

VÝVOJ Z POHLADU FYZIKY

JÚLIUS KREMPASKÝ, Katedra fyziky EF SVŠT, Bratislava

KREMPASKÝ, J.: The Evolution from the Point of View of Physics.
Filozofia 44, 1989, No. 3, p. 291.

It is the aim of the paper to show how contemporary formalism in physics makes it possible to fix conditions, the mechanism and the tendency in spontaneous processes which are closely connected with the evolution.

The rise of qualitatively new material structures requires the dialectical unity of the destructive and structure-formative factor which bear specific characteristic on each level of the motion of matter. If we are to express this specificity we must find adequate formalism to each level.

The author starts from the presumption that each higher form of the motion of matter evolves from the lower one and he looks for the „bridges“ that lead from the physical form of the motion of matter to the chemical and biological one.

In the end he formulates general theses following from the examination of mechanisms of the rise of new qualities, which can contribute to the philosophical interpretation of the category „Evolution“.

Cieľom príspevku je prispieť k diskusii o tom, čo je to *vývoj*, ako ho možno filozoficky definovať ako kategóriu, či je to vôbec filozofická kategória, aké sú predpoklady a podmienky vývoja a pod. Táto úloha prislúcha filozofii ako najvšeobecnejšej vede. Úloha fyziky — podobne ako ostatných špeciálnych vied — spočíva v tom, aby pre takúto zo-všeobecňujúcu prácu pripravila „faktografický“ materiál. Fyzika v súčasnej etape dospela do takého štádia rozvoja, že nedokáže síce priamo riešiť otázku, čo je vývoj, ale môže poskytnúť veľmi spoľahlivé informácie o tom, ako vývoj (predovšetkým v oblasti nižších foriem pohybu hmoty) v skutočnosti prebieha. Teoretický fyzikálny formalizmus je v súčasnosti schopný veľmi presne stanoviť podmienky, mechanizmus i trend spontánných procesov, ktoré tvoria podstatu toho, čo nazývame vývoj. To bude tvoriť obsah predkladaného príspevku.

Vznik štruktúr

Namiesto dlhého výkladu o fyzikálnych prístupoch ku skúmaniu vzniku nových kvalít (tieto prístupy sa zvyčajne zahrnujú pod názov synergetika) pokúsime sa základné myšlienky demonštrovať na jednoduchom príklade. Na púšťach často pozorujeme vznik zaujímavého usporiadania pieskových zŕn do „dún“, v zime zasa často pozorujeme vytváranie podivuhodne pravidelných štruktúr — snehových závejov — na rovných, príp. mierne sklonených svahoch za prítomnosti vetra a sotva si pritom uvedomujeme, že na týchto neškodných príkladoch nám sama príroda veľmi krásne demonštruje samotnú podstatu vývoja.

Predpokladajme najprv, že sneží a nefúka vietor. Ako prirodzený dôsledok tejto prírodnej činnosti zisťujeme rovnomerné narastanie hrúbky napadnutého snehu. Keď má však sneh „správnu“ kvalitu a začne fúkať vietor, situácia sa radikálne mení. Skúsme si to dať do matematickej „reči“. Ak si hrúbku pohyblivej vrstvy snehu označíme symbolom y , potom je zrejmé, že množstvo snehu, ktoré vietor prináša do zvoleného „elementu“ za jednotku času, musí byť úmerný tejto veličine, t.j. platí

$$dm_1 = k_1 y \quad (1)$$

kde k_1 je charakteristická konštanta (obsahujúca samozrejme aj rýchlosť vetra). Keď sa však lokálne vytvorí nejaké navršenie snehu a sneh je zrnitý, začne sa sypať v smere vetra. Tento proces sa podobá tzv. difúzii a dá sa podobnými formulami vyjadriť. Podľa tzv. 2. Fickovho zákona je množstvo látky prenesenej difúzie za jednotku času priamo úmerné druhej derivácii koncentrácie, u nás veličiny y , takže môžeme písať

$$dm_2 = k_2 \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (2)$$

kde k_2 je iná charakteristická konštanta. V ustálenom stave sa musí súčet oboch príspevkov rovnať nule, takže platí rovnica

$$k_2 \frac{d^2 y}{dt^2} + k_1 y = 0 \quad (3)$$

Teraz však jasne vidíme, že v tomto prípade by sme už nemohli splniť túto rovnicu predpokladom, že y = konštanta, t.j. že výška snehu je na celej ploche rovnaká. Matematickým riešením rovnice (3) je funkcia sínus alebo kosínus, t.j. periodická funkcia (v tomto prípade periodická v priestore). Z toho vyplýva, že sneh sa nevyhnutne usporiada do pravidelne sa striedajúcich útvarov.

