

///// překlad / translation //////////////////////////////////////

Niels Bohr**SVĚTLO A ŽIVOT**

Jako fyzik, jehož studia jsou omezena na vlastnosti neživých těles, přijímám milé pozvání k vystoupení na tomto vědeckém shromáždění, které se zde sešlo, aby pokročilo vpřed v poznání o prospěšných účincích světla při léčbě nemocí, poněkud s váháním.¹ Nejsm totiž kvalifikovaný k tomu, abych nějak přispěl k tomuto krásnému oboru vědy, jenž je tak důležitý pro blaho lidstva. Nanejvýš bych mohl komentovat něco, co se týká čistě anorganické povahy světelných jevů, jež po staletí podněcovaly mimořádnou pozornost fyziků – v neposlední řadě kvůli tomu, že světlo je naším hlavním nástrojem pozorování. Domnívám se však, že by snad mohlo být při této příležitosti v uvedené souvislosti zajímavé pojednat o otázce, jakého významu nabývají výsledky, jichž jsme dosáhli v omezené oblasti fyziky, v našich názorech na postavení živých organismů ve sféře přírodních věd.

Nehledě na spletitý a nevyčerpatelný charakter záhad života se tento problém ukazuje na každé úrovni vědy, neboť jakékoli vědecké vysvětlení nutně spočívá v redukování popisu komplexnějších fenoménů na jednodušší. Kvůli netušenému objevu bytostné limitace mechanické deskripce u přírodních jevů došlo v dnešní době k probuzení nového zájmu o staré otázky. Tato limitace byla odhalena díky nedávnému rozvoji atomové teorie a prvně zjištěna prostřednictvím důkladného studia interakce mezi světlem a materiálními tělesy, což vedlo k odhalení takových rysů, které nemohou

Z anglického originálu Niels BOHR, „Light and Life.“ In: *Collected Works. Volume 10: Complementarity Beyond Physics (1928–1962)*. Eds. Asserud, F. – Favrholdt, D. Amsterdam – Oxford – New York: Elsevier 1999, s. 28–35, přeložil Filip Grygar.

¹ Pozn. překl.: Příspěvek „Světlo a život“ byl pronesen 15. srpna 1932 při zahajujícím setkání vědců na mezinárodním kongresu o světelné terapii v Kodani. Text příspěvku otiskl časopis *Nature*, kde byl publikován na pokračování (Niels BOHR, „Light and Life.“ *Nature*, sv. 131, 1933, č. 3308, s. 421–423 a č. 3309, s. 457–459). Překlad byl pořízen z Bohrových sebraných spisů, kde editoři přetiskli původní anglické vydání, a byl podpořen grantovým projektem GA ČR P401/12/P280.

být uvedeny do souladu s požadavky, jež byly dosud kladeny na fyzikální vysvětlení. Jak se budu snažit ukázat, úsilí fyziků zvládnout tuto situaci se do jisté míry podobá postoji, který biologové více či méně intuitivně zastávají vůči otázkám a aspektům života. Chtěl bych však zdůraznit, že je tomu tak pouze v tomto formálním ohledu, že světlo, které je asi nejméně komplexní ze všech fyzikálních jevů, ukazuje analogii k životu, tj. k takové rozmanitosti, jež dalece přesahuje dosah vědeckého zkoumání.

Z fyzikálního hlediska může být světlo definováno jakožto přenos energie mezi vzdálenými či oddělenými hmotnými tělesy. Jak je dobře známo, takový přenos energie nachází jednoduché vysvětlení v elektromagnetické teorii, již lze považovat za přímé rozšíření klasické mechaniky, umožňující sladit rozdílnost mezi působením na dálku a kontaktními silami. Podle této teorie je světlo popisováno jako propojení elektrických a magnetických oscilací, které se liší od obvyklých elektromagnetických vln, používaných v rozhlasovém přenosu, pouze větší vibrační frekvencí a menší vlnovou délkou. Přímocharé šíření světla, na němž spočívá lokalizace těles buď přímo pomocí zraku, nebo díky vhodným optickým přístrojům, tak vlastně závisí výhradně na nepatrné vlnové délce ve srovnání s rozměry těchto těles nebo přístrojů.

