیرا بر زمان و فضا مقدم است و کلی ترین حادثه است و در زمان

لینین شدیداً از دیدگاه‌های 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، فیزیک انرژتیک منشاء اقدامات ایده‌آلیستی جدیدی برای ایجاد تصور حرکت بدون ماده شده است». ^{۴۶}

انرژی صرفاً یکی از مشخصه‌های فیزیکی ماده است، مشخصه‌ای که برخی از جنبه‌های حرکت را منعکس می‌کند. جرم، که آن هم به طریق مشابهی بیانگر جنبه‌هایی از ماده مسورد مطالعه فیزیک است، رابطه کمیتی خاصی با انرژی دارد و جنبه‌های کمیتی مختلف و منحصر به‌فردی از ماده در حال حرکت را منعکس می‌کند. بی‌گمان علم در آینده خواص مهم‌تر و کلی‌تر دیگری از ماده را کشف خواهد کرد که شاید (در مقایسه 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 بر انرژی توسط ایمپالس، اسپین و غیره بیان می‌شود). مفهوم «جرم» هم با مفهوم فلسفی «ماده» یکی نیست. هر کوشش برای مطرح کردن حرکت به عنوان مبنای همه موجودات، در حکم جدا کردن آن از ماده است.

لینین بارها به جدایی ناپذیری ماده و حرکت و رابطه میان این قضیه و نحوه برخورد با مسئله اساسی فلسفه اشاره کرده است. او نوشه است: «... جدا کردن حرکت از ماده، مانند جدا کردن فکر از واقعیت‌عینی، یا جدا کردن حیات من از جهان خارج است — خلاصه آنکه این کار پاگداشتن به قلمرو ایده‌آلیسم است»^{۴۷}

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

لینین با بررسی مسروح مسئله حرکت و اشکال آن در کتاب «ماده‌گرایی و نقد تجربی» و تعدادی دیگر از آثارش، به‌این ترتیجه رسید که تحول علوم طبیعی منجر به کشف جنبه‌های نوینی از ماده و اشکال جدیدی از حرکت خواهد شد و تأیید مجددی بر ماقری‌والیسم دیالکتیک عرضه خواهد کرد و موجب گسترش بیشتر آن خواهد گردید. راه‌یابی به جهان بی‌نهایت کوچک ایجاد می‌کرد که نظریه‌ای در مورد حرکت و عملکرد اشیای بی‌نهایت کوچک که با اجسام نامتغیر و فاقد ساختمان که مورد مطالعه مکانیک کلاسیک و نظریه خصوصی نسبیت‌اند تفاوت کیفی دارند، به وجود آید.

ارنست راظرفور^{۴۸}، فیزیکدان بزرگ انگلیسی نشان داد که در مرکز اتم هسته‌ای با جرم زیاد و بار مثبت قرار دارد که ذرات سبکی با بار منفی (الکترون‌ها) تحت تأثیر نیروهای الکتریکی، حول آن می‌چرخند. می‌دانیم که این نیروها از قانون کولمب که

همانند قانون جاذبۀ عمومی نیوتوون است، پیروی می‌کنند. در هر دو قانون نیرو و مناسب است با عکس مجدد فاصله میان دو ذره، بنابراین مدل سیاره‌ای اتم کاملاً پذیرفتی بهنظر می‌رسید: حرکت الکترون‌ها در اتم کاملاً شبیه حرکت سیاره‌ها در منظومه شمسی بهنظر می‌رسید.

این مدل توجه لنین را به خود جلب کرد: «... اتم را می‌توان بهمنظومه شمسی بی‌نهایت کوچکی شبیه کرد که در آن الکترون‌های منفی به دور یک الکترون مثبت (که امروزه هسته اتم خوانده می‌شود — مؤلف) با سرعتی معین (وبه طوری که می‌دانیم با سرعت بسیار زیاد) می‌چرخد.»^{۲۹}

اما مدل سیاره‌ای اتم با اشکالاتی رویرو شد. در مکانیک نیوتوونی، حرکت توسط شرایط اولیه مشخص می‌شود و این شرایط اولیه هر مقداری می‌توانند داشته باشند، درنتیجه مشخصهای پویایی (دینامیک) اتم — ابعاد، انرژی، گشتاور دورانی — می‌توانند هراندازه‌ای باشند. یعنی برای هر عنصر شیمیایی، بی‌نهایت اتم متفاوت با یکدیگر، می‌تواند وجود داشته باشد. اما در واقع چنین نیست. اتم‌های یک عنصر شیمیایی بایکدیگر همسانند.

به علاوه، الکترون‌ها بخشی از اتم هستند که الزاماً باید در حرکت باشند و گرنۀ بهروی هسته سقوط می‌کنند. اما اگر الکترون‌ها در حرکت باشند، اتم باید مثل یک فرستنده، امواج الکترومغناطیسی از خود صادر کند. از آنجا که این امواج حامل انرژی هستند، انرژی الکترون باید به تدریج کاهش یابد و در نتیجه باید الکترون بهروی هسته بیفتند، در حالی که می‌دانیم اتمها شکل‌بندی‌های پایداری هستند. بنابراین مکانیک کلاسیک والکترومغناطیسی کلاسیک قادر نیست وجود اتم پایدار را توضیح دهد.

این اشکالات لزوم بازیینی در نظرات سنتی راجع بهمایهت حرکت را مطرح ساخت. به سال ۱۹۰۵ بازمی‌گردیم، زمانی که ماکس پلانک فرمول معروف خود را در مورد انرژی طیف تابشی جسم سیاه، عرضه کرده بود. قبل از آن، دو فرمول تجزیی شناخته شده بود: توزیع رالی — جیتر^{۴۰} برای بسامدهای کم و توزیع وین^{۴۱} برای بسامدهای زیاد. پلانک توانست یک فرمول جامع برای تمام طیف به دست آورد، فرمولی که با رابطه حدی بسامدهای کم و زیاد نیز تطبیق می‌کرد. معلوم شد که تابع انرژی نمی‌تواند پیوسته باشد و اندازه جهش انرژی، با بسامد متناسب است. ضریب این تناسب، ثابت عمومی h بود که توسط پلانک عرضه شد. چون بعد (دیماسیون) این ضریب، انرژی ضرب در زمان است، پلانک عرضه شد. چون بعد (عمل هم دارای همین بعد است). پلانک مدت درازی ببررسی مفهوم این نتیجه پرداخت، زیرا هنوز ابهامات زیادی در کار بود. مفهوم کشف عظیم پلانک هنگامی روشن شد که اینشتین به تشریح قوانین فتوافکت پرداخت (۱۹۰۵). این نخستین گام در راه پیدایش مکانیک کواتروم بود.

اینشتین اظهار کرد که هر موج تکرنسی با بسامد ۷ حامل مقدار معینی انرژی،

که از رابطه $h\nu$ به دست می‌آید و این پالسی برابر است (که در آن سرعت نور در خلاء است). این شتیں با به کار گرفتن این موضوع و قانون بقای انرژی نظریه فتوافکت را ابداع کرد. از همین جاموضع نایپوسته پودن ساختمان نور مطرح شد که به صورت این واقعیت بیان می‌شود که هر طول موجی دارای مقدار معین انرژی مخصوص به خود است. ساختمان ذره‌ای نور به صورت عرضه مفهوم فوتون متجلی شده است. فوتون‌ها ذرات بنیادی نورند که با تابش یک طول موج خاص مربوطند. نظریه کواتومی نور توضیحات قابل قبولی نیز برای پدیده‌های فسفر سانس و فلورسانس، واکنش‌های نوری – شیمیایی جذب کننده نور، جذب گرما توسط اجسام جامد (نظریه اینشتین – دی) و عملکرد گازهای دو اتمی در دمای‌های نزدیک به صفر مطلق، ارائه کرد.

مرحله بعدی در گسترش فرضیه کواتوم 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 یک انرژی معین E_1, E_2, E_3 وغیره است. برخلاف آنچه از الکترودینامیک کلاسیک بر می‌آید، الکترونی که در یک مدار خاص حرکت می‌کند نمی‌تواند تشعشع کند، ولی هنگام انتقال از یک مدار به مدار دیگر مقدار معینی انرژی نورانی تشعشع (یا جذب) می‌کند که بسامد آن از رابطه $h\nu = E_2 - E_1$ به دست می‌آید. مدارهای ثابت توسط این شرط کواتومی تعیین می‌شوند: گشاور مقدار حرکت الکترون هنگام گردش در مدار باید مضرب صحیحی از $\frac{h}{2\pi}$ باشد.

بالین وجود، فرضیه کواتومی به معنای نادرست بودن مکانیک کلاسیک نیست، بلکه فقط قلمرو کاربره آن را محدود می‌کند. مکانیک کلاسیک یک حالت حدی از یک نظریه کلی‌تر فیزیکی (مکانیک کواتوم و موجی) است که اصل نایقینی هایزنبرگ یکی از پایه‌های اساسی آن است. پیدایش این مکانیک نتیجه کارهای بور، شرودینگر، هایزنبرگ، دیراک، بورن، لویی دوبروی و دیگران بود.

مکانیک کواتوم علم حرکت الکترون‌ها در اتم و نیز حرکت ذرات بنیادی با سرعتهای نسبتاً کم در مقایسه با سرعت نور در خلاء است. این مکانیک بهدو صورت شناخته شده است: مکانیک ماقریسی هایزنبرگ و مکانیک موجی شرودینگر و دوبروی دوبروی چنین فرض کرد که همه اجسام موجود در طبیعت باید (مانند نور) هم دارای خواص ذره‌ای و هم خواص موجی باشند. او فرمول طول موج هر ذره را به دست آورد. مثلاً طول موج الکترون $\lambda = \frac{h}{mv}$ است که در آن h ثابت پلانک، m جرم الکترون و v سرعت حرکت آن است. آزمایش‌های مربوط به تفرق الکترون، این فرمول را تأیید کرده است. این رابطه، دو سال پیش از عرضه کارهای هایزنبرگ، توسط دوبروی بیان شد. اروین شرودینگر فرضیه دوبروی را به صورت معادله‌ای

تعیین 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 پلانک تقسیم بر $E, 2\pi$ انرژی کل الکترون در اتم، $U(x)$ انرژی پتانسیل، x فاصله 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، با این وجود معادله شرودینگر امکان حل مسایل پیچیده‌ای را در مورد حرکت ذرات بی‌نهایت کوچک فراهم می‌آورد.

در این مقاله، ما به بررسی برخی از اشکال خرکت 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 به بررسی سایر اشکال حرکت که تا کنون شناخته شده می‌پرداختیم، باز به دلایل کاملاً معقول می‌توانستیم ادعا کنیم که در واقع در جهان بی‌نهایت کوچک و بی‌نهایت بزرگ و در مقیاس عادی محیط زندگی بشر اشکال دیگری از حرکت وجود دارد که هنوز برداهن کنجدکاو بشر پوشیده است. گواه این امر تمامی تاریخ است که به روشنی مؤید آن است که جهان سراسر ماده دائم‌الحرکت، غیر حادث و فنازاین‌پذیر است.

۱ - Anaximander اهل ملطیه در آسیای صغیر (۵۶۰ تا ۵۴۶ پیش از میلاد)، فیلسوف ماتریالیست یونانی، پیرو دیالکتیک خودبخودی، شاگرد طالس، مؤلف کتاب «درباره طبیعت» نخستین اثر فلسفی یونان که اکنون اثری از آن در دست نیست.

۲ - Anaximens اهل ملطیه (۵۸۸ تا ۵۲۵ پیش از میلاد)، فیلسوف ماتریالیست یونانی، پیرو دیالکتیک خودبخودی، شاگرد آناکسیماندر. توضیحاتی که او در آن زمان درمورد خسوف و کسوف ارائه کرد تاحد زیادی به حقیقت تردیک بود.

۳ - Heraclitus اهل افسوس (۵۴۴ تا ۴۸۳ پیش از میلاد) فیلسوف و دیالکتیک‌دان یونانی که از طبقه اشراف بود. اثر فلسفی او بهنام «درباره طبیعت» که فقط قسمت‌هایی از آن باقی مانده است به خاطر عمق مطالبش، مورد ستایش دنیاگردیم بود.

۴ - Thales طالس اهل ملطیه (۶۲۴ تا ۵۴۷ پیش از میلاد) نخستین فیلسوف شناخته شده در یونان که بنابرسته‌های کهنه یکی از «هفت مرد خردمند» بهشمار می‌آمد. براساس روایات، وی بدرياضیات ونجوم مسر و بايل احاطه داشت و بنیان‌گذار دیالکتیک خودبخودی در مکتب ملطیه بود.

۵ - فردیلیک انگلز، «دیالکتیک طبیعت»، صفحه ۱۸۶.

۶ - نظریه گستته بودن ساختمان ماده (متشكل از اتم‌ها و سایر ذرات بی‌نهایت کوچک). این نظریه نخست توسط فیلسوفان کهنه هند ابراز شد و سپس به صورتی کامل‌تر و جامع‌تر در آثار فیلسوفانی چون لوکیپوس، دموکریت و لوکرتیوس ظاهر گردید.

۷ - دمیتری ایوانوویچ مندیلیف (۱۸۳۴ - ۱۹۰۷) شیمی‌دان روسی، واضح جدول تناوبی عناصر شیمیایی که بهنام خود او خوانده می‌شود.

۸ - مندیلیف، «مبانی شیمی»، چاپ پنجم، ۱۸۸۹، سن پترزبورگ، صفحه ۱ (بدزبان روسی)

۹ - لوڈویگ فوئرباخ (۱۸۰۴ - ۱۸۷۲) فیلسوف ماتریالیست آلمانی که مارکسیسم را پذیرفت،

ولی در اواخر زندگی خود به حزب سوسیال دموکرات پیوست. دفاعیات او از ماتریالیسم تأثیر فراوانی در معاصرانش داشته است.

- ۱۰ - نین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار، جلد ۱۴ صفحه ۱۳۵.
۱۱ - نگاه کنید به پاورقی صفحه ۱۲.

۱۲ - پیروان نئوتومیسم، تز فلسفه‌رسی کلیسای کاتولیک بر مبنای تعلیمات توماس آکویناس این فلسفه تعصبات مسیحیت را تأیید می‌کند و پیروان آن اکثرًا از کشورهایی هستند که عده کاتولیک‌ها در آن‌ها زیاد است. نئوتومیسم در حال حاضر یکی از عمدۀ ترین ایدئولوژی‌های ضد کمونیستی به شمار می‌آید.

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

۱۴ - ورنر هاینریخ، «فیزیک و فلسفه»، برلن، ۱۹۶۱.

۱۵ - آرتور مارک، مقاله: مکانیک موجی و مفهوم جسم. از کتاب «لویی دوبروی، فیزیک دان و متفکر»، پاریس، ۱۹۵۳، صفحات ۱۱۱ و ۱۱۲.

۱۶ - همان مأخذ فوق.

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

۱۸ - پل گرن، «تومیسم» پاریس، ۱۹۶۴ صفحه ۴۲.

19 - Lefevre

«La Différence. Introduction au leninisme» Lucien Sève - ۲۰ پاریس، ۱۹۶۰ صفحه ۱۴۹.

۲۱ - ایده‌آلیسم فیزیکی نامی است که نین در کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی به نظر گامهای ایده‌آلیستی ذهنی در فیزیک نوین اطلاق کرده است.

۲۲ - Democritus (ذیمکراتیس) اهل آبدرا (۴۶۰ تا ۳۷۰ پیش از میلاد) فیلسوف ماتریالیست یونان قدیم، شاعر لوكیپوس. بر جسته‌ترین نمایندهٔ ماتریالیسم در جهان قدیم، بنیان‌گذار نظریه انتی، او بددو مبدأ اتم و خلاه معتقد بود.

۲۳ - فردیل انگلش، «دیالکتیک طبیعت» صفحه ۲۳۶.

۲۴ - نین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار، جلد ۱۴ صفحات ۲۶۰ و ۲۶۱.

۲۵ - Agnosticism شیوه‌ای از تفکر که امکان شناخت جهان را نمی‌می‌کند.

۲۶ - نین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار، جلد ۱۴ صفحه ۲۶۲.

۲۷ - فردیل انگلش، «آتش دورینگ»، مسکو، ۱۹۷۵، صفحه ۷۶.

۲۸ - La Mettrie (۱۷۵۱ - ۱۷۰۹)، فیلسوف ماتریالیست فرانسوی.

۲۹ - Denis Diderot (۱۷۱۳ - ۱۷۸۴)، فیلسوف و روشنفکر ماده‌گرای فرانسوی نماینده‌گان ماتریالیسم قرن هیجدهم فرانسه.

۳۰ - Claude Adrien Helvétius (۱۷۱۵ - ۱۷۷۱)، فیلسوف فرانسوی.

۳۱ - انگلش، «دیالکتیک طبیعت» صفحه ۲۴۷.

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

۳۳ - شیوه‌ای از تفکر که نقش تصادف را در پدیده‌ها به کلی نفی می‌کند و همهٔ پدیده‌ها را تابع مطلق قوانین مکانیک می‌داند.

۳۴ - فیزیک اتری و تبدیلات آن.

۳۵ - ویلهلم اوستوالد Wilhelm Ostwald، کتاب: Vorlesungen über Naturphilosophie»، لایپزیگ ۱۹۰۲.

۳۶ - نین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، جلد ۱۴، صفحه ۲۷۳.

۳۷ - همان مأخذ فوق.

۳۸ - Ernest Rutherford (۱۸۷۱ - ۱۹۳۷).

۳۹ - نین، «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار، جلد ۱۴ صفحه ۲۶۰.

40 - Rayleigh-Jeans

41 - Wien

42 - quantum of action

تاریخچه‌ای از دیدگاه‌های فلسفی در باره ماده

(حدودت ناپذیری و فناناپذیری ماده)

اندیشهٔ قدمت (حادث نبودن) و فناناپذیری جهان عینی تاریخچه‌ای طولانی دارد و ریشه‌های آن به گذشته‌های بسیار دور می‌رسد. ظاهرآ مطمئن‌ترین گواه این مدعای بیکی از بزرگ‌ترین اندیشمندان جهان باستان، یعنی ارسسطو، مربوط می‌شود. ارسسطو معتقد بود که جهان مادی همیشه وجود داشته و همیشه نیز وجود خواهد داشت، و نیز این که این جهان مادی، به وجود یک جهان معنوی خاص برای تبیین وجودش، نیازی ندارد. با این حال، خصلت تناقض و نوسان میان ماتریالیسم و ایده‌آلیسم در ارسسطو، بر دیدگاه‌های او در مورد جهان مادی تأثیر گذاشته است. به اعتقاد ارسسطو ماده فقط دارای هستی بالقوه است که تحت اثر صورت (فورم)، واقعیت می‌پذیرد. در تعالیم ارسسطو، صورت همهٔ صور، خداوند است که به صورت «محرك اول» عمل می‌کند. بد عقیده ارسسطو «محرك اول» که خود قادر حرکت است، تمامی جهان را به حرکت در می‌آورد. ایکورا^۱، که از ماتریالیست‌های برجسته جهان باستان بود، مصرآ براین نکته تاکید می‌ورزید که هیچ‌چیز از «هیچ» به وجود نمی‌آید و هیچ‌چیز به «هیچ» بدل نمی‌شود. در اینجا نیز با اندیشهٔ ابدیت و فناناپذیری ماده به عنوان اساس همهٔ اشیای طبیعت روبرو می‌شویم که می‌خواهد پدیده‌های طبیعت را در چارچوب خود طبیعت، بدون یاری جستن از ماوراء الطبیعه و نیروهای روحانی، توضیح دهد.

اندیشهٔ حدوث ناپذیری و فانی نبودن ماده در حال حرکت، که نقطهٔ مقابل اندیشه آفرینش جهان توسط یک نیروی غیر مادی است، در آثار بسیاری از اندیشمندان گذشته ظاهر شده است، ولی مابه‌خاطر رعایت اختصار، بهمین قدر که اشاره شد بسنده می‌کنیم. پذیرفتن حدوث ناپذیری و فناناپذیری ماده و اشکال وجود آن، مسئلهٔ خلقت جهان توسط یک نیروی برتر ماوراء جهانی را، از معنی تهی می‌سازد. حدوث ناپذیری و فانی نبودن ماده به معنای این است که به هیچ وسیله نمی‌توان به هستی ماده پایان داد یا ماده را از «هیچ» خلق کرد، و اینکه هیچ زمانی نبوده و نخواهد بود که در آن ماده وجود نداشته باشد.

همهٔ اشکال و حالات ماده در حرکت، محدودند، پدیدار و ناپدید می‌شوند، از شکلی به شکل دیگر تحول می‌پذیرند، اما ماده در حال حرکت، خود ابدی، نامحدود و در خواص خود پایان ناپذیر است. نفی پایان ناپذیری، حدوث ناپذیری و فنا ناپذیری ماده، به هر شکلی که صورت بگیرد، همیشه منتهی به دیدگاه ایده‌آلیستی و غیر علمی نسبت به جهان خواهد شد.

عملاً، در دیدگاه غیر علمی نسبت به جهان، فنا ناپذیری و قدمت که ذاتی ماده و خواص

۱- فیلسوف ماتریالیست یونان کهن (۳۴۱-۲۵۰ پیش از میلاد)

آن است، به روح مطلقی، که خود آفریده تخیل بشر است، نسبت داده می‌شود. از دیدگاه 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 نسبتاً بدؤی این گونه تفکرات، از جمله در یونان باستان، توالی رب‌النوع‌ها پذیرفته شده بود، یعنی اینکه نسلی از آنان جاشین 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 بیان گر این دیدگاه بودند، ممنوع اعلام شود. در مسیحیت هر گونه تردیدی در مورد وجود ابدی روح مطلق، بدعتی نابخشودنی شمرده می‌شد، در همهٔ اشکال پیش‌رفته آن — در شرایطی که اصول مربوط در نوعی نظام منطقی قرار گرفته‌اند — نیز پذیرفتن وجود ابدی روح مطلق یک امر تردیدناپذیر بنیادی است.

در اینجا این مسئله پیش می‌آید که چطور می‌توان این واقعیت را توضیح داد که هم علم و هم ایده‌آلیسم به‌طور یکسان از مفاهیم حدوث‌ناپذیری و فنا‌ناپذیری استفاده می‌کنند، منتها اولی در مورد ماده و خواص آن و دومی در مورد روح مطلق. مارکس می‌گوید که هر تخلیهٔ هر قدرهم که بی‌اساس باشد، دارای یک هستهٔ منطقی است. افراد نه تنها تصویرهای تخلیهٔ خلق می‌کنند و طی آنها اندیشه‌های درست ولی متفاوت را به دلخواه در می‌آمیزند (مثلًا تصویر دختر دریا آمیزه دلخواهی از دو تصویر واقعی، یعنی دختر و ماهی است)، بلکه خواص شناخته‌شدهٔ طبیعت، جامعه و تفکر خود را نیز به آنها 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 به عنوان اساس و منشاء اصلی جهان مادی به کار گرفته شد.

با این حال، بین اندیشهٔ علمی حدوث‌ناپذیری و فنا‌ناپذیری ماده و خواص آن — از یکسو — و اندیشهٔ ایده‌آلیستی حدوث‌ناپذیری و فنا‌ناپذیری روح مطلق — از سوی دیگر — تفاوت بنیادی وجود دارد. در ایده‌آلیسم این اندیشه به صورت یک اصل بی‌چون و چرا و قضیه‌ای، که باید صرفاً آن را پذیرفت و اثبات آن ناممکن است، درآمده است. این اندیشه در مورد چیزی جاری است که وجود عینی ندارد، مطالعه آن مطالقاً ناممکن

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

۳— 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 آن را عمیق‌تر نشان دهد، بیان کند. در ایده‌آلیسم این اندیشه در سطح یک حکم مطلق و بدیهی تحریر یافته است و بالطبع تأثیری و اپس گرایانه و غیر مفید بر پیشرفت علم و تفکر دارد. از سوی دیگر، در علم، اندیشهٔ حدوث‌ناپذیری و فناپذیری به‌جهان مادی نسبت داده می‌شود که در معرض داشت روزافرون قرار دارد و بنابراین از طریق اشکال واقعی، هرچه مشخص‌تر نشان داده می‌شود و در نتیجه، پیشرفت هرچه بیشتر علم و فعالیت‌های عملی، تحقق اندیشهٔ مزبور را ممکن می‌سازد.

اندیشهٔ حدوث‌ناپذیری و فناپذیری ماده، پیوسته مورد تأیید علم قرار گرفته و در حکم یک اصل راهنمای تحول شناخت علمی جهان بوده است. ایده‌آلیسم همیشه ضمن به عاریت گرفتن مفهوم‌هایی از علم، آن مفهوم‌ها را به قالب بی‌جان، بحث‌ناپذیر و تعصّب‌آلود در می‌آورد و در نتیجه باعث می‌شود که مفاهیم مزبور، محتوای واقعی خود را از دست بدهند. اندیشهٔ حدوث‌ناپذیری و فناپذیری جهان هرگاه به‌جای جهان مادی، به روح مطلق نسبت داده شود، دارای معنی مشخص نیست و اندیشه‌ای تنهی‌خواهد بود. یکی از جلوه‌های اندیشهٔ علمی حدوث‌ناپذیری جهان مادی، این اصل است که غیر ممکن است چیزی از «هیچ» به وجود آید یا چیزی به «هیچ» بدل شود. اصل فوق به طور فشرده به صورت زیر بیان می‌شود: «از هیچ، جز هیچ تراید». این اصل نخست به عنوان تعمیم تجربهٔ عملی (ولو در ابتدایی ترین اشکالش)، ظاهر شد. عملاً بر انسان بدیهی آشکار بود که هرگز نمی‌توان از «هیچ» ابزاری ساخت، یا مسکنی برپا کرد و یا غذایی فراهم ساخت. این اصل، از زندگی روزمره وارد علم شد و به صورت یکی از ارکان علم درآمد. به حق می‌توان گفت که این اصل پایهٔ علم و هم‌پایه دیدگاه ماتریالیستی نسبت به‌جهان است. در واقع، جای هیچ تعجبی نیست که این اصل 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^۳ فیلسوف آلمانی، کاربرد این اصل را به‌جهان ادراک شده توسط حواس، جهان پدیده‌ها، جهان تجربیات حسی ما، محدود کرد: اما بدین ترتیب آن را یک سره کنار نگذاشت. براین اساس، در جهانی که مستقل از انسان و تجربیات او وجود دارد، یابه گفته کانت در جهان «اشیای فی‌نفسه» (که به‌اعتقاد کانت برای ما مطلقاً ناشناخته است)، این اصل را نمی‌توان به کار گرفت. در مورد جهان «اشیای فی‌نفسه»، به علت عدم آگاهی ما نسبت به آن، نمی‌توانیم هیچیک از این دو حکم را محتمل‌تر بدانیم که: الف) از «هیچ»، چیزی به وجود نمی‌آید. و ب) از «هیچ» چیزی به وجود می‌آید یا چیزی به «هیچ» بدل می‌گردد.

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

۴— دانشمند فیلسوف آلمانی (۱۷۲۴—۱۸۰۴)، بنیان‌گذار ایده‌آلیسم کلاسیک آلمان.

دیگر خطری از سوی آن متوجه ایده‌آلیست‌ها نبود و با افکار قشری آنان در مورد جهان – از جمله در مورداً مکان به وجود آمدن اشیا و حتی کل جهان از «هیچ» – تبایینی نداشت. برخورد کانت با اصل مورد نظر، نشان دهنده برداشت او از هدف کلی فلسفه است که به گفتهٔ وی عبارت است از محدود کردن دانش به طوری که جایی برای ایمان باقی بماند و محدود کردن ایمان تا جایی که محلی برای دانش نیز باقی ماند. باشند. به طور خلاصه، برخورد کانت با این اصل عبارت است از تلاش برای آشنازی دانش علم و ایده‌آلیسم، از طریق قایل شدن حوزهٔ خاصی برای هریک از آنها: جهان تجربی برای علم و جهانی که مستقل از تجربهٔ بشر وجود دارد – جهان «اشیاء فی نفسه» – برای ایده‌آلیسم.

هگل نیز به مخالفت با این اصل برخاست. هگل معتقد بود که ماده‌گرایی به خاطر داشتن این اصل که «از هیچ، چیزی پدید نمی‌آید»، علم را محدود کرده است و امکان درک نظم‌های حقیقی جهان را از آن سلب کرده است. وی با تکیه به این اعتقاد، کوشید تا یک مبنای ایده‌آلیستی برای خود علم عرضه کند. هگل برآن بود که دو مفهوم «چیز» و «هیچ» بیک میزان از اعتبار برخوردارند. هریک از این دو می‌توانند از دیگری پدید آینند: مفهوم «چیز» از مفهوم «هیچ» و برعکس. به علاوه، این دو مفهوم در عامترین معنای خود یکسان هستند. هگل می‌گفت که هرگاه علم تنها بر مفهوم «چیز» تکیه کند و مفهوم «هیچ» را نفی کند، نمی‌تواند کامل و جامع باشد. به نظر او، تنها بر پایهٔ وحدت این دو مفهوم می‌توان مفاهیم پیدا کرد، تحول و فنا را در علم عنوان کرد. بدون این مفاهیم هم، علم حقیقی در کار نخواهد بود.

در فلسفه ایده‌آلیستی هگل، وجود روح مطلق مقدم بر وجود جهان مادی – طبیعت – است، و به همین منوال، ارتباط میان مفهوم‌ها و انتقال از یک مفهوم به مفهومی دیگر، مقدم بر ارتباط‌ها و تبدیل‌های بین اشیا و موجودات طبیعت است.

از دیدگاه هگل، نشان دادن ارتباط و تبدیل دو مفهوم «چیز» و «هیچ»، به منزله نشان دادن ارتباط و تبدیل میان هستی و نیستی اشیای طبیعت است. هگل می‌گفت هرگاه وجود ارتباط میان هستی و نیستی، «چیز» و «هیچ» و تحول هریک از آنان را به دیگری پیدا کرد، مسلماً دیگر به هیچ وجه نمی‌توانیم درستی اصل «از هیچ، چیزی به وجود نمی‌آید» را پیدا کرد. 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 فلسفه او نیز مورد قبول واقع شده باشد، یعنی هنگامی که وجود «روح مطلق» را پیدا کرد و در نتیجه، قبول کنیم که ارتباط میان مفهوم‌ها منشأ ارتباط بین اشیاست.

هگل در نفی اصل مورد بحث، در واقع در دایرۀ بسته‌ای حرکت می‌کند. به اعتقاد هگل، «روح مطلق»، خود را به وسیلهٔ تحول منطقی صرف، از «هیچ» می‌آفریند و سپس خود را در طبیعت متجلی می‌سازد که در حکم وجود دیگر وجود خارجی – آن است. پس طبیعت بسادگی آنچه را که قبل از توسط «روح مطلق» آفریده شده، تکرار می‌کند و اگر اصل «از هیچ، چیزی به وجود 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 به اثبات آنچه خود از قبل پذیرفته بود، پرداخت.

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

باید توجه داشت که هگل به غلط می‌پندشت قبول اصل مذکور، کاربرد علمی مفاسیم «هیچ» و «نیستی» را در رابطه‌شان با مفهوم‌های «چیز» و «هستی» از میان می‌برد. اتفاقاً، بر عکس، مفاهیم «هیچ» و «نیستی» در ارتباط با مفاهیم «چیز» و «هستی»، نقش عمده‌ای در علوم دارد و این نقش پیوستهٔ روبرو به گسترش است. پیش از پرداختن به تحقیق این امر، ناگزیر باید ماهیت اصل موردنظر را دقیقت‌موردمطالعهٔ قراردهیم. محتوای این اصل، حتی وقتی که در کلی ترین شکل خود در نظر گرفته شود، شامل جنبه‌های اساسی زیر است (که به سادگی نمی‌توان حکم «از هیچ چیزی به وجود نمی‌آید» را از آن نتیجه گرفت):

اولاً، هر شیء مادی تنها می‌تواند از اشیای مادی دیگر به وجود آید؛ ثانیاً، عدم یافنای هر شیء مادی، همیشه به معنای پیدایش یک یا چندشی، مادی دیگر است؛ ثالثاً، از دو نکتهٔ فوق نتیجه می‌شود که هیچ شیء مادی نمی‌تواند تنها در روند تفکر به وجود آید یا نابود شود. به عبارت دیگر، هیچ شیء مادی نمی‌تواند از مفاهیم، اندیشه‌ها یا احساسات آفریده شود. اینها می‌توانند با هر دقیقی اشیای مادی را منعکس کنند، ولی در هیچ شرایطی نمی‌توانند اشیای مادی را به وجود آورند. انسان ممکن است از کار همهٔ قسمت‌های یک ساعت اطلاع بسیار دقیقی داشته باشد، اما هرگز کسی نمی‌تواند تنها با این اطلاع ساعتی بسازد، بلکه باید اطلاع خود را در شلل قطعاتی که ساعت از آن ساخته می‌شود واجد مادیت سازد. در فرایند کارآگاهانه، انسان نظامی از مفهوم‌ها و نظرات را در سر دارد که با دقیقی کم یا بیش، بیانگر ساختمان و خواص چیزی است که باید ساخته شود؛ اما این چیز، با این ساختمان، نه از مفهوم‌ها و نظرات، بلکه از اشیای مادی دیگر ساخته می‌شود؛

رابعاً، پیدایش و نابودی اشیای مادی چیزی نیست، جز جلوه‌هایی از تغییر و تبدیل آنها. یک شیء مادی که به شیء 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 می‌باید. هر روند تبدیل، تغییر یا تحول اشیای مادی، در عین حال هم شامل پیدایش و هم شامل نابودی است. بدینیست که در اینجا به غیر دقیق بودن اصطلاح «از بین رفتن ماده» که در بعضی از کتاب‌های فیزیک و بهخصوص در متون ساده شده به کار می‌رود، اشاره کنیم. معنای لفظی این اصطلاح، تبدیل ماده به هیچ، یا نابودی ماده است. در فیزیک این اصطلاح به روند نزات و ضد نزات به تشعشع، اطلاق

می‌شود. در واقع در این مورد، شکلی از ماده (جسم) به شکلی دیگر از آن (میدان) تبدیل می‌شود. خلاصه اینکه، در اینجا به هیچ وجه نابودی ماده رخ نمی‌دهد. دشمنان امروزی ماتریالیسم به قصد «رد» ماتریالیسم دیالکتیک، براین اصطلاح نادرست انگشت مینگذارند. درک این موضوع آسان است که نابودی هر شیء مشخص را می‌توان به متزله انتقال آن به «نیستی» و «هیچ» شدن آن دانست و پیدایش هر شیء در حکم انتقال آن به «هستی» و به صورت «چیز»ی درآمدن آن است. بنابراین، بر خلاف تصور هگل، اصل مورد بحث ما، مفاهیم «نیستی» و «هیچ» سو به همراه آنها، مفهوم تحول را از اعتبار نمی‌اندازد، بلکه مفاهیم مذکور را از دقت لازم برخوردار می‌کند و رنگ و بوی افکار صوفیانه را از آنها می‌زداید.

قبل اشاره کردیم که مفاهیم «هیچ» و «نیستی» در علوم نقش مهمی دارند. هگل به درستی معتقد بود که بدون وجود این مفاهیم نمی‌توان مفاهیم «تحول»، «تفییر» و «شدن» را به طور منطقی تعریف کرد و بدون تعریف مفهوم اخیر، هیچ نظریه فیزیکی را نمی‌توان به طریقه منطقی بیان کرد. اما این تنها یک وجه اهمیت مفاهیم «هیچ» و «نیستی» در علوم است. وجه دیگر اهمیت آنها این است که مفاهیم فوق مستقیماً می‌بین 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 کره زمین — مثلاً در دوران اول زمین‌شناسی داشت اکنون دیگر وجود ندارد، فاقد هستی است و می‌توان گفت که اکنون «نیست» شده است. مفهوم‌های «هیچ» و «نیستی» به گذشته برمی‌گردند، نه به این معنی که بعضی از حالات در گذشته وجود نداشتند، بلکه بدین معنی که در زمان حال وجود ندارند. گذار از هستی به نیستی، یک فرایند عینی و جنبه‌ای از تغییر و تحول اشیای مادی است.

ما تنها به وسیله گذار از مفاهیم «هستی» و «چیز» به مفاهیم «نیستی» و «هیچ» — و به عکس — می‌توانیم فرایندهای «تحول»، «تفییر» 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 — در برخی از جلوه‌های محدودشان — می‌توان نشانه‌های حالتی از ماده در حال حرکت دانست که بر ما پوشیده هستند. مثلاً ما غالباً تهی بودن را ماهیتاً نوعی «نیستی» محدود یا «هیچ» بودن محدود در نظر می‌گیریم. به تصور بعضی، تهی بودن «خلاء» یعنی فضایی که در آن ماده 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 فلسفه ماتریالیسم دیالکتیک 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. هر ناحیه‌ای از فضا، همیشه با وجودی از ماده در پیوند است و فضا نمی‌تواند به تنها بی

ظرفی برای اجسام باشد.

«تهی بودن» مفهومی غیرعلمی است و نمی‌توان آن را به معنای مطلق — یعنی به معنای نفی وجود هر شکلی از ماده در حال حرکت — به کار برد. این مفهوم را فقط در معنای نسبی‌اش می‌توان به کار گرفت — یعنی به معنی وجود نداشتن وجود خاصی از ماده یا وجود نداشتن بخش‌های خاصی از واقعیت عینی. اگر در جایی جسم وجود ندارد، میدان وجود دارد اگر میدان وجود نداشته باشد، خلاصه فیزیکی آن وجود دارد. پس به عنوان یک اصل می‌توان گفت که «نیستی» و «هیچ» در علوم نوین در معنای نسبی — و نه مطلق — خود به کار می‌زوند. بدین ترتیب هنگامی که یک فیزیک 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 به معنای پیدایش جسم از طریق تبدیل پذیری (انتقال از حالت به حالت دیگر) شکل دیگری از ماده دانست. مفهوم «هیچ» در اینجا به‌وضوح در حکم شاههای برای اشکال ناشناخته ماده است، شاههای که به‌ما اجازه می‌دهد تا مفهوم تحول را در مورد حوزه‌هایی از طبیعت که هنوز بر ما پوشیده است، به کار ببریم، در حقیقت، در چنین مواردی می‌توان مستقیماً به اشکال ناشناخته ماده اشاره کرد، اما این کار چه مزیتی بر استفاده از عبارت «به وجود آمدن از هیچ»، دارد؟ در هر دو مورد اصل قضیه قدان داشش ما نسبت به موضوع است. هنگامی که از اشکال ناشناخته ماده سخن می‌گوییم، منظور «چیز»ی است که هنوز هیچ چیز درباره‌اش نمی‌توانیم بگوییم. اما این «چیز» قدری با «هیچ» تفاوت دارد.

از همه آنچه گفته شد پیداست که مفاهیم «نیستی» و «هیچ» چندین کاربرد متفاوت در علوم دارند و هیچ یک از این کاربردها، اصل «از هیچ» چیزی به وجود نمی‌آید» را نقض نمی‌کند. باید به‌خاطر داشت که گذاشتن 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 به وجود نمی‌آید» نقض شده است، مگر آنکه توضیح دهیم که در آن مورد خاص مفهوم «هیچ» جایگزین مفهوم «چیز» شده است. این نحوه توضیح، به‌ویژه در متون فاعلیت کاملاً رایج است.

اصل «از هیچ»، چیزی به وجود نمی‌آید» را باید مانند هر اصل علمی دیگر در روند تحولش و در اشکال تجلی‌اش در نظر گرفت. در اینجا باید دوباره ذکر کنیم که اصل مزبور خود یکی از جنبه‌ها یا اشکال بیان اصل کلی‌تر قدمت و فناز پذیری ماده و خصلت‌های آن است.

در جریان پیشرفت فیزیک مدرن، گهگاه شرایطی بروز کرده است که پژوهش — گران (و حتی بیش از آنها، نویسنده‌گان متون عامه فهم علمی) گمان کرده‌اید که تنها بالاندک افزایشی، تصویر فیزیکی جهان کامل خواهد شد و پیشرفت علوم فیزیکی به پایان خواهد رسید. میل به‌مواجهه با امور متاتاگی، انجام شده، پایان یافته، به کمال رسیده و ساده، در تفکر و فعالیت روزمره بشر ریشه دارد، یعنی در این حقیقت که افراد معمولاً به‌ناگریر با پدیده‌ها و اشیای محدود سروکار پیدا می‌کنند. اما شناخت علمی به‌رسی

پدیده‌ها اکتفا نمی‌کند، بلکه به‌ماهیت آنها نفوذ می‌کند. در جریان شناخت ماهیت و در تجربه عملی است که شخص به‌سؤال متناهی یا نامتناهی بودن، محدود یا بی‌پایان بودن 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 بر مفروضات خود، در آثار برخی از دانشمندان مدافع اندیشه متناهی بودن، برآمده‌اند. مثلاً گاهی اوقات در متون علمی یا علمی به‌زبان ساده یا متون عامه فهم به‌نظریه‌هایی در مورد «آغاز» جهان بر می‌خوریم و روشن نمی‌شود که موضوع مورد بحث نه کل جهان، بلکه جهان مطالعه شده توسط علم اختر فیزیک است. مفهوم متناهی بودن گاهی هم پایه بحث‌هایی می‌گردد در مورد این که مثلاً موضوعات مورد مطالعه علوم فیزیکی به‌پایان رسیده یا به‌زودی به‌پایان خواهد رسید و بحث‌هایی از این قبیل.

بررسی فرضیه‌ها و نظریه‌های مربوط به‌متناهی بودن، عموماً نشان‌دهنده این است که این اتکا به‌متناهی بودن در آنها، حاصل استفاده نادقيق از ابزارهای منطقی و مفهومی و نیز بهره‌گیری غیر اصولی از حقایق علمی و فقدان آموزش لازم و نداشتن درک عمیق فسبت به‌قضایای بنیادی ماتریالیسم دیالکتیک است. در این مورد باید به‌نقش راه‌گشایانه اصل پایان ناپذیری ماده در حال حرکت، که لذین در پیدایش آن سهم عمدی داشت، توجه خاصی مبذول داریم.

دانشمندان راستین، در روند پژوهش هایشان به‌طور آگاهانه – و در بسیاری از موارد هم ناآگاهانه – از این اصل رهنمود می‌گیرند و بدین ترتیب به‌کیفیت زاهد گشایانه آن در آفرینش نظریه‌های علمی پی‌می‌برند. محتوای عینی هریک از اصولی که تاکنون بر دانشمندان مکشف نشده، غالباً خود به‌خود در فرایند تفکر آنها ظاهر می‌شود. مثلاً آلبرت اینشتین که از اصل پایان ناپذیری استفاده آگاهانه نکرده است، می‌نویسد: «اعتقاد به‌این امر که یک جهان خارجی مستقل از عامل درک‌کننده آن وجود دارد، پایه همه علوم طبیعی است. اما از آنجا که ادراک حسی تنها به‌طور غیر مستقیم اطلاعاتی از این جهان خارجی یا واقعیت فیزیکی به‌دست می‌دهد، درک جهان خارجی تنها به‌کمک ابزارهای ذهنی می‌سر می‌شود. از اینجا نتیجه می‌شود که برداشت ما از واقعیت فیزیکی هیچ گاه جنبه‌نهایی نخواهد داشت. باید همیشه آماده تغییر دادن این برداشت‌ها باشیم...»^۵ نوربرت وینر^۶ نیز در همین زمینه می‌گوید: «به‌نظر من، منطق و یادگیری و همه فعالیت‌های مغزی هیچ گاه 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 بی‌بردن به‌ناشناخته‌ها دارد، مهم‌ترین نقش را در پیشرفت علوم ایفا می‌کند. اما اگر

۵. کتاب «نظارات و عقاید» نوشته اینشتین، چاپ لندن، ۱۹۵۶، صفحه ۲۶۶.

۶. Norbert Wiener نگاه کنید به مجله هدده، سال دوم شماره ۹-۱۰.

۷. کتاب «من یک ریاضی دانم»، چاپ نیویورک، ۱۹۵۶، صفحه ۳۲۴.

کسی براین عقیده باشد که می‌توان داشت کاملاً به صورت نشان دادن کلیه خواص و روابط درونی جهان دور و بر حاصل کرد؛ همچنین، اگر کسی متناهی بودن و پایان‌پذیری موضوع مورد شناخت را پذیرفت، بر آن صورت نه تنها منکر وجود چشم‌انداز آتی علم شده است، بلکه در تحلیل نهایی به تصدیق حدوث و تیجنتاً فنای جهان مادی می‌رسد. امکانات بی‌پایان برای شناخت، از خواص پایان ناپذیر ماده در حال حرکت، که همواره وجود داشته و دارد و ابتدا و انتهایی بروجودش متصور نیست، جدا بی ندارد. هرگونه اظهار نظری دایر بر متناهی بودن یا پایان‌پذیری خواص جهان مادی یا اشیای تشکیل‌دهنده آن، اساساً ضد علمی است.

مطالعه دقیق حقایق فیزیک نوین و اختراقیک و بررسی فرضیه‌ها و نظریه‌های علمی مربوط به جهان بی‌نهایت کوچک و بی‌نهایت بزرگ بهما امکان این اظهار نظر را می‌دهد که حتی یک حقیقت تجربی یا مشاهده‌ای و یک نظریه 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 بر آن پذیر است.

لئن، با بهره‌گیری از دستاوردهای علوم و تجربیات اجتماعی – تاریخی، نشان داد که موضوع شناخت بشر – یعنی ماده در حال حرکت – دارای خواص ازی، ابدی و پایان ناپذیر است.

قدرت و فنانی‌پذیری ماده و اشکال آن، بدین معنی است که هیچ فرایندی در جهان رخ نمی‌دهد که طی آن ماده در حال حرکت به وجود آید یا از بین رود، ماده در حال حرکت از هیچ مطلق پدید آید یا به هیچ 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 ماده در حال حرکت به حالات جدید و این امر بی‌استثنای در مورد اشکال فضا – زمانی آن، نیز صادق است.

معنای علمی مفهوم «ناپدیدشدن»، گذار از یک حالت یا شکل ماده در حال حرکت به حالت یا شکل دیگر است. بدین ترتیب دو مفهوم «پدید آمدن» و «ناپدید شدن» با یکدیگر مرتبطند و در واقع به یک معنی‌اند. پس این دو مفهوم را نمی‌توان از یکدیگر جدا کرد، بلکه باید آنها را به عنوان وجوده یک مفهوم واحد در تغییر کیفی، در نظر گرفت. مفاهیم مذکور را تنها در مورد اشیای مشخصی، که بدین معنی به وجود می‌آیند واز بین می‌روند، می‌توان به کار برد. این اشیا در تیجه تبدیل پذیری اشیای مادی دیگر به وجود می‌آیند و در اثر تبدیل به اشیای دیگر از بین می‌روند.

اصل مهم علمی و تجربی مورد بحث این مقاله – «از هیچ، چیزی پذیر نمی‌آید» – هیچ‌گاه از اعتبار نخواهد افتاد. البته، ممکن است کسی در آثار علمی ساده شده به‌این مطلب بربخورد که: فیزیک مدرن امکان پیدایش ماده را از خلاء به معنی تهی بودن یا «هیچ» مطلق، می‌پذیرد. در واقع، در فیزیک مدرن، خلاء به عنوان حالت خاصی از ماده تعبیر می‌شود. مثلاً، خلاء یک میدان الکترومغناطیسی حالتی از این میدان است که هیچ فوتونی در آن موجود نباشد.

پذیرفتن قدمت و فناز پذیری ماده و اشکال آن، منجر به قبول اصل «بی‌پایانی»^۸ می‌شود. بی‌پایانی هستی ماده در حال حرکت، یعنی اینکه وجود آن به هیچ طریق نمی‌تواند متوقف شود و هیچ زمانی نبوده و نخواهد بود که ماده در حال حرکت فاقد وجود شود. اگر اشکال و حالات ماده در حال حرکت محدود است، یعنی ظهور و فناز پذیرد، خود ماده در حال حرکت بی‌پایان است و بی‌پایانی آن متنضم این حقیقت است که گذار آن از یک حالت محدود به حالت محدود دیگر هیچ‌گاه پایان نمی‌گیرد.

به همین ترتیب، بی‌پایانی فضا و زمان متنضم این حقیقت است که انتقال‌های نامحدود ماده در حال حرکت از حالتی به حالت دیگر، منجر به خروج آن از اشکال فضای زمانی وجود نخواهد شد، اگر چه ممکن است انتقال از یک حوزه فضا – زمانی به حوزه دیگری با مشخصه‌های ابعادی و مکانی دیگر، صورت بگیرد. بی‌پایانی فضا و زمان عبارت است از پیوستگی امکان گذار ماده از یک حوزه فضا – زمانی به حوزه فضای زمانی دیگر، که خود این حوزه‌ها محدود هستند. بدین ترتیب، بی‌پایانی ماده در حال حرکت و اشکال فضا – زمانی آن از طریق گذار از یک حالت محدود ماده به حالت محدود دیگر و از طریق خروج از یک حوزه فضا – زمانی محدود به حوزه فضا – زمانی محدود دیگر تجلی می‌یابد.

در متون فلسفی و آثار مربوط به علوم طبیعی گاهی اوقات به این موضوع بر می‌خوریم که پذیرفتن متناهی بودن جهان، با علوم طبیعی و ماتریالیسم دیالکتیک – و بدخصوص با این قضیه ماتریالیسم دیالکتیک که در جهان فقط و فقط ماده در حال حرکت وجود دارد – متناقض نیست. این برداشت از دشواری درک مفهوم بی‌پایانی ناشی می‌شود. برداشت‌های خادی ما از بی‌پایانی به طور ناخواسته با قراردادن آن در مقابل محدودیت و گذرا بودن، در آمیخته است و بدین معنی لحاظ بی‌پایان را چیزی و رای محدود در نظر می‌گیریم و از آنجا که خود بالمور محدود سروکار داریم، مفهوم بی‌نهایت را به عنوان مکمل درک می‌کنیم، که درستی آن جای تردید است. باید توجه داشت که اشکال در درک مفهوم بی‌پایانی، از متنضاد قراردادن آن با محدودیت، ناشی می‌شود. اگر بی‌نهایت را در پیوند آن با متناهی در نظر بگیریم – همچنانکه طی بحث فوق این کار را کردیم – در آن صورت مشکل بر طرف خواهد شد و روشن می‌شود که از طریق اشیای محدودی که از حالتی به حالت دیگر درمی‌آیند، ناگزیر با بی‌نهایت نیز سروکار خواهیم یافت. در مورد این که پذیرفتن محدودیت جهان، با ماتریالیسم دیالکتیک متناقض نیست، باید بگوییم که در هر حال این دو امر ناسازگارند. پذیرفتن ماتریالیسم دیالکتیک بدون پذیرفتن قدمت و فناز پذیری ماده ناممکن است و قبول نکته اخیر نیز در حقیقت به معنای تأیید ابدی بودن و بی‌پایانی وجود ماده است.

پایان ناپذیری ۱ ماده در حال حرکت

از نامحدود بودن وجود وصفات ماده در حال حرکت، بالاصله این نتیجه بددست می‌آید که خواص، حالات و پیوندهای ماده در حال حرکت، پایان ناپذیر است - نواین نتیجه مورد تأیید تجربه عملی نیز هست. از آن‌جا که نامحدود بودن تنها از طریق اشیای محدود و گذار آن‌ها به اشیای محدود دیگر و همچنین از طریق تغییراتی تحقق می‌باید که دستخوش آن می‌شوند؛ پایان ناپذیری نه تنها در کل جهان، بلکه در هر یک از اشیای آن نیز به‌طور ذاتی وجود دارد.

لینین طی قضیه‌ای در این مورد می‌نویسد: «الکترون همانند اتم پایان ناپذیر است، طبیعت نامحدود است، ولی با همین نامحدودی خارج از ذهن و ادراک انسان، دارای وجود است.»^۲

در عصر ما، فیزیک با دو صورت از ماده که با یکدیگر پیوند تردیک‌دارند، یعنی جسم و میدان سروکار دارد. اکنون می‌توانیم خلاط فیزیکی را هم به حالات (یا صور) خاص ماده اضافه کنیم، هر چند که مبحث اخیر هنوز به اندازه کافی در فیزیک بررسی نشده است. اطلاعات فعلی علم در مورد صورت‌های نوین ماده در کیهان نجومی (در مقایسه با صورت‌های زمینی آن) به مراتب ناستوارتر است؛ هرچند همه‌گونه دلیل (فیزیکی و فلسفی) برای پیش‌بینی این صورت‌ها، از روی مشاهده تفاوت‌های کیفی و کمی جهان بی‌نهایت بزرگ ازیک سو، و جهان بی‌نهایت کوچک، از سوی دیگر، وجود دارد. این مشاهدات به برخورد ما با جهان بی‌نهایت کوچک، به‌ویژه در فواصل کمتر از ۱۰ سانتی‌متر نیز مربوط می‌شود.

اصولاً، با پذیرفتن بی‌پایانی صورت‌های ماده، حتی‌یک قدم از ماتریالیسم دیالکتیک عقب‌نشینی نکرده‌ایم. بلکه صورت‌های شناخته شده ماده - جسم و میدان - نیز بدنوبه خود، انواع پایان ناپذیری از خواص را دارا هستند.

جهان مجموعه‌ای از اشیای واقعی است که در حال تأثیر متقابل بر یکدیگرند و چون خواص اشیا در روابط فیما بین آن‌ها پدیدار می‌شود، تعداد خواص هرشی، وكل جهان مادی نامحدود است، و هر شیء از نظر شناخت پایان ناپذیر است.

اصل پایان ناپذیری که توسط لینین بیان شد، در مورد صورت‌های بنیادی وجود

۱ - Inexhaustibility تنواع بی‌پایان خواص و حالات که هنگام کاوش و پژوهش در پهنا و در، ژرف، جلوه‌گر می‌شود و در فارسی می‌توان آن را به «تهنداشتن» تعبیر کرد.

۲ - لینین، «ماده گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار، جلد ۱۴.

ماده، یعنی حرکت، فضاوزمان صادق است. از آن جا که حرکت خود مجموعه بی پایانی از تغییرات، گذارها و تبدیلات گوناگون ماده است، همچون ماده، پایان ناپذیر می باشد. حتی در زمان حاضر، تغییرات گوناگون و پرشماری رادر جهان سراغ داریم که دامنه آنها از تبدیل متقابل ذرات بنیادی تا تحولات حاصله در زندگی مادی و معنوی جامعه را دربر می گیرد. هدف ذاتی علم، بررسی و کشف تغییرات، تبدیلات و گذارهای نوینی است که در جهان مادی رخ می دهد.

