

ZÁKLADNÍ FORMY POHYBU¹

Pohyb v nejobecnějším slova smyslu, t. j. chápaný jako způsob existence hmoty, jako neoddělitelný atribut hmoty, zahrnuje všechny změny a procesy probíhající ve vesmíru, od pouhého přemístění až po myšlení. Zkoumání povahy pohybu muselo samozřejmě vycházet od nejnižších, nejjednodušších forem pohybu a muselo se je naučit chápat, dříve než si mohlo něco dovolit ve vysvětlení forem vyšších a rozvinutějších. Tak vidíme, jak v historickém vývoji přírodních věd byla nejprve vytvořena theorie nejjednoduššího přemístění, mechanika nebeských těles a pozemských mas; pak následuje theorie molekulárního pohybu fyzika, a hned za ní, téměř vedle ní a místy před ní, věda o pohybu atomů, chemie. Teprve když tato různá odvětví poznání forem pohybu, ovládajících neživou přírodu, dosáhla vysokého stupně vývoje, bylo možno pustit se s úspěchem do vysvětlování pohybových jevů, představujících životní procesy. Toto vysvětlování pokračovalo úměrně s pokrokem mechaniky, fyziky a chemie. Tak se stalo, že zatím co mechanika dovedla už dávno uspokojivě vysvětlit působení pák — kostí v živočišném těle, jež jsou uváděny v pohyb stahováním svalů, vysvětlit je zákony, které platí i v neživé přírodě, je fyzikálně chemické zdůvodnění ostatních životních projevů dosud více méně na začátku svého vývoje. Zkoumáme-li tu tedy povahu pohybu, musíme pustit se zřetele organické formy pohybu. Jsme tedy nuceni omezit se z nouze — podle stavu vědy — na formy pohybu neživé přírody.

Každý pohyb je spojen s nějakým přemístěním, ať už je to přemístění nebeských těles, pozemských hmot, molekul, atomů či částic etheru. Čím je forma pohybu vyšší, tím je toto přemístění menší. Přemístění nikterak nevyčerpává povahu příslušného pohybu, ale nemůže být od něho odděleno. Musí tedy být prozkoumáno především.

Celá nám dostupná příroda tvoří jakousi soustavu, jakýsi souvislý komplex těles — tělesy zde rozumíme všechny hmotné reality od hvězd až k atomům, dokonce až k etherovým částicím, pokud uznáváme jejich realitu. V tom, že tato tělesa jsou ve vzájemném vztahu, je už obsaženo, že na sebe působí, a toto vzájemné působení je právě pohyb. Zde se ukazuje, že hmota je nemyslitelná bez pohybu. A jestliže dále považujeme hmotu za něco daného, co právě tak nelze stvořit, jako to nelze zničit, plyne z toho, že také pohyb je nestvořitelný a nezničitelný. Tento závěr byl nevyhnutelný, jakmile lidé poznali vesmír jako soustavu, jako vzájemnou spojitost těles. A protože k tomuto poznání dospěla filosofie dávno předtím, než se tato idea účinně uplatnila v přírodovědě, je pochopitelné, proč se filosofie plných 200 let před přírodovědou dopracovala závěru o nestvořitelnosti a nezničitelnosti pohybu. I forma, v níž byl tento závěr učiněn, má převahu nad dnešní přírodovědeckou formulací.

Descartova poučka, že množství pohybu, existující ve vesmíru, je stále stejné, chybuje jen formálně v tom, že výrazu, který má smysl při použití o nekonečném, je tu použito o nekonečné veličině. Naproti tomu platí dnes v přírodovědě dvě vyjádření téhož zákona: Helmholtzův zákon o zachování *síly* a novější, přesnější zákon o zachování *energie*, z nichž jeden, jak uvidíme, tvrdí pravý opak druhého a nadto každý z nich vyjadřuje jen jednu stránku vztahu.

Jestliže dvě tělesa navzájem na sebe působí tak, že výsledkem je přemístění jednoho nebo obou z nich, může tato změna polohy spočívat jen v přiblížení nebo oddálení. Buďto se obě tělesa přitahují, nebo se odpuzují. Nebo, jako se to formuluje v mechanice, jsou síly působící mezi nimi centrální a působí ve směru spojnice jejich středů. Dnes platí za samozřejmé, že k tomu dochází, že je tomu tak ve vesmíru vždy a bez výjimky, ať už některé pohyby vypadají jakkoli složitě. Připadalo by nám nesmyslné předpokládat, že dvě navzájem na sebe působící tělesa, jejichž vzájemnému působení nic nepřekáží, aniž jim překáží působení tělesa třetího, by měla na sebe působit jinak než na nejkratší a nejpřímější cestě, ve směru spojnice středů.* Jak je však známo, podal Helmholtz („Erhaltung der Kraft“, Berlín 1847, oddíl I a II)³ též matematický důkaz, že

* Engelsova poznámka tužkou na okraji rukopisu: „Kant [říká] na str. 22, že tři rozměry prostoru jsou podmíněny tím, že přitahování nebo odpuzování se děje nepřímo úměrně čtverci vzdálenosti.“²

centrální působení a neměnnost množství pohybu se navzájem podmiňují, že předpoklad jiných než centrálních účinků vede k závěrům, že pohyb může být buď stažen, nebo zničen. Základní forma všeho pohybu je tedy přibližování a oddalování, smršťování a roztahování, krátce starý polární protiklad *přitahování* a *odpuzování*.