Idea vlnové povahy světla však vytváří základ nejen pro vysvětlení barevných jevů, které vneslo do spektroskopie tak důležité znalosti o vnitřní konstituci hmoty, nýbrž má také zásadní význam pro každou detailní analýzu optických jevů. Jako typický příklad zmíním pouze interferenční obrazce, jež se objevují, když světlo od jednoho zdroje prochází na stínítko či detektor skrze dvě odlišné trajektorie. V takovém případě pozorujeme, že výsledné efekty – produkované oddělenými světelnými paprsky – jsou na straně jedné zesíleny v takových místech či bodech na stínítku, kde splývají fáze dvou sledů vln, tj. kde mají elektrické a magnetické vlnění u dvou paprsků tentýž směr. Na straně druhé pozorujeme efekty, jež se zeslabují a mohou dokonce vymizet v bodech, kde mají tyto oscilace opačný směr a kde o dvou sledech vln říkáme, že jsou navzájem mimo fázi. Tyto interferenční obrazce umožnily tak důkladný test vlnové povahy šíření světla, že tato koncepce už nemůže být nadále považována za nějakou hypotézu v obvyklém slova smyslu. Namísto toho na ni lze nahlížet jako na nepostradatelný základ v deskripci pozorovaných fenoménů.

Přesto, jak je obecně známo, byla v nedávných letech otázka povahy světla podrobena opětovné diskusi v důsledku objevu mimořádného atomového rysu v přenosu energie, jež je naprosto neuchopitelný z hlediska elektromagnetické teorie. Ukázalo se totiž, že veškeré světelné efekty lze

vystopovat až ke svébytně jedinečným procesům. V každém z nich dochází k výměně tzv. světelného kvanta a energie tohoto kvanta je rovna součinu frekvence elektromagnetického vlnění a univerzální kvantové akce či Planckovy konstanty. Pozoruhodný kontrast mezi touto atomičností světelných fenoménů a kontinuitou přenosu energie z hlediska elektromagnetické teorie nás ve fyzice staví před dilema dosud neznámého charakteru. Navzdory zřejmé nedostatečnosti vlnového obrazu totiž nemůže být řeč o jeho nahrazení jakýmkoli jiným obrazem šíření světla, který by spočíval na běžných mechanických představách.

Tím spíše by mělo být zdůrazněno, že zavedení konceptu světelného kvanta v žádném případě neznamena nějaký návrat ke staré představě materiálních částic jako nosičů světelné energie s přesně stanovenými trajektoriemi. Naopak platí, že je pro všechny světelné jevy popisované vlnovým obrazem charakteristické, že jakýkoli pokus sledovat dráhy jednotlivých světelných kvant by narušil tento momentálně zkoumaný jev; zrovna tak by interferenční obrazec zcela vymizel v případě, že bychom zavedli nějaké neprůhledné těleso do jedné z drah, abychom si byli jisti, že se světelná energie pohybuje pouze jednou ze dvou trajektorií mezi zdrojem a obrazovkou. Prostorová kontinuita šíření světla na straně jedné, a atomičnost světelných efektů na straně druhé tudíž musejí být uvažovány jako komplementární hlediska jedné reality v tom smyslu, že každé hledisko vyjadřuje důležitý rys fenoménů světla, které ačkoliv jsou z mechanického hlediska nesmiřitelné, nemohou být nikdy v přímé kontradikci, protože by podrobnější analýza jednoho nebo druhého rysu v rámci mechanických termínů vyžadovala vzájemně vylučné experimentální uspořádání.

