



Kim był Charles Augustin Coulomb?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Audiobook](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Kim był Charles Augustin Coulomb?

Czy to nie ciekawe?

Podstawą bardzo wielu działań praktycznych w zakresie szeroko rozumianej techniki jest rozpoznanie właściwości materiałów i przewidzenie zachowania się konstrukcji oraz urządzeń. W skrócie można to ująć następująco: jednym z głównych filarów inżynierii, wynalazczości jest fizyka. Z kolei jednym z głównych odbiorców dokonań fizyki jest inżynieria. Prawdą też jest, że obie te dziedziny wpływają na siebie wzajemnie bezpośrednio. Potrzeby w zakresie zastosowań praktycznych nierzadko zapoczątkowują w fizyce proces prowadzący do odkrycia, zaś odkrycia często inspirują działania kończące się wynalazkami.

Dlatego też wiele odkryć z fizyki zawdzięczamy ludziom, którzy z wykształcenia i zawodu byli inżynierami, a z racji dokonań znani są jako wybitni fizycy. Do tego grona należał Charles Augustin Coulomb.



Rys. a. Charles Augustin Coulomb, inżynier i fizyk francuski, 1736-1806. [Źródło: [Palace of Versailles](#) / Public domain]

Twoje cele

Praca z e-materiałem zapewni Ci, że:

- poznasz elementy życiorysu Coulomba, najważniejsze jego odkrycie, a także inne dokonania,
- określisz usytuowanie czasu, w którym żył Coulomb na tle wybranych wydarzeń historycznych, w tym z historii odkryć naukowych,
- zastosujesz prawo Coulomba do rozwiązywania problemów z dziedziny elektrostatyki,
- przeanalizujesz i zinterpretujesz różnice pomiędzy wynalazkiem i odkryciem.

Przeczytaj

Warto przeczytać

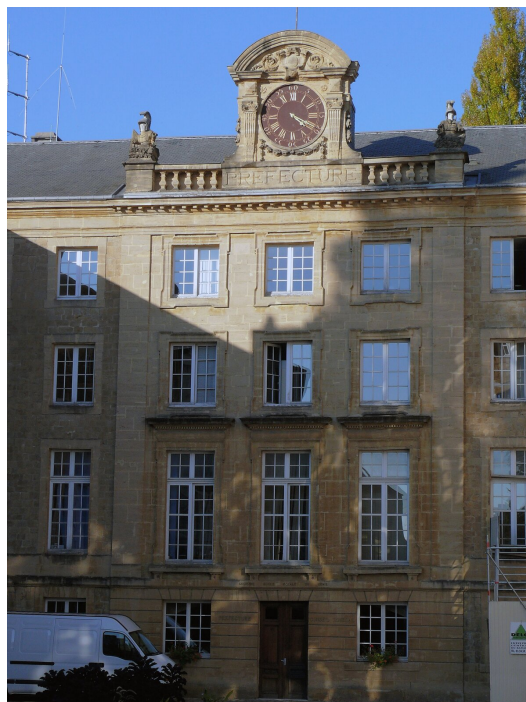
Nazwisko Coulomb (wym. kulomb) słyszał każdy, kto na szkolnych lekcjach fizyki uczył się o elektryczności. Niektórym mało spostrzegawczym uczniom to nazwisko myli się czasem z Kolumbem, odkrywcą Ameryki.

Charles Augustin Coulomb był Francuzem. Urodził się 14 czerwca 1736 r. w Angoulême w środkowo-zachodniej Francji. Jego ojciec Henry był zarządcą dóbr królewskich i często zmieniał miejsce zamieszkania. Rodzina wkrótce przeniosła się do Paryża, gdzie Charles Augustin uczył się w prestiżowych szkołach, najpierw w Collège Mazarin, a potem w Collège de France. Tymczasem jego ojciec zbankrutował wskutek nieprzemyślanych inwestycji i wrócił do Montpellier, skąd pochodził. Coulomb pozostał w Paryżu z matką, która chciała, aby studiował medycynę. Młodzieńca ta dziedzina zupełnie nie pociągała, więc wkrótce wyjechał za ojcem do Montpellier i w miejscowym lokalnym Towarzystwie Naukowym rozwijał swe zainteresowania naukami ścisłymi.



Rys. 1. Collège Mazarin, zwany także Collège des Quatre Nations, funkcjonował w latach 1688-1791 jako część Uniwersytetu Paryskiego. Do grona absolwentów Collège Mazarin należeli m.in. chemik Antoine Lavoisier i fizyk Jean d'Alembert. [Źródło: [Israel Silvestre](#) / Public domain]

Chcąc zdobyć wykształcenie, które by zapewniało godziwy byt, Coulomb pomyślał o karierze wojskowej. Jesienią 1758 r. wrócił do Paryża i przygotowywał się do egzaminu do École du Génie w Mézières. Była to szkoła kształcąca inżynierów wojskowych, czyli saperów. Dostał się do niej na początku 1760 r. i dwa lata później miał już dyplom i stopień porucznika.



