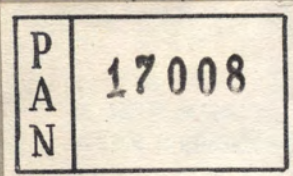


Ie 17/27



ODBITKA

CZASOPISMA POLSKIEGO TOW. PRZYRODNIKÓW
(Serja B. PRZEGLĄD ZAGADNIENI NAUKOWYCH).
TOM LIV. — ZESZYT IV. — 1929.

DEZYDERY SZYMKIEWICZ

17008

PRZYCZYNKI DO FILOZOFJI
PRZYRODOZNAWSTWA

I—II.

Polaczone Biblioteki WPIS UW, IPIS PAN I IP

P.17008



19017008000000

Polaczone Biblioteki WPIS UW, IPIS PAN I IP



LWÓW

PIERWSZA ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, UL. LINDEGO L. 4.

1929

K
13. 12. 63.
A. 457/63
PAN

H-130777

17008

17008

DEZYDERY SZYMKIEWICZ.

Przyczynki do filozofji przyrodoznawstwa.

La science sans philosophie est un simple
bureau d'enregistrement.

Houston Stewart Chamberlain.

I. Stosunek przyrodoznawstwa do filozofji.

Na wstępie muszę powiedzieć słów kilka na usprawiedliwienie tytułu. Co rozumiem pod filozofją przyrodoznawstwa? Pytanie to nie jest bynajmniej zbędne wobec rozdziału, istniejącego między filozofją a naukami przyrodniczymi. Taki rozdział jest rzeczą całkiem naturalną wobec zasadniczej różnicy w metodach badania. Podczas gdy filozofja posługuje się metodami dedukcyjnymi, przyrodoznawstwo pracuje metodami indukcyjnymi. Nie jest to jednak jedyna przyczyna tej rozbieżności między naukami filozoficznymi a przyrodniczymi. Działają tu jeszcze przyczyny psychologiczne. A mianowicie filozofowie mają przeważnie wykształcenie humanistyczne i przez to nie mają zainteresowania dla zagadnień przyrodniczych. Są wprawdzie także wyjątki, że wspomnę Wundta, ale wyjątki, jak mówi przysłowie, tylko potwierdzają ogólne prawidło. Z drugiej strony przyrodnicy nie mają wykształcenia filozoficznego i uważają na ogół rozważania filozoficzne za stratę czasu. Wszystkie te przyczyny spowodowały, że współpraca przyrodników z filozofami zawsze szwankowała. Zwłaszcza fatalnie wypłynęła na te stosunki niemiecka „Naturphilosophie“, która usiłowała zastąpić przyrodoznawstwo i poznać świat bez doświadczenia w drodze czystego rozumowania, opartego na ogólnych przesłankach.

Późniejsze próby naprawienia złego, nawet energiczna praca Ostwald'a, nie spowodowały żadnej istotnej zmiany.

Współpraca przyrodników z filozofami jest jednak jeżeli nie konieczna, to przynajmniej bardzo pożyteczna dla rozwoju nauki. Trzeba tylko wyszukać wspólne zagadnienia dla tych pozornie tak bardzo różnych dziedzin badania naukowego. Mogłoby się zdawać, że takich zagadnień niema. Tak jednak nie jest. Przyrodoznawstwo podczas badań nad nieskończoną różnorodnością zjawisk stwarza sobie coraz to nowe pojęcia, a dawniejsze ciągle przeobraża. Te pojęcia mieszczą w sobie potencjalnie wszystkie zdobycze nauk przyrodniczych. W pojęciach energii, atomu, dziedziczności i t. d. kryje się cała treść współczesnego przyrodoznawstwa. Pojęć tych jest bardzo wiele, przybywa ich w miarę postępu badań coraz więcej. Muszą one stanowić jeden ogólny system logiczny, całkowicie ze sobą we wszystkich częściach zgodny i jasny. Tak w rzeczywistości nie jest. W pojęciach, które operują przyrodnicy, jest wiele niejasności i sprzeczności. Nie jest to wcale dziwne. Wszelkie próby podporządkowania różnorodnej i barwnej natury pod sztywne schematy logiczne nie mogą iść prosto do celu, lecz muszą próbować utworzenia sobie drogi w sposób rozmaity, często całkiem niespodziewany. Jaskrawym tego przykładem jest terazniejszy stan badań fizycznych, w których teoria undulacyjna światła tak się klóci z teorią korpuskularną, że według słów Williama Bragga, wypowiedzianych podczas obrad angielskiej „Association for advancement of science“, fizycy w poniedziałek, środę i piątek opierają się na jednej z tych teoryj, zaś we wtorek, czwartek i sobotę — na drugiej.