Výslovně nutno podotknout, že přitahování a odpuzování zde nejsou chápány jako tak zvané „síly“, nýbrž jako *jednoduché formy pohybu*. Ostatně už Kant pojímal hmotu jako jednotu přitahování a odpuzování. Co má tedy znamenat pojem „síla“, ještě se ukáže.

Ve vzájemném působení přitahování a odpuzování záleží veškerý pohyb. Je však jedině možný tam, kde každé jednotlivé přitahování, atrakce, je kompensováno odpovídajícím odpuzováním, repulzí na jiném místě. Jinak by jedna strana nakonec získala převahu nad druhou a pohyb by nakonec ustal. Všechno přitahování a všechno odpuzování se tedy musí ve vesmíru vyrovnávat. Zákon o nezničitelnosti a nestvořitelnosti pohybu nabývá tím vyjádření, že každý pohyb ve vesmíru, vzniklý přitahováním, musí být doplněn ekvivalentním pohybem, vzniklým odpuzováním, a naopak; nebo, jak to vyjádřila stará filosofie – dlouho před přírodovědeckou formulací zákona o zachování síly, respektive energie: součet všech přitahování ve vesmíru se rovná součtu všech repulzí, všech odpuzování.

Vypadá to tedy, jako by zde stále ještě byly dvě možnosti, že všechen pohyb jednou ustane, a to buď tím, že by se jednou přitahování a odpuzování opravdu vyrovnaly, nebo tím, že by se úhrnné odpuzování definitivně zmocnilo jedné části hmoty a úhrnné přitahování druhé části. Pro dialektické pojetí jsou tyto dvě možnosti a priori vyloučeny. Jakmile jednou dialektika z výsledků našich dosavadních přírodovědeckých zkušeností dokázala, že všechny polární protiklady vůbec jsou podmíněny vzájemným působením obou protikladných pólů, že oddělení a protiklad těchto pólů spočívá v jejich sounáležitosti a jednotě, a naopak, že jejich jednota je jen v jejich oddělení a jejich sounáležitost jen v jejich protikladu, nemůže být řeči ani o konečném vyrovnání odpuzování a přitahování, ani o nějakém konečném rozdělení a soustředění jedné formy pohybu v jedné polovině hmoty a druhé formy v druhé polovině, tedy ani o vzájemném pronikání⁴, ani o absolutním oddělení obou pólů od sebe. Bylo by to stejné, jako kdybychom v prvním pří-

padě požadovali, aby se severní a jižní pól magnetu navzájem neutralisovaly, v druhém případě, aby přepilováním magnetu uprostřed mezi oběma póly vznikla tu severní polovina bez jižního pólu, tu jižní polovina bez severního pólu. Ačkoli nepřipustnost takových předpokladů plyne už z dialektické povahy polárních protikladů, přece jen, díky metafysickému způsobu myšlení, převládajícímu u přírodovědců, hraje alespoň druhý předpoklad jistou úlohu ve fyzikálních teoriích. O tom pojednáme na příslušném místě.

Jak se vůbec jeví pohyb ve vzájemném působení přitahování a odpuzování? To prozkoumáme nejlépe na jednotlivých formách pohybu samého. Výsledek se ukáže na konci.

Vezměme pohyb nějaké planety okolo jejího centrálního tělesa. Obyčejná školní astronomie vykládá podle Newtona elipsu opisovanou touto planetou součinností dvou sil, přitažlivostí centrálního tělesa a tangenciální silou, ve směru kolmém k této přitažlivosti. Uznává tedy kromě centrálně působící formy pohybu ještě jiný směr pohybu čili ještě jinou tak zvanou „sílu“, totiž směr pohybu kolmý k přímce spojující středy obou těles. Je tím v rozporu se shora zmíněným základním zákonem, podle něhož se v našem vesmíru všechen pohyb může dít jedině ve směru středů obou vzájemně na sebe působících těles, neboli, jak se to obyčejně vyjadřuje, může být vyvolán jen centrálně působícími „silami“. Zavádí tak do theorie prvek, který, jak jsme viděli, nutně vede k ideji o stvoření nebo zničení pohybu, a tudíž předpokládá nějakého stvořitele. Šlo tedy o to, redukovat tuto tajuplnou tangenciální sílu na nějakou centrálně působící formu pohybu, a to učinila Kant-Laplaceova kosmologická theorie. Jak známo, podle tohoto pojetí vznikla celá sluneční soustava z velmi zředěné rotující mlhoviny postupným smršťováním; přitom na rovníku této plynové koule je samozřejmě největší rotační pohyb, který pak od koule odtrhává jednotlivé plynové prstence, sbalující se do planet, planetoidů atd. a kroužící kolem centrálního tělesa ve směru původní rotace. Tato rotace se obvykle vysvětluje vlastním pohybem jednotlivých plynných částic. K tomuto pohybu dochází v nejrůznějších směrech; nakonec se však prosadí přebytek pohybu v jednom směru a způsobí tak rotační pohyb, který se smršťováním plynové koule stále zvětšuje. Avšak ať přijímáme jakoukoli hypotézu o původu rotace, v každé je tangenciální síla odstraněna, změněna ve zvláštní formu projevu centrálně působícího po-

hybu. Je-li jeden, v přímém smyslu centrální element planetárního pohybu vysvětlován tíží, gravitací, přitažlivostí mezi planetou a centrálním tělesem, jeví se druhý, tangenciální prvek jako zbytek v přenesené nebo změněné formě původního odpuzování jednotlivých částic plynové koule. Proces existence sluneční soustavy jeví se nyní jako vzájemné přitahování a odpuzování, v němž přitažlivost nabývá stále více převahy tím, že se odpuzování vyznačuje jako teplo do vesmíru a ztrácí se tak pro soustavu čím dál tím víc.