Rys. 2. École Royale du Génie de Mézières, kształciła „inżynierów wojskowych” (saperów i artylerzystów). Funkcjonowała od roku 1748 i weszła w skład powołanej w roku 1794 École Polytechnique. [Źródło: [MOSSOT / CC BY-SA](#)]

Karierę w wojsku Coulomb rozpoczął od służby w porcie Brest. W lutym 1764 r. wysłano go nagle na Martynikę. Wyspę tę podczas wojny siedmioletniej opanowali Brytyjczycy. Po odzyskaniu jej przez Francję w 1763 r. w wyniku traktatu paryskiego, postanowiono ją silnie ufortyfikować, aby była trudna do zdobycia. Coulomb odpowiadał za budowę fortu Bourbon. Było to zadanie bardzo poważne. Budowa fortu i umocnień trwała osiem lat i kosztowała aż 250000 [ludwików](#). Coulomb musiał kierować załogą 1200 ludzi i jak potem wspominał, często przekonywał się, jak dalece wszystkie teorie oparte na laboratoryjnych eksperymentach w małej skali okazywały się niewystarczające w praktyce. Poświęcał się więc wszystkim badaniom, które można było zastosować do zadań powierzanych oficerom saperów. W gorącym, wilgotnym klimacie kilkakrotnie poważnie chorował i tak nadszarpnął zdrowie, że potem do końca życia dręczyły go różne dolegliwości.

Coulomb wrócił do Francji dopiero w 1772 r. Następny przydział dostał do Bouchan, a potem do Cherbourg, ale nie miał tam wiele zajęć, więc wykorzystywał czas na opracowanie rozpraw z mechaniki i inżynierii lądowej. Gorzej wiodło mu się w 1779 r., kiedy został przeniesiony do Rochefort i brał udział w budowie drewnianego fortu, którą kierował mierny fachowiec, apodyktyczny markiz de Montalembert.

W ogłoszonej w 1779 r. pracy „*Teoria machin prostych*”, obejmującej zjawiska tarcia i sztywności. Coulomb opisał prawa tarcia, które odkrył na podstawie swych doświadczeń. Rozprawa ta przyniosła mu w 1781 r. nagrodę Francuskiej Akademii Nauk i wybór na jej członka. W tym czasie awansował do rangi kapitana. Postarał się wtedy o przeniesienie do Paryża, aby móc brać udział w pracach Akademii. Od tego czasu zajmował się głównie badaniami fizycznymi. Badania elektryczne prowadził przy użyciu czułej [wagi skręceń](#),

umożliwiającej pomiar bardzo małych sił. W 1785 r. ogłosił, że siła między ładunkami elektrycznymi maleje z kwadratem odległości między nimi. Przez wiele lat prawo Coulomba dla **mas magnetycznych** było cytowane w podręcznikach. Nadal bywał konsultantem w projektach inżynierskich. W jednym z takich projektów, dotyczącym kanałów i portów w Bretanii, Coulomba obarczono odpowiedzialnością za niepowodzenia i wtrącono do więzienia, na szczęście na krótko.

W Paryżu Coulomb mieszkał przy Rue de Chantre, w pobliżu katedry Notre Dame. Ciężkie czasy terroru rewolucyjnego wołał jednak przeczekać w swej posiadłości niedaleko Blois. Miał przyjaciółkę, młodszą o trzydzieści lat Louise Françoise LeProust Desormeaux. Ich pierwszy syn, Charles Augustin II, urodził się w 1790 r., a drugi, Henry Louis, siedem lat później. W końcu Coulomb zalegalizował związek z matką swych synów i wziął z nią ślub w listopadzie 1802 r.

W 1791 r. Coulomb zrezygnował z wojska po 31 latach służby. Był jednak dumny z wojskowego stopnia kapitana saperów i w swoich publikacjach umieszczał go na pierwszym miejscu wśród swych tytułów, przed godnością członka Akademii Nauk. W 1801 r. wybrano go prezesem Instytutu Francji (taką nazwę przyjęła w czasach napoleońskich Akademia Nauk). Przeniósł się z rodziną do nowego mieszkania na lewym brzegu Sekwany, ale niedługo cieszył się tym apartamentem, bo w sierpniu 1806 r. zapadł na silne przeziębienie, którego nie przeżył. Współcześni wspominali go jako człowieka o pogodnym, życzliwym usposobieniu, który nigdy nikomu nie wchodził w drogę.

Słowniczek

ludwik

(*ang.: Louis d'or*) także luidor – złota moneta francuska, bita w latach 1640–1792, za panowania czterech ostatnich królów Francji.