Takie wyświeślenie i uzgodnienie pojęć używanych w naukach przyrodniczych może być przeprowadzona tylko przy udziale filozofów, którzy są z natury swoich prac i zainteresowań bardziej wyrobieni w operowaniu pojęciami, zwłaszcza pojęciami ogólnymi. Przyrodnik jest nieraz zbyt zaabsorbowany technicznymi trudnościami, które musi zwalczać podczas doświadczeń i obserwacyj, ażeby mógł dostrzec niejasności i sprzeczności w pojęciach, które się posługuje. Współpraca przyrodnika z filozofem w tej dziedzinie może dać bardzo wiele cennych dla nauki rzeczy, otwierając badaniom nowe perspektywy, zasłonięte przez las faktów.

Serja artykułów, którą tu rozpoczynam, ma za cel zilustrowanie powyższych myśli przez zastosowanie ich do konkretnych przypadków. Jeżeli uda mi się zwrócić uwagę przyrodników na te zagadnienia, cel tych wywodów będzie spełniony.

II. Praca.

Pierwszem zagadnieniem, którem się zajmę z przedstawionego powyżej punktu widzenia, będzie pojęcie pracy. Pojęcie to, wraz z opartem na niem pojęciem energii, stanowi jedną z podstaw współczesnego przyrodoznawstwa. Jest ono zazwyczaj formułowane w sposób chwiejny i zarazem sprzeczny z pojęciem energii. Nawet klasyczny wykład tych pojęć w „Zasadach fizyki“ Witkowskiego nie jest wolny od tych braków.

Dla jaśniejszego przedstawienia omawianego zagadnienia rozpatrzmy bliżej wywody Witkowskiego (cytuję tu ustępy tomu I według wydania II, str. 214 i 215). Znajdujemy w nich następujące określenia:

„Wykonywaniem rozmaitych czynności, polegających na poruszaniu ciał, przy równoczesnem przewyciężaniu oporów, nazywamy pracowaniem. Człowiek, podnoszący ciężary, przecinający piłą drzewo, obracający kamień młyński; koń ciągnący wóz po nierównej drodze, — są to przykłady wykonywanej pracy. Zdolność do pracowania nazywamy energją. W miarę wykonywania pracy zdolność ta wyczerpuje się; ilość pracy, która może być jeszcze wykonana, zmniejsza się; energję możemy przeto uważać także jako zasób pracy, nagromadzonej w człowieku pracującym, a wydawanej nazewnątrz podczas pracowania. Gdy do wykonywania prac zaczęto używać machin zamiast ludzi albo zwierząt, zastosowano pojęcia pracy i energii do materji nieożywionej; mówi się np. że machina parowa, obracająca kamienie młyńskie albo poruszająca piłę w tartaku, wykonywa pracę...

„Pracę cenimy tem wyżej, im większe są siły, sprzeciwiające się ruchowi, t. j. im większe opory mają być przewyciężone, tudzież im obszerniejszym jest ruch, to znaczy, im dłuższą drogą, wzdłuż której opór bywa pokonywany. Ciśnienie albo usiłowanie jakiegokolwiek, nie sprawiające ruchu, nie wykonywa żadnej pracy. Zgodzono się liczyć wartość pracy proporcjonalnie do wielkości oporu i do długości drogi. Praca jest tedy proporcjonalna do iloczynu z oporu i drogi“.