Právě tato situace nás zároveň nutí zřeknout se kompletního kauzálního popisu fenoménů světla a spokojit se s pravděpodobnostními kalkulacemi, založenými na faktu, že elektromagnetická deskripce světelného přenosu energie zůstává platná ve statistickém smyslu. Takové kalkulace tvoří typickou aplikaci tzv. korespondenčního argumentu, jenž pomocí vhodně vymezeného použití mechanických a elektromagnetických pojmů vyjadřuje naši snahu docílit statistické deskripce atomových jevů, která se ukazuje jako racionální generalizace klasických fyzikálních teorií, navzdory tomu, že kvantová akce musí být z jejich hlediska považována za iracionální.

Na první pohled se může tato situace jevit jako velmi žalostná; avšak jak se často v historii vědy stává, když nové objevy odhalují bytostné meze idejím, o jejichž univerzální aplikovatelnosti či platnosti se nikdy nevedl spor, jsme díky tomu odměněni širším pohledem a větší schopností korelovat takové fenomény, které předtím mohly dokonce vypadat jako protikladné

či neslučitelné. Zvláštní limitace klasické mechaniky, symbolizovaná kvantovou akcí, nám tedy poskytla vodítko k porozumění mimořádné stabilitě atomů, jež tvoří základní předpoklad v mechanické deskripci jakéhokoli přírodního jevu. Zjištění, že nedělitelnost atomů nemůže být pochopena skrze mechanické podmínky, zajisté vždy charakterizovala atomovou teorii. Tento fakt se v podstatě nezměnil, ačkoliv rozvoj fyziky nahradil nedělitelné atomy elementárními elektrickými částicemi, elektrony a atomovými jádry, z nichž jsou, jak se nyní předpokládá, složeny atomy prvků, a stejně tak i molekuly chemických sloučenin.

Nechci však hovořit o otázce vnitřní stability těchto elementárních částic, nýbrž o problému požadované stability struktur z nich složených. Právě sama možnost kontinuálního přenosu energie – určující jak klasickou mechaniku, tak elektromagnetickou teorii – nemůže být *de facto* smířena s vysvětlením charakteristických vlastností prvků a sloučenin. Klasické teorie nám ve skutečnosti ani nedovolují vysvětlit existenci pevných těles, na nichž v posledku spočívají všechna měření učiněná pro účely uspořádání jevů v prostoru a čase. V souvislosti s objevem kvantové akce jsme se však naučili, že každá změna v energii atomu nebo molekuly musí být uvažována jako svébytně jedinečný proces, v němž atom přechází z jednoho svého stavu, tzv. stacionárního stavu, do dalšího. Navíc vzhledem k tomu, že se objeví nebo zmizí právě jedno světelné kvantum v průběhu přechodu, díky němuž je světlo atomem emitováno či absorbováno, jsme schopni pomocí spektroskopických observací měřit přímo energii každého z těchto stacionárních stavů. Takto získané informace byly velmi instruktivně potvrzeny také studiem energetických výměn, jež se odehrávají při atomových srážkách a chemických reakcích.

V nedávných letech došlo k pozoruhodnému rozvoji atomové teorie. Ten nám poskytnul takové adekvátní metody pro počítání energetických hodnot stacionárních stavů a též pravděpodobností přechodových procesů, že v rámci korespondenčního argumentu naše vysvětlení vlastností atomů, co se týče kompletnosti či vnitřní soudržnosti, sotva zaostává za vysvětlením astronomických pozorování, jež nabízela newtonovská mechanika. Ačkoliv bylo racionální zpracování problémů atomové mechaniky možné pouze až po zavedení nových symbolických prostředků, toto obecné poučení nás naučilo skrze analýzu fenoménů světla ocenit, jaký rozhodující význam to pro nás má ve vztahu k tomuto vývoji. Jednoznačné použití koncepce stacionárního stavu je proto komplementární k mechanické analýze pohybů uvnitř atomu; podobným způsobem je idea světelného kvanta komplementární k elektromagnetické teorii záření. Jakýkoli pokus sledovat detailní průběh

přechodového procesu by rozhodně znamenal nekontrolovatelnou výměnu energie mezi atomem a měřicími přístroji, což by zcela narušilo samotný přenos energie, který jsme se právě chystali zkoumat.

