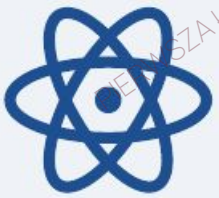
Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 1

Elektrostatyka

Zasada zachowania ładunku, prawo Coulomba (fakultatywnie), pole elektryczne i linie pola, pole jednorodne, kondensator jako magazyn energii (jakościowo). Osiem kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, utrwalenie, doświadczenie i materiał źródłowy, kartkówka (A i B) i sprawdzian (A i B) – z kluczem i zasadami oceniania.



Fizyka | klasa 3 LO i technikum | Dział 1 | zakres podstawowy (ZP)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Elektrostatyka – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZP	4 zad. · 9 pkt
2	**Elektrostatyka – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZP	7 zad. · 15 pkt
3	**Elektrostatyka – utrwalenie** Zadania łączące wiadomości z całego działu	Ćwiczenia	ZP	6 zad. · 10 pkt
4	**Elektrostatyka – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy** Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane	Praca z materiałem źródłowym	ZP	3 zad. · 12 pkt
5	**Kartkówka: elektrostatyka – grupa A**	Kartkówka	ZP	4 zad. · 7 pkt · 15 min
6	**Kartkówka: elektrostatyka – grupa B**	Kartkówka	ZP	4 zad. · 7 pkt · 15 min
7	**Sprawdzian: Elektrostatyka – grupa A**	Sprawdzian	ZP	10 zad. · 20 pkt · 45 min
8	**Sprawdzian: Elektrostatyka – grupa B**	Sprawdzian	ZP	10 zad. · 20 pkt · 45 min

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 przypomina najważniejsze prawa i wzory działu oraz pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku – od niej warto zacząć.
- Karta 2 to ćwiczenia podstawowe, karta 3 – utrwalenie, karta 4 – fizyka w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy (pomiary, wykres, tekst, dane).
- Karty 5–6 to kartkówka (15 minut), a karty 7–8 – sprawdzian (45 minut), każda w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne dane.
- Klucz na końcu: odpowiedzi, wymaganie z podstawy przy każdym zadaniu, przykładowe rozwiązania i zasady oceniania etapami, w stylu zasad oceniania CKE. Osobny plik „Powtórka": prawa i wzory (co jest w broszurze CKE), typowe błędy, test „Sprawdź się".

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **ZP VI.1** posługuje się zasadą zachowania ładunku;
- **ZP VI.2** oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków, stosując prawo Coulomba;
- **ZP VI.3** posługuje się pojęciem pola elektrycznego; ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola; opisuje pole jednorodne;
- **ZP VI.4** opisuje kondensator jako układ dwóch przeciwnie naładowanych przewodników, między którymi istnieje napięcie elektryczne oraz jako urządzenie magazynujące energię;
- **ZP VI.5** doświadczalnie: a) ilustruje pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika, b) demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok iskry).

Materiał oryginalny – zadania nie są kopiami zadań CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum w brzmieniu z 2024 r. (Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania (PP): VI.1, VI.2, VI.3, VI.4, VI.5. Stałe fizyczne – według broszury CKE „Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki". Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