W przytoczonym ustępie zawarte są określenia pracy i energii, które tu zreasumuję, uwydatniając rzeczy najważniejsze.

1. Jeżeli ciało porusza się, pokonywując pewien opór, to ciało to wykonuje pracę; pod oporem

przy tem rozumie się każdą siłę, działającą na ciało w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu.

2. Energją nazywamy zdolność wykonywania pracy. Ciało pracujące posiada pewien zasób energii, który zmniejsza się w miarę wykonywania pracy.

Powyższe określenia są całkiem jasne i nie zawierają żadnych sprzeczności.

Ale już kilka wierszy dalej w dziele Witkowskiego wkradają się niejasności. Czytamy tam:

„W każdym ruchu jednostajnym siły, poruszające ciało, równoważą się z oporami...; w przypadku ruchów niejednostajnych możemy toż samo powiedzieć, do oporów należy jednak doliczyć także opór, wynikający z bezwładności ciała poruszanego... Jest więc rzeczą obojętną, czy przy obliczaniu pracy pomnożymy drogę przez opór pokonany, czy przez siłę poruszającą, która ten opór pokonywa“.

W tym ustępie wprowadza się do obliczenia wielkości pracy zamiast oporu siłę poruszającą. Dla określenia pojęcia pracy sposób obliczania jej wielkości jest całkiem obojętny, byleby treść pojęcia pozostała bez zmiany. Gdyby zatem chodziło tu tylko o sposób obliczania, nie zajmowałbym się wcale przytoczonym ustępem. Ale ten zmieniony sposób obliczania daje Witkowskiemu asumpt do zmiany samego pojęcia pracy. Na tej samej stronie 215 spotykamy się z wyrażeniem: „praca wykonana za pośrednictwem siły“, a na następnej stronie już jest mowa poprostu o pracy wykonanej przez siłę:

„Kilogrammetr jest to praca, dokonana przez siłę równą ciężarowi kilograma, na drodze jednego metra“.

W dalszym ciągu (na str. 223) Witkowski mówi wprawdzie o pracy wykonywanej przez ciała:

... „Energja kinetyczna równa się całkowitej pracy, którą masa poruszająca się może wykonać, tracąc zarazem prędkość, jaką pierwotnie posiadała“.

Ale 2 strony dalej mowa jest znowu o pracy sił i t. d. Pojęcie pracy staje się w ten sposób chwiejnym w zasadniczej kwestji, dotyczącej natury czynnika pracującego.

Kwestja ta nie miałaby większego znaczenia, gdyby nie ścisła łączność między pojęciem pracy a pojęciem energii.

Treść tych obu pojęć musi być zgodna. Otóż, jak to wypływa z przytoczonych powyżej określeń Witkowskiego, praca może być wykonywana tylko przez czynniki, zawierające energję. Jeżeli zatem siła ma wykonywać pracę, musi zawierać pewien zasób energji. Tymczasem nie może być wątpliwości co do tego, że siła nie zawiera energji. Jest to całkiem naturalne. Czynniki, zawierający energję, musi posiadać pewną rozciągłość. Obecnie, idąc za teorią Einsteina, przypisuje się energji nawet pewną masę. Nikt natomiast nie będzie twierdził, żeby siła posiadała jakąkolwiek masę i zajmowała jakąkolwiek przestrzeń. Nie możemy zatem twierdzić, żeby siła mogła wykonywać pracę. W przeciwnym razie bowiem wejdziemy w sprzeczność z pojęciem energji.

Do powyższego trzeba dodać jeszcze jedno. Określenie pracy jako procesu, wykonywanego przez siłę, poruszającą ciało, nie da się w wielu przypadkach zastosować z powodu braku takiej siły. Naprzykład wystrzelona kula armatnia wykonuje pracę wtedy, gdy siła poruszająca przestała już działać.

