

Prawo Coulomba

P3.1.2.1

Potwierdzenie prawa Coulomba.
Pomiar za pomocą wagi skrętnej,
zaprojektowanej przez Schürholza



Potwierdzenie prawa Coulomba. Pomiar za pomocą wagi skrętnej, zaprojektowanej przez Schürholza (P3.1.2.1)

Nr kat.	Opis	P 3. 1. 2. 1
516 01	Waga skrętna, zaprojektowana przez Schürholz	1
516 20	Akcesoria do prawa Coulomb'a	1
516 04	Liniał ze skalą	1
521 721	Zasilacz wysokiego napięcia 25 kV	1
501 05	Przewód do wysokiego napięcia 1 m	1
590 13	Izolowany pręt do statywu 25 cm	1
300 11	Cylindryczna podstawa	1
532 14	Wzmacniacz elektrometryczny	1
562 791	Gniazdo na wtyczkę, 12 V AC	1
578 25	Kondensator 1 nF, STE 2/19	1
578 10	Kondensator 10 nF, STE 2/19	1
531 120	Miernik uniwersalny LDanalóg 20	1
546 12	Puszka Faradaya	1
590 011	Wtyczka mocująca	1
532 16	Łącznik	1
471 830	Laser liniowy He-Ne	1
300 02	Statyw, o kształcie V-, 20 cm	2
300 42	Pręt do statywu 47 cm, 12 mm Ø	1
301 01	Uchwyt Leybolda	1
313 07	Stoper I, 30 s/0,1 s	1
311 02	Przymiar metalowy, l = 1 m	1
501 45	Kabel, 50 cm, czerwono/niebieski, para	1
500 414	Przewód połączeniowy, 25 cm, czarny	1
500 424	Przewód, 50 cm, czarny	1
500 444	Przewód 100 cm, czarny	2
501 43	Przewód, 200 cm, żółto/zielony	1

Zgodnie z prawem Coulomb'a, siły działające pomiędzy dwoma punktowymi ładunkami elektrycznymi Q_1 i Q_2 w odległości r od siebie mogą być wyznaczone za pomocą wzoru

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$$\text{where } \epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \text{ (permittivity)}$$

Te same siły działają pomiędzy dwoma naładowanymi polami gdy odległość r pomiędzy punktami środkowymi kul jest znacząco większa niż średnica kuli, tak aby jednorodny rozkład ładunku kul był niezakłócony. Innymi słowy, kule w tej geometrii mogą być traktowane jako punkty.

W doświadczeniu P3.1.2.1, siły coulomba pomiędzy dwoma naładowanymi kulami jest mierzona za pomocą wagi torsyjnej. Centralnym punktem tego niezwykle czułego przyrządu pomiarowego jest ciało obrotowe zamontowane sprężystość pomiędzy dwoma przewodami torsyjnymi, do których jedna z dwóch kul jest dołączona. Gdy druga kula znajduje się w bliskości pierwszej kuli, siła działająca pomiędzy dwoma naładowanymi kulami produkuje skręcanie przewodów; może to być wskazane i zmierzone za pomocą wskaźnika światła. Waga musi zostać skalibrowana jeśli siła jest mierzona w wartościach bezwzględnych. Siła coulomba jest mierzona jako funkcja odległości r . Z tego powodu, druga kula zamontowana jest na stojaku i przybliżona zostaje do pierwszej. Następnie, w stałej odległości, ładunek jednej kuli jest zredukowany o połowę. Pomiar może być wykonany także za pomocą kul o przeciwnych ładunkach. Ładunki są mierzone za pomocą wzmacniacza elektrometrycznego połączonego jako kulometr. Celem analizy jest weryfikacja proporcjonalności

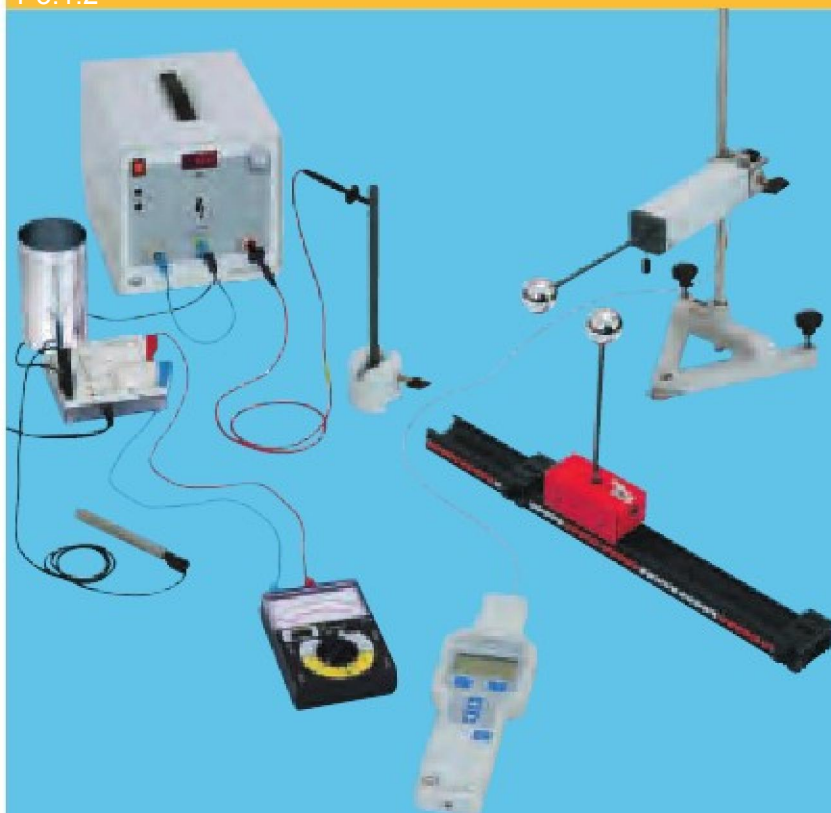
$$F \propto \frac{1}{r^2} \text{ and } F \propto Q_1 \cdot Q_2$$