Zdalo by sa, že tak to musí byť vždy, pretože rovnica (3) má vždy periodické riešenie. Vyplýva to z toho, že keby sme „navrhli“ rovnici (3) riešenie v podobe exponenciálnej funkcie, napr.

$$y = e^{px} \quad (4)$$

dostaneme pre parameter p (s uvažovaním, že druhá derivácia tejto funkcie je $p^2 y$) rovnicu

$$k_2 p^2 + k_1 = 0 \quad (5)$$

ktorej riešením sú „korene“

$$p_1 = \left(-\frac{k_1}{k_2}\right)^{1/2} = i \left(\frac{k_1}{k_2}\right)^{1/2}, \quad p_2 = -i \left(\frac{k_1}{k_2}\right)^{1/2} \quad (6)$$

kde i je imaginárna jednotka. Stačí si teraz spomenúť na tzv. Eulerovu poučku, podľa ktorej

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x$$

a presvedčíme sa o tom, že rovnica (3) má naozaj vždy periodické riešenie.

Uvádzame to tak podrobne preto, aby sme pochopili nasledovnú skutočnosť. V realistickejšom modeli nášho javu sa v rovnici (3) vyskytne aj člen s prvou deriváciou. To sa prejaví len v tom, že v koreňoch (5) sa pod odmocninou objaví výraz

$$\sqrt{k_3 - \frac{k_1}{k_2}} \quad (7)$$

kde k_3 je ďalšia konštanta. Tu názorne vidno, že nie vždy je výraz pod odmocninou záporný, aby mohla vzniknúť imaginárna veličina, a teda periodické riešenie. To vznikne len vtedy, keď sa splní podmienka

$$\frac{k_1}{k_2} > k_3 \quad (8)$$

Z týchto výsledkov možno vyvodiť závery, ktoré majú všeobecnú platnosť:

a) Nevyhnutnými predpokladmi „vývoja“ sú existencia hmoty a jej pohybu (určitej dynamiky). Vo fyzike je dynamika podmienená silovými interakciami, takže z fyzikálneho pohľadu existencia vývoja priamo vyplýva z existencie hmoty a v nej existujúcej silovej interakcie.

b) Ku kvalitatívnej zmene systému nevyhnutne dôjde vtedy, keď sa vyznačuje „vhodnou“ dynamikou, a keď sa splnia určité podmienky.

c) Nová kvalita sa spravidla vyznačuje vyšším stupňom usporiadania (vo fyzikálnej terminológii nižšou entropiou).

d) Difúzny proces je typicky deštruktívny jav — vedie ku zániku štruktúr. Sám osebe preto nikdy nemôže viesť ku vzniku štruktúr. Za prítomnosti ďalšieho činiteľa (v našom prípade vetra, t. j. určitej ďalekohodovej sily) však môže podmieniť vznik novej štruktúry. Ani sila sama osebe, t. j. u nás sám vietor (bez existencie difúzie) by štruktúru nevytvoril, takže vznik novej kvality vyžaduje „dialektickú jednotu deštruktívneho i štruktúrotvorného činiteľa“. Inými slovami: bez regresu niet

progresu, preto nemožno tieto procesy (z hľadiska vývoja) od seba oddeľovať.

Pri analýze vývojových procesov je preto nevyhnutné špecifikovať deštruktívneho činiteľa na jednej strane a štruktúrotvorného činiteľa na druhej strane. Pokúsime sa teraz tento metodologický princíp použiť pri skúmaní jednotlivých foriem pohybu z hľadiska ich genézy.

Rôzne úrovne pohybu — adekvátny formalizmus

Pri opise javov podmienených rôznym stupňom pohybu hmoty sa stretávame so zaujímavým paradoxom. Ten istý objekt sa môže jednému pozorovateľovi javiť ako nesmierne zložitý a často prakticky neriešiteľný, inému zasa ako veľmi jednoduchý. Pre fyziku je napr. problém zložitejších prvkov a ich zlúčenín už prakticky „ab initio“ neriešiteľný, kým chémia s takými objektmi začína ako s najjednoduchšími predmetmi svojho skúmania. S podobnou situáciou sa stretneme aj pri prechode z fyzikálno-chemickej do biologickej oblasti. Pre chémiu je problém takých zložitých makromolekúl, ktoré už javia primitívne znaky života, neriešiteľný, zatiaľ čo biológia s nimi začína ako s najjednoduchšími objektmi živej prírody. Situácia sa znovu opakuje na „rozhraní“ medzi biologickou a sociálnou úrovňou pohybu hmoty.