Stwierdziwszy, że siła nie może wykonywać pracy, musimy teraz określić, które czynniki fizyczne posiadają tę zdolność. Są to przedewszystkiem ciała, jak już o tem była mowa. Wykonują one pracę nie tylko wtedy, kiedy się poruszają, ale także, kiedy się rozprężają lub kurczą, o ile naturalnie ten proces jest połączony z przewyciężaniem oporu, stawianego przez otaczające ciała. Dzieje się to kosztem zawartej w ciałach energji, czego świadectwem jest oziębienie się, które wtedy następuje.

Drugim czynnikiem, mogącym wykonywać pracę, jest elektryczność. Jest to zrozumiałe samo przez się, gdyż, jak to wiemy dziś, materia nie różni się zasadniczo od elektryczności i atomy składają się z cząsteczek elektrycznych dodatnich i ujemnych, w pewien sposób związanych ze sobą.

Jakie jeszcze czynniki mogą wykonywać pracę? Trzeba ich szukać tam, gdzie się mieści energja. Otóż od czasów Faradaya wiemy, że energję zawierać może także pusta pozornie przestrzeń, zajęta przez pola sił. Stąd zjawia się możliwość, że pola sił mogą wykonywać pracę i to nie siły, działające w tych polach, lecz same pola, bo tylko one zawierają energję.

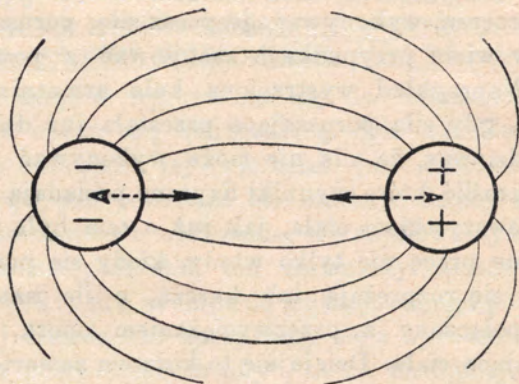
Handwritten notes:
 Kiedy kula
 porusza się
 bez oporu
 nie wykonywa
 pracy
 kula (pora)
 przestaje działać
 wtedy
 przestaje
 wykonywać
 pracę
 nie wykonuje
 pracy
 kula ma
 pracę

Weźmiemy dla przykładu najprostszy przypadek: pole elektryczne, wytworzone przez dwa ciała naelektryzowane elektrycznością różnych znaków (rys. 138).

Jak wiadomo, według koncepcji Faradaya, działania dynamiczne w takim polu można przedstawić przy pomocy strug elektrycznych, przebiegających od ładunków dodatnich do ujemnych. Strugi te są w stanie naprężenia i powodują przyciąganie się ciał o różnoimiennych ładunkach. Naprężenie strugi w miejscu, w którym przekrój jest a , równa się

$$f = \frac{k E^2}{8 \pi} a,$$

gdzie k jest stałą dielektryczną środowiska i E — natężeniem pola elektrycznego. Skutkiem wspomnianego naprężenia,



Rys. 138.

strugi będą działały na ciała siłami, skierowanymi ku sobie (wektory wyrysowane pełnymi linjami na rysunku 138). Będąc w stanie naprężenia, strugi jednocześnie rozpierają się wzajemnie z siłą, która równa się

$$f' = \frac{k E^2}{8 \pi} a$$

w stosunku do wycinka a bocznej powierzchni. Strugi zawierają pewien zasób energii, której wielkość, przypadająca na pewną objętość v , wynosi

$$P = \frac{k E^2}{8 \pi} v.$$

Do strug elektrycznych możemy zastosować pojęcie pracy, utworzone początkowo dla ciał. Wyobraźmy sobie, że ciała, tworzące pole elektryczne i umocowane na pewnej odległości, zostaną uwolnione i pozostawione samym sobie. Strugi, łączące te ciała, zaczną wtedy kurczyć się i pociągną ciała ku sobie, nadając im ruch przyspieszony.