Kauzální deskripce v klasickém smyslu je možná pouze v takových případech, kdy je příslušné dění ve srovnání s kvantovou akcí velké a kdy je potom možné další dělení fenoménů bez jejich podstatného narušení. Jestliže tato podmínka není naplněna, nemůžeme eliminovat interakci mezi měřicími přístroji a zkoumaným objektem, a především musíme vzít v úvahu, že různá měření, jež jsou požadována pro kompletní mechanickou deskripci, mohou být provedena jen se vzájemně neslučitelnými experimentálními uspořádáními. Abychom plně porozuměli této fundamentální limitaci mechanické analýzy atomových fenoménů, musíme si dále jasně uvědomit, že ve fyzikálním měření není nikdy přímo možné vzít v úvahu interakci mezi objektem a měřicími přístroji. Přístroje totiž nemohou být zahrnuty do zkoumání, když slouží jako prostředky observace. Obdobně jako pojetí obecné relativity vyjadřuje bytostnou závislost fyzikálních jevů na vztažné soustavě používané pro jejich uspořádání v prostoru a čase, koncepce komplementarity zase slouží k tomu, aby symbolizovala fundamentální limitaci, s níž se setkáváme v atomové fyzice, limitaci naší hluboce zakořeněné představy o fenoménech jako existujících nezávisle na prostředcích, pomocí nichž jsou pozorovány.

Tato revize základů mechaniky, sahající až k nejzazší otázce po tom, co vůbec může být míněno fyzikálním vysvětlením, není zásadní pouze pro objasnění situace v atomové teorii, nýbrž také vytvořila nové pozadí pro diskusi o vztahu fyziky k problémům biologie. To rozhodně nelze chápat tak, že bychom se v samotných atomových jevech setkávali s rysy, které by vykazovaly větší podobnost s vlastnostmi živých organismů než k obvyklým fyzikálním úkazům. Na první pohled se může dokonce zdát obtížné usmířit základní statistický charakter atomové mechaniky s vysvětlením úžasné zjemnělého uspořádání, které vlastní každá živá bytost a které umožňuje vložit veškeré charakteristiky živočišných druhů do droboučké zárodečné buňky.

Nesmíme ovšem zapomenout, že pravidelnosti příznačné pro atomové procesy, jež jsou cizí kauzální mechanice a nacházejí své místo jen v rámci komplementárního způsobu deskripce, jsou přinejmenším tak důležité pro popis chování živých organismů jako pro vysvětlení specifických vlastností anorganické hmoty. Takto potom u asimilace uhlíku v rostlinách, jež tvoří z velké míry obživu zvířat, máme co do činění s fenoménem, pro jehož porozumění musí být nepochybně vzata do úvahy svébytná jedinečnost fotochemických procesů. Podobně je mimořádná stabilita atomových struktur

jasně vykázána u charakteristických vlastností tak vysoce komplikovaných chemických sloučenin, jako je chlorofyl nebo hemoglobin, jež hrají zásadní roli v rostlinné asimilaci a živočišné respiraci.

Avšak analogie z chemické praxe, stejně jako starověké přirovnání života k ohni, nebudou samozřejmě poskytovat nějaké lepší vysvětlení živých organismů, než je tomu u často zmiňované podobnosti mezi živými organismy a čistě mechanickými zařízeními, jako jsou hodinové strojky. Porozumění bytostným charakteristikám živých bytostí musí být nepochybně hledáno v jejich specifickém uspořádání, v němž jsou vlastnosti, které mohou být analyzovány běžnou mechanikou, protkány s typicky atomárními rysy způsobem, jenž nemá protějšek v anorganické hmotě.