Z filozofického pohľadu tu vlastne žiadny paradox nevzniká. Je to celkom logické, že jeden a ten istý objekt skúmania sa javí rôzne zložitým pre rôznych pozorovateľov. Každý z nich používa pre opis skúmanej reality svoj prístup, svoj pojmový aparát, svoju terminológiu zodpovedajúcu úrovni skúmaného pohybu. Pre opis chemickej formy pohybu nie je adekvátny pojmový aparát fyziky a podobne pre opis biologickej formy pohybu už nie je adekvátny pojmový aparát chémie. To, čo sa z pohľadu „adekvátneho“ formalizmu javí jednoduché, z pohľadu formalizmu zodpovedajúceho nižšej forme pohybu sa javí ako nesmierne zložitá a v podstate nepochopiteľná. Proti tomu nemožno formálne nič namietat.

Problém sa však stáva komplikovanejším, keď sa naň pozrieme z vývojového hľadiska. Všeobecne tvrdíme, že vyššia forma pohybu vznikla z nižšej formy. Z toho vyplýva, že principiálne musí jestvovať možnosť bez zvyšku dedukovať vlastnosti systémov vykazujúcich určitú vyššiu formu pohybu hmoty, napr. biologický pohyb, z vlastností systémov, ktoré sa vyznačujú o jeden „rád“ nižšou formou úrovne pohybu. Inými slovami, principiálne tu musia existovať „mosty“ medzi jednotlivými úrovňami pohybu hmoty, po ktorých sa dá kontinuálne prejsť z nižšej kategórie do vyššej, resp. na ktorých sa „zložitá“ pre jedného pozorovateľa mení na „jednoduchú“ pre druhého. V súčasnej etape rozvoja vedy môžeme konštatovať, že už do detailov poznáme taký most medzi fyzikálnymi a chemickými systémami a že sa už hodne vyjasnilo

aj na rozhraní medzi fyzikálno-chemickými a biologickými systémami. To však zatiaľ vôbec nemožno konštatovať o rozhraní medzi biologickými a sociálnymi systémami.

„Most“ medzi fyzikálnymi a chemickými systémami

Jednotlivé fyzikálne objekty, napr. elementárne častice, jadrá, atómy a pod. majú svoje špecifické vlastnosti zodpovedajúce fyzikálnej forme pohybu hmoty, napr. hmotnosť, elektrický náboj, magnetický moment, spin atď. Keď však vytvoríme systém z takýchto objektov, generujú sa nové vlastnosti, ktoré principiálne nemožno pozorovať u jednotlivých objektov, napr. príťažlivé sily iónovej alebo kovalentnej povahy. Tieto sily tvoria základ tzv. chemickej väzby. Je to ústredný pojem celej chémie, a keď chemik vyjde z postulátu apriórnej existencie takýchto väzieb, problém chemických prvkov a zlúčenín sa mu stáva relatívne jednoduchým. Našiel nový nefyzikálny adekvátny pojem, pomocou ktorého môže pomerne jednoducho opisovať javy v chemickej oblasti. Vôbec ho pritom nemusí zaujímať, čo je podstatou chemickej väzby a aká je jej genéza.

My to dnes už vieme, presnejšie povedané, poznáme už „most“, ktorým sa od jednoduchých, rýdzo fyzikálnych interakcií dostaneme k pojmu chemická väzba bez toho, aby sme pri výpočte museli kalkulovať s nejakým neznámym činiteľom. Chemický pohyb je teda pohyb, ktorý vzniká ako prirodzený dôsledok fyzikálnych interakcií v zložitejších sústavách. To napokon najlepšie dokumentujú snahy teoretických chemikov robiť výpočty „ab initio“.