Vidíme tedy na první pohled, že forma pohybu, jež je zde chápána jako odpuzování, je totožná s tím, co je v moderní fysice označováno jako „*energie*“. Smršťováním a z toho plynoucím oddělením jednotlivých těles, z nichž se dnes skládá, ztratila soustava „*energie*“; a tato ztráta činí podle známého Helmholtzova výpočtu nyní již $\frac{453}{454}$ celého původního množství pohybu, existujícího v ní ve formě odpuzování.

Vezměme dále nějaké hmotné těleso na naší Zemi samé. Je spojeno se Zemí tíží právě tak, jako Země se Sluncem; na rozdíl od Země však není schopno volného planetárního pohybu. Může být uvedeno v pohyb jedině podnětem zvenčí a i pak, jakmile podnět přestane působit, jeho pohyb brzy přestane, ať už působením tíže samé nebo působením tíže ve spojení s odporem prostředí, v němž se těleso pohybuje. Také tento odpor je konec konců účinkem tíže, bez níž by naše Země neměla na svém povrchu žádné odporující prostředí, žádnou atmosféru. Při čistě mechanickém pohybu na povrchu Země máme tedy situaci, v níž rozhodně převládá tíže, přitažlivost, kde tedy vznik pohybu vykazuje obě fáze: nejprve působení proti tíži, pak nechat působit tíži — jedním slovem: zvednout a nechat spadnout.

Máme zde tedy opět vzájemné působení mezi přitahováním na jedné straně a mezi formou pohybu působícího opačným směrem, tedy odpudivě, na straně druhé. Avšak na poli pozemské *čisté* mechaniky (která počítá s hmotami v *daných*, pro ni neproměnných stavech skupenství a soudržnosti) se tato odpudivá forma pohybu v přírodě nevyskytuje. Fysikální a chemické podmínky, za nichž se od skály utrhe balvan nebo za nichž je možný vodopád, leží mimo její obor. Odpudivý, zdvíhající pohyb musí tedy být v pozemské *čisté* mechanice tvořen uměle: lidskou silou zvířecí silou nebo parní silou atd. Tato okolnost, tato nutnost uměle překonávat přirozené přitahování,

vyvolává u mechaniků dojem, že přitažlivost, tíže, čili, jak oni říkají, *síla* tíže (Schwerkraft) je nejpodstatnější, ba základní formou pohybu v přírodě.

Zvedneme-li na příklad závaží, které svým přímým nebo nepřímým pádem uvádí v pohyb jiná tělesa, není to podle běžného mechanického pojetí *zdvížení* onoho závaží, které uděluje onen pohyb, nýbrž *síla tíže* (přitažlivost). Tak na př. podle Helmholtze „nejznámější a nejjednodušší síla — tíže, působí jako hybná síla ... na př. v těch nástěnných hodinách, které jsou poháněny závažím. Závaží ... nemůže povolit působení tíže jinak než tím, že uvede do chodu celý hodinový stroj.“ Nemůže však uvést do chodu hodinový stroj, aniž samo klesá a poklesne nakonec tak nízko, až je lanko, na němž visí, zcela odmotáno. „Pak se hodiny zastaví, pak je schopnost práce jejich závaží přechodně vyčerpána. Jeho tíže se neztratila, ani nezmenšila; je přitahováno Zemí jako předtím, avšak ztratila se schopnost tíže vyvolat pohyb ... Můžeme ovšem hodiny natáhnout silou své paže, při čemž je závaží opět zdvíháno. Jakmile se tak stalo, je schopnost práce našeho závaží opět obnovena a může zase udržovat hodiny v chodu“ (Helmholtz, „Populäre Vorträge“, II, 144—145)⁵.

Podle Helmholtze tedy neuvádí hodiny do chodu aktivní udělení pohybu, zvednutí závaží, nýbrž jen pasivní tíže, ačkoli sama tato tíže může být vytržena ze své pasivity teprve zvednutím závaží a po vytočení lanka se opět do své pasivity vrací. Byla-li tedy podle novějšího pojetí, jak jsme právě viděli, *energie* jenom jiným výrazem pro *odpuzování*, pak se podle staršího Helmholtzova pojetí jeví *síla* jako jiný výraz pro protiklad *odpuzování*, pro *přitažlivost*. Konstatujeme to prozatím.

Když proces pozemské mechaniky dosáhl svého konce, když těžká hmota byla nejprve zdvížena a opět poklesla do původní výšky, co se stalo s pohybem, který tento proces vyvolal? Pro čistou mechaniku zmizel. My však nyní víme, že naprosto není zničen. Proměnil se z malé části ve zvukové vlnění vzduchu, z největší části však v teplo; v teplo, které bylo přeneseno částečně na atmosféru, kladoucí odpor, částečně na padající těleso samo, částečně konečně na podložku, na niž těleso dopadlo. Také hodinové závaží odevzdalo svůj pohyb jednotlivým kolečkům hodinového stroje ve formě tepla vzniklého třením. Není to však *pád*, t. j., jak se to obvykle vyjadřuje, přitažlivost, která přešla v teplo, t. j. ve formu odpuzování. Naopak, při-

tažlivost, tíže zůstává, jak Helmholtz správně poznamenává, nezměněna a přesněji řečeno, dokonce vzrůstá. Je to spíše odpuzování udělené tělesu zdvižením, které bylo pádem *mechanicky* zničeno a opět se projevuje jako teplo. Hmotné odpuzování se proměnilo v molekulární odpuzování.