Elektrostatyka – najważniejsze wiadomości

Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka

ZP KARTA 1/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 9 pkt

Najważniejsze wiadomości · 9 pkt

Przypomnij sobie

- **Ładunek elektryczny** (q, jednostka 1 C – kulomb) ma dwa rodzaje: dodatni i ujemny. Ładunki jednoimienne się odpychają, różnoimienne – przyciągają. Ładunek każdego ciała jest **wielokrotnością ładunku elementarnego**: $q = n \cdot e$, gdzie $e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C (broszura CKE), a n – liczba całkowita.
- **Elektryzowanie** polega na przemieszczaniu się elektronów: ciało, które zyskało elektrony, ma ładunek ujemny, a ciało, które je straciło – dodatni. Przy pocieraniu oba ciała elektryzują się ładunkami o równych wartościach i przeciwnych znakach.
- **Zasada zachowania ładunku:** w układzie izolowanym elektrycznie suma ładunków (ze znakami) się nie zmienia – ładunek nie powstaje i nie znika, tylko się przemieszcza. Po zetknięciu dwóch **jednakowych** metalowych kulek każda ma ładunek $\frac{q_1 + q_2}{2}$.
- **Przewodniki** (metale, grafit, roztwory soli) mają ładunki, które mogą się swobodnie przemieszczać; w **izolatorach** (szkło, plastik, suche powietrze) ładunki pozostają tam, gdzie powstały. Połączenie przewodnikiem z ziemią odprowadza ładunek z ciała.
- **Pole elektryczne** to przestrzeń wokół ładunku, w której na inne ładunki działa siła elektryczna. Ilustrujemy je **liniami pola**: zaczynają się na ładunkach dodatnich, kończą na ujemnych (albo biegną w nieskończoność), nie przecinają się; zwrot linii – zwrot siły działającej na ładunek dodatni. Tam, gdzie linie są gęstsze, pole jest silniejsze.

Pole	Linie pola	Przykład
centralne	proste wychodzące promieniście z ładunku (+) albo do niego wchodzące (−)	naładowana mała kulka
jednorodne	równoległe, jednakowo gęste, o tym samym zwrocie – siła na ładunek jest wszędzie taka sama	między okładkami kondensatora płaskiego (z dala od brzegów)

- **Kondensator** to układ dwóch przewodników (okładek) naładowanych ładunkami $+Q$ i $-Q$, oddzielonych izolatorem. Między okładkami jest **napięcie elektryczne**. Kondensator magazynuje energię i może ją oddać w bardzo krótkim czasie – podczas rozładowania płynie prąd, a energia zamienia się w światło (lampa błyskowa), ciepło i dźwięk (iskra) albo przepływa przez serce (defibrylator).

Dla zainteresowanych (wymaganie VI.2 – fakultatywne, realizuje się z decyzji nauczyciela; nie ma go na maturze). **Prawo Coulomba:** dwa ładunki punktowe q_1 i q_2 w odległości r działają na siebie siłami o wartości $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$, gdzie $k = 8{,}99 \cdot 10^9$ N·m²/C² (broszura CKE). Dwa razy większa odległość – cztery razy mniejsza siła.

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. Dwie jednakowe metalowe kulki na izolujących statywach mają ładunki +6,0 nC i −2,0 nC. Kulki zetknięto i rozsunięto. Oblicz ładunek każdej kulki po rozsunięciu.

Zasada zachowania ładunku: suma ładunków = +6,0 nC + (−2,0 nC) = +4,0 nC.

Kulki są jednakowe, więc ładunek dzieli się po równo: q = +4,0 nC : 2 = **+2,0 nC** na każdej kulce.

Część elektronów przeszła z kulki naładowanej ujemnie na kulkę naładowaną dodatnio.

Przykład 2. **Kulka ma ładunek −3,2 nC. Oblicz, ile nadmiarowych elektronów znajduje się na kulce. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

$q = n \cdot e \rightarrow n = \frac{q}{e} = 3{,}2 \cdot 10^{-9}\ \text{C} : 1{,}602 \cdot 10^{-19}\ \text{C} \approx \mathbf{2{,}0 \cdot 10^{10}}$.

1 nC = 10^{-9} C – częsty błąd to pominięcie przedrostka „nano”.

Przykład 3. **Podczas błysku kondensator lampy błyskowej przekazuje lampie energię 4,0 J w czasie 1,0 ms. Oblicz średnią moc błysku i opisz przemiany energii.**

$P = \frac{E}{t} = 4{,}0\ \text{J} : 0{,}0010\ \text{s} = \mathbf{4{,}0 \cdot 10^{3}\ W}$ – to moc dwóch czajników elektrycznych, ale tylko przez tysięczną część sekundy.

Energia kondensatora → energia prądu w lampie → światło i ciepło (lampa się nagrzewa).

Zadania

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. Ciało naładowane ujemnie ma więcej elektronów niż protonów.	**P**	**F**
2. Podczas pocierania szklanej pałeczki jedwabiem powstają nowe ładunki elektryczne.	**P**	**F**
3. Dwie kulki naładowane ładunkami jednoimiennymi się odpychają.	**P**	**F**

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Uzupełnij zdania.