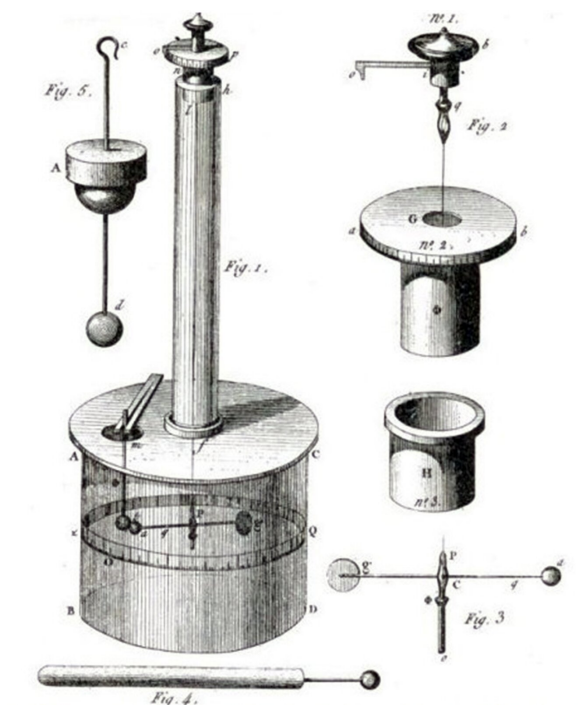
waga skręceń

(*ang.: torsion spring*) zwana także wagą Cavendisha, to przyrząd do pomiaru małych sił, np. elektrostatycznych lub grawitacyjnych; przyrząd ten składa się z dwóch jednakowych mas umieszczonych na końcach lekkiej, poziomej belki zawieszanej na cienkiej, skrętnej nici.

masa magnetyczna

(*ang.: magnetic mass*) hipotetyczna właściwość biegunów magnesów, opisująca ich zdolność do wytwarzania pola magnetycznego oraz do oddziaływania z inną „masą magnetyczną”.

Kim był Charles Augustin Coulomb?



Rys. I. Waga skręceń Coulomba.

Audiobook można wysłuchać pod adresem: <https://zpe.gov.pl/b/P1EjxLrZV>

Kim był Charles Augustin Coulomb?

Pierwsze próby ilościowego zbadania oddziaływania ciał naładowanych elektrycznie podjęto w połowie XVIII wieku. Po wynalezieniu pierwszego kondensatora, tak zwanej butelki lejdejskiej, uzyskano możliwość zbierania dużych ładunków elektrycznych. Wielu badaczy niezależnie próbowało wtedy wyznaczać siłę oddziaływania między naładowanymi ciałami. Był wśród nich także Daniel Gralath, członek utworzonego w Gdańsku Towarzystwa Fizyki Eksperymentalnej, pierwszego towarzystwa fizycznego w Polsce.

W 1746 roku Galath posłużył się precyzyjną wagą szalkową. Elektryzował pręt pod szalką uziemionej wagi i równoważył siłę przyciągania między prętem a szalką, kładąc odważniki na drugą szalkę. Zamiast jednak skupić się na zależności od odległości między elektrodami kulistymi, co mogło go doprowadzić do prawa Coulomba, wdał się w skomplikowane rozważania na temat długości iskier dla różnych konfiguracji przyrządów. Jego eksperymenty mają tylko znaczenie historyczne.

W tym samym czasie podobne badania przy użyciu wagi prowadzili np. Duńczyk Christian Gottlieb Kratzenstein, niemieccy fizycy Georg Matthias Bose i Georg Wilhelm Richmann oraz szwajcarski uczony Daniel Bernoulli. Ten ostatni próbował mierzyć siłę między metalową tarczą ładowaną z maszyny elektrostatycznej i podobną tarczą przymocowaną na szczycie szklanej fiolki pływającej w wodzie. Siłę przyciągania mierzył równoważąc ją za pomocą obciążników fiolki. Przyrząd ten przypominał nieco obecny miernik kwasowości w akumulatorach samochodowych.

Bernoulli mierzył więc w zasadzie siłę - używając współczesnej terminologii - działającą między okładkami kondensatora płaskiego. Ogłosił, że wyniki jego pomiarów są zgodne z założeniem, że siła przyciągania elektrycznego między ciałami maleje z kwadratem odległości między nimi. Jego argumenty nie były jednak przekonujące.

Żadne ze wspomnianych badań nie pozwoliło odkryć postaci prawa oddziaływań elektrycznych. Więcej szczęścia miał Szkot John Robison, który w 1769 roku próbował wyznaczyć eksperymentalnie zależność siły oddziaływania między naładowanymi kulkami zakładając, że siła ta zależy od odległości między nimi jak $1/r^n$. Na podstawie kilkuset doświadczeń wywnioskował, że dla siły odpychania $n = 2,06$, co zaokrąglił do $n = 2$. Wyniku tego jednak z nieznanых powodów nie opublikował. Jego wyniki stały się znane dopiero w 1822 roku, ponad 30 lat po ogłoszeniu prawa Coulomba.

Coulomb prowadził swe pomiary elektryczne przy użyciu czulej wagi skręceń, która umożliwiała pomiar bardzo małych sił. Był dobrze przygotowany do tych badań, ponieważ wcześniej starannie zbadał zjawisko skręcania drutu i wyznaczył zależność kąta skręcenia od skręcającego momentu siły.

Waga skręceń Coulomba to był szklany walec o średnicy i wysokości po 30 cm, przykryty płytą szklaną, w której były wywiercone dwa otwory. W otworze f , znajdującym się w środku płyty była umocowana rura szklana o wysokości 61 cm. W tej rurze był umieszczony cienki drut srebrny, którego skręcenie mierzono mikrometrem na górnym końcu rury w wysokości h . Do drutu na dolnym jego końcu P przymocowana jest pozioma igła ag . Naładowaną kulkę d wprowadzano szczypcami do wnętrza walca. Wprowadzając do wnętrza naładowaną kulkę d dotykało się nią kulki a na końcu igły, co powodowało, że kulki uzyskiwały jednakowy ładunek. Siła odpychania była kompensowana siłą skręcenia drutu odczytywaną mikrometrycznie. Coulomb prowadził pomiary bardzo starannie, powtarzając je kilkakrotnie i wprowadzając poprawki na wpływ ładunku z naładowanych kulek.