فضاوزمان نیز از لحاظ خواص، ساختارها و کنشهای متقابل فیما بین خود و ماده در حال حرکت، پایان ناپذیرند. پیش از آن که لباقفسکی^۲ امکان وجود هندسه های ناقلیدسی را کشف کند، اعتقاد رایج در علم این بود که دانش ما نسبت به خواص و ساختار فضا کامل است. پس از کشف هندسه های ناقلیدسی، معلوم شد که خواص فضا به ساختار ماده و صورت های حرکت آن بستگی دارد و پایان ناپذیر است.

نظریه نسبیت عمومی که مفاهیم مربوط به هندسه های ناقلیدسی در آن به کار گرفته شد وطی آن ثابت شد که خواص پیوستار^۳ فضای زمانی، تابعی از حضور اشیای بزرگ دارای جرم گرانشی است، تأیید دیگری براین قضیه ماقریالیسم دیالکتیک بود که فضا و زمان، وجودی از ماده اند. معلوم شد که در قریبی اجسام دارای جرم زیاد، فضای این برمی دارد و جریان زمان کند می شود.

در مورد فضای موجودات زنده چه می توان گفت؟ علم اکنون در صدد فراهم آوردن تصویری از خواص فضای موجودات زنده (که ورنادسکی عضو فرهنگستان شوروی در زمان خود مطالبی در مورد آن نوشته)، و همچنین فضای حوزه های درونی ذرات بنیادی و اجسام غیر عادی نجومی به کمک هندسه ها و توپولوژی های نوین و شاید رشته های نوین دیگری از ریاضیات، می باشد.

در حال حاضر، دلایل کافی برای این فرض وجود دارد که حتی خاصیتی بنیادی از فضا و زمان مانند یک نواختی، صرفاً تقریبی از واقعیت است. هنگامی که در یک حوزه فضای زمانی، جرم های گرانشی عظیم موجود باشند، تنها در چارچوب حوزه های موضعی می توان از یک نواختی سخن گفت. گواه این مدعای نظریه نسبیت عمومی است.

مسئله یک نواختی پیوستار فضای زمان دارای اهمیت اصولی است، زیرا برخی از قوانین بقا در فیزیک با این یک نواختی هر تطبند. در اینجا باید تاکید کنیم که حقایق فیزیک نوین وحدت تضادی یک نواختی و نایک نواختی پیوستار فضای زمان را آشکار ساخته است. مفهوم یک نواختی فضای زمان، بیانگر جنبه های پایداری، بقا و تقارن موجود در ماده در حال حرکت است. در مقابل، مفهوم نایک نواختی مبین تغییر پذیری، تاریخمندی (برگشت ناپذیری) و بی تقارنی آن است.

تنها با مجزا کردن کامل فضای زمان از ماده در حال حرکت، می توان از یک نواختی آنها سخن گفت و تنها هنگامی می توان نایک نواختی فضای زمان را مطرح ساخت

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

که فضا و زمان با ماده در حال حرکت برابر دانسته شود.

هر دوی این حالات حدی، وحدت فضا – زمان و ماده در حال حرکت را مخدوش می‌کنند و با حقایق علم و تجربه ناسازگارند. از سوی دیگر، پذیرفتن وحدت خصلت‌های ماده، الزاماً قبول وحدت خواص یک‌نواختی و نایک‌نواختی فضا و زمان، یا به طور کلی‌تر، قبول وحدت تقارن و بی‌تقارنی نهفته در ماده در حال حرکت و صورت‌های فضا زمانی وجود آن را در پی دارد. حقیقت، نه در جداسازی صفات ماده، بلکه در وحدت آن‌ها، ونه در مخالف دانستن یک‌نواختی و نایک‌نواختی، تقارن و بی‌تقارنی، بلکه در وحدت تضادی دیالکتیکی آن‌ها مستتر است که در آن یک‌نواختی و نایک‌نواختی بد عنوان وجودی از یک‌دیگر عمل می‌کنند. یک‌نواختی در نایک‌نواختی وجود دارد و برعکس. به طور کلی، در هر تقارن، عناصری از بی‌تقارنی و در هر بی‌تقارنی، عناصری از تقارن وجود دارد.^۵

اصل پایان ناپذیری حالات، خواص و پیوندهای ماده و صورت‌های آن، دارای یک جنبه دیگر نیز هست. آیا می‌توان ادعا کرد که اشکال بنیادی وجود ماده، در صورت های شناخته شده‌ای چون حرکت، فضا و زمان خلاصه می‌شود، یا اشکال دیگری از وجود آن نیز در واقعیت موجودند؟ با توجه به اصل پایان ناپذیری، پاسخ این سؤال مثبت است. کاملاً امکان دارد که اشکال دیگری از هستی ماده، مثلماً مانند بازتاب، در جهان وجود داشته باشد. این فرضیه که بازتاب خاصیت بنیادی و عمومی ماده است، توسط لینین در کتاب ماده‌گرایی و نقد تجزیی، مطرح گردید. فرضیه مذبور در حال حاضر از تأیید روزافرون فیزیک وزیست‌شناسی و همچنین سیرنتیک برخوردار است.⁶

اما باید توجه داشت که کشف اشکال نوین هستی ماده، منجر به محدود شدن جنبه عام حرکت، فضا و زمان نخواهد شد. فرایندهای بازتاب نیز خود تغییر می‌پذیرند و هستی فضا زمانی دارند. به عبارت دیگر، کشف هیچ‌شکل نوینی از هستی ماده، این نتیجه را در پی نخواهد داشت که ماده می‌تواند بدون حرکت یا خارج از فضا و زمان موجود باشد.

هنگامی که لینین از پایان ناپذیری الکترون سخن می‌گفت، هنوز مفهوم «ذرات بنیادی» وجود نداشت، زیرا تا آن‌زمان تنها دونوع ذره – الکترون و پروتون – شناخته شده بود. در حال حاضر، خانواده ذرات ضد ذرات بیش از دویست عضو دارد. از این جمله‌اند: الکترون، درهای پایدار با بار منفی و جرم 1.67×10^{-30} گرم؛ پروتون، هستهٔ پیدروزن که بار مثبت دارد و جرمش 1.67×10^{-27} گرم؛ نوترون، ذرهای که هیچ بار الکتریکی ندارد و جرمش 1.67×10^{-27} برابر جرم الکترون است؛ نوترون، ذرهای بدون بار الکتریکی که جرم سکون آن برابر با صفریا آنقدر کوچک است که ممکن توان

۵ - نگاه کنید به مقاله «اصل تقارن و نقش آن در شناخت».

۶ - بازتاب **Reflection** یکی از مفاهیم بنیادی معرفت‌شناسی ماتریالیستی است. ماتریالیسم دیالکتیک بازتاب روانی را بد عنوان خاصیتی از ماده بسیار نظام یافته، از خاصیت کلی بازتاب مستتر در ماده مبجزا می‌کند.

آن را صفر دانست (دونواع نوتريينو شناخته شده است: نوتريينو الکتروني و نوتريينو موئونی)؛ فوتون، ذره متشکله (کوات) میدان الکترومغناطيسی، با جرم سکون دقیقاً براین صفر. این ذره همواره با سرعت ثابت 3×10^10 سانتی‌متر بر ثانیه (سرعت نور در خلاء) در حرکت است.

گروه پرشماری از ذرات وجود دارد که جرم آن‌ها حد واسط بین جرم‌های پروتون والکترون است. این ذرات مزون نامیده می‌شوند: مزون M^\pm (موئون)^۷، مزون π (پیون)، مزون K وغیره. بخلافه، ذراتی به نام هیپرون^۸ می‌شناسیم که جرمنشان بیش از جرم پروتون است. در سال‌های اخیر گروه عظیمی از ذرات دارای عمر کوتاه (ذرات ناپایداری که ظرف 10^{-14} تا 10^{-15} ثانیه متلاشی می‌شوند)، به نام رزونون‌ها^۹، کشف شده است. در نوامبر سال ۱۹۷۴ نخستین گزارش‌ها درمورد کشف ذره‌ای جدید به قام ذره Λ منتشر شد. جرم این ذره زیاد است (بیش از سه برابر جرم پروتون)؛ و عمر نسبتاً درازی دارد. کمی بعد، ذره همانندی با جرم بیشتر از ذره Λ کشف شد و در ژانویه ۱۹۷۵، دو ذره مشابه با جرم‌های زیاد کشف گردید. کشف این ذرات سؤالات جدیدی را مطرح می‌سازد که بی‌شك پاسخ آن‌ها چیزهای اصولاً نوینی را به نوع بشر عرضه خواهد داشت. همه این ذرات دارای متضادی هم هستند که ضد ذرات نامیده می‌شوند (به استثنای فوتون، که خود خنده‌ذره است). نظریه پردازانی که به کار دسته‌بندی ذرات مشغولند، براین اعتقادند که هنوز ذرات کشف نشده‌ای وجود دارند که از آن‌جمله‌اند: کوارک‌ها، دیون‌ها، پارتون‌ها، مزون‌های برداری و غیره.

پژوهش‌های اخیر درباره ساختار نوکلئون‌ها (ذرات درون هسته پروتون‌ها و نوترون‌ها) در شتاب دهنده خطی سه کیلومتری استانفورد نشان داده است که ذرات هستدای دارای «یک ساختار داخلی پیچیده، متشکل از واحدهای مستقل نقطه‌گون که اکنون پارتون نامیده می‌شوند»^{۱۰} می‌باشند. جالب‌ترین نکته از اطلاعات تاکنون به دست آمده حاکی است که برخی از خواص پارتون‌ها شبیه خواص کوارک‌های فرضی است. در سال ۱۹۶۴ موری جلمن^{۱۱} و جورج تسوایگ^{۱۲} مستقل از یکدیگر، وجود ذراتی را مطرح ساختند که برخلاف سایر ذرات شناخته شده حامل بار الکتریکی کسری ($-\frac{1}{3}$ + $\frac{2}{3}$) باشند.

۷ - muon ، همان مزون M^\pm است که توسط کارل دیوید آندرسون، فیزیکدان آمریکایی کشف شد.

۸ - hyperon گروهی از ذرات بنیادی که در دسته باریون‌ها قرار دارند. جرم آن‌ها بیشتر از جرم نوترون و عمر متوسط آن‌ها خیلی کوتاه است. هیپرون‌ها به ذره‌های هستدای (پروتون و نوترون) تعبیر می‌شوند.

9 - resonon

Scientific American

۱۰ - مقاله «ساختار پروتون و نوترون» مجله زوئن ۱۹۷۱، صفحه ۶۱.

۱۱ - نگاه کنید به پانویس صفحه ۱۲۸.

12 - George Zweig

۱۴ -) هستند. به هر حال، هنوز کوارک‌ها و پارتون‌ها هیچ‌یک به طور تجربی در حالت آزاد خود کشف نشده‌اند.

ذرات بنیادی در فرایندهای بسیار گوناگونی شرکت می‌کنند. تعداد زیادی واکنش پراکنده‌گی و تولید، تبدیل و تشکیل ذراتی از ذرات دیگر شناخته شده است. این اطلاعات تجربی بهما اجازه می‌دهد ادعا کنیم که ذرات دارای یک ساختار داخلی هستند، زیرا ذره نقطه‌گون قادر ساختار نمی‌تواند این همه پدیده‌های گوناگون از خود بروز دهد. هر ذره بی‌نهایت کوچک نه تنها علت پدیده‌های خاصی در طبیعت است، بلکه خود نیز معلوم و تجربتاً دارای ساختار است. تغییر پذیری و پویایی ساختار اشیای بی‌نهایت کوچک است که تعدد حالات آن‌ها را در اندرکنش‌های گوناگون پدید می‌آورد، و این به نوبه خود نشان‌دهنده پایان‌ناپذیری آن‌هاست.

فیزیک نوین نشان داده است که جهان بی‌نهایت کوچک دارای ساختار، پیوندهای متقابل و اندرکنش‌های پیچیده‌ای است.

دانشمندان می‌کوشند تا اطلاعات موجود را چنان تنظیم کنند که بتوانند به کمک جدولی از ذرات بنیادی - مشابه با جدول تناوبی مندلیف - وجود ذرات جدید را پیش بینی کنند و پیوندها و بستگی‌های متقابل نوینی را بیابند.

اکنون به طور قطعی ثابت شده است که چهار نوع اندرکنش وجود دارد: قوی، الکترومغناطیسی، ضعیف و گرانشی. همه ذرات بنیادی را که باین اندرکنش‌ها مربوطند، می‌توان به سه دسته کاملاً مجزا تقسیم کرد: آدرون‌ها، لپتون‌ها و فوتون‌ها. آدرون‌ها مشتمل بر ذرات گوناگون پاریون‌ها (نام کلی نوکلئون‌ها و هیپرون‌ها)، مزون‌ها، ضد ذرات مربوط به این‌ها و رزونون‌های گوناگون باریون و مزون هستند که نشان‌دهنده حالات آدرونی با عمر بسیار کوتاه می‌باشند.

لپتون‌ها شامل الکترون‌ها، پوزیترون‌ها (ضد الکترون‌ها)، موئون‌های دارای بار مثبت و منفی و نوترینوهای الکترونی و موئونی می‌باشند.

اکثریت ذرات، یا دقیق‌تر بگوییم، اکثریت آدرون‌ها از جمله ضد آدرон‌ها و رزونون‌ها به طور معنی‌افاصل از طریق شتاب دادن ذرات باردار، که ابزار تجربی اصلی در فیزیک ذرات بنیادی است، تولید شده‌اند. ظهور ذرات نوین در اثر برخورد ذرات شناخته شده قبلی، اثبات تجربی امکان وجود اشیای مادی جدید و ناشناخته‌ای را در شرایط فعلی کره زمین بدست می‌دهد. کشف این اشیای مادی (که در فیزیک به نام کلی «ماده زیر هسته‌ای»^{۱۳} خوانده می‌شوند) همچون فرایندهای گوناگون مربوط به تبدیل متقابل اشکال مختلف ماده - میدان الکترومغناطیسی، الکترون‌ها و پوزیترون‌ها، ماده هسته‌ای وزیر هسته‌ای - یکی از عظیم‌ترین دستاوردهای علم است.

بد نیست نگاهی گذرا به انواع اندرکنش‌های شناخته شده در فیزیک مدرن بیندازیم. ازاندرکش قوی آغاز می‌کنیم که به آدرون‌ها مربوط می‌شود. این اندرکش به‌ویژه

نیروهای هسته‌ای را، که بین نوکلئون‌ها (یعنی بین پروتون‌ها و نوترون‌ها) عمل می‌کنند و ساختار هسته‌ها را پدید می‌آورند، در بر می‌گیرد. اندرکنش قوی ناهمگن است و آن را می‌توان به دواندرکنش تقسیم کرد: خصوصاً قوی (یاقوی) و نسبتاً قوی (یا نیمه قوی). این دو البته از نظرشدت تفاوت‌هایی باهم دارند ولی تفاوت اولیه آن‌ها در تقارن داخلیشان است.

اندرکنش الکترومغناطیسی توسط بارالکتریکی مشخص می‌شود، برای همه ذرات باردار یکسان است و اندازه‌اش برابر باریک الکترون است. اگرچه اندرکنش الکترومغناطیسی بیشتر از سایر انواع اندرکنش مورد مطالعه قرار گرفته است، نظریه جدید قادر به ارائه پاسخ قابل قبولی در مورد علت آن نیست.

اندرکنش الکترومغناطیسی ساختاراتم‌ها و مولکول‌ها را مشخص می‌کند. شدت اندرکنش الکترومغناطیسی تقریباً صد برابر کمتر از شدت اندرکنش قوی است.

شعاع عمل اندرکنش الکترومغناطیسی و قوی کاملاً متفاوت است: نیروهای الکترومغناطیسی در هر فاصله‌ای عمل می‌کنند، ولی اندرکنش قوی برد بسیار کمی دارد و شعاع عملش از درجه $13 - 15$ سانتی‌متر (یعنی از درجه ابعاد هسته اتم) می‌باشد.

همه ذرات بنیادی، به استثنای فوتون، در اندرکنش ضعیف وارد می‌شوند. شدت این اندرکنش پنج درجه کمتر از شدت اندرکنش قوی است. اندرکنش ضعیف عامل فرایندهای گوناگون تلاشی آدرون‌هاست. مثلاً تلاشی آزاد نوترون (به پرتوان، الکترون و ضد نوتريون، با زمان تلاشی حدود ۱۷ دقیقه) یا پیون‌های باردار (با زمان تلاشی حدود $10 - 15$ ثانیه)، نتیجه اندرکنش ضعیف است. به علاوه، واکنش ضعیف موجب تلاشی β ، در هسته‌ها می‌گردد.

همه اشیای فیزیکی تحت اثر اندرکنش گرانشی قراردارند. این اندرکنش، «حرکت سیاره‌ها، ستارگان و به طور کلی ساختار کیهان نجومی را تعیین می‌کند. در جهان ذرات، اندرکنش گرانشی به سبب کم بودن جرم ذره‌ها، مستقیماً ظاهر نمی‌شود، اما امکان دارد که در اینجا هم اندرکنش گرانشی نقش اساسی داشته باشد، هرچند که هنوز این امر شناخته نشده است.

اندرکنش‌های بنیادی به وسیلهٔ صورت‌های ویژهٔ تقارن مشخص می‌شوند. یعنی اندرکشن مورد نظر در تبدیلات خاصی بلا تغییر می‌ماند. این تبدیلات (که همواره گروه خاصی را تشکیل می‌دهند) ممکن است تبدیل مختصات و زمان یا جای گرینی برخی ذرات توسط ذرات دیگر یا سایر تبدیلهای پیچیده‌تر وظیری‌تر باشد. این نکته فوق العاده مهم است که بهر نوع تقارن یک قانون بقا مرتبه می‌شود.

همین شرح مختصر دربارهٔ جهان بی‌نهایت کوچک، زمینه را برای این ادعا فراهم می‌سازد که جهان بی‌نهایت کوچک در کل و نیز در هریک از اجزای مشکله‌اش دارای خواص پایان ناپذیر است.

آن چه لین در مورد الکترون گفته است، نه تنها در الکترون بلکه در همه اشیای

دیگر جهان بی‌نهایت کوچک، حادق است و اصل پایان‌نایپذیری که توسط لنین بیان شده به عنوان یک اصل شناخت از سوی طبیعت پژوهان مورد استفاده روزافزون قرار می‌گیرد. سیل فرانک پاول^{۱۴}، فیزیک‌دان بر جسته انگلیسی که در داشگاه بریستول تدریس می‌کرد، گفته است که: «فیزیک هسته‌ای و فیزیک ذره‌ای و مطالب مربوط به این‌ها که در این مجمع مورد تبادل نظر قرار گرفته است، از عمدۀ ترین نکات رشد یابنده علم است و بهتر فترین نفوذ ما به ساختار جهان مادی مربوط می‌شود. از عهد کلاسیک کهن، این امر عموماً مورد قبول بوده است که روزی فراخواهد رسید که فرایند غور عمیق‌تر در ماهیت ماده به پایان برسد. اما دیگر چنین مطلبی را نمی‌توان عنوان کرد... من اخیراً به نکته شگفت‌انگیزی برخورده‌ام که توسط لنین در سال ۱۹۱۲ در کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی^{۱۵} ابراز شده است. در آن زمان، الکترون تنها ذره بنیادی شناخته شده بود و جهان علمی کلاگرایش به این تفکر داشت که ذرات ثابت و تغییر ناپذیرند. لنین در چنین شرایطی اظهار داشت که: الکترون پایان‌نایپذیر است.»^{۱۶}

شیوه‌ی ساکاتا، دانشمند بر جسته ژاپنی در فیزیک نظری نیز همین برداشت را در آثارش منعکس کرده است. بنا به تصدیق خود او، ماتریالیسم دیالکتیک وی را به این نتیجه رسانده است که «با پیشرفت روش‌های تجربی مدل‌های ذرات بنیادی تغییر شکل خواهد داد. برداشت مبتنی بر یک شکل خاص و پایانی سرختنانه به آن، ماورای طبیعی است... لنین در مقام یک فیلسوف بزرگ اعلام داشته است که: الکترون نیز پایان‌نایپذیر است!»^{۱۷}

اظهار نظرهای متعدد دیگری می‌توان نقل کرد که از سوی فیزیک‌دانانی که به اهمیت اصل پایان‌نایپذیری بی‌برده‌اند، ابراز شده است. همه این‌ها معتقدند که این اصل فلسفی به صورت یک اصل راهنمای روش شناختی برای فیزیک نوین درآمده است.

در حال حاضر، وضعیت ذرات بنیادی و هسته اتم در فیزیک به تعبیری معمانگونه است: از یک سو، اطلاعات فراوانی در باره ساختار ماده وجود دارد و از سوی دیگر، هنوز نمی‌توانیم ذرات بنیادی کشف شده را (که تعدادشان پیوسته رو به افزایش است) به نحو کم و بیش قابل اطمینانی دسته‌بندی کنیم. نقش برخی از این ذرات در طبیعت هنوز شناخته شده نیست. مثلا، مزون مل در فیزیک «کار»ی ندارد و وجودش اضافی به نظر می‌رسد. این ذره ۲۰۶ بار از الکترون سنگین‌تر است. اما این تنها فرقی است که تاکنون بین این دو ذره شناخته شده است.

موئون‌ها چه نقشی در طبیعت دارند و راز پیوند جدایی‌ناپذیرشان با نوترینو چیست؟

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

۱۵ - در واقع این اثر در سال ۱۹۰۹ منتشر شده است (گت).

۱۶ - سخنرانی پایانی سمپوزیوم ورشو درباره «چشم انداز فیزیک هسته‌ای»، فیزیک ذرات بنیادی، شیمی پرتوها و شیمی هسته‌ای».

۱۷ - کتاب «لنین و علوم طبیعی» (به زبان روسی)، مسکو، ۱۹۶۹، صفحه ۱۶۹.

(تاکنون هیچ تلاشی موئون بدون شرکت نوترینو یافت نشده است)؛ فیزیک نوین‌هنوز پاسخی برای این پرسش‌ها نیافته است.

نوترینوهم درا بهام دست کمی ازموئون ندارد. نوترینو (براساس اطلاعات موجود)، همچون فوتون فاقد جرم سکون است، اما ضد ذره‌ای در مقابل آن موجود است؛ در حالی که ضد ذره‌ای دربرابر فوتون وجود ندارد. چهار نوع نوترینو وجود دارد (باحتساب ضد ذرات)؛ یک نوع نوترینو همیشه در تلاشی پیون منفی، با الکترون همراه است، در حالی که نوع دیگر با موئون منفی همراه است. علت این‌ها هنوز روش نشده است. اکنون در اختر فیزیک (فیزیک نجومی) پذیرفته شده است که نوترینو نقش مهمی در تعادل انرژی ستارگان دارد. بررسی‌های نظری حاکی از آن است که تعداد ضدنوترینو های تاییده 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 از آن است که براساس مدل فرایندهای درون خورشیدی پیش‌بینی شده است، و این جریان هنوز در زمین ردیابی نشده است. مسئله همچنان باقی است و پژوهش بیشتری را می‌طلبد.

نکته غریب دیگر این که نوترینوهایی که در فرایندهای مختلف پدیده‌می‌آیند همیشه دارای پیچش ۱۸ چپ هستند. یعنی پیچش آن‌ها بستگی به شرایط پیدایشان ندارد. علم هنوز قادر بدنوچیه این مطلب نیست و نمی‌تواند دلیلی برای این بی‌تقارنی فضایی خاص ارائه دهد.

قبل اشاره کردیم که با پیشرفت فیزیک نه تنها از تعداد سوالات بدون پاسخ کاسته نمی‌شود، بلکه در واقع تعداد آن‌ها افزایش می‌یابد. چرا چنین است؟ تنها با مراجعه به اصل پایان ناپذیری ماده در حال حرکت می‌توان پاسخی کلی برای این سؤال یافت.

نفوذ هرچه ژرف‌تر به‌اشیا و فرایندهای مورد بررسی، علاوه بر عرضه اطلاعات‌نو، سوالات تازه‌ای را نیز به‌میان می‌کشد و این خود ما را به‌پذیرفتن تعدد پایان ناپذیر خواص، اندرکنش‌ها و صورت‌های ماده درحال حرکت و صفات آن رهنمون می‌سازد. در ابزارهای ذهنی علم نیز اصلاحات پیوسته صورت می‌گیرد. مفهوم‌های اولیه‌ای‌چون کل و جزء و بنیادی و بسیاری دیگر، اهمیت خود را ازدست می‌دهند. اظهارات مبتنی بر این که شناخت منجر به ایجاد تصویر هرچه ساده‌تری از جهان می‌شود و کشف «ماده بدوی» و «جزای ساختمانی» ماده را که همه‌چیز از آن تشکیل یافته است در پی‌دارد، با مخالفت مواجه شده است.

کاملاً برعکس، گسترش دانش ما پیدایش نظرات و مفاهیم هرچه پیچیده‌تری را به‌همراه دارد. مثلاً مفهوم تابع موجی در مکانیک کوانتوم، مشخصاً پیچیده‌تر از مفهوم نقطه‌ای مادی در مکانیک کلاسیک است. مدل اتمی بور-زومرفلد، بفرنج تراز مدل راظرفورد است و مدل فعلی باز به‌مراتب پیچیده‌تر است. به عقیده‌ما، این فکر که پیشرفت علم موجب

— ۱۸ — helicity مولفه‌ای از اسپین ذرات در امتداد جهت حرکت آن‌ها.

садگی می‌شود و این که هرچه ساده است، حقیقت دارد، در علوم نوین صادق نیست. دو واژه حقیقی و ساده متادف نیستند. نشانه اساسی درست بودن مدل‌ها و مفهوم‌های مساوی آن‌ها نیست بلکه ارتباط آن‌ها با واقعیت عینی است ارتباطی که در جریان فعالیت تولیدی اجتماعی – تاریخی انسان محقق می‌شود.

تلاش موجه‌ی که برای ساده کردن نتایج علمی به عمل می‌آید، درجهت نیل به حقیقت نیست، بلکه درجهت نمایاندن هرچه مؤثرتر آن است. گرایش به سادگی ربطی به روش‌های شناخت طبیعت ندارد، بلکه به شیوه‌های نشان‌دادن نتایج شناخت هر بوط می‌گردد. قضیه مشهور نیوتون دایر براین که طبیعت ساده است و پیرایه عوامل زايد را در آن راه نیست، در مورد طبیعت صدق نمی‌کند، زیرا در پدیده‌های طبیعی، کارکردهای علت و معلولی عینی در کاراست؛ قضیه مزبور تنها در مورد فرضیات ما در باره علل یک پدیده مفروض صادق است. معنای منطقی قضیه فوق این است که ما باید در فرضیات خود، اساسی‌ترین علتهای هر پدیده را در شرایط داده شده منعکس کنیم. با توجه به این که بر شمردن تمامی پیوندهای یک پدیده مفروض با سایر پدیده‌ها ناممکن است (زیرا این پیوندها پایان ناپذیرند)، باید بتوانیم مهم‌ترین این پیوندها را در این میان مجرما کنیم. اطلاق سادگی به طبیعت، با پایان ناپذیری و نامتناهی بودن آن در پهنا و پرفا، ناسازگار است.

طبیعت، در خود و به خودی خود، نه ساده است و نه پیچیده. سادگی و پیچیدگی مقولاتی از شناخت ما هستند که با یکدیگر در آمیخته و به یکدیگر متکی‌اند و گوناگونی و پایان ناپذیری واقعیت عینی را به طور ناقص منعکس می‌کنند. هم در مدل‌های ساده و هم در مدل‌های بفرنج، حقیقت مستتر است و هیچ پایه علمی جدی برای این ادعا موجود نیست که حقیقت همیشه ساده است و همه پدیده‌ها را می‌توان در تحلیل نهایی به وسیله‌یک علت واحد توضیح داد.

پیچیدگی یعنی چند سویه بودن، تاریخمند بودن، یک پارچه بودن و داشتن پیوندهای گوناگون. در مقابل، سادگی یعنی گستره بودن، یک سویه بودن و ثابت بودن. سادگی خود وجهی از پیچیدگی است. بسیاری از داشمندان بر جسته (اینشتین، وینر و دیگران) در آثارشان از اهمیت عظیم اصل سادگی سخن گفته‌اند، اما اگر آثار آن‌ها را به دقت بخوانیم، متقادع می‌شویم آن‌چه را که آن‌ها ساده می‌نامیدند در واقع بسیار پیچیده بود و تنها به این علت به نظرشان ساده می‌آمد. که آنان خود این دانش را به سوی کمال پیش می‌بردند. وقتی کسی چیزی را می‌داند یا قادر به انجام کاری است، آن چیزیا آن کار به نظرش ساده می‌آید. البته ما اهمیت اصل سادگی را در شناخت انکار نمی‌کنیم، ولی در عین حال معتقدیم که نباید در مورد اهمیت آن اغراق شود.

از آنجا که دنیای پیرامون ما پیچیده و چند سویه است، بازتاب این جهان عینی در دستگاه مفاهیم و قوانین علوم طبیعی نیز پیچیده و چند سویه است. اما، گهگاه برای روش‌کردن آن‌چه دریک وضعیت مشخص یا یک پدیده مفروض، مهم، اساسی و تعیین کننده است، به انتراع می‌پردازیم؛ آن‌چه را غیر اساسی و فرعی است، رها می‌کنیم و مدل

ساده‌ای از فرایند پیچیده بنا می‌کنیم. با این حال، همواره باید بهیادداشت که این گونه مدل‌ها ابدی نیستند و مدل‌های دیگری که مجموعه پایان‌ناآذیر خواص و ساختارهای اشیا و پدیده‌های مادی را بهتر منعکس کنند، جای گزین آن‌ها خواهند شد.

یک مثال مشخص در این‌مورده، وضعیتی است که در دهه‌های اخیر در مطالعه کیهان نجومی پیش آمده است، بدین عنوان که مدل نسبتاً ایستا و ساده جهان بزرگ جای خود را بهیک مدل پویا و تکاملی داده است. اخترشناسان و داشمندان اخترفیزیک با برخورداری از فن‌آوری (تکنولوژی) نوین— دوربین‌های عظیم نوری و رادیویی— و با استفاده از شیوه‌های مبتنی بر پرتو فروسرخ و پرتوایکس در نجوم، اطلاعات جدیدی در مورد کیهان به دست آورده‌اند، که نشان دهنده تکامل آن وجود فرایندهای ناایستا در آن است. نظریه نسبیت عمومی اینشتین (نظریه گرانشی نوین) اهمیت خاطیری در ایجاد نظرات ما در باره کائنات داشته است. در سال ۱۹۲۲، آ. فریدمان^{۱۹} داشمند شوروی، ضمن مطالعه معادلات نظریه نسبیت عمومی، نشان داد که جهان باید دریک حالت تکوینی باشد و نیز این که جهان در حال گسترش است (هرچند که فرایندهای دیگر— ضربان و انقباض— امکان‌پذیرند)، یعنی کهکشان‌ها باید درحال دورشدن از یکدیگر باشند. مشاهدات، تیجه‌گیری‌های فریدمان را تأیید کرد.

محاسبه نشان داد که حدود ۱۵ میلیارد سال پیش، جسم مشکله اشیای اختر فیزیکی در یک شیء واحد با تراکم و جرم فوق العاده زیاد (اتم اولیه) متumer کرده بود و منفجر گردید. از آن زمان، کیهان نجومی در حال گسترش بوده است. علم هیچ توضیح روشنی درمورد دلایل این انفجار یا فرایندهایی که پیش از آن رخ داد، در دست ندارد و نمی‌تواند بگویید که این شیء فوق العاده فشرده که جهان ما از آن پدید آمده، به چه صورت بوده است.

پیش از ۲۵ سال پیش، ژرژ گاموف فیزیکدان نظری آن‌چه را عموماً نظریه «انفجار بزرگ»^{۲۰} جهان درحال گسترش می‌دانند، عنوان کرد. گروهی از کیهان‌شناسان نظری شوروی به سرپرستی یا. زلدویچ (عضو فرهنگستان) کمک مهمی به دیدایش این مدل کردند. اگر این فرضیه درست باشد، باید پرتوهایی با دمای $3K^{\circ}$ (درجه بالای صفر مطلق) بر جای مانده باشد. این پرتو حدود ده سال پیش کشف شد و تأیید دیگری بود بسیار ناقص.

بررسی جهان به عنوان یک کل (کیهانی) و به صورت اشیای نجومی جدا گانه (اختر فیزیک) حجم عظیمی از اطلاعات درباره جهان بزرگ فراهم آورده است. اعضای جدیدی نیز به خانواده ستارگان و کهکشان‌ها افزوده شده است. فراخترها (کوازارها)، تپ اخترها (بولسارها)، کهکشان‌های پرتوی، ستاره‌های پرتوایکس و چیزهای دیگر، کشف شده‌اند. اخترشناسان، نواخترها و ابرنواخترها^{۲۱} را دلایل تکوین «جمعیت» ستارگان می‌دانند. قضیه وجود اجسام غریبی به نام «حفره‌های سیاه» را مطرح می‌سازند.

حفره‌های سیاه اشیایی هستند که تشعشع نمی‌کنند، بلکه تنها جذب می‌کنند. علت اطلاق نام مزبور به آن‌ها همین است. منشأ حفره‌های سیاه را بدين ترتیب توضیح می‌دهند که هرگاه جرم ستاره‌ای دویا سه برابر بیش از جرم خورشید باشد، پس از آنکه ذخیره سوخت هسته‌ای اش به پایان رسید، سرخواهد شد و فشار گرمایی آن از بین خواهد رفت (با ایجاد حالت تعادل) و نیروهای گرانشی شروع بمدرهم فشردن آن ستاره می‌کنند. هنگامی که ستاره آنقدر منقبض شود که شعاعش کمتر از شعاع گرانشی آن

$$R_{gr} = \frac{2GM}{c^2}$$

نامحدودی افزایش می‌یابد و ستاره غیرقابل مشاهده می‌شود. با گذشت هرسال، تعداد حقایقی که می‌تواند به عنوان دلایل وجود حفره‌های سیاه مورد تفسیر قرار گیرد، افزایش می‌یابد. به هر حال، هیچ پایه علمی برای این که تاییده نشدن علایم از این اشیا را دلیل «ناپدید شدن ماده» بدانیم، وجود ندارد.

یا. ب. زلدویج وای. د. نوویکوف به درستی این دعاوی ضد علمی را، که در اصل ایده آلیستی هستند، مورد نقد قرار داده‌اند. ناپدید شدن علایم ذراتی که در جریان فروپاشی مدفعون می‌شوند، در حقیقت به معنی مرگ آن ذرات نیست. همچنان که وقتی کسی در پشت دیواری پنهان شود، این را به حساب مرگ او نمی‌گذاریم.

نواخترها (ستارگانی با درخشندگی 10^4 الی 10^5 برابر میزان متوسط) حدوداً سالی یک بار در کهکشان ما ظاهر می‌شوند. ابرنواخترها (که هنگام ظهور درخشندگیشان 10^8 تا 10^{10} برابر میزان متوسط است) بسیار به ندرت مشاهده می‌شوند. طی هزار ساله اخیر، تنها چهار ابرنواختر شناخته شده است.

ثابت شده است که جسم جهان اساساً از تیدروژن (تقریباً 75 درصد جرمی) و هلیوم (تقریباً 35 درصد) تشکیل شده است. این مطلب نیز پذیرفته شده است که هنگامی که ستاره‌ای از تراکم ماده بین ستارگان پدید می‌آید، تابش پرتوان انرژی از آن آغاز می‌شود. این انرژی در اثر تبدیل تیدروژن به هلیوم که یک واکنش گرمایی هسته‌ای است، به دست می‌آید. پس از آن که تیدروژن موجود به مصرف رسید، استحاله عناصر در یک واکنش زنجیری رخ می‌دهد که منجر به تشکیل آهن می‌شود. پیدایش یک هسته آهن در مرکز ستاره، در این مرحله که مرحله انقباض گرانشی است، یک منبع انرژی در مرکز ستاره به وجود می‌آورد و دمای مرکز ستاره روبرو افزایش می‌نمهد. افزایش دما موجب تلاشی آهن به نوترон، پروتون و هسته هلیوم می‌شود. در این فرایند، انرژی جذب می‌شود. همه این‌ها موجب کاهش پایداری می‌شود و درنتیجه انقباض سریع آغاز می‌شود. در عین حال پوسته خارجی ستاره منبسط می‌شود و افزایش عظیمی در درخشندگی رخ می‌دهد. تصویری از تکوین ستاره تا مرحله ابرنواختر توسط فرد هویل، ۲۲، اختصار فیزیکدان انگلیسی و ویلیام فولر، ۲۳، فیزیکدان آمریکایی عرضه شده است.

هر ابر نواختر (با جرمی ۲۵ 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 ابرنواختراها وجود دارد. در همه این فرضیه‌ها سوالات پاسخ نیافتدۀ باقی مانده است.

تب اخترها (یا ستارگان نوترونی) که وجودشان درسال ۱۹۶۸ کشف شد، درحال حاضر بازمانده ابرنواختراها محسوب می‌شوند، هرچند که تنها در بازمانده دو ابر نواختر دیده شده‌اند و درسایر موارد یافته نشده‌اند. در بازمانده سایر ابرنواختران، سحابی‌ها^{۲۴} مشاهده شده‌اند که منبع پرتوهای رادیویی قوی هستند.

زمانی بود که نسل‌های متعدد اخترشناسان حرکات مشابهی را در ستارگان مشاهده می‌کردند و در طول قرن‌ها نوساناتی رخ می‌داد یا به ندرت ابرنواخترانی دیده می‌شدند. اکنون وضع بسیار تغییر کرده است. علاوه بر اجسام کلاسیک نجومی، مشاهداتی در مورد اجسامی صورت می‌گیرد که رفتارشان مثلاً در مقیاس زمانی از درجه ۵۳۳ روز^{۲۵} تا ۵۰ ثانیه که زمان تناوب چرخش سریع ترین تب اخترشناخته شده است بیان می‌شود.

در حال حاضر دو دیدگاه مخالف هم درباره تاریخچه اجسام مادی، که کیهان نجومی را می‌سازند، وجود دارد. بنابر نقطه‌نظری که کلاسیک نامیده می‌شود، زایش و تکوین این اجسام، فرایند تمکن سحابی‌های گازی اولیه است. نقطه‌نظر دیگر که توسط و. آ. آمبارتsumیان^{۲۵} (عضو فرهنگستان) و پیروانش مطرح گردید، حاکی از آن است که جهت اصلی تکوین از اجسام فشرده (یا درست‌تر، فوق العاده فشرده) به‌پخش آن‌هاست. آمبارتsumیان موضوع فعالیت هسته‌های کهکشانی را مطرح ساخت که براساس آن کهکشان‌ها کلاً از اجسام فوق العاده متراکم — که بازمانده‌شان هسته‌هایی است که در حال حاضر قابل مشاهده است — پدید آمده‌اند. کاملاً امکان دارد که این اجسام فوق العاده متراکم چیزی جز ماده دریک حالت خاص و منفرد نباشد که گسترش آن در مقایسه با پخش دیگر (بزرگ‌تر) ماده، با مانع مواجه شده باشد. این هسته‌های ممانعت شده از گسترش، «حفره‌های سفید» نامیده شده‌اند.

وجود دو برحورده بنيادی و مخالف هم نسبت به تکوین جهان نشان می‌دهد که شواهد کافی برای تأیید کامل یکی از این دو درست نیست. پی‌جوبی شواهد بر عهده علوم طبیعی است، نه فلسفه. آن چه برای ما مهم است، برحورده فلسفی با کل مسئله است. این برحورده نیز روشن است: اشیای اخترفیزیکی جدید کشف می‌شود و خواص نوینی از اشیای شناخته شده، معلوم می‌گردد که این‌ها بار دیگر درستی این قضیه را تأیید می‌کند که جهان به عنوان موضوع شناخت، پایان ناپذیر است.

کوشش عده زیادی از فیزیک‌دانان و اخترفیزیک‌دانان کشورهای مختلف، اطلاعات علمی گرانبهایی درباره منشأ ستارگان و سایر اجسام کیهانی، منابع انرژی

موجود در آن‌ها و ترکیب شیمیایی در داخل اجسام کیهانی فراهم آورده است. در مقیاس بخشی از عالم که مورد بررسی قرار می‌گیرد، تلاشی و ترکیب عناصر شیمیایی جنبه‌هایی از یک تضاد دیالکتیکی است که ابدیت، نامحدود بودن و پایان ناپذیری ماده‌در حال حرکت را بیان می‌کند.

مانند در حال حرکت، نامحدود پایان ناپذیر، در کلیت تغییر پذیر خود سازنده جهانی است که موضوع مطالعه علوم طبیعی و از جمله علوم اختر فیزیکی است.

جهان در تنوع صورت‌های محدود خود متجلی می‌شود و هریک از صورت‌ها وحدت دیالکتیکی محدود و نامحدود است. تبدیل پذیری متقابل ذرات بنیادی و میدان‌ها، تکوین منظومه‌های ستارگان، پرتوهای باقی مانده از انفجار بزرگ، تلاشی رادیو اکتیو و تولید عناصر شیمیایی، مانند بسیاری حقایق دیگر، شواهدی از اندرکنش، تغییر، حرکت و تکامل در جهان‌های بینهایت کوچک و بینهایت بزرگند.

مدل‌های مختلف ساختار ماده و میدان، فضاوزمان، کهکشان‌ها، انواع گوناگون ستاره‌ها و کیهان (نجومی) دارای سیر تاریخی‌اند و جنبه‌های خاصی از وجود ابدی ماده در حال حرکت را منعکس می‌کنند.

لئون بریوئین دانشمند بر جسته فرانسوی می‌نویسد: «بحث درباره آفرینش جهان کار با شکوهی است، اما باید به‌خاطر داشت که مدل‌ها متکی به تخیل هستند و نباید از خواتنه انتظار داشت که مدل مبتنی بر انفجار اتمی فاگهانی یا گسترش به‌جلو وعقب از $\infty - \infty + \infty$ را پذیرد. جای شگفتی است که این مدل‌ها حقیقی در آیندو باور کردن آن‌ها بچندان آسان نیست.»^{۲۶}

در حقیقت، همه ملاحظات مربوط به منشأ و پیدایش جهان - به‌مفهوم کل جهان مادی و ماده به‌طور کلی - فاقد معنای علمی است. در عین حال، انتقاد بریوئین نمی‌تواند در مورد نظریه «انفجار بزرگ» صادق باشد. این مدل خاص کیهان شناسی در حال حاضر کاملاً متکی بر مشاهده است. باید توجه داشت در درس‌هایی که در پرتو تکامل فیزیک در قرن بیستم آموخته‌ایم، استدلال‌هایی که برآساس نامحتمل یا غریب بودن یک مدل کیهان شناسی برای رد آن مدل عنوان می‌شود، قابل قبول و متقاعد کننده نیست. اختر فیزیک نوین دارای مدل‌های گوناگونی برای توضیح فرایندها و پدیدهایی است که به‌بخشی از عالم، که در قلمرو مطالعه ماست، مربوط می‌شود. اما مطلق کردن این مدل‌ها، فرضیات و نظریه‌ها، با جوهر علم به عنوان نظام دائم‌التكاملی از معرفت ناسازگار است.

هر مدل یا فرضیه یا نظریه، قاعده‌تاً عناصری از حقیقت مطلق را در خود دارد، اما در کل چیزی جز حقیقت نسبی نیست. حتی نظریه‌ای بنیادی چون نظریه نسبیت عمومی، تنها مرحله‌ای از شناخت جهان مادی است آ. ز. پتروف^{۲۷} متخصص بر جسته شوروی در زمینه نظریه نسبیت، بسیار درست به‌این نکته اشاره کرده است:

۲۶ - Leon Brillouin در کتاب «بانگرهشی به نسبیت» (به زبان انگلیسی)، چاپ ۱۹۷۰.

۲۷ - A. Z. Petrov

«دوران احترام شوق‌آمیز نسبت به فرضیه درخشنان اینشتین به پایان رسیده است. اکنون صدای گام‌های سنگین فرمانروای فیزیک به گوش می‌رسد. این فرمانروای تجربه نام دارد، بهراه خود ادامه می‌دهد و تنها اوست که می‌تواند حکم کند در این فرضیه چه چیز مورد تأیید طبیعت است و چه چیز باید کنار گذاشته شود.»

فلسفه ماورای طبیعی و تفکر مکانیکی با مقولات جامدشان دیگر نمی‌توانند پاسخگوی نیازهای تکاملن پر غلیان و متضاد علم امروز باشند. نفی طرح‌ها و مدل‌های ثابت و در آمیختن نظریه‌های مجرزا، نفی اندیشه نامتفاوت بودن اشیای مادی، پذیرفتن وجود پیوندها، گذارها و وحدت گرایش‌های متضاد، همان‌طور که لینین پیش‌بینی می‌کرد، داشمندان را به تفکر دیالکتیکی در مقوله‌های سیال و فاپایدار سوق می‌دهد. علم خود نشان داده است که تنها نظریه علمی در مورد شناخت، که پاسخگوی نیازهای علوم نوین باشد، نظریه‌شناختی است که از سوی ماتریالیسم دیالکتیک عرضه شده است. به گمان ما شواهدی که در این مقاله آورده شده، به طور متقارن کنده‌ای نقش عظیم ماتریالیسم دیالکتیک را از نظر روش‌شناسی نشان می‌دهد و به خصوص نشان دهنده اهمیت اصل لینین در مورد پایان ناپذیری جهان مادی و اشیای آن است. این اصل به یافتن جهت درست برای پژوهش‌های علمی کمک می‌کند و در فیزیک نوین نقش مهمی بدغاید دارد.

قوانین بقا در فیزیک نوین

(بخش اول)

خانواده در حال گسترش قوانین بقا جزو اصول و قوانین نظری و شناختی است که در پیدایش داشت مربوط به جهان فیزیکی نقش مهمی دارند. در وهله نخست، باید توجه داشت که این قوانین با اصول فلسفی، از قبیل حدوثنایپذیری و پایاننایپذیری ماده و صفات ذاتی آن واصل علیت، ارتباط دارند. می‌دانیم که ماده ابدی است و اشکال بی‌شمار حرکت آن می‌توانند بدیکدیگر تبدیل شوند. این قضایای بنیادی را می‌توان به‌شکل یک قانون عمومی بقای ماده در حال حرکت و تبدیل پذیری اشکال ماده و اشکال حرکت، بیان کرد.

مفهوم بقا، هم ارز مفهوم ماوراء طبیعی تغییرنایپذیری^۱ ماده نیست. ماده، در حالت حرکت و تغییری است که منشأ آن تضادهای درونی موجود در آن است؛ اما در خلال همه این تغییرات، به صورت واقعیت عینی موجود در خارج از شعور ما و مستقل از آن باقی می‌ماند.

بقا و تغییر، جنبه‌های متناسب پدیده‌ها و اشیای طبیعی هستند که در ذهن به صورت قوانین علمی منعکس می‌شوند. تضاد دیالکتیکی بقا و تغییر در قوانین حرکت پدیدار می‌شود. پیشرفت علوم طبیعی — و در رأس همه، فیزیک — پیوسته اطلاعات جدیدی در تأیید تغییرنایپذیری قانون عمومی بقا و تبدیل اشکال ماده و حرکت، به صورت قوانین خاص بقا و تبدیل عرضه می‌کند که تعدادشان در فیزیک دائماً رو به افزایش است.

از میان همه قوانین فیزیک، قوانین بقا و تبدیل به عنوان ابزار یا شیوه شناخت نیروهای پنهان طبیعت، نقش خاصی دارند. مارکس، انگلس و لنین، قوانین بقای شناخته شده در آن زمان، یعنی قانون بقا و تبدیل انرژی را برای ماتریالیسم واحد اهمیت بنیادی محسوب داشتند. لنین در کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی نوشت که همه ماتریالیستها برای اثبات «اصول اساسی ماتریالیسم» قوانین بقا را می‌پذیرند.^۲

برخلاف سایر قانونها، پذیرفتن هر یک از قوانین بقا الزاماً پیدایش یک مفهوم بنیادی جدید را در فیزیک به مراد دارد، مفهومی که قانون مورد بحث، درباره‌اش به کار می‌رود. اینگونه جداسازی مشخصه‌های نامتفاوت (باقي) حرکت، یک گام اساسی و ضروری در شناخت آن است.

1 - Immutability

۱- لنین، «ماده گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار، جلد ۱۴.

یکی از وجوده مشخصه قوانین بقا این است که می‌توانند به صورت محدودیتها یا حتی نفی مطلق ظاهر شوند و مبین این حقیقت باشند که فلان فرایند نمی‌تواند در شرایط مورد نظر رخ دهد. شناخت فرایند مورد بحث، غالباً از همینجا آغاز می‌شود. وقتی کسی به این نتیجه می‌رسد که فرایندی احولًا ناممکن است، در تحلیل نهایی به کشف یک ارزش باقی (محفوظ - ثابت) نایل شده است. یک جنبه مهم قوانین بقا این است که در شکلی کلی و جدا از ماهیت مشخص خود بیانگر امکان‌پذیری یا امکان‌ناپذیری فرایندهای خاصی هستند. این امریکی از تجلیات خصیضه مطلق آنها، یعنی عام بودنشان است، که با عام بودن سایر قوانین علوم، در اصل تفاوت دارد. قانون بقا و تبدیل انرژی، همه اشکال ممکن حرکت و همه انواع اندرکنش را در بر می‌گیرد و با دقت مطلق (در دستگاههای جداگانه) مشاهده می‌شود، در حالی که قانون گرانش عمومی نیوتون (به عنوان مثال)، تنها در محدوده خاصی ازاندرکنشهای مادی (گرانش) صادق است و حتی در این محدوده نمی‌توان دقت آن را مطلق دانست (قوانین گرانش به صورت دقیقتر در نظریه نسبیت عمومی اینشتین بیان شده‌اند).

اکنون بد نیست بدقوانین 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 و پیشرفت نظریه مانند یالیسم دیالکتیکی شناخت شده است.

قانون بقای جرم

حدس وجود قانونی کلی درمورد بقای ماده به دورانهای پیش از تاریخ بر می‌گردد و در نخستین دوران تمدن شناخته شده بود. از زمانهای بسیار دور این نیاز عملی مطرح بود که اشیا را با یکدیگر مقایسه کنند و معیارهایی برای امکان‌پذیری این مقایسه برگرینند. برای این منظور باید اجسامی متشکل از ثابتترین، پایدارترین و بادوهاترین مواد انتخاب می‌شد. برای مقایسه اجسام واشیا، وزنهایی اختراع شد و در زندگی روزمره، تجارت و بعدها در پژوهش علمی، به کار رفت. همه پیش‌فتهای بعدی دانش شیمی، بر تبعط بود با استفاده از وزنه، و به کار گرفتن وزنه مبتنی بر این فرض است که وزن (جرم) مبدأ ثابت باقی می‌ماند.

در آغاز دوران نوین، حجم عظیمی از اطلاعات تجربی، منجر به تأییجی 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 به خاطر مطالعه مستقیم خواص ماده نبود، بلکه این امر حاصل ملاحظات فلسفی کلی در مورد فناناً پذیری همه موجودات نیز بود. این تجربیات به نوبه خود حاصل تعمیم مجموعه داشت اثباتی بود که توسط تجربه جمعی تأیید شده بود.

م. و. لومونوسوف^۲، دانشمند بزرگ روس، تختیین کسی بود که به طور تجربی ثابت باقی ماندن وزن را در جریان واکنشهای شیمیایی نشان داد (سال ۱۷۵۶). کارهای لومونوسوف و پس ازاو، لاوازیه، پایه‌ای برای کاربرد آگاهانه قانون بقای وزن (که آن را با جرم برابر می‌دانستند) در همه آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی و نیز کارهای نظری، بنا نهاد. بدین ترتیب، این قانون بقا به صورت مبنای مکانیک کلاسیک و قانون بنیادی شیمی درآمد.

در آغاز قرن هفدهم، کپلر با تعمیم مشاهدات پرشماری که توسط تیکوبراپه^۳ 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 که سیاره را به خورشید وصل می‌کند، یا بردار شعاعی، در زمانهای مساوی مساحت‌های مساوی را جارو می‌کند؛ مربع دوران تناوب حرکت وضعی سیاره با مکعب فاصله آن از خورشید متناسب است. قابل ذکر است که در سال ۱۶۶۵، رابرت هوک^۴ که سرگرم پژوهش تجربی در قوانین گرانش بود، طی نامه‌ای به نیوتون، مشخصاً یادآور شد که جاذبه با عکس مجدد فاصله بین دو جسم جذب کننده، متناسب است.

اما قانون گرانش در این مرحله به دست نیامد، زیرا برای بیان آن، تعریف مفهوم جرم اجسام که توسط نیوتون انجام شد، ضروری بود. وی تأکید کرد مشاهدات تجربی و نجومی نشان می‌دهد که همه اجسام در تردیکی زمین، به تناسب کمیت ماده‌ای که در هریک موجود است، به سوی زمین کشیده می‌شوند. بنابراین، پیش از نیوتون کسی قادر نبود قانون گرانش عمومی را به دست آورد، زیرا نمی‌توانستند ارتباطی بین این حقیقت که نیروی گرانش تابعی از فاصله است (و آنها بدان آگاه بودند) با هیچ مشخصه ویژه‌ای از اجسام جذب کننده برقرار کنند. نیوتون از عهده این کار برآمد. وی مفهوم

جرم را بیان کرد و توصیف ریاضی قانون گرانش عمومی را به صورت $F = K \frac{m_1 m_2}{r^2}$ عرضه کرد، که در آن K مقدار ثابتی است، m_1 و m_2 جرم اجسام مؤثر بر یکدیگرند و r فاصله بین آنهاست. باید توجه داشت که نیوتون دو مفهوم «ماده» و جرم را برای به شمار نیاورد. نظر او این بود که، مفهوم «ماده» بوضوح عمومیت بیشتری دارد، حال آنکه جرم تنها یکی از وجوده ماده است. بعد از نیوتون بود که برخی از دانشمندان باشتباه، جرم و ماده را برای دانستند.