Význam a užitočnosť takého prístupu k opisu chemických systémov spočíva v tom, že keby sme chceli vygenerovať vlastnosti všetkých chemických sústav sformulovaním príslušných fyzikálnych rovníc a ich riešením, nikdy by sa nám to nepodarilo uskutočniť, pretože takýto systém rovníc je jednoducho neriešiteľný. Keď sa však prenesieme nad problémy súvisiace so vznikom chemických väzieb a zavedieme túto vlastnosť ako akúsi „danosť“ chemických systémov, dostane sa nám do rúk relatívne jednoduchý formalizmus, pomocou ktorého sa dokážeme orientovať aj vo veľmi zložitých systémoch, napr. v makromolekulách. Keď však prekročíme určité hranice zložitosti, za ktorými sa už začínajú prejavovať známky života, nevystačíme už ani s chemickými pojmami a musíme hľadať ďalší „most“, ktorý by nám úvahy zjednodušil. Čo dnes vieme o takomto „moste“?

„Most“ medzi fyzikálno-chemickými a biologickými systémami

Rozhranie medzi neživým a živým svetom je podstatne zložitejšie,

ako medzi fyzikálnymi a chemickými systémami. Bariérou sú tu vlastnosti charakteristické pre živé systémy, napr. aktívna interakcia s okolím (dráždivosť), samoreprodukcia, selekcia, časové oscilácie, priestorové štruktúry (bunky, orgány a i.). Aj keď uznávame, že tieto vlastnosti sa museli nejakým mechanizmom vygenerovať z vlastností fyzikálno-chemických systémov, donedávna sme o tomto mechanizme vedeli len veľmi málo.

Vedci, najmä biológovia, chemici a fyzici, sa pokúšali vyšpecifikovať fundamentálne procesy, ktoré sa odohrávajú v živých systémoch na molekulárnej úrovni a ktoré by mohli byť zodpovedné za vznik uvedených vlastností živých systémov. Všetky cesty nakoniec vyústili v identifikácii, aj keď nie jediného, ale určite najdôležitejšieho „vinníka“. Je ním tzv. autokatalytický proces, t.j. taký proces syntézy danej látky, v ktorom je ona sama sebe katalyzátorom. Jednoduchšie povedané, je to proces, v ktorom sa syntetizuje tým viac určitej látky, čím viac už jej je. Matematicky to možno vyjadriť veľmi jednoduchou reláciou

$$\frac{dy}{dt} = ay \quad (8)$$

kde y je množstvo látky (príp. jej koncentrácia) a a je kladná konštanta. Keby táto konštanta bola záporná, išlo by o obyčajný proces rozpadu látky, t.j. o jej zánik. Je podivuhodné, ako jednoducho možno matematicky odlíšiť živé od neživého — púhym znamienkom konštanty.

Zistilo sa, že ak predpokladáme existenciu autokatalytických procesov na molekulárnej úrovni, potom všetky vyššie uvedené typické vlastnosti živých systémov možno vyvodiť pomerne jednoduchými matematickými operáciami. Súbor týchto metód sa nazýva synergetika. Opäť sa tu „zložitá“ zmenilo na „jednoduchú“ vytvorením nového pojmu „autokatalýza“. Problém je však v tom, že obyčajné chemické reakcie nikdy nie sú autokatalytické. Z toho by vyplýval záver, že medzi chemickými a biologickými systémami je neprekonateľná bariéra, takže žiadny most tu neexistuje. Keby to bola pravda, potom by živé nikdy nemohlo vzniknúť z neživého spontánnou evolúciou.

Tento na prvý pohľad veľmi ťažký problém má už v súčasnosti uspokojujúce riešenie. Východisko z „krízy“ poskytuje tzv. Korzuchinova teoréma:

Vždy možno zostrojiť taký komplex obyčajných chemických reakcií, ktoré s ľubovoľnou presnosťou simulujú proces syntézy vybranej látky podľa ľubovoľného polynómu s celočíselnými exponentmi a kladnými i zápornými konštantami.

Z uvedenej teorémy bezprostredne vyplýva dôsledok, ktorý je v dokonalom súlade s filozofickým pohľadom: Vždy možno nájsť taký komplex obyčajných (t.j. neautokatalytických) chemických reakcií, ktorý navonok simuluje autokatalytickú tvorbu určitej látky. Autokataly-

tickosť je teda vlastnosť komplexu chemických systémov, preto ju nemožno pozorovať v jedinej reakcii. Biologický svet je však vždy tvorený obrovským komplexom chemických systémov, preto nie je žiadny div, že v ňom prebiehajú procesy, ktoré sa navonok javia ako autokatalytické.