W 1785 roku mógł już ogłosić, że „*siła odpychania dwóch małych kulek naelektryzowanych jednakowo zależy od odwrotności kwadratu odległości między środkami kulek*”. Sprawdził także, że to prawo obowiązuje dla przyciągania kulek naładowanych przeciwnymi ładunkami. Jest ciekawe, że wyniki Coulomba zostały zaakceptowane bez zastrzeżeń tylko we Francji. W innych krajach na ogół uznawano, że wnioski Coulomba są nieuzasadnione i wynikają z użycia mało zbadanej wagi skręceń. Przeciwno prawu $F \sim 1/r^2$ wypowiadali się między innymi tak wybitni uczeni jak Alessandro Volta i Christian Oersted.

Coulomb zajął się także oddziaływaniem magnesów. Posługiwał się zmodyfikowaną wagą skręceń, ale sukces zawdzięcza stosowaniu bardzo długich magnesów, tak że w danej chwili mógł mierzyć oddziaływanie jednego tylko bieguna, a wpływ drugiego, odległego bieguna, zaniedbywać.

W 1785 roku ogłosił, że wyniki są zgodne z założeniem, że oddziaływanie między biegunami magnetycznymi zmniejsza się z odległością jak jej kwadrat, tak jak dla ładunków elektrycznych. Do takich samych wniosków dotyczących zależności siły oddziaływania między magnesami od odległości między nimi dochodzili już wcześniej inni fizycy. Na przykład w 1750 roku John Michell ogłosił, że „*przyciąganie i odpychanie magnesów zmniejsza się jak kwadrat odległości między odpowiednimi biegunami*”, nie podał jednak żadnych szczegółów metody, którą osiągnął ten wynik. Dopiero wyniki Coulomba zostały poparte drobiazgową analizą i opisem pomiarów. Przez wiele lat to „*prawo Coulomba dla mas*

magnetycznych”było cytowane w podręcznikach i zrezygnowano z niego dopiero ponad pół wieku później, po utrwaleniu nowych poglądów na naturę magnetyzmu.

Wiemy dziś, że w 1772 roku angielski uczony Henry Cavendish wykonał bardzo precyzyjne pomiary oddziaływania między ładunkami. Posłużył się metodą pośrednią, a mianowicie stwierdził brak ładunku na wewnętrznej powierzchni naładowanego przewodnika; to mogło zachodzić jedynie dla siły oddziaływania elektrycznego podlegającego tym samym prawom, co grawitacja, a więc zmieniającym się odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości. Cavendish był jednak wielkim dziwakiem i nie podał nikomu informacji o swych doświadczeniach.

Dopiero w 1879 roku James Clerk Maxwell przeanalizował zachowane rękopisy Cavendisha i doszedł do wniosku, że wyznaczył on z dokładnością do 2% wykładnik $n = 2$ w prawie zależności siły między ładunkami od ich odległości $1/r^n$. Gdyby nie dziwactwo Cavendisha, Coulomb mógłby dziś pozostawać postacią mało znaną.

Osiągnięcia Coulomba uwiecznia dziś „kulomb” - jednostka ładunku elektrycznego.

tekst audiobooka poniżej

Pierwsze próby ilościowego zbadania oddziaływania ciał naładowanych elektrycznie podjęto w połowie XVIII wieku. Po wynalezieniu pierwszego kondensatora, tak zwanej butelki lejdejskiej, uzyskano możliwość zbierania dużych ładunków elektrycznych. Wielu badaczy niezależnie próbowało wtedy wyznaczać siłę oddziaływania między naładowanymi ciałami. Był wśród nich także Daniel Gralath, członek utworzonego w Gdańsku Towarzystwa Fizyki Eksperymentalnej (Societas Physicae Experimentalis), pierwszego towarzystwa fizycznego w Polsce.

W 1746 r. Gralath posłużył się precyzyjną wagą szalkową. Elektryzował pręt pod szalką uziemionej wagi i równoważył siłę przyciągania między prętem a szalką, kładąc odważniki na drugą szalkę. Zamiast jednak skupić się na zależności od odległości między elektrodami kulistymi, co mogło go doprowadzić do prawa

Coulomba, wdał się w skomplikowane rozważania na temat długości iskier dla różnych konfiguracji przyrządów. Jego eksperymenty mają tylko znaczenie historyczne.

W tym samym czasie podobne badania przy użyciu wagi prowadzili np. Duńczyk Christian Gottlieb Kratzenstein, niemieccy fizycy Georg Matthias Bose i Georg Wilhelm Richmann oraz szwajcarski uczony Daniel I Bernoulli. Ten ostatni próbował mierzyć siłę między metalową tarczą ładowaną z maszyny elektrostatycznej i podobną tarczą przymocowaną na szczycie szklanej fiolki pływającej w wodzie. Siłę przyciągania mierzył równoważąc ją za pomocą obciążników fiolki. Przyrząd ten przypominał nieco obecny miernik kwasowości w akumulatorach samochodowych.