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

M. V. Lomonosov شیمیدان و نویسنده روس (۱۷۱۱ - ۱۷۶۵)، دنی‌سوفکا شهرزادگاه وی در سال ۱۹۴۸ به نام او خوانده شد. در سال ۱۹۶۵ هم یکی از دهانه‌های آتششانی ماه را به اسم او تامگذاری کردند.

Tycho Brahe (۱۵۴۶ - ۱۶۰۱) ستاره‌شناس و مؤلف دانمارکی که موقعیت سیارات و ستارگان را بدقت رصد کرد.

Robert Hooke (۱۶۳۵ - ۱۷۰۳) فیلسوف، فیزیکدان، شیمیدان و مخترع انگلیسی.

گردید. این مفهوم، در عین حال مشخصات کیفی و کمی اجسام واقع در یک میدان گرانش را در بردارد.

نیوتون ضمن مطالعه حرکت اجسام تحت تأثیر نیروی اعمال شده بر آنها، توصیفی کمیتی برای جرم اجسام در حال حرکتی که مقدار نیروی محرک و شتاب حاصله در جسم معلوم است، ارائه کرد. کار کرد این قانون از مکانیک نیوتون $F = am$ مبتنی براین حقیقت است که نیرو با خواص لختی اجسام مرتبط است و جرم در اینجا در حکم میزان ماند (اینرسی) است.

بنابراین، یک جرم دیگر نیز در مکانیک نیوتون وارد شد که جرم ماند نام دارد و معلوم شد که جرم گرانشی و جرم ماند در هر جسم با یکدیگر برابرند.

رابطه $F = am$ که در آن، a شتاب و m جرم ماند است، عمولاً از سوی فیزیکدانان

به عنوان نمونه‌ای از این حقیقت تفسیر می‌شود که جرم صرفاً ضریب تناسبی بین نیرو و شتاب است. البته، اندازه جرم را می‌توان از این راه بدست آورد، اما گذشته از روابط ریاضی باید خواص فیزیکی واقعی اشیای مادی و نیروهای فیزیکی واقعی را که در مفهوم جرم منعکس می‌شود، درک کنیم.

ارنست مانخ^۶، فیزیکدان اتریشی، با حذف محتوای ماتریالیستی تعریف نیوتون از جرم، به نقد آن پرداخت.^۷ در تفسیر مانخ، علم چیزی جز ثبت اقتصادی تجربه نیست. مفهوم جرم، از دید او، حاوی هیچ نظریه‌ای جز تجربه نیست. او ارتباط بین جرم و مفاهیم ماده و ماندرا نفی می‌کرد. به گفته مانخ، ماند بیان لفظی یک حقیقت تجربی است که عبارت است از تناسب بین نیرو و شتاب. مانخ با قلمداد کردن ماند به عنوان رابطه خاصی بین نیرو و شتاب، رابطه‌ای که از تجربه بدست آمده است، امکان آشکار شدن محتوای فیزیکی مفهوم جرم را منتفی دانست و جرم را تا حد یک ضریب تناسب، تنزل داد. در هر صورت، بر نامه مانخ با اشتیاق چندانی از سوی فیزیکدانان روبرو نشد.

فیزیکدانان ضمن بررسی پدیده ماند، به این نتیجه رسیدند که هر جسم فیزیکی دارای این خاصیت است که تحت اثر عامل خاصی، سرعت خود را بهروال معینی تغییر دهد؛ این خاصیت به صورت یک کمیت فیزیکی به نام جرم ماند بیان می‌شود. مطالعه دقیق نشان داده است که جرم ماند و جرم گرانشی از لحاظ عدد با یکدیگر برابرند. اما اینکه چرا جرم گرانشی و جرم ماند هر شیء فیزیکی بایک عدد واحد بیان می‌شوند و علی‌رغم ماهیت متفاوت نشان با یکدیگر برابرند، رازی است که پاسخ آن هنوز برای علم شناخته شده نیست. برابری جرم ماند و جرم گرانشی نقش مهمی در علم دارد و یکی از اصول اولیه نظریه نسبیت عمومی است.

در مکانیک کلاسیک جرم هر جسم ثابت است. اما در اوآخر قرن نوزدهم، تعدادی از فیزیکدانان بر اساس اطلاعات تجربی این فکر را مطرح ساختند که جرم هر جسم در

۶ - Ernst Mach (۱۸۳۶ - ۱۹۱۶) فیزیکدان و فیلسوف اتریشی.

۷ - نظرات مانخ، که مدعی بود نظام فلسفی اش فراتر از ماتریالیسم وایده‌آلیسم است، در کتاب «ماده گرایی و نقد تجربی» لئین مورد بررسی دقیق علمی قرار گرفت.

حال حرکت ثابت نیست، بلکه به صورت تابعی از سرعت آن تغییر می‌کند. تامسون^۸ فیزیکدان انگلیسی، نخستین کسی بود که در سال ۱۸۸۱ این نظر را مطرح کرد که تمامی جرم الکترون دارای منشأ الکترو-مغناطیسی است. وی کوشید تامینایی نظری برای ادعای فوق ارائه دهد.

قاعدتاً به نظر می‌رسد که قضیه مزبور باید توسط این حقیقت تأیید شده باشد که

$$\text{فرمول واپسینگی جرم به سرعت } v \text{ می‌باشد: } M_v = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (\text{که در آن } m_0 \text{ جرم سکون}$$

جسم، v سرعت آن و C سرعت نور در خلا است) که به وسیله لورنتس از فرنیهای مبنی بر این که ماهیت جرم کاملاً الکترو-مغناطیسی است، استنتاج شد، با ترتیب تجربی بخوبی وفق می‌دهد. اما این وضع پیش نیامد.

نظریه نسبیت خصوصی نشان داد که جرم، هر منشأی که داشته باشد و نه فقط منشأ الکترو-مغناطیسی، تابعی از سرعت است. اکنون فیزیک نیازمند مفاهیم نوی بود: «جرم سکون» و «جرم حرکتی».

با پیشرفت فیزیک، عناصر ساختاری جدیدی از اشکال فیزیکی ماده که همان ذرات بنیادی است، کشف شد. جرم ذرات بنیادی از طریق پژوهش در فرایندهای جهان بینهایت کوچک، به طور تجربی تعیین شده است. اما هنوز نمی‌توان اندازه جرم آنها را ازیک نظریه عمومی بدست آورد.

فیزیک نوین می‌گوید که جرم هر ذره بنیادی، توسط ماهیت اندرکنش آن بایک خلا فیزیکی، معین می‌شود. چون الکترون و پوزیtron تنها در اندرکنش الکترو-مغناطیسی شرکت می‌کنند، عمل جرم‌های یکسانی دارند، مزونهای π مشبت و منفی در دو نوع اندرکنش الکترو-مغناطیسی و هسته‌ای وارد می‌شوند و آنها نیز عمل جرم‌های یکسانی دارند که ۲۷۵ برابر جرم الکترون است، اما مزون π خنثی، که تنها در اندرکنش هسته‌ای ظاهر می‌شود، جرمی ۲۶۴ برابر جرم الکترون دارد. بنابراین، به نظر می‌رسد که توضیحی برای تفاوت جرم پیونهای باردار و خنثی یافته باشیم. اما هنوز این راز در فیزیک نوین گشوده نشده است که چرا الکترون و مزون π که هردو تنها در اندرکنش الکترو-مغناطیسی وارد می‌شوند، جرم‌هایشان مشخصاً متفاوت است.

همچنین باید توجه داشت که اگر دریک میدان، کوانت‌ها – که تبادل آنها موجب اندرکنشهای مربوطه می‌شود – دارای جرم سکون باشند، شاعع عمل محدود خواهد بود؛ در صورتی که ذرات تبادل شده، جرم سکونشان صفر باشد، شاعع عمل بینهایت خواهد بود. نکته فوق نشان‌دهنده یک تفاوت کیفی دیگر بین ذرات دارای جرم سکون و ذراتی است که جرم سکونشان برابر صفر است (فوتوونها و نوتريونها) و دارای این خاصیت مطلوب هستند که می‌توانند با حداقل سرعت ممکن در طبیعت، یعنی C (سرعت نور

— J.J. Thompson — ۱۸۵۶ (۱۹۴۰) فیزیکدان انگلیسی که وجود الکترون را ثابت کرد.

در خلا) به حرکت در آیند.

بنابراین جرم یک مشخصه اتفاقی و کم اهمیت اجسام مادی نیست، بلکه یکی از خواص بنیادی اشیای فیزیکی است و با خصایص حرکت و پایداری نسبی آنها مرتبط است، در فیزیک نوین، جرم یکی از معیارهای تعیین کننده در پایداری هسته اتمهای است: هسته در صورتی پایدار است که تفاوت بین عدد جرمی و بارهسته (تفاوت بین تعداد پروتونها و نوترونهای هسته) از محدوده کوچکی خارج نشود. پایداری هسته توسط انرژی پیوند نوکلئونها بیان می‌شود که عبارت است از کاری که برای جدا کردن یک نوکلئون از هسته، باید انجام شود. انرژی پیوند بهوسیله تفاضل بین جرم هسته و مجموع جرم‌های جداگانه نوکلئونها – پیش از آنکه در هسته گردآیند – تعیین می‌شود. با تکیه بر فیزیک نوین، می‌توان بهاین نتیجه رسید که هم در مورد جرم‌های دوشی، فیزیکی متفاوت و هم در مورد جرم‌های نظری حالت مختلف یک شیء واحد، تفاوت کیفی وجود دارد. باید در بی درک این پدیده مهم باشیم و شاید راهنمایی به درک ماهیت فیزیکی جرم، کشف ارتباطی میان اشیای مادی و میدانهای پیرامون آنها باشد.

در نوشهای مربوط به فیزیک، گهگاه به جملاتی برمی‌خوریم، دایر براینکه جرم، کمیت ماده است. بدنظر ما چنین ادعایی، در بهترین حالت، نادرست است. اینگونه تعریفها نشاندهند تمایل ناخودآگاه به برایر شمردن یکی از خواص ماده (به عنوان واقعیت عینی) با خود ماده، به عنوان یک مقولهٔ فلسفی است. ماده به عنوان یک مقولهٔ فلسفی، و اشکال مشخص ماده – واقعیت عینی موجود در خارج و مستقل از عامل شناخت آن – هردو یک‌چیز واحد نیستند. جرم یکی از خواص ماده است که تنها در برخی از حالات آن وجود دارد.

تعاریف بسیاری از جرم وجود دارد، اما هیچیک را نمی‌توان مطلوب، نسبتاً کامل، یاد بر گیرنده همهٔ تحلیلات این خاصیت مشترک در حالت‌های مختلف ماده در حال حرکت، که موضوع مطالعهٔ فیزیک است، بدمار آورد. در کتابهای درسی فیزیک، تعریفهای زیر برای جرم داده شده است: جرم هر جسم به معنای کمیت ماده موجود در آن است (ک. پوتیلوف)؛ خاصیت بنیادی ماده این است که حجم خاصی از فضا را اشغال می‌کند و دارای وزن است. در واقع در اینجا وزن بسادگی مبنای تعریف ماده قرار گرفته است. جرم اجسام بهوسیلهٔ وزن آنها مقایسه می‌شود: از قانون دوم چنین نتیجه می‌شود که جرم در عین حال اندازه ماندنیز هست (ن. پاپالسکی)؛ در فیزیک، مفهوم جرم به دو خاصیت هر جسم اطلاق می‌شود: خاصیت وزن داشتن و خاصیت لختی داشتن. «لختی» بدین معنی است که جسم خود بخود سرعتش را تغییر نمی‌دهد و برای تغییر سرعت آن، اعمال یک نیروی خارجی لازم است. جرم اجسام بهوسیلهٔ وزن آنها مقایسه می‌شود (ر. پل)؛ در هر جسم شتاب مناسب بانیروست. این ضریب تناسب چیزی است که اندازه جرم یک جسم را، که مشخص کننده میزان لخت بودن جسم است، معین می‌کند (آ. خایکین)؛ جرم خاصیت ویژه‌ای از هرشیه فیزیکی است، خاصیتی که آن شیء را از دیدگاه مقاومت در برایر تغییر سرعتش، توصیف می‌کند (ای. اشترا夫)؛ میزان لخت بودن هر جسم، کمیتی

فیزیکی است که جرم آن جسم خوانده می‌شود (پ. استرلکوف)؛ اجسام مختلف تحت تأثیر نیروهای یکسان، شتابهای مختلفی می‌گیرند و اندازه این شتابها توسط خاصیت ویژه‌ای از جسم معین می‌شود. این خاصیت اجسام بهوسیلهٔ یک مقدار خاص – که جرم جسم نام دارد – بیان می‌شود (س. فریش)؛ در مکانیک، جرم جسم را به عنوان 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 نسبت به سایر مقوله‌های فیزیک برخوردار است؛ برای بیان یک تعریف مناسب، درک عمیقتری در مورد ماهیت اشیای مادی در حال حرکت لازم است. تعریف جرم، به عنوان خاصیتی که در اشکال گوناگون ماده موجود است، به اندازهٔ کافی کلی است، اما هیچ دلیلی ندارد که آن را پایان یافته تلقی کنیم. می‌دانیم که هر خاصیت یک شیء در روابط آن پدیدار می‌شود، اما این روابط در خود شیء ذاتی هستند و مشخصه‌های آن شیء به شمار می‌آیند و بدآن شیء مربوطند، به طوری که خاصیت از رابطهٔ متمایز است، هر چند که توسط آن متجلی می‌شود.

بنابراین، ما قانون بقای جرم را می‌دانیم و آن رادر شناخت طبیعت به کار می‌بریم، اما هنوز نمی‌توانیم دقیقاً بگوییم که جرم چیست، چرا انواع مختلف جرم وجود دارد، یا ماهیت تفاوت بین آنها چیست. این قضیه شگفت‌انگیز است، اما در مورد آن مأیوس نیستیم.

قانون بقا و تبدیل انرژی

قانون بقا و تبدیل انرژی، از هردو جنبهٔ نظری و عملی، برای دیدگاه ماتریالیستی نسبت به جهان اهمیت فوق العاده‌ای دارد. این قانون در میان قوانین بقا جای خاصی دارد، زیرا بدمطلق بودن، حدوث ناپذیری و پایان ناپذیری حرکت مربوط می‌شود.

تا پیش از نیمة دوم قرن نوزدهم، فیزیکدانان هنگام بحث در بارهٔ حرکت، مفاهیمی چون «نیرو» و «نیروی حیاتی» را به کار می‌بردند و اگر هم اصطلاحات «انرژی» و «کار» بدینان می‌آمدند، نقش مستقلی نداشتند و مشتق از مفهوم «نیرو» محسوب می‌شدند. مفهوم «انرژی» تاریخچه‌ای طولانی دارد. این مفهوم در آغاز باشکل مکانیکی حرکت همراه بود.

سپس هامیلتون^۹ تابعی به عنوان نیروی نهفته (پتانسیل) را در دینامیک مطرح کرد (در اصطلاح امروزی، این نیرو بیان کنندهٔ انرژی کل دستگاه در مورد نیروهای ثابت است).

مرحلةٌ بعدی به توضیح ماهیت گرما مربوط می‌شد و سرانجام به اثبات معادل بودن اشکال گرمایی و مکانیکی حرکت منتهی شد.

در تفسیر نظری اطلاعات تجربی راجع به گرما، دو گرایش متمایز وجود داشت. برخی گرما را به صورت سیال و برخی دیگر آن را نوعی از حرکت می‌دانستند. در روسیه قرن هجدهم، لومونوسوف از این نظر پشتیبانی کرد که گرما نوعی از حرکت است. به گفته لومونوسوف، گرما از «حرکت درونی ماده» تشکیل می‌شود.^{۱۵}

با این وجود، سطح دانش در ایام لومونوسوف محدودیتها بی‌در نظریه او راجع به گرما ایجاد می‌کرد. بخصوص، چون لومونوسوف با اشکال غیر مکانیکی حرکت آشنا نبود، در برخورد با پدیده‌هایی که با تبدیلهای شیمیایی همراه بودند، دشواریهای زیادی داشت.

پس از سالها مبارزه علیه نظریه فلوئیستون، معادل مکانیکی گرما کشف شد و این امر به نوبه خود برای اثبات اصل تبدیل یک نوع حرکت به نوع دیگر و قانون بقا و تبدیل اثری، اهمیت عظیمی داشت. در پرتو کارهای بنجامین رامفورد^{۱۶}، همفری دیوی^{۱۷}، نیکولا سادی کارنو^{۱۸}، آساندروولتا^{۱۹}، آتوان لاوازیه^{۲۰}، رابت میبر^{۲۱}، جیمز ژول^{۲۲}، هرمان هلمهولتس^{۲۳}، هاینریش لنز^{۲۴} و رودولف کلاوزیوس^{۲۵}، تصورات گوناگون در مورد سیالهای «بیوزن» بکلی کنار گذاشته شد و اطلاعات لازم برای پیدایش مفهوم نوین اثری بدست آمد.

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

۱۵ - «مجموعه آثار» لومونوسوف، جلد دوم، مسکو، ۱۹۵۱ (به زبان روسی).

۱۶ - Benjamin Rumford (۱۷۵۳ - ۱۸۱۴) فیزیکدان آمریکایی - انگلیسی.

۱۷ - Humphry Davy (۱۷۷۸ - ۱۸۲۹) شیمیدان انگلیسی که ۱۲ عنصر شیمیایی را کشف کرد.

۱۸ - Nicolas Carnot (۱۷۹۶ - ۱۸۳۲) فیزیکدان فرانسوی، از بنیانگذاران علم ترمودینامیک.

۱۹ - Alessandro Volta (۱۷۴۵ - ۱۸۲۷) فیزیکدان ایتالیایی، از نخستین پژوهشگران در باره برق.

۲۰ - Antoine Lavoisier (۱۷۴۳ - ۱۷۹۴) شیمیدان فرانسوی که بنیانگذار شیمی نوین محسوب می‌شود.

۲۱ - Robert Mayer (۱۸۱۴ - ۱۸۷۸) فیزیکدان و پژوهش آلمانی که آزمایشها بی در ترمودینامیک انجام داد.

۲۲ - James Joule (۱۸۱۸ - ۱۸۸۹) فیزیکدان انگلیسی.

۲۳ - Hermann Helmholtz (۱۸۲۱ - ۱۸۹۴) پژوهش، فیزیکدان، ریاضیدان و فیلسوف آلمانی.

۲۴ - Heinrich Lenz (۱۸۰۴ - ۱۸۶۵) فیزیکدان آلمانی که همزمان با فاراده و هنری سرگرم پژوهش در الکتریسیته بود.

۲۵ - Rudolf Clausius (۱۸۲۲ - ۱۸۸۸) فیزیکدان و ریاضیدان آلمانی.

مکانیکی بیان شد. اما اینها هنوز حقایقی جداگانه بود، هرچند که موضوع ارتباط میان اشکال مختلف حرکت، کاملاً در علوم طبیعی جا افتاده بود.

موهر ۲۱، شیمی دان آلمانی در سال ۱۸۳۷ نوشت: «علاوه بر ۵۴ عنصر شناخته شده، تنها یک عامل دیگر نیز در ماهیت اشیا وجود دارد و آن، نیروست، که تحت شرایط مناسب می‌تواند به صورت حرکت، میل ترکیبی شیمیایی، جاذبه مولکولی، الکتریسیته، نور، گرمای و مغناطیس متجلی شود و از هر یک از این پدیده‌ها، همه پدیده‌های دیگر را می‌توان به دست آورد. همان نیرویی که موجب بلند شدن یک چکش می‌شود، اگر بهشیوه دیگری به کار گرفته شود، می‌تواند سبب انجام هر پدیده دیگر شود.»

ماکسی پلانک، ضمن توصیف اوضاع در این زمینه، بدرستی دریافت که: «تنها یک گام تا موضوع مقیاس مشترک همه این نیروهای طبیعت که همگن فرض می‌شوند، باقی مانده است.» از طریق تحلیل تأثیرات حسی و به وسیله تعمیم اطلاعات تجربی در مورد حرکت، یک مشخصه واحد خواص بنیادی حرکت، متمایز گردید که همان انرژی است.

این فرایند نمودار گذار ذهنی از خاص به عام و به مفهومی با محتوای عمیقتر بود. حرکت، نقطه آغاز پیدایش مفهوم انرژی است. به حال، انرژی به عنوان شکلی از وجود ماده به صورت یک کل شخص، خارج از فرایندی که توسط آن شناخته می‌شود و خارج از فرایند ظهور، تثبیت و تحول مفهوم انرژی، وجود دارد.

مفهوم انرژی، که منعکس کننده خاصیت ویژه‌ای از حرکت است، تنها با بررسی و روشن شدن تبدیل‌پذیری متقابل اشکال مختلف حرکت ماده، قابل تفکیک بود؛ این موقوفیت یک جهش انقلابی بود که جرقه اولیه آن، کشف قانون بقا و تبدیل انرژی بوده است. اثبات این قانون در حکم پیدایش مفهومی دایر بر اشکال گوناگون انرژی، ماهیت مادی آنها و تغییر آنها بر طبق یک قانون عمومی خاص بود.

مفهوم انرژی به عنوان یک انتراع، که محتوای اساسی آن در پرتو قانون بقا و تبدیل انرژی آشکار می‌شود، ارتباط متقابل و وحدت اشکال کیفیتاً متفاوت انرژی را در بر می‌گیرد. اکنون انرژی به صورت مفهوم مرکزی در فیزیک درآمده است، مفهومی که دائماً در حال تکامل است و با افزایش اطلاعات و نظرات جدید، معنی تازه‌ای می‌گیرد. می‌بر و هلمهولتس در تکامل تاریخی و منطقی مفهوم انرژی، جای خاصی داردند. آن دو عملاً مفهوم سنتی «نیرو» را بهشیوه‌ای گسترش دادند که اصولاً به شکل تازه‌ای درآمد و آن را به عنوان مقداری قلمداد کردند که هر یک از اشکال حرکت مادی و تبدیل آن به سایر اشکال را توصیف می‌کند.

بیش از می‌بر و هلمهولتس (و حتی در دوران حیات آنها)، «نیرو» «معانی گوناگونی داشت و اغلب در معنای بسیار گسترده‌ای به کار گرفته می‌شد. انگلیس دقیقاً در همین مورد گفته است که: «در مکانیک علل حرکت معلوم فرض می‌شود و بهمنش آنها توجیه نمی‌شود، فقط اثرات آنها در نظر گرفته می‌شود. بنابراین اگر علت حرکت نیرو نامیده

۲۱. Karl Freidrich Mohr (۱۸۰۵ – ۱۸۷۹) شیمیدان و داروگر آلمانی که مخصوصاً به خاطر مطالعاتش در زمینه جسم گازها مشهور است.

شود، در مکانیک اشکالی پدید نمی‌آید، اما بر حسب عادت این اصطلاح به‌فیزیک، شیمی و زیستشناسی نیز منتقل می‌شود و بنا‌گریر موجب سردرگمی می‌شود.»^{۲۲}

می‌پیر در مقاله‌ای به نام «مشاهداتی درباره نیروهای طبیعت بیجان» که در سال ۱۸۴۲ منتشر شد، هدف خود را به صورت توضیح مفهوم «نیرو» و روابط متقابل نیروهای گوناگون بیان کرد. از این مقاله معلوم می‌شود که می‌پیر قضیه «علت معادل معلول است» را به کار گرفت و ضمن استفاده از اصطلاح «نیرو»، در واقع منظورش انرژی بود که خاصیت بقا و تبدیل را دارد. او حتی توانست ارتباط میان پدیده‌های طبیعت بیجان و جاندار را دریابد. وی نوشت که: «هیچ فرایندی نیست که با تغییرشکل نیرو همراه نباشد!» او با تکیه بر جنبه کیفی نیروها، آنها را نه به صورت تبدیل‌پذیر به یکدیگر، بلکه به اشکال گوناگونی که در طبیعت ظاهر می‌شوند، در نظر گرفت.

می‌پیر بر خصلت مستقل اشکال حرکت تأکید می‌کرد، که این نشاندهندۀ دیدمادی است. وی نوشت: «هیچ ماده مجرد وجود ندارد.» او با مفهوم ضدعلمی تأثیر «نیروهای حیاتی» در دنیای گیاهان و جانوران بهشدت مخالف بود و فعالیت حیاتی آنسان را جلوه‌ای از تغییر در اشکال انرژی می‌دانست، هر چند به کیفیت منحصر بفرد فرایندهایی که در زیستمندان زنده رخ می‌دهد، توجه داشت.

با اینهمه، می‌پیر نمی‌توانست از تصور ماورای طبیعی نیروهای «بیوزن»— که آنها را در برابر ماده مادی قرار می‌داد — خود را برهاشد. وی در یکی از آخرین آثارش، در سال ۱۸۵۵ نوشت: «نیروها چیزهایی تغییر پذیر، نابود نشدنی و — برخلاف ماده — بیوزن هستند.»

هرمان هلمهوولتس که در کشف قانون بقاوت‌تبدیل انرژی شرکت داشت، در آثار خود، ناممکن بودن ماشین کار دائم را مینا قرار داد. برخلاف می‌پیر که اساساً اصطلاح «نیرو» را تنها به یک معنی به کاربرد و منظورش چیزی جز انرژی نبود، هلمهوولتس گرچه بارها به همان معنای مورد نظر می‌پیر از این اصطلاح استفاده کرد، در مواردی دیگر آن را در معنای «بدوی» نیرو که در مکانیک نیوتون منظور می‌شود، به کاربرد. همچنین، هلمهوولتس محدوده این مفهوم بنیادی فیزیکی را بصراحت مشخص نکرد و این خود نشاندهندۀ فقدان درک روشن او از انرژی به عنوان یک مشخصه کیفیتاً جدید حرکت داشت بود. با این وجود، در هر مورد معین، بدقت می‌توان دریافت که او در استفاده از اصطلاح نیرو چه منظوری داشته است.

هلمهولتس، ضمن آزمایش پدیده‌های گوناگون فیزیکی، معیار مطلقی برای «نیروی حیاتی» تعیین کرد (اندازۀ کار به دست آمده یا مصرف شده)، کاری که از سوی می‌پیر انجام نگرفت. هلمهولتس مانند می‌پیر با نظریه سیال بودن گرما مخالف بود و بی‌پایه بودن آن را نشان داد. وی جدایی ناپذیری «نیروها» را از ماده قبول داشت و منظورش از ماده، هر چیز موجود در طبیعت بود. هلمهولتس در این مورد نوشت: «منشأ پدیده‌های

۲۲— انگلس، «آتنی دورینگ».

طبیعی، حرکت ماده است.» بررسی آثار هلمهوولتس نشان می‌دهد که او تفکیک‌ناپذیری حرکت را از ماده دریافت نمود. وی «نیروهای» پرشمار طبیعت را در دونوع «نیرو» خلاصه کرد که بهنظر او بنیادی بودند: «کشش» و «نیروهای حیاتی». هلمهوولتس معتقد بود که کلیه اشکال انرژی یا نهفتاند («کشش»)، یا جنبشی («نیروهای حیاتی») و انرژی کل، مجموع این «نیروها»ست. این درک از انرژی عملاً بررسی جداگاهی اشکال مختلف حرکت ماده را بی‌معنی ساخت. همچنین، قابل توجه است که هلمهوولتس ضمن مطرح کردن مفهوم انرژی نهفته بهنام «کشش»، هیچ تعریف فشرده‌ای از این مفهوم به دست نداد و این امر در سالهای بعد مشکلات چشمگیری در فیزیک ایجاد کرد. بعلاوه اینگونه ساده کردن مفهوم انرژی، وجود کیفی اشکال مختلف انرژی را نادیده می‌گیرد. انگلس بهتر خورد یک بعدی هلمهوولتس با مفهوم انرژی توجه کرد و برای به حساب آوردن جنبه کیفی این مفهوم مهم فیزیکی اهمیت فراوانی قایل شد.

پس می‌بینیم که بیان هر مفهوم علمی، حتی مفهومی کلی چون انرژی، می‌تواند در عین حال دارای نکات ذهنی و عینی باشد. این امر نشان‌دهنده اهمیت عظیم دید داشتمندان نسبت به جهان، برای تکوین و تفسیر مفاهیم و قوانین علمی است. می‌بیر، ژول وهلمهوولتس ثابت کردند که یک رابطه کمیتی بین اشکال کیفیتاً متفاوت حرکت وجود دارد. معیار کلی این رابطه، کمیت جدیدی است که انرژی نام دارد.

سرانجام، برای یکی از مهمترین پدیده‌های طبیعت، یعنی تبدیل شکلی از حرکت بدشکل دیگر، توضیحی کم و بیش قانع کننده یافته شد. همچنانکه انگلس نوشت: «همه عوامل بیشمار موثر در طبیعت که تا کنون بوجود می‌باشند و توضیح ناپذیر نیروهای گوناگون — مکانیکی، گرمایی، تشعشع (نور و گرمای تابشی)، الکتریسیته، مغناطیس، نیروی شیمیایی تجزیه و ترکیب — ربط داده می‌شوند، اکنون محققان اشکال خاص و شیوه‌های وجود یک نوع واحد انرژی، یعنی حرکت، محسوب می‌شوند... یک مقدار مفروض انرژی در یک شکل آن همیشه به یک مقدار مفروض انرژی در شکل دیگر از آن مربوط می‌شود.»^{۲۲}

بالاینکه قانون بقا و تبدیل انرژی، مفهوم انرژی شامل خاصیتی شد که در اشکال مختلف حرکت ماده مشترک است، این خاصیت عبارت است از قابلیت تبدیل به یکدیگر در کمیتها مشخصاً معادل.

این کیفیت کلی در مفهوم انرژی، به طور دیالکتیکی با یک کیفیت خاص همراه است، زیرا مفهوم انرژی که بیانگر ماهیت حرکت است، سراسر قلمرو اشکال خاص انرژی را در بر می‌گیرد و بدین ترتیب مکانیک گرایی را — که همه این اشکال گوناگون انرژی را در یک نوع انرژی، انرژی حرکت مکانیکی، خلاصه می‌کند از اعتبار می‌اندازد. نادرستی دیدگاه مکانیستی را تمامی تاریخ تکامل علم به ثبوت رسانده است. انرژی در حالت کلی، یک تحرید است زیرا تنها در اشکال متنوع حرکت واشکال

۲۲— انگلس، «دیالکتیک طبیعت».

خاص انرژی وجود دارد، نه به شکل انرژی صرف و مجرد. در هر شکل خاص انرژی، هم وجوده کلی و هم وجوده انفرادی، وجود واقعی دارند. با اینحال، وجوده انفرادی (مثلاً فلان شکل خاص از انرژی) فیضه به طور کامل با مفهوم کلی انرژی مرتبط نیست، زیرا این مفهوم منعکس کننده مجموعه تمام جنبه‌های گروه خاصی از پدیده‌ها در واقعیت و اندرکنش آنهاست (یعنی اشکال گوناگون حرکت ماده). ارتباط وحدت کلی و خاص در مفهوم انرژی اولاً در قانون وحدت و تضاد ضدین و ثانیاً در توالی قدم بقدمی، که در فرایند شناخت حوزه مفروضی از پدیده‌های واقعیت عینی نهفته است، متجلی می‌شود.

مفهوم کلی انرژی از طریق اشکال خاص آن ظاهر می‌شود. مثلاً در آغاز این مفهوم دو شکل انرژی یعنی انرژی جنبشی و انرژی نهفته را بایکدیگر پیوند داد و سپس در معنایی وسیعتر، حوزه‌های جدیدی از واقعیت مادی را دربر گرفت. بدین ترتیب، انرژی گرمایی، انرژی کشسانی، انرژی الکتریکی، انرژی شیمیایی، انرژی تابشی، انرژی هسته‌ای و غیره، از یکدیگر جدا شدند و بیان خاص خود را یافتنند.

تکامل مفهوم انرژی مثال خوبی از فرایند دیالکتیکی شناخت است. این مفهوم، اطلاعات موجود آن زمان را در باره حرکت جذب کردتا به صورت مفهوم کلی مورد قبولی در علم درآید، اما در همان شکل منجمد نماند و به تکامل خود وزایش نظرات نو ادامه داد. مفهوم انرژی بدین ترتیب خود ابزاری برای شناخت و وسیله‌ای برای پیدایش نظریات جدید گردید. پیدایش این مفهوم از یک سو نقطه آغاز دورانی در تکامل علم بود و از سوی دیگر تعدادی مسئله جدید پیش آورد. این موضوع، در اساس یک مسئله مهم علمی و فلسفی است، مسئله رابطه تضادی بین شکل و محظوظ، عام و خاص؛ مسئله تمرکز و انتقال انرژی در فضا و سرانجام مسئله پیوند آن با سایر مفهوم‌های علمی.

نظرات مربوط به تمرکز و انتقال انرژی در فضا، توسط ن. آ. او مووف^{۲۴} مطرح شد. او نظم حرکت انرژی را بیان کرد و مفهوم بردار شار انرژی را به میان کشید^(۱۸۷۴). این نظرات در آثار جان پویتینگ^{۲۵}، فیزیکدان انگلیسی، تکامل پیشتری یافت. او مووف ضمن استفاده منطقی از قانون بقا و تبدیل انرژی، به این نتیجه رسید که یک محمل مادی برای همه اشکال انرژی وجود دارد. او اشکال مختلف انرژی را با اشکال مختلف حرکت پیوند داد و حرکت را از ذرات مادی غیر قابل تفکیک دانست. وی نوشت: «عنصر حجم، در هر محیط دلخواهی که اختیار شود، به خاطر حرکت ذرات داخلش، در هر لحظه از زمان دارای مقدار خاصی انرژی است.» بدین ترتیب، او مووف مفاهیم نوینی چون شار انرژی، جهت و سرعت انرژی، چگالی انرژی و جزاینهار امتحان شد.

برداشتهای فیزیکی درباره انتقال انرژی از تکامل مکانیک جریانی^{۲۶} (نظریه‌های کشسانی وئیرو دینامیک) پدید آمد که در آن، محیط به عنوان عامل انتقال وزمینه مادی حرکت انرژی عمل می‌کند، و سپس در الکترو دینامیک کلاسیک به کار گرفته شد.

ماهیت انتقال انرژی عبارت است از انتقال حرکت مادی بر اساس قانون بقا و تبدیل

انرژی. این فرایند خصلتی تناقض آمیز دارد و در عبارات «شار انرژی» و «چگالی شار انرژی» منعکس می‌شود. بنابراین، برای درک ماهیت درونی حرکت ماده، باید جوهر مفهوم انرژی را عمیقاً تحلیل کنیم.

ابداشتگی جنبه‌ها و صفات ذاتی مفهوم انرژی نشانده‌نده گسترش، برد و زرفای فرایند شناخت سطوح مختلف ماده در حال حرکت است. این مفهوم، که ماهیت همه اشکال فیزیکی شناخته شده حرکت ماده را منعکس می‌کند، یکی از پرمحتواترین مفاهیم به نظر می‌رسد. در این مفهوم، هم حرکت اندیشه علمی از مشخص به مجرد و هم درجهٔ عکس، یعنی از مجرد به مشخص دیده می‌شود: چنان‌که دیدیم، مفهوم کلی انرژی، ابزاری است برای داشت خاص، یعنی در تحلیل اشکال حرکت ماده به کار می‌رود.

تکامل مفهوم انرژی در مسیر کلی شناخت، به صورت جهش‌های منقطع – از طریق کشف وجود خاص حرکت ماده (کیفی و کمی، تغییر پذیری و پایداری وغیره) – رخ می‌دهد، اما در عین حال برپایهٔ وحدت تحلیل و ترکیب استوار است.

در فیزیک نوین، «انرژی» یکی از مفاهیمی است که با بیشترین تکرار به کاربرده می‌شود. اما، مانند مفهوم جرم، هنوز تعریف کم‌ویش یک‌نواختی به دست نیاورده است و در کتابهای فیزیک مختلف، تعریفهای گوناگونی برای آن داده شده است. مثلاً آرنولد زومرفلد^{۲۷} می‌نویسد: «هر دستگاه ترمودینامیکی دارای کمیتی است که حالت آن را مشخص می‌کند. این کمیت، انرژی آن دستگاه است ... اگر کسی بخواهد واژه انرژی را ترجمه کند، که البته کار چندان معقولی نیست، باید از عبارت «ذخیره کار»^{۲۸} استفاده کند.» در کتاب «فیزیک عمومی» ژان روسل می‌خواهیم: مفهوم انرژی از مفهوم نیرو و گرفته شده است، یعنی تغییر مکان نیرو = کار معادل انرژی است. آ. کیتای گورودسکی می‌نویسد: «انرژی، یعنی قابلیت انجام کار، قابعی از حالت جسم است.» ای. کاشین می‌گوید: «مهمترین معیار قابلیت انجام کار یک دستگاه در یک حالت خاص، انرژی آن دستگاه، در آن حالت خوانده می‌شود... در این مورد اصطلاح خاص انرژی به کار رفته است و معلوم شده است که انرژی بالاندازه کار مکانیکی ارتباط تردیدک دارد.» س. فریش تأکید می‌کند: «تعداد زیادی حقایق مرتبط به یکدیگر حاکی از آن است که با به کار بردن کمیتی فیزیکی چون انرژی می‌توان توصیفی عینی از اشکال مشخص ماده در حال حرکت، گهه در فیزیک به آنها بر می‌خوریم، ارائه کرد. انرژی نمودار تابع ساده‌ای از حالت دستگاه است، که تغییر آن به وسیلهٔ مجموع معادله‌های مکانیکی اثرات خارجی اعمال شده بر دستگاه، تعریف می‌شود.»

بنابراین، بسیاری از مولفان، انرژی را به صورت «تابع حالت دستگاه» یا «ذخیره کار نهفته، قابلیت انجام کار»، تعریف کرده‌اند. با این‌همه، تحلیل موقعیت و نقش مفهوم «انرژی» در مجموعهٔ داشت فیزیکی مارا برآن می‌دارد که تعریف انرژی را به صورت تابعی از حالت یا «قابلیت انجام کار»، ناقص وغیر کافی بدانیم.

۲۷ Arnold Sommerfeld (۱۸۶۸ - ۱۹۵۱) فیزیکدان آلمانی که به پژوهش در الکترو مغناطیس و طیف اتمها پرداخت.

۲۸ در زبان فارسی نیز گهگاه اصطلاح «کارمایه» به عنوان معادلی برای انرژی پیشنهاد شده است.

قوانین بقا در فیزیک نوین

(بخش دوم)

تعریف انرژی به عنوان تابع حالت دستگاه، نخست در دستگاههای ماکروسکوپی به کار رفت. برای ارائه تعریف مناسبی از تابع حالت چنین دستگاهی، لازم است ابتدا حالت دستگاه توصیف شود. برای این کار، شخص باید اندازه هریک از متغیرها را که مجموعاً حالت مفروض دستگاه مورد نظر را مشخص می‌کند بداند، زیرا «حالت هر دستگاه مادی در یک مقطع زمانی مفروض عبارت است از مجموعه تمامی مقادیری که، اندازه‌های لحظه‌ای آنها جریان فرایند واقع در دستگاه را در بستر زمان معین می‌کنند.»^۱ این تعریف از انرژی برای کاربردهای عملی بسیار سودمند است، اما اشکالش در این است که تأثیرات خارجی را ندیده می‌گیرد، در حالی که انرژی کل هر دستگاه مادی تا حدی به شرایط خارجی وابسته است. تعریف انرژی به صورت تابع حالت، تنها در صورتی کلیترین تعریف است که انرژی خود تابع حالت یک دستگاه مادی باشد. بدعاصرت دیگر، مفهوم «انرژی» شامل تابع حالت است، اما خود آن نیست و در آن هم خلاصه نمی‌شود.

تعریفی که ماکس پلانک برای انرژی می‌دهد، قابل توجه است. او می‌نویسد: «بنابراین انرژی هر دستگاه برابر است با مجموع معادلهای مکانیکی همه تأثیراتی که خود بخود از دستگاه مشاهده می‌شود هنگامی که دستگاه از حالت مفروض به حالت معینی که حالت عادی فرض می‌شود، تغییر کند.»^۲ انرژی هر دستگاه مادی را به معنای ذخیره کار آن، تنها در رابطه با یک حالت صفر اختیاری دستگاه می‌توان تعریف کرد. انگلیس از دیدگاه نیازمندیهای ماتریالیسم دیالکتیک رشد یابنده، با مسئله انرژی سروکار یافت؛ اما در پرتو روش شناسی عمومی شناخت که او و مارکس پدید آورده بودند، قضایایی در مورد انرژی مطرح کرد که از سطح پیشرفت فیزیک در آن زمان بسیار جلوتر بود. مثلاً، در تحلیل مفهوم انرژی، انگلیس از اصل کلی فلسفی هبنتی بر وحدت بقا و تغییر که توسط خودش عنوان شده بود، آغاز کرد. فیزیک تنها در نیمه دوم قرن بیستم این قضیه را پذیرفت.

۱- ماکس پلانک، «اصل بقای انرژی» (به زبان آلمانی) ۱۹۲۱.

۲- ماکس پلانک، «مباحثی از ترمودینامیک» (به زبان آلمانی) ۱۹۵۴ و همچنین پانویس شماره ۱.

این اصل در آثار تعدادی از فیلسوفان شوروی مشخصاً ظاهر شده است. مثلاً، او فچینیکوف^۳ می‌نویسد: «مفهوم انرژی منعکس کنندهٔ فعالیت درونی ماده است.^۴» در فیزیک نوین، محتوای مفهوم انرژی توسط موضوع کلی تبدیل پذیری متقابل اشکال حرکت ماده، اشکار می‌گردد.^۵ و همچنین این‌که: «انرژی در فیزیک کلاسیک و فیزیک نوین، طبق معمول معیاری از حرکت است، معیاری که در فرایند تبدیل کیفی اشکال حرکت ماده، روشن می‌شود.»^۶

او فچینیکوف در یک 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 به عنوان میزان حرکت ماده در خلال تبدیل کیفی اشکال حرکت.»^۷ ب. م. کدروف^۸ 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.»^۹

این گونه تلقی از تعریف مفهوم انرژی موجب می‌شود که بتوانیم آنچه را که 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 از آنجا که همهٔ فرایندهای مزبور معلول شرایط هستند، همیشه از طریق انتقال حرکت مادی و در تیجهٔ انتقال انرژی، به وقوع می‌پیوندند. یکی از مهم‌ترین بنیادهای پیوند علت و معلول واقعی، تبدیل عمیقاً کیفی اشکال حرکت ماده است. به ناجار باید سخن ماسکس پلانک را پذیرفت که می‌گوید: «سرعت و سادگی نسبتاً حیرت‌انگیز پذیرش قضیه‌ای با حوزه‌ای به گستردگی عظیم حوزهٔ بقا و تبدیل انرژی، پس از غلبه بر مشکلات اولیه، علاوه بر استدلال‌های استقرایی افراد گوناگون، عمدتاً مرهون موضوع پیوند رونی آن با قانون علت و معلول است.» همچنین در پرتو همین موضوع است که می‌توان فرض اولیهٔ می‌بر را در بیان قانون بقای انرژی درک کرد: «علت = معلول.»^{۱۰}

3 - N. F. Ovchinnikov

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

۵- همان پانویس شمارهٔ ۴. ع همان پانویس شمارهٔ ۴.

۷- ن. ف. او فچینیکوف، «قوانین بقا در فیزیک و علیت پدیده‌های طبیعی»، در کتاب «مسایل علیت در فیزیک نوین»، (به‌زبان روسی) ۱۹۶۰.

8 - B.M. Kedrov

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

۱۰- برخی جنبه‌های پیوند میان شرطی بودن علیتی پدیده‌های طبیعی و قانون بقا و تبدیل انرژی در کتاب «مسایل علیت در فیزیک نوین»، طی مقاله‌ای و. کوزتسوف و ن. ف. او فچینیکوف، بررسی شده است.

در بررسی ماهیت مفهوم انرژی و قانون بقا و تبدیل انرژی، برخوردهای الکتیکی، که کارآیی موثر آن به عنوان 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، نه تنها به عنوان قانون بقا، بلکه همچنین به عنوان تبدیل انرژی، تأیید کنیم. بالا فاصله پس از اثبات قانون بقای انرژی، یعنی از آغاز نیمة دوم قرن نوزدهم تا فرارسیدن آغاز قرن بیستم، کار کرد بقا تنها در پهنه فیزیک مشهود بود. سپس پذیرفته شد که همین کار میان امکان ناپذیری ظهور چیزی از هیچ، یا تبدیل چیزی به هیچ که از مبانی مفهوم انرژی است – می‌باشد.^{۱۱}

پس از آن، کار کرد تغییر به عنوان مبنا اختیار شد زیرا پیوند متقابل ووابستگی دوسویه اشکال گوناگون انرژی (و در نتیجه، اشکال گوناگون حرکت) را شان می‌دهد. بالاخره پس از گذشت زمانی دراز فیزیکدانان توانستند به محدودیت‌های این برخورد ماوراء طبیعی پی ببرند. منطق درونی تحول علوم، مستلزم بازنگری دیالکتیکی به بقا و تغییر – به عنوان جوهر مفهوم انرژی – و همچنین قانون بقای انرژی، بود. کشف قانون بقا و تبدیل انرژی در آغاز با پیشرفت مکانیک مرتبط بود. اما سرانجام در پرتو آزمایش‌های جدید و بررسی نظری تتابع آنها، معلوم شد که ماهیت این قانون بسیار ترکیبی است و از قوانین عمومی طبیعت می‌باشد. این امر امکان پیشرفت سریع نظریه فرایندهای گرمایی را فراهم ساخت، و این به نوبه خود منجر به پیدایش ترکیبیاتیک گردید. قانون بقا و تبدیل انرژی در بررسی پدیده‌های الکتریکی و مغناطیسی نقش بویژه با اهمیتی داشته است در حالی که یکتاپی و ویژگی این پدیده‌ها، کاربرد هیچ مفهوم دیگری را که از مکانیک گرفته شده باشد، ممکن نساخته است.

ماکس پلانک در کتاب اصل بقای انرژی خود که در سال ۱۸۸۷ منتشر شد، تحلیل فیزیکی درخشانی از اصل مورد بحث به عمل آورده است. باید به خاطر داشت که ملاحظات و نتیجه‌گیری‌های فیزیکی ماکس پلانک با نظرات فلسفی او در آمیخته است. مثلا از دید او اصل بقای انرژی نه تنها بیان تغییرناپذیری کل انرژی دستگاه است (یک حکم منفی و کمیتی)، بلکه همچنین نشانه لزوم تغییر و گذار انرژی از شکای به شکل دیگر می‌باشد (جنبه مثبت و کیفی)، زیرا معادله واحد ثابت بودن انرژی را می‌توان به چند معادله بسط داد که هریک مشخص کننده تغییر انرژی در بخشی از دستگاه باشد. تغییرات دستگاه را در طول زمان نیز می‌توان به همین شیوه توصیف کرد. به علاوه، پلانک مثلا بر خلاف هلمهولتس، طرفدار توصیف مکانیکی کلی برای همه پدیده‌های طبیعی نبود؛ پلانک به صراحت ابراز داشت که این اصل مکانیکی به هیچ وجه از قانون بقای انرژی نتیجه نمی‌شود، در حالی که قانون مزبور باید نقطه عزیمتی برای فیزیک باشد.

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

۱۱- همان پانویس شماره ۱۱.

توسط انگلیس تشریح شد. او این قانون عظیم و بنیادی حرکت محسوب کرد و گفت: «وحدت همهٔ حرکت‌ها در طبیعت دیگر تنها یک ادعای فلسفی نیست، بلکه حقیقتی از علوم طبیعی است.»^{۱۲}

اثبات قانون بقا و تبدیل انرژی، در کنار کشف یاخته و نظریهٔ تکامل داروین، یکی از سه کشف عظیم و بنیادی قرن نوزدهم بود که مبنای ماتریالیسم دیالکتیک را در علوم طبیعی فراهم ساخت. انگلیس خود در دههٔ ۱۸۵۰ بهاین نکته اشاره کرد که بهیاری این کشفیات، «علوم طبیعی تجربی چنان پیشرفت‌هایی کرد و به آن چنان تتابع درخشنانی دست یافت که نه تنها غلبهٔ کامل بر مکانیک گرایی یک بعدی قرن هجدهم را ممکن ساخت، بلکه خود علوم طبیعی نیز در اثر اثبات پیوندهای متقابل موجود در طبیعت میان حوزه‌های مختلف پژوهش (مکانیک، فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و غیره) از صورت تجربی خارج شد و به‌شکل علمی نظری درآمد و با تعمیم تتابع حاصله، صورت منظومه‌ای از دانش مادی طبیعت را به‌خود گرفت.»^{۱۳}

ماده جز در حرکت، یعنی در فرایند پیوستهٔ تغییر حالات، نمی‌تواند موجود باشد. از آنجا 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 یک 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، یک مشخصهٔ کمیتی که برای همهٔ اشکال تجلی حرکت مشترک است. انگلیس بدروستی انرژی را این مشخصهٔ بنیادی حرکت دانست.

انگلیس 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 منتفسی می‌گردد.»^{۱۴}

چند قانون بقای دیگر در فیزیک کلاسیک و فیزیک 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. مثلاً، در حرکت یک ذره باردار در میدان الکتریکی یکنواخت، دو تصویر رایمپالس آن در صفحه‌ای عمود بر

۱۲- فردریک انگلیس، «دیالکتیک طبیعت». ۱۳- همان پانویس شماره ۱۲.

۱۴- فردریک انگلیس، «آتنی دورینگ».

میدان، ثابت باقی می‌مانند.

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

تاریخچه شناخت این قوانین مکانیک و تکامل مفاهیم مربوطه، از تکامل فن آوری (تکبیل‌وژی) و افزایش کلی دانش علمی جدا نیست. اما هردو قانون فوق‌الذکر حوزهٔ تجلی ماکروسکوپی محدودتری در مقایسه با قانون بقای انرژی دارند، از این‌رو کلیت آنها تنها با پیدایش الکترودینامیک، فیزیک ایستایی (استاتیک) و نظریه جنبشی، نظریهٔ نسبیت و سرانجام، مکانیک کواتروم آشکار گردید.

نظریهٔ نسبیت نشان داد که انرژی و ایمپالس، مؤلفه‌های یک اندازهٔ واحد حراست؛ اندازه‌ای که بردار چهار بعدی انرژی است و ایمپالس خوانده می‌شود. همچنین نظریهٔ نسبیت لروم کاربرد مفهوم ایمپالس را در حوزهٔ الکترومغناطیس ثابت کرد، هرچند که این امر قبلاً به عنوان نتیجهٔ بدیهی نظریهٔ ماکسول و آزمایش‌های لبد در مورد فشار نور، محرز شده بود.

«قانون طلایی» مکانیک کهن را می‌توان نخستین تجلی قانون بقای مقدار حرکت زاویه‌ای، به معنای ایستایی آن به شمار آورد. قانون مساحت‌های کپلر نیز قانون بقای مقدار حرکت زاویه‌ای برای یک کمیت پویاست.

انتقال مفهوم مقدار حرکت زاویه‌ای به اشکال غیر مکانیکی حرکت، تنها با ظهور مفهوم اسپین ذرات بنیادی و کاربرد این مفهوم در میدان الکترومغناطیسی، یعنی در مکانیک کواتروم و الکترودینامیک کواتروم، امکان پذیر شد (اسپین یک مشخصه کواترومی – مکانیکی ذرات یعنیایت کوچک است، مشخصه‌ای که به مقدار حرکت زاویه‌ای درونی آنها مربوط می‌شود).

پیشرفت‌های بعدی فیزیک موجب شد که دو قانون بقای متفاوت (در مورد جرم و انرژی) در یک قانون بقا ادغام شوند که می‌توان آن را هم به صورت بقای جرم کل یک دستگاه مجزا (جرم به معنی جدید کلمه) و هم به صورت بقای انرژی کل یک دستگاه شتابدار (انرژی به معنای جدید)، به کاربرد. این پیروزی گام دیگری در جهت غلبه بر دیدگاه مکانیکی نسبت به طبیعت بود که بر اساس آن شکاف عبور ناپذیری میان ماده و حرکت و در نتیجه بین مشخصه‌های ماده از قبیل جرم و انرژی، وجود داشت.

تفکیک ناپذیری ماده و حرکت و حدوث ناپذیری و فناوری ناپذیری آنها که توسط ماقریالیسم دیالکتیک به عنوان چکیدهٔ دانش بشر نسبت به طبیعت اثبات گردید، اکنون دیگر ادعاهای فلسفی صرف نیست و به صورت حقایقی از علوم طبیعی درآمده است.

هم‌زمان با گسترش کاربرد قوانین بقا، نفوذ ژرفتر به قلمرو ماهیت آنها نیز ممکن گشت. در سال ۱۹۱۸، یک ریاضی‌دان آلمانی به نام امی نوئر^{۱۶} نتیجه‌ای بسیار

کلی در توضیح منشأ مقادیر باقی (ثابت) و طریقه به دست آوردن آنها در هر نظریه به دست آورد (که قضیه نو تن خوانده می شود). از قضیه مزبور نتیجه می شود که قوانین مشخصه های خاص هر دستگاه مادی مستقیماً با حضور خواص تقارنی مربوطه در آن دستگاه پیوند دارند، مثلاً انتقال محورهای مختصات که تقارن دستگاه را نقض نمی کند، تابع لاگرانژ را ثابت نگاه می دارد. از اینجا می توان وجود یک انتگرال جمع پذیر خاص را برای حرکت، نتیجه گرفت. اگر این قضیه را در مورد مکانیک کلاسیک به کار ببریم، چنین نتیجه می شود که: اگر یک دستگاه مادی مجزا شود یا شرایط بیرونی آن ثابت بماند، در آن صورت تابع لاگرانژ قطعاً بستگی به زمان نخواهد داشت یعنی در خلاف رفتن از یک لحظه زمان به لحظه ای دیگر، تغییر نخواهد کرد. از پایایی (اینواریانس) یا تغییر ناپذیری تابع لاگرانژ نسبت به تغییرات بینهایت کوچک در زمان، بقای انرژی کل هر دستگاه را نتیجه می گیریم. به طریق مشابه، یک جا به جایی خطی بینهایت کوچک در فضای یک دستگاه با انتگرال بسته، منجر به هیچ گونه تغییر فیزیکی در خواص آن نمی شود و به همین علت است که موضوع بقای ایمپالس مطرح می شود. سرانجام، قانون بقای مقدار حرکت زاویه ای در یک دستگاه بسته، از پایایی تابع لاگرانژ نسبت به چرخش های بینهایت کوچک در فضا، به دست می آید. بدین ترتیب با اتكا به حقیقت پایایی هر سیستم — در اثر جابجایی زمانی یا مکانی یا چرخش در فضا — بقای مقادیر جمع پذیر مربوطه را نتیجه می گیریم.