Jak jsme už řekli, teplo je jakási forma odpuzování. Uvádí molekuly pevných těles v kmitání, zeslabuje tak spojení jednotlivých molekul, až konečně dojde k přechodu v tekuté skupenství; ale také v tomto skupenství při nepřetržitém dodávání tepla se zvyšuje pohyb molekul až k jistému bodu, na kterém se molekuly od masy zcela odtrhnou a pohybují se volně určitou rychlostí, podmíněnou jejich chemickým složením; dalším dodáváním tepla tato rychlost dále vzrůstá a odpuzuje molekuly stále více od sebe.

Teplo je však jedna z forem tak zvané „energie“; ta se nám zde také opět jeví totožnou s odpuzováním.

V jevech statické elektřiny a magnetismu máme přitahování a odpuzování polárně rozděleno. Ať uznáme kteroukoli hypotézu, pokud jde o modus operandi (způsob působení) těchto dvou forem pohybu, přece jen vzhledem k faktům nikdo nepochybuje, že se přitahování a odpuzování, pokud jsou ovšem vyvolány statickou elektřinou nebo magnetismem a pokud se mohou volně projevovat, navzájem úplně kompensují; to už ostatně nutně plyne z povahy polárního rozštěpení. Dva póly, jejichž účinky by se navzájem úplně nekompensovaly, by ovšem nebyly žádné póly a dosud také nebyly v přírodě nalezeny. Prozatím si zde nebudeme všimát galvanismu, neboť tam je proces podmiňován chemickými jevy, a tím komplikován. Zkoumejme raději chemické pohybové procesy samy.

Sloučí-li se dva váhové díly vodíku s 15,96 váhovými díly kyslíku na vodní páru, vyvine se za tohoto procesu množství tepla rovné 68,924 tepelných jednotek. Naopak, má-li být 17,96 váhových dílů vodní páry rozloženo na dva váhové díly vodíku a 15,96 váhových dílů kyslíku, je to možné jenom pod podmínkou, že vodní páře bude dodáno množství pohybu, které je ekvivalentní s 68,924 tepelnými jednotkami — ať už je to ve formě tepla samého nebo ve formě elektrického pohybu. Totéž platí také o všech ostatních chemických procesech. Ve valné většině případů se při chemickém slučování pohyb vydává, při rozkladu nutno pohyb dodat. Také zde je zpravidla odpuzování aktivní stránkou procesu, která je na pohyb bohatší nebo vyžaduje

přívod pohybu, přitahování naproti tomu stránkou pasivní, která vytváří přebytek pohybu a vydává jej. Proto také novodobá theorie znovu tvrdí, že v hrubých rysech se při slučování prvků energie uvolňuje, při rozkladu váže. Termínu „energie“ se tu opět používá pro označení odpuzování. A opět prohlašuje Helmholtz: „Tuto sílu (chemickou afinitu) si můžeme představit jako *přitažlivou* sílu . . . Tato přitažlivost mezi atomy uhlíku a kyslíku koná práci právě tak, jako Země působí ve formě tíže na zvednuté závaží . . . Když se atomy uhlíku a kyslíku srazí a sloučí se v kysličník uhličitý, musí být nově vzniklé částice kysličníku v nejprudším molekulárním pohybu, to jest v pohybu tepelném . . . Když později odevzdaly teplo svému okolí, je v kysličníku jak všechen uhlík, tak všechen kyslík, i síla afinity jich obou v původní intenzitě. Avšak tato síla afinity se nyní jeví již jen v tom, že pevně k sobě poutá atomy uhlíku a kyslíku a nedovoluje, aby se odpoutaly“ (str. 169 cit. spisu). Je to totéž jako dříve: Helmholtz trvá na tom, že v chemii stejně jako v mechanice spočívá síla jen v *přitahování* a je tedy pravým opakem toho, co jiní fysikové nazývají energií a co je totožné s *odpuzováním*.

Nemáme tedy nyní už obě jednoduché základní formy přitahování a odpuzování, nýbrž celou řadu vedlejších forem, v nichž probíhá proces universálního pohybu, rozvíjející se a smršťující se v protikladu přitahování a odpuzování. Není to však nikterak jen náš rozum, který shrnuje tyto rozmanité formy jevů pod jeden společný název — pohyb. Naopak, tyto formy samy dokazují svým působením, že jsou formami jednoho a téhož pohybu, neboť za určitých okolností v sebe navzájem přecházejí. Mechanický pohyb mas přechází v teplo, v elektřinu nebo v magnetismus; teplo a elektřina přecházejí v chemický rozklad; chemické slučování naopak vyvíjí teplo a elektřinu a jejím prostřednictvím magnetismus; a konečně teplo a elektřina produkují opět mechanický pohyb mas. A všechny tyto změny se dějí tak, že určitému množství pohybu jedné formy odpovídá vždy přesně určené množství pohybu druhé formy; při čemž je opět lhostejné, z jaké formy pohybu je vypůjčena jednotka míry, již je množství pohybu měřeno: zda slouží k měření pohybu mas, tepla, t. zv. elektromotorické síly nebo pohybu proměňujícího se při chemických pochodech.