1. Linie pola elektrycznego zaczynają się na ładunkach _____.
2. W polu jednorodnym linie pola są _____ i jednakowo gęste.
3. Kondensator to dwa przewodniki naładowane ładunkami o _____ znakach, między którymi jest napięcie.

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Ładunek ciała NIE może być równy

A. $2{,}403 \cdot 10^{-19}$ C. B. $3{,}204 \cdot 10^{-19}$ C. C. $4{,}806 \cdot 10^{-19}$ C. D. $8{,}010 \cdot 10^{-19}$ C.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Dwie jednakowe metalowe kulki mają ładunki +5,0 nC i −1,0 nC. Kulki zetknięto i rozsunięto. Oblicz ładunek każdej kulki. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

PIERWSZA ŁAWKA

Elektrostatyka – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZP

KARTA 2/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 15 pkt

Ćwiczenia · 15 pkt

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

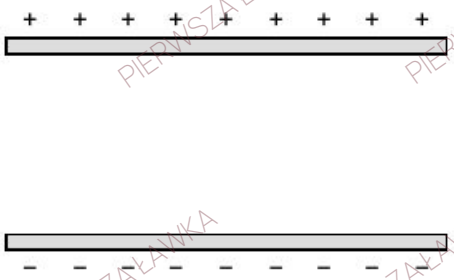
Trzy jednakowe metalowe kulki A, B i C mają ładunki: $q_A = +9{,}0$ nC, $q_B = -3{,}0$ nC, $q_C = 0$ nC. Najpierw zetknięto i rozsunięto kulki A i B, a potem kulki B i C. Oblicz ładunek każdej kulki na końcu. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Na rysunku przedstawiono naładowany ładunkiem dodatnim kondensator płaski (górna okładka „+”). Narysuj co najmniej pięć linii pola elektrycznego między okładkami i zaznacz ich zwrot.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Na rysunku linii pola gęściej rozmieszczone linie oznaczają, że w tym miejscu

A. siła działająca na ładunek próbny jest większa.

B. siła działająca na ładunek próbny jest równa zero.

C. pole jest jednorodne.

D. nie ma ładunków.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Dwa małe naładowane ciała o ładunkach 2,0 μC i 3,0 μC znajdują się w powietrzu w odległości 30 cm. Oblicz wartość siły, którą ciała na siebie działają. Przyjmij, że ciała można traktować jak ładunki punktowe. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Odległość między dwoma ładunkami punktowymi zwiększono dwa razy. Wartość siły ich wzajemnego oddziaływania

A. wzrosła 2 razy.
B. zmalała 4 razy.
C. się nie zmieniła.
D. zmalała 2 razy.

Zadanie 6. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj każdej sytuacji (1–4) właściwe wyjaśnienie (a–d).

1. Grzebień potarty o suche włosy przyciąga skrawki papieru.	a) kondensator oddaje energię w bardzo krótkim czasie
2. Cysternę przed przelewaniem paliwa łączy się przewodem z ziemią.	b) w izolatorze ładunki nie przemieszczają się swobodnie
3. Lampa błyskowa aparatu daje krótki, bardzo jasny błysk.	c) ciało naelektryzowane przyciąga drobne ciała nienaładowane
4. Ładunek naelektryzowanej plastikowej linijki pozostaje w miejscu potartym.	d) przewód łączący z ziemią odprowadza ładunek, więc nie dochodzi do iskry

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 7. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. Między okładkami naładowanego kondensatora nie ma napięcia elektrycznego.	P	F
2. Okładki naładowanego kondensatora mają ładunki o równych wartościach i przeciwnych znakach.	P	F
3. Podczas rozładowania kondensatora przez żarówkę energia kondensatora zamienia się w energię światła i ciepło.	P	F

Elektrostatyka – utrwalenie

Zadania łączące wiadomości z całego działu

ZP

KARTA 3/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 10 pkt

Ćwiczenia · 10 pkt

Zadanie 1. (0–2 pkt)

Elektroskop to metalowy pręt z lekką wskazówką (albo dwoma listkami), osadzony w izolatorze. Naładowany pręt i wskazówka mają ładunki jednoimienne, więc wskazówka się odchyla – tym bardziej, im większy ładunek. Do nienaładowanego elektroskopu dotknięto naelektryzowaną ujemnie ebonitową pałeczką, a potem pałeczkę odsunięto.