برخلاف انتظار قبلی، معلوم شد که عملیات صوری ریاضیات در مورد اصول پایایی و تقارن، بیان پیوندهای عینی موجود بین خواص فضا و زمان (یکنواختی) و خواص ماده در حال حرکت را که توسط انرژی، ایمپالس و گشتاور ایمپالس توصیف می شود، امکان پذیر می سازد. با این وجود، اشکال ماده در حال حرکت که در فیزیک بررسی می شود خواص دیگری نیز دارند و مقادیر فیزیکی دیگری برای توصیف آنها مطرح شده است. این مقادیر فیزیکی مانند مقادیری که قبلاً مورد بحث قرار گرفت، باقی (ثابت) هستند.

یک مشخصه بسیار مهم ماده در حال حرکت، بار الکتریکی است. کشف الکترون توسط تامسون در پایان قرن نوزدهم و اندازه گیری بار الکtron در میلیکان^{۱۷} در سال ۱۹۱۶، گسته بودن ساختار هر بار را تأیید کرد.

در طبیعت، هیچ باری کمتر از بار الکترون شناخته نشده است و هر بار شناخته شده، مضری از بار الکترون است. کوشش های تجربی برای یافتن بارهای کسری (مثلاً کارهای ارن هافت)^{۱۸} به پیروزی ختم نشد. در سالهای اخیر، این نظر مطرح شده است که ذرات بنیادی خاصی — کوارکها — با بار الکتریکی کسری وجود دارند، اما هنوز هیچ تأیید تجربی در مورد وجود آنها در حالت آزاد، به دست نیامده است.

اکنون مختصرآ ببررسی قوانین بقا در مکانیک کوانتوم و نظریه ذرات بنیادی می پردازیم. مکانیک کوانتوم علاوه بر یاری رساندن به درک ما از قوانین بقای شناخته شده، وجود مقادیر باقی جدیدی را نیز آشکار ساخته است و در هر مرور، بقای یک مقدار خاص با وجود یک تقارن خاص در دستگاه فیزیکی مورد بررسی هر تبیط بوده است. قوانین بقا (به استثنای قانون بقای جفتی) ^{۱۹} در مکانیک کوانتوم ماهیتآ به صورت نفیهایی است که بر حالات و فرایندها اعمال می گردد. این وجود قوانین کوانتومی بقا را می توان در موارد جداگانه به خوبی مورد آزمایش قرار داد.

به عنوان مثال، تبدیل «تصویر آینه‌ای» را در نظر بگیرید که علامت مختصات اشیای مورد بررسی، معکوس می شود. در مکانیک کلاسیک هیچ قانون بقای مربوط به این تبدیل وجود ندارد زیرا تبدیل مذکور پیوسته نیست و بنابراین نمی توان آن را بینهایت کوچک کرد. اما در مکانیک کوانتوم مفهومی بنام جفتی وجود دارد و بقای جفتی در یک دستگاه بسته یا دستگاه واقع در میدان دارای تقارن مرکزی مطرح شده است. این قانون بقا به تبدیل «تصویر آینه‌ای» مربوط می شود. تأثیر فراونده (اوپراتور) جفتی بر تابع موجی ψ عبارت است از تبدیل $\psi \rightarrow \psi'$ به $\psi' = \psi$. چون اعمال مضاعف فراونده جفتی ψ یک تبدیل اینهمانی است، مقادیر مربوط به آن $+1$ و -1 - خواهد بود، یعنی توابع مربوطه در حالت اول، متواالیاً برابر ψ و در حالت دوم یک در میان برابر ψ خواهند بود. بنابراین قانون بقای جفتی میان این است که: اگر حالت یک دستگاه بسته دارای جفتی خاصی باشد، آن جفتی ثابت باقی می ماند. البته در سال ۱۹۵۶ ثابت شد که در اندر کنش ضعیف این قانون نقض می شود.

پژوهش نشان داده است که همه ذرات k (مزونها) که قبل از تصور می شد فرایند تلاشی متفاوتی دارند، در حقیقت در محدوده آزمایش، دارای جرمها و عمرهای یکسان هستند. این موضوع، بخصوص در مورد ذرات موسوم به Θ^+ و π^- صدق می کند که نحوه متناسبی شدن آنها به صورت زیر است: $\Theta^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^-$; $\pi^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^-$ (که در آن π^+ و π^- مزونهای π باردار و خنثی هستند).

پس در اینجا مشکلی پدید می آید: یا بقای جفتی نقض نمی شود و اینها ذرات متفاوتی هستند، که این موضوع با حقیقت تجربی برابری جرم و عمر آنها ناسازگار است، و پا این که اینها ذرات یکسانی هستند که در این صورت جفتی ثابت باقی نمانده است و این خود با اندیشه‌ای که در تمامی روند تکامل فیزیک نظری شکل گرفته است، تنافض دارد. از این رو تردیدهایی در مورد میزان دقیق آزمایش‌های مربوطه پدید آمد. تسونگ دائولی و چن نینگ یانگ ^{۲۰}، فیزیکدانان نظری که در ایالات متحده

۱۹ - Parity، خاصیت تقارنی که تابع موجی وابسته به یک دستگاه دارد.

۲۰ - Tsung Dao Lee (۱۹۲۶-) فیزیکدان چینی - آمریکایی، متولد شانگهای و Chen Ning Yang (۱۹۲۲-) (فیزیکدان چینی - آمریکایی؛ این دو در سال ۱۹۵۷ مشترکاً برنده جایزه نوبل فیزیک شدند.

کار می کردند، در این مورد فرضیه جسورانه‌ای مطرح کردند مبنی بر این که قانون بقای جفتی در مورد اندرکنش‌های ضعیف صادق نیست. آنها بر مبنای این قضیه کلی، اثرات مشخصی را در زمینه تلاشی β و تلاشی مزونها و هیرونها نشان دادند که مؤید ادعای آنها در مورد نقض قانون بقای جفتی بود.

آزمایشی که توسط گروه «وو» ۲۱ در مورد تلاشی β در هسته کوبالت جهت یافته در میدان مغناطیسی صورت گرفت عدم بقای جفتی را تأیید کرد. بی تقارنی تلاشی $e \rightarrow \pi$ که توسط گروه لدرمان ۲۲ ثابت شد، نیز نشان دهنده عدم بقای جفتی در این مورد بود. آزمایش‌های بعدی که از سوی دانشمندان فراوان صورت گرفت، فرضیه لی - یانگ را به صراحت تأیید کرد.

اما یکسره کنار نهادن اصل بقای جفتی با تصور بنیادی ما در مورد خواص فضا که در آن هیچ تفاوت ذاتی بین چپ و راست وجود ندارد، متناقض است. راه خروج از این وضعیت بن بست، شخصیتین بار توسط ل. لاندو فیزیکدان شوروی مطرح شد (لی و یانگ نیز مستقلابه راه حل همانندی دست یافتند).

لاندو پذیرفت که اندرکش‌های ضعیف علاوه بر بقای جفتی، تقارن ذرات و ضد ذرات را نیز نقض می‌کنند، تقارنی که منجر به قانون مستحکم بقا در مورد اندرکش‌های قوی می‌شود. اما لاندو پس از آن، پایایی قوانین طبیعت را نسبت به ترکیب این دو تبدیل (موسوم به واژگونی مرکب) ۲۳ پذیرفت. در حال حاضر، اطلاعات نویافته وجود واژگونی مرکب را زیر علامت سؤال برده است و این خود نشانه محدودیت حوزه عمل جفتی به عنوان مشخصه‌ای از اشیای کواتنومی است.

کار کرد قوانین بقای انرژی، ایمپالس، گشتاور ایمپالس و جفتی در جهان بینهایت کوچک، با خواص تقارن فضا - زمانی مرتبط است (و دلیل یکنواختی و همروندي ۲۴ فضا و زمان است). این امر یک بار دیگر نشان می‌دهد که فضا و زمان اشکال بنیادی وجود ماده در حال حرکت هستند.

کلی ترین خواص اشیای مادی فضا و زمان هستند و به همین دلیل است که قوانین بقا 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 در طبیعت وجود دارد. قوانین بقای مربوط به این تقارن‌ها مستقیماً ساختار و ماهیت این اشیا را منعکس می‌کند. از این جمله‌اند تقارن بار و پایایی آیزوتوپی.

موضوع تقارن بار نخست در هنگام آزمایش معادله دیراک برای الکترون با سرعت زیاد (در حوزه نسبیت) مطرح شد. از این معادله لازم می‌آمد که حالتی از الکترون با انرژی منفی وجود داشته باشد. دیراک برای حل مشکل مزبور، این نظر را پیش‌کشید که همه این حالت‌ها توسط الکترونهایی اشغال شده‌اند و به حکم اصل نفسی پائولی،

الکترون‌های دارای اثری مثبت نمی‌توانند به‌این حالات درآیند. این «زمینه» پرشده اثری‌های منفی، در غیاب سایر ذرات، یک خلاه است.

اگر الکترونی با اثری منفی، به‌میزان کافی اثری دریافت کند به‌حالتی دارای اثری هست درمی‌آید. «حفره»‌ای که در «زمینه» مورد نظر دیراک باقی می‌ماند، مانند ذره‌ای رفتار می‌کند که جرمش برای جرم الکترون ولی بازش مخالف آنست. بدین ترتیب، دو شرط پذید می‌آیند که عالمت مخالف یکدیگر دارند و می‌توانند در اندرکنش باهم از بین بروند (الکترون «حفره» را پر می‌کند) و مقدار معینی اثری آزاد کنند. وجود خند ذرات که می‌توانند به‌همراه ذرات مربوطه «پذید آیند» یا «از بین بروند»، یعنی می‌توانند به‌فوتون تبدیل شوند و به‌عنوان حاصل اندرکنش فوتون‌ها در میدان هسته ظاهر شوند، به‌این صورت به‌طور نظری پیش‌بینی شد.

کمی بعد، کارل آندرسون^{۲۵} فیزیکدان آمریکایی ذره جدیدی در پرتوهای کیهانی کشف کرد که الکترون دارای بار مثبت یا پوزیترون بود. این امر پیروزی بزرگی در پیش‌بینی نظری بود. معادله دیراک علاوه بر آن که رفتار الکترونها را به‌درستی توصیف می‌کند، منعکس‌کننده خاصیتی ذاتی از تقارن طبیعت نیز هست: هر ذره باید دارای یک خند ذره مربوط به‌خود باشد. ضد ذره مربوط به‌پرتو، ضد پرتو (آنکه پرتو) و ضد ذره مربوط به‌نوترن، ضد نوترن (آنکه نوترن)... الى آخر، می‌باشد. همان طور که در مورد هر استقراری پیش می‌آید، فرضیه دیراک نیز نمی‌توانست بدون چون و چرا پذیرفته شود و پیش از کشف خندپرتو، تنها احتمال قوی می‌دادند که چنین ذره‌ای موجود باشد.

کشف ضد پرتو در سال ۱۹۳۵ توسط سگره^{۲۶} و دیگران و به‌دبیال آن، کشف ضد نوترن، پیروزی‌های جدیدی برای نظریه مزبور بود. اکنون ضد ذرات مربوط به‌همه ذرات شناخته شده، یافته شده است.

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

این موضوع به‌طور تجربی و با دقت کافی برای زوج‌های $e^- - e^+$, $\mu^- - \mu^+$, $\pi^- - \pi^+$ به‌تأثیرگذشته است.

25 - Carl David Anderson

— ۲۶ — Emilio Segre (۱۹۰۵ —) فیزیکدان ایتالیایی — آمریکایی که در سال ۱۹۵۹ به‌همراه اوون چمبرلن برنده جایزه نوبل فیزیک شد.

مدل اصلی پدیده مورد بحث (که «زمینه» دیراک نامیده می‌شود)، چارچوب یگانه‌ای بود که به اینجاد نظریه مزبور یاری رسانید. پیش‌فتهای بعدی نظریه ذرات بنیادی «حدودیت‌های مفاهیم اولیه» «زمینه» دیراک را آشکار ساخت.

توصیف همخوان از رفتار دستگاهی از ذرات و ضد ذرات توسط نظریه کواترینه 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 به یک ذره مورد نظر باشد. خاصیت اساسی هر ضد ذره آنست که می‌تواند طی اندرکنش باذره، به تشعیع تبدیل شود.

از حقیقت وجود جهانی پیرامون ما، تیجه می‌شود که ذرات سنگین پایدارند؛ یعنی نمی‌توانند تماماً به ذرات نور تبدیل شوند. مثلاً از آنجا که اتم می‌بیند و اصولاً می‌تواند عمری نامحدود داشته باشد، باید پذیرفت که مانع وجود دارد که نمی‌گذارد پروتون مثلث با جذب یک الکترون بدوفوتون تبدیل شود یا پروتون به پوزیترون تبدیل گردد و یا طی فرایندی از این قبیل پروتون‌ها تماماً تبدیل پذیرند.

پایداری ماده هسته‌ای را می‌توان به صورت قانون بقای تعداد نوکلئون‌ها بیان کرد. با درنظر داشتن هیپرونها و ضد ذرات، قانون مزبور به‌شکل زیر قابل بیان است: تفاضل میان تعداد ذرات سنگین و تعداد ضد ذرات مربوطه، یک ثابت حرکتی است. بقای تعداد ذرات سنگین به‌شکلی کاملاً محسوس ظاهر می‌شود: در همه اندرکنش‌ها، بار هسته‌ای کل یک دستگاه بسته باید ثابت باقی بماند.

یکی از روشن‌ترین قوانین بقای مربوط به تقارن اشیای مادی، قانون بقای اسپین ایزوتوپی است.

نوترون و پروتون ذراتی شبیه به یکدیگرند. تفاوت جزئی در جرم آنها و برابری اسپین‌هایشان، این سؤال را مطرح می‌سازد که: آیا نمی‌توان آنها را حالات مختلفی از یک ذره واحد به‌شمار آورد؟ تقریباً بالافاصله پس از کشف نوترون و پیدایش مدل پروتون - نوترونی هسته، ورنرایز نبرگ درجه آزادی جدیدی برای توصیف نوترون و پروتون مطرح کرد که عبارت بود از یک «متغیر باری» که بنا به فرض دو مقدار مختلف مربوط به دو حالت نوکلئون اختیار می‌کرد: بی‌بار (نوترون) و باردار (پروتون). این نظر بسیار قابل توجه بود اما مبنای فیزیکی کافی نداشت. همچنین تشابه زیاد خواص هسته‌های قرینه آینه‌ای مورد توجه قرار گرفت: قرینه آینه‌ای هر هسته با تبدیل نوترونهای آن به پروتون و پروتونهای آن به نوترون، به دست می‌آید. سرانجام، آزمایش‌های انجام شده درباره پراکنش نوکلئون‌هایشان داد که نیروهای هسته‌ای بین نوکلئون‌ها ($P-N$ و $N-P$ و $P-P$) که در آن P نشانه پروتون و N نشانه نوترون است) دارای انرژی کمی هستند که تقریباً برای حالات دارای گشتاور و جفتی برابر، مقدار یکسانی دارند. این تقارن نشان دهنده وجود خواص ویژه‌ای از تقارن در نیروهای هسته‌ای بود.

تعداد قوانین بقا در نظریه کواتوم و نظریه ذرات بنیادی همچنان روبرو بازیش است. همه قوانین مزبور حاکی از آنند که مشخصه‌های ماده در حال حرکت، همچون خواص ماده و اشکال وجود آن، پایان ناپذیرند.

اصول بقا و تقارن، در کل نقشی بنیادی در همه جنبه‌های فیزیک نوین دارند. کنت فورد^{۲۷}، فیزیکدان معروف می‌نویسد که در علوم نوین «دیدگاه جدیدی نسبت به جهان وجود دارد که در آن قوانین بقا طبیعتاً بد صورت بنیادی ترین احکام قانون طبیعت ظاهر می‌شوند. این دیدگاه جدید، دیدگاهی است مبتنی بر پیجوبی نظم در بی‌نظمی، بدین معنی که نظم قوانین بقا به درآمیختگی نابودی و پیدایش پیوسته که در جهان بسیار کوچک رخ می‌دهد، اعمال می‌شود. نکته مهمی که در اثر پژوهش‌های اخیر در زمینه ذرات بنیادی روشن می‌شود این است که تنها قوانین نفیی که بر جریان درهم و برهم حوادث در جهان بسیار کوچک اعمال می‌شود، قوانین بقاست. هرچیزی که بتواند بدون نقض یک قانون بقا رخ دهد، رخ می‌دهد».^{۲۸}

با این حال، باید بدیاد داشت که قوانین بقا خود دارای حوزه کاربرد محدودی هستند و سرشنی تاریخی دارند و نباید آن‌ها را به صورت 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 به اندرکنش تقارن و عدم تقارن مربوط است. برخوردهای دیالکتیکی با ارتباط میان تقارن و عدم تقارن وضعیتی پدید می‌آورد که در آن، نقض برخی از قوانین بقا، که تحت شرایط خاصی پیش می‌آید، مقدمه‌ای می‌شود برای تئیجه گیری‌هایی که از جمله شامل نفی حدوث ناپذیری و فناپذیری ماده و خصلت‌های آن است. چنین دیدگاهی، این قضیه را نادیده می‌گیرد که قانون عمومی بقای ماده از طریق مجموعه نامحدودی از قوانین جزئی بقا و تبدیل بیان می‌شود. برخی از این قوانین ممکن است 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 یک دیالکتیک عینی در گرایش به تقارن و عدم تقارن در طبیعت، به دلایل بسیار می‌توان گفت که مهم‌ترین هدف فیزیک نوین بررسی ارتباط بین بقا و تبدیل از یک سو، و تقارن و عدم تقارن (به عنوان وجه مقابل تقارن) از سوی دیگر، می‌باشد. به علاوه، لازم به تذکر است که این خود قوانین بقا نیستند که دارای ارتباط محکم با تقارن هستند، بلکه اشکال خاص تجلی این قوانین دارای ارتباط مذکور است.

قوانين بقا و تبدیل، نقش روشنگرانه عظیمی در شناخت اشکال فیزیکی ماده در حال حرکت دارند. این امر خود تا حدی به نقش روشنگرانه مقوله‌های تقارن و عدم

تقارن در فرایند شناخت بشری مربوط است. آ.د. اورسول^{۲۹}، فیلسوف شوروی برآن است که: «فرایند شناخت، جدا کردن 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 به عنوان تقارنی در قوانین) شرط ضروری فرایند شناخت است... در هر پدیده، جنبه‌ای از اینهمانی وجود دارد که پایه 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 از این رو شناخت از طریق گذار بداینه‌مانی‌های درجه بالاتر تداوم می‌یابد و حوزه تنوع نسبتاً عظیم‌تری را دربر می‌گیرد. شناخت، فرایند دیالکتیکی تقارن‌پذیری و تقارن ناپذیری است، زیرا قوانین فرایندهای واقعی را به‌طور ناقص و تقریبی منعکس می‌کنند؛ هیچ قانونی بی‌تقارنی نامحدود پدیده‌ها را مشخص نمی‌کند. در نظریه‌های کلی‌تر، قوانین جدید (مرتبه با اصل تناظر^{۳۱}) جنبه‌های تنوع و گوناگونی بیشتری (یعنی بی‌تقارنی بیشتری) را در اینهمانی شامل می‌گردند؛ نتیجتاً شناخت واقعیت رساندن می‌شود.

شناخت جهان مادی منجر به پیدایش تصویر علمی دقیق‌تری از این جهان می‌شود و قوانین بقا و تبدیل و پیوند بین آنها، عناصر مهمی از این تصویر هستند. این قوانین، منعکس‌کننده پیوند متقابل بین اشکال مشخص تفاوت ماده و حرکت، فضا و زمان هستند و با تأکید خاصی وجود اشکال گوناگون تقارن را در طبیعت نشان می‌دهند. لینین به بی‌پایانی ماده از لحاظ زرفا اشاره کرده است. بی‌شک، پژوهش در ساختار ذرات بنیادی و اندرکش آنها موجب پیدایش مشخصه‌های پایایی جدید از حرکت‌خواهد گشت و همچنین سازوکار قوانین شناخته شده بقا را روشن خواهد ساخت.

همه پدیده‌ها و فرایندهای شناخته شده در فیزیک نوین، تا حد زیادی با این فکر مرتبطند که پیوستار فضا – زمانی پیوسته است ولی جهان مادی از اشیای مادی جداگاهه و میدان‌های پیوسته تشکیل شده است. براین اساس می‌توان انتظار داشت که فضا – زمان فیزیکی واقعی، هم دارای ساختارهای پیوسته و هم گستته، باشد. لینین، بسیار پیش از آنکه اطلاعات تجربی در مورد ساختار پیچیده جهان بینهایث کوچک به دست آید، ماتریالیسم دیالکتیک را با مطرح کردن اندیشه وحدت پیوستگی و ناپیوستگی در حرکت، فضا و زمان، کامل‌تر ساخت. به گفته او: «حرکت، عبارت است از وحدت پیوستگی (زمان و مکان) و ناپیوستگی (زمان و مکان). حرکت، یک تضاد و وحدت تضاد‌هاست.»^{۳۲}

29 - A.D. Ursul

۳۵ - اورسول، «تقارن و اطلاع»، (به‌زبان روسی).

31 - Principle of Correspondence

۳۶ - لینین، «مروری بر کتاب (گفتارهایی درباره تاریخ فلسفه) هگل» مجموعه آثار.

بديهی است که با حصول اطلاعات تجربی جديد در مورد ساختار ذرات بنیادی، نيروهای بين هسته‌ای و ساير خواص جهان بينهايت کوچک، در آينده لازم خواهد شد که تصوير خود را از فضا و زمان گسترش دهيم و نظریات تقریبی درباره فضا – زمان را پیوسته، با نظراتی دقیق‌تر جایگزین کنیم که گستگی فضا – زمان را نيز بهحساب آورد.

در مثال کشف و تکامل قوانین بقا و کاربرد آنها در تعمیم بخشیدن به کمک اطلاعات تجربی جدید و ایجاد نظریه‌های نوین، شاهد ماهیت پیچیده و تضادآمیز و دیالکتیک فرایند شناخت بشر نسبت به پیچیده‌های طبیعت هستیم.

بازتاب پیوستگی و ناپیوستگی

جهان مادی در شناخت ما

در علوم جدید حقایق فراوانی حاکی از آن است که اشیای مادی می‌توانند هم پیوسته و هم ناپیوسته باشند. در فلسفه، معمولاً پیوستگی به عنوان تداوم یک کیفیت خاص در فرایند یک 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 یک 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 پیوسته اشکال حرکت، توالی و تسلسل بی‌پایان کمیت‌ها و کیفیت‌های است. هر کدام از این تبدیلات، یک جهش و بهمنزله انقطاعی در یک پیوستگی عینی خاص است. ناپیوستگی حاصل حل تضادهای درونی یک کیفیت موردنظر است، تضادهایی که حدود تغییرات این کیفیت را مشخص می‌کند و آن را در جهت تبدیل به یک کیفیت دیگر سوق می‌دهد. یک فرایند معین، در زمان معین و در روابط عینی گوناگون، هم دارای مشخصه تغییر کیفی و هم کمی است، به عبارت دیگر هم پیوسته و هم ناپیوسته است.

دو مفهوم پیوسته و ناپیوسته دارای پیوند بنیادی با مقاهم مطلق و نسبی هستند. مثلاً، فضا و زمان به عنوان صور کلی وجود ماده در حال حرکت، مطلق و پیوسته هستند؛ به طور پیوسته موجات وجود ماده را فراهم می‌کنند و لازمه وجود آن هستند، اما همین صور وجود ماده، تماماً توسط اشکال عینی ماده در حال حرکت مشخص می‌شوند و بدین معنی ناپیوسته، وابسته به خواص ماده در حال حرکت و درنتیجه منفصل هستند. این موضوع از بررسی ساختمن جهان بی‌نهایت بزرگ و نیز - بخصوص - جهان بی‌نهایت کوچک روش می‌شود. ناپیوستگی حالت‌های مادی بهنوبه خود نشانه انفعال در پیوستگی فضاست. مثلاً گسترش محدود ابعاد اشیا نشانه ناپیوستگی در فضای پیوسته و آغاز و پایان هر فرایند، نشانه ناپیوستگی در جریان پیوسته زمان است.

موضوع بازتاب دیالکتیک عینی پیوستگی و ناپیوستگی در مقولات مربوط به آن، همچنان در دست مطالعه است.

در فیزیک، مقوله‌های فلسفی پیوستگی و ناپیوستگی از لحاظ روش‌شناسی پراهمیتند و بخصوص در رابطه با درک ماهیت دوگانگی موج - ذره در مکانیک کوانتم نقش مهمی دارند. در فیزیک کلاسیک، تصور موجود درباره ذرها و امواج بر پایه تمايز قاطع میان ذرها 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. حرکت ذره‌ای با مشخص کردن مسیر آن در یک دستگاه مشخص می‌شود. هرگاه اثر نیروهای خارجی در کار نباشد، مومنتوم^۱ و انرژی ذرات ثابت می‌ماند. تأثیر متقابل ذرات به صورت انواع برخورد (الاستیک و غیرالاستیک،^۲ مرکزی و غیر مرکزی^۳) شناخته شده است که طی آن تبادل مومنتوم و انرژی صورت می‌گیرد. ذرات – در فیزیک کلاسیک – بهمنزله عناصر ساختمانی ماده در نظر گرفته می‌شدند. هر ذره متحرک، ماده (و همراه با آن انرژی و هومنتوم) و جرم را از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر منتقل می‌کند.

در فیزیک کلاسیک امواج به صورت جریان یافتن اختلالی در یک محیط در نظر گرفته می‌شدند که می‌توانست تغییر شکل سطح محیط (مثلاً امواج دریا)، فشرده شدن و باز شدن محیط (امواج صوتی) یا تغییری در حالت مغناطیسی محیط (امواج الکترومغناطیسی) باشد. برخی از خواص در موجها جنبه بنیادی دارد. پارامترهای ویژه اختلال در محیط دارای تناب زمانی و مکانی هستند، یعنی تکرار می‌شوند، مثلاً حداکثر و حداقل اختلالات محیط (دامنه موج) در فواصل زمانی معین (دوره تناب) و در فواصل معینی در فضا (طول موج) تکرار می‌گردند. امواج منتشر شده در فضا، ماده را جابجا نمی‌کند ولی انرژی و هومنتوم را انتقال می‌دهند. امواج دارای مسیر حرکت نیستند هرچند که در جهات معینی در فضا منتشر می‌شوند. اگر موج بهمانع برخورد نکند، تمام فضا را پرمی‌کند، بنابراین دارای مکان خاصی نیست. پارامترهای اساسی هر موج عبارتند از طول موج، بسامد (فرکانس)، دامنه و فاز. در فیزیک کلاسیک انرژی منتقل شده توسط هر موج با مجدور دامنه آن مناسب است. یکی از مهم‌ترین خواص امواج آن است که می‌توانند از مانع عبور کنند و در صورت وجود شرایط مناسب بایکدیگر ترکیب شوند (تداخل).

بنابراین، در فیزیک کلاسیک، امواج و ذره‌ها به صورت زیر از یکدیگر متمایز می‌شوند: ذرات بر روی مسیرهایی حرکت می‌کنند، در حالی که موج‌ها دارای مسیر نیستند؛ ذرات دارای مکانی در فضا هستند، در حالی که امواج قادر چنین مکانی هستند زیرا نوسانات از محلی به محل دیگر، یعنی از نقطه‌ای به نقطه‌ای 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 به آن مقدار حرکت نیز گفته می‌شود.

(۲) برخورد الاستیک (ارتجاعی) تغییر شکلی در ذرات ایجاد نمی‌کند، در غیر این صورت برخورد ذرات غیر الاستیک است.

(۳) برخورد مرکزی برخورده است که در آن مرکز ذرات روی خط راستی که آنها را بهم وصل می‌کند به یکدیگر نزدیک شوند و بدینهی است که در این حالت پس از برخورد در همان مسیر از یکدیگر دورخواهد شد. در برخورد غیر مرکزی ذرات روی مسیر قبلی خود برنمی‌گردند، بلکه بسته به میزان غیرمرکزی بودن برخورد، با زاویه‌ای از مسیر قبل از برخورد منحرف خواهد شد.

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

البته موج‌ها دارای یک رشته کیفیت‌های ذاتی پیوسته هستند، درحالی‌که ذرات دارای کیفیات ناپیوسته‌اند. بدین ترتیب از یکدید کلی‌تر، تقابل موج و ذره در فیزیک کلاسیک، تقابل پیوستگی و ناپیوستگی است. با اینهمه، حتی در فیزیک کلاسیک — به لحاظ آنکه تا حد معینی منعکس کننده واقعیت عینی است — تقابل جدی میان موج و ذره به تدریج از میان رفته است. مبحث میدان الکترومغناطیسی — که در آغاز فقط جنبهٔ صوری داشت و لی بعداً رنگ بازتاب یک موضوع واقعی طبیعت را به‌خود گرفت — به تدریج به‌این نتیجهٔ منتهی شد که ذرات باردار (که ناپیوسته‌اند) از میدان الکترومغناطیسی (که دارای پیوستگی می‌باشد) جداگانه ناپذیرند.

سپس میدان جاذبه نیز به‌عنوان موضوع پیوسته‌ای، مرتب‌با موضوعات منفصل مادی به‌حساب آمد. بدین ترتیب گسترش مفهوم میدان‌ها و ذرات، اساس نتیجه‌ای کلی‌تر قرار گرفت، مبنی بر اینکه ناپیوستگی و پیوستگی همیشه با یکدیگر همراه‌اند، حتی پیش از آنکه مفهوم میدان به‌عنوان یک واقعیت فیزیکی در فیزیک پذیرفته شود پرتوهای حرارتی باهمه مشخصات امواج، و در درجهٔ اول با قابلیت تفرقه و تداخل، شناخته شده بودند. این موضوع امکان آن را به‌وجود آورد که جریان حرارت نه تنها به‌عنوان حرکت نامنظم ذرات، بلکه همچنین به‌شکل یک فرایند موجی، تصویر شود که بعدها ماهیت الکترومغناطیسی آن نیز روش گردید.

قضیهٔ دیگری نیز در فیزیک 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)—فرنل^(۵) امکان توضیح انتشار مستقیم الخط نور را از دیدگاه حرکت موجی، فراهم آورد. انعکاس نور، هم توسط نظریهٔ ذره‌ای و هم موجی تشریح می‌گردد. همانندی (تماثل)^(۶) نوری — مکانیکی که از نیمهٔ اول قرن نوزدهم مطرح شده بود، ایجاد روابط متقابله میان پارامترهای ذره‌ای و موجی را ممکن می‌سازد. معنی همه اینها آن بود که پیوستگی و ناپیوستگی — علی‌رغم تلاشی که متفکرین مکانیستی^(۷) در جدا کردن آنها به‌عمل آورده‌اند — 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 فیزیک دان و ستاره‌شناس هلندی (۱۶۲۹-۱۶۹۵).

(۵) Augustin Jean Fresnel فیزیک دان فرانسوی (۱۷۸۸-۱۸۲۷).

(۶) Analogy

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

دقیق توسط لبدف^۸ که برای نخستین بار وجود فشار نور را ثابت کرد — به اثبات رسید). امواج پرسامد (دارای طول موج کوتاه) در بسیاری موارد چون ذرات عمل می‌کنند، مثلاً حرارت که گونه‌ای حرکت است، شامل یک مؤلفه موجی (تابش حرارتی) است. همین نکته در مورد حرکت ذرات باردار نیز صادق است، این حرکت همیشه امواج الکترومغناطیسی را به همراه دارد، در حالی که عکس این مطلب همیشه درست نیست. همچنین، نوعی همانندی میان حرکت امواج و ذرات وجود دارد. به عنوان مثال، حرکت مستقیم الخط ذره با انتشار جبهه موج کروی همانند است.

با اینهمه، هنوز یک تمایز اساسی میان امواج و ذرات باقی بود، این وضع با پیدایش نظریه خصوصی نسبیت، که رابطه تناسب عمومی میان جرم و انرژی را بیان می‌کرد، تغییر پافت. از این نظریه چنین نتیجه گرفته شد که امواج ضمن انتقال انرژی، جرم را نیز منتقل می‌کنند. تمایزی که نظریه خصوصی نسبیت بین جرم سکون و جرم حرکت فایل شد امکان تصور ذراتی را به وجود آورد که فقط دارای جرم حرکت باشند و بدین لحاظ با میدان ونتیجتاً با فرایندهای موجی شباهت زیادی داشته باشند. به عبارت دیگر، فیزیک کلاسیک تا آن زمان برخی پیوندهای بنیادی میان ذره‌ها و امواج و حرکت‌های آنها را شناخته بود و به این ترتیب شواهد فراوانی برای اثبات وجود رابطه میان پیوستگی و ناپیوستگی عرضه کرده بود. اما اثبات وجود رابطه میان دو جنبه متضاد، هنوز به معنی اثبات وحدت آن دونیست. مفهوم علمی و ماتریالیسم دیالکتیکی وحدت، علاوه بر وجود روابط متقابل، شامل قابلیت تبدیل دو طرفه، قابلیت نفوذ در یکدیگر و معادل یوین‌ضدین است. اثبات وحدت به این معنی، میان پیوستگی و ناپیوستگی، براساس وحدت میان فرات و امواج، دستاورده رشته نوین فیزیک، یعنی کواتروم است.

در وهله اول، تصور فیزیک کلاسیک از انتقال انرژی به عنوان یک فرایند پیوسته در مواد به با مسئله تعادل میان تشعشع در یک حفره مسدود و جداره‌های گرم شده آن، دستخوش تزلزل واقع شد و بعداً، با ثابت شدن این امر که انرژی همیشه در مقادیر مشخص (که کواتروم خوانده می‌شود) تشعشع و جذب می‌شود، این تصور به کلی دگرگون گردید. از آن پس، پیوستگی انتقال انرژی فقط به عنوان وجود تفاوت جزئی میان کواترومها مفهوم داشت. یعنی هنگامی که طیف انرژی منتقله شکل پیوسته و مطلوبی به خوبیگیرد. با استفاده از این حقیقت (شناخته شده در فیزیک کلاسیک) که موج الکترومغناطیسی حامل انرژی است و نیز به اتكای قانون ناپیوستگی انتقال انرژی که توسط ماکس پلانک^۹ کشف شد، آلبرت اینشتین نظریه فوتونی نور را به وجود آورد. بر طبق این نظریه، علاوه بر اینکه نور در مقادیر مشخص (کواتروم) جذب و تاییده می‌شود، انتشار آن هم طوری است که برای هر موج نوری فوتونی وجود دارد که انرژی آن متناسب با بسامد آن موج است: $E = h\nu$ در نظریه نسبیت فرآ فوتون و موج الکترومغناطیسی دو جنبه

(۹) Max Planck فیزیکدان آلمانی (۱۸۵۷-۱۹۴۷)، بیان کننده نظریه کواتروم.

(۸) Lebedev فیزیکدان شوروی (۱۸۹۳ - ۱۹۶۹) برنده جوایز زنین و استالین، عضو فرهنگستان علوم شوروی، فهرمان کار سوسیالیستی.

از یک کلیت هستند که عبارت است از یک میدان الکترومغناطیسی انتشار یافته. می‌توانیم چنین بگوییم که در موج الکترومغناطیسی فوتون وجود دارد و عکس این گفته هم درست است. پیوستگی و ناپیوستگی تابع یکدیگرند و وجود هر یک منوط به وجود آن دیگری است. هرچه انرژی منتقله توسط یک فوتون کمتر باشد، طول موج وابسته به آن بیشتر و خواص موجی در انتشار میدان الکترومغناطیسی بارزتر خواهد بود. طول موج زیاد به انرژی کم فوتون مربوط می‌شود و چنین موجی خواص ذره‌ای بسیار اندکی از خود نشان می‌دهد. از سوی دیگر، هرچه انرژی فوتون بیشتر باشد، طول موج الکترومغناطیسی کوتاه‌تر و خواص ذره‌ای در انتشار میدان الکترومغناطیسی مشخص‌تر خواهد بود.

گام بعدی در روشن شدن وحدت مفهوم موج و ذره بسیار کوچک و درنتیجه وحدت پیوستگی و ناپیوستگی، توسط دوبروی^{۱۰} برداشته شد. او نظریه عمومی بودن رابطهٔ متقابل میان پارامترهای مومنتوم و انرژی ذرات و پارامترهای خاصی از نوسان و امواج مثل طول موج و بسامد نوسان را ارائه کرد. براساس این نظریه، تناسبی که بین انرژی و بسامد و بین مومنتوم و طول موج وجود دارد «منحصر به فرایند‌های موجی نیست» بلکه در مرور حركت ذرات بی‌نهایت کوچک نیز صادق است. معنی این حرف آن است که ذرات بسیار کوچک هم می‌توانند واجد خصوصیات ویژه امواج (تفرق، تداخل، قطبی شدن) باشند. صحت این نظر از طریق آزمایش نیز تأیید گردید.

اینکه اشیا در طبیعت از خود خواص ذره‌ای یا موجی نشان بدهند بستگی به پارامترهایی از قبیل جرم و سرعت دارد. از آنجا که این پارامترها ضمن و اکتشاف متقابل اشیا تغییر می‌کنند، یا بد عبارت دیگر در حالات مختلف حرکت شیء، این پارامترها نسبی هستند، خواص ذره‌ای و موجی اشیا نیز نسبی است. در برخی کنش‌های متقابل، ذرات بسیار کوچک واجد خصوصیات ذره‌ای و در برخی دیگر دارای خصوصیات موجی می‌شوند. بنابراین، نتیجه می‌گیریم که دو مفهوم ذره و موج در اصل قابل اطلاق به یک موضوع واحد است و این دو مفهوم در عین حال همسان^{۱۱} و متفاوتند. پس مفهوم‌های کلی‌تری هم که اساس دو مفهوم ذره و موج را تشکیل می‌دهند— یعنی پیوستگی و ناپیوستگی— همسان و در عین حال متفاوت هستند.

ضمن به کارگرفتن مفاهیم ذره و موج و پیوستگی و ناپیوستگی در مکانیک کوانتوم، مداولماً از تفاوت‌های آنها به وحدتشان هی‌رسیم و بر عکس. این نوسانات اساس وحدت بین مفاهیم موج و ذره و پیوستگی و ناپیوستگی را تشکیل می‌دهد که خود بازتاب یکی از جنبه‌های دیالکتیک طبیعت است.

وحدت همسانی و تفاوت، که در بطن پیوستگی و ناپیوستگی وجود دارد، از طریق وحدت خواص موجی و ذره‌ای موجودات طبیعت نیز هنگلی می‌شود. یکی از جنبه‌های وحدت این خواص، همانندی آنها با یکدیگر است و اینکه این دورشدن‌خواص با یکدیگر

(۱۰) Louis Victor de Broglie فیزیکدان فرانسوی (۱۸۹۲) برنده جایزه نوبل فیزیک (۱۹۳۹). این نام در فارسی غالباً به صورت دوبروگلی وارد شده است.

رابطه متقابل دارند وقابل تبدیل به یکدیگر هستند. به عبارت دیگر، حرکت ذره‌ای را می‌توان با استفاده از مفاهیم مشخصه انتشار امواج توجیه کرد و در مقابل، انتشار امواج به کمک مفاهیم مشخصه حرکت ذرات قابل تشریح است. تنها علت وجود این امکان آن است که ذرات و امواج از بسیاری جهات بایکدیگر همسان هستند. همانندی میان مفهوم‌های رایج در مکانیک و مبحث نورموجی، بازتابی از وجود نکات همسانی عینی میان ذرات و امواج است.

بین ترتیب، وحدت مفاهیم ذره و موج درنظریه دوبروی یا به عبارت دیگر، وحدت این دو درپرتو اصل دو گانگی^{۱۲} ذره سه موج نیز بهوسیله همسانی، ارتباط وقابلیت تبدیل متقابل آنها روشن می‌گردد.

اصل نایقینی (عدم قطعیت) هایزنبرگ کمک شایانی به دیالکتیک مفاهیم ذره و موج عرضه نمود. این اصل برای استفاده از تصورات موجود در فیزیک کلاسیک درباره حرکت روی یک مسیر و تعیین موقعیت دقیق ذره در فضا و زمان، در جهان بین نهایت کوچک محدودیت‌هایی قابلی می‌شود. حرکت فاقد مسیر مشخص ذرات بین نهایت کوچک همانند با انتشار امواج است. در این حرکت، پدیده‌های تفرق و تداخل به نحوی کاملاً منطقی در واکنش متقابل ذرات با محیط ظاهر می‌شوند.

با این وجود، اصل نایقینی، حرکت مسیردار ذرات بین نهایت کوچک را به کلی بدهی کند. اگر طول موج وابسته به مومنتوم ذره در مقایسه با مسافتی که ذره طی می‌کند (مثلًا فاصله بین جداره‌های یک لامپ کاتوکو) به اندازه کافی کوتاه باشد، حرکت آن را می‌توان روی مسیری درنظر گرفت. به عنوان مثال، الکترون‌ها در این مورد مثل موج عمل نمی‌کنند، بلکه به صورت ذراتی ظاهر می‌شوند که در لحظه معینی از زمان مکان معینی را در فضا اشغال می‌کنند. اصل عدم قطعیت از یکسو مفهوم موج و ذره را به هم بسیار تزدیک می‌کند و از سوی دیگر نشان می‌دهد که چه وقت و تحت چه شرایطی این دو مفهوم را نایاید در همسانیشان مورد نظر قرارداد، بلکه باید به تفاوت‌شان توجه داشت. و این هنگامی است که خواص ذره‌ای از خواص موجی جدا شده و در مقابل آن قرار می‌گیرد. این اصل همچنین معیاری بددست می‌دهد که چه وقت باید ذرات و امواج را معادل دانست و چه وقت باید آنها را متفاوت شمرد.

از رابطه نایقینی در مورد مختصات و مومنتوم یک ذره $\Delta x \geq \hbar$

بسادگی می‌توان دریافت که اگر تغییرات مختصات درنتیجه تغییری در مومنتوم، یا تغییرات در نتیجه تغییری در مختصات در مقایسه با مقادیر اصلیشان ناجیز باشد، این تغییرات را می‌توان نادیده گرفت و حرکت ذره را می‌توان با همان دید فیزیک کلاسیک بررسی کرد ولزومی ندارد که خواص موجی، که به طور ذاتی در ذره نهفته است، به حساب آورده شود.

در مکانیک کوانتوم نمی‌توانیم جای دو مفهوم موج و ذره را عوض کنیم. مکانیک

کواتنوم هیچ یک از این دو مفهوم را کنار نمی گذارد، بلکه صرفاً نشان می دهد که تفاوت میان ذرات و امواج نسبی است و در بعضی از کنش های متقابل شیء همچون موج و در برخی دیگر مانند ذره عمل می کند، بدلاً از نشان می دهد که در بروز خواص موجی یا ذره ای رابطه میان پارامترهای فضا - زمانی محیط و شیء نقش عمدی ایفا می کند (یعنی مشخصه های فضا - زمانی ماده با مشخصه های پویای آن پیوند دارد).

اثبات تجربی این امر که ذرات بی نهایت کوچک دارای خواص موجی هستند به هیچ وجه به معنی اثبات موج بودن آنها نیست؛ ذرات بی نهایت کوچک همچنان همان ذرات بی نهایت کوچک باقی می مانند و نمی توان آنها را با موج یکی دانست، همچنانکه نمی توان ناپیوستگی را با پیوستگی یکی دانست.

الکترودینامیک کواتنوم، که براساس مکانیک کواتنوم پایه ریزی شده است، تعدادی مفهوم جدید در رابطه با حرکت، انرژی و جرم مطرح کرده است. از جمله این مفاهیم در وهله اول باید از حرکت صفر و انرژی صفر نام برد. در فیزیک کلاسیک اعتقاد براین بود که در دسای معادل با صفر مطلق حرکت درون هر دستگاهی به کلی متوقف می شود، یعنی انرژی جنبشی آن به صفر می رسد. اما این موضوع نه با تجربه و فقیر می دهد و نه با نظرات علمی، زیرا با اصل نایقینی ناسازگار است.

براساس این اصل، به طور همزمان نمی توان مختصات و مومنتوم ذرات را دقیقاً اندازه گیری کرد. در حالت سکون مطلق مختصات همه ذرات درون یک دستگاه ثابت است، در نتیجه Δ برای همه آنها برابر صفر می شود و مومنتوم همه ذرات درون دستگاه نیز برابر صفر خواهد بود. از آنجا که هیچ تردیدی در درستی اصل نایقینی وجود ندارد، باید بیزیریم که حتی در صفر مطلق حرکت داخلی دستگاه به کلی متوقف نمی شود، یعنی انرژی جنبشی داخلی دستگاه به کلی از میان نمی رود. حرکت ذرات یک دستگاه در صفر مطلق، و انرژی ذاتی مربوط به این حرکت، به ترتیب حرکت صفر و انرژی صفر خوانده می شود.

ویژگی منحصر به فرد حرکت صفر و انرژی صفر در آن است که به هیچ وجه نمی توان آنها را از دستگاه جدا کرد. مفاهیم حرکت صفر و انرژی صفر نشان دهنده جدایی ناپذیری حرکت از ماده و انرژی از جرم است. از این بحث معلوم می شود که حرکت صفر و انرژی صفر را می توان حداقل مقدار مومنتوم و انرژی جنبشی ذرات هر دستگاه در هر دما محسوب داشت.

حالی را که ذرات دارای حداقل مومنتوم و حداقل انرژی باشند «حالات زمین»^{۱۲} دستگاه می نامند. حالات تحریک شده گوناگون دستگاه در دوسوی این حالت زمین و به فواصل مختلف از آن قرار می گیرند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که هر دستگاهی در هر دمایی دارای حالت صفر مطلق است. ذرات در حالت زمین مسلماً دارای طیف انرژی و مومنتوم پیوسته هستند، زیرا تغییرات مومنتوم و انرژی آنها بسیار

جزئی است. معنی این امر آن است که حالت زمین را با توجه به پارامترهای انرژی و مومنتوم آن می‌توان حالتی پیوسته محسوب داشت، حالتی که قادر ذرات و همانند میدان است.

بنابراین، مشخصه‌های مومنتوم و انرژی در مجموعه ناپیوسته ذرات متعلق به حالت زمین در یک دستگاه، دارای پیوستگی آشکاراند. پس می‌توان گفت که پیوستگی، به عنوان جنبه یا مشخصه‌ای از ناپیوستگی، وارد حوزه ناپیوستگی می‌شود.

وضعیت همانندی نیز درمورد مجموعه‌های ذراتی که با یکدیگر پیوند محکم دارند، یافت می‌شود. مجموعه ذراتی را که اجسام مایع یا جامد را بوجود می‌آورند، می‌توان به عنوان یک کل پیوسته در نظر گرفت. این موضوع تأییدی دیگر برای نکته است که پیوستگی، یک مشخصه مجموعه‌های ناپیوسته و درواقع مشخصه‌ای از حالات چنین مجموعه‌هایی است. در یک حالت پیوسته، ممکن است ناپیوستگی ظاهر شود و همچنین وجود پیوستگی در یک حالت ناپیوسته امکان‌پذیر است.

ثابت شده است که میدان الکترومغناطیسی مجموعه یا دستگاهی از فوتون‌هاست، به عبارت دیگر، در اینجا ناپیوستگی حالتی از پیوستگی است. همه اشیای طبیعت، هم دارای حالت یا صورت ناپیوسته و هم دارای حالت یا صورت پیوسته‌اند.

این موضوع قضیه فوق العاده مهمی در فلسفه و علوم طبیعی است. اگر در مرحله معینی از تکامل علم فقط یک حالت از اشیای طبیعت را بشناسیم، به هیچ وجه نباید آن را دانش نهایی محسوب دانیم. هر گامی در گسترش شناخت ما، درواقع مربوط به یکی از حالات یا صور وجود اشیای مورد مطالعه در طبیعت است. مراحل شناخت ما از طبیعت، انواع بی‌شمار حالات اشیا را به عنوان اساس عینی خود در اختیار دارد. آنچه در زمان واحد در طبیعت وجود دارد، در زمان‌های مختلف و در سطوح مختلف گسترش شناخت، بر شناخت ما مکشوف می‌گردد.

به عبارت دیگر، فرایند نردبانی شناخت به هیچ وجه به معنای آن نیست که خواص و حالات اشیای مورد مطالعه به همان ترتیبی که ما شناختی از آنها به دست می‌آوریم تغییر می‌کنند. این مطلب را با مثالی می‌توان روشن‌تر ساخت. در جریان مطالعه فعل و انفعال اتم‌ها، نخستین نکته‌ای که ثابت شد این بود که اتم‌ها پایدار و تغییر ناپذیرند. سپس، در مرحله دیگری از شناخت، دانسته شد که اتم‌ها متغیر و تبدیل پذیرند. آیا می‌توان چنین نتیجه گرفت که این دانش‌ما درمورد اتم‌ها نیست که تغییر کرده‌است، بلکه اتم‌ها خود خواصی متضاد با آنچه قبلاً آموخته بودیم به دست آورده‌اند؟ البته که این طور نیست. اتم‌ها همیشه دارای این خاصیت بوده‌اند که در برخی از کنش‌های متقابل پایدار و در برخی دیگر متغیر باشند.

خاصیت اصلی قوانین تغییر، این حقیقت است که قوانین مزبور هم وابستگی‌های پویا و هم وابستگی‌های ایستای پدیده‌ها را به یکدیگر نشان می‌دهند. از جمله قوانین تغییر می‌توان از قوانین مکانیک نیوتونی، قوانین مکانیک نسبی، برخی از قوانین

مکانیک کواتنوم (معادله شرودینگر)، قوانین ماکسول^{۱۴} – هرتز^{۱۵} – لورنس^{۱۶} در الکترودینامیک و قوانین الکترودینامیک کواتنوم نام برد. قوانین تغییر می‌توانند هم پویا و هم ایستا باشند.

اساس قوانین بقا در تعیین مقدار و روابط متقابل کمیت‌های نامتفاوت در فرایندهای تبدیل و کش متقابل اشیای فیزیکی است. قوانین بقا امکانات و محدودیت‌های تغییر پارامترهای فیزیکی را تعیین می‌کنند و منشأ بروز فرایندهای خاصی را در طبیعت نشان می‌دهند.

قوانین بقا اساس قوانین تغییر را – با این شرط که هیچ‌یک از قوانین تغییر با هیچ یک از قوانین بقا ناسازگار نباشد – عرضه می‌دارند. مثلاً هیچ قانونی برای تغییر پارامترهای یک پدیده نمی‌تواند با قانون بقای انرژی متناقض باشد.

از دید ما همان‌طور که نباید قوانین تغییر را به قوانین بقا تبدیل کرد (یا آنها را معادل دانست) – و این کاری بود که مثلاً ارنست ماخ^{۱۷} انجام داد – از طرف دیگر هم نباید آنها را بدون ارزیابی درست، مخالف هم دانست. این قوانین باید در وحدت دیالکتیکی‌شان در نظر گرفته شوند.

باید در نظر داشت که در فیزیک قوانینی وجود دارد که اساس آنها ترکیب جنبه‌ها و کیفیت‌های خاصی از قوانین بقا و تغییر است. مثلاً در قانون لورنس نه تنها بستگی میان حرکت رسانا (هادی) و پیدایش جریان الکتریکی در آن بیان می‌شود، بلکه یکی از جلوه‌های قانون بقای انرژی نیز به میان می‌آید.

ما غالباً از «قوانین فیزیک» صحبت می‌کنیم، ولی باید همیشه به یاد داشته باشیم که این قوانین ساخته بشر هستند و در خود طبیعت قوانین به صورت قوانین بقا و قوانین تغییر یا قوانین ایستا و قوانین پویا تقسیم نشده‌اند. دسته‌بندی‌های گوناگون قوانین فیزیک در واقع به قوانین خود طبیعت مربوط نمی‌شود، بلکه بستگی به الگوهایی دارد که ما از روابط پایدار، ضروری، ذاتی و گوناگون میان پدیده‌های طبیعت می‌سازیم.

تکرار می‌کنیم، انواع بی‌شمار و گوناگون خواص، روابط و حالات موجود در پدیده‌های طبیعت، از طریق دانشی که در طول زمان افزایش می‌یابد، شناخته می‌شود. بنابراین، هیچ مفهوم جدید فیزیکی را نمی‌توان به طور مجرد در نظر گرفت، زیرا همیشه دارای پیوندهای درونی با سایر مفاهیم فیزیک و فلسفه است. البته بشرط آنکه مفاهیم جدید و قدیم هردو بازتاب واقعیت عینی باشند و نه ساخته‌های مجرد بی‌اساس. تاریخ علوم نمونه‌های فراوانی از مفهوم‌هایی به دست می‌دهد که به‌کلی از دایره علم به دور افتاده‌اند، زیرا توسط آزمایش تأیید نشده‌اند (مثلاً مفهوم فلوجیستون)^{۱۸}

(۱۴) James Clerk Maxwell فیزیک‌دان اسکاتلندی (۱۸۳۱–۱۸۷۹)، مطرح‌کننده نظریه الکترو-مagnetیسم.

(۱۵) Heinrich Rudolf Hertz فیزیک‌دان آلمانی (۱۸۵۷–۱۸۹۴).

(۱۶) Hendrik Antoon Lorentz فیزیک‌دان هلندی.

(۱۷) Ernst Mach فیزیک‌دان و فیلسوف اطربیشی (۱۸۰۰–۱۹۱۶).

(۱۸) Phlogiston ماده‌ای فرضی که قبلاً تصور می‌شد در اجسام سوزا به حالت فرار وجود دارد و هنگام سوختن به صورت شعله رها می‌شود.

مفهوم‌های پیوستگی و ناپیوستگی برخی از خواص کلی ماده و صفات آن را منعکس می‌کنند. این مقولات را در مورد همهٔ پیوندهای متقابل، روابط، تغییرات و تبدیلات اشیای مادی می‌توان به‌کاربرد. پیوستگی و ناپیوستگی نشانگر وحدت و کثرت عناصر ساختمانی ماده و صفات آنند. این دو مقوله از یکدیگر جدا بی‌نایند و به‌طور عینی در وحدت با یکدیگر وجود دارند. البته این موضوع، تاکید خاص بر پیوستگی یا ناپیوستگی دریک وضعیت خاص و درستوطح مختلف شناخت ما را رد نمی‌کند.