Bernoulli mierzył więc w zasadzie siłę – używając współczesnej terminologii – działającą między okładkami kondensatora płaskiego. Ogłosił, że wyniki jego pomiarów są zgodne z założeniem, że siła przyciągania elektrycznego między ciałami maleje z kwadratem odległości między nimi. Jego argumenty nie były jednak przekonujące.

Żadne ze wspomnianych badań nie pozwoliło odkryć postaci prawa oddziaływań elektrycznych. Więcej szczęścia miał Szkot John Robison, który w 1769 r. próbował wyznaczyć eksperymentalnie zależność siły oddziaływania między naładowanymi kulkami zakładając, że siła ta zależy od odległości między nimi jak $1/r^n$. Na podstawie kilkuset doświadczeń wywnioskował, że dla siły odpychania $n = 2,06$, co zaokrąglił do $n = 2$. Wyniku tego jednak z nieznanych powodów nie opublikował. Jego wyniki stały się znane dopiero w 1822 r., ponad 30 lat po ogłoszeniu prawa Coulomba.

Coulomb prowadził swe pomiary elektryczne przy użyciu czułej wagi skręceń, która umożliwiała pomiar bardzo małych sił. Był dobrze przygotowany do tych badań, ponieważ wcześniej starannie zbadał zjawisko skręcania drutu i wyznaczył zależność kąta skręcenia od skręcającego momentu siły.

Waga skręceń Coulomba to był szklany walec o średnicy i wysokości po 30 cm, przykryty płytą szklaną, w której były wywiercone dwa otwory. W otworze f,

znajdującym się w środku płyty była umocowana rura szklana o wysokości 61 cm. W tej rurze był umieszczony cienki drut srebrny, którego skręcenie mierzono mikrometrem na górnym końcu rury w h . Do drutu na dolnym jego końcu przymocowana jest pozioma igła ag (pokazana także w powiększeniu na Fig. 3.). Naładowaną kulkę d wprowadzano szczypcami do wnętrza walca. Wprowadzając do wnętrza naładowaną kulkę d dotykało się nią kulki a na końcu igły, co powodowało, że kulki uzyskiwały jednakowy ładunek. Siła odpychania była kompensowana siłą skręcenia drutu odczytywaną mikrometrycznie. Coulomb prowadził pomiary bardzo starannie, powtarzając je kilkakrotnie i wprowadzając poprawki na upływ ładunku z naładowanych kulek.

W 1785 r. mógł już ogłosić, że „siła odpychania dwóch małych kulek naelektryzowanych jednakowo zależy od odwrotności kwadratu odległości między środkami kulek”. Sprawdził także, że to prawo obowiązuje dla przyciągania kulek naładowanych przeciwnymi ładunkami. Jest ciekawe, że wyniki Coulomba zostały zaakceptowane bez zastrzeżeń tylko we Francji. W innych krajach na ogół uznawano, że wnioski Coulomba są nieuzasadnione i wynikają z użycia mało zbadanej wagi skręceń. Przeciwno prawu $F \sim 1/r^2$ wypowiadali się między innymi tak wybitni uczeni jak Alessandro Volta i Christian Oersted.

Coulomb zajął się także oddziaływaniem magnesów. Posługiwał się zmodyfikowaną wagą skręceń, ale sukces zawdzięcza stosowaniu bardzo długich magnesów, tak że w danej chwili mógł mierzyć oddziaływanie jednego tylko bieguna, a wpływ drugiego, odległego bieguna, zaniedbywać.

W 1785 r. ogłosił, że wyniki są zgodne z założeniem, iż oddziaływanie między biegunami magnetycznymi zmniejsza się z odległością jak jej kwadrat, tak jak dla ładunków elektrycznych. Do takich samych wniosków dotyczących zależności siły oddziaływania między magnesami od odległości między nimi dochodzili już wcześniej inni fizycy. Na przykład w 1750 r. John Michell ogłosił, że „przyciąganie i odpychanie magnesów zmniejsza się jak kwadrat odległości między odpowiednimi biegunami”, nie podał jednak żadnych szczegółów metody, którą osiągnął ten wynik. Dopiero wyniki Coulomba zostały poparte drobiazgową analizą i opisem pomiarów. Przez wiele lat to „prawo Coulomba dla mas

magnetycznych” było cytowane w podręcznikach i zrezygnowano z niego dopiero ponad pół wieku później, po utrwaleniu nowych poglądów na naturę magnetyzmu.

Wiemy dziś, że w 1772 r. angielski uczony Henry Cavendish wykonał bardzo precyzyjne pomiary oddziaływania między ładunkami. Posłużył się metodą pośrednią, a mianowicie stwierdził brak ładunku na wewnętrznej powierzchni naładowanego przewodnika; to mogło zachodzić jedynie dla siły oddziaływania elektrycznego podlegającego tym samym prawom, co grawitacja, a więc zmieniającym się odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości. Cavendish był jednak wielkim dziwakiem i nie podał nikomu informacji o swych doświadczeniach.