Poučná ukázka o jemné propracovanosti, do níž se toto uspořádání rozvinulo, byla získána prostřednictvím studia stavby a funkce oka. K tomuto studiu byla opět nejvíce prospěšná jednoduchost fenoménů světla. Nerad bych zacházel do detailů, ovšem chtěl bych jen připomenout, jak nám oftalmologie odhalila ideální vlastnosti lidského oka jako optického nástroje. Ukazuje se, že rozsahy interferenčních obrazců, které kvůli vlnové povaze nastavují limity pro vytváření obrazu v oku, se téměř shodují s velikostí takových úseků na sítnici, které mají oddělené nervové spojení s mozkem. Poněvadž je absorpce několika světelných kvant, či snad pouze jediného kvanta, prostřednictvím takového úseku sítnice dostatečná k produkování zrakové imprese, lze navíc o citlivosti oka dokonce říci, že dosahuje samotné hranice vymezené atomickým charakterem světelných efektů. V obou ohledech je efektivita oka stejná jako efektivita dobrého teleskopu nebo mikroskopu, který je propojen s vhodným zesilujícím zařízením, a tím umožňuje pozorování jednotlivých procesů. Je sice pravda, že je možné takovými přístroji podstatně zvýšit naše schopnosti observace, nicméně si kvůli nejzazším limitům způsobeným vlastnostmi světla už nelze představit žádný nástroj, který by byl z hlediska svého účelu účinnější než oko. Nuže, tato ideální propracovanost oka, plně uznaná pouze skrze nedávný vývoj fyziky, nasvědčuje tomu, že i jiné orgány, ať slouží pro příjem informací z okolí nebo pro reakce na smyslové imprese, budou vykazovat podobné přizpůsobení se svým účelům, a dále že má v těchto případech rozhodující význam rys svébytné jedinečnosti, symbolizovaný kvantovou akcí, spolu s nějakým zesilujícím mechanismem. To, že ještě nebylo možné sledovat určitou mez v orgánech jiných než oko, závisí výhradně na jednoduchosti světla ve srovnání s jinými fyzikálními jevy.

Rozpoznání bytostného významu základních atomových vlastností ve fungování živých organismů však není nikterak dostatečné pro kom-

plexní vysvětlení biologických fenoménů. Otázkou v této věci tedy zůstává, zda stále postrádáme v analýze přírodních jevů nějaké zásadní rysy, než budeme schopni porozumět životu na základě fyzikální zkušenosti. Zcela bez ohledu na prakticky nevyčerpatelné množství biologických jevů, můžeme na tuto otázku stěží odpovědět, aniž bychom prozkoumali to, co lze vůbec chápat fyzikálním vysvětlením. Toto je totiž ještě hlubší otázka než vysvětlení, k němuž nás přimělo objevení kvantové akce.

Na straně jedné, úžasné vlastnosti, které jsou neustále odhalovány ve fyziologických výzkumech a jež se tak nápadně odlišují od toho, co je známé o anorganické hmotě, vedlo mnoho biologů k pochybnostem o tom, že je skutečné porozumění bytostné povahy života možné na čistě fyzikálním základě. Na straně druhé, tento názor, často známý jako vitalismus, sotva nalezne své skutečné vyjádření ve starodávném předpokladu o tom, že nějaká zvláštní vitální síla, zcela neznámá fyzice, vládne veškerému organickému životu. Myslím, že všichni souhlasíme s Newtonem v tom, že skutečným základem vědy je přesvědčení, že příroda za stejných podmínek bude vždy vykazovat tytéž pravidelnosti či zákonitosti. Kdybychom tedy byli schopni posunout analýzu mechanismu živých organismů tak daleko jako u atomových jevů, sotva bychom mohli očekávat, že nalezneme nějaké rysy odlišné od vlastností anorganické hmoty.