بنابراین نتیجهٔ می‌گیریم که موضوع مکمل بودن یا همزیستی این دو مقوله مطرح نیست، بلکه وحدت دیالکتیکی آنها مورد نظر است که به عنوان یک اصل روش شناسی شناخت ما به کار گرفته می‌شود. اصل وحدت پیوستگی و ناپیوستگی باید در رابطه با سایر اصول و مقولات دیالکتیک ماتریالیستی و بخصوص در ارتباط با اصول وحدت‌زمان و فضا و وحدت گیتی و گسترش آن در نظر گرفته شود.^{۱۹)}

پیوستگی و ناپیوستگی از راه‌های گوناگون متجلی می‌شوند که در جدول زیر به آنها اشاره شده است:

پیوستگی	ناپیوستگی
ارتباط متقابل	بی‌ارتباطی
ترکیب	انفصال
رشد	رکود
گسترش	تمرکز

قابلیت تقسیم نامحدود

وابستگی متقابل، نفوذ و پیوند متقابل میان این جلوه‌های پیوستگی و ناپیوستگی وحدت آنها را به وجود می‌آورد.

وحدةٔ پیوستگی و ناپیوستگی در اشیای طبیعت هم از طریق ترکیب جلوه‌های مذکور در جدول بالا و هم از طریق وابستگی و نفوذ متقابل‌شان ظاهر می‌شود. مثلاً میدان قابلیت ارجاع (الاستی‌سیته) دریک بلور دارای مکان خاصی نیست و در سراسر بلور توزیع شده است، در حالی که انرژی و مومنتوم به صورت فوتون در حوزه‌های مشخصی از بلور دارای مکان خاص است. هر تغییر تدریجی می‌تواند دارای جهش‌هایی باشد و در هر جهش هم امکان تغییر تدریجی وجود دارد. دوالکترون با میدان‌هایشان به‌طور پیوسته یکدیگر را دفع می‌کنند، ولی این میدان‌ها در فرایند تابش و جذب ناپیوسته فوتون عمل می‌کنند. صورت بندی موجی اکسیتون^{۱۹)} به تدریج در سراسر بلور منتشر می‌شود، ولی در نقاط لایه‌ای بلور استقرار می‌یابد و از طریق جهش‌های ناپیوسته از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر می‌رود. در بررسی دقیق‌تر هر فرایندی به وحدت جلوه‌های پیوستگی و ناپیوستگی در آن پی می‌بریم.

پر علم تلاش‌هایی صورت گرفته است تا اساس فرایندهای مورد مطالعه را

(۱۹) **Exciton** حالتی از بلور که از نظر الکتریکی خبتشی است و غالباً به‌شکل توالی منظم الکترون و حفره در نظر گرفته می‌شود.

به پیوستگی یا ناپیوستگی نسبت دهند، این دو کیفیت را از هم جدا کنند و در مقابل یکدیگر قرار دهند. مثال روشنی درمورد احواله همه تغییرات به ناپیوستگی، نظریه تلاشی^{۲۰} کووویه است. نظریه تکامل خطی هربرت اسپنسر^{۲۱} هم مثالی برای نسبت دادن همه تغییرات به پیوستگی است.

اصل تکمیلی بور^{۲۲} که می گوید هرگاه شیء بی نهایت کوچکی دارای خواص ذره ای باشد نمی تواند خواص موجی داشته باشد و برعکس، به طور ضمنی وجود شکافی میان پیوستگی و ناپیوستگی را می پذیرد.

براساس این اصل، حضور ناپیوستگی نهی کننده پیوستگی است و پیوستگی وجود ناپیوستگی را منتفی می سازد. و. ا. فوک عضو فرهنگستان، به درستی اظهار داشته است که وقتی یک شیء بی نهایت کوچک خواص ذره ای دارد، خواص موجی آن پنهان مانده است. اما این خواص به طور بالقوه باقی می ماند و هرگاه تغییری در شرایط وجودی شیء بی نهایت کوچک حاصل شود، می تواند به فعالیت درآید. وحدت پیوستگی و ناپیوستگی، در وجود این شیء بی نهایت کوچک نقض نمی شود، بلکه به صورت وحدت قوه و فعل (امکان و عمل) درمی آید. آنچه بالفعل پیوسته است، بالقوه ناپیوسته است و برعکس. وحدت پیوستگی و ناپیوستگی به اشکال مختلف نشان داده می شود، مثلا از طریق وحدت تغییرات کمی و کیفی، از طریق وحدت قوه و فعل، از طریق وحدت احتمال و ضرورت، الی آخر.

بنابر این پیوستگی و ناپیوستگی و وحدت این دو ماهیتاً دارای جلوه های گوناگون و بی شمارند. داشت ما درمورد این جلوه ها پیوسته افزایش می یابد و دقیق تر می شود. وحدت دیالکتیکی پیوستگی و ناپیوستگی مشخصه اشیا، فرایندها و پدیده های مادی است. پیوستگی و تمامیت یک شیء یا یک فرایند اساس صورت بندی های بعدی یک پیوستگی جدید از طریق مجموعه (ناپیوسته) اجزای مرتبط این پیوستگی است.

ناپیوستگی شرط وجود و گسترش پیوستگی است. بی تقارنی و عدم تعاض در ارتباط متقابل اجزای یک کل، تناظرات موجود در ساختمان و عملکرد این اجزا منجر به تغییر یا حرکت اشیا می شود که موجود پیوسته آن با آفرینش ناپذیری و زوال ناپذیری ماده در حال حرکت مرتبط است.

Catastrophism (۲۰)

(۲۱) Georges Léopold Cuvier طبیعی دان فرانسوی (۱۷۶۷ – ۱۸۳۴) بنیان گذار کالبدشناسی و دیرینشناسی هروداران.

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

(۲۳) Neils Henrik David Bohr فیزیکدان نظری اهل دانمارک (۱۸۸۵ – ۱۹۶۲) از بنیان گذاران نظریه کوانتوم و نظریه واکنش های هسته ای

V.A. Fok (۲۴)

اصل تقارن و نقش آن در شناخت

در بررسی جنبه‌های فلسفی دانش فیزیک غالباً متفاہیم «تقارن» و «عدم تقارن» به کار برده‌می‌شود. از این‌رو جادار در این دو مفهوم دقیق شویم و اهمیت آنها را از دیدگاه «روش شناسی» موردنویجه قرار دهیم. بشر طی هزاران سال، در جریان تجربه عملی و شناخت قوانین واقعیت عینی، اطلاعات فراوانی به دست آورده که حاکی از وجود دو گرایش متضاد در جهان مادی است: از یک سو رعایت دقیق نظم و هماهنگی، و از سوی دیگر گرایش به نقض این نظم و هماهنگی. بشر از دیر باز به نظم موجود در شکل بندی باورها، گل‌ها، لانه‌های زنبور و موجودات طبیعی دیگر توجه یافته بود و این تناسب را هنگام خلق آثار هنری و تولید اشیا، دوپاره‌سازی می‌کرد و بدین ترتیب مفهوم تقارن را غنا می‌بخشید. دانشمند معروف، جیمز نیومن James Newman می‌نویسد: «تقارن وجه مشترک اشیا، پدیده‌ها و فرضیه‌هایی است که هیچ رابطه ظاهری بایکدیگر ندارند: معناطیس زمین، نقاب زنان، نورقطبیده (پولاریزه)، نظریه مجموعه‌ها، نا متغیرها و تبدیلات، رفتار زنبورها در کندو، ساختمان فضای طرح ظروف، فیزیک کوانتوم، گلبرگ‌ها، الگوهای تداخل اشعه ایکس، تقسیم‌یاخته در خارپشت دریایی، حالات‌های تعادل در بلورها، کلیساها رومی، دانه‌های برف، موسیقی، فرضیه نسبیت.^۱

کلمه «تقارن» دارای دو معنی است. به یک معنی، تقارن عبارت است از وجود درجه بالایی از تناسب و توازن. این تقارن در واقع نشان دهنده میزان همخوانی اجزای متعددی است که در تناسب بایکدیگر، «کل» را می‌سازند. «پولی کلیتوس Polyclitos و پس ازاو ویتروویوس Vitruvios» کلمه تقارن را به معنای فوق به کار بردن و از قول پولی کلیتوس چنین روایت شده است که: «استفاده از تعداد زیادی طولهای گوناگون در یک مجسمه قاعده‌تاً باید منجر به ایجاد نظم گردد.»

معنای دیگر کامله تقارن، تعادل است. ارسسطو تقارن را حدنهایی تناسب می‌داند. فیشاغورس و شاگردانش به پدیده تقارن توجه زیادی داشتند. در زمان فیشاغورس، فرقه‌ها و مکاتسب گوناگون عرفانی وجود داشت، اما فیشاغوریان علاوه بر تمایلات عارفانه، قابل بهره‌شی بودند که به عقیده آنان موجب وحدت با خداوندمی گردید. به نظر فیشاغوریان این وحدت از طریق ریاضت، که از عناصر اساسی مذهب آنان بود. میسرمی گردید. «از دیدگاه عقاید آنان، خداوند به وسیله اعداد بر جهان حکومت می‌کند. خداوند مظهر «وحدة» و جهان مظهر «کثرت» و متشکل از اجزای متفاوت است. هماهنگی، موجب وحدت این اجزای متفاوت شده، آنان را به صورت گیتی در می‌آورد. هماهنگی کیفیتی است الهی که از نسبت‌های عددی حاصل می‌شود...»

۱— از کتاب «دنیای ریاضیات» The World of Mathematics اثر جیمز نیومن صفحه ۶۷.

به گفته هرآکلیتوس^۲ فیثاغوریان معتقد بودند که زیبایی عبارت است از دانش کمال اعداد روح.^۳

عقاید فیثاغوریان براین هایه استوار بود که عدد، اصل جهان دور و پر ماست. براین اساس آنان می‌پنداشتند که برای شناخت جهان، کافی است که اعداد حاکم برجهان را بشناسیم. به گفته ارسسطو، فیثاغوریان با پرداختن به علم ریاضی، از نخستین پیش‌برندگان این علوم شدند و ریاضیات را که خود موجب گسترش آن بودند، سرآغاز هرچیز قلمداد کردند و برای اعداد، مقام نخست را در طبیعت قائل شدند. آنان اظهار می‌داشتند همه چیز از عدد حاصل شده وجهان از هماهنگی و عدد تشکیل یافته است.^۴

بنابر قول ارسسطو، عقیده بنیادی فلسفه فیثاغوریان این بود که عدد اصل همه اشیاست و ساختمان عالم به‌طور کلی جلوه‌گاه دستگاه هماهنگی از اعداد و روابط بین این اعداد است.

هگل با نقل نظریه فوق از کتاب «ما بعد الطبیعه» ارسسطو، این سؤال را به میان می‌آورد که: منظور از بیان چنین حکمی چه می‌تواند باشد؟ عدد معمولاً اندازه یک کمیت را بیان می‌کند. حال اگر بگوییم که هرچیزدارای مشخصات کمی و کیفی است، ابعاد و جرم خواصی ازشی هستند که فقط یک جنبه آن را مشخص می‌کنند. ولی فیثاغوریان عدد را «جوهر» اشیا، و نه «عرض» به شمار می‌آورند.^۵

هگل این نکته را حاصل شجاعت فکری فیثاغورس دانست و او را بخطاطر کنار گذاشت «جوهر حسی» و مطرح کردن «جوهر ذهنی» به جای آن، مورد ستایش قرارداد.^۶ برپایه این عقاید، فیثاغوریان برای نخستین بار ریاضیات را در بیان هماهنگی و تقارن به کار گرفتند؛ این بیان تازمان حاضراهمیت خود را ازدست نداده است.

دیدگاههای فیثاغورس و مکتب او، در تعلیمات افلاطون در زمینه شناخت، گسترش و ادامه یافت. افلاطون معتقد بود تنها آنچه را که در خود تناقضی نداشته باشد می‌توان شناخت، و از آنجاکه حرکت و تغییر در خود تناقض‌هایی دارند، جهان محسوس غیرقابل شناخت است. به اعتقاد او، وجود اجسام واقعی منوط به وجود «مثال»‌های انتزاعی مطلقی است که ابدی و بی‌تغییرند. روح جهان، سازواره‌ای از نیروهای فعال خردمند است که برپایه دقیقی ریاضی اذیجام و کار آبی یافته و از هماهنگی برخوردار است.

افلاطون درباره ساختمان جهان نظرات قابل توجهی دارد. از نظر او جهان از چند وجهی‌های منتظمی که دارای تقارن کامل می‌باشند تشکیل یافته است. افلاطون اصول

—۲— Heraclitus of Pontus

۳— از کتاب «بیداری دانش» van der Science Awakning نوشته «فان در وردن» Waerden صفحات ۹۳ و ۹۴.

۴— ما بعد الطبیعه اثر ارسسطو.

۵— فرهنگ علوم فلسفی اثر هکل صفحات ۳۳۰ تا ۳۳۵.

۶— همان کتاب

«مثال»‌ها را با اصل اعداد فیثاغوریان درآمیخت. اواجسام فیزیکی را فاقد مادیت دانست و آنها را جوهرهای ریاضی ایده‌آلی به شمار آورد که از تعدادی مشابه تشکیل شده‌اند. افلاطون روح جهان را اصل لازم برای وحدت این جهان، که از اشیای محسوس و بانظم ریاضی تشکیل یافته است، به شمار آورد.

از میان طبیعی دانان و فیلسوفانی که پس از آنها به تحلیل مقوله تقارن پرداختند، رنه دکارت René Descartes و هربرت اسپنسر Herbert Spencer رامی‌توان ذکر کرد. رنه دکارت معتقد بود که خداوند به اجسام غیرمتقارنی که خلق کرده بود، حرکت «طبیعی» دورانی داد که براثر آن، به اجسام کامل متقارنی تبدیل شدند. اسپنسر موضوع تقارن را در طی تشریح خاصی، در ارتباط با تعمیم فلسفی معلومات زیست‌شناسی بخصوص «شکل شناسی» گیاهان و حیوانات، مورد بررسی قرارداد. او بادر نظر گرفتن درجه پیچیدگی زیستی و تغییرات تقارن به‌این نتیجه رسید که تغییر، بنابریک رابطه علت و معلولی، بستگی به تقارن یا عدم تقارن محیط دارد.

مسئله تقارن در طبیعت بی‌جان، در بلورشناسی بایشترین تفصیل بررسی می‌شود. کمال یافتنگی شکل خارجی بلورها، از دیرباز توجه طبیعی دانان و فلاسفه را به خود جلب کرده بود. با گسترش دانش بشر در مورد طبیعت، تلاش‌های وی نیز برای یافتن علل بعضی از پدیده‌های دور و برش، افزایش یافت. موضوع تقارن بلورها در این میان مورد مطالعه قرار گرفت ولی قرن‌های متمادی سپری شد تا آنکه در پایان قرن هیجدهم (سال ۱۷۸۳) دانشمندی فرانسوی به نام «رومہ دلیل» Roméde Lisle یکی از مهم‌ترین قوانین بلور شناسی را که عبارت است از تساوی زوایای «میان وجهی» بلورها، کشف کرد. بر طبق این اصل، زاویه بین وجوده متناظرهمه بلورهای یک نوع ماده ثابت است. توجه به‌این نکته ضرورت دارد که «رومہ دلیل» از مطالعه بلورهای خاص شروع کرد و به درجه بالایی از تعمیم علمی دست یافت و قانون ثابت بودن زوایا را به بلورهای همه مواد بسط داد.

یک دانشمند دیگر فرانسوی به نام «رنه ژوست هوی» René Just Haüy کار «رومہ دلیل» را دنبال کرد و قانون مهم دیگری به نام قانون اعداد کامل وضع نمود که بی‌شک در کشف قانون اعداد کامل در شیوه توسط دالتون موثر بوده است. برخلاف نظریه رومہ دلیل، کسه معتقد بود ماهیت درونی بلورها را طبیعت نهفته داشته و برای ما غیرقابل شناخت است، «هوی» با نظری مادی به‌این مسئله بخورد کرد و برای تشریح ماهیت قانون اعداد کامل، فرضیه‌ای وضع نمود که بر اساس آن بلورها از مولکول‌های چند وجهی تشکیل می‌شوند. با تکیه بر اطلاعات تجربی - از جمله این واقعیت که هنگام شکستن بلورها، مثلاً بلور نمک طعام، قطعات جدید دارای شکل منظم متوازی السطوح می‌باشند - او به‌این نتیجه رسید که مولکول‌های نمک طعام متببلور نیز باید دارای شکل باشند. علی‌رغم نادرستی تصویروی در مورد شکل مولکول‌ها، نظریه ساختمان مولکولی ماده، اساس کاروی در کشف قانون اعداد کامل بود. درستی این قانون متعاقباً توسط آزمایش تأیید گردید.

در سال ۱۸۱۹، «ایلهاردمیچرلیخ» Eilhard Mitscherlich کشف کرد موادی که دارای ترکیب مشابهی باشند، دارای بلورهای هم‌شکل (ایزو‌مورفیک) هستند (مندلیف شیمی‌دان بزرگ روس). که در سال ۱۸۶۹ قانون کیفیت تناوبی عناصر را کشف کرد نیز به مطالعه این پدیده پرداخت و مقاله‌ای در این زمینه، تحت عنوان «ارتباط هم‌شکلی و سایر همانندی‌های ظاهری بلورها، با ترکیبات آن‌ها» نگاشت. سه سال بعد، یعنی در سال ۱۸۷۲ میچرلیخ پدیده «چندشکلی» (پولی‌مورفیسم) را کشف کرد. بنابراین اصل، بعضی از موادی توانند تحت شرایط متفاوت به صورت بلورهایی با اشکال و نوع تقارن‌های متفاوت درآیند. می‌دانیم که کربن به دو صورت گرافیت وال‌ماس متبلور می‌شود. گرافیت سیاه رنگ و هادی جریان برق است ولی ال‌ماس شفاف است و جریان برق را هدایت نمی‌کند. ال‌ماس سخت‌ترین ماده طبیعی است، در حالی که گرافیت یکی از نرم‌ترین کانی‌های است. وزن مخصوص گرافیت ۲/۲۲ و از آن ال‌ماس ۳/۵۱ است. بنابراین اختلاف در توزیع فضایی اتم‌های همانند و تفاوت‌های شبکه بلوری (گرافیت در شبکه شش‌ضلعی وال‌ماس در شبکه مکعبی متبلور می‌شود) سبب ایجاد پدیده چندشکلی بلورها می‌شود که غالباً تفاوت‌های فاحشی را در خواص فیزیکی آن‌ها موجب می‌گردد.

دو پدیده «هم‌شکلی» و «چندشکلی» دارای اهمیت فلسفی زیادی هستند. این پدیده‌ها از جمله تأییدات بی‌شمار بر درستی قانون تبدیل تغییرات کمی به کمی به شمار می‌روند. در اینجا مفهوم «کمیت» ابعاد گسترده‌تری یافته است، زیرا تنها بر تغییر در تعداد عناصر یا اجزای سازنده یک کل دلالت نمی‌کند، بلکه تغییر در توزیع فضایی اجزا را نیز شامل می‌شود.

یکی از خواص بنیادی بلورها «غیرایزوتروپیک» بودن آن‌هاست، یعنی این که در امتداد محورهای مختلف، خواص فیزیکی متفاوتی از خود نشان می‌دهند. در عین حال بلورها اجسامی همگن هستند، یعنی دوناحیه از بلور که شکل و امتداد یکسان داشته باشند دارای خواص یکسانی نیز خواهند بود.

مولکول‌هایی که دارای یک ترکیب و شکل خاص باشند، می‌توانند به اشکال متفاوتی متبلور شوند که تعیین کننده خواص شیمی - فیزیکی جسم است.

«ولاتون» Wollaston دانشمند انگلیسی، در سال ۱۸۱۳ نظریه مولکول‌های کروی را مطرح ساخت که در نهایت مولکول‌ها را به صورت نقطه‌های ریاضی در نظر می‌گیرد. توزیع منظم این نقاط در فضا، منجر به تکوین نظریه شبکه‌های فضایی بلورها و مفهوم تقارن شبکه‌ای گردید.

شبکه بلوری مفهومی است در ردیف عنصر تقارن که در مطالعه شکل خارجی بلورها با آن سروکار داریم. این تحرید ریاضی (شبکه بلوری) امکان تشریع ساختمان تناوبی بلورها را فراهم می‌آورد ونتیجتاً از روی این ساختمان، نحوه توزیع عینی ذرات مادی در بلور مشخص می‌شود. شبکه بلوری صرفاً تصویر ریاضی این ساختمان است.

تقارن از جنبه‌های مختلف در بلورهای ظاهر می‌شود. شکل خارجی بلورها، پدیده‌های فیزیکی

که بین بلورها حادث می‌شود، واکنش متقابل بلورها با ماده محیطی و تغییراتی که در نتیجه تأثیرات خارجی در بلورها به وجود می‌آید.

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

در سال ۱۸۳۰، «یوهان فردیش هسل» Johann Friedrich Hessel به روش هندسی ثابت کرد که فقط ۴۲ دسته بلور در طبیعت وجود دارد. در آن زمان کسی به کار هسل توجه نکرد و همین مطلب دوباره در سال ۱۸۶۷ توسط «اکسل گادولین» Aksel Gadolin روی کشف شد.

ساختمان داخلی بلورها، در مقایسه با شکل خارجی آن‌ها، دارای انواع متنوع تری از عناصر تقارن است. در زمینه همین مطلب، ا.س. فدوروف E. S. Fedorov دانشمند برجسته روس در سال ۱۸۹۵ کلیه ترکیبات ممکنه از عناصر تقارن در فضای مجزا کرد. او ثابت کرد که ۲۳۰ گروه تقارن فضایی وجود دارد و کلیه شبکه‌های فضایی ممکن را می‌محاسبه کرد. تا آن زمان، روش استفاده از پدیده تفرق اشعه ایکس، هنوز ابداع نشده بود. کشف این روش، درستی کار فدوروف را تأیید کرد. این امریک پیروزی علمی و دلیلی محکم بر قدرت ژرف بینی علم به شمار می‌آید. تا کنون حتی یک مورد وجود نداشته است که بلوری متعلق به یکی از گروه‌هایی که فدوروف برش مرده است، نباشد. «پییر کوری» دانشمند فرانسوی، کمک ارزنده‌ای به عالم بلورشناسی، بخصوص از جنبه تقارن، کرده است. «مارککوری» (همسر پییر کوری، م) در خاطراتش نوشته است که پییر کوری علاقه‌شیدیدی به فیزیک بلورها داشت. مطالعات نظری و تجربی او در این رشته، به پیدایش یک اصل عمومی - اصل تقارن - منجر شد. پییر کوری می‌نویسد:

«هرگاه عوامل بخصوصی تأثیرات معینی پدید آورند، عناصر تقارن در آن عوامل، باید در تأثیرات حاصله نیز ظاهر شوند.

«هرگاه پدیده‌ای بی تقارنی خاصی از خود بروزدهد، این بی تقارنی را در عوامل وجود آورند. این پدیده نیز باید بتوان یافت.

«عکس دوقضیه فوق - دست کم در عمل - صادق نیست، یعنی معلول‌ها می‌توانند از تقارن بیشتری نسبت به علت‌های خود باشند».

بلورهای واقعی که در عمل تمامی طبیعت بی‌جان را به وجود می‌آورند، ترکیبی از ذرات متشکله‌ماده (اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها) هستند می‌توان آنها را به منزله وحدت پویایی از نظم و بی‌نظم، تقارن و عدم تقارن دانست. آ.ای. کیتای گورودسکی می‌نویسد: «مطالعه عناصر بی‌نظمی دریک ساختمان مولکولی منظم و عکس آن، یعنی مطالعه عناصر نظم در توزیع منظم ذرات، موجب پیدایش قواعد جدید و مهمی شد که ارتباط بین ساختمان و خواص مواد را مشخص می‌کند و تعدادی از پدیده‌هایی را که مربوط به تغییر درجه نظم ساختمان مواد است، توضیح می‌دهد^۲.

۷ - از کتاب «نظم و بی‌نظمی در جهان اتم». اثر کیتای گورودسکی. چاپ مسکو ۱۹۵۹، به زبان روسی، صفحه ۳۰.

اصولاً، نقض تقارن جالب ترین نتایج علمی را در پی داشته است*. این موضوع را مثلاً در مشاهدات نجومی می‌توان دنبال کرد. گالیله معتقد بود که سیارات در مدارهای طبیعی دور حرکت می‌کنند. نقض تقارن محوری در مدار سیارات، که توسط کپلر کشف شد، منجر به پیدایش مکانیک کلامسیک گردید.

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

ثابت ماندن قوانین مکانیک نسبت به تبدیل محورهای مختصاتی که نسبت به هم حرکت یکنواخت دارند (تبدیل گالیله)، نخستین نوع تقارن غیرساده‌ای بود که کشف شد. این تقارن یکی از اصول اساسی مکانیک نیوتونی گردید. نتایج حاصل از این اصل تقارن در قرن نوزدهم مورد مطالعه دقیق قرار گرفت و نتایج مهمی به بار آورد که مهم‌ترین آنها قوانین بقا در فیزیک کلامسیک است.

ارائه فرضیه نسبیت خصوصی و عمومی اهمیت نوینی به قوانین تقارن بخشید: ارتباط بین قوانین تقارن و قوانین فیزیک دینامیک، به نحو چشمگیری نزدیک تر و دارای تأثیر متقابل بیشتر، نسبت به ارتباط بین این قوانین در فیزیک کلامسیک بود. پیش از ظهور مکانیک کوانتوم، قوانین تقارن در فیزیک کاربرد گسترده‌ای نداشت. اما از آن به بعد این قوانین اهمیت روزافزونی یافته‌اند. اعداد کوانتومی که مبین وضعیت داخل یک دستگاه است، اکثرآ بر اعداد کوانتومی که تقارن آن دستگاه را بیان می‌کند منطبق است. مثلاً وجود ضد ذرات (پوزیترون، آنتی پروتون و آنتی نوترون) به عنوان نتیجه‌ای از تغییر ناپذیری قوانین فیزیک نسبت به تبدیلات «لورنتس» به طور نظری پیش بینی شده بود. مفاهیم تقارن و عدم تقارن که در نظامهای خاص علمی به کار می‌رود، الزاماً بازتاب تقارن یا عدم تقارن جهان واقعی نیست؛ این مفاهیم مرتبآ تحول می‌یابند و معانی جدیدی به خود می‌گیرند. آن چنان که تاریخ علم نشان می‌دهد، این مفاهیم را می‌توان در پیش بینی وجود بسیاری از پدیده‌های نوب و هنوز ناشناخته به کار برد. مفهوم تقارن توضیح دهنده نظم خلقت نیست بلکه کلاً دو مفهوم تقارن و عدم تقارن بازتابی از خواص عینی جهان مادی هستند.

درنوشته‌های راجع به فیزیک و سایر رشته‌ها، تعاریف متفاوتی از تقارن وجود دارد که چنانکه دیدیم در مفاهیم تناسب و هماهنگی خلاصه می‌شود و در مقابل، اصطلاحاتی

چون عدم تقارن، ذات‌تقارنی و بی‌تقارنی به معنای نقض تقارن می‌باشد. امروزه در علوم طبیعی، مقولات تقارن اکثرآ از طریق برشمردن نشانه‌های خاصشان تعریف می‌شوند: مثلاً تقارن به عنوان مجموعه‌ای از خواص - نظم، همگنی، تناسب، هماهنگی وغیره - تعریف می‌شود. عدم تقارن معمولاً به معنی نبودن آثار تقارن - بسی

* حافظ نزدیک به همین مضمون آفته است.

کسب جمعیت از آن زلف پریشان کردم

از خلاف آمد عادت بطلب کام، که من

نظمی، عدم تناسب، ناهمگنی وغیره - درنظر گرفته می شود. درچنین تعریفی همه نشانه های تقارن به یک میزان مهم و بنیادی شمرده می شود و در موارد معین، هریک از این نشانه ها رامی توان ملک متقارن دانستن یک پدیده به حساب آورد. مثل دریک مورد تقارن همان همگن بودن است و در مورد دیگر تقارن بُه معنی تناسب مطرح می شود. با پیشرفت دانش، نشانه های جدیدتری برای تقارن یافته می شود.

عدم تقارن نیز - مانند تقارن - در نظامهای مختلف معانی متفاوتی به خود می گیرد. بنابراین در تعاریفی از عدم تقارن که بر اساس مفاهیم خاص - توسط برشمردن خواص اشیایی که واجد این مفاهیم هستند - ارائه می گردد، ارتباطی بین خواص برشمرده شده وجود ندارد. از این لحاظ، خواص تقارن (مثل همگنی و تناسب) از یکدیگر منتزع نمی شوند. وقتی تعریف با تکیه بر جنبه های ذاتی و بنیادی اشیا بیان شود - جنبه هایی که ضمناً با یکدیگر مرتبط هستند - مطلب به قرار دیگری است. چنین تعاریفی دارای خصلت الزامی بوده و در ک عميقي نسبت به شی مورد نظر ایجاد می کنند. به هر حال، این بدان معنی نیست که تعاریفی از تقارن و عدم تقارن که در بالا بدانها اشاره شد بلا استفاده آنند، بلکه بر عکس، این تعاریف بسیار مفید و لازم می باشند، زیرا بدون وجود آنها عرضه کردن تعاریف کلی تر برای تقارن و عدم تقارن به عنوان مقوله هایی از شناخت ناممکن است و تعاریف کلی تر تقارن و عدم تقارن براساس همین تعاریف تجربی بنا شده است. سرانجام این که، ماهیت تعاریف کلی، به ارتباط بین نشانه های گوناگون تقارن و عدم تقارن، با خواص عام و معین ماده درحال حرکت، مربوط می شود.

مفاهیم کلی تقارن و عدم تقارن باید آن چنان باشند که کلیه انواع شناخته شده و حتی شناخته نشده تقارن و عدم تقارن را شامل شوند. این شرط مستقیماً از سه قضیه زیر ناشی می شود:

اولاً، اطلاعات علمی نشان می دهد که این مفاهیم در مورد همه خصلت های شناخته شده ماده به کار می روند، متعکس کننده پیوندهای میان این خصلت ها هستند و نمی توان تعریف کلی معقولی از این مفاهیم، براساس خصلت های مجزای ماده عرضه کرد و این کار فقط از طریق آشکار ساختن روابط داخلی متقابل بین این خصلت ها مقدور است. ثانیاً، اساس این مفاهیم ارتباط دیالکتیکی همسانی و تفاوت بین خصلت های ماده و بین حالات و آثار این خصلت هاست.

ثالثاً، وحدت تقارن و عدم تقارن یکی از اشکال تجلی قانون وحدت و نفی متقابل متضادهاست.

از دیدما، نخستین پایه منطقی تعریف تقارن و عدم تقارن، دیالکتیک همسانی و تفاوت است. همسانی و تفاوت در دیالکتیک فقط روابط معین، در تأثیر متقابل و تضمن تفاوت در همسانی و همسانی در تفاوت، درنظر گرفته می شوند.

همسانی فقط در روابط و فرآیندهای معین ظاهر می شود و همیشه 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 نقطه شروع و تحول پذیراست. همسانی فرایند ایجاد شباهت در تفاوت و تضاد است.

درک دیالکتیکی مفهوم همسانی، این نکات را روشن می‌کند که: همسانی جدا از تفاوت و تضاد وجود ندارد؛ همسانی به وجود می‌آید واز بین می‌رود، همسانی فقط در روابط معین وجود دارد و تحت شرایط معین پدید می‌آید؛ تعریف کامل همسانی، استحاله کلی متضادها به یکدیگر است.

همسانی در اشکال بی شماری متجلی می‌شود. پس در فرایند شناخت پدیده‌های جهان نباید صرفاً به بیان همسانی بین آن‌ها قناعت کنیم، بلکه باید نشان دهیم که این همسانی چگونه پدیدمی‌آید و تحت چه شرایط و در چگونه روابطی باقی می‌ماند. بر این اساس

تعاریف زیر را از تقارن ارائه می‌کنیم:^۸
مفهوم تقارن بیان کننده فرایند وجود و تحول (بودن و شدن) نکات همسان در شرایط معین بین حالات متفاوت و مقتضاد پدیده‌های جهان است.

از این تعریف مفهوم تقارن، روش شناختی زیر لازم می‌آید: در مطالعه پدیده‌ها، اتفاقات و حالات ماده در حال حرکت، باید نخست تفاوت ^{پلاظهات} و تضادهای نهفته در آنها را تعیین کرد، سپس روشن ساخت که دارای چه همسانی‌هایی هستند و ایجاد و بقاوای رخ می‌دهد. از اینجا یک رشته معیارهای کلی برای فرمول‌بندی فرضیات به دست می‌آید (این قانون اکثر آب شهود علمی مربوط می‌شود). اگر وجود پدیده یا حالتی ثابت شده وبا پارامترهایی از یک پدیده مشخص گردیده باشد، باید وجود پدیده‌ها، خواص یا پارامترهای مخالف را پذیرفت. این مطلب را نیز باید به اصل فوق بیفزاییم که طی روابط خاص و تحت شرایط معین نکاتی از همسانی بین شرایط متناسب وجود دارد یا حادث می‌شود. این دو قانون به طور کلی بیان کننده کاربرد مفهوم تقارن در مباحث مورد مطالعه است.

علاوه بر فرایندهای پیدایش همسانی در تفاوت و تضاد، فرایندهایی نیاز پیدایش تفاوت و تضاد در یک کلیت واحد همسان وجود دارد. اگر بتوانیم ایجاد کلیت را پایه تقارن بدانیم، باید بپذیریم که اساس عدم تقارن، تجزیه کلیت به جنبه‌های متناسب است.

مفهومی که بیان کننده وجود و تصور پذیری تفاوت‌ها و تضاد است دد یک کل و در همسانی و کلیت پدیده‌های جهان، تحت شرایط معین و طی روابط خاص است، عدم تقارن نامیده می‌شود. عدم تقارن در ساختمان، تغییرات و روابط داخلی فیما بین پدیده‌ها از اهمیتی هم تراز تقارن برخوردار است.

- «مفهوم تقارن و عدم تقارن: رفیزیک دنیای میکروسکوپی»، از کتاب «مسائل فلسفی فیزیک کوانتم»، اثر و.س. گت V.S.Gott و آ.ف. پرتوورین A.F.Preturin (به زبان روسی) جاپ مسکو ۱۹۷۱.

شاید دقیق این باشد که به جای «اصل تقارن»، عبارت «اصل وحدت تقارن و عدم تقارن» را بکار ببریم، زیرا تقارن و عدم تقارن هیچ‌یک به طور «مطلق» در طبیعت وجود ندارند و فقط می‌توانند در شناخت ما، به صورت انتزاعاتی که بیان کننده شرایط حدی هستند، وجود داشته باشند.

در همه پدیده‌ها، تقارن و عدم تقارن باهم درآمیخته‌اند.* باید پذیرفت که همه تعمیم‌های واقعی علمی، یعنی تعمیم‌هایی که با واقعیت تطبیق می‌کنند، نه تنها شامل تقارن‌ها و بی‌تقارنی‌های خاص، بلکه در برگیرنده اشکال معینی ازوحدت آنها نیز هست. مثلاً، در تبدیلات گالیله و لورنتس، آثار بی‌تقارنی هم‌ای نشانه‌های تقارن وجود دارد؛ کلیه حالات سکون و حرکت یکنواخت مستقیم الخط متقارنند، ولی حالات سکون و حرکت شتابدار نامتقارنند.

برای یافتن وحدت بین تقارن و عدم تقارن در یک پدیده‌فرض، باید گروههایی از آثار را بیاییم که در عین حال بیان کننده همسانی در تفاوت و تفاوت در همسانی باشند. بنابراین پیش از اقدام به یافتن تقارن - نسبت به گروههای خاصی از آثار - در یک پدیده معین یا در مجموعه‌ای از پدیده‌ها، باید تفاوت‌های موجود میان جنبه‌های گسون‌گسون پدیده داده شده یا میان همه پدیده‌ها را بیان کیم، زیرا تقارن، وجود همسانی به طور عام نیست، بلکه وجود همسانی در تفاوت است. اگر مجموعه‌ای از پدیده‌های مطلقاً همسان داشته باشیم، هیچ گونه تقارنی نسبت به هیچ گروهی از آثار، در آنها نمی‌توان یافت.

این بدان معنی است که پیش از یافتن تقارن باید به جستجوی عدم تقارن بپردازیم. عکس این مطلب نیز صحیح است. پیش از روشن شدن تقارن پروتون‌ها و نوترون‌ها نسبت به واکنش‌های داخلی میان آنها، تفاوت آنها - که خود نوع خاصی از بی‌تقارنی است - کشف شد. ذرات و ضیذرات نسبت به هم نامتقارنند زیرا دارای نکات همسانی هستند که بر طبق آن، قرینه آینه‌ای بدیگر بشمار می‌آیند. بنظر می‌رسد که براساس وحدت تقارن و عدم تقارن، هریک از این دو مفهوم، مقدم بر دیگری است. این جنبه وحدت ضدین - که در تقارن و عدم تقارن دیده می‌شود - در تحوالات شناخت ما به روشنی تصویر شده است. با پیشرفت فیزیک، دونظریه کاملاً مجزا درباره نور - موجی و ذره‌ای - تقریباً

بطور همزمان بوجود آمد و تا مدت زیادی فیزیک نور به روشنی دارای عدم تقارن بود. بعدها کشف شد که جنبه‌های موجی و ذره‌ای پدیده‌های نوری از بسیاری جهات معادلنند و دارای نکات همسانی هستند، در نتیجه نسبت بیکدیگر متقارنند، با این وجود، امروزه یک‌نامتقارنی آشکار در فرضیه الکترومغناطیس وجود دارد. اینکه بارهای الکتریکی مخالف هریک می‌توانند به تنها یک وجود داشته باشند، موجب عدم تقارن شده است. حال آنکه میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی کاملاً نسبت بهم متقارنند. جستجوی درازمدت برای

* در معماری و هنرهای تزیینی ایران اصطلاح جفت و پا جفت را داریم. جفت به معنی قرینه، مشابه و تکرار است و برای القای آرامش در معماری بناهای مذهبی به کار می‌رود. پا جفت (پادجفت) به معنی نامتقارن است و تنوع ایجاد می‌کند. م

یافتن مغناطیس یک قطبی که توسط دیراک Dirac پیش‌بینی شده، در واقع جستجو برای یافتن تقارن بین بارهای الکتریکی و قطب‌های مغناطیسی است⁹. سرانجام در همین زمینه باید به این نکته اشاره کنیم که تقارن سکون و حرکت یکنواخت مستقیم الخطوط براساس تضاد آنها عنوان می‌شود. پس وحدت تقارن و عدم تقارن را باید پدیده‌ای عمومی دانست که هم در واقعیت عینی وهم در شناخت ما نهفته است.

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

برای روشن شدن مطلب، بعنوان مثال، مقوله «قانون» را در نظر می‌گیریم. هر قانونی بیان کننده یک نظم ویژه و ترتیب بخصوصی در توزیع فضایی پدیده‌ها و تقدم و تاخر آنهاست. مثلاً قوانین ساختمان بلورها بیان کننده ترتیب توزیع ذرات مشکله آنها، ملکول‌ها، یون‌ها اتم‌ها، و گروهایی از آنهاست. قوانین واکنش‌های زنجیری (در فیزیک، شیمی و بیوشیمی) ترتیب تقدم و تأخیر حالات و مرحل مختلف را بیان می‌کند.

«قانون» همچنین مبین همگنی خاصی بین پدیده‌های مختلف و واکنش‌های داخلی بین آنهاست. در اینجا مفهوم همگنی حاکمی از همسانی بین پیوندها، روابط و ماختمان‌های آنها است، مثلاً پدیده‌های متفاوتی چون صوت و امواج الکترومغناطیس دارای چندین جنبه همسانی ووابستگی به یکدیگرند، از جمله رابطه بین طول موج و بسامد (فرکانس) و رابطه بین فاز و «سرعت گروه» انتشار امواج و موارد متعدد دیگر.

نظم پاترتب (که هر دو به یک معنی هستند) و همگنی، جنبه‌های ذاتی قوانین جهانند. حتی برخی از مولفین آن‌ها راجبه‌های اصلی قوانین دانسته‌اند. یوجین ویگنر، فیزیک دان بر جسته، تعریف زیر را برای قوانین فیزیک ارائه نموده است: «نظم‌های موجود در پدیده‌ها که مورد جستجوی علوم طبیعی است، قوانین طبیعت نامیده می‌شود.¹⁰» ویگنر بی‌شک مشخصه مهمی از قوانین رام طرح نموده است، و از آن‌جا که جنبه‌دیگری از قوانین یعنی تقارن با آن همراه است، به نظر می‌رسد که تقارن نیز برای درک قوانین طبیعت مهم و ذاتی است.

لینین یکی از مشخصه‌های قانون را چنین توصیف کرده است: «قانون، همسانی نمود هاست.»

این مشخصه حاکی از آن است که راه دیگری نیز برای شناخت قوانین وجود دارد: بازگو کردن آنچه در پدیده‌های مختلف یا جنبه‌های مختلف پدیده‌ها همسان است.

۹- مقاله «مغناطیس‌های تک قطبی» نوشته کنتو. فورد Kenneth W. Ford در مجله Scientific American

۱۰- کتاب تقارن و بازتابها، از یوجین ب. ویگنر، چاپ لندن، ۱۹۷۰، صفحه ۳۹

همان طور که قبل اثبات کردیم، تقارن، همسانی در تفاوت و تضاد نیز هست. بنابراین یافتن تقارن بین پدیده ها یا در خود پدیده ها به منزله شناخت جنبه های خاصی از قوانین آن هاست. به بیان دیگر، با استفاده از تقارن می توان قوانین بی ذاتیت مهمی در مورد پدیده های جهان کشف کرد. هر قانونی دارای تقارن بخصوصی است؛ می گوییم بخصوص زیر اهمانی در تفاوت و عکس آن (که موجب پیدایش تقارن می شود) در موارد گوناگون می تواند بنیادی یا غیر بنیادی باشد. واضح است که همسانی (تقارن) فقط در صورت بنیادی بودن در تعریف یک قانون مستتر است.

همسانی موجود بین پرتوان و نوترون نسبت به اندر کنش های قوى (تقارن وابستگی باز) بیان کننده جنبه بنیادی قانون اندر کنش آن هاست. باید توجه داشت که این قانون هنوز به طور کامل روشن نشده است: یافتن تقارن پدیده ها، برای شناخت قوانین آنها کفايت نمی کند. تقارن تمام محتواي یک قانون را در برنامی گيرد بلکه فقط یک جنبه مهم آن است. بنابراین به هیچ وجه نمی توان تقارن را هم ارز قوانین دانست. پس نمی توان تنها به صرف کشف تقارن های نهفته در ذرات بنیادی، نظریه کاملی درباره قوانین حاکم بر آنها وضع کرد.

اساس رابطه بین قانون ها وجود نکات همسانی بنیادی بین آنهاست. مثلا در قانون جاذبه عمومی و قانون کولمب، بستگی نیرو به فاصله همسان است. همچنین در قوانین سقوط آزاد اجسام و پایین آمدن اجسام روی سطح شیب دار، بستگی سرعت حرکت به تغییر ارتفاع همسان است. با استفاده از تعریفی که قبل از تقارن گفته شد، می توان رابطه بین این قوانین را به عنوان تقارن آنها تشریح کرد.

تقارن بین قوانین عبارت است از وجود نکات همسان بین پیوندهایی که جزئی از این قوانین محسوب می شوند. به این معنی، قوانین کاملاً متفاوتی که در حوزه های مختلفی از طبیعت صادقند می توانند تقارن باشند. تقارن قانون ها یک جنبه اساسی وحدت آنهاست.

قوانین حاکم بر پدیده ها تحت شرایط معین مصدق است می یابند. مسئله متقارن بودن قوانین نسبت به شرایط متفاوت، در همین رابطه مطرح می شود. اگر هیچ نکته همسانی در شرایط کار کرد قوانینی موجود نباشد، این قوانین واجد هیچ گونه تقارنی نخواهند بود؛ در صورت وجود چنین نکته هایی، متقارن بودن قوانین مذکور نسبت به شرایط مفروض نه گزیر خواهد بود. هدف، پیدا کردن این نکات همسانی در شرایط گوناگونی است که این قوانین طی آن صادقند.

از میان کلی ترین جنبه های این شرایط می توان از مکان و جهت در فضا، فواصل زمانی و حالات حرکت نام برد. تجربه نشان داده است که همه مکان ها و جهات در فضا، همه نواصل زمانی و کلیه حالات حرکت یکنواخت مستقیم الخط دارای نکات همسانی هستند. لذا، هر گاه دستگاهی در موقعیتی از فضا تحت قوانین معینی عمل کند، عملکرد آن قوانین در همه جا همسان خواهد بود. این مطلب در مورد موقعیت زمانی، سرعت های حرکت یکنواخت مستقیم الخط و جهت های فضا نیز صادق است. تغییر در هر یک از این

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

قبل از این مطلب اشاره کردیم که از بنيادهای ارتباط بین قوانین، وجود نکات همسانی - یعنی نکات متقارن - در محتویات متفاوت آنها است. با برداشت سطحی از عدم متقارن (یعنی آن را به معنی در کار نبودن هیچ گونه عنصر متقارن دانستن) ممکن است به این نتیجه برسیم که وجود بی متقارنی در قوانین، ارتباط بین آنها را نفی می‌کند. اما مطلب بدین قرار نیست. اولاً، وجود بی متقارنی در محتوای قوانین، محتوای آنها وجود متقارن را نفی نمی‌کند. ثانیاً، عدم متقارن نیز، همانند متقارن، اساسی برای وجود ارتباط بین قوانین است. برای روشن شدن مطلب مثالی می‌آوریم: به وضوح می‌توان پذیرفت که بی متقارنی در محتوای قانون افزایش انتروپی به هیچ وجه پیوندیان این قانون و قانون بقا و تبدیل انرژی را زایل نمی‌کند. درواقع با توجه به کمیت‌های فیزیکی مانند پتانسیل‌های ترمودینامیکی (پتانسیل ترمودینامیکی، انرژی آزاد، انتروپی)، عکس این مطلب صحیح است.

قوانین بقای انرژی وایمپالس حاوی عنصری از عدم متقارن متنابند؛ انرژی یک کمیت اسکالر وایمپالس یک کمیت برداری است، اما پیوند عمیقی بین این دو وجوددارد که توسط فرضیه نسبیت بیان می‌شود.

پس تکرار می‌کنیم که هم متقارن و هم عدم متقارن موجب ارتباط قوانین هستند. بعلاوه، ارتباطی که برپایه وجود عناصر بی متقارنی، ما بین قوانین پدید می‌آید به مراتب عمیق تراز ارتباط ناشی از متقارن است.

عملاً همه قوانین نسبت به تغییرات و شرایط خاصی ناممتقارنند. مثلاً قوانین مکانیک نیوتونی نسبت به گروه تبدیلات لورنتس ناممتقارن هستند. قانون افزایش انرژی نسبت به تبدیل انواع مختلف انرژی به یکدیگر، به روشی متقارن است و به طوری که می‌دانیم، این قانون نشان دهنده آن است که همه انواع انرژی میل دارند، به انرژی گرمایی تبدیل شوند. قانون ماسکول درباره توزیع سرعت در مولکول‌های گاز، بیان کننده غلبه سرعت‌های مولکولی نزدیک به سرعت متوسط، برسرعت‌های بیشتر یا کمتر است. قانون تأثیر متقابل‌های حاوی جریان پرسامد، شتاب متقابل آنها را تعیین نمی‌کند، بلکه تنها شتاب یکی از آنها را مشخص می‌سازد. و سرانجام، ارتباط بین قوانین کپلو و قوانین جاذبه عمومی بر اساس نقض متقارن محوری در حرکت سیاره‌ای بنا شده است؛ این ارتباط در قانون اول کپلر بیان می‌شود.

یا. آ. اسمارا دینسکی A. Smorodinsky می‌نویسد: «آخراً ذُخواهد بود ماگر بگوییم که تشریح قوانین نقض متقارن به پیدایش جالب ترین نتیجه‌ها در فیزیک منجر شده است.^{۱۱}

حال یک بار دیگر مسئله عدم تقارن بین قوانین و شرایط کار کرد آنها را مشروحاً مورد بررسی قرار می‌دهیم. این عدم تقارن زمانی پدیده می‌آید که بین شرایط کارکرد قوانین و جنبه‌های گوناگون آنها، نکات تفاوت برنکت همسانی غلبه داشته باشد. مثلاً در شرایط فضای ناهمگن که در آن مواضع مختلف فضا همسان نیستند، بلکه متفاوتند، جابجایی متقابل اجسام بر اساس قوانین متفاوتی صورت می‌گیرد. قوانین حاکم بر جابجایی اجسام در شرایط ناهمسان پایداری خود را از دست می‌دهند و در اثر تغییرات نقض می‌شوند. تغییر ناپذیری این قوانین نیز نسبت به شرایط نامتقارن از میان می‌رود.

اما آیا از این مطلب می‌توان نتیجه گرفت که درقبال شرایط نامتقارن هیچ قانونی وجود ندارد و قوانین فقط در شرایط متقاضی صادقند؟ چنین استنتاجی در نهایت، عجلانه خواهد بود. برای رسیدن به چنین نتایجی باید کمال دقت را به کاربرد و محدودیت‌ها و نسبی بودن دانش بشر را در عصر حاضر، باید در نظر داشت. تا کنون تجربه این نکته را آشکار کرده است که، تقارن همیشه در پیشتر عدم تقارن پنهان است و بر عکس، مثلاً می‌دانیم که دستگاه هندسی فضا - زمانی ریمان، نامتقارن است، اما زمینه‌ای وجود ندارد که آن را قادر هر گونه تقارن بینگاریم. این مطلب هنوز برما روشن نشده است. مثال دیگری می‌آوریم؛ باز هم تجربه نشان می‌دهد که هیچ مرزبندی دقیقی بین قوانین و شرایط کارکرد آنها وجود ندارد. شرایط نامتقارن بین درست صورت استثنایی می‌پذیرند؛ و قوانین صادق در آنها - ظاهر آثاری کیفیت‌های منحصر به فردی هستند که از دید ما، روابط معکوس آنها در جوار پیوندهای کارکردی نقش مهمی دارد. قوانین حاکم در شرایط نامتقارن، ممکن است کیفیت آماری عمیق‌تری در مقایسه با قوانین مکانیک کوانتوم و میدان کوانتوم داشته باشند.

همچنین اگر قبول کنیم که نامتقارنی شرایط مانع از وجود نظم نیست، این حکم به گسترش بیشتر دامنه شناخت یاری می‌دهد. و نیز اینکه نامتقارنی شرایط، تغییر ناپذیری قوانین را نفی نمی‌کند. این قضیه متکی بدین واقعیت است که تقارن تنها منبع تغییر ناپذیری نیست و تغییر ناپذیری قوانین، توسط ارتباط‌های موجود، که جزئی از محتوای قوانین است، نیز تأمین می‌گردد.

مطاله ارتباط بین مقوله‌های تقارن، عدم تقارن و قانون، امکان حصول به درک عمیق تری از محتوای این مقوله‌ها و نقش آنها در شناخت را فراهم می‌ورد. پذیرفتن اینکه فضا و زمان ماده متحرک دارای خواصی است که تاکنون شناخته نشده، براساس دانشی که تاکنون به دست آورده‌ایم و نیز برپایه قوانین عمومی ماتریالیسم دیالکتیک است. این خود مثالی از تحلیل عینی از یک وضع عینی، به کمک مقوله‌های فلسفی و مفاهیم علمی به شمار می‌رود.

اصول فیزیک و اهمیت آن‌ها در شناخت

(بخش اول)

ماهیت اصول علمی چیست؟

اصول فیزیک تعمیم‌هایی از نظم‌های عینی خاص پدیده‌های فیزیکی هستند. در طبیعت به‌خودی خود هیچ‌گونه اصل فیزیکی، شیمیایی، زیست‌شناسی و امثال آن‌ها وجود ندارد. این اصول تنها در شناخت ما وجود دارند، ولی دارای یک محتوای عینی هستند. پیدایش قوانین و تبیین اصول فیزیک، از بررسی و بیان ارتباط میان کارکرد این قوانین و خواص طیف‌گسترده‌ای از پدیده‌های فیزیکی ناشی می‌شود. اگر این ارتباط از راه آزمایش اثبات شود، در این صورت اصول فیزیک به‌وجود می‌آیند و هر گاه ارتباط مذکور مبتنی به‌فرض باشد، با اصول موضوعه^۱ سروکار خواهیم داشت.

اصول موضوعه در فیزیک اصولی هستند که برایک ارتباط فرضی و پذیرفته شده میان قوانین مورد تعمیم و خواص گروهی از پدیده‌های فیزیکی قراردارند. به‌یان دیگر، اصول موضوعه در فیزیک نوع خاصی از فرضیه‌های فیزیکی هستند (مثلًا اصول موضوعه بور در مورد مدل اتمی که در سال ۱۹۱۳ توسط وی ارائه گردید).

یک نکته اساسی در پیدایش اصول فیزیکی جدید، اثبات وجود ارتباطی میان قوانین فیزیک، اشکال ظهور آن‌ها و سایر اصول فیزیکی است.

پس می‌توان گفت که تحلیل محتوای هر اصل خاص از فیزیک الزاماً شامل روش کردن ارتباط آن با سایر قوانین و اصول فیزیک است.