i obliczenie przenikalności dielektrycznej ϵ_0 .

P3.1.2

Prawo Coulomba

P3.1.2.2
Potwierdzenie prawa Coulomba.
Pomiar za pomocą czujnika siły.



Potwierdzenie prawa Coulomba.
Pomiar za pomocą czujnika siły. (P3.1.2.2_b)

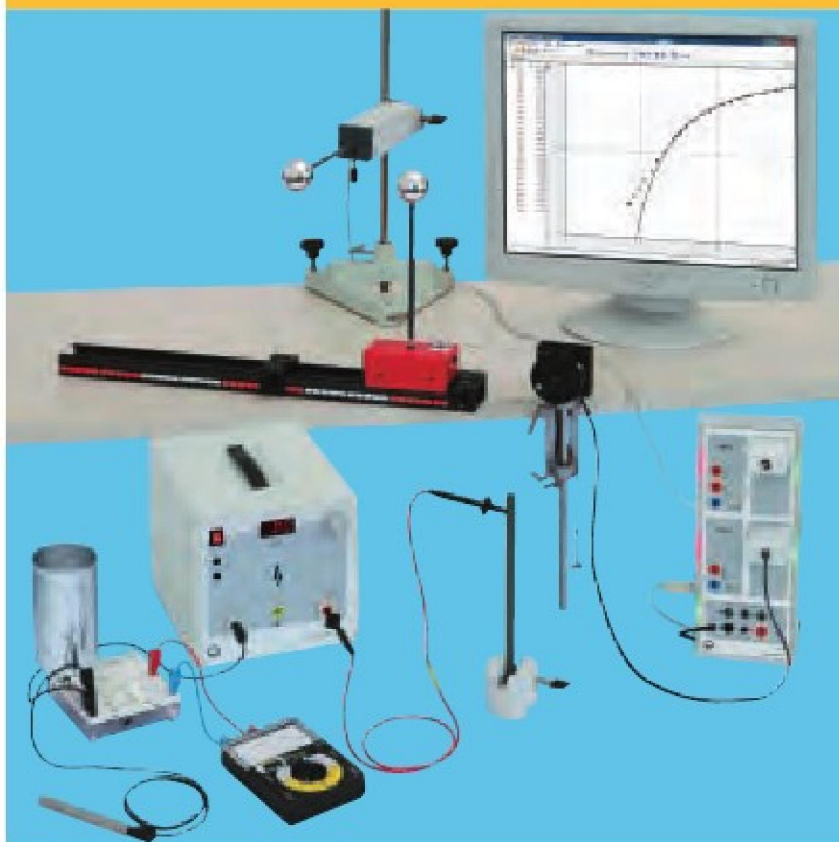
Nr kat.	Opis	P 3. 1. 2. 2 (b)
314 263	Elementy do ładowania, zestaw	1
337 00	Wózek 1	1
460 82	Precyzyjna, metalowa szyna, 0.5 m	1
460 95ET5	Przesuwny zacisk, zestaw 5 szt.	1
524 009	Mobile-CASSY	1
524 060	Czujnik siły S, ±1 N	1
521 721	Zasilacz wysokiego napięcia, 25 kV	1
501 05	Przewody wysokiego napięcia, 1 m	1
590 13	Izolowany pręt do statywu, 25 cm	1
300 11	Cylindryczna podstawa	1
590 02ET2	Wtyczka mała, zestaw 2 szt.	1
532 14	Wzmacniacz elektrometryczny	1
562 791	Wtyczka do zasilania, 12 V AC	1
578 25	Kondensator 1 nF, STE 2/19	1
578 10	Kondensator 10 nF, STE 2/19	1
531 120	Miernik uniwersalny LDanalog 20	1
546 12	Puszka Faradaya	1
590 011	Wtyczka mocująca	1
532 16	Korbowód	1
300 02	Statyw, o kształcie-V, 20 cm	1
300 41	Pręt do statywu 25 cm, 12 mm Ø	1
301 01	Uchwyt Leybolda	1
501 45	Kabel, 50 cm, czerwono/niebieski, wiązka	1
500 414	Przewód przyłączeniowy, 25 cm, czarny	1
500 424	Przewód przyłączeniowy, 50 cm, czarny	1
500 444	Przewód przyłączeniowy, 100 cm, czarny	1
501 43	Przewód przyłączeniowy, 200 cm, żółto/zielony	1