Vycházíme zde z theorie „zachování energie“, vytvořené

roku 1842 J. R. Mayerem* a od té doby tak skvěle propracované učenci všech zemí, a máme nyní prozkoumat základní představy, s nimiž dnes tato theorie operuje. Jsou to představy „síly“ nebo „energie“ a „práce“.

Již shora bylo ukázáno, že novější pojetí, nyní už téměř všeobecně přijaté, rozumí energií odpuzování, kdežto Helmholtz vyjadřuje slovem síla zejména přitažlivost. Mohli bychom v tom vidět pouhý formální rozdíl, protože přece přitažlivost a odpuzování se ve vesmíru vyrovnávají, a zdá se podle toho lhostejné, kterou stranu vztahu považujeme za kladnou a kterou za zápornou; stejně tak je lhostejné, zda na libovolné přímce od určitého bodu počítáme úsečky kladně nalevo nebo napravo. Ale fakticky tomu tak vůbec není.

Nejde totiž o vesmír, nýbrž o jevy, které se odehrávají na Zemi a které jsou podmíněny přesně určenou polohou Země ve sluneční soustavě a sluneční soustavy ve vesmíru. Naše sluneční soustava vysílá však do vesmíru v každém okamžiku ohromná množství pohybu, a to pohybu zcela určité jakosti: slunečního tepla, t. j. odpuzování. Naše Země sama je však oživována jenom slunečním teplem a sama opět vyzářuje přijaté sluneční teplo do prostoru, proměňvši je zčásti v jiné pohybové formy. V sluneční soustavě a zejména na Zemi má již tedy přitažlivost značnou převahu nad odpuzováním. Bez odpuzování vyzářovaného k nám Sluncem musil by ustát veškerý pohyb

* V „Pop. Vorles.“ [Populární přednášky]⁶ II., str. 13 si Helmholtz zřejmě vedle Mayera. Joula a Coldinga připisuje také určitý podíl na přírodovědeckém důkazu Descartovy kvantitativní neměnnosti pohybu. „Já sám jsem nastoupil tutéž cestu, aniž jsem něco věděl o Mayerovi a Coldingovi a seznámil se s výsledky Joulových prací teprve na konci své práce; zejména jsem se pokoušel nalézt všechny vztahy mezi různými přírodními procesy, které bylo lze vyvodit na základě daného způsobu uvažování, a uveřejnil jsem svoje zkoumání roku 1847 v malém spisku pod titulem: „Über Erhaltung der Kraft“ [O zachování síly].“ — Ale v této práci není pro stav v roce 1847 nic nového. Jedině snad kromě shora zmíněného matematického odvození, ostatně velmi cenného, že „zachování síly“ a centrální působení sil mezi tělesy systému jsou jen dva rozličné výrazy pro tutéž věc — přesnější formulování zákona, podle něhož součet živých a neživých sil v daném *mechanickém* systému je konstantní. Ve všem ostatním byl tento Helmholtzův spis překonán již Mayerovým druhým pojednáním z roku 1845. Mayer stanovil již roku 1842 „nezničitelnost síly“ a roku 1845 dovedl na základě svého nového pojetí říci o „vztazích mezi přírodními procesy“ mnohem geniálnější věci než Helmholtz v roce 1847. (*Engelsova poznámka.*)

na Zemi. Kdyby zítřa Slunce vychladlo, zůstala by přitažlivost na Zemi za jinak stejných podmínek nezměněna. Kámen o váze 100 kg by opět vážil, ať by ležel kdekoli, 100 kg jako předtím. Ale pohyb, jak mas, tak i molekul a atomů, by podle našich představ absolutně ustal. Je tedy jasné: pro procesy, které se odehrávají na naší *Zemi* dnes, naprosto není lhostejné, zda přitahování nebo odpuzování považujeme za aktivní stránku pohybu, zda je tedy chápeme jako „sílu“ nebo „energii“. Právě naopak; na dnešní Zemi se přitažlivost následkem své rozhodující převahy nad odpuzováním stala *naprosto pasivní*: za všechen aktivní pohyb děkujeme přívodu odpuzování ze Slunce. A proto novější škola — i když nemá jasno o povaze pohybových vztahů — má věcně a pro *pozemské* procesy přece jen zcela pravdu, dokonce i pro celou sluneční soustavu, pojímá-li energii jako odpuzování.

Výraz „energie“ nevyjadřuje v žádném případě správně celý vztah pohybů, neboť zahrnuje jenom jednu stránku, jenom akci, nikoli však reakci. Stále ještě připouští zdání, jako by „energie“ byla něčím hmotě cizím, jí dodaným. Rozhodně však dáváme tomuto termínu přednost před výrazem „síla“.

Jak se všeobecně přiznává (od Hegela po Helmholtze), představa síly je odvozena z působení lidského organismu v okolí. Mluvíme o síle svalů, o zvedací síle paží, schopnosti nohou skákat, síle žaludku a zažívacího traktu trávit, vnímací síle nervů, sekreční síle žláz. Jinými slovy, abychom nemuseli udat skutečnou příčinu změny způsobené nějakou funkcí našeho organismu, podkládáme mu fiktivní příčinu, tak zvanou sílu, odpovídající této změně. Tuto pohodlnou metodu přenášíme pak i na vnější svět a vynalézáme tolik sil, kolik je rozličných jevů.