هیچ‌یک از اصول فیزیک به‌تنها یک کامل نیست و در واقع هیچ مجموعه‌ای از اصول علمی نمی‌تواند کامل و به‌کلی پایدار باشد. با پیشرفت علم، یک‌ایک اصول علمی دارای دقت بیشتری می‌شوند و معنای آنها گسترده‌تر و یا گهگاه محدودتر می‌شود. بی‌شك نقطه شروع تشکیل اصول فیزیکی تجربه عملی یا آزمایش است. در نتیجه می‌توان گفت که روش مطالعه محتوای عینی اصول فیزیک شامل مراحل زیر است:

۱- تحلیل چگونگی پیدایش اصول فیزیک و کاربرد آن‌ها؛

۲- تحلیل ارتباط آن‌ها با سایر قوانین و اصول فیزیک؛

۳- تحلیل اصول فیزیک به‌عنوان تجربه عملی (آزمایش) تعمیم یافته و بد عنوان تنها مراحل انعکاس منطقی واقعیت. دسته‌های خاصی از اصول فیزیکی را اصول «نفي»^۲ تشکیل می‌دهند. تعداد این گونه اصول بسیار زیاد است و برخی از آن‌ها مفهوم عام دارند. اصول نفي در فیزیک دارای مفهومی دوگانه‌اند: از یک سو بیان کننده امکان ناپذیری

برخی از پدیده‌های فیزیکی در طبیعت هستند و در نتیجه امکان مشاهده یا به آزمایش در آوردن آن‌ها را نفی می‌کنند؛ از سوی دیگر، جهت تفکر را مشخص می‌کنند، نظم خاصی به‌اندیشه می‌دهند و برخی هدف‌های خاص و راه‌های نیل به آن هدف‌هارا — نه برای طبیعت، بلکه برای اندیشه — مردود اعلام می‌کنند.

بهتر بگوییم، همه اصول و قوانین شناخته‌شده فیزیک دارای بعضی نکات مبتنی بر نفی، به معنای نخست یا به معنای دوم آتند. مثلاً قوانین بقا، اصل نایقینی‌ها یز نبرگ واصل ثابت بودن سرعت نور، نکاتی مبتنی بر نفی در خود دارند. ضمناً اصول نفی یک دسته مسایل «پوج» را نیز مشخص می‌کند، مثلاً مسئله طرز ساختن ماشین کارداشیم. علاوه بر این، برای اصول موضوعه نیز تعدادی اصول نفی وجود دارد.

اصول نفی طبیعتاً از درجات مختلفی از تعمیم برخوردارند و حوزه‌های کاربرد آنها متفاوت است. اما برخی اصول نفی دارای مفهوم مطلق هستند. مثلاً، می‌توان از آن اصول نفی نامبرده که بخشی از قوانین بقا و تبدیل در محدوده کار کردشان هستند. به طور کلی باید با اصول نفی به صورت مشخص برخورد کرد، هر چند از دیدگاه تفکر، برخی از جنبه‌های اصول نفی خصلت مطلق دارند. مثلاً هیچ گاه نمی‌توان ماده را بدون حرکت تصور کرد. این اصل نفی، نتیجه نظرات بنیادی روش‌شناسی در ماتریالیسم دیالکتیک است.

اصول نفی، نقش مهمی در شناخت ایفا می‌کنند. برخی از دانشمندان، از جمله ادموند ویت‌تیکر^۲ فیزیک دان و ریاضی‌دان انگلیسی، این اصول را زیر بنای تمامی فیزیک می‌دانند^۳. ولی این عقیده بی‌پایه است.

در مورد اصول نفی و نقش آن‌ها در شناخت پدیده‌های فیزیکی، عقاید گوناگونی وجود دارد. بعضی از فیزیک‌دانان برآند که اصول نفی بیانگر قوانین غیر علیتی طبیعت هستند. بعضی دیگر آن‌ها را بیان فشرده تجربیات منفی‌ما، یعنی تجربیاتی که نشان‌دهنده امکان ناپذیری برخی فرایندها و پدیده‌ها هستند، به شمار می‌آورند. و در عین حال عده‌ای معتقدند که اصول نفی تاییجی هستند که از مبانی نظری فیزیک به دست می‌آیند. به نظر ما، این دیدگاه‌ها هیچ یک به طور کامل خصایص ویژه اصول نفی فیزیکی را ارائه نمی‌دهند. دیدگاه‌های مذکور یا یک جانبه هستند یا آن‌که اهمیت این اصول را به سادگی تحریف می‌کنند.

اصول نفی همچون سایر اصول فیزیک متکی به اطلاعات تجربی هستند و به عنوان نخستین مرحله شناخت قوانین پدیده‌های فیزیکی عمل می‌کنند و در حقیقت در این مرحله، تجربیات اولیه منفی، یعنی اطلاعات حاکی از امکان ناپذیری برخی فرایندها و پدیده‌ها را، تعمیم می‌بخشند.

حال به بررسی بعضی از اصول فیزیک می‌پردازیم که در شناخت جهان بی‌نهایت

3. Edmund Whittaker

۴— نگاه کنید به کتاب «فیزیک و سیاست» (به زبان انگلیسی) نوشته ماکس بورن، چاپ ۱۹۶۲، ادینبرو و لندن صفحه ۳۹.

کوچک نقش مهمی دارند. مکانیک کواتروم، که ویژگی‌های کیفی اشیا و فرایندها را در جهان بینهایت کوچک منعکس می‌کند، نشان داده است که دترمینیسم لاپلاس^۵، که تعین (دترمینیسم) را در هر شرایطی الزامی می‌داند، درمورد جهان بینهایت کوچک صادق نیست. البته در اینجا موضوع مردود شمردن مطلق و ماورای طبیعی اصل تعین مطرح نیست. مکانیک کواتروم این مطلب را روشن کرده است که در طبیعت علیتی بر پدیده‌ها حاکم است که به توازن تعین و عدم تعین در فرایندهای کنش متقابل و تبدیل پدیده‌های عملی متکی است. بدعا بر این دیگر علیت دیالکتیکی بر پدیده ها حاکم است. عدم تعین عینی در فیزیک در مواجهه با فرایندهایی که در جهان بینهایت کوچک باشد اتفاق بورپیش می‌آمد، مطرح شد، بهخصوص در مورد اصل موضوع ارتباط میان سطوح انرژی الکترون در اتم و بسامد تابش یا جذب امواج الکترومغناطیسی:

$$\frac{E_2 - E_1}{h} = \nu$$

که در آن E_2 و E_1 سطوح انرژی، h ثابت پلانک و ν بسامد تابش یا جذب نور است.

همان‌طوری که از رابطه فوق مشاهده می‌شود، بسامد تابش الکترون نه تنها به سطحی که از آن حرکت می‌کند، بلکه همچنین به سطحی که به آن وارد می‌شود، بستگی دارد. در هر صورت از قبل نمی‌توان دانست که الکترون به کدام سطح جدید خواهد رفت. نایقینی همین است. در اینجا نمی‌توان به طور یقین گفت که الکترون دقیقاً به فلان سطح خواهد رفت، ولی می‌توان از احتمال فلان نوع انتقال سخن گفت. پیداست که در اینجا نایقینی به صورت امکان و احتمال بیان می‌شود. باید توجه داشت هر جا که احتمالات بسیار متعددی وجود داشته باشد، که بی‌درپی ظهوریابند یا از صورت تحقق خارج شوند، بانا نایقینی عینی سروکار داریم.

گذار از تعین بی‌چون و چرا به عدم تعین، بسیاری از داشمندان به خصوص آنانی را که از لحاظ روش شناسی آمادگی چنین گذاری را نداشتند، بانوی بن‌بست مواجه کرد. آن‌ها در رفتار «غیریب» الکترون بی‌کم و کاست آن چیزی را می‌دیدند که به گفته خودشان «اراده آزاد» یا «آزادی انتخاب» بود.

این‌جا بود که فلاسفه باید به بیاری پژوهش گران طبیعت می‌شتابتند و آن‌ها را از سردر گمی نجات می‌دادند. اما چه کسی قادر به چنین کاری بود؟ فیلسوفان طبیعی کهن؟ آن‌ها خودشان اسیر دترمینیسم لاپلاس بودند. این رفتار «غیریب» الکترون برای آن‌ها موقعیت مناسبی به وجود می‌آورد تا به تحکیم مواضع خود، که در نتیجه پیشرفت‌های علوم طبیعی به خطر افتاده بود، بپردازند.

تنها فیلسوفانی می‌توانستند به محل مشکل کمک کنند که متکی به ماتریس بالیسم

۵ Pierre Simon Laplace ریاضی‌دان و اختر شناس فرانسوی (۱۷۴۹ – ۱۸۲۷).
ع Determinism نظریه‌ای فلسفی مبنی بر این که همه حوادث، اعمال و تصمیمات تیجه اجباری حوادث و شرایط روحی، جسمی و محیطی گذشته است که بیرون از حوزه اراده انسان قرار دارند.

دیالکتیک باشند. ماقریالیسم دیالکتیک نشان می‌دهد که رفتار «غیر» الکترون حاکم از «اراده آزاد» نیست، بلکه بیانگر کیفیتم جدید اصل علیت هنگام به‌کار گرفتن آن درجهان بی‌نهایت کوچک است و این حقیقت را روشن می‌کند که درجهان بی‌نهایت کوچک، قوانین دارای خصیصه احتمالی هستند. عدم تعین، خاصیت عینی فرایندها و پدیده‌هایی است که در جهان بی‌نهایت کوچک رخ می‌دهند.

وجود عدم تعین در پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچک، به‌طور عمیق و بلاواسطه توسط اصل نایقینی هایزنبرگ بیان می‌شود. وی این اصل را همزمان با ارائه توجیه ریاضی پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچک عرضه کرد. این اصل منعکس کننده عدم تعین عینی حالات فضا – زمانی ایمپالس – انرژی ذرات بی‌نهایت کوچک، در وابستگی‌شان به‌یکدیگر است. به عبارت دیگر، تعین یک حالت موجب عدم تعین حالات دیگر می‌شود. حالت خاصی از این عدم تعین به صورت این حقیقت ظاهر می‌شود که تعین حالات فضا – زمانی هر ذره، مثلاً وجود مسیرهایی برای حرکت ذرات، تنها در صورت عدم تعین حالات ایمپالس – انرژی آن‌ها امکان‌پذیر است.

اصل نایقینی هایزنبرگ نشان می‌دهد که تعین و عدم تعین پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچک را نمی‌توان به‌طور جداگانه بررسی کرد، بلکه باید آن‌ها را در پیوند و تبدیل دو جانبه‌شان مورد توجه قرار داد.

در فیزیک، به‌خصوص در مکانیک کوانتوم، عمدتاً سخن از عدم تعین واصل نایقینی به میان می‌آید و این امر 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 فعالیت‌های همه جانبه‌اش غالباً با تعین و عدم تعین و همچنین با فرایندهایی که عرصه تبدیل این دو به یکدیگر است، روبرو می‌شود. هر یک از ما در برخوردهایمان پادیگران در بی آنیم که نایقینی وضعیتی را مثلاً از طریق پرسیدن سؤالاتی و تحلیل جوابهای داده شده از میان برداریم. به‌طور خلاصه، پیش از دریافت جواب، جواب‌های متعددی محتمل است (یعنی نایقینی وجوددارد)، اما پاسخ دریافت شده این نایقینی را از بین می‌برد.

فرض کنید که در دورهٔ نهایی یک رشته مسابقات تنیس حضور یافته‌ایم و خواهان پیروزی یکی از بازیکنان هستیم. برای این بازیکن دونوع احتمال وجود دارد، یا بزنده می‌شود یا بازنده. پیش از آن که مسابقه‌بایان برسد، نایقینی عینی وجود داردو تنها پیروزی یکی از شرکت کنندگان، این نایقینی را به‌یقین تبدیل می‌کند. در عین حال، پیروزی او در جوار این یقین، نایقینی جدیدی پدید می‌آورد، زیرا نمی‌توان نتایج کاملاً مشابهی برای مسابقات بعدی وی پیش‌بینی کرد.

در فرایند شناخت نیز انسان می‌کوشد تا نایقینی‌های موجود را از میان بردارد، از تعداد فرض‌ها، حدسه‌ها و فرضیه‌ها بکاهد و بدین ترتیب بر نسبت دانش یقینی و قابل اتکا بیفزاید.

نگاهی به مسیر تکامل شناخت بشر از واقعیت، نشان می‌دهد که مسئله تعین و عدم تعین

در طول هزاران سال توجه فیلسوفان را به خود معطوف داشته است. در اینجا مجال آن نیست که به سیر نزاین هزاره‌ها پردازیم، لذا حوزه مطلب را به دو قرن نوزدهم و بیستم محدود می‌کنیم.

در هنگامی که هنوز برخورد مأورای طبیعی با پدیده‌های واقعی در قلمرو علوم طبیعی حاکم بود، و برداشت‌ها در وهله نخست مبتنی بر تعین بود، استادان کبیر دیالکتیک - هگل ایده‌آلیست، مارکس، انگلش ولنین ماشیالیست دو مقوله همبسته تعین و عدم تعین را در آثار فلسفی خود به کار می‌گرفتند. آن‌ها به تعبیری، از گسترش علوم طبیعی و سایر رشته‌ها جلوتر بودند و برای آن‌ها ایزار شناخت فراهم می‌کردند. گسترش فیزیک جهان بی‌نهایت کوچک در قرن بیستم، به همراه پیدایش علم سیبریتیک، نظریه کنترل و سایر علوم موجب افزایش توجه علمی به این مفاهیم گردید. مثلاً ثابت شد که در پدیده‌های مربوط به جهان بی‌نهایت کوچک، مرز قاطعی میان ذرات بنیادی و محیطی که این ذرات در آن واقعند وجود ندارد و مفاهیم «داخل» و «خارج» در این مورد تعین خود را ازدست می‌دهند و نسبی می‌شوند. در موردندرات بنیادی می‌توان «داخل» و «خارج» را یکی دانست، یعنی می‌توان این ذرات را به عنوان میدان و میدان را به عنوان یک دستگاه باز از ذرات که با نیروی زیاد بدیگر پیوسته‌اند، در نظر گرفت. حاصل این امر، عدم تعین پارامترهایی از قبیل انرژی و جرم در ذرات بنیادی است. این عدم تعین به خصوص در رابطه نایقینی برای انرژی و زمان ظاهر می‌شود. حال باید قانون بقای جرم - انرژی، در مورد ذرات بنیادی، که خواص موجی قابل توجهی دارند، صادق باشد. این امر نباید براساس مفهوم دستگاه‌های مجزا (ایزوله) صورت بگیرد، بلکه محدودیت‌های مفهوم دستگاه مجزا باید مورد نظر واقع شود.

عدم تعین در انرژی اجسام بی‌نهایت کوچک با مفهوم دستگاه‌های مجزا چندان سازگار نیست. در فیزیک، دستگاه مجزا، دستگاهی است که با دستگاه‌های دیگر هیچ گونه تبادلی نداشته باشد و انرژی کل آن وابسته به زمان نباشد.

محدودیت مفهوم دستگاه مجزا در توضیح انرژی کل ذرات متعلق به جهان بی‌نهایت کوچک مورد توجه بسیاری از فیزیکدانان پیش رو بوده است. اینان به حق معتقد بودند که ذرات بی‌نهایت کوچک مجزا از محیط خود وجود ندارند. عدم تعین انرژی ذرات بنیادی در فواصل زمانی کوچک را باید براساس وحدت عمیق مفاهیم داخل و خارج در مورد آن‌ها توضیح داد. این امر نتیجه جدایی ناپذیری آن‌ها از محیطی است که در آن واقعند. نارسایی‌های مفهوم دستگاه مجزا به خصوص در الکترودینامیک کوانتوم نمایان شد. در اینجا معلوم شد که موضوع مورد بررسی در جهان بی‌نهایت کوچک باید کل ذرات و میدان‌هایشان باشد که به صورت مجموعه در نظر گرفته شده باشند.

$$\text{رابطه نایقینی برای انرژی و زمان } \frac{\hbar}{2\pi} \Delta E \cdot \Delta t \geq \Delta E \cdot \Delta t \text{ متناسب از تباطو وابستگی ذرات}$$

بی‌نهایت کوچک و مجموعه میدان‌های الکترومغناطیسی الکترون - پوزیترون است.

هايزنبرگ و دستيارانش نشان دادند که ميدان الکترونيکي هسته‌ا تم در خلاء نيز عمل می‌کند و موجب قطبی شدن آن می‌شود و بدین ترتیب زوج‌های الکترون-پوزيترون را از هم جدا می‌کند. از اینجا نتیجه می‌شون که کاهش ميدان الکترونيکي هسته با عکس مجذور فاصله متناسب نیست. اين پیوند غير خطی ميدان‌ها و ذرات منجر به پیدايش کیفیت آماری در زمان و عدم تعیین مقدار انرژی ذرات بی‌نهایت کوچک می‌شود.

پس رابطه نایقینی برای انرژی و زمان، وحدت عميق مفاهيم داخل و خارج را در مورد ذرات بی‌نهایت کوچک بيان می‌کند و تصور ما را از انرژی عميق‌تر و گسترده‌تر می‌سازد و همچنین خواص کیفی جديده اين مشخصه حرکت ماده را برای دستگاه‌های باز غير مجزا آشکار می‌گرداند.

کاملاً بدیهی است که در واقعیت عینی، هیچ دو دستگاهی از یکدیگر مجزا نیستند (مثلًا با توجه به ميدان جاذبه) و هیچ دستگاهی را نمی‌توان به طور مطلق از دستگاه‌های دیگر مجزا ساخت. مجزا بودن فقط به صورت نسبی ممکن است، نه مطلق و تنها در برخورد با مسائل خاص می‌توان دستگاهی را جدا از تأثير دستگاه‌های دیگر فرض کرد.

فيزيك كلاسيك و فيزيك غير نسبی، در جهان بی‌نهایت کوچک براساس مفهوم دستگاه‌های مطلقاً مجزا، گسترش يافته است. بدین ترتیب، حل بسیاري از مباحث به میزان قابل توجهی ساده شده است، اما در این میان ارتباط واقعی میان تعیین و عدم تعیین، دستگاه‌های مجزا و غير مجزا و دستگاه‌های باز و بسته نادیده گرفته شده است. دستگاه باز و غير مجزا همیشه دارای خواص بیشتری است، اما در عین حال ممکن است نسبت به دستگاه‌های خاصی یا در مورد کنش‌های متقابل همچون دستگاه بسته و مجزا عمل کند.

با توجه به آنچه گفته شد می‌توانیم براساس نکات زیر، عدم تعیین را به عنوان یکی از اشكال وجود عینی پدیده‌های جهان تعریف کنیم:

نخست، مرزهای میان خواص و حالات پدیده‌ها را مشخص کنید، مثلًا بین پروتون‌ها و نوترон‌ها در هسته اتم چیزی وجود ندارد؛ دوم، وابستگی خواص، حالات و پدیده‌ها به یکدیگر، استقلال نسبی آن‌ها را تحت الشاعع قرار می‌دهد؛ سوم، ضرورت به شکل اجتناب ناپذیر بودن ظاهر نمی‌شود، بلکه به صورت احتمال و امکان درمی‌آید. تعیین با توجه به نکات زیر، شکلی از وجود عینی پدیده‌ها در جهان است: نخست، مرزهای کاملاً مشخصی بین حالات پدیده‌های طبیعت وجود دارد، مثلًا تفاوت میان پروتون‌ها و نوترон‌ها در واکنش‌های متقابل الکترو-مغناطیسی و در حالات آزاد آن‌ها؛ دوم، خواص، حالات و پدیده‌ها به طور نسبی مستقل از یکدیگرند، مثلًا هنگام که سرعت پسرعت با مقایسه با نور در خلاء کم باشد، جرم نسبتاً مستقل از سرعت است؛ سوم، ضرورت به شکل اجتناب ناپذیر بودن، تغییر ناپذیری گذار احتمال به فعلیت 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. بیوند 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 فیزیک جهان بی‌نهایت کوچک منعکس می‌گردد.

محتوای عینی مکانیک و بازتاب خصلت دیالکتیکی فرایندهای جهان بی‌نهایت کوچک – از طریق به کار گیری اصول و قوانین مکانیک کواتروم در آن – کلیه دعاوی ایده‌آلیستی را مبنی بر ذهنی بودن مکانیک کواتروم، وابستگی فرایندهای جهان بی‌نهایت کوچک به‌نظر و نهایتاً غیر قابل شناخت بودن فرایندهای جهان بی‌نهایت کوچک را رد می‌کند. این دعاوی و نظرات ایده‌آلیستی همانند آن‌ها، راه را بر شناخت مجهولات می‌بندند اما هرگز نمی‌توانند مانع از گسترش علم شوند.

درک دیالکتیکی و برخورد ماتریالیستی با رابطهٔ میان تعین و عدم تعین، نقش عمده‌ای در شناخت جهان بی‌نهایت کوچک ایفا می‌کند. با این حال بسیاری از فیزیک‌دانان چشم‌بسته به‌راه خود می‌روند و از دستاوردهای نظریهٔ شناخت مبتتنی بر ماتریالیسم دیالکتیک غافلند یا آنرا فادیده می‌گیرند.

مفهوم کنش متقابل^۷ و اصل ترکیب^۸ (سوپرپوزیسیون) نقش مهمی در فیزیک جهان بی‌نهایت کوچک دارد.

حتی قوانین و اصولی از فیزیک که تاکنون شناخته شده، حاکی از غنای فوق العاده مقولهٔ فلسفی کنش متقابل است. در مقابل، مقولهٔ کنش متقابل (به همراه سایر مقوله‌ها و قوانین دیالکتیک) داشمندان را برای شناخت عمیق‌تر ماهیت فرایندهای فیزیکی تجهیز می‌کند.

دایرة المعارف 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 پدیده‌های است. ارتباطی که در تغییر متقابل آن‌ها تحقق می‌بادد».^۹

کنش متقابل، همانند ماده در حال حرکت، بی‌پایان همیشه با موضوع گسترش و تعمیق درک خود نسبت به کنش متقابل اشیا و پدیده‌های مادی مواجه‌ایم 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 تحلیل جنبهٔ خارجی کنش متقابل «ارتباط متقابل حرکت‌های اجسام جداگانه» است.^{۱۰}

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

7. Interaction

—۸— **Superposition** : بنا بر این اصل تأثیر هر علت برابر است با مجموع تأثیرهای اجزای آن.

—۹— دایرة المعارف فلسفی (پذبان روسی) جلد ۱، منکو، ۱۹۶۰، صفحه ۲۵۰.

—۱۰— فردیلک انگلش در کتاب «دیالکتیک طبیعت» صفحه ۲۳۰.

مرتبه‌ند. قابلیت تبدیل دو جانبه و وابستگی متقابل پدیده‌ها به یکدیگر، مستقیماً در جنبه خارجی ظاهر نمی‌شود. پدیده‌های مذکور در پوششی از استقلال نسبی و وجود نسبتاً « جداگانه » قرار دارند. در اینجا علل پدیده‌ها در حکم اعمال و نیروهای خارجی مستقل از یکدیگر عمل می‌کنند.

انگلاس تعریف موجزی از جنبه‌های داخلی کنش متقابل بیان کرده است: « عمل متقابل نخستین چیزی است که هنگام در نظر گرفتن ماده در حال حرکت به عنوان یک کل، از دیدگاه علوم طبیعی نوین، با آن رویرو می‌شویم. ما با اشکال گوناگونی از حرکت برخورد می‌کنیم: حرکت مکانیکی، حرارت، نور، الکتریسیته، مغناطیس، ترکیب و تجزیه شیمیایی، تبدیل حالات مجتمع‌های مولکولی، زندگی آلتی. همه این حرکت‌ها — با استثنای زندگی آلتی — به یکدیگر تبدیل می‌شوند، متقابلاً تعیین‌کننده یکدیگرند، در موردی دیگر معلوم‌ند و در همه این احوال مجموع کلیه اشکال حرکت ثابت باقی می‌ماند ». ۱۱

تبدیل و انتقال دو طرفه، وابستگی و پیوند متقابل، اساسی‌ترین جنبه‌های داخلی کنش متقابلاند. در اینجا پیوندهای علیتی از عمق بیشتری برخوردارند. این پیوندها هم شامل وابستگی علل‌ها به یکدیگر و هم مشتمل بر عمل متقابل معلول‌ها بر علل‌ها هستند. بدینهی است که جنبه‌های خارجی کنش متقابل، تحلیلات محدود جنبه‌های داخلی آن است.

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

(الف) کنش متقابل عبارت است از ارتباط اجسام و حرکات جداگانه و همزمان.
(ب) کنش متقابل شامل تبدیل دو جانبه و وابستگی دو طرفه پدیده‌های جهان است.

(ج) کنش متقابل — علاوه بر این — 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 — یا دقیق‌تر بگوییم ارتباط و پیوند خارجی میان روابط همزمان حرکت‌ها و اجسام جداگانه — است.

اصل مذکور خمناً شامل برخی اشکال وابستگی علیتی با خصوصیات زیر است:

(الف) علل‌ها مستقل از یکدیگرند یا (ب) تأثیر معکوس معلول‌ها بر علل‌ها قابل چشم پوشی است. بنابراین می‌توان گفت که ترکیب (سوپرپوزیسیون) عبارت است از کنش متقابل بدون تبدیل، بدون وابستگی دو طرفه و بدون پیوند معکوس. اصل ترکیب دارای یک محتوای ویژه عینی است: این اصل جنبه‌های خارجی کنش متقابل

و برخی از وجوه وابستگی علیتی را بیان می‌کند، ولی استفاده از آن در حکم یک 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 علت‌ها 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 کننده اصل ترکیب است دو نکته 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 هیچ کدامشان بدون دیگری نمی‌تواند موجود باشد.

از نظر روش‌های شناخت و تفکر علمی، اصل ترکیب (سوپرپوزیسیون) یکی از صور کاربرد روش تحلیلی در فیزیک است. این روش تحلیلی علاوه بر تقسیم کل به چندین جزء و روشن کردن پیوندهای میان این اجزا، میان ترتیب و توالی این پیوندها نیز هست. خواص کل از طریق افزایش و در کنار هم گذاردن اجزای آن، به طور تحلیلی مشخص می‌شود. وقتی پیوندهای موجود بین اجزای کل مشخص شود و اصل ایجاد کننده این پیوندها یافته گردد، می‌توان از روی این اصل خواص کل را به عنوان مجموع و برآیند ترکیب افزایش، به دست آورد. همه این وجوه روش تحلیلی در اصل ترکیب بیان می‌گردند. مبانی عینی روش تحلیلی و اصل ترکیب به میزان مشابهی بر پایه وجوه تجليات خارجی کنش متقابل پدیده‌های جهان قرار دارد.^{۱۳} بنا بر این، اصل ترکیب، شکل مشخصی از کاربرد روش تحلیلی در فیزیک است. پس محدودیت‌های اصل ترکیب از محدودیت‌های ذاتی روش تحلیلی شناخت جهان جداگانه ناپذیر است.

چون اصل ترکیب، تصویری از کنش متقابل، با یک درجه تقریب به دست می‌دهد، آن را می‌توان به عنوان تقریب مرتبه اول در مطالعه همه ا نوع کش‌های فیزیکی متقابل در جهان به کاربرد.

یکی از پیش فرض‌های روش شناسی نظریه بور در مورد ساختمان اتم، استقلال اتم‌ها از یکدیگر است، و این خود یکی از نکات اصلی اصل ترکیب است.

۱۲- مفهوم کنش متقابل با تصور اتم‌ها به عنوان ذرات غیر قابل تقسیم و تغییر ناپذیری که مجزا از یکدیگرند، و ترکیبات آن‌ها هنگام شکستن دوباره همان نوع اتم‌ها را به وجود می‌آورد، پیوند دارد.

۱۳- به طور کلی هر روش شناخت متنکی به جنبه‌های کنش متقابل و گسترش پدیده‌های جهان است. نظم‌های موجود در حالات عام و خاص پدیده‌های جهان همیشه در روش شناخت تعمیم می‌باشد. روش‌های شناخت، عامل فرایندهای گسترش شناخت هستند و تعمیم‌های خاص آن، به شمار می‌آیند.

در مکانیک کوانتوم، اصل ترکیب به همراه اصل تقسیم ناپذیری (ناپیوستگی) فرایندهای کوانتومی به کار می‌رود. از آنجا که ذرات کوانتومی دارای خواص ذره‌ای و موجی هستند، ترکیب کوانتومی (از طریق انطباق تغییرات پیوسته و ناپیوسته)، این وجه از کنش‌های متقابل را در جهان بی‌نهایت کوچک 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^{۱۴} و آگنوستی سیسم^{۱۵} معاصر صورت می‌گیرد، از فوریت خاصی برخوردار شده است. مثلاً ممکن است گاه و بی‌گاه این مطلب عنوان شود که اصولاً آزمایش کنش متقابل ذرات در جهان بی‌نهایت کوچک امکان ناپذیر است. البته در جهان بی‌نهایت کوچک با انواعی از کنش متقابل مواجه می‌شویم که با آن‌ها نمی‌توان با همان معیارهای عادی که براساس نظم‌های جهان بی‌نهایت بزرگ ایجاد شده‌اند، برخورد کرد. اصل پائولی و اصل اینهمانی^{۱۶} ذرات بی‌نهایت کوچک هم ارز، نمونه‌هایی از مصدق این حکمند.

در سال ۱۹۲۲، نیلز بور گفتارهایی در مورد تحلیل نظری قانون تناوبی مندلیف در عناصر شیمیایی، عرضه کرد. در این گفتارها، وی اظهار داشت که ممکن است قانونی کلی برای پرشدن هر یک از خانه‌های الکترون در اتم وجود داشته باشد. پاسخ این سؤال، اصل پائولی بود. مبنای مستقیم برای بیان اولیه این اصل بررسی تجربی تفرق خطوط طیفی نور تایید شده توسط انتم‌ها (بهخصوص فلزات قلیایی) در میدان‌های مغناطیسی نیرومند بود. پائولی این فرضیه را مطرح ساخت که برای بیان حالت الکترون‌ها، 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»^{۱۷} نامید. سپس دو فیزیکدان دیگر به نام‌های اولن بلک و گود اشمیت^{۱۸} این اصل را عنوان کردند که الکترون‌ها دارای خاصیتی درونی هستند که همانند گشتاور زاویه‌ای آن‌هاست. آن‌ها این خاصیت را اسپین^{۱۹} نامیدند.

البته پائولی تعریف این خاصیت را به صورتی که کاملاً همانند مفهوم کلاسیک گشتاور زاویه‌ای باشد نپذیرفت، او شدیداً تأکید می‌کرد که این خاصیت الکترون‌ها دارای ماهیت خاصی مرتبط با مکانیک کوانتوم است. پیشرفت فیزیک درستی نظر پائولی را تأیید کرد. آزمایش‌های بعدی نشان داد که علاوه بر الکترون‌ها، همه 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 میان انرژی ذره، گشتاور مداری، گشتاور مغناطیسی مداری و اسپین

14. Positivism 15. Agnosticism 16. Identity

17. Duality 18: Goudsmit, Uhlenbeck 19. spin

هستند. تنها یک ذره می‌تواند حالتی را که با چهار عدد کوانتومی داده شده مشخص می‌شود، دارا باشد.

در اینجا مفهوم اسپین ذرات – بهخصوص اسپین الکترون‌ها – غنی‌تر شد و عامل پیوند فرایند پر شدن خانه‌ها توسط الکترون‌ها با کنش متقابل "اسپین‌ها" والکترون‌ها 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.

شک نیست که درک عمیق‌تر اصل پائولی و کنش‌های متقابل اسپین که توسط آن بیان می‌شود، با ادراک ماهیت اسپین مرتبط است. البته تصویر کردن اسپین ذرات بی‌نهایت کوچک به‌شکلی کاملاً مشابه با گشتاور زاویه‌ای کلاسیک، کار درستی نیست. دلایل بسیار محکمی در رد این نظر وجود دارد.

اولاً، اسپین ذرات بی‌نهایت کوچک کمیت خاصی در چارچوب مکانیک کوانتوم است که در انتقال هر زی به‌مکانیک کلاسیک برابر با صفر می‌شود.

ثانیاً، این نظر که اسپین همان گشتاور زاویه‌ای کلاسیک 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 کوچک صادق باشد.

ثالثاً، اسپین حالتی از ذرات است که در آن وحدت خواص ذره‌ای و موجی ذرات بی‌نهایت کوچک محرز و مشهود است و این خود تأییدی دیگر بر این است که اسپین ماهیت ویژه‌ای مرتبط با مکانیک کوانتوم دارد.

اما ضمن بررسی بیشتر اسپین باید به‌خاطر بسپاریم که مفهوم‌های جدید هیچ‌گاه خود به‌خود پدید نمی‌آیند، بلکه ریشه در مفاهیم کهن‌تر دارند. در حقیقت مفاهیم جدید 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^{۲۰} ذرات (دکارت، کلوین، هلم‌هولتز) مطرح کرد.

ظاهرآ، آنچه برای ما بیشترین اهمیت را دارد، تعریف مشخصه‌های مفهوم اسپین براساس تصویر چرخش کراتی به‌دور محورشان نیست، بلکه می‌خواهیم برخی پیوندهای موجود میان گشتاور زاویه‌ای مکانیکی و سایر پارامترهای 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 مکانیک کلاسیک نیز شناخته شده است. در نظریهٔ اسپین‌ها

و کنش‌های متقابل اسپینی، ارتباط مذکور به‌شکل وابستگی انرژی ذرات بی‌نهایت کوچک به‌اسپین آن‌ها پر می‌شود. ممکن است گسترش تصور ذرات بی‌نهایت کوچک به‌عنوان دستگاه‌های پویا امکان آن را پدید آورد که اسپین به‌عنوان سببی همانندی ویژه‌ای بین حرکت داخلی و پیچه‌های یگانه آن‌ها تفسیر شود. در حال حاضر در مورد اسپین می‌توان گفت که کمیت خاصی است که خواص داخلی و حالات ذرات بی‌نهایت کوچک 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 ($1/2, 3/2, \dots$) و در سایر فرات به‌شکل اعداد ($1, 0, 5, \dots$) است. در طبیعت ذراتی وجود دارد که هم دارای اسپین‌های صحیح و هم دارای اسپین هابی به‌صورت مضارب کسر $1/2$ هستند.

کنش متقابل ذرات با اسپین‌های صحیح و اسپین‌های مضارب $1/2$ دارای کیفیت‌های ویژه‌ای است. اصل پائولی کنش متقابل ذرات دارای اسپین مضارب $1/2$ را بیان می‌کند.

این کنش‌های متقابل چه کیفیتی دارند؟

کنش‌های متقابل ذرات دارای اسپین مضارب $1/2$ دارای این کیفیت هستند که در این‌اندرکنش‌ها فرایند نفی برخی از حالات ممکن و نفوذناپذیری برخی حالات نسبت 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 (دیتاپلیک) نامید. در توضیح معنای این اصل، تحلیل مفهوم «فرات هم ارز» دارای اهمیت عمدی است. چه ذراتی می‌توانند هم ارز باشند؟ در وهله اول می‌توان پاسخ زیر را داد که بیشتر جنبه بازی با کلمات دارد: ذرات هم ارز ذراتی هستند که خواص هم ارز داشته باشند! مثلاً همه الکترون‌ها هم ارز هستند، زیرا دارای ابعاد و نوع بار هم‌لرز و هم‌چنین دارای جرم سکون و عدد اسپین هم ارزند. اما، در عین حال، الکترون‌ها خواص متفاوتی به‌خود می‌گیرند: جرم آن‌ها و در تیجه انرژی‌شان می‌تواند متفاوت باشد، جهت اسپین‌ها ممکن است متفاوت باشد، مشخصه‌های موجی نابرابری می‌توانند داشته باشند (مثلاً طول موج‌های متفاوت) و تفاوت‌هایی از این قبیل.

ایرانه‌مانی، 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 هم ارز (مثلاً الکترون‌ها) سروکار داریم، وضعیت بسیار پیچیده است. اندازه و علامت بار در تمام الکترون‌ها یکسان است. ولی ضد پروتون‌ها، مزون‌های منفی π و $\bar{\pi}$ و بسیاری ذرات دیگر نیز دارای همین مقدار و علامت بار هستند و خلاصه آن‌که، مفهوم ایانه‌مانی ذرات یک مفهوم نسبی است و نمی‌توان آن را به‌صورت مجموعه خاصیت‌های ویژه ذرات تعریف کرد. در مکانیک کوانتوم این مفهوم دارای معنایی

بیویاست، بدین صورت که در اینجا فرات هنگامی هم ارز بهشمار می‌آیند که بتوانند جایگرین یکدیگر شوند، بی‌آنکه تغییراتی فیزیکی در دستگاهی که این تبادل در آن صورت می‌گیرد، پدید آید. حالت خاصی از تبادل فرات، جایه‌جایی مکانی آن‌هاست. به عبارت دیگر، اینهمانی فرات متنضم وضعی است که در آن هر ذره‌ای از نوع مورد نظر (مثلًا هر الکترون) بتواند دقیقاً حالت ذره‌ای را که به‌جایش نشسته است، دارا شود. اینهمانی جمعی فرات در فرایند کشی متقابل آن‌ها پیش می‌آید. این وضع به صورت پیدایش دستگاه‌هایی از فرات (اتم‌ها، لایه‌های بلوری و غیره) مطرح می‌شود. اینهمانی فرات برپایهٔ گذار از تفاوت به‌اینهمانی استوار است. اینهمانی فرات جنبه‌عام ندارد، بلکه در دستگاه‌های فیزیکی مشخص متجلی می‌شود.

بنابراین، اینهمانی فرات بیان یکی از شرایط پایداری پویای دستگاه‌های خاص است حال نگاه دقیق‌تری به قصیه‌ای که بدین صورت بیان شد، می‌اندازیم. اتم‌ها در اندر کنش‌هایشان با سایر اشیا مداوماً الکترون‌هایی از دست می‌دهند و الکترون‌های دیگری به دست می‌آورند و در عین حال به صورت دستگاه‌های 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 جایگرین یکدیگر می‌شوند و همان حالت الکترون قبلی را اختیار می‌کنند. بنابراین، در فرایند تبادل الکترون، خانه‌های الکترونی پایدار می‌مانند.

با مشخص کردن مفهوم «اینهمانی فرات» اکنون می‌توانیم اصل اینهمانی فرات هم ارز را به‌شكل دقیق‌تری بیان کنیم. در درجهٔ اول باید توجه داشت که اینهمانی دو شیء (به عنوان مثال) هر گز به معنی 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 و گرنه نمی‌توان واقعیت را منعکس کند. همچنان که در موضوع اینهمانی فرات نیز گفته شد، می‌توان چنین نتیجهٔ گرفت که فرات معین می‌تواند در یک رابطه دارای اینهمانی و در رابطه دیگر متفاوت باشند. پروتون‌ها و نوترون‌ها فرات متفاوت و ناهم ارز هستند و این موضوع در سیاری از روابط ظاهر می‌شود. همین پروتون‌ها و نوترون‌ها هنگامی که در رابطه با نیروهای درون مولکولی در نظر گرفته شوند در حکم فرات اینهمان خواهند بود (بدون توجه به‌بار).

اصل اینهمانی فرات هم ارز در مکانیک کوانتوم ماهیتاً شکلی از تجلی وحدت دیالکتیکی اینهمانی و تفاوت است. این اصل پیوند میان حالات اینهمان و متفاوت فرات بی‌نهایت کوچک را منعکس می‌کند. لذا این اصل از جنبهٔ روش‌شناسی دارای اهمیت عظیمی است و در شناخت خواص و کنش‌های متقابل فرات بی‌نهایت کوچک دارای نقشی مبتنی بر روش‌شناسی است. این اصل هنگام کاربرد در سطح شناخت ما دارای بیان دیگری می‌شود که عبارت است از نامتمايز بودن فرات هم ارز. معنی عبارت اخیر این است که مطلقاً اهمیتی ندارد که مشخص کنیم الکترونی در یک دستگاه فیزیکی

مفروض کدام موضع را اشغال می‌کند. در نهایت، جایگزینی الکترون‌های دیگر در همان موضع در دستگاه، حالت دستگاه را بهبیج ووجه تغییر نمی‌دهد. محتوای عینی اصل نامتمایز بودن ذرات هم ارز، کاملاً با مفهوم ذرات هم ارز که قبلاً مطرح شد، انطباق دارد. با توجه به کیفیت‌های عینی ذرات بی‌نهایت کوچک، اصل نامتمایز بودن ذرات هم ارز بسیاری از سوالات مربوط بهشناخت را، که قادر معنای عینی هستند، منتفي می‌سازد.

بنا براین، اصل نامتمایز بودن تنها شکل دیگری از بیان اصل اینهمانی ذرات و جنبهٔ معرفت شناختی است.^{۲۱}

۲۱- عکس این مطلب را نیز می‌توان گفت: اصل اینهمانی جنبهٔ «بود شناسانه» اصل نامتمایز بودن است.

اصل فیزیک و اهمیت آن‌ها در شناخت

(بخش دوم)

ارتباط میان اصل پائولی و اصل اینهمانی ذرات هم ارز، در وهله اول متنضم این حقیقت است که اصل پائولی تنها در مورد کنش‌های متقابل ذرات هم ارز دارای اسپین مضرب $1/2$ صادق است. همچنان که قبلاً گفته شد، ذرات هم ارزی توانند جایگزین یکدیگر شوند، یعنی حالات خود را تبادل کنند بهطوری که حالت کلی سیستمی که در آن واقعند بدون تغییر باقی بماند.

ذرات دارای اسپین مضرب $1/2$ اگر هم ارز باشند، می‌توانند جایگزین یکدیگر شوند، می‌توانند اینهمان یکدیگر باشند ولی نمی‌توانند در یک سیستم حالات یکسانی داشته باشند. ذرات مزبور در یک سیستم واحد، فقط می‌توانند حالات متفاوت اختیار کنند. بنا بر این، اینهمانی ذرات دارای اسپین مضرب $1/2$ در یک سیستم با تفاوت الزامی آنان همراه است. اصل پائولی ارتباط میان اینهمانی و تفاوت حالات ذرات را بیان می‌کند. پیچیدگی اشکال ویژه کنش‌های متقابل ذرات، هنگامی که دارای اسپین، اینهمانی و انواع خاص تقارن می‌شوند، موجب بروز توجیه‌های عجیب و غریب از سوی برخی دانشمندان پیش رو غربی در مورد کنش‌های متقابل ذرات بی‌نهایت کوچک، بهخصوص کنش‌های متقابل مرتبط با اصل پائولی، شده است.

پائولی به این نکته توجه کرد که برخی از فیزیک‌دانان، برای ازائۀ تصویر ملموسی از کیفیت‌هایی که مثلاً 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 فیزیک‌دانان وجود «قرار» یا «اطلاع از یکدیگر» را به معنای مجازی به کار می‌برند و منظورشان معنی واقعی این کلمات نیست^۱. بهره‌حال گهگاه از این مفاهیم مجازی برای بحث در جهت تبیین نظم‌های مکانیک کواتوم بر مبنای تأیینی استفاده می‌شود. بسیاری از فیزیک‌دانان پیش رو شوروی، از همان آغاز پیدایش مکانیک کواتوم، به مخالفت با تفسیرهای ایده‌آلیستی و اثبات گرایانه (پوزیتیویستی) از آن برخاستند. آنان، ضمن اشاره به ناسازگاری اصول نظریۀ جدید از دیدگاه فیزیک کلاسیک، نشان دادند که این اصول منعکس‌کنندهٔ کیفیت‌های ویژه جهان بی‌نهایت کوچک است.

۱. و. پائولی، کتاب *Handbuch der physik*، برلین، ۱۹۳۳، صفحه ۱۹۳.

با توجه به اصل پائولی و ضمن در نظر داشتن ارتباط آن با مفهوم اسپین ذرات، با اصل آینه‌مانی، با دسته‌های تقارن حالت سیستمی از ذرات بی‌نهایت کوچک و با اصل نایقینی هایز نبرگ، می‌توان کنش‌های متقابلی را که اصل پائولی متکی به آن‌هاست و در عین حال آن‌ها را بیان می‌کند، مشخص کرد. اولاً، این کنش‌های متقابل به مکانیک کوانتم مربوطند و نمی‌توان آن‌ها را به نیروهای کلاسیک کنش متقابل تقلیل داد.

ثانیاً، عوامل نعیین کننده در این کنش‌های متقابل، پارامترهای داخلی (مثلاً اسپین) هستند، نه پارامترهای خارجی (از قبیل فاصله). پارامترهای خارجی، مثل فاصله وایمیاس، جزو شرایط ضروری برای وقوع این کنش‌های متقابل هستند، ولی تعیین کنندهٔ ماهیت آن‌ها نیستند.

ثالثاً، نیروهای ویژه (اسپین، تبادل و غیره) را که در این کنش‌ها ایجاد می‌شوند، نمی‌توان به سطح نیروهای مکانیک کلاسیک تقلیل داد. این نیروها ایجاد شتاب‌نمی کنند و قابع قانون سوم بیوتون نیستند.

رابعاً، نوع خاصی از نفوذناپذیری پویایی حالات ذرات بی‌نهایت کوچک در این کنش‌های متقابل به وجود می‌آید و این خود منجر به قانون امکان‌ناپذیری حالت‌های آینه‌مان ذرات بی‌نهایت کوچک با اسپین مضرب $\frac{1}{2}$ 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^۲ را شامل می‌شود.

اکنون به بررسی موضوع فرایندها و ذرات واقعی، که در فیزیک و فلسفه اهمیت زیادی دارد، می‌پردازیم. مفهوم فرایندهای واقعی در فیزیک جهان بی‌نهایت کوچک نقش مهمی ایفا می‌کند. مفهوم مذکور در نظریهٔ کوانتمی تابش، در توضیح ساختمان ذرات بنیادی و کنش‌های متقابل آن‌ها و همچنین در نظریهٔ حالت‌های خلا، میدان‌های فیزیکی و سایر موارد به کار گرفته می‌شود.

منحصر به‌فرد بودن فرایندهای واقعی، یک رشتۀ مسایل بغرنج فلسفی را به میان می‌آورد. آیا فرایندها و ذرات واقعی در طبیعت وجود دارند یا آنکه مفاهیم، «تصویرهای ریاضی» و طرح‌های ذهنی از ردیف پدیده‌های جهان بی‌نهایت کوچک هستند که هنوز به اندازهٔ کافی بررسی نشده‌اند؟ اگر ذرات و فرایندهای واقعی در طبیعت وجود دارند، ویژگی‌های وجود عینی آن‌ها چیست؟ در اینجا می‌خواهیم پاسخی برای این پرسش‌ها بیاییم. باید توجه داشت که ذرات و فرایندهای واقعی، غالباً با ذرات و فرایندهای حقیقی مغایر دانسته می‌شود و عینیت وجود آن‌ها نفی می‌شود. اما بر اساس تحلیل صحیح و با تکیه بر اصول کلی روش‌شناسی می‌توان ادعا کرد که ذرات و فرایندهای واقعی دارای وجود عینی در طبیعت هستند و به عبارت 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 مقابله ذرات بنیادی است. با این شیوه‌نگرش، 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 وجود همانند عینی برای تصور ما از مفاهیم این ذرات و فرایندها را در طبیعت می‌پذیرد. کدام یک از این دو برداشت مخالف درست است؟ ابتدا باید به سؤال کلی تری پاسخ‌دهیم: چه ملاکی برای 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، بر اساس وجود مفاهیم ذرات و فرایندهای واقعی در فکر خود، نمی‌توان تنتیجه گرفت که محتوای این مفاهیم نیز در عمل وجود دارد، مثلاً از این موضوع که در بیان ریاضی مکانیک، مفهوم برگشت پذیری زمان وجود دارد نمی‌توان به هیچ‌وجه تنتیجه گرفت که در طبیعت نیز، زمان می‌تواند از آینده به‌سوی گذشته جریان یابد. در واقع، قابل شدن همانند عینی برای هر مفهوم، یعنی در تحلیل نهایی برابر دانستن وجود در فکر و وجود در واقعیت، همخوان با ایده‌آلیسم عینی و ماتریالیسم ماورای طبیعی است (هر چند این دو مکتب از راههای مختلف و با اتفکاً برمبادی متفاوت به‌این نتیجه می‌رسند).

نفی وجود همانند عینی برای مفاهیم، نظریهٔ شناخت ماتریالیسم دیالکتیک را نقض نمی‌کند. در علوم مفاهیمی وجود دارد – او در واقع باید وجود داشته باشد – که بی‌آنکه همانند عینی در واقعیت داشته باشد، از طریق مفاهیم دیگر در فرایند بازتاب واقعیت در شناخت ما، شرکت می‌کند. از این جمله به عنوان مثال می‌توان از مفهوم اعداد موہومی، انرژی منفی، فضاهای n بعدی وغیره نام برد. بنابراین، نتیجه می‌شود که نفی وجود همانند عینی برای ذرات و فرایندهای واقعی، الزاماً به معنی دست‌کشیدن از دید ماتریالیستی نسبت به جهان نیست.

چای تذکر است: برخی مفاهیم، که در یک مرحله معین از شناخت فاقد همانند عینی هستند، سرانجام محتوای عینی می‌یابند و غالباً این محتوا کاملاً پیش‌بینی نشده است. این مورد مثلاً در مفهوم دمای مطلق منفی پیش آمد. این مفهوم مدت‌ها تنها به عنوان نتیجه‌ای صوری از فرمول بولتسمن^۳ برای توزیع انرژی ذرات و بدون مصدقاق عینی در طبیعت قلمداد می‌شد. اما بعدها نشان داده شد که این مفهوم را می‌توان در توضیح حالات عینی دما در بعضی سیستم‌های اسپین به کار گرفت. بنابراین، دیدگاه مبتنی بر رد همانند عینی برای مفهوم ذرات و فرایندهای واقعی در وله‌ای اول باید به عنوان مبحثی در چارچوب مرحله معینی از دانش مورد داوری قرار گیرد. آیا امکان ندارد که این مفهوم‌ها تنها در مرحله فعالی گسترش فیزیک فاقد محتوای عینی باشند؟ پیش

از آن که به بررسی دعاوی طرفداران این دیدگاه پیردازیم، بحث مختصری در مورد ماهیت معیار تمایز میان وجود صرف در اندیشه و وجود در واقعیت عینی ارائه می‌کنیم. همچنانکه در آثار بنیان‌گذاران فلسفه مارکسیسم – لنینیسم آمده است، معیار اختیاری برای تمایز وجود صرف در اندیشه و وجود در واقعیت عینی، فعالیت حسی و عملی بشر به‌طور یکجاست نه در یافته‌های حسی غیر مستقیم او.

برداشت حسی همیشه قادر به تشخیص واقعیت از تخیل نیست وایسا 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 شخص می‌شوند و تنها مبین همین پدیده‌ها هستند. مثلاً، ما می‌توانیم در ذهن خود وجود پلی را بر رودخانه تصور کنیم، اما از این پل خیالی نمی‌توان گذر کرد. اما هنگام عبور از یک پل واقعی، در عمل به‌طور حسی وجود عینی آن را درک 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 از آن است که چیزی که دارای وجود عینی است، در فرایند درک افعالی یا تفکر در مورد آن، نمی‌تواند دگرگون شود. این شیء تنها در اثر کار عملی، یعنی به کمک سایر اشیا و فرایندهای عینی می‌تواند تغییر کند. همچنین، تجربهٔ نشان می‌دهد که آنچه تنها در اندیشه وجود دارد، نمی‌تواند ابزاری برای کار بر روی چیزهایی باشد که وجود عینی دارند.^۴ در فرایند 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.

به عنوان نتایج تجربهٔ عملی ما، کیفیت‌های وجود عینی پدیده‌ها به صورت ریز مطرح می‌گردد. اولاً، آنچه به‌طور عینی وجود دارد، می‌تواند برای تامین خواسته‌های واقعی (و نه تخیلی) ما به کار 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 پدیده دیگری که وجود عینی دارد، باشد. رابعاً، پدیده‌هایی که به‌طور عینی وجود دارند، نمی‌توانند تنها در اثر فرایند درک و تفکر پدید آیند. خامساً، پدیده‌هایی که به‌طور عینی وجود دارند منشاء در یافته‌های حسی مستقیم و غیر مستقیم ماست.^۲

بررسی وجود این کیفیات در وقوع یک پدیده، نشان دادن وجود عینی آن است. با تکیه بر آنچه گفته شد، اکنون می‌توانیم به بررسی بحث اصلی که در مورد نفی وجود عینی نفرات و فرایندهای واقعی است، پیردازیم. پیروان این عقیده می‌گویند

* البته، در اینجا منظور نویسنده ابزار مادی است، نه اینکه گفته شود تخیل هنرمند یا صنعتگر نمی‌تواند موجب پیدایش آثار هنری یا صنعتی می‌شود.

۴. در پرتو این کیفیت‌های پدیده‌هایی دارای وجود عینی، مسلم می‌شود که همه اشیایی که در نتیجهٔ فعالیت عملی ما پدید می‌آیند، دارای وجود عینی هستند.

که این ذرات و فرایندها را اصولا نمی‌توان مشاهده کرد و آنچه را که قتوان اصولا مشاهده کرد، وجود عینی هم ندارد. اصولا مشاهده ذرات واقعی ناممکن است، زیرا عمر آن‌ها فقط می‌تواند بسیار کوتاه و از مرتبه ۱۵-۲۴ ثانیه باشد.

برای مشاهده یک ذره واقعی^۵ (یا ذره عملی^۶ که ذره واقعی از آن تاییده شده باشد) باید آن چنان انرژی اضافی عظیمی اعمال کرد که عملاً تنها تحقیق وجود ذره عملی، امکان پذیر است (با این انرژی اضافی هر ذره عملی تنها ذره عملی تشعشع می‌کند، در حالی که ذره واقعی با دریافت این انرژی اضافی به ذره عملی بدل می‌گردد). به عبارت ساده‌تر، از هر دستگاهی تنها برای بررسی ذره عملی می‌توان استفاده کرد.

این بحث را می‌توان به صورت زیر مرتب کرد: اولاً هیچ چیز در جهان نیست که اصولاً قابل مشاهده نباشد. هر چیزی که دارای وجود عینی باشد می‌تواند به طور مستقیم یا غیر مستقیم مورد مشاهده واقع شود. غیر قابل مشاهده بودن اشیا برای شناخت ما پذیده‌ای گنراست. در بعضی روابط برخی فرایندها ممکن است یک شیء قابل مشاهده نباشد، اما در روابط دیگر و طی فرایندهای دیگر همان شیء می‌تواند قبل مشاهده باشد. مثلاً در تبدیل های شیمیابی هسته اتم قابل مشاهده نیست، ولی در واکنش‌های هسته‌ای هسته اتم قابل مشاهده است. هنگامی که آزمایشی منجر به تبدیل تشعشع واقعی به تشعشع عملی و تبدیل ذرات واقعی به ذرات عملی می‌شود، در حقیقت ذرات عملی هستند که 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.