Dopiero w 1879 r. James Clerk Maxwell przeanalizował zachowane rękopisy Cavendisha i doszedł do wniosku, że wyznaczył on z dokładnością do 2% wykładnik $n = 2$ w prawie zależności siły między ładunkami od ich odległości $1/r^n$. Gdyby nie dziwactwo Cavendisha, Coulomb mógłby dziś pozostawać postacią mało znaną. Osiągnięcia Coulomba uwiecznia dziś „kulomb” – jednostka ładunku elektrycznego.

Polecenie 1

Wskaż najbardziej trafne zaklasyfikowanie prawa Coulomba:

- ☐ jego sformułowanie było wynalazkiem;
- ☐ jego sformułowanie nie miało w sobie praktycznie żadnych cech wynalazku ani odkrycia;
- ☐ jego sformułowanie było odkryciem;
- ☐ jego sformułowanie miało w sobie zarówno cechy wynalazku jak i odkrycia;

Polecenie 2

Odsłuchaj ponownie w audiobooku fragmenty poświęcone problematyce użycia przez Coulomba wagi skręceń jako przyrządu pomiarowego. Przedstaw w punktach argumenty przemawiające za tezą, że Coulomba można uznać za współwynalazcę wagi skręceń. Skorzystaj przy tym z przygotowanego formularza. Porównaj następnie swą wypowiedź z przedstawioną odpowiedzią wzorcową.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wskaż wydarzenia, które dla Coulomba mogły być "newsami". Możliwa więcej niż jedna poprawna odpowiedź.

☐ powstanie Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej

☐ zajęcie Paryża podczas wojny Francusko-Pruskiej

☐ bitwa pod Lipskiem (tzw. Bitwa Narodów)

☐ rewolucja Francuska

☐ wyprawa Wielkiej Armady na Anglię

☐ Hołd Pruski

☐ wojna Polsko-Szwedzka (tzw. potop szwedzki)

☐ bitwa pod Crécy

Ćwiczenie 2



Za życia Coulomba aktualne były:

- ☐ renesansowa muzyka
- ☐ pozytywistyczne poglądy na pracę i naukę
- ☐ styl romański w budownictwie
- ☐ rokokowe dekoracje w pałacach
- ☐ poglądy Marksa i Engelsa na stosunki społeczne i ekonomiczne
- ☐ idee Oświecenia
- ☐ romantyczne podejście do literatury i nauki
- ☐ średniowieczna scholastyka

Ćwiczenie 3



Coulomb spędził osiem lat na Martynice. Wyspa ta leży:

- ☐ Na Morzu Karaibskim, została odkryta przez Kolumba
- ☐ Na południowym Atlantyku, w archipelagu wysp Falklandzkich (Malwinów)
- ☐ Na Oceanie Indyjskim, pomiędzy Madagaskarem a Sri Lanką (Cejlone)
- ☐ Na Pacyfiku, obecnie zwie się Tahiti

Ćwiczenie 4



Która z dziedzin wymienionych w audiobooku w największym stopniu znamionowała zainteresowania techniczne i praktyczne Coulomba?

- ☐ zjawiska cieplne
- ☐ wszystkie te dziedziny w jednakowym mniej-więcej stopniu
- ☐ zjawiska tarcia i sztywności

Ćwiczenie 5



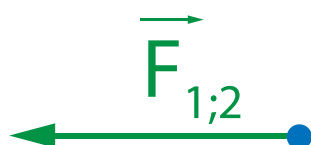
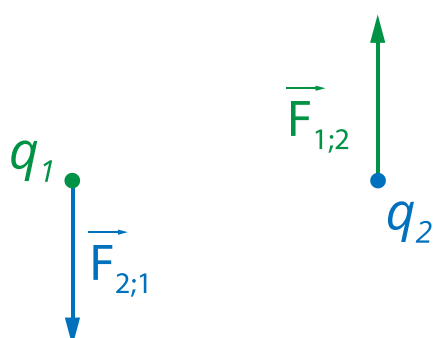
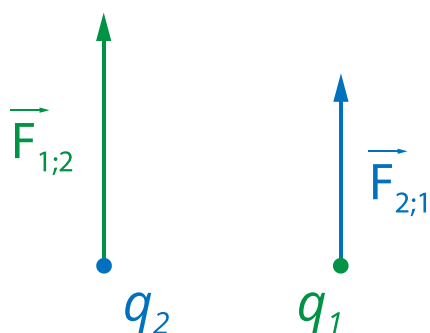
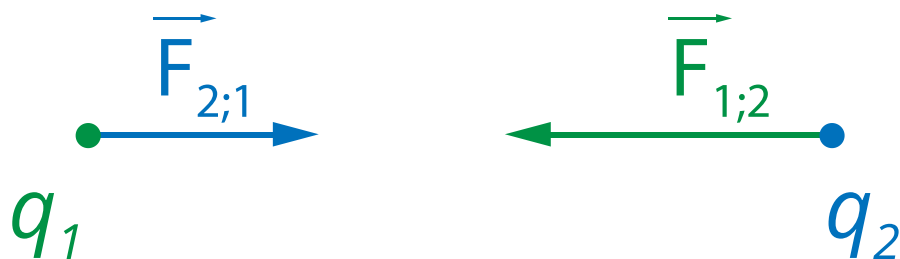
Coulomb sformułował prawo oddziaływania ładunków elektrycznych w wyniku:

- ☐ rozumowania, będącego uogólnieniem serii eksperymentów
- ☐ rozumowania teoretycznego, wynikłego z pojedynczej obserwacji
- ☐ rozumowania teoretycznego, bez jakiegokolwiek związku z badaniami doświadczalnymi
- ☐ rozumowania teoretycznego, popartego następnie wynikami własnych eksperymentów

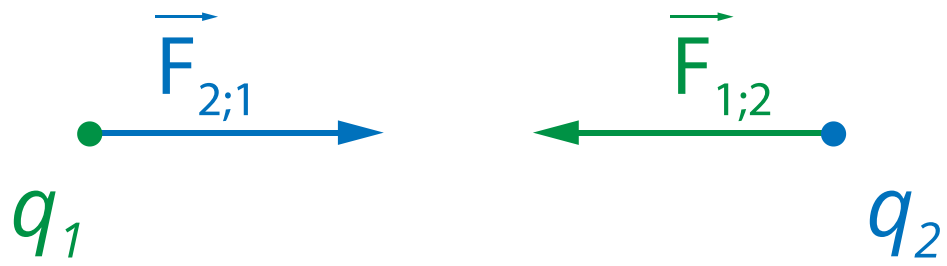
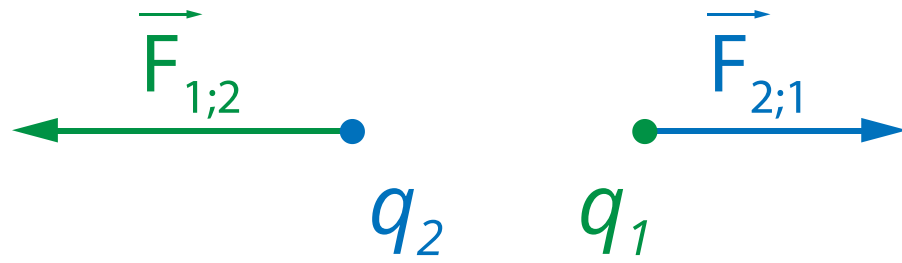
Ćwiczenie 6



Siła Coulomba, podobnie jak siła grawitacji, jest centralna. Dwa punktowe ładunki elektryczne, q_1 oraz q_2 , spełniają warunek $q_1 > q_2$. Wskaż rysunki, które prawidłowo ilustrują możliwe kierunki, zwroty i wartości sił $F_{1;2}$ oraz $F_{2;1}$ wzajemnego oddziaływania tych ładunków.



q_2 q_1



Ćwiczenie 7



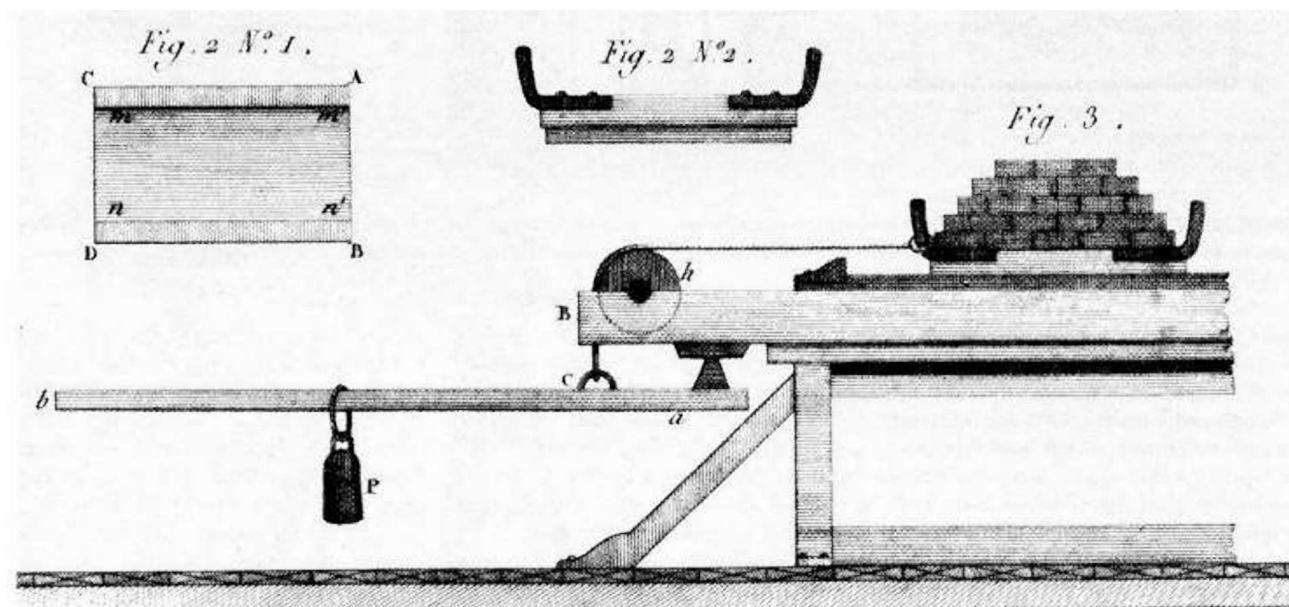
Dwa jednakowe punktowe ładunki elektryczne umieszczono w odległości r_0 . Odpychają się one siłą o niezerowej wartości F_0 . Wskaż stwierdzenie zgodne z prawem Coulomba:

- ☐ Żadne z powyższych stwierdzeń nie jest zgodne z prawem Coulomba.
- ☐ Jeśli odległość między nimi zwiększymy o $n\Delta r$ ($\Delta r > 0$; n - liczba naturalna), to wartość siły wzrośnie n^2 - krotnie.
- ☐ Powyższe stwierdzenie jest prawdziwe tylko gdy $\Delta r = r_0$.
- ☐ Jeśli odległość między nimi zwiększymy o $n\Delta r$ ($\Delta r > 0$; n - liczba naturalna), to wartość siły zmaleje n^2 - krotnie.