V tomto naivním stadiu byla přírodověda (s výjimkou snad pozemské a nebeské mechaniky) ještě v době *Hegelově*, který se plným právem pouští do této tehdejší manýry vynalézání sil (citovat příslušné místo).⁷ Podobně na jiném místě: „Je lépe (říci), že magnet má *duši* (jak to vyjadřuje Thales), než že má *sílu* přitahovat; síla je druh vlastností, kterou jako *od hmoty odtržitelnou* si představujeme jako predikát — duše je naproti tomu tento *vlastní pohyb, totožný s povahou hmoty*“ („Geschichte der Philosophie“, I, 200)⁸.

Do té míry si dnes již síly nezjednodušujeme. Poslyšme Helmholtze: „Známe-li dokonale nějaký přírodní zákon, mu-

síme také požadovat, aby platil bez výjimky... Tak se nám tento zákon vnucuje jako objektivní moc, a proto ho nazýváme *silou*. Objektivisujeme na př. zákon o lomu světla jako lámavou sílu průhledných látek, zákon o chemické příbuznosti jako „sílu afinity“ různých látek navzájem. Tak mluvíme o kontaktní elektrické síle kovů, o adhesní síle atd. Tyto názvy objektivisují zákony, které z počátku zahrnují jen menší obor přírodních procesů, jejichž podmínky jsou dosud dosti spletité...⁹ Síla je jen objektivisovaný zákon působení... Abstraktní pojem síly, který zavádíme, doplňuje jej jen potud, že jsme jej nevynalezli libovolně, že je to nutná zákonitost jevů. Náš požadavek *pochopit* přírodní jevy, t. j. objevit jejich *zákony*, vyjadřuje se jen jinou formou, tou totiž, že máme vyhledat *síly*, které jsou příčinou jevů.“ (Cit. spis, str. 189—191, přednáška na inšpruckém sjezdu přírodovědců roku 1869).

Za prvé je to zajisté prazvláštní druh „objektivisování“, jestliže do přírodního zákona, jehož nezávislost na naší subjektivitě jsme již zjistili, tedy do zákona již dokonale *objektivního*, vnášíme *ryze subjektivní* představu *síly*. To by si mohl dovolit leda nejpravověrnější starohegelovec, nikoli však novokantovec Helmholtz. Ani již zjištěný zákon, ani jeho objektivita, ani jeho působení nezřská ni stín nové objektivitě, jestliže mu podstrčíme nějakou sílu; nové je jen naše *subjektivní turzení*, že onen zákon působí pomocí nějaké dosud zcela neznámé síly. Ale záhadný smysl tohoto podstrkávání se nám odhalí, jakmile nám Helmholtz začne uvádět příklady: lom světla, chemickou afinitu, kontaktní elektřinu, adhesi, kapilaritu, a povýší tak zákony určující tyto jevy do „objektivního“ a urozeného stavu *sil*. Tyto názvy objektivisují zákony, které z počátku zahrnují jen menší okruh přírodních procesů, jejichž podmínky jsou dosud dosti spletité.“ A právě zde dostává smysl „objektivisace“, která je spíše subjektivisací: uchylujeme se často k slovu „síla“ ne proto, že jsme zákon dokonale poznali, nýbrž právě proto, že se tak dosud *nestalo*, že jsme si dosud nevyjasnili dosti spletité podmínky těchto jevů. Nevyjadřujeme tím tedy své znalosti, nýbrž *nedostatečnost* svého vědění o povaze zákona a způsobu jeho působení. V tomto smyslu, jako stručný výraz dosud nepoznané příčinné souvislosti, jako jazykovou pomůcku z nouze. lze připustit slovo síla pro běžnou potřebu. Což nad to jest, od zlého jest. Stejným právem, jakým Helmholtz vysvětluje fyzikální jevy t. zv. lámavou silou, elektrickou kontaktní

silou atd., stejným právem vysvětlovali středověcí scholastikové změny teploty z jakési *vis calorifica* (teplotvorné síly) a nějaké *vis frigificiens* (ochlazující síly) a ušetřili si tak veškeré další zkoumání tepelných jevů.

I v tomto smyslu je termín „síla“ ošemetný, neboť vyjadřuje všechny jevy jednostranně. Všechny přírodní procesy jsou dvoustranné, spočívající na vztahu nejméně dvou působících částí, na akci a reakci. Představa síly pro svůj původ z působení lidského organismu na vnější svět a dále z pozemské mechaniky předpokládá, že jenom jedna část je aktivní, působící, druhá část naproti tomu trpná, přijímající; konstituuje tedy dosud nedokazatelné rozšíření pohlavní rozdílnosti na neživé předměty. Reakce druhé složky, na niž síla působí, jeví se nejvýše trpně, jako *odpor*. Tento způsob pojetí je sice přípustný v mnoha oborech, nejen v čisté mechanice, zejména tam, kde jde o jednoduché přenášení pohybu a jeho kvantitativní vypočtení, avšak již ve složitějších fyzikálních procesech nedostačuje, jak ukazují právě vlastní Helmholtzovy příklady. Lámací síla spočívá právě tak ve světle, jako v průhledných tělesech. Při adhezi a kapilaritě spočívá „síla“ jistě právě tak v pevném povrchu, jako v kapalině. U kontaktní elektřiny je rovněž nesporné, že k ní přispívají *oba* kovy a „chemická afinita“, spočívá-li už vůbec v čem, tedy jistě *v obou* slučujících se částech. Avšak síla, která se skládá ze dvou oddělených sil, akce, která svou reakci nevyvolává, nýbrž ji v sobě zahrnuje, taková síla není žádnou silou ve smyslu pozemské mechaniky, jedině to vědy, kde opravdu víme, co síla znamená. Neboť základní podmínkou pozemské mechaniky je za prvé odmítání zkoumat příčiny podnětu, t. j. povahu dané síly, a za druhé názor o jednostrannosti síly, proti které na každém místě působí tíže, rovna sobě samé tak, že ve srovnání s každou drahou pozemského pádu platí poloměr zemský za nekonečně veliký.