مثلاً آزمایش‌هایی که برای اندازه‌گیری جابه‌جایی لمب^۷ در سطح انرژی الکترون در اتم‌های هیدروژن انجام می‌شود، کنش متقابل الکترون‌ها و اندازه‌های واقعی خلاء‌های الکترون و مغناطیسی والکترون-پوزیترون را بررسی می‌کند. این در حقیقت مشاهده تأثیر ذرات واقعی بر ذرات معمولی است و بدین معنی ذرات واقعی مورد مشاهده قرار می‌گیرند. با پیشرفت‌های عمدی‌ای که اخیراً در ایجاد شعاع‌های ذرات (به خصوص الکترون) به دست آمده، که در آن‌ها با انرژی فوق العاده زیاد به ذرات شتاب داده می‌شود، امکانات جدیدی برای مطالعه تحریبی ذرات واقعی فراهم شده است. مثلاً آزمایش‌هایی که در زمینه پراکندگی الکترون‌های پرانرژی توسط نوکلئون‌ها (پروتون‌ها و نوترون‌ها) صورت می‌گیرد، امکان می‌دهد که جزئیات ساختمان نوکلئون با دقت ۱۰-۷ متر متر مورد مطالعه قرار گیرد و براین اساس و چهود نوعی پوشش پیون^۸ به دور شعاع نوکلئون آشکار می‌گردد. این پوشش، بسیاری از کیفیت‌های وابستگی

5. Virtual Particle

6. actual particle

7. Lamb Shift

۸. پیون‌ها یا مزون‌های π به همراه مزون‌های μ و k گروهی از ذرات بنیادی نایابدار هستند که جرم آن‌ها بین جرم الکترون و پروتون است و درستگی‌های ذره‌های هسته‌ای نقش عمدی‌ای دارند.

زاویه‌ای و انرژی مقطع مؤثر پراکندگی کشسان (الاستیک) و ناکشسان الکترون توسط 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 ذرات واقعی بر ذرات معمولی^۹ تأثیر می‌گذارند، برخی از خواص آن‌ها را تعیین می‌کنند (مثلاً گشتاورهای مغناطیسی نوترون) و می‌توانند به ذرات 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 کاملاً دقیقی از ذرات واقعی به دست دهنده، اما امکان دادن پاسخ مثبت به مسئله وجود عینی این ذرات را فراهم آورده‌اند. ذرات واقعی را دیگر نمی‌توان صرفاً تصوری یا فرضی دانست زیرا وجود عینی آن‌ها به طور تجربی تأیید شده است.

این موضوع، که مفاهیم ذرات و فرایندهای واقعی نه از اطلاعات تجربی بلکه از استنتاج منطقی نظریه تابش کواتومی حاصل شده‌اند، لطمہ‌ای به‌این بحث وارد نمی‌کند. بسیاری از مفاهیم به‌این صورت در علوم پدیدار می‌شوند. این مفاهیم بعد‌ها دارای محتوای عینی می‌شوند، یعنی به بازتاب فرایندها و پدیده‌های عینی تبدیل می‌گردند. می‌توان چنین گفت که ذرات، فرایندها و حالات واقعی ابتدا به عنوان ابزارهای ریاضی مطرح شدند و بعد‌ها با پیشرفت فیزیک ذرات بنیادی «جان گرفتند».

وجود عینی پدیده‌های جهان می‌تواند اشکال و حالات مختلفی داشته باشد. بسیاری از مقوله‌های فلسفه مارکسیستی، علاوه بر نکات کلیدی، فرایند ارتباط متقابل و گسترش پدیده‌های جهان و ویژگی‌های اشکال وجود عینی آن‌ها را نیز بیان می‌کنند. امکان و فعالیت دو نمونه از این مقوله‌ها هستند. مقوله «شدن» بدغونان بیان وحدت پیدایش و نیستی در نقش عامل تحول، در عین حال مشخص کننده نوع خاصی از وجود و فرایند عینی-گذار می‌باشد. مقوله امکان، ضمن توضیح یکی از نکات اساسی تحول - شرط مقدماتی برای پیدایش نو از بطن کهنه - توضیح دهنده شکل خاصی از وجود عینی- وجود بالقوه - نیز هست. مقوله فعالیت بیان‌گر مراحل ظاهر شده یک فرایند است، وجودی عینی که در آن فرایندهای جدید «شدن» رخ می‌دهند و امکافات 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 در فرایند، در امکان و در فعالیت با یکدیگر پیوند درونی دارند. حالات گذار مختلفی نیز میان این اشکال وجود عینی، وجود دارد. ویژگی‌های وجود عینی ذرات واقعی را می‌توان به کمک مقوله‌های شدن، امکان و فعالیت و پیوندهای داخلی این مقولات بیان کرد.

نخستین چیزی که در توضیح ذرات و فرایند های واقعی جلب نظر می کند، عمر کوتاه آن هاست زیرا در فاصله زمانی ۱۵-۲۴ ثانیه پدید می آیند و ازین می روند. در مورد ذرات واقعی چنین می توان گفت که وجود عینی آنها در وحدت ظهور و فنا متجلی می گردد. به عبارت دیگر وجودشان، گذار از پیدایش به نیستی و عکس آن است. در وجود ذرات واقعی مرز مشخصی میان پیدایش و فنا در کار نیست. عملای پیدایش و نیستی در اینجا یکی می شوند.

در فیزیک کوانتوم تعدادی از این گونه «حالات های میانی» وجود دارد، به خصوص حالات واسطه میان احتمال و فعلیت و بین امکان و ضرورت. هایزبرگ با تحلیل مفهوم احتمال بداین تیجه رسید که مفهوم مزبور جنبه خاصی به واقعیت فیزیکی می دهد که تقریباً حالت وسط میان امکان و فعلیت است. از دیدگاه ما، در مورد وجود ذرات واقعی می توان علاوه بر حالت وسط بین ظهور و فنا، همچنین به عنوان حالت وسط بین امکان و فعلیت سخن گفت. به عبارت دیگر، ویژگی های ذرات واقعی باید بر اساس وحدت شدن، امکان و فعلیت توضیح داده شود. نخستین تیجه ای که از این قضیه روش شناسی گرفته می شود این است که ذرات واقعی را نمی توان مستقل از ذرات عادی مورد آزمایش قرارداد و از لحاظ تعدادی از مشخصات، تمایزی میان ذرات واقعی و ذرات معمولی وجود ندارد. در واقع، هنگامی که از ذرات واقعی نام برده می شود، 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 فوتون ها، الکترون ها، پیون ها، پروتون ها و سایر ذرات بنیادی شناخته شده نیست. در تیجه، شناخت ذرات واقعی همان فرایند شناخت ذرات معمولی است. همان طور که امکان از طریق فلیت شناخته می شود، ذرات واقعی نیز از طریق کنش های متقابل و تبدیلات ذرات معمولی شناخته می شوند.

در توضیح ذرات واقعی، توجه به این حقیقت بسیار مهم است که همه ذرات بنیادی در حال کنش و گذار متقابله اند و به عنوان سیستم های پویا با تبدیلات داخلی چندگانه، عمل می کنند.

بسیاری از فیزیکدانان (از قبیل جلمن^{۱۰}، روزنیام^{۱۱} و دیگران) ذرات بنیادی را به صورت فرایند هایی در نظر گرفته اند. مثلاً رفتار الکترون در میدان های الکترو مغناطیسی به طور نظری براین اساس تشریح می شود که هر الکترون مداوماً فوتون هایی جذب و تشیع می کند. این ضربان ها را می توان «فرایند های حیاتی» الکترون نامید. با توصیف ذرات بنیادی به صورت فرایند ها، می توانیم مراحل متفاوتی را در آن ها متمایز کنیم. یکی از این مراحل یا حالات، پیدایش ذره ای درون یک ذره دیگر است. ذره

۱۰. Murray Gell-Mann (برندۀ جایزه فیزیک نوبل سال ۱۹۶۹ به خاطر کارش در زمینه ذات بنیادی).

تولید شده در این لحظه تنها به صورت امکان وجود دارد و اگر شرایط لازم برای گذار از این امکان فعلیت موجود باشد، در آن صورت آن ذره را ذره واقعی می‌نامیم. پس نتیجه می‌گیریم که ذرات واقعی تنها به صورت مراحلی در فرایندهای کنش متقابل و تبدیل متقابل ذرات بنیادی وجود دارند. فوتون های واقعی فقط در فرایند کنش های متقابل الکترو-مغناطیسی و پیوندهای واقعی تنها در کنش های متقابل قوی وجود دارند.

وجود ذرات واقعی مستقل نیست بلکه در ذرات دیگر و به توسط ذرات دیگر تحقق می‌پذیرد. مشخصاتی از قبیل کوتاهی طول عمر و موقعیت فضایی مشخص، به این کیفیت 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 فاصله زمانی میان پیدایش و نیستی وجود دارند. اندازه این فاصله زمانی بسته به اندازه انرژی لازم برای گذار از ذره واقعی به ذره معمولی است. هرچه اندازه انرژی لازم بیشتر باشد، عمر آن ذره واقعی کوتاه‌تر خواهد بود. موقعیت مکانی آن نیز به مدت زمان وجودش بستگی دارد. یک ذره واقعی نمی‌تواند از محدودیت های مکانی کنش متقابله که خود یکی از عوامل آن است، رها باشد. مثلاً پیوندهای واقعی تنها در حوزه مکانی کنش های متقابل قوی وجود دارند. شاعع عمل کنش های متقابل قوی (10^{-13} سانتی‌متر) حوزه مکانی وجود پیوندهای واقعی را مشخص می‌کند. فوتون های واقعی به عنوان عوامل کنش متقابل الکترو-مغناطیسی، نمی‌توانند از حدود این کنش متقابله فراتر بروند، هرچند که این حدود می‌تواند بسیار گسترده باشد. حال بیکی دیگر از مشخصهای وجود ذرات واقعی می‌پردازیم. ذرات واقعی را می‌توان کواترت ۱۲ های کنش های متقابل و پیوند دو طرفه ذرات بنیادی و در عین حال پیوسته به ذرات بنیادی به شمار آورد. در مورد این کیفیت دوباره بحث خواهیم کرد. در حال حاضر باید به تفاوت مهم میان ذرات واقعی و ذرات «بنیادی» معمولی توجه کنیم. ذرات واقعی، همان طور که گفته شد، نمی‌توانند به طور مستقل، خارج از منابع خود و بیرون از کنش های متقابله و تبدیلات وجود داشته باشند. اما وجود ذرات بنیادی ممکن به خود است و آن ها می‌توانند از مرزهای کنش متقابله ذرات، که خود از آن ناشی شده‌اند، خارج شوند. بنابراین، این گونه ذرات بنیادی، غالباً ذرات آزاد خواهند می‌شوند.

البته، هنگام در نظر گرفتن اینکه ذرات واقعی تنها در حالات خاص کنش ها و تبدیلات متقابله ذرات بنیادی وجود می‌یابند، باید به ماهیت واسطه‌ای این حالات توجه کافی داشت. می‌دانیم که پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته اتم در حال تبدیل دائمی به یکدیگرند. در این تبدیلات حالتی وجود دارد که پروتون هنوز به نوترون — یا نوترون هنوز به پروتون — تبدیل نشده است. در اینجا ذرات مزبور در یک وضعیت

تجزیه وجود دارند؛ نوترن به صورت یک نوترن و یک مزون پی π منفی واقعی و پروتون به صورت یک پروتون و یک مزون پو. π مشتب واقعی. مزون‌های پی واقعی که در این حالات توسط نوترن و پروتون تولید شده‌اند، قابل تفکیک از این ذرات نیستند و بدون آن‌ها وجود ندارند. مثلًا حالت پروتون به علاوه مزون پی واقعی را نمی‌توان همانند با یک سیستم پروتون - 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 حالی که 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 نوترن در وضعیت تجزیه، حالات صحیح (در مقابل کسری) هستند که به انرژی مربوط می‌شوند. مزون‌های پی واقعی و نوترن‌ها و پروتون‌های تولید کننده آن‌ها دارای جرم و انرژی مشترک هستند. پیدایش پیون‌های واقعی در حالات واسطه‌ای نوکلئون‌ها (پروتون‌ها و نوترن‌ها) را می‌توان به عنوان فرایند توزیع مجدد انرژی و جرم در درون خود نوکلئون‌ها محسوب داشت. بنابراین، در جریان تجزیه نوکلئون‌ها، اصل بقای انرژی به هیچ وجه نقض نمی‌شود.

قانون بقای انرژی این گونه تجزیه نوکلئون را ره نمی‌کند. اما انتقال مزون‌های پی واقعی را به خارج از قلمرو کنش متقابل نوکلئون، مگر در صورت وجود منابع انرژی اضافی، ناممکن می‌داند؛ یعنی تبدیل ذرات واقعی را به ذرات 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 جدا شوند، یعنی نمی‌توانند به صورت مزون‌های پی آزاد درآیند، مگر آن‌که تأثیر خارجی در کار باشد.

مزون‌های پی واقعی در فرایند متقابل نوکلئون‌ها مداوماً پدید می‌آیند و ازین می‌روند و وجود آن‌ها وجود در شدن است. وجود پیون‌های واقعی (به عنوان 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، واحد برخی از کیفیات ذرات بنیادی می‌شوند و می‌توانند تأثیراتی بر آن‌ها بگذارند. قبلاً مثال‌هایی از این امر ارائه کردند.

ذرات بنیادی و میدان‌ها از یک دیگر تفکیک ناپذیرند. ذرات واقعی را نیز می‌توان به صورت عناصر ساختمانی میدان‌های درون ذرات در نظر گرفت. به عبارت 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 ترتیب گیری باید اصلاحاتی را وارد کرد. خلاصه اینکه، نه تنها ذرات واقعی،

بلکه ذرات معمولی نیز از میدان‌ها تفکیک ناپذیرند. هر دوی این‌ها را می‌توان مقادیر کمیتی میدان‌ها بهشمار آورد. اصلاح مورد نیاز به این صورت است که در تعدادی از روابط، در خلاه میدان‌های فیزیکی، ذرات واقعی را می‌توان برابر دانست. مثلاً، در فیزیک کنش‌های متقابل، مجموعه‌ای از ذرات که دارای سطوح انرژی تردیک بهم هستند^{۱۲}، با ذرات واقعی برابر دانسته می‌شود و گفته می‌شود که این کنش‌های متقابل با خلاه انجام می‌گردد. بنابراین توضیح فیزیک، واکنش با ذرات واقعی منجر به پراکندگی مجموعه ذرات دارای سطوح انرژی تردیک بهم می‌شود. بنابراین، از بعضی لحظه، ویژگی‌های وجود ذرات واقعی را می‌توان به کمک کیفیت‌های ذاتی خلاه میدان‌های فیزیکی بررسی کرد. سرانجام به همین بیان کلی بسته می‌کنیم و به این سؤال می‌پردازیم که نقش ذرات واقعی در ساختمان ذرات بنیادی چیست.

براساس این قضیه که همه ذرات از میدان‌ها تفکیک ناپذیرند و با آن‌ها تبدیل متقابل دارند، می‌توانیم بگوییم همچنان که هر ذره‌ای به میدان‌های بسیاری مرتبط است که در حالت زمین^{۱۳} 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 میدان‌های فیزیکی همان ذرات واقعی هستند. بنابراین می‌توان گفت که عناصر ساختمانی ذرات بنیادی، ذرات واقعی هستند که به توسط آن‌ها پیوندهای میان ذرات بنیادی با خودشان و با میدان‌ها و همچنین امکان تبدیل ذرات بنیادی به یکدیگر و به میدان‌های فیزیکی گوناگون بیان می‌شود.

از این‌جا نتیجه‌ای می‌توان گرفت که از دید ما تا حدی غیر متعارف است: همه ذرات بنیادی، در حالات واقعی^{۱۴} خود، وارد قلمرو یکدیگر می‌شوند. مثلاً رنوترون، در حالت واقعی، مزون‌های مختلف π و K و همچنین زوج‌های نوترون – ضد نوترون و غیره وجود دارد. می‌توان چنین گفت که همه ذرات بنیادی کم و بیش در تعیین شکل مشخص همه ذرات بنیادی دیگر نقش دارند.

به عبارت دیگر، عناصر ساختمانی ذرات بنیادی «عناصر مشکله» آن‌ها به مفهوم 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 تصویر می‌شد که تنها دو امکان متمایز وجود دارد: یا می‌توان ماده را به قطعات هرچه کوچک‌تر تقسیم کرد و یا به کوچک‌ترین ذره تقسیم ناپذیر می‌رسیم. اکنون معلوم شده است که امکان سومی هم وجود دارد. ماده را می‌توان به ذرات هرچه بیشتری تقسیم کرد و برای این کار انرژی بیشتر و بیشتری لازم است، اما با این کار هیچ‌گاه ذرات کوچک‌تری به دست نمی‌آید، زیرا امکان تولید زوج‌هایی به صورت ذره و ضد ذره وجود دارد. بدین ترتیب، به گفته هایزنبرگ وضعیت معملاً گونه‌ای پدید می‌آید که می‌توان آن را چنین بیان کرد: هر ذره بنیادی از همه ذرات بنیادی دیگر

تشکیل شده است.^{۱۶}

فیزیک ذرات بنیادی به‌شکل جدیدی از اтомیسم^{۱۷} رسیده است که علاوه بر دمجهوم اسطویی تقسیم پذیری بی‌پایان ماده، برداشت‌های اتومیستی پیشین راهم، که مبتنی بر وجود عنصر اولیه تقسیم ناپذیر، نهایی و تبدیل ناپذیر بود، مردودمی‌شمارد. ساختمان ذرات بنیادی شامل حالات واقعی آن‌هاست و ذرات بنیادی تحت شرایطی می‌توانند به حالات مزبور تبدیل شوند، و با تغییر شرایط، تجلیات ذرات بنیادی فیزیک‌گون می‌شود. حتی می‌توان گفت که ذرات بنیادی در یک‌نوع کنش متقابل یک ساختمان و در کنش متقابل دیگر ساختمان دیگری دارند.

ساختمان ذرات بنیادی همیشه در کنش‌های متقابل و تبدیل‌های خاص متجلی می‌شود. این امر تأیید دیگری است براین که عناصر ساختمانی ذرات بنیادی – حالات و ذرات واقعی – تنها به صورت عوامل کنش متقابل و تبدیل ذرات بنیادی یعنی درشدن آنها وجود می‌یابند. درک صحیح از ساختمان پویای ذرات بنیادی، از درک ذرات واقعی به عنوان فرایندهای کنش و تبدیل متقابل ذرات معمولی جداگانه ناپذیر است.

درک مفهوم توابع فیزیک ذرات بنیادی نیز بدون فهم حالات و ذرات واقعی، ناممکن است. عملاً هم اشکالی در استفاده از این مفاهیم و در به کار بردن آن‌ها در محاسبات گوناگون، وجود ندارد. ذرات واقعی ماتندهای ذرات معمولی در مباحث نظری به کار گرفته می‌شوند.

تنها وقتی تفاوت مطرح می‌شود که بالاندازه‌های مربوط به مشخصه‌های حرکتی (سینماتیک) ذرات سروکار داشته باشیم: اگر چه کاربرد توابع چهار بعدی δ خود به خود رعایت قوانین بقای انرژی – ایمپالس را برای همه فرایندهای مورد توجه در آزمایش تضمین می‌کند، مجدوّر ایمپالس چهار بعدی q در مورد ذرات حقیقی مثبت است و محاسبه نظری جرم $m = \sqrt{1 - q^2}$ نتیجه موهومی به دست می‌دهد.^{۱۸} بنابراین، تفاوت میان ذرات معمولی و ذرات واقعی دارای هیچ معنای ذاتی نیست، بلکه به‌یک تابع حرکتی مربوط می‌شود که فرایندهای را که این ذرات در آن شرکت می‌کنند توضیح می‌دهد، نه خود آن ذرات را.

البته در متون فیزیکی و فلسفی نمونه‌های متعددی از برداشت‌های نادرست و حتی

۱۶. و. هایزنبرگ، «مقدمه‌ای بر نظریه میدان‌های یک‌نواخت ذرات بنیادی»، لندن، نیویورک، ۱۹۶۶، صفحه ۵.

17. atomism

۱۸. با مراجعت به سیستم مختصاتی که در آن ایمپالس هردو الکترون برابر است، پذیرفتن مطلب فوق آسان می‌شود. شرط $0 \geq q^2$ (و برای مقادیر کمی $q^2 > 0$) را می‌توان به عنوان تعریف ذرات واقعی به شمار آورد.

اشتباهات فاحش در مورد ذرات واقعی دیده می‌شود. برای رفع اشکالات موجود تدبیر گوناگونی در جهت وضع اصطلاحات مناسب و ایجاد ساختارهای فکری در زمینه فلسفه طبیعت به کار گرفته شده است.

از آنجاکه ذرات واقعی صرفاً بهدلایل نظری به عنوان نتیجه جریان صوری مرحله دوم کوانتیده شدن، در فیزیک مطرح شدند، و (همان طور که دیدیم) در برخورد نخست به نظر می‌رسید که با قانون بقای انرژی ناسازگار هستند، مدت زیادی به عنوان توجیه نموداری و کاملاً قرار دادی از برخی عناصر الگوی ریاضی فیزیک نظری تلقی می‌شدند که در انجام محاسبات به عنوان یک تصویر کمکی مفید هستند. موضوعات ریاضی مرتبط با ذرات واقعی تنها در مراحل واسطه‌ای محاسبات ظاهر می‌شدند و بنابراین توجیه مزبور مشکلی پیش نمی‌آورد و برای مدت دزاری عموماً مورد قبول بود. با پیشرفت بیشتر فیزیک نظری، روش شد که دونوع ذاتاً متفاوت ذرات واقعی را می‌توان مشخص کرد: ذرات واقعی «لخت^{۱۹}» که به عوامل ریاضی مربوط به جذب و تابش ذرات نقطه‌ای (قاد ساختمان) مربوط می‌شوند و ذرات واقعی «پوشیده^{۲۰}» که دارای ساختمان داخلی پیچیده‌ای چون ذرات معمولی که در حالات ابتدایی و انتهایی واکنش‌های مشاهده می‌گردند، هستند. ذرات دسته اول و دوم را می‌توان به ترتیب «ذرات ریاضی» و «ذرات فیزیکی» نامید، که از لحاظ نظری به عنوان نتیجه تأثیر عوامل خاص «فیزیکی» برای تولید و جذب یا به عنوان مجموعه پیچیده‌ای («ابر» یا «پوشش») از «ذرات ریاضی» واقعی هستند.

اگر چه «ذرات ریاضی» را می‌توان به عنوان تصاویر موهومی (یا به عبارت دقیق‌تر، تقریب غیر دقیق از «ذرات فیزیکی») به شمار آورد، اما «ذرات فیزیکی» در خواص خود هیچ فرقی با ذرات معمولی که در آزمایش‌ها دیده می‌شوند ندارند، هر چند کم در فرایندهای جذب و تابش این ذرات نقض آشکار قانون بقای انرژی دیده می‌شود.

در بیان رسمی نظریه ذرات بنیادی، که بر اساس معادلات میدان آزاد بناشده و در آن کنش‌های متقابل ذرات به عنوان عامل محرک معرفی شده است، در همه حالات واسطه‌ای با «ذرات ریاضی» و ترکیبات آن‌ها سروکار داریم. معادل شمردن ذرات در حالات ابتدایی و انتهایی با «ذرات فیزیکی» در این مورد به کمک اعمال تقریب‌های قراردادی صورت می‌گیرد. این نحوه برخورد موجب مطرح شدن این ادعا گردید که نظریه جدید بر اساس مفهوم ذرات نقطه‌ای بناشده و حالات واسطه‌ای تنها در موضوعات کمکی معنی می‌باشد و از لحاظ خواص با ذرات «حقیقی» که در آزمایش‌ها مشاهده

می‌شوند، تفاوت ذاتی دارند. بهیان مقبول‌تر، نظریه جدید اساساً با «ذرات فیزیکی» سروکار دارد که در حالت آزاد بایکدیگر کنش متقابل ندارند ولی همیشه در حال کنش متقابل با میدان‌های خلاء هستند. در این برداشت، خواص ذرات در حالات واسطه‌ای واقعی هیچ تفاوتی با خواصی از فرات، که در حالات ابتدایی و انتهایی واکنش‌ها مشاهده می‌شود، ندارد.

اصولاً، در حال حاضر هرجاکه در متون فیزیک از ذرات واقعی به عنوان نمادهای کمکی یا موجودیت غیر قابل مشاهده سخنی مطرح شود، منظور همان «ذرات ریاضی» است. بررسی تجربی ساختمان نوکلئون‌ها و تحلیل «کنش‌های متقابل محیطی» که بدوسیله نمودارهایی بایک فرث واقعی منفرد بریک حالت واسطه‌ای صورت گرفت، نه تنها مؤید وجود واقعی ذرات واقعی در طبیعت بود، بلکه همچنین نشان داد که خواص آن‌ها با خواص ذرات معمولی به هیچ‌روی ناسازگار نیست.

در نظریه کواتروم فعلی، هم ذرات معمولی و هم ذرات واقعی (صرف‌نظر از این‌که به عنوان ذرات «ریاضی» نقطه‌ای یا ذرات «فیزیکی» دارای ساختمان محسوب شوند) به وسیله معادلات جنب و تابش هم‌انتدی بیان می‌شوند. در بیان نظری، هیچ کمیتی که می‌بین حالت خاصی از ذرات بنیادی باشد وجود ندارد، همچنان که هیچ‌وسیله‌ای در کار نیست که بدون اندازه‌گیری مقدار ثابت^{۲۷} (که وابسته به شرایط مشخص خارجی است) بتوان معلوم کرد آیا ذره مورد نظر واقعی است یا معمولی. مثلاً، یک فوتون واقعی که توسط یک الکترون تاییده شده و دیگر با الکترون مزبور در حال کنش متقابل نیست، چنانچه در کنش متقابلی بایک میدان خارجی وارد شود، باید آن را در عمل ذره‌ای معمولی دانست که طی آزمایش قبل به حالت پایدار رسیده است (واکنون دیگر اثری از آن کنش متقابل در فوتون باقی نمانده است). واقعی بودن هر ذره، نه بر اساس خواص آن، بلکه به وسیله موقعیتی که ذره مزبور در فرایند مشاهده دارد، تعیین می‌شود.

با آنکه تفاوت میان ذرات فیزیکی «واقعی» و ذرات معمولی قراردادی است، فرایندهای واقعی دارای یک ویژگی ذاتی هستند: در این فرایندها قانون بقای انرژی در مورد اندازه‌های نظری انرژی ذرات صادقی نیست. این امر توسط فیزیکدان‌های مختلف به اشکال مختلفی بیان شده که نمونه‌ای از آن‌ها چنین است: یا باید عینیت فرایندهای واقعی را پذیرفت و از عام بودن قانون بقای انرژی چشم پوشید، یا آن‌که عام بودن این قانون را قبول داشت و وجود فرایندهای واقعی را رد کرد.

برای درک این مطلب که چگونه وجود حقیقی ذرات واقعی می‌تواند با قانون بقای انرژی سازگار درآید، نخست باید در نظر داشت علت این نتیجه‌گیری، که قانون مزبور صادق نیست، از مقایسه بین مقادیر انرژی در دو لحظه زمانی مختلف ناشی می‌شود: لحظه حالت ابتدایی فرایند^{۲۸} و لحظه حالت نهایی فرایند^{۲۹} در هر صورت، بنابر قانون بنیادی نظریه کواتروم، انرژی یک 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 (در این عبارت $\Delta t = t_2 - t_1$ برابر است با طول مدت فرایند اندازه‌گیری). بنابراین، در مورد جرم ذره تابیده شده یا جذب شده‌است، عدم $\Delta t \sim \frac{h}{2\pi \cdot mc^2}$

تعیین در اندازه‌گیری انرژی برابر است با $\Delta E = mc^2$ ، یعنی دقیقاً مقداری از همان مرتبه تفاوت بین انرژی‌های ابتدایی و انتهایی ذره ($E_{final} - E_{initial}$) (باید براین نکته تأکید شود که ماهمیشه انرژی ذرات واقعی را از راه محاسبه و نه از طریق اندازه‌گیری به دست می‌آوریم، در غیر این صورت در محدوده خطای تجربی انرژی ابتدایی و انتهایی مساوی در می‌آیند). پس می‌بینیم که در عمل هیچ‌گونه نقض قانون بقای انرژی در فرایندهای واقعی وجود ندارد و این قانون در چارچوب نظریه کواتوم جدید دقیقاً صادق است، هرچند که در اینجا باید ماهیت موجی ویژه این پدیده‌ها را در محاسبات منظور داشت. ذرات واقعی به طور کلی از نظر خواص داخلی تفاوتی با ذرات معمولی ندارند، به خصوص این که یک ذره واحد، بسته به شرایط خارجی می‌تواند ذره واقعی یا ذره معمولی محسوب شود. در هر حال، ذرات واقعی، هنگامی که خواص داخلیشان در نظر گرفته نشود، به عنوان تقریب در نقش تصویرهای کمکی عمل می‌کنند و نمودار قابل تجسمی از ابزار ریاضی نظریه کواتومی میدان ارائه می‌دهند. بنابراین، مسئله ذرات واقعی و فرایندهای واقعی، در وهله اول به عنوان یک مسئله فیزیکی بدنظریه شناخت نیز مربوط می‌شود و مثلاً با دیالکتیک ارتباط متقابل داخل و خارج و همچنین با شیء و تصویر آن مرتبط است.

وجود اصل‌های پرشمار در فیزیک و گرایش عمومی به افزایش تعداد آن‌ها از یک سو نشان دهنده نقش رهگشایانه این اصول واز سوی دیگر دال بر سکون ناپذیری موضوعات مورد شناخت است.

مفهوم دیالکتیکی نسبی و مطلق

دانشمندانی که در عصر حاضر در زمینه فلسفه علوم کار می‌کنند، راههای شناخت جهان شگفتانگیز واقعیات عینی را، که موضوع مطالعه علوم تجربی است، روش می‌سازند. موضوع رابطهٔ متقابل میان نظریه‌های فیزیکی و واقعیت، دارای اهمیت نظری و عملی عظیمی است. مفهوم دیالکتیکی نسبی و مطلق، که از اصول مهم روش‌شناسی شناخت است، در ساختن چارچوب مناسبی برای پاسخ دادن به این سؤال مفید واقع‌می‌شود. میان دو مفهوم مطلق و نسبی، ثابت و متتحول، ارتباط تردیکی 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، از گسترش شناخت جدا نیست، زیرا این نکات منعکس‌کنندهٔ روند گرگونی یک کیفیت پایدار است. هرچه دانش عمیق‌تر باشد، از امکان غنی شدن بیشتری برخوردار است. هرچه میزان گسترش شناخت بالاتر باشد، نکات مطلق نیز در آن بیشتر است.

دانش ما نسبت به امور مطلق و عام هنگامی دانش علمی حقیقی است که به صورت دانش مشخص و نسبی بیان شده باشد و تنها در صورتی که بدین شکل بیان شود قابلیت تحقیق و استفاده عملی را دارد. در شناخت، مفهوم نسبی بیان‌گر امکان تغییر شناخت و امکان به کارگیری دانش حاصل از آن، تنها در محدودهٔ مشخص و در شرایط مشخص است. اما اگر دانش در محدودهٔ مناسب به کارگرفته شود، نکات مطلق آن نیز دارای عملکرد خواهند بود. یعنی تضاد میان نسبی و مطلق، خود دارای یک خصلت نسبی است و مرز قاطعی میان آن دو وجود ندارد و در جریان تحول به قلمرو یکدیگر وارد می‌شوند. گذار از مطلق به نسبی، گذار از ثبات به تحول 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 به مطلق نشان‌دهندهٔ نکات ثابت در پدیده‌های متغیر و روابط اشیایی موردنظر با سایر اشیاست.

در نظریه‌های فیزیک مدرن و تفسیر فلسفی آنها (از سوی سخن‌گویان ایده‌آلیسم یا ماتریالیسم مکانیستی) رابطهٔ دیالکتیکی میان نسبی و مطلق به شکل 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^۱ و یقین‌گرایی^۲ باشند. مثلاً ماکس بورن^۳ گفته است: «ظهور، پذیرش و بطلان نظریه‌ها روال جاری کار است، آنچه امروز دانش پر بهای است، فردا آنچنان از اعتبار می‌افتد که فقط می‌تواند از جنبهٔ تاریخی مورد توجه قرار بگیرد.»^۴ با اصلاحات جزئی می‌توان قسمت اول این عبارت را پذیرفت، اما با قسمت دوم آن نمی‌توان موافق بود، زیرا برای دانش سرشتی گذرا قابل 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 زیر پا می‌گذارد.

در برخی از عبارات دیوید بوهم^۵ فیزیکدان مشهور انگلیسی، که او نیز ارتباط واقعی میان مطلق و نسبی را ذادیده می‌گیرد، می‌توان تکیه زیاد بر جنبهٔ نسبی روند شناخت را احساس کرد. همین دوری از دیالکتیک را در نوشته‌های ریچارد فینمان^۶ 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. اما آزمایش کنندگان با بیشترین پشتکار و شدیدترین تلاش در همان زمینه‌هایی که امکان دارد نظریه‌های ما نادرست از آب درآید، به پژوهش می‌پردازند. به عبارت دیگر ما می‌کوشیم تا نادرستی نظرات خود را هر چه سریع‌تر به اثبات برسانیم، زیرا فقط از این طریق می‌توانیم به پیشرفت دست بیابیم»^۷.

نخستین نکته‌ای که فینمان در عبارت فوق گفته است، نیازی به بحث ندارد و درست است. در واقع برای پیشرفت علمی هیچ‌چیز خطرناک‌تر از درجا زدن نیست. با این حال به هیچ‌وجه نمی‌توان پذیرفت که رد «حقایق کهنه» تنها راه پیشرفت باشد و بی‌توجهی به ارتباط دیالکتیکی مفاهیم نسبی و مطلق در اینجا کاملاً مشهود است.

گفته‌های بوهم و فینمان که در بالا آورده شده عقاید فلسفی آنهاست که ابراز کرده‌اند و نمونه‌ای از متصاد شمرده شدن نسبی و مطلق، در گسترش نظریه‌های فیزیکی است. این وضع در عمل می‌تواند موجب حذف نکات مطلق از توسعهٔ نظریه‌ها بشود. گذشته از اینها، گسترش علم علاوه بر پیدایش دانش نوین، متناسب حفظ دانشی است که در گذشته به دست آمده است. اگر نفی حقایق شناخته شده مقدمهٔ پژوهش حقایق نوین قرار گیرد، حاصل کار نه حقایق نو بلکه اشتباهات کهنه خواهد بود. حقایق جدید

۱- اعتقاد به اینکه همهٔ حقایق نسبی‌اند، بدین معنی که بستگی دارند به فردی که با آنها برخورد می‌کند و همچنین به زمان یا مکان این برخورد.

۲- شیوه‌ای از تفکر مبتنی بر اساس مفهوم‌ها و قواعد تغییرپذیر فارغ از شرایط مشخص زمانی و مکانی، یعنی بدون درنظر داشتن اینکه حقیقت باید مشخص باشد.

۳- Max Born (۱۸۸۲ - ۱۹۷۰) فیزیکدان انگلیسی (متولد در آلمان) که در زمینهٔ مکانیک کوانتوم کار کرده است.

۴- کتاب «فیزیک در نسل‌من» نوشتهٔ ماکس بورن، صفحه ۱۸.

5- David Bohn.

۶- Richard Phillips Feynman متولد ۱۹۱۸، دانشمند آمریکایی در زمینهٔ فیزیک نظری.

۷- کتاب «خلاصات قانون‌های فیزیکی» نوشتهٔ ریچارد فینمان، لندن، ۱۹۶۵، صفحه ۱۵۸.

نه از طریق سیزی با حقایق کهنه (عناصر حقیقت مطلق)، بلکه از راه مبارزه با خطاهای کهنه به دست می‌آید.

برخی از دانشمندان معتقدند که روزبه روز بر ذخیره نکات مطلق در فیزیک افزوده می‌شود، و بنابراین می‌توان گسترش آن را در جهت شناخت بنیادی ترین قوانین طبیعت، هدایت کرد. گفته‌هایی از این دست در نوشهای فینمان یافته می‌شود: «این وضع نمی‌تواند همچنان ادامه داشته باشد و همیشه در حال کشف قوانین جدیدتر و جدیدتری باشیم... عصری که در آن بهتر 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...»

«به علاوه، هر گاه معلوم شود که دیگر همه‌چیز دانسته شده یا آنکه پیش‌رفت بیشتر به کندی بسیار مقدور است، فلسفه محکم و توجه دقیق نسبت به همه چیزهایی که در

موردنظر صحبت کرده‌ام به تدریج از میان رخت مرخواهد بست.»^۸

این اظهار نظر بیش از آنچه یک بحث منطقی باشد، جنبه عاطفی دارد. از آنجا که علم و تجربه عملی، قضیه پایان ناپذیری اشیا را تأیید کرده است، قضیه بی‌پایان بودن فرایند شناخت این اشیا نیز معتبر است. وظیفه اساسی برای شناخت ما، کشف نکات حقایق نسبی است. تنها در پرتو ارتباط دیالکتیکی فیما بین نکات نسبی و مطلق شناختمان می‌توانیم با حقیقت به عنوان یک فرایند برخورد کنیم. گسترش حقیقت، متنضم تصفیه و توسعه و همچنین گستردگی و محدودیت است.

توجه به تفاوت اصولی میان دو برداشت علمی و فلسفی از نسبیت، بسیار مهم است. تصورات، مقاومیت و نظریه‌های ما منعکس کننده واقعیت عینی است که مستقل از ما وجود دارد. در همه مراحل تحول علم، این اندیشه‌ها نشان‌دهنده حقیقت نسبی است. به هر حال، در فلسفه مسئله به این صورت مطرح می‌شود. در فیزیک وضع کاملاً متفاوتی وجود دارد. وقتی یک فیزیکدان می‌گوید که سرعت از نظر فیزیک کمیتی نسبی است، نه مطلق، منظورش این است که: یک جسم معین در لحظه معین می‌تواند سرعت‌های متفاوتی داشته باشد. بسته به اینکه سرعت نسبت به کدام نقطه مبدأ اندازه‌گیری شده باشد.

از دیدگاه فلسفه ذهن گرایانه ایده‌آلیستی، نسبی دانستن مسیر، انرژی جنبشی، جرم و فواصل مکانی و زمانی در فیزیک، به مترله نفی محتوای عینی این مفهوم‌هاست. این گونه برداشت‌ها نتیجه جایگزین کردن نقطه نظر ذهنی شخص مشاهده گر به جای دستگاه اندازه‌گیری یا به عبارت دیگر، قراردادن مفهوم ذهنی در جای مفهوم نسبی است.^۹

در حقیقت، اطلاعات علمی، با وجود آن که حاصل فعالیت خلاق ذهن دارای شناخت هستند، عینی می‌باشند.

۸- کتاب مذکور پانویس ۷، صفحات ۱۸۲ و ۱۷۳.

* در این باره نگاه کنید به مقاله دریافت‌های حسی و تفکر انتزاعی در شماره ۷ سال ۲ هدهد.

در بعضی از کتاب‌ها، نظریه نسبیت خصوصی و اثرات آن، نسبت به یک فرد مشاهده‌گر شرح داده شده است و در نتیجه این برداشت غیرعلمی را به وجود می‌آورد که این نظریه فیزیکی، ذهنی است. در واقع اگر به جای فرد مشاهده‌گر یک دستگاه اندازه‌گیری در نظر بگیریم، اصل نظریه تغییری نمی‌کند، ولی تفسیر آن با برداشت ایده‌آلیستی ذهن گرایانه از میان می‌رود.

عدم درک خصلت عینی نسبیت غالباً نتیجه برابر شمردن نسبیت و قراردادی بودن است که مفهوم اخیر در معنای قرارداد گرایانه^۹ آن مورد نظر قرار می‌گیرد و براساس آن، علم بر پایه توافق‌های اختیاری بنا شده که تابع ملاحظات مصلحتی است. در آثار کلاسیک فلسفه علمی، مفهوم «قراردادی» (یا، «شرطی») به عنوان مترادفی برای مفهوم «نسبیت عینی» به کار رفته است و منظور از آن توافق‌های اختیاری میان مردم نیست. در کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی آمده است که «همه مرزاها در طبیعت شرطی، نسبی و قابل تغییر، و نشان‌دهنده تردیک شدن تدریجی اندیشه ما به شناخت ماده است.»^{۱۰}

باید میان این دو تفسیر از مفهوم «قراردادی» دقیقاً تمایز قایل شد. اشتباه در تمایز میان دو معنی متفاوت مفهوم «قراردادی» موجب شد که و. آ. فوک^{۱۱} (فیزیکدان) به انتقاد از آ. آ. ماکسیموف^{۱۲} (فیلسوف) پیردازد که چرا وی نسبی بودن مفاهیمی از قبیل سرعت و همزمانی را زد، کرده است. فوک می‌نویسد: «... آ. آ. ماکسیموف نسبیت به معنی ارتباط متقابل و پیوند داخلی روابط مادی اشیا را با مفهوم قراردادی بودن و ذهنیت، اشتباهی گرفته است. اما این دو کاملاً با یکدیگر متفاوتند. هنگامی که در فیزیک از سرعت نسبی، یا رطوبت نسبی، صحبت می‌کنیم، یا وقتی که در اقتصاد سیاسی از قیمت نسبی سخن می‌گوییم، منظورمان نسبیت به معنی ارتباط متقابل است و پیداست که این مفهوم هیچ ربطی به قراردادی بودن و ذهنیت ندارد.»^{۱۳}

بنابراین، می‌بینیم که ناآشنایی با ارتباط دیالکنیکی مطلق و نسبی، یا نادیده گرفتن آن منجر به نفی خصلت عینی نسبیت می‌شود. تمامی گسترش علوم طبیعی نشان‌دهنده آن است که نسبیت و واقعیت از یکدیگر مجزا نیستند. نسبی و مطلق هردو به طور عینی وجود دارند. و زمانی که در فیزیک از خصلت نسبی یک خاصیت معین صحبت می‌کنیم، منظورمان نسبیت به معنی ارتباط متقابل است و در اینجا نیز کاری به قراردادی بودن یا ذهنیت نداریم.

هیچ خاصیت یا شیئی وجود ندارد که به چیزی نسبی نباشد، یعنی مطلقی وجود

۹- قرارداد گرایی: اعتقاد به اینکه نظریه‌های علمی بازتاب واقعیت عینی نیستند، بلکه قرارداد هایی هستند که دانشمندان برای سهولت و کارآیی آنها را میان خود وضع کرده‌اند.

۱۰- «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار لنین، جلد ۱۴ صفحه ۲۸۱.

11 - V.A. Fok

12 - A.A. Maksimov

۱۳- «رد نقد یک نواخت نظریه‌های فیزیک مدرن»، مجله مسائل فلسفه، شماره ۱، ۱۹۵۸، صفحه ۱۷۳.

ندارد که به صورت نسبی منجلی نشود. درست به همین خاطر است که حتی بو. ب. رومر^{۱۴} و م. ش. ریوکین^{۱۵} — فیزیکدانان شوروی — پیشنهاد می‌کنند که قضیه نسبیت خواص اشیا، اصل اولیه هر نظریه فیزیکی معقول قلمداد شود.^{۱۶}

رابطه دیالکتیکی میان مطلق و نسبی، میان عینی و ذهنی همچنین در گذار از فیزیک جهان بی‌نهایت بزرگ به فیزیک جهان بی‌نهایت کوچک — که در این گذار مفهوم احتمال نقش بنیادی می‌یابد — آشکار است. در واقع ظهور مفهوم احتمال در مکانیک کوانتوم بدخاطر کمیود معلومات نبود، بلکه بازتابی بود از نایقینی (عدم قطعیت) عینی در وضعیت اشیای بی‌نهایت کوچک. مفهوم حقیقی رابطه نایقینی (فرمول هایزنبیرگ) را تنها هنگامی می‌توانیم دریابیم که ویژگی ذرات بی‌نهایت کوچک را در نظر داشته باشیم. ویژگی ذرات بی‌نهایت کوچک در این است که پیش از يك کنش متقابل (اندرکنش)^{۱۷} خاص، هیچیک از پارامترهای فیزیکی آنها نمی‌تواند مقدار عددی معینی داشته باشد. هرگاه ذره‌ای را به طور منفرد و مجزا در نظر بگیریم، در برآر بسیاری از پارامترهای آن که به فیزیک کوانتوم مربوط می‌شود، چیزی نمی‌توانیم بگوییم. در این مورد، تنها در شرایط اندرکنش آنها با سایر اشیای مادی، می‌توانیم دانشی به دست آوریم.

با توجه به آنچه گفته شد، وجه تمایز اصلی میان فیزیک کوانتوم و فیزیک کلاسیک را به شکل زیر می‌توان بیان کرد: در فیزیک کلاسیک، مقادیر بیان‌کننده حرکت یک نقطه مادی، نسبی هستند، بدین معنی که با انتخاب دستگاه (مختصات) اندازه گیری بستگی دارند. اما در چارچوب یک دستگاه (مختصات) مادی معین، مقادیر فیزیکی به محیط مادی بستگی ندارند، یعنی مطلق هستند. پس نتیجه می‌گیریم که در فیزیک کلاسیک خواص بنیادی اشیا در هر محیطی جلوه‌گر می‌شوند و می‌توان دستگاهی ساخت که در هر یک از حالات شیء، همه مقادیر مربوط به خواص مکانیکی آن را اندازه گیری کند.

در مکانیک کوانتوم اوضاع کاملاً متفاوتی وجود دارد. در آنجا هیچ دو مقدار مربوط به خواص ذره بی‌نهایت کوچک را نمی‌توان (در یک حالت معین و مشخص) به طور همزمان اندازه گیری کرد. زوج‌هایی از کمیت‌ها وجود دارد که مکمل^{۱۸} یکدیگر خوانده می‌شوند — مثل مختصات و ایمپالس.^{۱۹} محیطی که امکان مشخص شدن ایمپالس به خصوص را فراهم آورد، قطعیت مختصات را از میان می‌برد (و برعکس). مفهوم توزیع احتمال در تصویری که مکانیک کوانتوم از جهان به دست می‌دهد تفاوت بنیادی با همین مفهوم در مکانیک کلاسیک دارد. بنابراین اساس کارآیی مفهوم احتمال در برخورد با ذرات بی‌نهایت کوچک، ناشی از وضعیت خود آنهاست و نایقینی اندازه هر پارامتر فیزیکی، صرفاً نتیجه نایقینی حالت ذرات بی‌نهایت کوچک است. رابطه نایقینی،

14 - Yu. B. Rumer 15 - M. Sh. Ryvkin

۱۶ - «مسایلی از شناخت فیزیکی معاصر» نوشته رومر و ریوکین، مجله مسائل فلسفه، شماره ۷، ۱۹۶۴، صفحات ۶۱ و ۶۲

17 - Interaction 18 - Complementary

۱۹ - Impulse ضربه، میزان تغییر مقدار حرکت (حاصل ضرب جرم در سرعت).

علاوه بر تبیین آماری بسیار از اندرکنش‌ها، مقادیر کمیتهای فیزیکی مربوط به درات را، پیش از وارد شدن در اندرکنش، معین می‌کند.

برخی از نمایندگان مکتب کوپنهاگ^{۲۰} در فیزیک عملاً پیوند ناگستین میان ذرات بنیادی و محیطی را که آنها در آن هستند، فرعی می‌شمارند و در مورد رابطه متقابل میان اشیای بینهایت کوچک و دستگاه اندازه گیری، اغراق می‌کنند. اما پدیده‌های جهان بینهایت کوچک، درون جهان بینهایت کوچک رخ می‌دهد و جدا کردن دستگاه بینهایت کوچک — که از دبدگاه مقاهم کلاسیک امکان‌پذیر بود — در واقع تحقق ناپذیر است. در واقع، مسئله کارکرد اصل نایقینی و مشخصه آماری قوانین رفتاری ذرات بینهایت کوچک، پیچیده‌تر از آن است که برخی از پژوهشگران تصور می‌کنند. آلت اینشتین کمیر با تفسیر مکتب کوپنهاگ در مورد اصل نایقینی به‌طور کامل موافق نبود، هرچند که در فیزیک نوین تفسیر بهتری هم وجود ندارد. همچنان که برای اینشتین نیز روش نبود، سکانیک کواتروم قادر به ارائه توضیح تامی در مورد واقعیت نیست. اینشتین در سال ۱۹۳۵ طی مقاله‌ای با عنوان «آیا می‌توان توضیح مکانیک کواتروم را در مورد واقعیت نیزیکی کامل دانست؟» که به همراهی ب. پودولسکی^{۲۱} و ن. روزن^{۲۲} تهیه شد، این قضیه را مفصلًا مورد بحث قرارداد. بنا بدنوشت^{۲۳} این مقاله، عنصر واقعیت فیزیکی تنها هنگامی به مقادیر فیزیکی مربوط می‌شود که بتوان این مقادیر فیزیکی را با احتمالی برابر با یک، پیش‌بینی کرد. نویسنده‌گان مقاله مذکور، براساس این معیار، چنین تتجیجه گیری کردند که مکانیک کواتروم نمی‌تواند واقعیت فیزیکی را به‌طور کامل توضیح دهد و اظهار اطمینان کردند که ابزار دیگری برای توضیح پدیده‌ها وجود دارد که با واقعیت همانگی بیشتری داشته باشد.^{۲۴}

در این مورد، بور چنین توضیح داده است که این بحث، کامل بودن توضیح ارائه شده از سوی مکانیک کواتروم را منتفی نمی‌سازد، « بلکه، بر عکس، این توضیح را می‌توان استفاده معقول از همه امکانات برای ارائه تفسیر روشی از نتایج اندازه گیری‌ها، منطبق با اندرکنش نامحدود و کنترل ناپذیر میان اشیا و دستگاه‌های اندازه گیری، در حوزه نظریه کواتروم 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... »

بور، سپس اظهار عقیده می‌کند که مکانیک کواتروم کامل است، زیرا مناسب

۲۰— نامی که به گروهی از فیزیکدانان (بور، هایزنبرگ، ویتسزکر، جردن و دیگران) اطلاق می‌شود. این دانشمندان نمایندگان برخورد اثبات گرایانه (پوزیتیویستی) با مسائل فلسفی مکانیک کواتروم بودند. این گروه در اواخر دهه ۱۹۲۰ در انتیتوئی فیزیک نظری کوپنهاگ به سریرستی ن. بور به وجود آمد.

21 - B. Podolsky 22 - N. Rosen

- ۲۳— مجله «پیشرفت‌های علم فیزیک» دوره پانزدهم، شماره ۴، ۱۹۳۶.
- ۲۴— کتاب «فیزیک اتمی و دانش بشری» نوشته ن. بور، نیویورک، ۱۹۵۸، صفحه ۶۱.

ابزارهای اندازه‌گیری است که بنا به ساختشان اندازه‌گیری همزمان ایمپالس (p) و مختصات (x) توسط آنها ناممکن است. همان‌طور که قبلاً گفته شد، بور بیشتر بر نقش ابزارهای اندازه‌گیری تأکید می‌کند. او برآن است که تنها علت وجود رابطهٔ تأییقی، بهمیان آمدن این ابزارهاست.

نظرات بور را نمی‌توان به سادگی پذیرفت. هم در مکانیک کلاسیک و هم در مکانیک کوانتوم، ابزارهای اندازه‌گیری دارای ابعاد ماکروسکوپی (قابل درک و لمس توسعه انسان، بدون وسائل کمکی) هستند و بنابراین جوهر اختلاف میان پدیده‌های کلاسیک و کوانتوم از ابزارها ناشی نمی‌شود، بلکه به سرعت نویافتنهٔ اشیای کوانتومی مربوط می‌گردد.

اگر مقاهیم ایمپالس و مختصات مانند حالتی که در فیزیک کلاسیک وجود دارد، در مورد اشیای بینهایت کوچک هم کارآیی نامحدود داشته باشد، ناممکن بودن اندازه‌گیری همزمان آنها با اصل ماتریالیستی تقریباً به حقیقت مطلق (نردیک شدن تدریجی به حقیقت مطلق)، آشکارا ناسازگار در می‌آمد. اما ویژگی مکانیک کوانتوم دقیقاً همین است که بیانگر نظم‌های خاص اشیایی است که طبیعت آنها با نفاط مادی که در فیزیک کلاسیک آماری مطرح می‌شود، تفاوت دارد. در جهان بینهایت کوچک – برخلاف جهان بینهایت بزرگ – هیچ‌گاه نمی‌توان شیء مورد مطالعه را از اندرکش با بقیهٔ عالم مجزا کرد. همچنین، در جهان بینهایت بزرگ یاک – و فقط یاک – امکان واقعی وجود دارد که در عمل الزاماً تحقق می‌یابد؛ اما در جهان بینهایت کوچک، شیء بینهایت کوچک، که در شرایط ماکروسکوپی معینی قرار گرفته است، رشتة نامحدودی از احتمالات را در خود دارد. ازین‌رو و روشن است که حالت یک شیء بینهایت کوچک را هیچ‌گاه نمی‌توان به کمک تعداد محدودی پارامتر معین کرد، بلکه حالت مذکور را فقط به دورت آماری می‌توان نشان داد. دیگر اینکه، در مکانیک کلاسیک مفهوم احتمال به‌دقيق نبودن اندازه‌گیری‌ها مربوط می‌شود، در حالی که در مکانیک کوانتوم، احتمال، بازتاب کیفیت‌هایی است که در اشیای بینهایت کوچک به‌طور عینی وجود دارد.

این نکته بسیار پراهمیت است. مکانیک کوانتوم عملاً بر پایهٔ رابطهٔ دیالکتیکی متنقابل بین معین بودن و نامعین بودن در فرایندهای اندرکش و دگرگونی پدیده‌ها و قابل شدن عینیت برای هر دوی اینها، بنا شده است.

حال بسرا غن نظریهٔ نسبیت می‌رویم که در آن 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 و نسبی تعبیر می‌شود، منجر به دشواری درک این نظریه شده است.