Podobne, ako sme v úvode na jednoduchom príklade demonštrovali mechanizmus vzniku štruktúr vo fyzikálnej sfére, pokúsime sa aj mechanizmus vzniku tejto novej kvality, ktorá pre živý svet predstavuje „conditio sine qua non“, ilustrovať na jednoduchom príklade.

Uvažujme o dvoch obyčajných chemických reakciách vyjadrených schémami



Slovami: Zo vstupnej suroviny (A) sa za prítomnosti zložky (x_1) syntetizuje zložka (x_2) a zo suroviny (B) sa za prítomnosti zložky (x_2) syntetizuje zložka (x_1). Dvojka v prvej rovnici značí, že z jednej molekuly A a x_1 vznikajú dve molekuly zložky x_2 . Ak použité písmená značia priamo koncentrácie príslušných látok, môžeme napísať takéto bilančné rovnice:

$$\frac{dx_1}{dt} = k_2 B x_2 - k_1 A x_1 \quad (11)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = 2k_1 A x_1 - k_2 B x_2 \quad (12)$$

kde k_1 a k_2 sú charakteristické konštanty. Prejdeme k novej premennej $u = k_1 A t$, použijeme označenie $x_1 = x$, $x_2 = 2y$ a zavedieme charakteristický parameter

$$z = \frac{k_1 A}{k_2 A} \quad (13)$$

Tak dostaneme rovnice v jednoduchšej forme

$$z \frac{dx}{du} = -zx + 2y \quad (14)$$

$$z \frac{dy}{du} = zx - y \quad (15)$$

Prvú rovnicu zderivujeme ešte raz podľa premennej u , druhú využijeme

na eliminovanie veličiny dy/du . Tak dostaneme jedinú rovnicu v tvare

$$z \frac{d^2x}{du^2} = x - (z+1) \frac{dx}{du} \quad (16)$$

Teraz vidíme, že keby sme zvolili také podmienky syntézy, aby parameter z definovaný vzťahom (13) bol veľmi blízky k nule (stačilo by napr. mať podstatne viac suroviny B ako A), potom v rovnici (16) môžeme položiť $z = 0$ a zostane rovnica

$$\frac{dx}{du} = x$$

ktorá naozaj vyjadruje autokatalytický proces. Aj keď je to len teoretický príklad, názorne demonštruje, že tu naozaj vznikla nová kvalita a že k jej vzniku bolo potrebné splniť dôležitú podmienku. V súčasnosti už dokážeme aj v rýdzo chemickej oblasti realizovať prakticky fungujúci autokatalytický komplex, v ktorom sa naozaj objavujú vlastnosti, o ktorých sme hovorili vyššie. V známych Belousovových-Žabotinského systémoch skutočne vznikajú spontánne časové i priestorové štruktúry. Paralelne v nich prebieha asi 16 obyčajných chemických reakcií, ktoré možno dobre modelovať pomocou dvoch resp. troch autokatalytických reakcií. Keby sme chceli správanie sa tohto systému pochopiť na základe toho, že napíšeme 16 rovníc vyjadrujúcich príslušný „chemizmus“, nikdy by sa nám nepodarilo dokázať, že systém sa „rozkmitá“ a priestorovo reštrukturalizuje, pretože takýto početný systém rovníc nie je ani najdokonalejšími súčasnými prostriedkami riešiteľný. Keď ho však vymodelujeme s prihliadnutím na novú vlastnosť — autokatalýzu — takýto dôkaz je takmer triviálny. Prechodom cez „most“ predstavujúci autokatalýzu sa nám veci neriešiteľné pre chemika a fyzika stávajú ľahko riešiteľnými pre biológa, ktorý autokatalýzu postuluje ako fundamentálnu vlastnosť svojich systémov. V súčasnosti tento postup je základom teoretickej biológie, pretože poskytuje návod, ako na základe určitých východiskových predpokladov dedukovať konkrétne vlastnosti biologických systémov. Je to presne ten istý postup, akým sme dedukovali vznik snehových a pieskových štruktúr. V príslušných rovniciach figuruje „deštruktívny“ činiteľ — difúzia — a „štruktúrotvorný“ činiteľ — autokatalýza.

Bolo by žiadúce, aby sme podobným postupom mohli riešiť aj problémy sociálnych systémov. Zatiaľ sa nám však nepodarilo vyšpecifikovať nejakú univerzálnu „danosť“, ktorá sa objavila v dostatočne zložitých biologických systémoch a ktorá by sa mohla stať základom pre kvantitatívnu teóriu sociálnej dynamiky.