I když stojí před námi takovéto dilema, musíme mít na paměti, že podmínky platící pro biologické a fyzikální výzkumy nejsou přímo srovnatelné, neboť nutnost udržovat objekt zkoumání živý si v biologickém výzkumu vynucuje jisté omezení, což nenachází analogii ve výzkumu fyzikálním. Pokud bychom se pokoušeli uskutečnit výzkum orgánů zvířete až do takového rozsahu, abychom byli schopni popsat roli, již hrají jednotlivé atomy ve vitálních funkcích, nepochybně bychom toto zvíře usmrtili. V každém experimentu na živých organismech musí být zachována nějaká neurčitost, co se týče fyzikálních podmínek, jimž jsou vystaveny. Tato představa naznačuje, že minimální volnost či svobodu, kterou musíme v tomto smyslu organismu ponechat, je dostatečně velká právě natolik, abychom mu dovolili před námi takříkajíc skrýt svá nejzazší tajemství. Z tohoto hlediska musí být existence života pokládána za elementární fakt, který nemůže být vysvětlen, ale musí být považován za východisko biologie, podobně jako kvantová akce, která se z pohledu klasické mechanické fyziky jeví jako iracionální prvek a dohromady s existencí elementárních částic tvoří základ atomové fyziky. Deklarovaná nemožnost fyzikálního nebo chemického vysvětlení svébytného výkonu života je v tomto smyslu analogická k nedostatečnosti mechanické analýzy pro porozumění stability atomů.

Ovšem pokud budeme tuto analogii sledovat dál, nesmíme zapomenout, že uvedené problémy ukazují podstatně odlišné aspekty ve fyzice a v biologii. Zatímco v atomové fyzice nás primárně zajímají vlastnosti hmoty z hlediska jejich nejjednodušších forem, pro biologii tkví zásadní význam v komplexitě materiálních systémů, neboť i ty nejprimitivnější organismy obsahují velké množství atomů. Rozsáhlá oblast aplikace klasické mechaniky, včetně našeho popisu měřících přístrojů používaných v atomové fyzice, závisí velkou měrou na možnosti zanedbání komplementarity způsobené kvantovou akcí při deskripci těles obsahujících velmi mnoho atomů. Pro biologické výzkumy je však typické, že vnější podmínky, jimiž je podmíněn každý samostatný atom, nemohou být kontrolovány stejným způsobem, jako tomu je v základních experimentech atomové fyziky. Ve skutečnosti nemůžeme ani říci, které atomy opravdu náleží k živému organismu, neboť každá vitální funkce je doprovázená výměnou materiálu, pomocí níž jsou atomy neustále nabírány a vylučovány z tohoto uspořádání, jež ustavuje živou bytost.

Tato zásadní odlišnost mezi fyzikálními a biologickými výzkumy implikuje, že nelze navrhnout žádné přesně definované vymezení pro aplikovatelnost fyzikálních idejí na fenomény života, které by odpovídaly distinkci mezi oblastí kauzální mechanické deskripce a vlastními kvantovými fenomény v atomové mechanice. Nicméně omezení, které tento fakt, jak se zdá, klade na uvažovanou analogii, záleží nezbytně na tom, jak se rozhodneme používat slova jako fyzika a mechanika. Na straně jedné by pochopitelně otázka takové limitace fyziky v rámci biologie ztratila jakýkoli význam, pokud bychom měli, v souladu s původním významem slova fyzika, rozumět tímto pojmem jakoukoliv deskripci přírodních jevů. Termín jako atomová mechanika by byl zase na straně druhé zavádějící, jestliže bychom měli aplikovat slovo mechanika, stejně jako v běžném jazyce, pouze k označení jednoznačné kauzální deskripce fenoménů.

Nebudu zde již více zacházet do těchto čistě logických otázek, ale pouze dodám, že podstata uvažované analogie je typickým vztahem komplementarity existujícím mezi požadovaným sub-dělením ve fyzikální analýze a takovými charakteristickými biologickými fenomény, jako jsou sebezachování a reprodukce jedinců. Právě v důsledku této situace nachází koncept účelu, jenž je cizí mechanické analýze, jistou oblast aplikace v problémech, u nichž je třeba vzít v potaz ohled na bytostnou povahu života. Role, kterou hrají teleologické argumenty v biologii, v tomto směru připomíná jednu ze snah, jež byla formulována v korespondenčním argumentu: racionálním způsobem zohlednit kvantovou akci v atomové fyzice.