Sledujme však dále, jak Helmholtz „objektivisuje“ své „síly“ do přírodních zákonů.

Ve své přednášce z roku 1854 (cit. spis str. 119)¹⁰ zkoumá „zásobu síly schopné práce“, kterou původně obsahovala mlhovinná koule, z níž vznikla naše sluneční soustava. „Ve skutečnosti jí byla dodána nesmírně velká zásoba síly schopné práce již ve formě všeobecné přitažlivosti všech jejích částí navzájem.“ To je nesporné. Právě tak nesporné však je, že celá tato zásoba tíže čili gravitace existuje nezmenšena v dnešní sluneční sou-

stavě. vyjma snad ono nepatrné množství, které bylo ztraceno s hmotou. vyvrženou asi nenávratně do vesmíru. Dále: „Také chemické síly musily již existovat a být připraveny působit; protože však tyto síly mohou začít působit teprve při nejtěsnějším dotyku rozličných mas. musilo, dříve než začaly fungovat. dojít nejprve ke zhuštění.“ (Str. 120.) Chápeme-li tyto chemické síly podle Helmholtze (viz výše) jako síly afinity, tedy jako *přitažlivost*, pak i zde musíme říci, že celkový úhrn chemické přitažlivosti v naší sluneční soustavě existuje nezmenšen.

Přitom však Helmholtz na téže stránce jako výsledek svých výpočtů udává, že v sluneční soustavě existuje dosud jen asi $\frac{1}{454}$ původní mechanické síly jako takové. Jak se to může rýmovat? Přitažlivá síla, jak všeobecná, tak chemická, existuje v sluneční soustavě ještě nedotčena. Jiný jistý zdroj síly Helmholtz neudává. Ostatně ony síly vykonaly podle Helmholtze nesmírnou práci. Tím se však ani nezmenšily, ani nezvětšily. Jako je tomu s hodinovým závažím. tak je tomu i s každou molekulou v sluneční soustavě a stejně je tomu i se sluneční soustavou samou: „Její tíže se neztratila, ani nezmenšila“. . . Jako je tomu s uhlíkem a kyslíkem, tak je tomu se všemi chemickými prvky: celkové dané množství každého z nich zůstává a také „jejich úhrnná síla“ afinity existuje v stejné intenzitě jako předtím“. Co jsme tedy ztratili? A která „síla“ vykonala tu ohromnou práci. 453krát větší než je ta, kterou podle jeho výpočtu může ještě vykonat sluneční soustava? Na to nám Helmholtz nedává žádnou odpověď. Zato nám však dále říká:

„Zda existovala (v prvotní mlhovině) ještě další *zásoba síly ve formě tepla*.¹¹ to nevíme.“

Teplu je však, s dovolením, odpudivá „síla“, působí tedy *proti* směru tíže i chemické přitažlivosti. Je záporná, jestliže tíži bereme kladně. Skládá-li tedy Helmholtz svou původní zásobu síly z všeobecné a chemické *přitažlivosti*, pak by daná zásoba tepla nemohla být k oné zásobě síly přičtena, nýbrž od ní odečtena. Jinak by musilo sluneční teplo přitažlivou sílu Země *zvětšovat*, když — právě *proti* ní — odpařuje vodu a zdvihá páru do výše; nebo teplo žhavé železné trubky, již vedeme páru, musilo by *zesilovat* chemickou přitažlivost kyslíku a vodíku, zatím co ji právě vyřazuje. Nebo, abychom totéž vysvětlili jinak: předpokládejme, že mlhovinná koule o poloměru r , a tedy o objemu $\frac{4}{3}\pi r^3$, má teplotu t . Předpokládejme dále jinou mlhovinnou

kouli, o stejné mase s vyšší teplotou T a s větším poloměrem R , s objemem $\frac{4}{3}\pi R^3$. Nyní je jasné, že v druhé mlhovinné kouli přitažlivost, jak fyzikální, tak chemická, může působit stejnou silou jako v oné první kouli teprve tehdy, když se poloměr R smrští na r , t. j. až se teplo odpovídající rozdílu $T - t$ vyzáří do prostoru. Teplejší mlhovinná koule se tedy zhustí později než chladnější, tedy teplo, jako překážka zhuštění, není, se stanoviska Helmholtzova, žádné plus, nýbrž minus „zásoby síly“. Jestliže tedy Helmholtz předpokládá možnost, že v původní mlhovině existovalo jisté množství *odpudivého* pohybu ve formě tepla, které se přičítalo k *přitažlivým* formám pohybu a zvětšovalo tak jejich úhrn, dopouští se závažné chyby ve svých výpočtech.