بسیاری از نویسندهان آثار علمی به‌این واقعیت توجه دارند که نفی وجود مطلق، خارج از ارتباط آن با نسبی، که توسط نظریهٔ نسبیت صورت می‌گیرد، احلاً به معنی نفی کلیهٔ نکات مطلق نیست. و آ. فوک گفته است که: «برای منعکس کردن واقعیت عینی، الزاماً باید هم مقاهیم مطلق و هم مقاهیم نسبی را به‌کار گرفت. نظریهٔ

نسبیت دقیقاً همین کار را می‌کند. این نظریه، خصلت نسبی تعدادی از مفاهیم را، که قبل مطلق تصور می‌شوند، نشان می‌دهد و در عین حال تعدادی مفهوم مطلق جدید عرضه می‌کند. بسیاری از منتقدین نظریه نسبیت این موضوع را از یاد می‌برند.»^{۲۵}

هر قانون علمی، چه در محتوا و چه در اشکال تجلی خود، مرحله‌ای از گسترش شناخت ماست، که شناخت ما در آن متوقف نمی‌ماند، بلکه از آن نیز پیشتر می‌رود. ما باید بتوانیم در هر قانون وحدت نکات مطلق و نسبی را روشن کنیم، زیرا تنها از این راه می‌توان امکان این پیش‌بینی را به وجود آورد که چه چیز را در آن قانون می‌توانیم محدود و مختصر کنیم و چه چیز را می‌توانیم تقویت کنیم و گسترش دهیم.

هر قانون فیزیکی و هر نظریه فیزیکی، صرفاً یک حقیقت نسبی است، یعنی فقط بازتابی تقریبی از حقیقت نمی‌نماید. با این حال هیچ عبارتی نادرست‌تر از این نیست که بگوییم: «همه چیز نسبی است.» اینکه تصویر فیزیکی جهان یک حقیقت نسبی است، به هیچ وجه نمی‌کنندۀ این واقعیت نیست که جنبه‌هایی در آن وجود دارد که هیچ تحولی — چه در طبیعت و چه در اندیشه انسان — آن را دگرگون نمی‌کند.

ماکس پلانک به خوبی به این مطلب پردازد. او در سرگذشت‌نامه علمی خود نوشته است که جستجوی مطلق همیشه در نظرش جالب‌ترین مسئله علمی بوده است. وی می‌نویسد: «شاید این با علاقه من به نظریه نسبیت متناقض به نظر بررسد. این برداشت از پایه اشتباه است. هر نسبی بر اساس پذیرش قبلی چیزی مطلق استوار است و تنها هنگامی معنی دارد که مطلق در کنار آن قرار گیرد...»

«ما همیشه فقط از نسبی می‌توانیم آغاز کنیم. همه اندازه‌گیری‌های ما از نوع نسبی است. ماده سازنده ابزاری که با آن کار می‌کنیم تابع شرایط منبعی است که این ماده از آنجا به دست می‌آید، ساختمان این ابزار مشروط به قابلیت تکنیسینی است که آن را طرح کرده و کارآبی آن تابع هدف خاصی است که آزمایش کنندۀ می‌خواهد بدان دست یابد. از همه این اطلاعات می‌توانیم مطلق را (یعنی همه آنچه را که دارای صحت عام است) و نیز هر چیز نامتفاوتی را که در آن مستتر است، استنتاج کنیم.»^{۲۶}

بدون آنکه شرط وجود نکات مطلق پیش‌بینی فراهم آید، هیچ مفهومی را نمی‌توان تعریف کرد و هیچ نظریه‌ای را نمی‌توان به وجود آورد. مطلق و نسبی و همچنین ثابت و متغیر به اشکال مختلف با یکدیگر ارتباطی دارند که عملاً در فرایند گسترش فیزیک متجلی می‌شود. از این جمله می‌توان اصل پایان‌نای پذیری^{۲۷}، اصل ارتباط متقابل^{۲۸} و

۲۵ - مجله مسایل فلسفه، شماره ۱، ۱۹۵۳، صفحات ۱۷۱ و ۱۷۲.

۲۶ - «سرگذشت نامه علمی من» نوشته ماکس پلانک، لایپزیگ، ۱۹۴۸، صفحات ۳۱ و ۳۲.

۲۷ - سکون ناپذیری (= Inexhaustibility)

۲۸ - Principle of Correspondence: یکی از اصول بنیادی روش‌شناسی که بر گسترش علوم حاکم است. این اصل بیان کننده حرکت دانش از حقیقت نسبی به‌سوی حقیقت مطلق و کامل تر است. اصل مربور در سال ۱۹۱۳ هنگامی که مفاهیم فیزیک کلاسیک دچار تزلزل می‌شد، توسط بور بیان گردید. (= اصل تناظر)

همچنین تغییرناپذیری قوانین نظریه‌های مختلف نسبت به تبدیلات یکسان را نامبرد.

اکنون به بررسی ارتباط میان تغییرناپذیری و نسبیت می‌پردازیم. همان‌طور که قبل نیز گفته شد، تغییرناپذیری عبارت است از وجود خواصی که نسبت به گروه‌های از تغییرات در شرایط فیزیکی، پایدار می‌مانند. مفهوم تغییرناپذیری نخست در ریاضیات مطرح شد.

در فیزیک، مفهوم تغییرناپذیری نخستین بار در روشن‌ترین شکل آن در اصل نسبیت گالیله منعکس شد. این اصل می‌گوید حرکت یک‌نواخت یک دستگاه برووال فرایندهای مکانیکی اثر نمی‌گذارد. این حرکت یک‌نواخت تنها در فضایی امکان‌پذیر بود که دارای هیچ گونه نقاط یا محورهای متمایز نباشد. نتیجه می‌گیریم که در بیان اصل نسبیت گالیله، وجود نوعی تقارن خاص در فضا، به‌طور ضمنی پذیرفته شده که عبارت است از ایزوتropی^{۲۰} و همگنی^{۲۱}. بنابراین اصل مشخصه مطلق قوانین، به‌طور آشکار با خواص مطلق و عام فضای از قبل مرتبط شده بود.

اصل نسبیت در کامل‌ترین شکل خود در نظریه نسبیت متجمل می‌شود. این واقعیت که، نکات مطلق و نسبی مشخص کننده ماده در حال حرکت با یکدیگر ارتباط ناگستین دارند، بدین صورت مصدق می‌یابد که اصل نسبیت عام، بیان کننده دونکته متضاد است: تغییرناپذیری، که قوانین طبیعت را نافذ محسوب می‌دارد واصل نسبیت. همین وضعیت زمینه پر باری برای بحث در مورد نظریه نسبیت فراهم می‌آورد.

هر نظریه فیزیکی کامل متناسب تغییر و در عین حال نسبیت است. مثلاً در مکانیک کلاسیک طول اشیا و مدت زمان وقوع حوادث تغییرناپذیرند، حال آنکه در نظریه نسبیت، این دو نسبی هستند و تنها آمیزه خاصی از آنها دریک فاصله تغییرناپذیر است. وجه تمايز نظریه‌های فیزیکی مربوط به مراحل مختلف پیشرفت علوم فیزیکی، نه تنها در نظام مفاهیم و قوانین آنها، بلکه همچنین در مجموعه تبدیلاتی است که این قوانین نسبت به آنها تغییرناپذیرند.

قوانین مکانیک کلاسیک نسبت به تبدیلات گالیله تغییر ناپذیرند، قوانین نظریه نسبیت، نسبت به تبدیلات لورنتس^{۲۲} تغییرناپذیرند و قوانین مکانیک کواتوم نسبت

29 - Invariance

۳۰ - Isotropy : یکسان بودن مشخصات فیزیکی محیط در امتدادهای مختلف آن.

۳۱ - Homogeneity یکسان بودن مشخصات فیزیکی محیط در نقاط مختلف آن.

۳۲ - Hendrik Antoon Lorentz ریاضی‌دان و فیزیک‌دان هلندی (۱۸۵۳ – ۱۹۲۸)، استاد دانشگاه لیلن. او نخستین کسی بود که تغییرناپذیری قوانین پدینه‌های الکترومغناطیسی و استقلال آنها را از دستگاههای اندازه‌گیری دارای حرکت خطی با سرعت یک‌نواخت، نشان داد. تبدیلات او در رابطه با مختصات فضایی و زمانی دستگاههای در حال حرکت (که تعیینی از تبدیلات گالیله است) به صورت یک ابزار ریاضی دائمی در نظریه نسبیت درآمده است، لورنتس دارای دیدگاه‌های ماتریالیستی بود و با نفی علیت و سایر نتیجه‌گیری‌های این‌آلیستی در مورد مکانیک کواتوم و نظریه نسبیت مخالفت می‌کرد.

به تبدیلات یکه‌ای ۲۳ نامتغیرند.

تعیین حدود کارآیی اصول تغییرناپذیری ازوجوه اساسی گسترش شناخت فیزیکی است. هر نظریه فیزیکی دارای انواع تغییرناپذیری مختص به خود است. مثلًا تغییرناپذیری مختص به قوانین ماکسول^{۲۴} در الکترودینامیک، عبارت است از تغییرناپذیری نسبت به آنچه اصطلاحاً تبدیل مدرج^{۲۵} پتانسیلهای الکترومغناطیسی خوانده می‌شود. قوانین الکترودینامیک کوانتوم شرط جدیدی را برای تغییرناپذیری ارضا می‌کنند. تغییرناپذیری نسبت به نوع دیگری از تبدیل مدرج - تبدیل ترکیب‌بار، تبدیل «سلام^{۲۶} - توشهک^{۲۷}» و تبدیل پائولی^{۲۸} - گورسی^{۲۹}. تفاوت‌های موجود در مجموعه تبدیلاتی که برای قوانین نظریه‌های مختلف وجود دارد نشان دهنده خصلت ویژه خود این نظریه‌ها و تحويل ناپذیری آنان به یکدیگر است.

با آنکه تفاوت اصولی میان قوانین مکانیک کلاسیک و قوانین مکانیک نسبی در تمایز بنیادی میان تبدیلات گالیله ولورنس ظاهر می‌شود، این قوانین وجه مشترک‌هم دارند: هر دو نسبت به تبدیل انتقال دستگاه مختصات و تبدیل انتقال زمانی و چرخش دستگاه مختصات، تغییر ناپذیرند. قوانین الکترودینامیک کلاسیک و قوانین الکترودینامیک کوانتوم در این واقعیت مشترکند که هر دو نسبت به تبدیلات لورنس و تبدیل مدرج پتانسیلهای الکترومغناطیسی تغییر ناپذیرند.

این واقعیت که قوانین نظریه‌های مختلف فیزیکی، علی‌رغم داشتن انواع تغییر ناپذیری مختص به خود، تعدادی و ضعیت تغییر ناپذیری مشترک نیز دارد، دارای اهمیت زیادی است. تغییر ناپذیری قوانین حرکت اشیای گوناگون نسبت به یک تبدیل معین،

33 - Unitary

James Clerk Maxwell^{۳۰} (۱۸۳۱ - ۱۸۷۹) فیزیکدان اسکاتلندی، عرضه کننده نظریه الکترومغناطیس.

35 - Calibrated

عبدالسلام لاهوری، دانشمند بر جسته فیزیک نظری که حدود ۵۵ سال پیش در جانواره‌ای مسلمان در سر زمینی که امروز کشور پاکستان است به دنیا آمد. او استاد فیزیک نظری کالج لندن و رئیس مرکز بین‌المللی فیزیک نظری (تریست) است. اندیشه او به موازات تحقیق و جستجوی «کوارک»‌ها، در جهت آگاهی و احساس عمیق نسبت به نیازهای جهان سوم نیز سیر می‌کند. وی در سال ۱۹۷۹ بدھمراہ «شلون گلاشو» و «واین برگ» برنده جایزه نوبل فیزیک شد. تحقیقات او در زمینه کوارک‌ها، در سطح تازه‌ترین یافته‌های دانش بشر است. او معتقد است که: «مالک در حال توسعه نیز نظریه ممالک پیش‌رفته، در سطح دانشگاهها بوجود دانشمندان نیاز دارد».

برای اطلاعات بیشتر، نگاه کنید به مجله آشنایی با دانش، شماره‌های ۳ (خرداد ۱۳۵۷) و ۶ (آذر ۱۳۵۸)

37 - Toushek (۱۹۵۸-۱۹۰۰)

Wolfgang Pauli^{۳۱} (۱۹۰۰ - ۱۹۵۸) فیزیکدان آمریکایی، متولد در اتریش، کاشف اصل طرد (exclusion)

39 - Gursey

شکل خاصی از ارتباط متقابل موجود بین نظریه‌های فیزیکی است. با توجه به پایداری قوانین طبیعت، اصول تغییر ناپذیری — همچنانکه گفته شد — ارتباط میان یک قانون معین را با همان قانون در نظام‌های مختلفی که بریکنیگر مؤثر نند، برقرار می‌کند و بدین ترتیب ساخت این قوانین را در چارچوب یک نظام کلی تر آشکار می‌سازد. این کیفیت اصول تغییر ناپذیری از سوی ای. ویگنر^{۴۰} فیزیکدان آمریکایی مورد توجه قرار گرفت. به گفته او، همان‌طور که قوانین طبیعت ساخت وارتباط داخلی بین مجموعه انبوهای حواست را روشن می‌کنند، اصول تغییر ناپذیری هم ساخت وارتباط داخلی میان قوانین طبیعت را آشکار می‌سازند.^{۴۱}

گسترش فیزیک، به صورت گذار از یک نظریه به نظریه دیگر — که کلی تر از نظریه اول است — انجام می‌گیرد. در مراحل خاصی از این گسترش، تناقض‌هایی بین واقعیت‌های جدید و نظریه موجود بروز می‌کند که به کمک اصول و مفاهیم نظریه موجود قابل توضیح نیست. قاعده‌تاً، در این گونه موارد ابزار ریاضی درست است، ولی هنوز نظریه فیزیکی جدیدی وجود ندارد. هدف آن است که این ابزار با اطلاعات تجربی مربوط به حقایق نوین پیوند بخورد. روش اساسی برای دست‌یابی به این هدف، نسبی شمردن مفاهیم و در عین حال در نظر داشتن موضوع تغییر ناپذیری است.

رنگ باختن مفاهیم کهنه و پیدایش مفهوم‌های نو فرایندی یگانه است، بدین ترتیب که مفهوم‌های از میزان خاصی از نسبیت برخوردار می‌شوند و به صورت جنبه‌هایی از مفاهیم مطلق جدید یا نامتفاوت‌های یک نظریه کلی تر در می‌آیند. مثلاً مفهوم فضا و زمان مطلق، که در مکانیک کلاسیک پذیرفته شده، در نظریه نسبیت کنار گذاشته شده است، در حالی که مفهوم‌های نسبی مربوط به آن بر جا مانده‌اند. این مفاهیم جنبه‌هایی ازیکی از مهم‌ترین نامتفاوت‌های نظریه نسبیت — یعنی فاصله شدن که در واقع نوعی وحدت فاصله مکانی و فاصله زمانی است.

یک شکل دیگر ارتباط میان مطلق و نسبی در شناخت فیزیکی، اصل لینین در مورد سکون ناپذیری ماده است که پایه لازم را برای درک و حل بسیاری از مشکلات فیزیک زمان و افراد می‌آورد. شدت و سرعت جریانات علمی که بعد از انتشار کتاب ماده‌گرایی و نقد تجربی رخ داد، ظاهرآ به طور اخص نمودارهای بر جسته‌ای از درستی نظر لینین مبنی بر سکون ناپذیری خواص الکترون و به طور کلی ماده، می‌باشد. آموزش‌های مربوط به سکون ناپذیری و وحدت جهان، علاوه بر سکون ناپذیری ساخت و خواص اشیای مادی، متن ضمن سکون ناپذیری همه اشکال وجود ماده — یعنی حرکت، فضا و زمان — و همچنین نظم‌های حرکت ماده می‌باشد.

بسیاری از فیزیکدانان کشورهای مختلف به نقش عظیم اصل سکون ناپذیری از جنبه روش‌شناسی توجه دارند، اما آنان غالباً توجه لازم پهابن واقعیت ابراز نمی‌دارند

E. P. Wigner — ۴۰ متولد ۱۹۰۲ در مجارستان.

۴۱ — مقاله «حوادث، قوانین طبیعت و اصول تغییر ناپذیری» نوشته یوجین پ. ویگنر، از کتاب «تقارن‌ها و بازتاب‌ها»، لندن، ۱۹۷۵، صفحات ۴۲ و ۴۳.

که برخورد تکاملی درست نسبت به مطالعه جهان مادی تنها هنگامی امکان پذیر است که درک درستی از ارتباط دیالکتیکی میان مطلق و نسبی و میان ثابت و متغیر، حاصل شده باشد.

سکون ناپذیری خواص و حالات خصلت‌های ماده به ندرت تنها به این واقعیت منوط می‌شود که خواص و حالات آنها نسبی است و در همه مناطق جهان تغییر می‌کند. البته این تغییر وجود دارد، اما ریشه مطلب در اینجا نیست. سکون ناپذیری خواص و حالات خصلت‌های ماده، نه تنها متنضم این واقعیت است که در انتقال از محیط به محیط دیگر برخی از حالات جانشین حالات دیگر می‌شود، بلکه این واقعیت را نیز در بردارد که حالت‌های موجود تغییر می‌کنند و کیفیت‌ها و اشکال جدیدی به خود می‌گیرند.

در درک جوهر گسترش شناخت ما، مسئله رابطه متقابل بین دانش کهنه و دانش نو، بسیار مهم است. دانش نوبه‌نفی دانش کهنه بر می‌خیزد، اما این نفی منجر به طرد یا از میان رفتن دانش کهنه نمی‌شود. بلکه این یک مخالفت دیالکتیکی است که متنضم نکاتی از طرد و از میان بردن هست، اما معادل خود این دو معنی نیست.. از دید لنسن، نفی دیالکتیکی، یکی از وجوده پیوند میان کهنه و نو و از وجوده پیدایش نو از بطن کهنه است. دانش کهنه راه را برای دانش نو هموار می‌کند و دانش نو جوهر دانش کهنه را هرچه عمیق‌تر آشکار می‌سازد. بنابراین، گسترش شناخت را نه به معنی جانشین‌شدن کامل نو به جای کهنه و نه به عنوان انباشته شدن دانشی که در گذشته و حال به دست آمده، می‌توان تعبیر کرد. فرایند تغییر پذیری دانش، نمونه‌ای از تفود متقابل تغییر و ثبات، دریکدیگر است.

سازاواره (mekanizm) درونی انباشته شدن هسته‌های اصلی حقیقت مطلق در نظریه‌های فیزیکی، به صورتی توسط اصل ارتباط متقابل بیان شده است. ای. و. کوزنتسوف^{۴۲} بر امکان ناپذیری توضیح این اصل در چارچوب فیزیک تاکید کرده است: «مبنا اصل ارتباط متقابل را تنها از نظریه ماتریالیسم دیالکتیک درباره شناخت و به خصوص از تعالیم مارکسیست-لنینیستی درباره حقیقت مطلق و نسبی - می‌توان به دست آورد.»^{۴۳}

اصل ارتباط متقابل در شکل تجربی توسط بوروهايزبر گ بیان شد. بورثابت کرد که در قلمرو اعداد کواترونی بسیار بزرگ، بسامد امواج الکترونی که براساس فرمول‌های طیفی کواترومی به دست می‌آید، تقریباً با بسامدهای به دست آمده براساس نظریه کلاسیک تابش مرتبط است. بور این انطباق را ارتباط متقابل میان نظریه‌های کواترومی و کلاسیک به حساب آورد. گسترش فیزیک نشان داده است که قلمرو صحت اصل ارتباط متقابل بسیار گسترده‌تر از این‌هاست.

فیزیک قرن بیستم مراحل متعددی را پشت سر گذاشته است که با پیدایش نظریه کواتروم، نظریه نسبیت و مکانیک کواتروم مشخص می‌شوند. تجدید ساختار نظریه‌ها

در آستانه هریک از این مراحل، خصلتاً عمیق و اقلابی بود. نظریه‌های جدید، نظریه‌های کهنه را از بنیاد تغییر دادند و در عین حال هرچه را که توسعه آزمایش تأیید شده بود، دست‌چین کردند. قوانین نظریه‌های قدیم به صورت حالت‌های خاص و محدود قوانین نظریه‌های جدید درآمد.

بنابراین، اهمیت فلسفی اصل ارتباط متقابل ناشی از این واقعیت است که اصل مزبور توالی منطقی ابناشته شدن داشت علمی را بیان می‌کند. وجنبهٔ مطلق را در محتوای نظریه‌های فیزیکی جدا می‌کند. اگر قانون یا مفهومی از یک نظریه به عنوان حالت خاصی از یک نظریه کلی‌تر دیگر قابل استنتاج باشد، این امر نشان دهندهٔ خواص ضرورت و بقا— یعنی جنبهٔ مطلق آن قانون یا آن مفهوم— می‌باشد.

با این‌همه، اهمیت اصل ارتباط متقابل صرفاً ناشی از مشخص کردن نحوهٔ گسترش شناخت فیزیکی نیست. از آنجا که این اصل آگاهانه و به طور جدی پذیرفته شده و در عمل نیز صحبت آن به اثبات رسیده، در ردیف ابزارهای ایجاد نظریه‌های جدید درآمده است. عملکرد اصل ارتباط متقابل در واقع از جنبهٔ روش‌شناسی، نقش روز افروزی در گسترش شناخت فیزیکی دارد. این اصل، هم در ایجاد نخستین نظریه کواترومی اتم‌ها که توسط ن. بور عرضه شد و هم در گسترش مکانیک کواتروم نوین نقش بسزایی داشته است. اصل مزبور، همچنین در گسترش نظریهٔ ذرات بنیادی تأثیر اساسی داشته است. به کارگیری این اصل، مثلاً در مشخص کردن معنی فیزیکی تعدادی از مفاهیم نویافته، مفید واقع می‌شود. اصل ارتباط متقابل در جوار اصول هم‌تغییری^{۴۳}، یگانگی و علیت، شرط کافی برای بوجود آوردن «ماتریس پخشی»^{۴۵} است. مفهوم اخیر در فیزیک نظری نوین نقش پراهمیتی دارد. در همهٔ کوشش‌هایی که برای پیشبرد نظریهٔ ذرات بنیادی به عمل آمده، اصل ارتباط متقابل مورد استفاده قرار گرفته است. این امر به خصوص در مورد اقداماتی که برای ایجاد نظریه‌ای در مورد ذرات بنیادی براساس کواتریده بودن فضا و بی‌مکان بودن اندرکنش به عمل آمده، صادق است.

نقش راهنمایی کنندهٔ اصل ارتباط متقابل هنوز به‌طور کامل بررسی نشده است و در مرحلهٔ فعلی، جستجوی پیوند آن با اصل سکون ناپذیری ماده، جالب خواهد بود. براساس آنچه تاکنون آورده شد، بین این دو اصل نوعی تقسیم مسئولیت وجود دارد. اصل سکون ناپذیری بیانگر امکان عینی و ضرورت پیدایش نظریه‌های جدید است. از این اصل نتیجه می‌شود که هر نظریهٔ فیزیکی که جنبه‌های محدودی از جهان فیزیکی سکون ناپذیر را منعکس می‌کند، یک حقیقت نسبی و یک مرحلهٔ خاص در شناخت جهان عینی است. اصل ارتباط متقابل نیز به‌سم خود اطلاعاتی در مورد کیفیت‌های کلی نظریه جدید به‌دست می‌دهد.

مسئله رابطهٔ متقابل میان اصل سکون ناپذیری و اصل کمال^{۴۶} نظریه‌های فیزیکی

نیز واجدهای فوکالی ای است.^{۴۷} واقعیت امر این است که تصویر جهان براساس اصل سکون ناپذیری و تصویر جهان براساس یک نظریهٔ فیزیکی مفروض در بسیاری از موارد دو وجهه متقابل بهنظر می‌آیند، بدین معنی که اصل سکون ناپذیری در تصویری از جهان، که براساس نظریهٔ مشخصی بنا شده، جایی ندارد. این تناقض میان محتواهای نظریه‌های فیزیکی و اصل سکون ناپذیری، در هنگامی که نظریه‌ای دارای خاصیت کمال نیز باشد، صورت حادتری بهخود می‌گیرد.

کامل بودن نظریه‌ها را به طرق مختلف می‌توان تعریف کرد. معمولاً وقتی نظریه‌ای کامل خوانده می‌شود که منعکس کنندهٔ کلیهٔ خواص آن واقعیت عینی باشد، که موضوع نظریهٔ مزبور است. کامل بودن یک نظریه در این معنی، پیوند نزدیکی با کامل بودن استنتاجی آن نظریه دارد. کمال استنتاجی یک نظریه یعنی اینکه نظریهٔ مزبور را تنها به کمک نظراتی که از اصول خود آن—ونه‌از مشاهدات جدید و اطلاعات تجربی نوین—به دست می‌آیند، می‌توان تکامل بخشید. تکامل یافتن یک نظریه از طریق اخیر، الزاماً موجب گسترش آن نظریه خواهد شد و این امر با ساختار آن نظریه به عنوان یک مجموعهٔ بستهٔ متشکل و نامتناقض، سازگار نیست. به همین خاطر است که نظریه‌های فیزیکی همچون وجود متقابل اصل سکون ناپذیری جهان مادی عمل می‌کنند. ممکن است چنین به نظر برسد که برای پذیرفتن نظریه‌های فیزیکی کامل، باید از اصل سکون ناپذیری ماده چشم‌پوشی کنیم. برای رفع این تناقض اصولی، بعضی از صاحب نظران قضیهٔ کامل بودن نظریه‌های فیزیکی را مطرح می‌سازند. مدافعان این عقیده معمولاً بر الکترودینامیک کلاسیک تکیه می‌کنند و کامل بودن آن را در این می‌بینند که نظریهٔ مذکور قادر بهارائهٔ توضیح قابل قبولی در مورد رفتار و خواص الکترون نیست. توصیف الکترون در الکترودینامیک به این نتیجهٔ منتهی می‌شود که الکترون ذره‌ای ناپایدار است و یا اینکه تناقض‌های حل نشدنی هربوت بهبی‌نهایت بهمیان می‌آید.

باید توجه داشت که در اینجا مفهوم کامل بودن نظریه‌ها به معنی کاملاً متفاوتی گرفته شده است. هر نظریهٔ فیزیکی—از جمله هر نظریهٔ کامل فیزیکی ب—دارای کاربرد محدودی است. کوشش برای استفاده از یک نظریه بهمنظور توضیح چیزهایی که در قلمرو کاربرد نظریهٔ مزبور نیستند، ناگزیر منجر به پیدایش تناقضات رفع نشدنی خواهد شد. در مورد الکترودینامیک و الکترون هم دقیقاً همین وضع وجود دارد. به‌نظر می‌رسد که الکترودینامیک نظریهٔ مناسبی برای اعمال در مورد الکترون نیست. در وهلهٔ نخست، به‌نظر می‌رسد که یک تناقض منطقی بین کامل بودن یک نظریه و اصل سکون ناپذیری وجود دارد. در واقع، این یک تضاد دیالکتیکی است که در فرایند گسترش شناخت فیزیکی حل می‌شود. یکی از عوامل حل تضاد مذکور، این

۴۷— مقاله «سکون ناپذیری ماده و گسترش دانش فیزیکی»، نوشته و. س. گت وا. م. جودینوف، مجله مسائل فلسفه، شماره ۵، ۱۹۶۹.

واقعیت است که نظریه‌های کامل فیزیکی، حقایقی نسبی هستند. از آنجا که واقعیت و نسبیت از یکدیگر به کلی 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 — با آنکه در سطح گسترش داشت فیزیکی نسبی است — در واقع از خواص نظریه‌ها به شمار می‌آید. نسبیت یک نظریه کامل فیزیکی در این واقعیت نمودار می‌شود که نظریه مزبور در محدوده مشخصی کاربرد دارد. هر تلاشی که بهمنظور استفاده از این نظریه برای توضیح پدیده‌های خارج از حوزه عملش صورت بگیرد، ناچار تناظرها بین خواهد آورد. تناظرها بین هم که هنگام استفاده از الکترودینامیک برای توضیح الکترون پیش می‌آید، نشان دهنده کامل بودن این نظریه نیست، بلکه محدود بودن حوزه کارآیی آن را نشان می‌دهد. الکترودینامیک کلاسیک، نظریه میدان‌های مغناطیسی است واز این لحاظ می‌تواند کامل باشد. اما نمی‌توان آن را نظریه‌ای در مورد الکترون به عنوان یک ذره بنیادی در نظر گرفت.

تاریخ شناخت فیزیکی پر است از برخوردهای بین نظریه‌های کهن و مشاهدات و اطلاعات تجربی جدید، یا به زبان دقیق‌تر، بین نظام‌های نظری متفاوت که اطلاعات تجربی موجود را به شیوه‌های گوناگون توضیح می‌دهند. این برخوردن طبعاً به نفع نظریه‌ای که در پیش‌بینی ظهور واقعیات جدید و ارائه توضیح‌های طبیعی تر برای اطلاعات موجود، موفق‌تر باشد، حل می‌شود.

در آغاز قرن حاضر، لینین تصویر زنده‌ای از فرایند شناخت طبیعت محیط در انسان، ارائه کرد:

«انسانی که در یک آتاق تاریک ایستاده باشد نمی‌تواند اشیا را به طور روشن تشخیص دهد، اما اگر این شخص روی وسایل آتاق نیفتند و به جای در با پا وارد آینه نشود، معلوم می‌شود که بعضی چیزها را درست می‌بینند. بنابراین هیچ الزامی ندارد که ما یا از ادعای نفوذ به فراسوی ظاهر طبیعت چشم پوشی کنیم و یا آنکه ادعا کنیم که تاکنون توانسته‌ایم اسرار جهان دور ویر خود را تماماً آشکار سازیم.»^{۲۸}

در نیمه دوم قرن بیستم هم می‌توانیم بگوییم که هنوز با یافتن تمامی اسرار جهان دور ویرمان فاصله زیادی داریم، اما این امر نمی‌تواند مانع در راه آرزوی بشر برای نفوذ به آن سوی چهره ظاهری طبیعت به وجود آورد.

۴۸— کتاب «ماده‌گرایی و نقد تجربی»، مجموعه آثار لینین، جلد ۹۴، صفحه ۲۶۷.

تأثیر متقابل فیزیک و فلسفه

با بررسی برخی مسایل فلسفی فیزیک نوین روشن می‌شود که با پیشرفت علم فیزیک، دیالکتیک عینی حاکم بر طبیعت، با ترفا از 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 رهنمایی شود؛ زیرا در سطح فلسفه و روشناسی، ماتریالیسم دیالکتیک به کاملترین وجه با موضوع پژوهش‌های فیزیکی – یعنی جهان مادی – مربوط است. همچنان که لینین پیش‌بینی کرد، دانشمندان علوم طبیعی در حال گذار از موضع ماتریالیسم علمی طبیعی و بدروی به موضع ماتریالیسم دیالکتیک هستند. این فرایند پیچیده و دشوار در شرایط وجود مبارزه ایدئولوژیکی شدیدی صورت می‌گیرد که از وجود دو نظام مخالف – سوسیالیسم و سرمایه‌داری – ناشی می‌شود. این مبارزه برهمه وجوده زندگی بشر و از جمله بر اصول جهان‌بینی علمی وی اثر می‌گذارد.

استفاده روشن و خلاق از ماتریالیسم دیالکتیک، لینین را قادر ساخت تا علاوه بر غور در ماهیت اصلی کشفیات و نظریات فیزیکی و یافتن بازتاب دیالکتیک عینی در آنها، با مطرح‌ساختن پیش‌بینیهای علمی، راه گسترش همه علوم را هموار سازد. اتکا به دیالکتیک ماتریالیستی و استفاده تسلط‌آمیز از آن، پایه دورنگری درخشنان لینین بود. لینین در اثر بنیادی خو در زمینه فلسفه به نام ماده‌گرایی و نقد تجربی می‌گوید: «... هرچند هم این حقیقت غیرعادی باشد که قوانین مکانیکی حرکت تنها به یک حوزه از پدیده‌های طبیعی محدود می‌شوند و تابع قوانین عمیقتر الکترو-مغناطیس هستند وقوع علیه‌ها – همه اینها چیزی جز تأییدی دیگری بر ماتریالیسم دیالکتیک نیست.»

این مطلب در زمانی نوشته شد که فیزیکدانان بر جسته‌ای چون لورتس، پوانکاره و دیگران هنوز اثر اینشتین را تحت عنوان «درباره بررسی الکترو-دینامیکی اجسام سریع‌الحرکت» درک نکرده و به‌اهتمام آن پسی نبرده بودند. این اثر در واقع پایه نظریه نسبیت خصوصی بود. لورتس که آثارش در آماده‌ساختن زمینه برای پیدایش نظریه نسبیت خصوصی نقش عمده‌ای داشت، به اینشتین نوشت: این موضوع نیازمند آنست که پذیریم نتیجهٔ منفی در آزمایش‌هایی از قبیل آنچه توسط مایکلسون^۱ و رالی^۲ صورت گرفته است، جبران تصادفی اثرات معکوس نیست، بلکه بیان یک اصل کلی و بنیادی است.

سراسر آثاری که به بررسی ارتباط میان علوم و فلسفه می‌پردازد، حاکمی از آن است که فیلسوفان مارکسیست به پیروی از لنین، همکاری روزافروزی با دانشمندان علوم طبیعی داشته‌اند، پیشرفت‌های فیزیک نوین را تعمیم داده‌اند، این‌باره فکری فلسفه مادی را غنیتر کرده‌اند و به فیزیکدانان در کاربرد مقولات و قوانین دیالکتیک در رابطه با کارهایی که در پیش داشته‌اند، باری رسانده‌اند.

لنین می‌نویسد: «دانشمندان جدید علوم طبیعی (در صورتی که نحوه جستجو کردن را بدانند و ما هم بدانیم چگونه باید به آنان کمک کرد) در تفسیر ماتریالیستی دیالکتیک هگلی برای مسایلی که در انقلاب علوم طبیعی ظاهر می‌گردد و موجب «لغزش» هسوداران اسلوب بورژوایی به سوی ارتقای می‌شود، پاسخهایی خواهند یافت.»^۴

پیشرفت فیزیک، اختراقیک، زیستشناسی و سایر علوم طبیعی موجب پیدایش مسایلی می‌شود که علاوه بر رشته‌های جداگانه، به مسایل کلی مرتبه با جهان‌بینی فلسفی نیز مربوط است. یکی از این مسایل، که توجه دانشمندان رشته‌های مختلف علوم طبیعی و اجتماعی را به خود جلب کرده است، مسئله آینده علوم و از جمله علم فیزیک است. در سالهای اخیر، تکنیکاریها، جزوای، مقاله‌ها و منتخباتی در زمینه این مسایل در کشورهای مختلف انتشار یافته است. خواننده‌ای که از زمینه لازم برخوردار باشد در آثاری از قبیل مقاله‌های و. ل. گیتزبورگ^۵ با عنوان «مسایلی از فیزیک و اختراقیک»^۶ و مقاله‌های آ. مارکوف^۷ به نام «آینده علم»^۸، نظرات و قضایای فوق العاده جالبی خواهد یافت.

در مطالعه ارزش شناخت ما از جهان، مراجعه به برخی از این آثار ضروری است؛ حتی بررسی و تحلیل فشرده‌ای در این مورد، نقش عمده‌ای در بررسی پایان‌نامه‌های جهان مادی و اصل قابل شناخت بودن آن، خواهد داشت.

جهان مادی پایان‌نامه‌ای، دربر گیرنده اشیای مادی است که حرکت ابدیشان تنوع بیکرانی دارد، به یکدیگر تبدیل می‌شوند، پدیدید می‌آیند و از میان می‌روند. همین جهان مادی منشأ این اطمینان است که شناخت جهان مزبور نیز فرایندی بیان این است. بدین ترتیب، داشت قوانین کای حرکت ماده می‌تواند مبنای این پیشگویی کلی قرار گیرد که علوم، و بخصوص فیزیک، گسترش خواهد یافت.

پیشگویی مشروط و پیش‌بینی علمی، منوط به انعکاس پیشتر قوانین عینی بخشی از جهان مادی مورد مطالعه فیزیک در قوانین این علم است. دقت پیشگویی همیشه نسبی

۴- لنین، «درباره اهمیت ماتریالیسم مبارز»، مجموعه آثار، جلد ۳۳.

4 - V.L. Ginzburg

۵- از مجموعه مقالات «فیزیک امروز و فیزیک فردا»، مسکو، ۱۹۷۳ (به زبان روسی).

6 - M.A. Markov

۷- مجله «پیشرفت‌های علم فیزیک» دوره سوم، شماره ۴، ۱۹۷۳ (به زبان روسی).

است و بستگی دارد به رابطهٔ دیالکتیکی تعین و عدم تعین در شناخت ما؛ رابطه‌ای که بازتاب دیالکتیک عینی تعین و عدم تعین در فعلیت مادی است.

به طوری که تاریخ نشان می‌دهد، پرگرین کشفیات غیرمنتظره بوده‌اند. معمولاً از این مطلب چنین نتیجه گرفته می‌شود که کشفیات بهیچروی قابل پیشگویی نیستند، زیرا به طور تصادفی صورت می‌گیرند. اما حتی امکان^۸، شکلی از تجلی و تکمیل ضرورت است. گ. و. پلخانف می‌نویسد: «امکان، امری نسبی است که تنها در فصل مشترک فرایندهای ضروری ظاهر می‌گردد.»^۹ بنابراین، از دیدگاه ما نتیجه گیری دقیقتی مغایر با آنچه قبلاً گفته شد، وجود دارد. با اتکا به دانشی که بازتاب واقعیت عینی است و بر هانهای محکم منطقی و تحلیل ماتریالیسم دیالکتیکی وضعیت مشخص، می‌توان (با درجهٔ خاصی از دقت) مسیر آتنی علم را پیش‌بینی کرد. این نحوهٔ برخورد با آیندهٔ خوبشینانه است و بر شوق دانستن نایافته‌ها می‌افراید.

بدین ترتیب، از علم فیزیک 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 کاملاً معتبر، از مسایل مختلفی نام می‌برند، اما تقریباً همه‌شان برآئند که جهان بینهایت کوچک و فضای حوزه‌هایی هستند که باید در آنها انتظار کشفیاتی در مورد پدیده‌های شگفت‌انگیز نوین و موجودات جدید را داشت. متأسفانه، محدودیت حجم این نوشته ما را مجبور می‌سازد که از تحلیل برخی حوزه‌های بسیار مهم علم (ژئوتکنیک، مهندسی ژئوتکنیک، مجموعهٔ کامل علوم زیستی و پژوهشی، بومشناسی، مسئلهٔ وجود تمدن‌های خارج از زمین و غیره) چشم پیوшим و تنها به محدودهٔ مسایل فیزیکی بسته گنیم.

به عقیدهٔ گیتزبورگ، حل مسایل فیزیکی زیر نتایج بسیار مهمی برای مقاصد علمی و عملی در پی خواهد داشت: ترکیب دما هسته‌ای کترول شده، فوق رسانایی در دماهای زیاد (تاکنون، فوق رسانایی در دماهای بسیار کم – بین صفر درجهٔ کلوین و ۲۱ درجهٔ کلوین مشاهده شده است. جستجوی فلزاتی که در دمای نیدروژن مایع ۷۷/۴ درجهٔ کلوین – یا بهتر از آن، در دمای معمولی اتاق، فوق رسانا باقی می‌مانند، مورد توجه خاص است)؛ عناصر فوق سنگین (سنگیترین 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 به عنصر حد و پنجم می‌رسد).

جستجو برای یافتن سایر عناصر فوق اورانیوم در حوزهٔ عناصر صد و چهاردهم تا صد و هشتاد و چهارم که امکان دارد ایزوتوپهای نسبتاً پایداری داشته باشند، ادامه دارد؟

8 - contingency

— G.V. Plekhanov^۹ ، «مجموعهٔ آثار فلسفی»، جلد دوم، مسکو، ۱۹۵۶ (به زبان روسی).

طیف جرم اجسام بینهایت کوچک (یکی از مشخصه‌های مهم اجسام بینهایت کوچک — که جرم باشد — به طور تجربی محرز شده است، ولی نظریه‌ای مورد نیاز است که از روی آن بتوان جرم ذرات بنیادی را تعیین کرد)؛ تحقیق تجربی نظریه نسبیت عمومی (همه اثراتی که به گفته اینشتین می‌تواند در تحقیق نظریه نسبیت به کار آید، رخ داده و مشاهده شده است؛ جابجاگی گرانشی خطوط طیفی، انحراف پرتوهای نور در میدان خورشید و جابجاگی حضیض سیاره عطارد. اما هنوز دقیق این مشاهدات چندان زیاد نیست. با توجه به این وضع شاید بتوان از نظریات گرانشی دیگری سخن گفت که به رقابت با نظریه عمومی نسبیت برخیزند)؛ موجهای گرانشی، کوازارها و هسته‌های کهکشانی، چگونگی پیدایش جهان (گیتربورگ می‌نویسد: «مستقل از ماهیت انساط جهان، کاملاً روشن است که انساط نمی‌تواند به طور بسیاریان ادامه یابد»؛ در مقاله گیتربورگ بحث‌های قانع‌کننده‌ای در تأیید این ادعا عرضه شده است)؛ ستاره‌های نوترونی و تپ‌اخترها، منشأ پرتوهای کیهانی و سرچشمۀ تابش پرتوهای گاما و ایکس در کیهان.

ضمن اشاره به مسایل پرشمار در علوم فیزیکی، که از بررسی آنها می‌توان کشفیات مهمی را پیش‌بینی کرد، باید ذکری هم از پژوهش‌های خاص در قلمرو فیزیک انرژی زیاد به میان آوریم.

مارکوف در مقاله «آینده علم» خود به تحلیل پژوهش‌های انجام‌شده در فیزیک جهان بینهایت کوچک می‌پردازد و چنین نتیجه می‌گیرد که گرایش موجبه برای مطالعه پدیده‌های مربوط به قلمروهایی که ابعادشان کوچکتر و کوچکتر می‌شود، وجود دارد. «پژوهش در حوزه ابعاد 10^{-5} تا 10^{-7} سانتیمتر منجر به پیدایش فیزیک مولکولی شد، پژوهش در قلمرو ابعاد از درجه 10^{-8} سانتیمتر، جهان پدیده‌های اتمی را به روی ما گشود (قوایین این جهان در مکانیک کوانتم بخوبی منعکس شده است)، پژوهش در حوزه ابعاد از درجه 10^{-13} سانتیمتر، فیزیک هسته اتمی و سرانجام، پژوهش در ابعاد از درجه 10^{-14} سانتیمتر، فیزیک آدرون‌ها، ذرات عجیب و رزونون‌ها را پدید آورده است. در حال حاضر، پژوهش در قلمرو ابعاد از درجه 10^{-15} سانتیمتر دنبال می‌شود.»

بنابراین، می‌بینیم که گذار از یک حوزه پدیده‌های فیزیکی به حوزه‌های دیگر که ابعاد آن دو تا سه درجه تفاوت دارد، همیشه موجب کشفیات نوینی با اهمیت اصولی می‌گردد.

مارکوف تأکید می‌کند که «مهترین و جالبترین نتایج، نتایج غیرمنتظره و پیش‌بینی نشده در مراحل جدید پژوهش‌های فیزیکی هستند. واقعیت، همواره خیالیتر از هر تخیل ناشناخته، جاوه گر می‌شود» و بنابراین، پیدایش فیزیک انرژی زیاد (که با ابعادی بمراتب کوچکتر از آنچه در بالا ذکر شد، سروکار دارد) امید کشف چیزهایی

را برمی‌انگیزد که با آنچه تاکنون در جهان بینهایت کوچک شناخته‌ایم، بکلی متفاوت باشد.

تاکنون پهنهٔ جولان تصورات ما از حوزهٔ 10^{-17} ساتیمتر 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 سوالات فیزیک نوین را بیاییم: «ماهیت اندرکنش ضعیف چیست؟ راز نامکشوف اندرکنشهای ضعیف کدام است؟» بحث هارکوف در مورد لزوم یافتن پاسخ برای تعدادی از مسایل مهم فیزیک جهان بینهایت کوچک، که در مطالعهٔ پیوندهای متقابل و تأثیرات دوجانبهٔ انواع شناخته‌شدهٔ اندرکنش مطرح می‌شوند، اهمیت فلسفی عظیمی دارد. هارکوف می‌نویسد: «ما عملاً از مدت‌ها پیش به‌این عقیده رسیدیم که بررسی تمام و کمال هریک از این اندرکنشها به طور جداگانه امکان‌نایدیز است. یکی از این موارد، در فیزیک انرژی زیاد است که همهٔ انواع دیگر اندرکنش در کار کرد یک پدیدهٔ مورد نظر دخالت می‌کنند: این بدان معنی است که در طبیعت نمی‌توان یکی از عناصر را جدا کرد، بی‌آنکه اثری بر دیگران 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 یک نظریهٔ یکپارچه برای اندرکنشهای ضعیف و الکترومناطیسی، کم‌وپیش احساس می‌شود.»

اگر این مطلب را از زبان اصطلاحات فیزیکی به‌زبان فلسفی برگردانیم، باید گفت بر نامه‌ای در پیش داریم که زیربنای آن را فلسفهٔ ماتریالیسم دیالکتیک تشکیل می‌دهد. در حقیقت، امکان ایجاد یک نظریهٔ یکپارچه برای اندرکنشهای قوی، ضعیف، الکترومناطیسی و گرانشی ماهیتناً عبارت است از امکان منعکس کردن وحدت مادی جهان در سطحی جدیدتر و بالاتر و امکان برداشتن یک یا چند گام دیگر در راه درک کاملتر و عمیقتر این وحدت.

میدان گرانشی را باید مورد توجه خاص قرار دهیم. این میدان در حال حاضر از نظریه‌های مربوط به‌جهان بینهایت کوچک پیروی نمی‌کند و جستجوی جلوه‌هایی از پیوند متقابل اندرکنش گرانشی را با سایر انواع اندرکنش در سطوح ساختارهای دیگری از جهان اشیای بینهایت کوچک، ضروری ساخته است. این جستجو اهمیت‌فرآوانی برای علم دارد، زیرا مثلاً در جهان بینهایت بزرگ، که گرانش نقش بسیار عظیمی دارد، قوانین جهان بینهایت کوچک اهمیت تعیین‌کننده‌ای خواهد یافت. هارکوف چنین ادامه می‌دهد: «بالاخره، ستاره‌های نوترنی ماهیتناً هسته‌های اتمی عظیم و حتی در بعضی مراحل فوق – هسته‌هایی 10^{10} هستند. ستارگان نوترنی شکلی ماکروسکوپی از

ماده 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 قرار گیرد.

در حال حاضر، مدل «انججار بزرگ» در مورد کاینات، عموماً در کیهان‌شناسی پذیرفته شده است. هنگامی که در سال ۱۹۶۵ پرتوهای باقیمانده با دمای حدود ۳ درجه کلوین کشف شد، بسیاری کسان (بویژه مؤلفین کتابهای مخصوص همگان) احساس کردند که تصویر جهان در حال گسترش کامل شده است، هیچ مسئله‌ای باقی نماند و همه‌چیز ساده و روشن گشته است. آیا واقعاً همین‌طور است؟ فرض کنیم که تصویر مفروض به حقیقت تردیدک باشد، یعنی اتم اولیه‌ای وجود داشته که ابعادی از حوزه ۱۰-۱۳ سانتیمتر را اشغال می‌کرده است. اما آیا این اتم متعلق به جهان بینهایت کوچک بود یا بینهایت بزرگ؟ چرا این اتم منفجر شد و پیش از آن چه چیز وجود داشت؟ از این گونه سوالات زیاد می‌توان مطرح کرد. اما یک نکته غیر قابل انکار است. مطلق شمردن سطح داشت به دست آمده و برابر دانستن مدل با موضوع، موانعی مصنوعی بر سر راه شناخت ایجاد می‌کند و این امر غالباً هنگامی رخ می‌دهد که رابطه دیالکتیکی بین مطابق و نسبی نقض گردد و حالت مطلوب به جای واقعیت موجود بنشینند.^{۱۱}

باید توجه داشت که همین مسایل مربوط به سرگذشت عالم و قوانین گسترش آن مورد توجه روزافزون سخنگویان ایده‌آلیسم است که می‌خواهند داشت مورد اطمینان و آنچه را که هنوز شناخته نشده است در جهت مقاصدی به زیان علم و بشریت به کار بگیرند.

کلیسای کاتولیک که قرنها علیه علم چنگیده است، اکنون بناگزیر دستاوردهای عالم را به رسمیت شناخته است. و حتی می‌کوشد تا با علم از درآشتی درآید و بدین ترتیب راهی برای دفاع از عقاید خود بجوئد. ژرژ کونیو^{۱۲}، مارکسیست معروف فرانسوی می‌نویسد: «اینان دم از همکاری می‌زنند، ولی هر کسی می‌داند که این همکاری تنها به خاطر منافع خودشان است، چون عالم مطلقاً نیاز به چنین حمایتی ندارد، بلکه بعکس، آلودگی به کوچکترین عناصر غیر علمی در هر مرحله‌ای از گسترش علم، فوق العاده زیانبار خواهد بود. از سوی دیگر، انکا به نظریه‌های علمی نیز سودی، برای عقاید تعصب‌آمیز در برخواهد داشت.»^{۱۳}

امکان دارد که زمانی «اتم اولیه» ای وجود داشته و منفجر شده باشد که در نتیجه

۱۱- نگاه کنید به مقاله «مفهوم دیالکتیکی نسبی و مطلق».

12 - Georges Cogniot

۱۳- ژرژ کونیو، «دین و علم»، پاریس، ۱۹۶۰ (به زبان فرانسه).

آن کهکشانها در حال دور شدن از یکدیگر باشند، اما این تنها لحظه‌ای از تاریخ عالم است – لحظه‌ای که پیش از آن نیز حالات دیگری از ماده در حال حرکت موجود بوده است. یا. ب. زلدویچ^{۱۴} بدرستی گفته است: «درستتر خواهد بود اگر... زمانی را که از شروع آن انساط گذشته است... دوران مرحله فعلی وجود عالم بنامیم.»^{۱۵}

این حرف درست است، زیرا بیان فوق دقیقتر از این است که سخن از «آغاز عالم» یا «عمر جهان» بهمیان آوریم. بیان زلدویچ نشان‌دهنده جنبه تاریخی داشت عالمی ما نسبت به جهان 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 عامی و عامه فهم، چنانچه بهمورد مقولات کلی باشد، و معنای عامی حقیقتی آنها توضیح داده نشود، بسیار زیانبار خواهد بود.

فیلسوفان شوروی همراه با داشمندان علوم طبیعی تلاش می‌کنند تا پاسخهای مناسبی برای سؤالاتی که در اثر پیشرفت سریع علوم طبیعی مطرح می‌شود، بیابند. آنان می‌کوشند تا به گسترش بیشتر علم کمک کنند و در عین حال با درآمیختن اصل روحیه علمی با اصل روحیه اجتماعی، علیه اقداماتی که بهمنظور تحریف دستاوردهای علم صورت می‌گیرد و نیز علیه همه انواع فلسفه و اپس گرایانه 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 گامهای استوار پیش می‌رود و نیروهای تازه‌ای از طبیعت را به خدمت خویش در می‌آورد. در شناخت واقعیت عینی، علوم طبیعی بهمراه فاسفه مارکسیسم – لنینیسم نقش بسیار عظیمی به‌عهده دارند.

14 - Ya. B. Zeldovich

۱۵ - نشریه «زمین و کیهان» شماره ۳ سال ۱۹۶۹ (به زبان روسی).

پایان

This Amazing, Amazing, Amazing
but Knowable World

V. S. Gott

В. С. ГОТТ

УДИВИТЕЛЬНЫЙ, НЕИСЧЕРПАЕМЫЙ,
ПОЗНАВАЕМЫЙ МИР

На английском языке

هدهه د منتشر کرده است:

مقدمه بر تاریخ علم

جورج سارتون
ترجمه غلامحسین صدری افشار

جلد اول شامل گزارش فشرده‌ای از بیست قرن تاریخ علم در جهان
(قرن ۹ پیش از میلاد تا قرن ۱۱ میلادی).

چاپ دوم ۱۲۰۰ ریال

ریاضیات کاربسته

پرویز شهریاری

حاوی مقالاتی درباره کاربرد ریاضیات در دانش‌های دیگر
۱۶۰ ریال

شهرآشوب

لنونید سالاویف
ترجمه داریوش سیاسی

داستان اجتماعی طنزآلودی درباره ملانصر الدین قهرمان محبوب
ادبیات شفاهی خلق

چاپ دوم ۱۲۰ ریال

پدیده‌های شگفت‌انگیز در آسمان و زمین

ولادیمیر مزنتسف
ترجمه دکتر عبدالکریم قریب

یک کتاب علمی بسیار شیرین درباره توضیح علمی بسیاری از
پدیده‌های شگفت‌انگیز و باور نکردنی.

۲۴۰ ریال

علم، جامعه و انسان

(جلد دوم)

ترجمه پرویز شهریاری

مجموعه‌ای از مقالات علمی و فلسفی
۱۷۰ ریال

... در سیم قرن اخیر انسان درست اجت حجه سان
میکروسکوپی، محیط زندگی خویش و کیها نیهان و ر
همچنین در بیرون کسری از پیرووهای تحقیقته طبعه
پیشرفتیهای جسمکری داشته است، اما همچنان
مسائل حل نشده ای در پیش رو دارد. مثلاً "در مورد
کراپش، نابد حال تعدادی از قوانین مربوط
ب این پدیده را که از قاعده نیون شروع و به
نظریه شبیت عمومی بنشین ختم می شود، شنا
خته ایم. اما علم امروز در مورد ما هیبت حادسه،
اعلت سراسری جرم سکون و حرم حادسه ای، ماهیت
ماده و استک آبا امروز حادسه و افعاً " وجوددارد
باشد، هنوز حواب فایع کنده ای نیافتد است..
... تعدادی دیده های طبیعی مهم کنده ای کی کشف
شده اند بر این پیش از تعدادی سخنهای فاصل
فبول سئوالاتی است که تا کنون مطرح کردیده
است. در هر حال وجود این سئوالات و پیاسخهای
جدید نشانه ای از این واقعیت است که ما در جهانی
پایان نایذیر اما قابل شناخت بدرست می بریم.
راهی که علم تا کنون پیموده، شان دهنده
قدرت اندیشه نشروا مکانات سی پایان او در
فلمندو داشت.

(از متن کتاب)

انتشارات هدده

۱۶۰ ریال