Ćwiczenie 8



Przeanalizuj poniższy szkic autorstwa Coulomba, przedstawiający urządzenie do badania siły tarcia. Napisz instrukcję postępowania dla eksperymentatora korzystającego z tego urządzenia.



Urządzenie do badania siły tarcia (fragment). Źródło:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Appareil_de_Coulomb.jpg

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Andrzej Kajetan Wróblewski Włodzimierz Natorf
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Pogranicze inżynierii i fizyki, czyli wynalazek i odkrycie. Co jest bardziej atrakcyjne?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony, rozszerzenie zapisów podstawy programowej
Podstawa programowa:	Cele kształcenia - wymagania ogólne: IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych. Zakres rozszerzony Treści nauczania - wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 17) przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki; 18) przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:	Uczeń: 1. operuje pojęciami „odkrycie” i „wynalazek” oraz klasyfikuje poszczególne dokonania wybranych postaci do tych kategorii, 2. opisuje podobieństwa i różnice w zakresie zainteresowań dziedzin: „fizyka” i „inżynieria”, 3. ocenia argumenty przemawiające za klasyfikacją poszczególnych dokonań wybranych postaci do tych dziedzin, 4. przedstawia wyobrażenie o własnej ścieżce życiowej w odniesieniu do tych dziedzin.
Strategie nauczania:	kształcenie wyprzedzające
Metody nauczania:	dyskusja uczniowska, analiza wypowiedzi
Formy zajęć:	wspólna praca całego zespołu klasowego
Środki dydaktyczne:	szkolna tablica, komputer z rzutnikiem
Materiały pomocnicze:	opracowania internetowe lub książkowe, poświęcone działalności i dokonaniom Thomasa Edisona, Benjamina Franklina, Sadi’ego Carnota, Jamesa Watta i Thomasa Newcomena
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
W ramach pracy domowej z poprzedniej lekcji, uczniowie, podzieleni na grupy, zapoznali się z dokonaniem jednego spośród: Thomas Edison, Benjamin Franklin, Sadi Carnot, James Watt, Thomas Newcomen. Do tej listy nauczyciel doda, na propozycję uczniów lub według własnego uznania, inne postacie ze świata wynalazców, których dokonania miały wiele wspólnego z fizyką. Zadaniem każdej grupy jest opracowanie w punktach, argumentów przemawiających za zaklasyfikowaniem dokonań do kategorii „odkrycie” i „wynalazek”. Niezależnie od tego, każdy uczeń zapoznaje się materiałem „Kim był Charles Augustin Coulomb?” i wykonuje dwa polecenia podsumowujące audiobook. Na początku lekcji nauczyciel upewnia się, czy wszyscy uczniowie prawidłowo rozumieją określenia „odkrycie” i „wynalazek”.	
Faza realizacyjna:	

Reprezentant każdej z grup, w 2-3 minutowej wypowiedzi, przedstawia osiągnięcia „swojej” postaci, zaliczając je do jednej z kategorii „odkrycie” czy „wynalazek”.

Nauczyciel zapisuje główne tezy wystąpień na tablicy.

Nauczyciel zachęca uczniów do wypowiedzi na jeden z tematów:

- Czy Coulomb (lub którakolwiek z omawianych postaci), jest raczej odkrywcą czy raczej wynalazcą?
- Jakie są preferencje zabierającego głos co do tego, czy wolałby być odkrywcą czy wynalazcą?
- Czy w czasach współczesnych jest możliwe dokonywanie odkryć czy wynalazków w pojedynkę?

Nauczyciel dba o odpowiedni poziom wypowiedzi, o to, by każda zawierała właściwą i zrozumiałą argumentację.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel podsumowuje dyskusję. Prezentuje własne poglądy na temat relacji pomiędzy fizyką a techniką.

Praca domowa:

Uczniowie zapoznają się z dokonaniem J.C. Maxwella, H. Hertza, N. Tesli, G. Marconiego i A. Popowa, związanymi z wytwarzaniem i odbieraniem fal elektromagnetycznych oraz przekazywaniem informacji za ich pośrednictwem. Następnie podadzą argumenty za przypisaniem tych postaci do kategorii „fizyk” lub „inżynier”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Notkę biograficzną można wykorzystać jako kilkuminutowy wstęp (zainteresowanie tematem) do lekcji wprowadzającej do działu „elektryczność”. Audiobook można wykorzystać w tym samym charakterze przy lekcji poświęconej prawu Coulomba.