Přidejme tedy celé této „zásobě síly“, jak empiricky, tak theoreticky možné, totéž znaménko, aby bylo možno je sečíst. Protože prozatím nemůžeme měnit znaménko tepla, místo jeho odpuzování dosadit ekvivalentní přitahování, musíme provést změnu znaménka u obou forem přitahování. Potom musíme dosadit místo všeobecné přitažlivosti, místo chemické afinity a místo tepla, existujícího možná již jako takového hned na počátku, jednoduše součet odpudivého pohybu čili tak zvané energie, existující v plynové kouli v okamžiku jejího osamostatnění. A pak souhlasí také výpočet Helmholtzův, v němž chce vypočítat „oteplení“, které by „musilo nastat předpokládaným počátečním zhuštěním nebeských těles naší soustavy z rozptýlené mlhoviny“. Tím, že celou „zásobu síly“ redukuje na teplo, na odpuzování, umožňuje také přičíst k ní předpokládanou zásobu sil tepla. Pak nám jeho výpočet říká, že $\frac{453}{454}$ celé energie, existující původně v plynové kouli, t. j. odpuzování, bylo už vyzářeno do prostoru ve formě tepla; čili, přesněji vyjádřeno, že součet veškeré přitažlivosti v dnešní sluneční soustavě se má k veškerému existujícímu odpuzování jako 454:1. Pak však tento výpočet přímo odporuje textu přednášky, k níž byl připojen jako doklad.

Dává-li představa síly i takovému fyzikovi, jako je Helmholtz, příležitost k takovému matení pojmů, pak je to nejlepším důkazem, že je vědecky zcela nepořádná ve všech oblastech bádání, které přesahují rámec theoretické mechaniky. V mechanice bereme přřčiny pohybu jako dané a nestaráme se o jejich původ, nýbrž jen o jejich účinky. Označíme-li tedy tu či onu

příčinu pohybu jako sílu, pak to mechanice jako takové neublíží; ale zvykáme-li si přenášet toto označení také na fyziku, chemii a biologii, pak je zmatek neodvratný. To jsme už viděli a ještě často uvidíme.

O pojmu práce viz příští kapitolu.

ZÁKLADNÍ FORMY POHYBU

- ¹ Z 3. svazku. Tato stať byla napsána zřejmě roku 1880 nebo 1881. - 60.
- ² Engels má na mysli pravděpodobně 22. stránku I. svazku Kantových Sebraných spisů, za redakce Hartensteinovy (I. Kant's Sämtliche Werke in chronologischer Reihenfolge herausgegeben von G. Hartenstein, Band I, Leipzig 1867). Na straně 22 tohoto vydání je otištěn § 10 Kantovy první práce „Myšlenky o správném ocenění živých sil“. Hlavní these tohoto paragrafu zní: „Trojrozměrnost prostoru vyplývá zřejmě z té okolnosti, že v tomto světě působí na sebe substance navzájem tak, že působící síla je nepřímou úměrná čtverci vzdálenosti“. - 61.
- ³ *Helmholtz*, O zachování síly, Berlín 1847, kapitoly I a II. - 61.
- ⁴ Ve smyslu vzájemného vyrovnání a neutralisace. - 62.
- ⁵ Úplný název Helmholtzovy knihy zní: „Populäre wissenschaftliche Vorträge“ von H. Helmholtz, zweites Heft, Braunschweig 1871. - 65.
- ⁶ Mluví se o výše citované knize: „Populäre wissenschaftliche Vorträge“ von H. Helmholtz, zweites Heft, Braunschweig 1871. Podtrženo v následujícím citátě Engelsem. - 68.
- ⁷ Engels má pravděpodobně na mysli „Poznámku“ Hegelovu k paragrafu o „Formálním důvodu“ ve „Velké logice“ (viz *Hegel*, Spisy, rus. vyd., sv. V, str. 544—548). V tomto dodatku se Hegel podivuje „formálnímu způsobu vysvětlování z tautologických důvodů“. „Tento způsob,“ píše Hegel, „se líbí hlavně pro svou naprostou jasnost a pochopitelnost, neboť co může být jasnějšího a pochopitelnějšího než výrok, že na př. růst má příčinu v nějaké růstové, t. j. růst způsobující síle“ (*tamtéž*, str. 545). „Jestliže na otázku, proč tento člověk jede do města, odpovíme, že příčinou je přitažlivá síla ve městě, která tam onoho člověka přitahuje“, pak taková odpověď není méně hloupá než vysvětlení pomocí „růstové síly“. Přesto, poznamenává Hegel, „jsou vědy, zejména fyzikální, přeplněny takovými tautologiemi“, které si činí nárok na vědeckost (*tamtéž*, str. 544). - 69.
- ⁸ Engels cituje první díl Hegelových „Dějín filosofie“ podle prvního německého vydání (Berlín 1833). Kursiva Engelseva. Ruský překlad tohoto díla (Partizdat 1932) byl proveden podle druhého německého vydání (Berlín 1840), kde je text poněkud jiný, nesouhlasící zcela s textem prvního vydání. - 69.
- ⁹ Podtrženo Engelsem. - 70.
- ¹⁰ Tato přednáška se nazývá „O vzájemném působení přírodních sil“. - 71.
- ¹¹ Podtrženo Engelsem. Citát je se strany 120 Helmholtzovy knihy. - 72.