V naší diskusi o využitelnosti mechanických pojmů při popisování živých organismů jsme vzali v úvahu jak organismy, tak i jiné hmotné objekty. Nemusím však ani zdůrazňovat, že tento postoj, jenž je charakteristický pro fyziologický výzkum, neznamená přehlížení jakýchkoli psychologických aspektů života. Rozpoznání limitace mechanických idejí v atomové fyzice se zdá být vhodnější spíše k usmíření zjevně protikladných hledisek, jež vyznačují fyziologii a psychologii. Nutnost uvážit v atomové mechanice interakce mezi měřicími přístroji a objektem zkoumání je přesnou odpovědí na mimořádné obtíže, s nimiž se setkáváme v psychologických rozborech a které vyvstávají ze skutečnosti, že mentální obsah je neustále proměňován, jakmile je pozornost soustředěna na jakýkoli jeho jednotlivý rys.

Rozšíření této poslední analogie by nás odvedlo od našeho tématu příliš daleko. Nicméně nabízí nový výchozí bod pro objasnění tzv. psychofyzického paralelismu, pokud se patřičně zohlední specifická povaha biologických problémů. V této souvislosti bych ovšem měl zdůraznit, že úvahy zde předkládané se zcela odlišují od veškerých pokusů hledat nové možnosti pro nějaký přímý spirituální vliv na materiální jevy v zavedené limitaci kauzálního způsobu deskripce v analýzách atomových fenoménů. Když se například tvrdí, že sférou působení vůle může být regulace určitých atomových procesů v rámci organismu – pro něž mohou být v atomové teorii stanoveny pouze pravděpodobnostní kalkulace – máme co do činění se stanoviskem, jež je neslučitelné s interpretací zde naznačeného psychofyzického paralelismu. Z našeho hlediska musí být totiž pocit svobodné vůle uvažován jako charakteristický rys vlastní vědomému životu, jako materiální paralela, která musí být hledána v organických funkcích a která nepřipouští nějakou kauzální mechanickou deskripci ani fyzikální zkoumání, jež by bylo dostatečně důkladné pro přesně stanovené použití statistických zákonů atomové mechaniky. Aniž bych vstupoval do metafyzických spekulací, mohu snad dodat, že každá analýza samotného konceptu vysvětlení by přirozeně začínala a končila zřeknutím se vysvětlení naší vlastní vědomé aktivity.

Na závěr bych rád zdůraznil, že v žádné ze svých poznámek jsem nemínil vyjádřit jakýkoli druh skepse ohledně budoucího rozvoje fyzikálních a biologických věd. Takový skepticismus by byl opravdu vzdálen myslí fyzika v době, kdy samo zjištění o omezené povaze našich nejzákladnějších pojmů vyústilo v tak dalekosáhlý rozvoj naší vědy. Ani nevyhnutelné zřeknutí se vysvětlení samotného života není žádnou překážkou k úžasným pokrokům, jichž bylo dosaženo v nedávné době ve všech odvětvích biologie a které se v neposlední řadě ukázaly být tak prospěšnými v lékařském umění. I kdybychom nemohli provést na fyzikálním základě ostrou distinkci mezi zdravím

a nemocí, není nutné ani v nejmenším propadat skepsi při hledání řešení důležitých problémů, jimiž se tento kongres zabývá – pokud tedy člověk nepustí vytčenou linii pokroku, která je sledována s tak obrovským úspěchem již od doby Finsenovy průkopnické práce a jehož charakteristickým rysem je kombinace studia léčivých účinků pomocí světelné léčby se zkoumáním jejích fyzikálních hledisek.