Alternatywnie do pomiaru wagą torsyjną, siła coulomba pomiędzy dwoma kugami może być także wyznaczona za pomocą czujnika siły. Urządzenie to składa się z dwóch elementów giętych połączonych równolegle do czterech czujników tensometrycznych w układzie mostka; ich rezystancja elektryczna zmienia się przy przyłożeniu obciążenia. Zmiana rezystancji jest proporcjonalna do działającej siły na przyrząd.

W doświadczeniu P3.1.2.2, czujnik siły jest podłączony do przyrządu pomiarowego, bezpośrednio wyświetlającego mierzoną siłę. Nie jest wymagana kalibracja. Siła coulomba jest mierzona w funkcji odległości r pomiędzy środkami kul, ładunku Q_1 pierwszej kuli i ładunku Q_2 drugiej kuli. Ładunki kul są mierzone za pomocą wzmacniacza elektrometrycznego połączony jako kulometr. Celem analizy jest weryfikacja proporcjonalności

$$F \propto \frac{1}{r^2}, F \propto Q_1 \text{ and } F \propto Q_2$$

i obliczenie przenikalności dielektrycznej ϵ_0 .



Prawo Coulomba

P3.1.2.3

Potwierdzenie prawa Coulomba.

Rejestracja oraz analiza za pomocą CASSY

Potwierdzenie prawa Coulomba.

Rejestracja oraz analiza za pomocą CASSY (P3.1.2.3)

Nr kat.	Opis	P 3. 1. 2. 3
314 263	Elementy do ładowania elektrycznego, zestaw	1
337 00	Wózek 1	1
460 82	Precyzyjna, metalowa szyna, 0.5 m	1
460 95ET5	Przesuwny zacisk, zestaw 5 szt.	1
524 013	Czujnik-CASSY 2	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 060	Czujnik siły S, ±1 N	1
524 082	Czujnik ruchu obrotowego S	1
521 721	Zasilacz wysokiego napięcia, 25 kV	1
501 05	Przewody wysokiego napięcia, 1 m	1
590 13	Izolowany pręt do statywu, 25 cm	1
300 11	Cylindryczna podstawa	1
590 02ET2	Wtyczka mała, zestaw 2 szt.	1
532 14	Wzmacniacz elektrometryczny	1
562 791	Wtyczka zasilająca, 12 V AC	1
578 25	Kondensator 1 nF, STE 2/19	1
578 10	Kondensator 10 nF, STE 2/19	1
531 120	Miernik uniwersalny LDanalog 20	1
546 12	Puszka Faradaya	1
590 011	Wtyczka mocująca	1
532 16	Korbowód	1
300 41	Pręt statywu 25 cm, 12 mm Ø	1
300 02	Statyw, o kształcie-V, 20 cm	1
301 01	Uchwyt Leybolda	1
337 04	Przesuwne odważniki, 4 x 5 g, zestaw	1
301 07	Zacisk na stole, prosty	1

Dla komputerowo wspomaganego pomiaru siły kulombowskiej pomiędzy dwoma naładowanymi kulami, możemy także podłączyć czujnik siły do interfejsu CASSY. Czujnik przemieszczenia (czujnik ruchu obrotowego S) jest dodatkowo wymagany do pomiaru odległości pomiędzy naładowanymi kulami.

Doświadczenie to wykorzystuje oprogramowanie CASSY Lab do rejestracji wartości i ich analizy. Siła kulombowska jest mierzona dla różnych ładunków Q_1 i Q_2 jako funkcja odległości r . Ładunki kul są mierzone za pomocą wzmacniacza elektrometrycznego połączonego jako kulometr. Celem analizy jest weryfikacja proporcjonalności

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

i obliczenie przenikalności dielektrycznej ϵ_0 .

Nr kat.	Opis	P 3. 1. 2. 3
309 48ET2	Żyłka, zestaw 2 szt.	1
501 45	Kabel, 50 cm, czerwono/niebieski, para	1
500 414	Przewód przyłączeniowy, 25 cm, czarny	1
500 424	Przewód przyłączeniowy, 50 cm, czarny	1
501 43	Przewód przyłączeniowy, 200 cm, żółto/zielony	3
	Dodatkowo wymagane: Komputer PC z Windows XP/Vista/7	1