Będą one przytem pokonywały opór, stawiany przez ciała skutkiem ich bezwładności. Opór ten, zgodnie z III prawem mechaniki, będzie równy działaniu strug na ciała i będzie miał odwrotny kierunek (wektory kreskowane na rys. 138). Dochozimy w ten sposób do wniosku, że w omawianem zjawisku odbywa się praca pola elektrycznego nad ciałami, względnie nad ładunkami elektrycznymi tych ciał, co jest wszystko jedno z naszego punktu widzenia. Praca ta jest naturalnie połączona z ubytkiem energii pola: każda struga straci tyle energii, ile wykona pracy. Jeżeli przekrój strugi wynosi a , a pewne bardzo małe skrócenie jej — l , to praca wykonana przez strugę wyrazi się wzorem

$$L = f \cdot l = \frac{k E^2}{8 \pi} a l,$$

w którym można będzie użyć tej samej wartości natężenia pola E . Jednocześnie objętość strugi zmniejszy się o wielkość

$$v = a l,$$

skutkiem czego energia strugi zmniejszy się o wielkość

$$P = \frac{k E^2}{8 \pi} v,$$

równą pracy L wykonanej przez strugę.

W podobny sposób można traktować pracę, wykonywaną przez strugi skutkiem rozpierania się. Można nadto rozszerzone w ten sposób pojęcie pracy stosować do wszelkich pól, nie wyłączając grawitacyjnych. Jeżeli np. kamień będzie spadał w próżni, możemy powiedzieć, że pole grawitacyjne wykonuje nad nim pracę.

Reasumując, można określić ogólnie wszelką pracę, jako pokonywanie oporu, bez względu na to, jaki czynnik ją wykonywuje: ciało, nabój elektryczny, czy też struga jakiegokolwiek pola sił.

Ażebym pojęcie pracy było całkiem jasne, trzeba wskazać nietylko czynnik pracujący, lecz także czynnik, nad którym praca jest wykonywana. Jest to rzecz przez nikogo nie kwestjonowana, ale często zapomniana. Dlatego też warto o tem słów kilka powiedzieć, chociażby się miało narazić na zarzut wyważania drzwi otwartych.

Ponieważ czynnik pracujący traci tyle energii, ile wykonał pracy, energia ta z powodu swojej niezniszczalności musi przejść gdzieindziej. Przechodzi ona do tego czynnika, nad którym praca była wykonana. W przypadku pracy ciała nad ciałem jest to zupełnie jasne, tak samo w przypadku elektryczności. Trudności mogą wynikać wtedy, gdy wchodzi w grę pola sił. Energia przechodzi wtedy z pola sił na ciała albo odwrotnie. Naprzykład kamień spadający w próżni otrzyma od pola grawitacyjnego energję w formie energii kinetycznej, zaś rzucony w próżni do góry będzie oddawał swoją energję kinetyczną polu grawitacyjnemu w miarę zmniejszania się swojej szybkości i t. d.

Wyłożone powyżej idee o pojęciu pracy przedstawiłem w formie elementarnej w moim podręczniku fizyki dla szkół średnich ¹⁾. Tu dodam jeszcze jedną rzecz nową. Zasada przesunięć przygotowanych powinna być formułowana inaczej, niż się to powszechnie robi. Ujmuje się ją w ten sposób, że ciało pozostaje w równowadze, o ile suma algebraiczna prac wszystkich sił, działających na nie, dla wszystkich możliwych nieskończenie małych przesunięć jest równa zeru. Tak sformułowana zasada kłóci się z prawem zachowania energii, bo siły nie zawierają energii i nie mogą wykonywać pracy.

Można jednak ją uzgodnić z tem prawem przez użycie przedstawionego powyżej pojęcia pracy. Otrzymałaby ona wtedy brzmienie następujące: Ciało utrzymuje się w równowadze, o ile zasób energii, zawartej w niem, pozostaje bez zmiany przy wszelkich możliwych nieskończenie małych przesunięciach jego.

Z Pracowni Botanicznej Wydz. Rolniczo-Leśnego Politechniki Lwowskiej.

¹⁾ Szymkiewicz D. Fizyka elementarna. Włocławek 1917.