Zadanie 1.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Po odsunięciu pałeczki elektroskop

A. ma ładunek dodatni, a wskazówka jest odchylona.

B. nie ma ładunku, a wskazówka nie jest odchylona.

C. ma ładunek ujemny, a wskazówka nie jest odchylona.

D. ma ładunek ujemny, a wskazówka jest odchylona.

Zadanie 1.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Następnie elektroskopu dotknięto ręką. Wskazówka opadła. Wyjaśnij, co stało się z ładunkiem elektroskopu.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

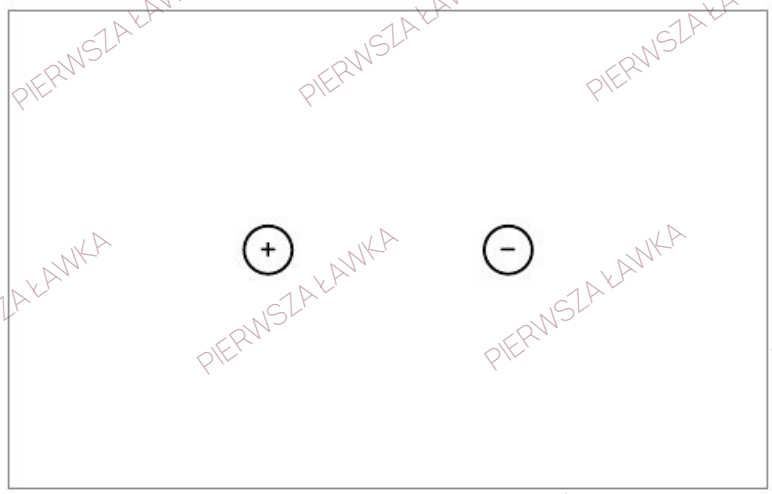
Balon potarto o wełniany sweter. Ze swetra na balon przeszło $5{,}0 \cdot 10^{10}$ elektronów. Oblicz ładunek balonu i ładunek swetra (z odpowiednimi znakami). Wynik podaj w nC z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Na rysunku przedstawiono dwa ładunki punktowe o równych wartościach: dodatni i ujemny. Narysuj co najmniej sześć linii pola elektrycznego tego układu i zaznacz ich zwrot.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Pole elektryczne jest jednorodne

A. wewnątrz kondensatora płaskiego tylko przy jego brzegach.

B. między dwoma ładunkami jednoimiennymi.

C. między okładkami naładowanego kondensatora płaskiego, z dala od ich brzegów.

D. wokół małej naładowanej kulki.

Zadanie 5. (0–1 pkt) ..... / 1

Naładowany kondensator połączono z lampą błyskową.
Uzupełnij zdanie. Zaznacz właściwe określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Podczas błysku ładunek na okładkach kondensatora **(rośnie/maleje/nie zmienia się)**, a energia kondensatora zamienia się głównie w **(energię światła i ciepło/energię potencjalną grawitacji/energię kinetyczną kondensatora)**.

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Samolot podczas lotu elektryzuje się przez tarcie o powietrze. Przed tankowaniem łączy się go przewodem z ziemią. Wyjaśnij, dlaczego.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

Elektrostatyka – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy

Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane

ZP

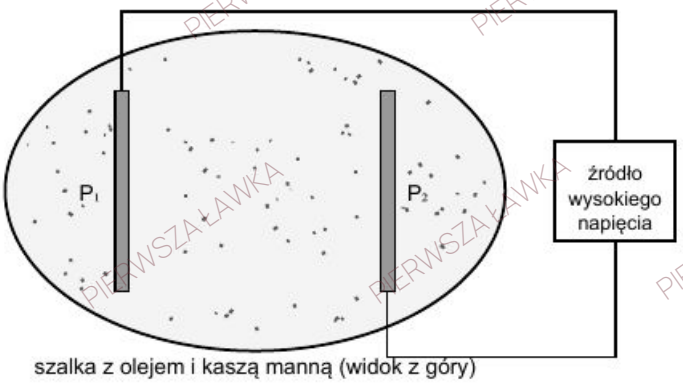
KARTA 4/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 12 pkt