*

Skúmanie mechanizmov vzniku nových kvalít, t.j. vývoja, v ob-

lasti fyzikálnych, chemických a biologických systémov, umožňuje formuláciu niekoľkých všeobecných téz, ktoré by mohli prispieť k filozofickej interpretácii tohto pojmu.

a) Vývoj v oblasti fyzikálnej, chemickej a biologickej nie je potrebné definovať ako filozofickú kategóriu, t.j. ako pojem, ktorý už nemožno vyvodiť zo všeobecnejších pojmov. Vývoj v uvedených oblastiach je zákonitý dôsledok existencie hmoty a jej dynamiky. Táto dynamika je podmienená buď priamo fyzikálnymi interakciami alebo interakciami, ktoré sa na ich základe vytvorili v samotnom procese vývoja a ktoré možno zhrnúť do komplexnejších pojmov, napr. „chemická väzba“, „autokatalýza“ a pod. V uvedených systémoch nepotrebujeme preto operovať s pojmom „samopohyb“, pretože sa nám tam javí ako odvodený.

b) Vývoj sa nám v uvedených oblastiach javí vždy ako „boj“ dvoch činiteľov — deštruktívneho a štruktúrotvorného. Deštruktívne činitele sú tie, ktoré privádzajú izolovaný systém do termodynamickej rovnováhy, t.j. do stavu s maximálnou entropiou a maximálnou neusporiadanosťou, napr. difúzia, tok tepla, Jouleove straty a pod. Štruktúrotvorné činitele sú tie, ktorých pôsobenie sa prejavuje súčasne v celom systéme, napr. gravitačné a elektromagnetické sily, chemická väzba, autokatalýza a i. Súčasná prítomnosť činiteľov oboch typov v systéme vedie k tomu, že systém sa dostáva do stavov „vzdialených od rovnováhy“, a keď sa splnia určité nevyhnutné podmienky, stane sa nestabilný voči vzniku novej kvality. Ak sa v týchto extrémnych situáciách objaví vhodná malá porucha (popud), systém sa nevyhnutne kvalitatívne zmení. (Taký je konkrétny obsah tézy o zmene kvantity na kvalitu.)

c) Aj keď sa nám vývoj javí ako sekundárny, t.j. odvodený pojem, jeho zavedenie je veľmi potrebné a užitočné, pretože umožňuje efektívne sprostredkovanie informácií o spontánných (i vynútených) procesoch na všetkých úrovniach pohybu hmoty.

d) Vývoj má vždy regresný charakter, ak v systéme pôsobia len spomínané deštruktívne činitele. Za prítomnosti štruktúrotvorných činiteľov môže mať aj progresívny charakter, ak sa splnia potrebné podmienky.

РАЗВИТИЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФИЗИКИ

Юлиус Кремпаски

Автор в статье стремится показать, как современный физический формализм позволяет устанавливать условия, механизм и тенденцию спонтанных процессов, тесно связанных с развитием.

Возникновение качественно новых материальных структур требует диалектического единства деструкционного и структурообразующего фактора, который на каждом уровне движения материи имеет свою специфику. Для выражения этой специфики на каждом уровне необходимо найти адекватный формализм.

Исходя из предпосылки, что каждая высшая форма движения материи возни-

кает из низшей формы, автор ищет те „мосты“, которые ведут от физической формы движения материи к химической и биологической.

В заключении автор формулирует общие тезисы, вытекающие из исследования механизмов возникновения новых качеств, которые могут способствовать более глубокой философской интерпретации категории „развитие“.

DIE ENTWICKLUNG AUS DER SICHT DER PHYSIK

Jülius Krempaský

Die Studie zeigt, wie der gegenwärtige physikalische Formalismus Bedingungen, Mechanismus und Tendenz spontaner Prozesse, die entwicklungsverknüpft sind, festzulegen ermöglicht.

Die Entstehung qualitativ neuer materialler Strukturen erfordert die dialektische Einheit des destruktiven und systembildenden Faktors, der auf jeder Stufe der Bewegung der Materie spezifisch ist und einen adäquaten Formalismus benötigt.

Der Vf. sucht nach „Brücken“, die von der physikalischen zur chemischen und biologischen Bewegungsform der Materie hinüberleiten.

Abschliessend formuliert er allgemeine Thesen, die aus der Erforschung der Mechanismen der Entstehung neuer Qualitäten folgen und die zur philosophischen Interpretation der Kategorie Entwicklung beitragen können.