Praca z materiałem źródłowym · 12 pkt

Zadanie 1. (0–4 pkt)

Na szalce z olejem jadalnym rozsypano kaszę mannę i włożono dwie płaskie metalowe elektrody P_1 i P_2 ustawione równolegle (rysunek). Elektrody połączono ze źródłem wysokiego napięcia. Po chwili ziarenka kaszy ułożyły się w łańcuszki.



szalka z olejem i kaszą manną (widok z góry)

Zadanie 1.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, co pokazują łańcuszki ziarenek kaszy i dlaczego używa się oleju, a nie wody.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 1.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Między płytkami, z dala od ich brzegów, łańcuszki kaszy

A. są proste, równoległe i jednakowo gęste.
B. rozchodzą się promieniście z płytki P_1.
C. tworzą okręgi wokół płytek.
D. są ułożone przypadkowo.

Zadanie 1.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Podaj dwie zasady bezpieczeństwa, których trzeba przestrzegać w tym doświadczeniu.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2. (0–6 pkt)

Przeczytaj tekst i wykonaj zadania.

Piorun – największy „kondensator" w przyrodzie

W dolnej części chmury burzowej gromadzi się ładunek ujemny, a powierzchnia Ziemi pod nią ładuje się dodatnio. Gdy napięcie staje się ogromne – Narodowa Służba Meteorologiczna USA podaje dla typowego wyładowania około 300 milionów woltów – powietrze przestaje być izolatorem i następuje wyładowanie. Typowy piorun składa się z kilku następujących po sobie wyładowań. Pomiary K. Bergera na wieżach na szczycie Monte San Salvatore (Szwajcaria) pokazały, że połowa pierwszych wyładowań przenosi ładunek większy niż 5,2 C, a połowa całych błysków – większy niż 7,5 C. Prąd w szczycie pierwszego wyładowania ma typowo około 30 000 A.

Powietrze w kanale wyładowania może się nagrzać nawet do około 28 000 °C (50 000 °F), a gwałtownie rozprężające się powietrze wytwarza grzmot.

Opracowano na podstawie: NOAA National Weather Service, „Lightning – power" i „Thunder" (https://www.weather.gov/safety/lightning-power, https://www.weather.gov/safety/lightning-science-thunder); V.A. Rakov, Lightning, the science. Part 2, Elektrichestvo 2021, nr 6 – tabela parametrów wg Bergera i in. (https://electricity.mpei.ru/index.php/electricity/article/download/325/273).

Zadanie 2.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Oblicz, ile elektronów przenosi typowe pierwsze wyładowanie pioruna – przyjmij ładunek podany w tekście dla pierwszego wyładowania (5,2 C). Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego układ chmura burzowa – powierzchnia Ziemi można porównać do kondensatora.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2.3. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F) – na podstawie tekstu.

1. Ładunek przeniesiony w całym błysku jest zwykle większy niż w samym pierwszym wyładowaniu.	P	F
2. Powietrze w czasie wyładowania silnie się nagrzewa.	P	F
3. Podczas wyładowania ładunek elektryczny znika.	P	F

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Elektrostatyka – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, fizyka, klasa 3 LO i technikum (zakres podstawowy)

Podgląd pokazał 10 z 33 stron. Pełna wersja: 33 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Elektrostatyka – najważniejsze wiadomości – 4 zadania, 9 pkt
- Karta 2: Elektrostatyka – ćwiczenia podstawowe – 7 zadań, 15 pkt
- Karta 3: Elektrostatyka – utrwalenie – 6 zadań, 10 pkt
- Karta 4: Elektrostatyka – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy – 3 zadania, 12 pkt
- Karta 5: Kartkówka: elektrostatyka – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka: elektrostatyka – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Elektrostatyka – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Elektrostatyka – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dalej ćwiczenia, utrwalenie oraz doświadcz

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/fizyka-liceum-klasa-3-dzial-01-elektrostatyka